



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra	V4-1609	
Naslov	Natančnost napovedovanja namakanja - TriN	
Vodja	10024 Marina Pintar	
Naziv težišča v okviru CRP	2.2.1 Natančnost napovedovanja namakanja	
Obseg učinkovitih ur raziskovalnega dela	284	
Cenovna kategorija	C	
Obdobje trajanja	10.2016 - 01.2019	
Nosilna raziskovalna organizacija	510	Univerza v Ljubljani
	481	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	148	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije Kmetijsko gozdarski zavod Maribor
	401	Kmetijski inštitut Slovenije
	416	Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
	1360	KMETIJSKO GOZDARSKA ZBORNICA SLOVENIJE KMETIJSKO GOZDARSKI ZAVOD NOVA GORICA
	1510	Znanstveno-raziskovalno središče Koper
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4	BIOTEHNIKA
	4.03	Rastlinska produkcija in predelava
	4.03.03	Voda, kmetijski prostor, okolje
Družbeno-ekonomski cilj	08.	Kmetijstvo
Raziskovalno področje po šifrantu FORD	4	Kmetijske vede in veterina
	4.01	Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

2. Sofinancerji

Sofinancerji		
1.	Naziv	Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
	Naslov	Bleiweisova cesta 30
2.	Naziv	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
	Naslov	Dunajska 22

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Natančno namakanje in njegova nadgradnja, deficitno namakanje, omogočata manjšo porabo vode za namakanje, kot je trenutno v praksi. V slovenskem prostoru imamo z natančnim namakanjem ter napovedjo namakanja malo izkušenj.

Namen projekta TriN je bil: (1) vzpostaviti oz. ustrezno nadgraditi aplikativni model napovedi namakanja za posamezne kulture (glede na fenofazo, količino vode v tleh, lastnosti tal, vremensko napoved, tip namakalne opreme); (2) izvesti pilotne napovedi natančnega namakanja ob upoštevanju lastnosti rastlin, tal in podnebja; (3) na podlagi obstoječih poskusov in namakalnih sistemov v različnih kmetijskih kulturah preveriti učinke natančnega namakanja v slovenskih podnebnih razmerah; (4) pri posameznih vrstah in sortah preveriti učinkovitost deficitnega namakanja na podlagi vhodnih podatkov in napovedi namakanja, izmeriti realne prihranke vode pri enaki količini oz. kakovosti pridelkov; (5) ekonomsko ovrednotiti učinke (deficitnega) namakanja. (6) izdelati priporočila za natančno in deficitno namakanje; (8) pilotno vzpostaviti model, ki bo zainteresiranim pridelovalcem omogočil dostop do podatkov o potrebah po namakanju v realnem času t.j. sistem podpore odločanju o namakanju (SPON).

Osnovni sestavni deli projekta TriN so bili poskusi, vezani na namakanje, na šestih lokacijah po Sloveniji z obstoječo vsaj minimalno namakalno infrastrukturo (Zalec/hmelj, Jable/krompir, Bilje/češnja, Dekani/oljka, Maribor/solača in Gačnik/jablana). V poskusih so bila vključena obravnavanja z: (i) različnimi strategijami namakanja (polno, deficitno), (ii) različnimi tehnikami namakanja (mikrorazpršilci in kapljači) in (iii) dodatnimi faktorji na nekaterih lokacijah (pokritost s protitočno mrežo, pozicija kapljičnih cevi).

Osnova za uporabo SPON na celotnem območju Slovenije je že pripravljena. Predlagamo, da se morebitna dodatna potrebna finančna sredstva na ravni kmetije za dobro delovanje SPON sistemsko vključi v Program razvoja podeželja, podukrep M4.1. Hkrati je potrebno zagotoviti ustrezno informacijsko opremo in finančno podporo za izvajanje modeliranja na ARSO in sprotno bdenje (kadrovskega potencial) zlasti v poletnem času, ko je optimiziranje rabe vode z namakanjem najbolj aktualno.

Stroške delovanja celotnega SPON ne bi smeli presojati le skozi neposredne denarne koristi kmeta (t.j. manjša poraba vode za namakanje, večja kakovost pridelkov, itd.) temveč v širšem okviru, tudi okoljske koristi. Z bolj učinkovito rabo vode za namakanje se namreč zmanjšujejo količinski pritiski na vodne vire. Natančno namakanje pa zmanjšuje tudi spiranje ostankov hranil in fitofarmaceutskih sredstev in zmanjšuje onesnaženje podzemen vode. Na ta način uvedba in aktivna uporaba SPON prispeva k sinergističnemu učinku kmetijske in okoljske politike.

ANG

Precise irrigation and deficit irrigation, as is currently practiced, allows for a reduction of the quantity of water needed during irrigation. In Slovenia, there is little experience with precise irrigation and irrigation forecasts.

The purpose of the TriN project was the following: (1) to upgrade the applicative model of irrigation forecasts for individual cultures (depending on the phenological phase, the amount of water in the soil, the soil properties, the weather forecast, the type of irrigation equipment); (2) to conduct pilot precipitation forecasts that take into account the properties of the plants, soil and climate; (3) on the basis of existing experiments and irrigation systems in different agricultural crops, to check the effects of precise irrigation in Slovenian climatic conditions; (4) to check the efficiency of deficit irrigation on the basis of input data and irrigation forecasts for individual species and varieties and to measure the realistic water savings at the same quantity/quality of the crops; (5) to economically evaluate the effects of (deficit) irrigation; (6) to make recommendations for precise and deficit irrigation; (7) to prepare a model on a pilot scale to provide interested producers with access to real-time data on irrigation needs, i.e. a decision support system for irrigation (SPON).

The basic components of the TriN project were irrigation-related experiments at six locations across Slovenia, each of which already had at least a minimal irrigation infrastructure in place (Žalec, Jable, Bilje, Dekani, Maribor, Gačnik). The experiments included treatment with: (i) different irrigation strategies (full, deficit), (ii) different irrigation techniques (micro sprayers and drip irrigation), and (iii) additional factors in some locations.

The basis for using SPON throughout Slovenia is currently ready. We propose that any additional financial resources at the level of farmers for the proper functioning of SPON should be systematically included in the Rural Development Program, sub-measure M4.1. At the same time, it is necessary to provide adequate information, equipment, and financial support for the implementation of modelling on ARSO and for on-going excitation (personnel potential) especially during the summer time when optimizing the use of water by irrigation is the most pressing one.

The costs of operating the entire SPON should not be judged only through the direct monetary benefits to the farmer (i.e., lower water consumption for irrigation, better quality of produce, etc.), but also in a wider context including the environmental benefits. With a more efficient use of irrigation water, the quantitative pressures on water sources are reduced. There is also a reduction in the leaching of residues of nutrients and plant protection products, which leads to a reduction in groundwater pollution. In this way, the introduction and active use of SPON contributes to the synergistic effect of agricultural and environmental policies.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela oz. ciljev raziskovalnega projekta²

Natančno namakanje je strategija namakanja, ki praviloma manjša porabo vode v primerjavi s prakso, tako da upošteva potrebe rastline po vodi. Pri izračunu potreb po vodi upošteva lastnosti rastline, tal in vremena. Pri tej strategiji namakanje vzdržujemo vsebnost vode v tleh v območju lahko dostopne za rastline in te naj ne bi trpele sušnega stresa.

Nadgradnja natančnega namakanja je deficitno namakanje, ki je strategija, ki še dodatno manjša porabo vode oz. povečuje učinkovitost njene rabe ob hkratnem ohranjanju količine in kakovosti pridelka. Pri deficitnem namakanju rastlino držimo v rahlem ali občasnem sušnem stresu brez negativnega vpliva na pridelek. Tako natančno namakanje v skladu s potrebami rastlin kot tudi deficitno namakanje sta obetavni strategiji za bolj učinkovito rabe vode v rastlinski pridelavi. Osnova natančnega namakanja so ustrezni vhodni podatki, na podlagi katerih se oblikuje model napovedi namakanja. Treba je zagotoviti ustrezno mrežo merilnih naprav za potrebe racionalnega namakanja posamezne kulture. V slovenskem prostoru imamo z natančnim namakanjem ter napovedjo namakanja malo izkušenj.

Namen projekta Natančnost napovedovanja namakanja - TriN je bil: (1) vzpostaviti oz. ustrezno nadgraditi aplikativni model napovedi namakanja za posamezne kulture (glede na fenofazo, količino vode v tleh, lastnosti tal, vremensko napoved, tip namakalne opreme); (2) izvesti pilotne napovedi natančnega namakanja ob upoštevanju lastnosti rastlin, tal in podnebja; (3) na podlagi obstoječih poskusov in namakalnih sistemov v različnih kmetijskih kulturah preveriti učinke natančnega namakanja v slovenskih podnebnih razmerah; (4) pri posameznih vrstah in sortah preveriti učinkovitost deficitnega namakanja na podlagi vhodnih podatkov in napovedi namakanja, izmeriti realne prihranke vode pri enaki količini oz. kakovosti pridelkov; (5)

ekonomsko ovrednotiti učinke (deficitnega) namakanja. (6) izdelati priporočila za natančno in deficitno namakanje; (8) pilotno vzpostaviti model, ki bo zainteresiranim pridelovalcem omogočil dostop do podatkov o potrebah po namakanju v realnem času t.j. sistem podpore odločanju o namakanju (SPON).

Osnovni sestavni deli projekta TriN so bili poskusi, vezani na namakanje, na šestih lokacijah po Sloveniji z obstoječo vsaj minimalno namakalno infrastrukturo (Žalec/hmelj, Jable/krompir, Bilje/češnja, Dekani/oljka, Maribor/solata in Gačnik/jablana). V poskusih so bila vključena obravnavanja z: (i) različnimi strategijami namakanja (polno, deficitno), (ii) različnimi tehnikami namakanja (mikrorazpršilci in kapljači) in (iii) dodatnimi faktorji na nekaterih lokacijah (pokritost s protitočno mrežo, pozicija kapljičnih cevi).

Rezultati poskusov v projektu TriN, ki so potekali v 2017 in 2018, bi po pričakovanju pokazali statistično značilne razlike med strategijami in tehnikami namakanja ter med ostalimi dodatnimi faktorji, če bi poskusi potekali v srednjem ali spodnjem delu vodno pridelovalne krivulje, kjer že manjši dodatek vode močno vpliva na povečanje pridelka.

V splošnem so bili pridelki hmelja na poskusnih parcelah večji v 2017, kar je proti pričakovanjem, saj je bilo 2018 optimalno za pridelavo hmelja. Predvidevamo, da je razlog takšnih rezultatov zastajanje vode v hmeljišču, predvsem v kolesnicah, zaradi pogostih padavin v letu 2018. Sorta hmelja 'Bobek' se po naših predvidevanjih slabo odziva na prekomerno vlažnost tal, predvsem v prvih dveh tretjinah rastne sezone. Dejansko porabljena količina vode za namakanje je bila le 18-38 % od modelirane. Modeliranje VB je, zaradi različnih vzrokov, precenilo potrebo po namakanju hmelja v 2017 in 2018 na poskusnem polju IHP Žalec.

V poskusu z namakanjem krompirja na meljasti ilovici zaradi relativno veliko padavin, še posebej v letu 2018, nismo mogli potrditi pozitivnega učinka namakanja na pridelek krompirja. Zaradi obilice padavin je imelo namakanje negativen vpliv na kakovost pridelka. Pri polno namakanem krompirju je bil delež počenih gomoljev največji v primerjavi z deficitno namakanim in z nenamakanim, kjer je bil delež počenih gomoljev najmanjši. Dejansko porabljena količina vode za namakanje krompirja je bila 56-94 % od modelirane. V seznam fenofaz pri krompirju bi bilo smiselno vključiti tudi desikacijo cime, s katero naj se napoved namakanja krompirja konča, četudi gomolji ostanejo še v zemlji do kasnejšega izkopa.

V poskusu češnje primerjava obeh načinov namakanja (napoved ARSO in samodejno) ni pokazala značilnih razlik v količini in kakovosti pridelka, površini listov, premeru debla in dimenzijah krošnje. Večje razlike so bile pri porabi vode za namakanje. Primeren in boljši od nenamakanja je praktično vsak način namakanja češenj. Z izjemo podlage Gisela 5 je bila količina namakalne vode pri ARSO namakanju v povprečju tri- do petkrat večja, kot pri samodejnem. Poraba vode za samodejno namakanje podlage Gisela 5 je presegla porabo po napovedi ARSO.

Na osnovi podatkov lahko sklepamo, da je češnjo mogoče namakati z manjšo količino vode, kot jo predvidi ARSO brez posledic za rast in rodnost češnjevih dreves. Pri češnji bi bilo potrebno preučiti še možnost terminsko deficitnega namakanja, presušitve ob točno določenih fenofazah. Vsekakor pa je mogoče količinsko deficitno namakanje v času po obiranju pridelka. Rezultati poskusa so potrdili domneve, da na rast in rodnost češnjevih dreves odločilno vpliva podlaga drevesa. Imeli smo možnost spremljati eno sorto ('Regina') na treh različnih podlagah. Vpliv podlage se je pokazal pri vseh obravnavanih spremenljivkah rasti in rodnosti.

Vremenske razmere v 2017 so bile sicer v določenem delu sezone izjemno sušne in optimalne za ugotavljanje vpliva namakanja na pridelek in kakovost oljk oz. oljčnega olja, vendar je bilo obdobje suše v avgustu prekinjeno z dvema deževnima dogodkoma, ki sta izenačila količino vode med polno namakanimi, deficitno in celo nenamakanimi oljkami. Predvidevamo, da bi zaradi specifičnosti oljk, ki dobro prenesejo zmanjšanje vsebnosti vode v tleh, za optimalno izvedbo poskusa potrebovali ekstremno sušne razmere tal brez vmesnih padavinskih dogodkov. Pri samodejnem polnem namakanju oljke je bila količina porabljene vode le 43 % modelirane. Iz poskusa ne moremo oceniti, v kolikšni meri je samodejno namakanje pri polnem namakanju v resnici dobro pokrivalo potrebe po vodi in koliko je majhna količina porabljene vode posledica negotovosti, ki izhajajo predvsem iz problemov meritev vVV.

V letih 2017 in 2018 pomanjkanje količine vode v tleh ni bilo izrazito in ARSO za solato ni izdal napovedi namakanja, saj je bilo po njihovih izračunih dovolj padavin, kmet je po svoji oceni solato namakal z 400 m³/ha oz. 40 mm. Tudi endivijo je kmet po svoji presoji namakal več, kot je z modeliranjem VB predvidel ARSO. Kljub temu, da ni bilo statistično značilne razlike v količini pridelka, je bilo namakanje ključno za enakomerno dozorevanje solate.

Rezultati poskusa namakanja solate bodo uporabni v prihodnje, ko bomo pridelovalce skušali prepričati, da se strinjajo z izgradnjo večjih namakalnih sistemov. Namakanje kljub temu, da je bilo izvedeno z mikrorazpršilci, ni imelo večjega vpliva na pojav bolezni. Seveda pa je bil vpliv na uspešno presajanje sadik in s tem večjim številom rastlin na površini, visok.

Vremenske razmere v nobenem od poskusnih let niso bile optimalne za določanje vpliva mreže v nasadih jablan na potrebe po namakanju in polnega in deficitnega namakanja na količino in kakovost pridelka jablane. V pridelku jablane v različnih obravnavah (z in brez mreže, polno in deficitno namakana ter nenamakana) v letu 2018 v nasadu Sadjarskega centra (SC) Gačnik niso bile statistično značilne. Dejansko porabljena količina vode za namakanje je bila le 4-11 % od modelirane. Modeliranje VB je, zaradi različnih vzrokov, precenilo potrebo po namakanju hmelja v 2018 v nasadu C Gačnik.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

V 2017 in 2018 so bile padavine večinoma relativno ugodno razporejene za rastlinsko pridelavo. Z namakanjem dodana voda v naših poskusih ni statistično značilno povečala pridelkov in prav tako ni bilo možno ugotoviti statistično značilnega vpliva deficitnega namakanja. Na krivulji odziva rastline na dodano vodo (Slika 1) so poskusi potekali v njenem zgornjem delu, kjer ima dodana voda le malo, nič ali celo negativen vpliv na pridelek.

Rezultati poskusov bi po pričakovanju pokazali statistično značilne razlike med strategijami in tehnikami namakanja ter med ostalimi dodatnimi faktorji, če bi poskusi potekali v srednjem ali spodnjem delu krivulje, kjer že manjši dodatek vode močno vpliva na povečanje pridelka. Izdelali smo ekonomski izračun za natančno namakanje, medtem ko ga za deficitno namakanje ni bilo mogoče narediti.



Slika 1: Krivulja vpliva dodane vode na količino pridelka (prirejeno po Smith in sod., 2012). V projektu

TriN so bili poskusi v območju rdečega ovala.

6. Spremembe programa dela raziskovalnega projekta oziroma spremembe sestave projektne skupine⁴

Bistvenega odstopanja od predvidenega programa ni bilo, razen v delu ekonomskega izračuna, ko zaradi relativno majhne potrebe po namakanju v letih 2017 in 2018 nismo mogli ekonomsko ovrednotiti vpliva deficitnega namakanja.

V letu 2018 je iz raziskovalne skupine odšla dr. Rozalija Cvejič (šifra raziskovalca 31232) zaradi nastopa porodniškega dopusta.

7. Najpomembnejši dosežki projektne skupine na raziskovalnem področju⁵

Dosežek																	
1.	<table border="1"> <tr> <td>COBISS ID</td> <td>1539423940</td> <td>Vir: COBISS.SI</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Naslov</td> <td><i>SLO</i></td> <td>Različne količine uporabljene vode pri oljki (<i>Olea europaea</i> L.). gojene v vlažnih pogojih</td> </tr> <tr> <td><i>ANG</i></td> <td>Different quantities of applied water on <i>Olea europaea</i> L. cultivated under humid conditions</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Opis</td> <td><i>SLO</i></td> <td>Zaradi povečane pojavnosti in intenzivnosti kmetijskih suš v vlažnih sredozemskih regijah postaja spremljano namakanje vse bolj neizogiben element kmetijske prakse. Za določitev vpliva različnih načinov namakanja na rast oljk (<i>Olea europaea</i> L.) in pridelka ter na proizvodnjo oljčnega olja in vsebnost biofenolov je bila v oljčniku v relativno vlažnem območju jugozahodne Slovenije izvedena triletna študija. Povprečna pridelava oljk z dreves pod polnim namakanjem (nadomestitev 100% potencialne evapotranspiracije) je bila bistveno večja od tistih, ki so bila brez namakanja ali so bili deficitno napakaan (nadomeščanje 33 in 66% evapotranspiracije). Med postopki namakanja ni bilo bistvenih razlik v skupni vsebnosti biofenola v oljčnem olju. Učinke namakanja lahko pojasnimo glede na stopnjo padavin v celotni rastni sezoni. Kljub pozitivnim učinkom padavin na te parametre je bila povprečna pridelava oljčnega olja, pri nanamakanih drevesih približno 30% manjša od pridelka pri deficitno namakanih drevesih.</td> </tr> <tr> <td><i>ANG</i></td> <td>Due to increased occurrence and intensity of agricultural droughts in humid Mediterranean regions, monitored irrigation is becoming an increasingly inevitable element of agricultural practice. To determine the impact of different irrigation regimes on olive tree (<i>Olea europaea</i> L.) growth and crop yield, and of the olive oil production and biophenol content, a 3-year study was conducted in an olive grove located in a relatively humid region of southwestern Slovenia. The mean olive production from trees under full irrigation (replacement of 100% crop evapotranspiration) was significantly higher than those that were only rain fed or were under deficit irrigation (replacement of 33 and 66% crop evapotranspiration). There were no significant differences in total biophenol contents of the olive oil across these irrigation treatments. These irrigation effects can be explained according to the levels of precipitation throughout the growing season. Despite the positive effects of rainfall on these parameters, the mean olive oil yield of the rain-fed olives was about 30% lower than that for the deficit irrigation treatments.</td> </tr> <tr> <td>Objavljeno v</td> <td colspan="2">American Society of Civil Engineers; Journal of irrigation and drainage engineering; 2017; Vol. 143, iss. 9; str. 1-6; Impact Factor: 1.616; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.771; WoS: AE, IM, ZR;</td> </tr> </table>	COBISS ID	1539423940	Vir: COBISS.SI	Naslov	<i>SLO</i>	Različne količine uporabljene vode pri oljki (<i>Olea europaea</i> L.). gojene v vlažnih pogojih	<i>ANG</i>	Different quantities of applied water on <i>Olea europaea</i> L. cultivated under humid conditions	Opis	<i>SLO</i>	Zaradi povečane pojavnosti in intenzivnosti kmetijskih suš v vlažnih sredozemskih regijah postaja spremljano namakanje vse bolj neizogiben element kmetijske prakse. Za določitev vpliva različnih načinov namakanja na rast oljk (<i>Olea europaea</i> L.) in pridelka ter na proizvodnjo oljčnega olja in vsebnost biofenolov je bila v oljčniku v relativno vlažnem območju jugozahodne Slovenije izvedena triletna študija. Povprečna pridelava oljk z dreves pod polnim namakanjem (nadomestitev 100% potencialne evapotranspiracije) je bila bistveno večja od tistih, ki so bila brez namakanja ali so bili deficitno napakaan (nadomeščanje 33 in 66% evapotranspiracije). Med postopki namakanja ni bilo bistvenih razlik v skupni vsebnosti biofenola v oljčnem olju. Učinke namakanja lahko pojasnimo glede na stopnjo padavin v celotni rastni sezoni. Kljub pozitivnim učinkom padavin na te parametre je bila povprečna pridelava oljčnega olja, pri nanamakanih drevesih približno 30% manjša od pridelka pri deficitno namakanih drevesih.	<i>ANG</i>	Due to increased occurrence and intensity of agricultural droughts in humid Mediterranean regions, monitored irrigation is becoming an increasingly inevitable element of agricultural practice. To determine the impact of different irrigation regimes on olive tree (<i>Olea europaea</i> L.) growth and crop yield, and of the olive oil production and biophenol content, a 3-year study was conducted in an olive grove located in a relatively humid region of southwestern Slovenia. The mean olive production from trees under full irrigation (replacement of 100% crop evapotranspiration) was significantly higher than those that were only rain fed or were under deficit irrigation (replacement of 33 and 66% crop evapotranspiration). There were no significant differences in total biophenol contents of the olive oil across these irrigation treatments. These irrigation effects can be explained according to the levels of precipitation throughout the growing season. Despite the positive effects of rainfall on these parameters, the mean olive oil yield of the rain-fed olives was about 30% lower than that for the deficit irrigation treatments.	Objavljeno v	American Society of Civil Engineers; Journal of irrigation and drainage engineering; 2017; Vol. 143, iss. 9; str. 1-6; Impact Factor: 1.616; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.771; WoS: AE, IM, ZR;	
COBISS ID	1539423940	Vir: COBISS.SI															
Naslov	<i>SLO</i>	Različne količine uporabljene vode pri oljki (<i>Olea europaea</i> L.). gojene v vlažnih pogojih															
	<i>ANG</i>	Different quantities of applied water on <i>Olea europaea</i> L. cultivated under humid conditions															
Opis	<i>SLO</i>	Zaradi povečane pojavnosti in intenzivnosti kmetijskih suš v vlažnih sredozemskih regijah postaja spremljano namakanje vse bolj neizogiben element kmetijske prakse. Za določitev vpliva različnih načinov namakanja na rast oljk (<i>Olea europaea</i> L.) in pridelka ter na proizvodnjo oljčnega olja in vsebnost biofenolov je bila v oljčniku v relativno vlažnem območju jugozahodne Slovenije izvedena triletna študija. Povprečna pridelava oljk z dreves pod polnim namakanjem (nadomestitev 100% potencialne evapotranspiracije) je bila bistveno večja od tistih, ki so bila brez namakanja ali so bili deficitno napakaan (nadomeščanje 33 in 66% evapotranspiracije). Med postopki namakanja ni bilo bistvenih razlik v skupni vsebnosti biofenola v oljčnem olju. Učinke namakanja lahko pojasnimo glede na stopnjo padavin v celotni rastni sezoni. Kljub pozitivnim učinkom padavin na te parametre je bila povprečna pridelava oljčnega olja, pri nanamakanih drevesih približno 30% manjša od pridelka pri deficitno namakanih drevesih.															
	<i>ANG</i>	Due to increased occurrence and intensity of agricultural droughts in humid Mediterranean regions, monitored irrigation is becoming an increasingly inevitable element of agricultural practice. To determine the impact of different irrigation regimes on olive tree (<i>Olea europaea</i> L.) growth and crop yield, and of the olive oil production and biophenol content, a 3-year study was conducted in an olive grove located in a relatively humid region of southwestern Slovenia. The mean olive production from trees under full irrigation (replacement of 100% crop evapotranspiration) was significantly higher than those that were only rain fed or were under deficit irrigation (replacement of 33 and 66% crop evapotranspiration). There were no significant differences in total biophenol contents of the olive oil across these irrigation treatments. These irrigation effects can be explained according to the levels of precipitation throughout the growing season. Despite the positive effects of rainfall on these parameters, the mean olive oil yield of the rain-fed olives was about 30% lower than that for the deficit irrigation treatments.															
Objavljeno v	American Society of Civil Engineers; Journal of irrigation and drainage engineering; 2017; Vol. 143, iss. 9; str. 1-6; Impact Factor: 1.616; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.771; WoS: AE, IM, ZR;																

	Dosežek	
	Avtorji / Authors: Podgornik Maja, Pintar Marina, Bučar-Miklavčič Milena, Bandelj Dunja	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	5299560 Vir: vpis v obrazec
	Naslov	<i>SLO</i> Deficitno namakanje in njegov potencial za pridelek in kakovost krompirja v vlažnih podnebnjih
		<i>ANG</i> Deficit irrigation and its potential for yield and potato quality in humid climates
	Opis	<i>SLO</i> Krompir je različno občutljiv na pomanjkanje vode. Obstaja več študij, v katerih so proučevali vpliv nadzorovanega deficitnega namakanja na pridelku krompirja, pridelanem v sušnih in polsušnih območjih, z uporabo kapljičnega namakanja. Številni dejavniki so bili opredeljeni kot pomembni, in sicer stopnja rasti, obseg pomanjkanja vode, režim hranil in strategija namakanja (kot je npr. namakanje le dela korenin). Glede na stopnjo rasti, na kateri je bil uveden vodni primanjkljaj, so bile zabeležene razlike v količini in kakovosti pridelka. Namakana voda je povečala donos ne samo s povečanjem števila gomoljev, ampak tudi s povečanjem povprečne mase gomoljev. V predstavljeni študiji so bili ocenjeni dejavniki, ki vplivajo na potencial primanjkljaja namakanja v rastlinski pridelavi krompirja v vlažnem podnebnju Slovenije. Študija izvedljivosti je obravnavala standardne postopke pridelave krompirja in obdelavo tal, kakor tudi razpoložljivost tehnik namakanja in znanja.
		<i>ANG</i> Potatoes are variably sensitive to water deficit. There are several studies in which the influence of controlled deficit irrigation has been studied on potato crop cultivated in arid and semi-arid zones, using drip irrigation. Several factors have been identified as important, namely growth stage, extent of water deficit, nutrient regime and irrigation strategy (such as partial root drying). Depending on the growth stage on which the water deficit was imposed variation in yield quantity and quality was recorded. Irrigated water increased yields not only by increasing tuber number, but also by increasing the mean weight of the tubers. In the presented study, factors influencing potential for deficit irrigation in potatoes crop production in humid climate for Slovenia were evaluated. Feasibility study considered standard potatoes growing practices and tillage as well as irrigation technique availability and know-how.
	Objavljeno v	BAVEC, Martina (ur.), BAVEC, Franc (ur.), GROBELNIK MLAKAR, Silva (ur.). Book of abstracts, VII South-Eastern Europe Symposium on Vegetables & Potatoes, June 20 - 23, 2017, Maribor, Slovenia. Maribor: University of Maribor Press; Pivola: Faculty of Agriculture and Life Sciences. 2017, str. 63
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
3.	COBISS ID	8902009 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Vodenje namakanja hmelja (<i>Humulus lupulus</i> L.): pregled
		<i>ANG</i> Irrigation scheduling of hop (<i>Humulus lupulus</i> L.): a review
	Opis	<i>SLO</i> Opravljen je pregled načinov vodenja namakanja hmelja v obdobju 1958–2017. Uporabljajo se štirje načini vodenja namakanja hmelja, ki temeljijo na: (i) spremljanju evapotranspiracije in vodne bilance, (ii) spremljanju tenzije ali vlažnosti tal na različnih globinah v tleh, (iii) meritvah stresa rastline, in (iv) simulacijskih modelih. Načina (iii) in (iv) sta primernejša za raziskave, medtem sta način (i) in (ii) primerna tudi podpora odločanju o namakanju na ravni namakalnega sistema.
		<i>ANG</i> A review of hop irrigation scheduling in the period 1958–2017 reveals four basic principles to irrigation scheduling of hop that rely on (i) evapotranspiration and water balance, (ii) soil tension or soil moisture across the rooting depth, (iii) measurement of plant stress, and (iv) simulation methods. The methods (iii) and (iv) are more useful as research

	Dosežek	
		methods, while method (i) and (ii) are also suitable as a practical tool for irrigation scheduling.
	Objavljeno v	Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo; Hmeljarski bilten; 2017; Letn. 24; str. 28-41; Avtorji / Authors: Naglič Boštjan, Cvejić Rozalija, Pintar Marina
	Tipologija	1.02 Pregledni znanstveni članek
4.	COBISS ID	8644473 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Fiziološki odziv oljke na namakanje - izkušnje iz poskusa Dekani
		<i>ANG</i> Physiological response of olive tree to deficit irrigation - experience from Dekani ekperiment.
	Opis	<i>SLO</i> Morfološke in fiziološke adaptacije oljki (<i>Olea europaea</i> L.) omogočajo precej veliko toleranco suše. Kljub temu se zaradi ekstremnejših vremenskih razmer, manjše količine oz. manj rednih padavin, in intenziviranja pridelave sušni stres pogosto pojavlja tudi pri tej sadni vrsti. V prispevku predstavljamo fiziološke odzive dreves oljke sorte 'Istrska belica' na sušo v poletju 2015 in učinke deficitnega namakanja na pojavnost stresa. Zmanjšanje vodnega potenciala je pri nenamakanih drevesih vodilo v močno stomatalno omejitev fotosinteze, med tem ko je bila ta pri polno namakanih drevesih manjša. Rezultati nakazujejo, da lahko z deficitnim namakanjem sušni stres omilimo oz. skrajšamo njegovo trajanje.
		<i>ANG</i> Morphological and physiological traits of olive (<i>Olea europaea</i> L.) contribute to its high drought tolerance. Due to more extreme weather conditions, reduced and irregular precipitation, olives nevertheless frequently experience drought stress. In this paper we present physiological response of 'Istrska belica' olive to summer drought in 2015 evaluating the effects of deficit irrigation. Reduced water availability, decrease of water potential, contributed to strong stomatal inhibition of photosynthesis in non-irrigated plants, while this inhibition was much smaller in fully irrigated plants. Results suggest, that a substantial mitigation of water stress and shortening of its duration can be achieved by deficit irrigation.
	Objavljeno v	Strokovno sadjarsko društvo Slovenije; Zbornik referatov 4. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 20.-21. januar 2017; 2017; Str. 159-164; Avtorji / Authors: Vodnik Dominik, Kastelec Damijana, Zupanc Vesna, Podgornik Maja, Pintar Marina, Butinar Bojan
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
5.	COBISS ID	8621945 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Deficitno namakanje v poljedelstvu in zelenjadarstvu - izzivi in perspektive
		<i>ANG</i> Deficit irrigation in crop and vegetable production - challenges and perspectives
	Opis	<i>SLO</i> Tehnologija deficitnega namakanja se je razvila na območjih, kjer sta pomanjkanje vode in visoka cena te naravne dobrine prisilila pridelovalce k bolj premišljeni rabi vode. Pri tej metodi namakanja z manjšo količino dodane vode, kot bi bilo optimalno, vplivamo na rast rastlin in s tem ohranjamo pridelek, vendar z manjšo obremenitvijo naravnih virov. To tehnologijo namakanja na slovenskem prostoru uspešno preizkušamo v trajnih nasadih Obalno-kraške regije. V prispevku obravnavamo glavne izzive in perspektive, povezane z deficitnim namakanjem v poljedelstvu in zelenjadarstvu
		<i>ANG</i> Deficit irrigation technology was developed in the areas, where availability and the cost of water forced producers towards rational use of water. The principle of deficit irrigation is effecting plant fertility and yield potential by adding smaller amount of water than optimal, thus putting less pressure on natural resources. This technology is currently successfully tested in

	Dosežek	
		orchards on coastal karstic region in Slovenia. The paper addresses major challenges and possibilities for deficit irrigation in crop and vegetable production in Slovenia.
	Objavljeno v	Slovensko agronomsko društvo; Novi izzivi v agronomiji 2017; 2017; Str. 272-276; Avtorji / Authors: Pintar Marina, Zupanc Vesna
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

8. Najpomembnejši dosežek projektne skupine na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti⁶

	Dosežek	
1.	COBISS ID	9186681 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Natančnost napovedovanja namakanja - TriN
		<i>ANG</i> Precision of irrigation forecasting - TriN
	Opis	<p><i>SLO</i> V okviru projekta smo vzpostavili pilotni sistem podpore odločanja o namakanju (SPON), ki tehnologijo namakanja kmetijskih zemljišč dviguje na višjo raven. Zaradi natančnega namakanja je poraba vode in energije manjša, tako so manjši stroški namakanja. Pridelki so bolj kakovostni, njihova skladiščna sposobnost je boljša. SPON omogoča trajnostno rabo vode za namakanje – varuje vodne vire z vidika količine. Natančno namakanje potencialno zmanjšuje spiranje onesnažil prozi podzemni vodi in tako varuje vodne vire z vidika kakovosti. Stroške delovanja celotnega SPON (vzdrževanje baz, poganjanja modela itd) ne bi smeli presojati le skozi neposredne denarne koristi kmeta (t.j. manjša poraba vode za namakanje, večja kakovost pridelkov, itd) temveč v širšem okviru, tudi okoljske koristi. Z bolj učinkovito rabo vode za namakanje se namreč zmanjšujejo količinski pritiski na vodne vire. Natančno namakanje pa zmanjšuje tudi spiranje ostankov hranil in fitofatmacevtskih sredstev in zmanjšuje onesnaženje podzemen vode. Na ta način uvedba in aktivna uporaba SPON prispeva k sinergističnemu učinku kmetijske in okoljske politike.</p> <p><i>ANG</i> In the framework of the project TriN, we have established a pilot system of decision support for irrigation (SPON), which raises the technology of irrigation of agricultural land to a higher level. Due to precise irrigation, the consumption of water and energy is reduced, so there are less irrigation costs. The crops are of higher quality and their storage capacity is better. SPON enables the sustainable use of water for irrigation - it protects water resources in terms of quantity. Precise irrigation potentially reduces the pollution of pollutants to prose underground water and thus protects water resources from a quality point of view. The costs of operating the entire SPON (maintenance of bases, model propagation, etc.) should not be judged merely through the direct monetary benefits of the farmer (i.e., lower water consumption for irrigation, higher quality of produce, etc.) but also in the wider context, including environmental benefits. By more efficient use of water for irrigation, quantitative pressures on water resources are reduced. Precise irrigation also reduces the leaching of residues of nutrients and plant protection products and reduces pollution of groundwater. In this way, the introduction and active use of SPON contributes to the synergistic effect of agricultural and environmental policies.</p>
	Šifra	F.04 Dvig tehnološke ravni
	Objavljeno v	Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo; 2019; XII, 167 str.; Avtorji / Authors: Pintar Marina, Cvejić Rozalija, Donik Purgaj Biserka, Glavan Matjaž, Godeša Tone, Gregorič Gregor, Habič Bogo, Honzak Luka, Kastelec Damijana, Korpar Peter, Mrzlić Davor, Naglič Boštjan, Pečan Urša, Perpar

	Dosežek	Anton, Dolničar Peter, Podgornik Maja, Poje Tomaž, Pušenjak Miša, Sušnik Andreja, Udovč Andrej, Usenik Valentina, Zupanc Vesna, Železnikar Špela, Žust Ana
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

-

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

10.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Meritve volumske vsebnosti vode v tleh v poskusih z namakanjem so pokazale potrebo po dvigu kakovosti vhodnih podatkov za modeliranje vodne bilance (VB) v tleh za izboljšanje napovedi namakanja in sicer: (a) z določitvijo poljske kapacitete (PK) z meritvami na terenu in določanja točke venenja (TV) z gravimetrično metodo, (b) z možnostjo vnosa popravkov volumske vsebnosti vode v tleh v model. S slednjim se izognemo šibki točki modeliranja namakanja, ki je povezana: (a) z (ne)zaznavanjem dežja na obravnavani lokaciji in (b) kljub sprotne vnosu aktualnih fenofaz rastline, z nepoznavanjem dejanskega stanja rastlinskega pokrova, ki vpliva na porabo vode. Prav tako je potrebno več pozornosti posvetiti kalibraciji uporabljenih sond za merjenje vsebnosti vode, še posebej, če je v tleh več glinastih delcev ali skeleta. Modeliranje vodne bilance namakanja je eden od štirih možnih načinov za vodenje namakanja. Model IRRFIB, ki je bil razvit na Agenciji Republike Slovenije za okolje in smo ga uporabili v projektu TriN, izračunava vodno bilanco na dnevnem nivoju. Ujemanje modeliranih vrednosti s stanjem na terenu in s tem kakovost napovedi namakanja je močno odvisno od kakovosti vhodnih podatkov. V projektu TriN smo namesto pedološke karte za privzem PK in TV za vsako od petih lokacij, vključeno v projekt, izdelali krivulje vodnozadrževalnih lastnosti tal in omenjena podatka privzeli od tam. Na ta način se kakovost pedoloških podatkov iz ravni nezadostnih dvigne na raven dobrih podatkov. V sklopu TriN smo razvili uporabniški vmesnik, ki omogoča uporabnikom namakalnih sistemov vnos aktualnih fenofaz rastlin in tako dvignili raven teh podatkov na dobro raven z nezadostne. V TriN smo sicer poskusno merili vsebnost vode v tleh vendar ne z namenom, da bi popravljali modelirane vrednosti vodne bilance. Z uvedbo te možnosti in ob kakovostnih meritvah vsebnosti vode v tleh, bi se kakovost teh podatkov dvignila na raven odlično. Prav tako obstajajo možnosti za dvig kakovosti na raven odlično tudi pri prej omenjenih TV in PK. Še največji problem je dvig kakovosti podatkov pri fenoloških fazah rastlin, saj bi bilo potrebno za vsako rastlino posebej na podlagi zgodovinskih podatkov določiti primeren model. Osnova za uporabo Sistema podpore odločanja o namakanju (SPON) na celotnem območju Slovenije je že pripravljena, v podatkovno bazo je potrebno le vnesti začetek prve fenofaze ter dolžino fenofaz po različnih regijah, za kar se lahko uporabi že pripravljene podatke. Pomanjkljivost trenutnega SPON je vezanost na enega proizvajalca merilne oz. telekomunikacijske opreme. Za uporabo na nacionalnem nivoju in delovanju SPON na eni od državnih inštitucij je potrebno določiti standard, po katerem bi lahko SPON zajemal podatke o količini vode v tleh od kateregakoli proizvajalca merilne opreme. V SPON so možne dodatne izboljšave, kot so modul za modeliranje rasti rastlin, izračun časa namakanja na podlagi informacij o tehničnih lastnosti namakalne opreme, implementacija dodatnih strategij v model IRRFIB, kot je npr. deficitno namakanje. SPON bi v vsakdanje aktivnosti pridelovalca, ki so povezane z vodenjem namakanja na kmetiji, bolje vključili z razvojem SPON aplikacije za pametni telefon. Velik izziv pri vpeljavi SPON je tudi merilna oprema: od tega, kakšni merilniki vode v tleh so primerni za uporabo v SPON, ali je potrebno merilnike dodatno kalibrirati, kam jih namestiti, da so meritve čim bolj reprezentativne za celotno njivo oz. sadovnjak, do tega, kdo bo opremo strokovno vgradil in preverjal, ali deluje pravilno. Z razvojem SPON smo se raziskovalci soočili z izzivom variabilnosti volumske vsebnosti vode v tleh, bolj zanesljivega določanja poljske kapacitete in točke venenja ter zanesljivosti meritev vsebnosti vode v tleh.

ANG

Measurements of the volumetric soil water content in irrigation experiments have shown the need to raise the quality of input data for water balance modeling in soil to improve irrigation forecasts, as follows: (a) with determination of field capacity (FC) with field measurements and wilting point (WP) by gravimetric method, (b) with the possibility of making corrections of the soil water content in the model. With this, we avoid the weak point in modeling of soil water balance, which is related to the (non)detection of rain on the respective area and to the incorrect determination of the plant phenophase. The ignorance of the actual phenophase of the plant cover affecting the consumption of water. It is also necessary to pay more attention to the calibration of the used probes to measure the soil water content, especially if there is high clay or soil skeleton in the soil. Modeling the water balance of irrigation is one of four possible ways to manage irrigation. Model IRRFIB, developed at the Environmental Agency of the Republic of Slovenia and used in the TriN project, calculates the water balance on a daily basis. The matching of the modeled values with the state on the field and hence the quality of the irrigation forecasts depends heavily on the quality of the input data. In the TriN project, instead of the soil map for the acquisition of FC and WP, for each of the five locations included in the project, we determined soil water retention curves and assumed FC and WP data from there. In this way, the quality of soil data from the insufficient level is raised to the level of good data. Within TriN, we developed a user interface that allows users of irrigation systems to enter the current pheno-phases of the plants, thus raising the level of this data to a good level from the insufficient. We experimentally measured the water content of the soil, but not with the aim of correcting the modeling of the water balance. By introducing this option and with quality measurements of the soil water content, the quality of this data would rise to the high quality level. The biggest challenge is the increase of the quality of the phenophases data of the plants, since for each plant, a suitable model should be determined on the basis of historical data. The basis for using Decision Support System for Irrigation (SPON) throughout Slovenia is currently ready. In the database should only be introduced the beginning of the first phenophase and its length across different regions, for which the already prepared data can be used. The disadvantage of the current SPON is the connection to one manufacturer of the measuring instrument and telecommunications equipment only. For the use at the national level and the operation of SPON at one of the state institutions, it is necessary to establish a standard according to which SPON could include data on soil water content from any manufacturer of measuring equipment. Additional improvements can be made to the actual SPON, such as the model for plant growth, calculation of irrigation time, based on information on the technical properties of irrigation equipment, implementation of additional strategies in the IRRFIB model, deficit irrigation. SPON would be better integrated in the daily activities of the grower involved in managing the irrigation on the farm by the development of the smartphone application. The great challenge in the implementation of SPON is also measuring equipment: which soil water content probes are suitable for use in the SPON, whether the probes need to be further calibrated, where to place them, so that the measurements are as representative as possible for the entire field or orchard, who will professionally maintain the equipment and check whether it works properly. With the development of SPON, the researchers faced the challenge of variability in the soil water content, more reliable determination of FC and WP, and reliability of soil water content measurements.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Voda je nujen vir za rastlinsko pridelavo. Podnebne spremembe so vzrok spremenjenim padavinskim vzorcem in posledično vzrok za razmislek o možnostih rastlinske pridelave v spremenjenih razmerah. Pomanjkanje padavin ali njihova nepravilna časovna razporeditev že predstavljata problem, tveganje in veliko sušno ogroženost v celotni Sloveniji, kjer so vodni viri za namakanje kmetijskih površin praviloma omejeni. Po letu 2000 smo se v Sloveniji srečali s kar z nekaj sušnimi leti. Glavni oškodovanci te naravne nesreče so predvsem pridelovalci hrane, saj se brez strokovne podpore (službe za strokovno pravilno namakanje) ne morejo pravočasno in predvsem učinkovito odzivati na pomanjkanje padavin. Posledica tega je manjši hektarski donos, težji pogoji za preživetje pridelovalca in nižja lokalna samooskrba. Natančno namakanje je strategija namakanja, ki praviloma manjša porabo vode v primerjavi s prakso, tako da upošteva potrebe rastline po vodi. Nadgradnja natančnega namakanja je deficitno namakanje, ki je strategija, ki še dodatno manjša porabo vode oz. povečuje učinkovitost njene rabe ob hkratnem ohranjanju količine

in kakovosti pridelka. Pri deficitnem namakanju rastlino držimo v rahlem ali občasnem sušnem stresu brez negativnega vpliva na pridelek. Osnova natančnega namakanja so ustrezni vhodni podatki, na podlagi katerih se oblikuje model napovedi namakanja. Treba je zagotoviti ustrezno mrežo merilnih naprav za potrebe racionalnega namakanja posamezne kulture. V slovenskem prostoru imamo z natančnim namakanjem ter napovedjo namakanja malo izkušenj. Kljub temu, da statistične analize obravnavanih poskusov v 2017 in 2018 kažejo, da namakanje in način namakanja v večini obravnavanih poskusov statistično značilno ne vpliva na količino pridelka, pa na splošno tega vpliva na gospodarnost pridelovanja ne smemo zanemariti. Obe leti, v katerih so se izvajali poskusi, sta bili vremensko sicer zelo neugodni za ugotavljanje vpliva namakanja, tako da rezultati dajejo še večjo težo dejstvu, da je potrebno namakati v skladu z dejanskimi potrebami rastlin, saj lahko namakanje »na pamet« po eni strani celo zmanjša pridelek in s tem prihodke od pridelave, po drugi strani pa več namakanja pomeni dodatne stroške. Sistem podpore odločanja o namakanju (SPON) omogoča natančno namakanje. Tehnologijo namakanja kmetijskih zemljišč dviguje na višjo raven. Omogoča trajnostno rabo vode za namakanje – varuje vodne vire z vidika količine. Natančno namakanje potencialno zmanjšuje spiranje onesnažil prozi podzemni vodi in tako varuje vodne vire z vidika kakovosti. Osnova za uporabo SPON na celotnem območju Slovenije je pripravljena. Predlagamo, da se morebitna dodatna potrebna finančna sredstva na ravni kmetije za dobro delovanje SPON sistemsko vključi v Program razvoja podeželja, podukrep M4.1- Podpora za naložbe v kmetijska gospodarstva. Hkrati je potrebno zagotoviti ustrezno informacijsko opremo in finančno podporo za izvajanje modeliranja na ARSO in sprotno bdenje (kadrovski potencial) zlasti v poletnem času, ko je optimiziranje rabe vode z namakanjem najbolj aktualno. Stroške delovanja celotnega SPON (vzdrževanje baz, poganjanja modela itd) ne bi smeli presojati le skozi neposredne denarne koristi kmeta (t.j. manjša poraba vode za namakanje, večja kakovost pridelkov, itd) temveč v širšem okviru, tudi okoljske koristi. Z bolj učinkovito rabo vode za namakanje se namreč zmanjšujejo količinski pritiski na vodne vire. Natančno namakanje pa zmanjšuje tudi spiranje ostankov hranil in fitofatmacevtskih sredstev in zmanjšuje onesnaženje podzemen vode. Na ta način uvedba in aktivna uporaba SPON prispeva k sinergističnemu učinku kmetijske in okoljske politike.

ANG

Water is a necessary source for crop production. Climate change is a cause of altered precipitation patterns and, consequently, a cause for reflection on the possibilities of crop production under changing conditions. The lack of precipitation or their incorrect timing are already a problem, and pose a risk and a high level of drought in all of Slovenia, where water resources for irrigation of agricultural land are usually limited. In Slovenia, after 2000 we met with some dry years. The main victims of this natural disaster are mainly farmers, as they can not respond in a timely and mainly effective manner to the lack of precipitation without professional support (professional irrigation services). The result is a smaller hectare yield, more difficult conditions for the survival of the producer, and lower local self-sufficiency. Precise irrigation is an irrigation strategy that generally lowers water consumption compared to the practice, so as to take into account the water needs of the plant. The upgrading of precise irrigation is a deficit irrigation, which is a strategy that further reduces the consumption of water or increases the efficiency of its use while maintaining the quantity and quality of the crop. In the case of deficit irrigation, the plant is kept in a slight or occasional drought stress without a negative impact on the yield. The basis of precise irrigation is the appropriate input data on the basis of which the irrigation forecast model is formed. It is necessary to provide an adequate network of measuring devices for the rational irrigation of each culture. In Slovenia, there is little experience with precise irrigation and irrigation forecasts. Despite the fact that statistical analyzes of the experiments in 2017 and 2018 show that the irrigation in most of the experiments does not significantly affect the quantity of product, in general this affects on the economy of plant production should not be ignored. Both years were unfavorable to determine the effect of irrigation, so that the results give even greater weight to the fact that it is necessary to irrigate in accordance with the actual needs of the plants. Unproper irrigation even reduces the crop and hence the income from production, and on the other hand, more irrigation means higher production costs. The Decision Support System for Irrigation (SPON) allows accurate irrigation. It rises the technology of irrigation of agricultural land to a higher level. It also allows the sustainable use of water for irrigation - it protects water resources in terms of quantity. Precise irrigation potentially reduces the leaching of pollutants to groundwater and thus protects water resources from a quality perspective. The basis for

using SPON throughout Slovenia is currently ready. We propose that any additional financial resources at the level of farmers for the proper functioning of SPON should be systematically included in the Rural Development Program, sub-measure M4.1 - Support for investments in agricultural holdings. At the same time, it is necessary to provide adequate information, equipment, and financial support for the implementation of modelling on ARSO (e.g. personnel potential) especially during the summer time when optimizing the use of water by irrigation is the most pressing one. The costs of operating the entire SPON should not be judged only through the direct monetary benefits to the farmer (i.e., lower water consumption for irrigation, better quality of products, etc.), but also in a wider context including the environmental benefits. With a more efficient use of water for irrigation, the quantitative pressures on water sources are reduced. There is also a reduction in the leaching of residues of nutrients and plant protection products, which leads to a reduction in groundwater pollution. In this way, the introduction and active use of SPON contributes to the synergistic effect of agricultural and environmental policies.

11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine

11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v domačih znanstvenih krogih
 pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?^{1.1}

Interes za SPON so izkazali: - kmetje in kmetijska podjetja (npr. Panvita d.d., Eurosad d.o.o., Kmetijstvo Lendava). O implementaciji SPON so se zanimali z Ministrstva za okolje in prostor, Direkcija RS za vode. - ARSO; neprimernejša inštitucija za operativno delovanje SPON ob primerni finančni podpori za izboljšanje stanja človeških virov. - kolegi iz strojne fakultete in iz Gozdarskega inštituta Republike Slovenije, ki se ukvarjajo z razvojem sond za merjenje vsebnosti vode v tleh.

11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v mednarodnih znanstvenih krogih
 pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:^{1.2}

Formalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami ni bilo, je pa v prijavi projekt iz programa PRIMA (Topic 2.1.1 RIA Bridging the gap between potential and actual irrigation performance in the Mediterranean), kjer bomo, ob uspešni prijavi, imeli možnost primerjave SPON s podobnim sistemom, SIRR-MOD, iz Italije.

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:^{1.3}

Ob uspešni prijavi projekta iz programa PRIMA (Topic 2.1.1 RIA Bridging the gap between potential and actual irrigation performance in the Mediterranean bomo imeli možnost primerjave SPON s podobnim sistemom, SIRR-MOD, iz Italije.

12. Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj	
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen <input type="checkbox"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="checkbox"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="checkbox"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="checkbox"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="checkbox"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="checkbox"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="checkbox"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="checkbox"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="checkbox"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="checkbox"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="checkbox"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="checkbox"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="checkbox"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="checkbox"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="checkbox"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="checkbox"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="checkbox"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="checkbox"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="checkbox"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="checkbox"/>
F.11	Razvoj nove storitve	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12 Izboljšanje obstoječe storitve		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14 Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15 Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.16 Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19 Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20 Ustanovitev novega podjetja ("spin off")		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljaljskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljaljskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

-

13. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

-

14. Naslov spletne strani za projekte, odobrene na podlagi javnih razpisov za sofinanciranje raziskovalnih projektov za leti 2016 in 2017¹⁴

<http://www.bf.uni-lj.si/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=22828&token=5c4d660de0eeb890f74355069292243da3914124>

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki (v primeru, da poročilo ne bo oddano z digitalnima podpisoma);
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta;
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat na zgoščenki (CD), ki ga bomo posredovali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška
fakulteta

Marina Pintar

ŽIG

Datum:

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2019/4

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku). [Nazaj](#)

² Navedite cilje iz prijave projekta in napišite, ali so bili cilji projekta doseženi. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite morebitna bistvena odstopanja in spremembe od predvidenega programa dela raziskovalnega projekta, zapisanega v prijavi raziskovalnega projekta. Navedite in utemeljite tudi spremembe sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta. Če sprememb ni bilo, navedite »Ni bilo sprememb«. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite dosežke na raziskovalnem področju (največ deset), ki so nastali v okviru tega projekta.

Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatke, ali je dosežek uvrščen v A' ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite dosežke na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti (največ pet), ki so nastali v okviru tega projekta.

Dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka, sistem nato sam izpolni podatke, manjkajoče rubrike o dosežku pa izpolnite.

Dosežek na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek dosežka na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. v sistemu COBISS rezultat ni evidentiran). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

^{1 2} Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

^{1 3} Največ 1.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

^{1 4} Izvajalec mora za projekte, odobrene na podlagi Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2016« v letu 2016, Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2017« v letu 2017 in Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2016, na spletnem mestu svoje RO odpreti posebno spletno stran, ki je namenjena projektu. Obvezne vsebine spletne strani so: vsebinski opis projekta z osnovnimi podatki glede financiranja, sestava projektne skupine s povezavami na SICRIS, faze projekta in njihova realizacija, bibliografske reference, ki izhajajo neposredno iz izvajanja projekta ter logotip ARRS in drugih sofinancerjev. Spletna stran mora ostati aktivna še 5 let po zaključku projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2019 v1.00

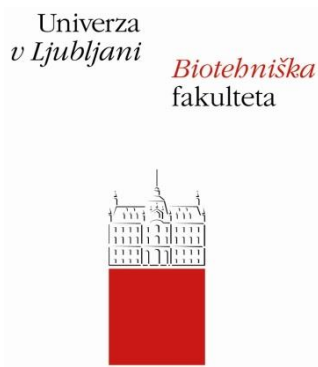
F4-DE-DF-58-1E-F6-3E-31-05-53-AE-FB-73-88-C5-06-13-1D-17-C6

TriN

CILJNI RAZISKOVALNI PROGRAM »ZAGOTOVIMO.SI HRANO ZA JUTRI«
RAZISKOVALNI PROJEKT V4-1609 - NATANČNOST NAPOVEDOVANJA NAMAKANJA
(TRIN)

KONČNO POROČILO

FEBRUAR, 2019



Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja

Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

T: 01 3203 000, F: 01 256 57 82, W: <http://www.bf.uni-lj.si>

Ciljni raziskovalni program »Zagotovimo.si hrano za jutri«

Raziskovalni projekt V4-1609 - Natančnost napovedovanja namakanja (TriN)

Končno poročilo

Vodja projekta

prof. dr. Marina Pintar

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Dekan

prof. dr. Emil Erjavec

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Datum, podpis

Datum, podpis

Žig

Naslov:	Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri" Raziskovalni projekt V4-1609 - Natančnost napovedovanja namakanja (TriN) Končno poročilo
Avtorstvo:	Marina Pintar Cvejić Rozalija Dornik Purgaj Biserka Glavan Matjaž Godeša Tone Gregorič Gregor Habič Bogo Honzak Luka Kastelec Damijana Korpar Peter Mrzlić Davor Naglič Boštjan Pečan Urša Perpar Anton Peter Dolničar Podgornik Maja Poje Tomaž Pušenjak Miša Sušnik Andreja Udovč Andrej Usenik Valentina Zupanc Vesna Železnikar Špela Žust Ana
Vsebinsko spremljanje projekta na MKGP:	Primožič Tomaž Ravnikar Leon
Izdal:	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
Mesec in leto izida:	Februar 2019

KAZALO VSEBINE

0 UVOD	1
0.1 SPLOŠNO O PROJEKTU	1
0.2 POVOD ZA PROJEKT	2
0.3 NAMEN PROJEKTA TriN	2
0.4 ORGANIZACIJA PROJEKTA	3
0.5 VIRI	5
1 NAMAKANJE.....	6
1.1 NATANČNO NAMAKANJE	6
1.2 DEFICITNO NAMAKANJE.....	7
1.3 NAČINI VODENJA NAMAKANJA	9
1.3.1 Spremljanje evapotranspiracije in vodne bilance tal.....	9
1.3.2 Spremljanje tenzije ali vsebnosti vode v tleh.....	10
1.3.3 Meritve sušnega stresa rastline	10
1.3.4 Simulacije namakanja	10
1.4 VIRI	11
2 MODELIRANJE IN SISTEM PODPORE ODLOČANJU O NAMAKANJU.....	12
2.1 MODELIRANJE VODNE BILANCE	12
2.2 OPIS MODELA ZA NAPOVED NAMAKANJA IRRFIB	13
2.2.1 Poljska kapaciteta in točka venenja	16
2.2.2 Fenološki podatki.....	16
2.2.3 Globina korenin.....	18
2.2.4 Prenos fenoloških podatkov od uporabnika do strežnika za izračun vodne bilance	18
2.2.5 Spremljanje vsebnosti vode v tleh	20
2.3 SISTEM PODPORE ODLOČANJA O NAMAKANJU	22
2.3.1 Razvoj sistema podpore odločanju odločanju o namakanju	22
2.3.2 Predlagani nadaljnji koraki za spon	25
2.4 SKLEPI	25
2.5 VIRI	26
3 HMELJ.....	28
3.1 PREGLED LITERATURE	28
3.1.1 Značilnosti rastline.....	28
3.1.2 Prevladujoče tehnologije namakanja hmelja v Sloveniji	29
3.2 MATERIALI IN METODE DELA	29
3.2.1 Opis lokacije, naravnih danosti in sorte	29
3.2.2 Zasnova poskusa	30

3.3	MERITVE IN ANALIZE.....	31
3.3.1	Količine pridelka.....	31
3.3.2	Kakovost pridelka	31
3.3.3	Količina vode za namakanje	31
3.3.4	Vsebnost vode v tleh	31
3.4	REZULTATI.....	32
3.4.1	Količina pridelka hmelja.....	32
3.4.2	Kakovost pridelka hmelja	32
3.4.3	Količina vode za namakanje	33
3.4.4	Vsebnost vode v tleh	34
3.5	KOMENTAR REZULTATOV.....	35
3.6	SKLEPI.....	37
3.7	VIRI HMELJ.....	37
4	KROMPIR	39
4.1	PREGLED LITERATURE	39
4.1.1	Značilnosti rastline.....	39
4.1.2	Prevladujoče tehnologije namakanja krompirja v Sloveniji	40
4.2	MATERIALI IN METODE DELA	40
4.2.1	Opis lokacije, naravnih danosti in sort.....	40
4.2.2	Zasnova poskusa	41
4.3	MERITVE IN ANALIZE	42
4.3.1	Količina pridelka.....	42
4.3.2	Kakovost pridelka	42
4.3.3	Količina vode za namakanje	43
4.3.4	Vsebnost vode v tleh	43
4.4	REZULTATI.....	43
4.4.1	Količina pridelka krompirja	43
4.4.2	Kakovost pridelka krompirja	46
4.4.3	Količina porabljene vode za namakanje	47
4.4.4	Vsebnost vode v tleh.....	48
4.5	KOMENTAR REZULTATOV.....	51
4.6	SKLEPI.....	53
4.7	VIRI KROMPIR	53
5	ČEŠNJA	55
5.1	PREGLED LITERATURE	55
5.1.1	Značilnosti rastline.....	55
5.1.2	Prevladujoče tehnologije namakanja češnje v Sloveniji	56

5.2 MATERIALI IN METODE DE LA	57
5.2.1 Opis lokacije	57
5.2.2 Zasnova poskusa	57
5.3 MERITVE IN ANALIZE	58
5.3.1 Količina in kakovost pridelka ter vegetativna rast.....	58
5.3.2 Količina vode za namakanje	58
5.3.3 Vsebnost vode v tleh	58
5.4 REZULTATI.....	59
5.4.1 Količina in kakovost pridelka češnje	59
5.4.2 Kakovost pridelka češnje	60
5.4.3 Vegetativna rast.....	61
5.4.4 Količina vode za namakanje	63
5.4.5 Vsebnost vode v tleh	64
5.5 KOMENTAR REZULTATOV.....	68
5.6 SKLEPI	69
5.7 VIRI ČEŠNJA.....	70
6 OLJKA	72
6.1 PREGLED LITERATURE	72
6.1.1 Značilnosti rastline.....	72
6.1.2 Prevladujoče tehnologije namakanja oljke v Sloveniji	74
6.2 MATERIALI IN METODE DE LA	74
6.2.1 Opis lokacije, naravnih danosti in sorte	74
6.2.2 Zasnova poskusa	75
6.3 MERITVE IN ANALIZE	76
6.3.1 Količina in kakovost pridelka	76
6.3.2 Vegetativni kazalci.....	76
6.3.3 Količina vode za namakanje	76
6.3.4 Vsebnost vode v tleh	77
6.4 REZULTATI.....	77
6.4.1 Količina in kakovost pridelka oljke	77
6.4.2 Prirast poganjkov	79
6.4.3 Količina vode za namakanje	80
6.4.4 Vsebnost vode v tleh	80
6.5 KOMENTAR REZULTATOV.....	82
6.6 SKLEPI	83
6.7 VIRI OLJKA.....	84
7 SOLATA.....	86

7.1 PREGLED LITERATURE	86
7.1.1 Značilnosti rastline	86
7.1.2 Prevladujoče tehnologije namakanja solate v Sloveniji	88
7.2 MATERIALI IN METODE DELA	88
7.2.1 Opis lokacije, naravnih danosti in sorte	88
7.2.2 Zasnova poskusa	88
7.3 MERITVE IN ANALIZE	89
7.3.1 Količina pridelka in kakovost	89
7.3.2 Količina vode za namakanje	89
7.3.3 Vsebnost vode v tleh	89
7.4 REZULTATI.....	90
7.4.1 Količina pridelka solate	90
7.4.2 Količina vode za namakanje	91
7.4.3 Vsebnost vode v tleh	91
7.5 KOMENTAR REZULTATOV IN SKLEPI.....	92
7.6 VIRI SOLATA.....	92
8 JABLANA	93
8.1 PREGLED LITERATURE	93
8.1.1 Značilnosti rastline	93
8.1.2 Vpliv protitočne mreže.....	94
8.1.3 Prevladujoče tehnologije namakanja jablane v Sloveniji	95
8.2 MATERIALI IN METODE DELA	95
8.2.1 Opis lokacije, naravnih danosti in sort.....	95
8.2.2 Zasnova poskusa	96
8.3 MERITVE IN ANALIZE	97
8.3.1 Količina pridelka.....	97
8.3.2 Količina vode za namakanje	97
8.3.3 Vsebnost vode v tleh	98
8.4 REZULTATI.....	98
8.4.1 Količina pridelka jablane	98
8.4.2 Količina porabljene vode za namakanje	100
8.4.3 Vsebnost vode v tleh	100
8.5 KOMENTAR REZULTATOV.....	102
8.6 SKLEPI	103
8.7 VIRI JABLANA	103
9 STROŠKI NAMAKANJA.....	105
9.1 IZRAČUN STROŠKOV IN KOMENTAR.....	105

9.2 SKLEPI	111
9.3 VIRI	111
10 POVZETEK	112
11 SKLEPI	116
ZAHVALA	120
PRILOGE.....	121
A UVOD	121
B HMELJ	122
C KROMPIR.....	127
D ČEŠNJA	138
E OLJKA.....	149
F SOLATA.....	155
G JABLANA.....	158
H BIBLIOGRAFIJA	164

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Projektna skupina raziskovalnega projekta V4-1609 Natančnost napovedovanja namakanja - TriN za obdobje od 1 od 1. 10. 2016 do 15. 2. 2019 (povezava na SICRIS).	1
Preglednica 2: Pregled uporabljenih parametrov po lokacijah vključenih v projekt TriN.	15
Preglednica 3: Fenološke faze s pripadajočimi koeficienti rastline (Kc) in globinami glavne mase korenin (D) v cm.	17
Preglednica 4: Povezave do napovedi namakanja za posamezne lokacije vključene v projekt TriN.	19
Preglednica 5: Vrsta sonde za merjenje vsebnosti vode v tleh in stevilo sond, ki so bile vgrajene na lokacijah poskusa Trin.....	20
Preglednica 6: Gesla za dostop do podatkov o količini vode v tleh na poskusnih lokacijah projekta TriN.	20
Preglednica 7: Možne kakovosti podatkov za tla, fenološke faze in količino vode v tleh za delovanje sistema podpore odločanja o namakanju (SPON).	24
Preglednica 8: Fenofaze hmelja sorte 'Bobek' v letu 2017 in 2018 na lokaciji Žalec in občutljivost na sušo.	28
Preglednica 9: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu hmelja na poskusnem polju Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.	30
Preglednica 10: Fenofaze krompirja za sorti 'KIS Kokra' v letu 2017 in 'KIS Savinja' v letu 2018 na lokaciji Jable.....	39
Preglednica 11: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu krompirja v Infrastrukturnem centru Jable.	42

Preglednica 12: Fenofaze za češnje sorte 'Regina' v letu 2017 in 2018 na lokaciji Sadjarskega centra Bilje.	55
Preglednica 13: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu hmelja na poskusnem polju Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.	57
Preglednica 14: Fenofaze oljke sorta 'Istrska belica' v letu 2017 in 2018 na lokaciji Dekani in občutljivost na sušo.	72
Preglednica 15: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu namakanja oljk v Dekanih v okviru projekta TriN.	75
Preglednica 16: Okvirno število dni za posamezno fenofazo, pričakovani globina korenin in višina rastline (cm) ter občutljivost solate na sušo. Podatki veljajo za solato iz sadik, gojeno brez folije. Podana so tri rastna obdobja (marec-april, maj-junij, avgust- september).	87
Preglednica 17: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu solate na kmetiji Horvat (Dragoš, Maribor).....	89
Preglednica 18: Nastop za namakanje pomembnih fenofaz jablane sorte 'Gala' v letih 2017 in 2018 na Sadjarskem centru Gačnik in občutljivost jablane na sušo	93
Preglednica 19: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu jablane v Sadjarskem centru Gačnik ...	96
Preglednica 20: Potrebni kilogrami posameznega pridelka za kritje stalnih stroškov posameznih namakalnih sistemov v Sloveniji na hektar namakalnih površin.	105
Preglednica 21: Potrebni kilogrami posamezne vrste pridelka za kritje spremenljivih stroškov namakanja na m ³ porabljene vode.....	106
Preglednica 22: Primer zračuna celotnih stroškov namakanja za porabo 1000 m ³ vode na ha namakanih površin.	106
Preglednica 23: Potrebni dodatni kilogrami pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja hmelja v poskusu glede na način namakanja in leto.	107
Preglednica 24: Potrebni dodatni kilogrami pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja krompirja v poskusu glede na način namakanja in leto.	108
Preglednica 25: Potrebni dodatni kilogrami pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja solate v poskusu glede na način namakanja v letu 2018.	109
Preglednica 26: Potrebni dodatni litri pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja oljk v poskusu glede na način namakanja v letu 2018.....	109
Preglednica 27: Potrebni dodatni litri pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja češenj v poskusu glede na način namakanja v letu 2018.....	110
Preglednica 28: Potrebni dodatni litri pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja jablan v poskusu glede na način namakanja v letu 2018.....	110

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacije poskusov, preučevane kulture in partnerji v projektu TriN, ki so vodili poskus.....	3
Slika 2: Krivulja vpliva dodane vode na količino pridelka (prirejeno po Smith in sod., 2012). V projektu TriN so bili poskusi v območju rdečega ovala.	4
Slika 3: Delež vode med poljsko kapaciteto (PK) in točko vnenja (TV), ki je rastlini lahko dostopen. 7	

Slika 4: »Vodni rezervoar« v tleh, iz katerega se oskrbujejo rastline.	7
Slika 5: Vodno pridelovalne funkcije (primer koruze), ko je rastlina v določeni fenofazi podvržena vodnem primanjkljaju.	8
Slika 6: Elementi vodne bilance zgornjega sloja tal (Valher 2016 po Allen in sod. 1998).	12
Slika 7: Poenostavljen diagram modela IRRFIB 03.1.	14
Slika 8: : Posplošena krivulja koeficienta rastline (prirejeno po Allen in sod., 1998).	16
Slika 9: Prikaz primera izbire fenofaze češnje v okviru projekta TriN preko spletnega obrazca.	19
Slika 10: Prikaz meritev volumske vsebnosti vode v tleh za sondo številka 2 na lokaciji poskusa Žalec.	21
Slika 11: Merjene in kalibrirane vrednosti volumskega deleža vode v tleh za sondo 1 in sondo 18 za tla v Sadjarskem centru Bilje.	22
Slika 12: Shematski prikaz sistema podpode odločanju o namakanju (SPON).	23
Slika 13: Shema poskusa v nasadu hmelja, Žalec.	31
Slika 14: Pridelek suhe snovi v storžkih preračunan na kg/ha pri različnih načinih namakanja v letih 2017-2018.	32
Slika 15: Povprečni pridelek suhe snovi v storžkih hmelja (kg/ha) s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja glede na način in količino namakanja ocenjen na podlagi dvoletnega poskusa v letih 2017 in 2018.	32
Slika 16: Pridelek alfa kislin v storžkih hmelja (kg/rastlino) glede na način in količino namakanja v letih 2017 in 2018. Črta povezuje povprečja po obravnavanjih.	33
Slika 17: Povprečni pridelek alfa kislin v storžkih hmelja (kg/rastlino) s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja glede na način in količino namakanja ocenjen na podlagi dvoletnega poskusa v letih 2017 in 2018.	33
Slika 18: Količina porabljene vode (m ³ /ha) pri hmelju glede na način in količino namakanja v letih 2017 in 2018.	34
Slika 19: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v hmeljišču v Žalcu v letu 2017.	34
Slika 20: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v hmeljišču v Žalcu v letu 2018.	35
Slika 21: Lega poskusne parcele s krompirjev na njivi v Jablah (GERK 5650277).	41
Slika 22: Poskusno polje v Jablah zasajeno s krompirjem (levo) sorte 'KIS Kokra' (desno).	41
Slika 23: Shema zasnove poskusa v nasadu krompirja, Jable.	42
Slika 24: Tržni pridelek krompirja glede na način in količino namakanja za sorti 'KIS Kokra' (2017) in Savinja (2018).	44
Slika 25: Povprečni tržni pridelek krompirja 'KIS Kokra' v letu 2017 po obravnavanjih s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja.	44
Slika 26: Povprečni tržni pridelek krompirja 'KIS Savinja' v letu 2018 po obravnavanjih s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja.	45
Slika 27: Struktura pridelka krompirja po velikosti gomoljev glede na količino in način namakanja za sorto 'KIS Kokra' (2017).	45

Slika 28: Struktura pridelka krompirja po velikosti gomoljev glede na količino in način namakanja za sorto Savinja (2018).....	46
Slika 29: Suha snov v gomoljih krompirja 'KIS Kokra' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih na lokaciji Jable za leto 2017.	46
Slika 30: Suha snov v gomoljih krompirja 'KIS Savinja' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih na lokaciji Jable za leto 2018.	47
Slika 31: Odstotek počenih gomoljev krompirja 'KIS Savinja' po obravnavanjih, na lokaciji Jable za leto 2018.	47
Slika 32: Poraba vode (m ³ /ha) v poskusu z različnim načinom in količino namakanja krompirja.	48
Slika 33: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v krompirju pri kapljičnem namakanju v Jablah.	49
Slika 34: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v krompirju pri namakanju z mikrorazpršilci v Jablah v letu 2017.	49
Slika 35: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v krompirju pri kapljičnem namakanju v Jablah v letu 2018.	50
Slika 36: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v krompirju pri namakanju z mikrorazpršilci v Jablah v letu 2017.	50
Slika 38: Zasnova poskusa v nasadu češnje, Bilje.	58
Slika 38: Tržni pridelek češenj v letu 2018 glede na podlago in način namakanja v 2018.	59
Slika 39: Povprečna masa ploda v letu 2018 glede na podlago in način namakanja v 2018.	60
Slika 40: Razmerje med suho snovjo in kislinami glede na podlago in način namakanja v 2018.	60
Slika 41: Povprečna površina lista glede na podlago in način namakanja v letih 2017 in 2018.	61
Slika 42: Povprečna listna površina drevesa glede na podlago.	62
Slika 43: Površina vseh listov drevesa glede na podlago in način namakanja v letih 2017 in 2018.	62
Slika 44: Dolžina prirasta poganjkov glede na podlago in način namakanja v 2017 in 2018.	63
Slika 45: Količina porabljene vode (m ³ /ha) za namakanje češenj glede na podlago in način namakanja v letih 2017 in 2018.	64
Slika 46: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh na globini 20 cm (vol %) za češnjo sorte 'Regina' na podlagi Gisela 5, namakanje z mikrorazpršilci nameščenimi pod krošnjami dreves, v Biljah v letu 2017.	65
Slika 47: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh na globini 20 cm (vol %) za češnjo sorte 'Regina' na podlagi Gisela 5, namakanje z mikrorazpršilci nameščenimi pod krošnjami dreves, v Biljah v letu 2018.	65
Slika 48: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh na globini 20 cm (kalibrirane vrednosti) (vol %) pri češnji sorte 'Regina' na podlagi Gisela 3 pri namakanju z mikrorazpršilci v Biljah v letu 2017.	66
Slika 49: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh na globini 20 cm (kalibrirane vrednosti) (vol %) pri češnji sorte 'Regina' na podlagi Gisela 3 pri namakanju z mikrorazpršilci v Biljah v letu 2018.	66

Slika 50: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh na globini 20 cm (kalibrirane vrednosti) (vol %) pri češnji sorte 'Regina' na podlagi Weiroot 72 pri namakanju z mikrorazpršilci v Biljah v letu 2017.	67
Slika 51: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) pri češnji sorte 'Regina' na podlagi Weiroot 72 pri namakanju z mikrorazpršilci v Biljah v letu 2018. ...	67
Slika 52:Levo: Oljčnik v Dekanih, v katerem je potekal poskus projekta TriN; Desno: Cev s kapljači, ki je v nasadu oljk v Dekanih obkrožala posamezno drevo.	75
Slika 53: Zasnova poskusa v nasadu oljk v Dekanih.	76
Slika 54: Pridelek oljk (kg/drevo) sorte 'Istrska belica' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih, 2017.....	77
Slika 55: Oljevitost oljk sorte 'Istrska belica' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih, 2017.....	78
Slika 56: Pridelek olja (l/drevo) pri sorti 'Istrska belica' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih, 2017.....	78
Slika 57: Vsebnost biofenolov (mg/kg) pri olju iz sorte 'Istrska belica' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih, 2017.	79
Slika 58: Povprečna vsebnost biofenolov (mg/kg) pri olju iz sorte 'Istrska belica' s pripadajočimi 95 % intervali zaupanje glede na namakanje ocenjen na podlagi poskusa v letu 2017.	79
Slika 59: Prirast poganjkov (cm) pri sorti 'Istrska belica' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih, 2017.....	80
Slika 60: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v oljčniku v Dekanih v letu 2017.	81
Slika 61: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v oljčniku v Dekanih v letu 2018.....	81
Slika 62: Shema poskusa za namakanje solate, Maribor.	89
Slika 63: Tržni pridelek solate glede na predviden režim namakanja, ki pa v 2018 ni bilo izvedeno....	90
Slika 64:Tržni pridelek solate glede na predviden režim namakanja, ki pa v 2018 ni bilo izvedeno.....	90
Slika 65: Povprečni tržni pridelek solate v 2018 s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja glede na predviden režim namakanja.	90
Slika 66: Povprečni tržni pridelek endivije v 2018 s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja glede na predviden režim namakanja.	91
Slika 67: Poraba vode za namakanje solate in endivije glede na način namakanja v 2018.....	91
Slika 68: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) na njivi na kmetiji Horvat (Dragoš, Maribor) v letu 2017.....	92
Slika 69: Sorti 'Gala' (levo) in sorta 'Diwa'® (desno), ki sta bili vključeni v poskus namakanja v nasadu jablane Sadjarskega centra Gačnik.	95
Slika 70:Shema poskusa v nasadu jablane Sadjarskega centra Gačnik. Prikazana je zasnova za sorto Gala. Za sorto 'Diwa'® je bila zasnova enaka.	97
Slika 71: TDR sonda vstavljena v nasadu jablan v Sadjarskem centru Gačnik.....	98
Slika 72 :Pridelek jabolk sorte 'Gala' I kakovostnega razreda glede na namakanje in pokritost z mrežo.	99

Slika 73: Povprečni pridelek jabolk sorte 'Gala' kategorije I glede na uporabo zaščitne mreže in glede na namakanje s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja.	99
Slika 74: Pridelek jabolk sorte 'Diwa' I kakovostnega razreda glede na namakanje in pokritosti z mrežo.	99
Slika 75: Povprečni pridelek jabolk sorte 'Diwa' kategorije I glede na uporabo zaščitne mreže in glede na namakanje s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja.	100
Slika 76: Povprečna dnevna vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v jablani v Sadjarskem centru Gačnik v letu 2017.	101
Slika 77: Povprečna dnevna vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v jablani v Sadjarskem centru Gačnik v letu 2018.	101

Seznam kratic TriN

ARSO	– Agencija Republike Slovenije za okolje
SC	– sadjarski center
DZ	– dovoljeno znižanje vode v tleh
ETo	– referenčna evapotranspiracija (mm)
ETc	– potencialna evapotranspiracija
ETr	– dejanska evapotranspiracija
IRRFIB	– vodnobilančni model
Kc	– faktor rastline za preračun evapotranspiracije
Ky	– odzivni faktor pridelka rastline na sušni stres
KT	– kritična točka
LDV	– rastlinam lahko dostopna voda v tleh
PK	– poljska kapaciteta
rr	– količina dnevnih padavin
RV	– razpoložljiva voda v tleh
TDR	– Time Domain Reflectometry
TV	– točka venenja
VB	– vodna bilanca
vol %	– volumski odstotki
vVV	– volumska vsebnost vode v tleh
VV	– vsebnost vode v tleh
VZL	– vodnozadrževalne lastnosti tal

0 UVOD

0.1 SPLOŠNO O PROJEKTU

Projekt Natančnost napovedovanja namakanja – Trin (CRP V4-1609) je trajal od 1. 10. 2016 do 30. sep. 2018. Zaradi pridobivanja podatkov o pridelku po datumu uradnega zaključka projekta in kasneje zaradi problemov z obdelavo množice podatkov o vsebnosti vode (VV) v tleh je bil datum oddaje končnega poročila trikrat podaljšan, v končni različici do 15. 2. 2019.

Sodelujoče organizacije pri projektu so bile: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta (1), Kmetijsko gozdarski zavod Maribor (2), Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Sadjarski center Maribor (3), Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica (4), Znanstveno raziskovalno središče Koper, Inštitut za oljkarstvo (5), Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (6) in Kmetijski inštitut Slovenije (7). **Error! Reference source not found.** prikazuje člane projektne skupine v poročanem obdobju ([povezava na SICRIS](#)). Projekt je potekal ob tesnem sodelovanju s skupino z Oddelka za agrometeorologijo, Agencije RS za okolje (ARSO), v kateri so bili: dr. Andreja Sušnik, dr. Gregor Gregorič, Bogo Habič in Ana Žust.

Preglednica 1: Projektna skupina raziskovalnega projekta V4-1609 Natančnost napovedovanja namakanja - TriN za obdobje od 1 od 1. 10. 2016 do 15. 2. 2019 ([povezava na SICRIS](#)).

Šifra	Naziv	Priimek in Ime	Raziskovalno področje	Vloga*	Obdobje	O
31232	dr.	Cvejić	Rastlinska produkcija in predelava / Voda,	R	2016- 2018	1
		Rozalija	kmetijski prostor, okolje			
37631		Donik		R	2016- 2019	3
		Purgaj				
		Biserka				
28495	dr.	Glavan	Rastlinska produkcija in predelava / Kmetijske	R	2016- 2019	1
		Matjaž	rastline			
12288	mag.	Godeša	Rastlinska produkcija in predelava / Kmetijska	R	2017	7
		Tone	tehnika			
10689	dr.	Kastelec	Matematika / Verjetnostni račun in statistika	R	2016- 2019	1
		Damijana				
24234		Korpar	Rastlinska produkcija in predelava	T	2016- 2019	1
		Peter				
39994		Mrzlič	Rastlinska produkcija in predelava / Kmetijske	R	2017-2019	4
		Davor	rastline			
31811	dr.	Naglič	Rastlinska produkcija in predelava / Kmetijske	R	2016- 2019	6
		Boštjan	rastline			
21843	dr.	Perpar	Biotehnika	R	2016- 2019	1
		Anton				
10024	dr.	Pintar	Rastlinska produkcija in predelava / Voda,	V	2016- 2019	1
		Marina	kmetijski prostor, okolje			
27613	dr.	Podgornik	Rastlinska produkcija in predelava	R	2016- 2019	5
		Maja				
11087	mag.	Poje	Rastlinska produkcija in predelava	R	2018-2019	7
		Tomaž				
15451		Pušenjak	Rastlinska produkcija in predelava	R	2016- 2019	2
		Miša				
11759	dr.	Usenik	Rastlinska produkcija in predelava / Kmetijske	R	2016- 2019	1
		Valentina	rastline			
14011	dr	Vodnik	Naravoslovje/Biologija	R	2016-2019	1
		Dominik				
19259	dr.	Zupanc	Varstvo okolja	R	2016- 2019	1
		Vesna				

* Vloga: vodja projekta (V), raziskovalec (R), tehnik (T), organizacija (O).

0.2 POVOD ZA PROJEKT

Voda je nujen vir za rastlinsko pridelavo. Podnebne spremembe so vzrok spremenjenim padavinskim vzorcem in posledično vzrok za razmislek o možnostih rastlinske pridelave v spremenjenih razmerah. Podatki kažejo, da ima Slovenija dovolj padavin, vendar zaradi neenakomerne razporeditve postaja slovenski prostor čedalje bolj ranljiv zaradi suše. Tudi projekcije spremembe podnebja in potencialni vplivi na evapotranspiracijo in pogostnost kmetijskih suš niso obetavni. Pomanjkanje padavin ali njihova nepravilna časovna razporeditev že predstavljata problem, tveganje in veliko sušno ogroženost v celotni Sloveniji (Sušnik, 2003), kjer so vodni viri za namakanje kmetijskih površin praviloma omejeni (Glavan in sod., 2012; Sušnik, 2003).

V svetu se poraba vode za namakanje povečuje in predstavlja že 70 % vse odvzete vode iz vodonosnikov in rek (Schultz in sod., 2005). Ocenjeno je, da se bodo zaradi podnebnih sprememb, ki povzročajo zmanjšanja in prerazporeditev padavin ter povečujejo potrebe rastlin po vodi evapotranspiracijo (ET), zaradi višjih temperatur, povečale potrebe po namakanju v večini regij po vsem svetu (Fischer in sod., 2007). Za države v razvoju je v študiji FAO predvideno 14 % povečanje porabe vode za namakanje do leta 2030 (Bruinsma, 2003).

Po letu 2000 smo se v Sloveniji srečali s kar z nekaj sušnimi leti. Glavni oškodovanci te naravne nesreče so predvsem pridelovalci hrane, saj se brez strokovne podpore (službe za strokovno pravilno namakanje) ne morejo pravočasno in predvsem učinkovito odzivati na pomanjkanje padavin. Posledica tega je manjši hektarski donos, težji pogoji za preživetje pridelovalca in nižja lokalna samooskrba.

Natančno namakanje je strategija namakanja, ki praviloma manjša porabo vode v primerjavi s prakso, tako da upošteva potrebe rastline po vodi. Pri izračunu potreb po vodi upošteva lastnosti rastline, tal in vremena. Pri tej strategiji namakanje vzdržujemo VV v tleh v območju lahko dostopne za rastline in te naj ne bi trpele sušnega stresa.

Nadgradnja natančnega namakanja je deficitno namakanje, ki je strategija, ki še dodatno manjša porabo vode oz. povečuje učinkovitost njene rabe ob hkratnem ohranjanju količine in kakovosti pridelka. Pri deficitnem namakanju rastlino držimo v rahlem ali občasnem sušnem stresu brez negativnega vpliva na pridelek. Kot ugotavlja v svojem poročilu EIP Agri fokusna skupina (Gomez-Machperson, 2015), sta (i) natančno namakanje v skladu s potrebami rastlin in (ii) deficitno namakanje obetavni strategiji za bolj učinkovito rabe vode v rastlinski pridelavi.

Osnova natančnega namakanja so ustrezni vhodni podatki, na podlagi katerih se oblikuje model napovedi namakanja. Treba je zagotoviti ustrezno mrežo merilnih naprav za potrebe racionalnega namakanja posamezne kulture. V slovenskem prostoru imamo z natančnim namakanjem ter napovedjo namakanja malo izkušenj.

0.3 NAMEN PROJEKTA TriN

Namen projekta je bil:

- (1) vzpostaviti oz. ustrezno nadgraditi aplikativni model napovedi namakanja za posamezne kulture (glede na fenofazo, količino vode v tleh, lastnosti tal, vremensko napoved, tip namakalne opreme);
- (2) izvesti pilotne napovedi natančnega namakanja ob upoštevanju lastnosti rastlin, tal in podnebja, kar vključuje i) različne načine namakanja (kapljično namakanje in namakanje z razpršilci), ii) različne tip tal, ki so z vidika zadrževanja vode definirana kot slaba, srednja ter dobra tla, iii) spremljanje vremenskih

podatkov ter vodne bilance z integrirano vremensko prognozo, ki jo zagotavlja ARSO, ob uporabi merilnikov vsebnosti vode (VV) v tleh;

(3) na podlagi obstoječih poskusov in namakalnih sistemov v različnih kmetijskih kulturah preveriti učinke natančnega namakanja v slovenskih podnebnih razmerah;

(4) pri posameznih vrstah in sortah preveriti učinkovitost deficitnega namakanja na podlagi vhodnih podatkov in napovedi namakanja, izmeriti realne prihranke vode pri enaki količini oz. kakovosti pridelkov;

(5) ekonomsko ovrednotiti učinke (deficitnega) namakanja.

(6) izdelati priporočila za natančno in deficitno namakanje;

(7) pilotno vzpostaviti model, ki bo zainteresiranim pridelovalcem omogočil dostop do podatkov o potrebah po namakanju v realnem času t.j. sistem podpore odločanju o namakanju (SPON).

0.4 ORGANIZACIJA PROJEKTA

Osnovni sestavni deli projekta TriN so bili poskusi, vezani na namakanje, na šestih lokacijah po Sloveniji z obstoječo vsaj minimalno namakalno infrastrukturo. V vsaki od lokacij je bila v poskus vključena po ena kultura (Slika 1).



Slika 1: Lokacije poskusov, preučevane kulture in partnerji v projektu TriN, ki so vodili poskus.

V nadaljevanju je kratek opis dela na vsakem od poskusov. Podrobnejši opisi so v poglavjih s posameznimi poskusi. Če se podatek navezuje na kakšno drugo poglavje, je to posebej označeno.

Poskusi so bili postavljeni v skladu s statističnimi zasnovami. V poskusih so bila vključena obravnavanja z: (i) različnimi strategijami namakanja (polno, deficitno), (ii) različnimi tehnikami namakanja (mikrorazpršilci in kapljači) in (iii) dodatnimi faktorji na nekaterih lokacijah (pokritost s protitočno mrežo, pozicija kapljičnih cevi). Obravnavanja, vključena v poskuse, so opisana v poglavjih posameznih poskusov v nadaljevanju poročila.

Na lokacijah poskusov smo izdelali krivulje vodnozadrževalnih lastnosti (VZL) tal in določili poljsko kapaciteto (PK) ter točko venenja (TV). Za potrebe modeliranja vodne bilance (VB) so vzdrževalci poskusov preko vmesnika na ARSO sporočali datume nastopov fenofaz rastle v obravnavi (Poglavje 2.2.4).

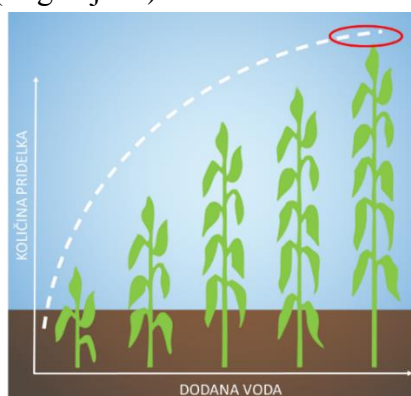
Za obravnavane kulture na lokacijah je ARSO z modelom IRRFIB modeliral VB tal in izdajal napoved za natančno namakanje. Projektni partnerji, ki so vodili poskuse, so na podlagi napovedi namakanja po potrebi izračunali še obrok za deficitno namakanje. Primerjali smo modelirano in dejansko porabo vode. Pridelke smo statistično ovrednotili.

V 2017 je češnjo in jablano na lokacijah poskusov v projektu TriN prizadela pozeba, tako da v tem letu nismo analizirali pridelka. Prav tako ne pridelka oljke v 2018, ker je bil poškodovan zaradi toče.

Na lokacijah poskusa smo vgradili različno število sond za merjenje volumske vsebnosti vode v tleh (vVV), odvisno od zasnove poskusa. Skupaj so bile vgrajene 303 sonde (Poglavje 2.2.5). Namen je bil spremljanje vVV v tleh. V tej fazi razvoja SPON še ni bilo možno urediti, da bi vzdrževalci poskusov javljali vVV na ARSO za popravek VB tal. Za vsak poskus smo komentirali pridobljene rezultate in podali najpomembnejše ugotovitve ter priporočila.

V letih 2017 in 2018 so bile padavine večinoma relativno ugodno razporejene. Z namakanjem dodana voda v naših poskusih ni statistično značino povečala pridelkov in prav tako ni bilo možno ugotoviti statistično značilnega vpliva deficitnega namakanja. Na krivulji odziva rastle na dodano vodo (Slika 2) so poskusi potekali v njenem zgornjem delu, kjer ima dodana voda le malo, nič ali celo negativen vpliv na pridelek.

Rezultati poskusov bi po pričakovanju pokazali statistično značilne razlike med strategijami in tehnikami namakanja ter med ostalimi dodatnimi faktorji, če bi poskusi potekali v srednjem ali spodnjem delu krivulje, kjer že manjši dodatek vode močno vpliva na povečanje pridelka. Izdelali smo ekonomski izračun za natančno namakanje, medtem ko ga za deficitno namakanje zaradi statistično neznačilnih rezultatov ni bilo mogoče narediti (Poglavje 9).



Slika 2: Krivulja vpliva dodane vode na količino pridelka (prirejeno po Smith in sod., 2012). V projektu TriN so bili poskusi v območju rdečega ovala.

V času projekta smo projektni partnerji aktivno sodelovali s prispevki na temo projekta TriN na različnih poljudnih, strokovnih in znanstvenih srečanjih in prispevali skupno 41 bibliografskih enot, katerih spisek je predstavljen v prilogi H.

0.5 VIRI

- Bruinsma J. 2003. World Agriculture: Towards 2015/2030. An FAO Perspective. Earthscan, London, 444 str.
- Fischer G., Tubiello F. N., Velthuisen van H., Wiberg, D. 2007. Climate change impacts on irrigation water requirements: Effects of mitigation. Tech. Forecasting Soc. Ch., 74: 1083–1107
- Glavan M., Tratnik M., Cvejić R., Pintar M. 2012. Geoprostorska analiza potencialne ogroženosti kmetijstva v primeru suše. V: Zbornik referatov 23. Mišičev vodarski dan 2012, Maribor, 5. december 2012
- Gomez-Machperson H. 2015. Water and Agriculture: adaptive strategies at farm level. EIP EIP-AGRI Focus Group, European Commission: 24 str.
- Pintar M., Cvejić R., Glavan M., Kacjan-Maršič N. 2013. V4-1131 Trajnostna raba vode za krepitev rastlinskega pridelovalnega potenciala v Sloveniji. Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano
- Schultz B., Thatte C. D., Labsetwar V. K. 2005. Irrigation and drainage. Main contributors to global food production. Irrigation and drainage, 54: 263-278
- Smith M., Steduto P. 2012. Yield response to water: the original FAO water production function. V: Steduto P., Hsiao T. C., Fereres E., Raes D. (ur.) Crop yield response to water; FAO Irrigation and drainage paper 66, FAO Rome: 6-13
- Sušnik A. 2003. Dinamika primanjkljaja vode za kmetijske rastline včeraj, danes in jutri. V: 14. Mišičev vodarski dan 2003, zbornik referatov, Maribor, 5. december. 2003. Vodnogospodarski biro Maribor, Vodnogospodarsko podjetje Drava: 84–92

1 NAMAKANJE

Vse pogostejši ekstremni vremenski pojavi otežujejo pogoje za kmetijsko pridelavo. Za ohranitev gospodarne in trajnostne kmetijske pridelave postajajo agrotehnični ukrepi za urejanje vodnega režima tal čedalje pomembnejši. Namakanje je ukrep, s katerim zagotovimo optimalno preskrbo rastlin z vodo v času suše.

V Sloveniji imamo nekajdesetletne izkušnje z namakanjem, ki pa ga zaradi le občasnega pojavljanja suš, manj zaostrenih tržnih razmer in okoljskih zahtev uvajamo precej nesistematično in s premajhno podporo kmetijske stroke. Posledica tega je pomanjkanje znanja in informacij o natančnem namakanju med uporabniki namakalnih sistemov. Zaradi tega kmetovalci pogosto namakajo po občutku (Cvejić in sod., 2015) ali po pavšalnih nasvetih prodajalcev namakalne opreme. Tako so količine vode, dodane v enem obroku, pogosto prevelike in presežejo VZL tal, kar se kaže v slabši kakovosti in obstojnosti pridelkov ter slabšem zdravstvenem stanju rastlin. Po drugi strani pa večina pridelovalcev v rastni dobi začne namakati prepozno (Zupanc in sod., 2016). Z natančnim namakanjem, strategijo strokovno pravilnega namakanja, se lahko izognemo zgoraj omenjenim problemom.

V Sloveniji kmetijstvo ni največji odjemalec vode, a je kljub temu kmetijskim pridelovalcem dostopnost vode v času največjih potreb pogosto omejena. V takih okoliščinah je deficitno namakanje mogoča alternativa za izboljšanje konkurenčnosti kmetijske pridelave.

1.1 NATANČNO NAMAKANJE

Natančno namakanje temelji na spremljanju VV v tleh, poznavanju VZL tal in poznavanju karakteristik rastline (kolikšen delež vode rastlina lahko črpa iz tal, ne ba bi pri tem doživela sušni stres). VZL tal generalno opišemo z dvema točkama: PK je največja količina vode, ki jo tla lahko zadržijo, TV pa je količina vode v tleh, pri kateri rastline trajno uvenijo (Pintar, 2006). Navadno sta podani kot masni ali volumski delež tal. Pomnoženi z globino tal, ki jo obravnavamo, podasta količino vode v obravnavani globini tal. Razpon intervala rastlinam razpoložljive vode (RV), t.j. med PK in TV, je odvisen od lastnosti tal, predvsem od teksture in strukture. Rastline imajo različno sposobnost črpanja vode in so različno odporne na sušo. Do določene VV v tleh, t.j. kritična točka (KT), rastlina relativno lahko črpa vodo iz tal, pod to VV pa je rastlina v sušnem stresu (Slika 3). KT je odvisna od vrste rastline in sorte. KT izračunamo na podlagi faktorja p, ki označuje delež razpoložljive vode, to je razlika med PK in TV, ki je rastlinam lahko dostopen. Povezava med omenjenimi količinami je sledeča:

$$RV = PK - TV$$

$$LDV = RV * p$$

$$KT = PK - LDV$$

RV = razpoložljiva voda (masni % ali volumski % ali mm vodne plasti/100 mm tal)

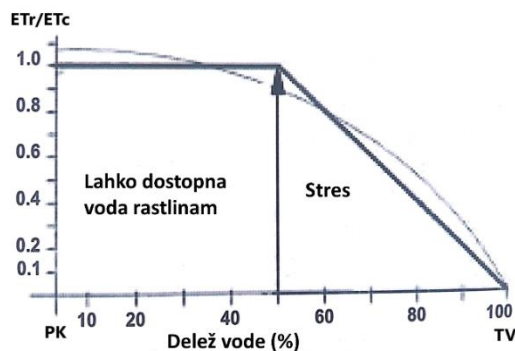
PK = poljska kapaciteta (masni % ali volumski % ali mm vodne plasti/100 mm tal)

TV = točka venenja (masni % ali volumski % ali mm vodne plasti/100 mm tal)

KT = kritična točka (masni % ali volumski % ali mm vodne plasti/100 mm tal)

LDV = lahko dostopna voda (masni % ali volumski % ali mm vodne plasti/100 mm tal)

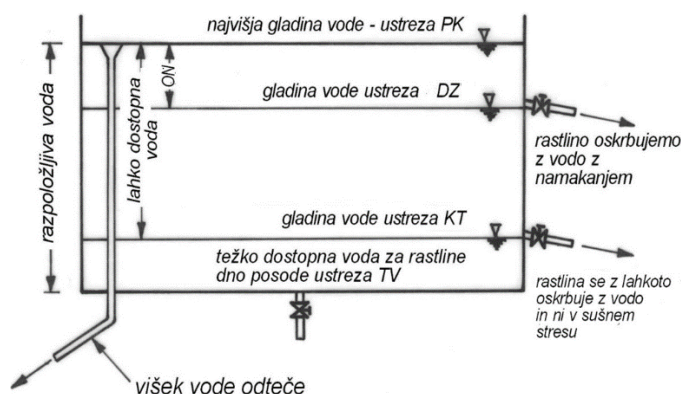
p = delež razpoložljive vode, ki je rastlinam lahko dostopna



Slika 3: Delež vode med poljsko kapaciteto (PK) in točko venenja (TV), ki je rastlini lahko dostopen.

Na sliki 4 so opisane VZL tal prikazane s pomočjo »vodnega rezervoarja« v tleh, v katerem z namakanjem poskušamo vzdrževati vVV med PK in dovoljenim znižanjem vsebnosti vode v tleh (DZ). Na sliki 4 je DZ narisano relativno visoko nad KT, ki je, različno od primera, lahko tudi enako KT. Npr. DZ je pri kapljičnem namakanju visoko nad KT, ker tedaj vzdržujemo vodo tik pod PK. Pri namakanju z razpršilci pustimo, da se tla bolj osušijo, DZ se približa ali doseže KT in potem namočimo tla z večjim obrokom namakanja do PK.

Odvečna voda (nad PK) iz tal izteka. Rezervoar praznijo s svojo porabo rastline, polni pa se s pomočjo padavin ter namakanja. Pri natančnem namakanju je potrebno paziti, da z dodano vodo ne presežemo PK in ne povzročamo viškov vode. V naših podnebnih razmerah, ko se dež pojavlja zelo naključno, se, žal viškom vode, ki so posledica dežja, ne moremo v celoti izogniti. Delno se jim lahko izognemo z opazovanjem vremena oz. s sledenjem vremenskih napovedi, ko npr. počakamo z namakanjem, če so za naslednji dan napovedane padavine.



Slika 4: »Vodni rezervoar« v tleh, iz katerega se oskrbujejo rastline (TV = točka venenja, KT = kritična točka, DZ = dovoljeno znižanje vsebnosti vode v tleh, PK = poljska kapaciteta, ON = obrok namakanja).

1.2 DEFICITNO NAMAKANJE

Tehnologija deficitnega namakanja se je razvila na območjih, kjer sta pomanjkanje vode in visoka cena te naravne dobrine prisilila pridelovalce k bolj premišljeni rabi vode. Pri deficitnem namakanju z manjšo količino dodane vode, kot bi bilo optimalno, ohranimo ali povečamo rodnost rastline in s tem pridelek, a z manjšo obremenitvijo vodnih virov (Fererer in Soriano, 2007, Podgornik in Bandelj, 2015).

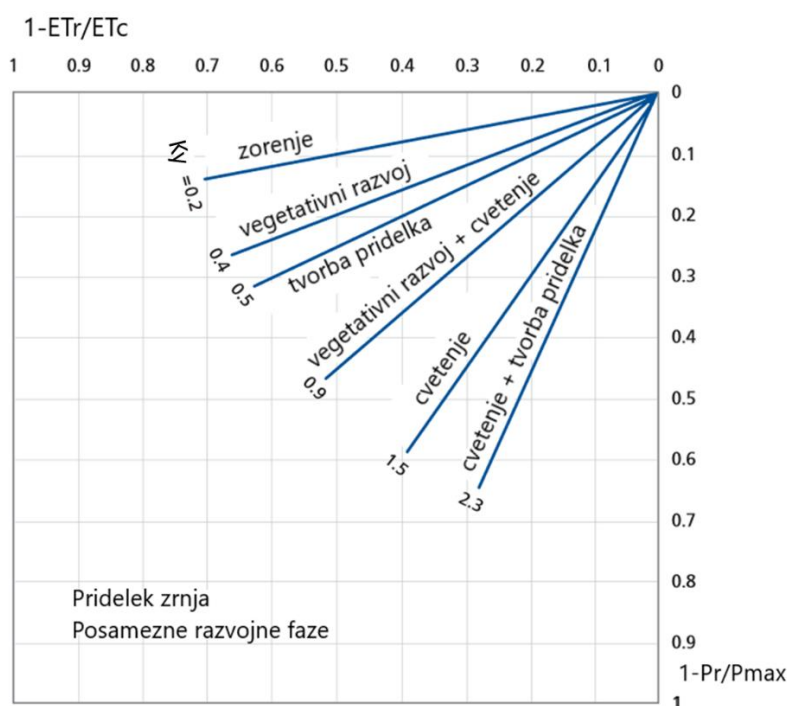
Količina dodane vode je pod točko optimalne preskrbe (torej pod KT), zato je praviloma pojavi manjši vodni stres, ki ima minimalen negativni učinek na pridelek (English in Raja, 1996). Primanjkljaj vode pri deficitnem namakanju ni prepuščen naključju, temveč količino vode nadzorovano zmanjšamo glede

na razvoj rastline in lastnosti tal. Rastlina je v razvojnih fazah različno podvržena sušnemu stresu. Splošna odvisnost pridelka od ET je izražena z naslednjo formulo (Smith in sod., 2002):

$$\left(1 - \frac{Pr}{P_{max}}\right) = Ky \left(1 - \frac{ET_r}{ET_c}\right)$$

kjer je, Ky = odzivni faktor pridelka, Pr = dejanski pridelek; P_{max} = maksimalni pridelek, ET_r = ET dejanska; ET_c = ET potencialna.

Na sliki 5 so kor primer grafično prikazane vodno pridelovalne funkcije za različne fenofaze koruze. Ko je odzivni faktor pridelka (Ky) večji od 1, je rastlina bolj občutljiva na sušni stres, ko je manjši kot 1, je občutljiva manj. Ky pove, ali se dejanski pridelek v primerjavi z maksimalnim zmanjša več ali manj kot je razmerje med ET_r in ET_c . Ky se med razvojnimi fazami iste rastline razlikuje.



Slika 5: Vodno pridelovalne funkcije (primer koruze), ko je rastlina v določeni fenofazi podvržena vodnem primanjkljaju. Bolj strma ko je premica (večji Ky), bolj občutljiva je rastlina na sušni stres v tej fenofazi.

Glavni izziv pri uvedbi deficitnega namakanja je ugotoviti obseg primanjkljaja, ki je za izbrano gojeno rastlino še sprejemljiv, in v katerem obdobju je gojena rastlina na primanjkljaj najmanj občutljiva. Pri deficitnem namakanju moramo natančno poznati odziv rastline na pomanjkanje vode, saj je občutljivost rastlin na sušni stres zelo različna in je odvisna od kulturne rastline, vrste, kultivarjev in fenofaze. Tako je na primer koruza občutljiva na sušo predvsem v času metliččenja in oblikovanja storžev in manj v fazah vegetativne rasti (Çakir, 2004). Izboljšanje kakovosti pridelka ob ustrezni uporabi deficitnega namakanja so ugotovili pri pšenici (Tari, 2016). Pri poskusih z različnimi genotipi paradižnika se je pokazalo, da se v posameznih fenofazah različni genotipi različno odzivajo na vodni deficit, kar se odraža na količini in kakovosti pridelka (Ripoll s sod., 2016). Podobno so ugotovili pri poskusih pridelavi glavnatega zelja (Radovich s sod., 2005).

Ključ za uspeh deficitnega namakanja predstavlja nadzor nad primanjkljajem vode, ki mu je rastlina izpostavljena. Za uravnavanje primanjkljaja vode lahko uporabimo različne indikatorje. Primanjkljaj

vode lahko uravnavamo na podlagi potreb rastlin po vodi, t.j. rastlinam je v namakalnem obroku dodan ustrezno zmanjššan delež potencialne ETc (Morianana s sod., 2003); primanjkljaj lahko uravnavamo na osnovi meritev stanja rastline, t.j. merjenja vodnega potenciala v rastlini (Morianana s sod., 2003); primanjkljaj lahko uravnavamo tudi tako, da merimo VV v tleh in glede na meritve ustrezno dodajamo vodo (Morianana s sod., 2003; Ruiz-Sanches s sod., 2010). Slednja dva pristopa zahtevata določeno opremo, ki omogoča meritve VV na polju.

Nekateri agrotehnični ukrepi zahtevajo pri deficitnem namakanju prilagoditev, npr. gostota rastlin, količina dodanega gnojila, čas setve oz. sajenja, izbira sort s krajšo rastno dobo. V izogib neželenemu primanjkljaju vode moramo pri uvedbi deficitnega namakanja natančno pripraviti urnik namakanja, ki ne zagotovi (nujno) pokritje potreb rastlin po vodi, temveč omogoči optimalno rabo vode dovedene vode (English in Raja, 1996).

1.3 NAČINI VODENJA NAMAKANJA

Od kakovosti vodenja namakanja je odvisno, koliko vode porabimo za namakanje in kako učinkovita je raba te vode, npr. kakšne so izgube vode, koliko vode rastlina porabi na količinsko ali kakovostno enoto pridelka. Znanje na področju vodenja namakanja je razdrobljeno. Med pridelovalci in strokovnjaki se pojavlja nemalo dilem o tem, kdaj in koliko namakati za doseg optimalne kakovosti in količine pridelka in katero orodje za vodenje namakanja pri tem uporabiti. Znani so številni načini vodenja namakanja, ki so različno zahtevni in različno učinkoviti. Nekateri pristop so bolj primerni za raziskave, medtem ko so drugi primerni tudi za podporo odločanja o namakanju na ravni namakalnega sistema ali kmetije.

Ločimo štiri osnovne načine vodenja namakanja oz. upravljanja namakanja (angl. irrigation scheduling), ki temeljijo na: (i) spremljanju evapotranspiracije in vodne bilance tal, (ii) spremljanju tenzije ali vlažnosti tal na različnih globinah, (iii) meritvah sušnega stresa rastline in (iv) simulacijskih modelih (Gu in sod., 2017). Vodenje namakanja zajema prilagajanje simuliranih parametrov namakanja (t.j. turnusa namakanja, trajanja namakanja in lahko tudi obroka namakanja) dejanski količini vode v tleh. Količino vode v tleh merimo dnevno ali vsakih nekaj dni s pomočjo opreme za merjenje matričnega potenciala tal ali tenzije (tenziometer), ali količine vode v tleh (npr. TDR sonda). Pri prilagajanju simuliranih parametrov namakanja poleg količine vode v tleh upoštevamo še dejanske in napovedane agrometeorološke razmere (padavine, evapotranspiracija).

1.3.1 Spremljanje evapotranspiracije in vodne bilance tal

Izračuni parametrov namakanja in obroka namakanja so razmeroma enostavni, a ga kmetje v praksi ne uporabljajo. Slabosti tega pristopa so napake pri vrednosti faktorja rastline (K_c), referenčne evapotranspiracije (ET₀), oceni lastnosti tal (lokalne specifičnosti glede na splošne lastnosti tal na nekem območju) in trenutni VV v tleh. To lahko vpliva na določitev premajhnega ali prevelikega namakalnega obroka, ki pa nam ne omogoča varčevanja z vodo in lahko pomeni, da dodajamo premalo ali preveč vode (Gu in sod., 2017). Čeprav imamo K_c vrednosti relativno dobro določene in imamo razmeroma dobre podatke o ET₀, pa predvsem za kapljično namakanje nimamo jasno določene najboljše metode določitve vpliva oblike nekaterih rastlin (npr. koliko segajo rastline hmelja v medvrstno razdaljo in kako pri tem upoštevati »V« obliko nasada oz. projekcijo krošnje). Nimamo optimalno določene kapacitete namakanja oz. kapacitete kapljačev, ki je eden izmed potrebnih parametrov namakanja za določitev obroka namakanja.

Prav tako je splošno priporočilo, da kapljičnega namakanja ne smemo izvajati brez spremljanja VV v tleh (Knapič, 2002). Ta pristop k vodenju namakanja lahko razumemo kot pristop, ki nam veliko pove o minimalnih in maksimalnih potrebah rastlin po vodi, na podlagi preteklih vremenskih razmer, saj lahko le tako preverjamo pravilnost ocene evapotranspiracije. Za vodenje namakanja v realnem času ga je potrebno kombinirati z ostalimi pristopi.

1.3.2 Spremljanje tenzije ali vsebnosti vode v tleh

Nekaj avtorjev navaja uporabo spremljanja VV v tleh (Kišgeci, 1974; Kišgeci in Vučić, 1979; Graf in sod., 2016; Naglič in sod., 2016; Nakawuka, 2017). V splošnem so prednosti posrednih metod spremljanja VV v tleh (npr. Time Domain Reflectometry (TDR) sonde, nevtronski merilci) pred gravimetrično v časovno bolj natančnem spremljanju VV v tleh, a moramo za pravilno interpretacijo rezultatov meritve kalibrirati z gravimetrično metodo. Spremljanje vodne bilance in spremljanje VV v tleh se osredotočata na količino razpoložljive vode v tleh, kar ni neposredno povezano s sušnim stresom rastline. Če so potrebe rastlin po vodi majhne zaradi velike vlažnosti in nizke temperature zraka, rastlina najverjetneje ne bo trpela sušnega stresa, četudi je količina vode v tleh majhna (Gu in sod., 2017).

1.3.3 Meritve sušnega stresa rastline

Poznavanje osnovnih procesov, ki nadzorujejo učinkovitost rabe vode na nivoju rastlin kot odziva na pomanjkanje vode v tleh, je nujno za uspešno izvajanje namakanja. Toda za izvajanje namakanja so te metode relativno neraziskane. Raziskave s področja fizioloških odzivov na sušo nakazujejo, da obstajajo povezave med vodnim potencialom rastline in sušo, vendar se vse rastline ne odzivajo enako. Nekateri rezultati tudi nakazujejo, da je merjenje stopnje izmenjave plinov prav tako uporaben parameter pri ugotavljanju sušnega stresa rastlin. Sklepamo lahko, da manjkajo bolj široko zastavljene raziskave, ki bi preučevale več fizioloških parametrov naenkrat in na več kultivarjih hmelja. Le v tem primeru bi lažje videli povezave med posameznimi parametri in rastlino ter jih tako povezali z napovedjo namakanja (Kolenc in sod., 2014).

1.3.4 Simulacije namakanja

Novejše publikacije s področja vodenja namakanja se nanašajo na uporabo simulacijskih modelov, ki so se izkazali kot uporabni za določitev natančnejših Kc rastline, napovedovanje količine in kakovosti pridelka (Fandino in sod., 2015) in napovedovanja vplivov podnebnih sprememb na količino in kakovost pridelka (Barek in sod., 2009; Mozny in sod., 2009). V literaturi obravnavani modeli (SIMDualKc, DAISY in CORAC) so bolj uporabni na raziskovalni ravni kot praktični pripomoček pri vodenju namakanja. Njihova prednost je v tem, da lahko delamo številne ponovitve izračunov potreb po vodi in odziva na sušo in spreminjamo vhodne podatke. Tako dobivamo podlage za strateško odločanje o potrebah rastlin po vodi in zagotavljanju vodnih virov za namakanje, ne samo za raven vodnega telesa, ampak tudi na ravni kmetije (Naglič in sod., 2016). Pri nas trenutno še ne beležimo uporabe nobenega od naštetih modelov, čeprav bi bila njihova uporaba smiselna, še zlasti v luči podnebnih sprememb.

1.4 VIRI

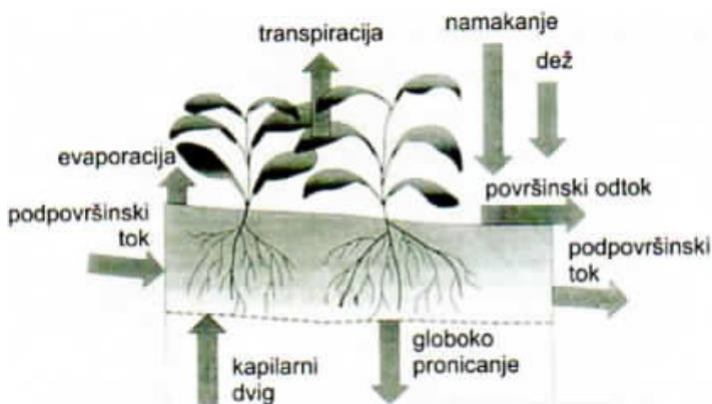
- Barek V., Halaj P., Igaz D. 2009. The influence of climate change on water demands for irrigation of special plants and vegetables in Slovakia. Risk Assessment of the Tatra Mountains Forest: 271-282 str.
- Çakir R. 2004. Effect of Water Stress at Different Development Stages on Vegetative and Reproductive Growth of Corn. *Field Crops Research*, 89: 1-16
- Cvejić R., Zupanc V., Pintar M. 2015. Primerjava razvoja namakanja v Sloveniji z aglobalnim trendom. Inštitut za hmeljarsvo in pivovarstvo Slovenije. *Hmeljarski bilten*, 22(1): 74-85
- English M., Raja S.N. 1996. Perspectives on deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 32: 1-14
- Fandino M., Olmedo J. L., Martínez E. M., Valladares J., Paredes P., Rey B. J., Mota M., Cancela J. J., Pereira L. S. 2015. Assessing and modelling water use and the partition of evapotranspiration of irrigated hop (*Humulus Lupulus*), and relations of transpiration with hops yield and alpha-acids. *Industrial Crops and Products*, 77: 204–217
- Fereres E. and Soriano M. A. 2007. Deficit Irrigation for Reducing Agricultural Water Use. *Journal of Experimental Botany*, 58: 147-159
- Graf T. 2016. Tröpfchenbewässerung im Hopfenbau - Feldversuche, Physiologie und Rhizosphäre, (Drip irrigation in hop production - field trials, physiology and rhizosphere), Doctoral dissertation, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan
- Gu Z., Qi Z., Ma L., Gui D., Xu J., Fang Q., Yuan S., Feng G. 2017. Development of an irrigation scheduling software based on model predicted crop water stress. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143: 208-221
- Kišgeci J. 1974. Vodni režim biljaka hmelja u različitim uslovima navodnjavanja i mineralne ishrane. Doktorska disertacija, Novi Sad
- Kišgeci J., Vučić N. 1979. Reduced tillage in combination with herbicide treatments in conditions of application of different irrigation methods. The 8th Conference of the International Soil Tillage Research Organization, ISTRO, Bundesrepublik Deutschland: 217-221
- Knapič M. 2002. Namakanje hmeljskih nasadov. V: Priročnik za hmeljarje. Majer D. (eds). Žalec, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo: 169-179 str.
- Kolenc Z., Čerenak A., Vodnik D. 2014. Kako hmelj (*Humulus lupulus* L.) uravnava vodno bilanco in se odziva na sušo? = How does hop (*Humulus lupulus* L.) regulate its water balance and respond to drought? *Hmeljarski bilten*, 21: 5-13
- Moriana A., Orgaz F., Pastor M., Fereres E. 2003. Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128: 425-431
- Mozny M., Tolasz R., Nekovar J., Sparks T., Trnka M., Zalud Z. 2009. The impact of climate change on the yield and quality of Saaz hops in the Czech Republic. *Agric. Forest Meteorol.*, 149: 913–919
- Naglič B., Cvejić R., Pintar M. 2016. Pregled objav s področja namakanja hmelja (*Humulus lupulus* L.) na porečju Savinje = Irrigation of hop (*Humulus lupulus* L.) in Savinja catchment: a review. *Hmeljarski bilten*, 23: 41-55
- Nakawuka P., Peters T., Kenny S., Walsh D. 2017. Effect of deficit irrigation on yield quantity and quality, water productivity and economic returns of four cultivars of hops in the Yakima Valley. Washington State. *Industrial Crops and Products*, 98: 82-92
- Pintar M. 2006. Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v zahodni, osrednji in južni Sloveniji. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, Ljubljana: 55 str.
- Podgornik M., Bandelj D. 2015. Deficitni princip namakanja oljčnih nasadov v Slovenski Istri. *Acta agriculturae Slovenica*, 105(2): 337-344
- Ripoll J., Urban L., Staudt M., Lopez-Lauri F., Bidel L. P. R., Bertin N. 2016. The potential of the MAGICTOM parental accessions to explore the genetic variability in tomato acclimation to repeated cycles of water deficit and recovery. *Frontiers in Plant Science*, 6: 1172
- Ruiz-Sanchez M. C., Domingo R., Castel J. R. 2010. Review. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain- Spanish *Journal of Agricultural Research*, 8(S2): 5-20
- Schultz B., Thatté C.D., Labhsetwar V.K. 2005. Irrigation and drainage. Main contributors to global food production. *Irrigation and drainage*. 54: 263-278
- Smith M., Kivumbi D. 2002. Deficit irrigation practices. FAO, Rome. *Water reports*: 22: 1-102 str.
- Tarri A. 2016. The effects of different deficit irrigation strategies on yield, quality, and water-use efficiencies of wheat under semi arid conditions. *Agricultural water management*, 167: 1-10
- Zupanc V., Miklavčič Bučar M., Podgornik M., Valenčič V., Pintar M., Butinar B. 2016. Water conditions in an olive orchard in south east Slovenia. V: Book of abstracts. International Olive Symposium. Split, Institute for Adriatic Crops

2 MODELIRANJE IN SISTEM PODPORE ODLOČANJU O NAMAKANJU

2.1 MODELIRANJE VODNE BILANCE

Modeliranje vodne bilance in napovedi namakanja je nujno potrebna v fazi načrtovanja namakalnega sistema in je lahko učinkovita pomoč kasneje pri vodenju namakanja. S pomočjo napovedi namakanja na podlagi čim daljšega niza zgodovinskih agrometeoroloških podatkov določimo normo namakanja, ki je eden od parametrov namakanja, poleg turnusa, obroka, trajanja in hidromodula (Pintar, 2006; Allen in sod., 1998). Norma in hidromodul se uporabljata za načrtovanje vodnega vira, pridobitev pravice do rabe vode za namakanje (vodno dovoljenje), dimenzioniranje namakalnega sistema (razvodnih in dovodnih cevovodov, črpališča) ter načrtovanje porabe vode in energije.

Na vodno bilanco zgornjega sloja tal v globini korenin vplivajo evapotranspiracija, površinski odtok in globoko pronicanje na eni strani ter padavine, kapilarni dvig ter namakanje na drugi, pri čemer sta v večini primerov glavna elementa padavine in evapotranspiracija (Slika 6). Meritve evapotranspiracije so zaradi številnih dejavnikov, ki vplivajo na ta proces, težavne in nenatančne, zato se pogosto uporabljajo empirične zveze za njen izračun. Potencialno evapotranspiracijo (ET_c) izračunamo kot produkt koeficienta rastline (K_c) in referenčne evapotranspiracije (ET_0), pri čemer je koeficient rastline odvisen od rastline in fenofaze, v kateri se nahaja, referenčna evapotranspiracija pa je definirana kot evapotranspiracija z referenčne površine, ki jo pokriva travna ruša, visoka 12 cm (Allen in sod., 1998). Standardna metoda za izračun referenčne evapotranspiracije je Penman-Monteithova metoda, ki temelji na energijski bilanci (Allen in sod., 1998). Pomen VZL pri namakanju je opis v Poglavju 1.1.



Slika 6: Elementi vodne bilance zgornjega sloja tal (Valher 2016 po Allen in sod. 1998).

Časovni potek vodne bilance v tleh simuliramo z vodnobilančnimi modeli. Večina vodnobilančnih modelov za izračun uporablja glavna elementa (padavine in evapotranspiracijo), ostale pa zanemari. Vodnobilančni modeli se uporabljajo na različnih časovnih skalah (urnih, dnevnih, mesečnih in letnih), za potrebe namakanja večinoma na dnevni časovni skali. Večina modelov predpostavi, da so tla v celotni globini korenin homogena in jih modelira kot eno plast.

Prvi mesečni vodnobilančni modeli so bili razviti v ZDA v 40. letih 20. stoletja za potrebe hidrologije. V kmetijstvu so se prvi vodnobilančni modeli začeli uporabljati v 80. letih 20. stoletja v Avstraliji, na Nizozemskem in v ZDA. Danes obstaja mnogo vodnobilančnih modelov, od bolj preprostih kot npr. AQUACROP, CROPWAT, SIMPEL, do bolj kompleksnih, ki vsebujejo večje število parametrov, kot

sta npr. SWAP in WINISAREG. Večina modelov izračunava vodno bilanco po metodologiji Organizacije ZN za hrano in kmetijstvo FAO (Allen in sod. 1998).

V Sloveniji se je uporaba vodnobilančnih modelov v kmetijstvu začela z letom 1994, ko so na Oddelku za agrometeorologijo ARSO razvili operativno orodje za sledenje vodne bilance kmetijskih rastlin – vodnobilančni model IRRFIB. IRRFIB je bil uporabljen za sledenje vodne bilance nenamakanih rastlin ter ugotavljanje količinskega primanjkljaja vode za kmetijske rastline oziroma sušnega stresa (Sušnik in Valher, 2012; 2013; 2014), kot orodje za analize porabe vode pri kmetijskih rastlinah, medletne variabilnosti pridelka in potreb rastlin po namakanju na različnih tleh ter za številne agrohidrološke razmere (Pintar, 2009; Sušnik in sod., 2006), in v študijah vpliva podnebnih sprememb in variabilnosti suš ter vodnega primanjkljaja (Valher, 2016).

Študije z vodnobilančnimi modeli v Sloveniji med drugim zajemajo tudi ugotavljanje sušnih razmer v Sloveniji z modelom SIMPEL (Ipavec, 2007), analizo vodnega primanjkljaja ter dejanske evapotranspiracije v Evropi z modelom swbEWA (Kurnik, 2014) ter primerjavo modelov IRRFIB in WINISAREG (Valher, 2016).

2. 2 OPIS MODELA ZA NAPOVED NAMAKANJA IRRFIB

Agrometeorološki model IRRFIB je bil razvit na Oddelku za agrometeorologijo na ARSO, sprva za ocene potreb po namakanju (Matajca, 1994; 1995; 2001; 2002a; 2002b; Kajfež Bogataj in Sušnik, 2003; Sušnik in sod., 2006). Vodnobilančni model IRRFIB izračuna obrok namakanja za določeno kulturo ob uporabi vhodnih podatkov o tleh, fenologiji in načinu namakanja ter petdnevne napovedi potencialne evapotranspiracije in količine padavin.

IRRFIB je v osnovi mišljen za neprekinjeno delovanje čez celotno rastno sezono, pri čemer na začetku predpostavimo, da je količina vode v tleh enaka PK. Vnaprej je potrebno podati datume nastopa posameznih fenofaz, ki se jih prilagodi in popravi v času dejanskega nastopa fenofaze. Dodatno se lahko simulacija popravlja tudi z meritvami količine vode v tleh.

Vodna bilanca (VB) na i -ti dan se izračuna kot

$$VB(i) [\text{mm}] = VB(i-1) [\text{mm}] + \text{padavine}(i) [\text{mm}] - ET_C(i) [\text{mm}] + V_v(N) [\text{mm}],$$

pri čemer je $V_v(N)$ zaloga vode iz preteklih dni, če je zaradi večje količine padavin nastal presežek vode nad vrednostjo pri PK.

Pri izračunu se upoštevajo še naslednji pogoji: (i) v kolikor je VB večja kot količina vode pri PK na določeni globini, se jo nastavi na PK in presežek shrani v V_v , (ii) v kolikor je VB nižja od količine vode pri TV na določeni globini, se jo nastavi na TV, (iii) v kolikor je VB manjša od količine vode pri KT na določeni globini (rastlina je v sušnem stresu), se ET_C zmanjša za polovico.

Koeficient rastline k_c in globino korenin za posamezen dan IRRFIB izračuna iz datuma nastopa trenutne fenofaze in predvidenega nastopa naslednje z linearno shemo.

IRRFIB lahko izračuna količino vode, potrebne za namakanje, na podlagi različnih kriterijev (t. i. namakalnih strategij), in sicer: (i) namakanje do PK (ko VB pade pod KT, namaka vsak dan z maksimalno količino, dokler ne doseže PK), (ii) namakanje z obrokom (ko VB pade pod KT, namoči z

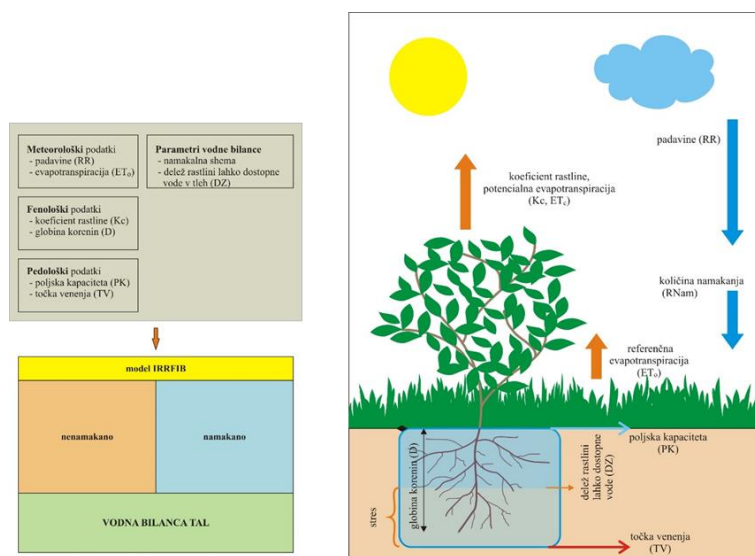
maksimalno količino) in (iii) kapljično namakanje (namoči s količino, ki pokrije dnevno izgubo, t. j. ET_C -padavine).

Natančnejši opis modela je dostopen tudi v Sušnik (2014) in Valher (2016). Na začetku razvoja modela IRRFIB se je z uporabo časovnih in prostorskih povprečij spremenljivk, povezanih s fenološkimi fazami in lastostmi tal, poskušalo ohranjati čim manjše število različnih vrednosti vhodnih spremenljivk modela, ki jih je potrebno pridobiti v realnem času oziroma so specifične za posamezno lokacijo. V zadnjih letih je postalo jasno, da variabilnost okoljskih spremenljivk, ki vplivajo na rast rastlin v času in prostoru, zahteva čim bolj natančen podatek, ki ga povprečna vrednost ne opiše dovolj natančno. Žal težava nastopi pri pridobivanju dolgoletnih - in zlasti aktualnih - podatkov fenološkega razvoja rastlin, prav tako je težko pridobiti podatke o koeficientih rastline in dejanski globini korenin, kar lahko včasih privede do napačnih rezultatov simulacije.

IRRFIB je bil uporabljen za sledenje vodne bilance nenamakanih rastlin ter ugotavljanje količinskega primanjkljaja vode za kmetijske rastline oziroma sušnega stresa (Sušnik in Valher, 2012; 2013; 2014), kot orodje za analize porabe vode pri kmetijskih rastlinah, medletne variabilnosti potreb rastlin po namakanju na različnih tleh ter za številne agrohidrološke razmere (Pintar, 2009; Sušnik in sod., 2006), in v študijah vpliva podnebnih sprememb in variabilnosti suš ter vodnega primanjkljaja (Valher, 2016).

Model IRRFIB združuje dva različna modula: modul za namakane kmetijske rastline ter modul za nenamakane rastline (Slika 7). Modul za namakane rastline ima naslednje možnosti simulacij za različne kombinacije tla-rastlina-lokacija: izračun osnovnih členov vodne bilance (dnevna vsota padavin, dnevna vsota potencialne evapotranspiracije), shema z uporabo različnih tipov namakanja, analiza namakalnih potreb z upoštevanjem časovnih nizov vremenskih podatkov.

Od leta 1994 je bil model trikrat korigiran; zadnja verzija modela 03.1 je bila leta 2009 uporabljena pri pilotnem popisu količin vode za namakanje leta 2009 (Pintar, 2009). Kadar v prognostični namakalni model vključimo napovedane vremenske spremenljivke za prihodnje obdobje, nam prikaže potrebne količine vode za namakanje izbrane kmetijske rastline za 3 do 7 dni vnaprej (Sušnik in sod., 2011).



Slika 7: Poenostavljen diagram modela IRRFIB 03.1.

Model IRRFIB modelira porabo vode posamezne kulture med vegetacijskim obdobjem z upoštevanjem vodnozadrževalnih lastnosti tal, fenoloških faz, globine glavne mase korenin in atmosferskih pogojev. IRRFIB deluje na dnevni časovni skali.

Vhodne podatke delimo na meteorološke, pedološke in fenološke ter dodatne spremenljivke. Od meteoroloških podatkov potrebujemo: referenčno evapotranspiracijo in podatke o dnevni količini padavin. Fenološki podatki in podatki o globini koreninskega sistema kmetijskih rastlin ter koeficienti kmetijskih rastlin so določeni za vsako rastlino posebej. Pedološki podatki v obliki VZL tal so izraženi v PK in TV, ki sta potrebni za določitev velikosti talnega vodnega zbiralnika v območju glavne mase korenin (D). Fenološki podatki v modelu so izraženi v datumih fenoloških faz s prilegajočimi se koeficienti rastlin (Kc) za vsako razvojno fazo, v DZ v tleh in z D od začetne faze do popolnega razvoja. Kc je na začetku zelo majhen in začne naraščati ob rasti in razvoju ter doseže maksimalno vrednost, ko je rastlina v polnem razvoju.

BF in ARSO sta oblikovala protokol zbiranja podatkov za pripravo napovedi namakanja in napoved namakanja. Iz vodnozadrževalnih lastnosti tal je bila določena PK, TV in »Moč«, podatek, ki pove, koliko dni se lahko zaloga vode nad PK še porablja. Na podlagi literature (FAO, 2017) je bil za vsako kulturo določen delež DZ v tleh med PK in TV. Določena je bila tudi tehnologija namakanja (kapljično ali mikrorazpršilci) in strategija namakanja (Idnamak). Idnamak 1 pomeni, da če se VB spusti pod PK, se namaka vsak dan s tako količino, da se doseže PK. V tem primeru je obrok namakanja enak dnevni ETc, če ni padavin. Sicer je obrok ustrezno manjši. Idnamak 2 pomeni, da se začne z namakanjem, ko VB pade pod količino vode, določeno z DZ, ki predstavlja mejo med rastlinam lažje in težje dostopno vodo. Tla se pri Idnamak 2 namoči s količino namakanja (Rnam), t.j. največ do PK ali nekoliko manj (kot v našem primeru krompirja do 90 % PK). Določitev Idnamak je povezana z DZ, torej ob kakšni količini vode v tleh se začne izvajati namakanje, in posledično z velikostjo obroka ter pogostostjo namakanja. Za kulture, obravnavane v projektu TriN so parametri prikazani v preglednici 2.1. Pri Idnamak 1 imamo pogostejše (praktično vsakodnevno) namakanje z majhnimi obroki, ki pokrivajo dnevne potrebe rastlin po vodi. Pri Idnamak 2 namakamo z večjimi obroki, ki praviloma pokrijejo večdnevno potrebo rastlin po vodi in se posledično namakanje izvaja vsakih nekaj dni. Za vsako kulturo, obravnavano v projektu TriN, smo določili pomembne fenološke faze, Kc in D v teh fazah (Preglednica 2).

Preglednica 2: Pregled uporabljenih parametrov po lokacijah vključenih v projekt TriN.

Lokacija	Rastlina	PK (%)	TV (%)	DZ (%)	Rnam (mm)	Moč (dan)	Namakanje	Idnamak
Bilje	Češnja	31.5	18.5	0.5	ETc***	1	mikrorazpršilci pod rastlino	1*
Dekani	Oljka	32.3	18.6	0.65	ETc***	2	kapljično	1*
Jablje	Krompir	36.5	25.2	0.35	ETc*** Rnam	2	kapljično mikrorazpršilci nad rastlino	1* 2**
Žalec	Hmelj	38.8	28.2	0.5	ETc***	2	kapljično	1*
Gačnik	Jablana	43.7	28.2	0.5	ETc***	3	kapljično	1*
Maribor	Solata	40,1	16,0	0,3	Rnam	1	mikrorazpršilci nad rastlino	2**

Opomba: PK = volumski delež vode pri poljski kapaciteti; TV = volumski delež vode pri točki venenja; DZ = dovoljeno znižanje vode v tleh; Rnam= količina namakanja; Rnam = je enaka ETc le v primeru, da tisti dan ni padavin. Sicer je obrok ustrezno manjši. Moč = koliko dni lahko rastlina porablja zalogo vode nad PK, Idnamak = strategija namakanja; 1* = vsakodnevno namakanje s količino vode, ki pokriva ETc; 2** = namakanje vsakih nekaj dni, s količino Rnam.

2.2.1 Poljska kapaciteta in točka venenja

PK in TV so bile za vsako od lokacij določene iz krivulje VZL tal (Priloge od B.2 do G.2), ki so bile narejene s sistemom Hyprop, ki omogoča meritve hidravličnih lastnosti tal v relativno vlažnem vzorcu in preko prenosne funkcije zmodelira celotno krivuljo (UMS, 2018). PK je v območju merjenih vrednosti, TV pa v območju modeliranih vrednosti.

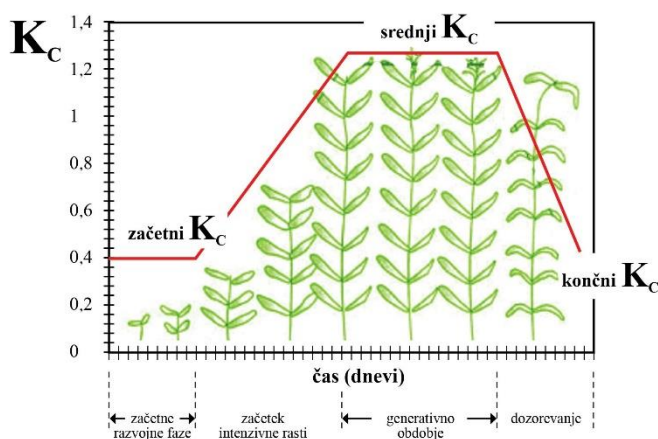
Negotovosti pri interpretaciji podatkov modeliranja VB, napovedi namakanja in vVV v projektu TriN izhajajo iz dejstva, da je bila PK za vse lokacije v projektu TriN določena arbitrarno pri vrednosti matričnega potenciala -33 kPa. Bolj zanesljive vrednosti dobimo iz določitve PK na terenu, kar nam sedaj relativno enostavno omogočajo grafične analize meritev vVV, v času več večjih deževnih dogodkov, ko so bila tla nasičena z vodo. Poljska kapaciteta tako predstavlja točko, ko se je gravitacijski tok vode v tleh ustavil in so bile spremembe količine vode v tleh med zaporednimi meritvami manjše kot v času pred tem.

Drugi del negotovosti izhaja iz dejstva, da se modelirana TV, kot jo določi programska oprema sistema Hyprop, in po gravimetrični metodi določena TV, lahko razlikujeta tudi za več kot 10 vol % (Košak, 2018). Posledično imamo drugačen interval RV, kar vpliva na izračun bilance in napoved namakanja.

2.2.2 Fenološki podatki

Fenološki podatki so izraženi v datumih fenoloških faz s K_c , ki v VB model vpeljujejo specifičnost rastlin. K_c so povzeti po strokovni virih (Allen in sod., 1998; Doorenbos in Pruitt, 1977) in prilagojeni datumom aktualnih fenoloških faz (Slika 8). Za primer hmelja in jablane so bili koeficienti povzeti po:

<https://www.usbr.gov/pn/agrimet/cropcurves/HOPSc.html>



Slika 8: : Posplošena krivulja koeficienta rastline (prirejeno po Allen in sod., 1998).

Fenološki podatki so v modelu vodne bilance obravnavani glede na tip rastline. Za vsak tip rastline so bile iz nabora tehnološko natančnih fenoloških faz izbrane tiste fenološke faze, za katere smo ocenili, da

predstavljajo pomembne mejnike v razvoju obravnavanih rastlin in so hkrati tudi mejne vrednosti glede na pripadajoči Kc. Tako je bilo določenih 8 fenoloških faz za češnje, 9 za jablano, 10 za oljko, 8 za hmelj, 7 za krompir in 6 za solato (preglednica 3).

Za računanje vodne bilance z modelom IRRFIB so bili nujni tudi zgodovinski podatki o pojavu fenoloških faz. Uporaba teh podatkov je bila potrebna za poganjanje modela, in sicer za obdobje med zadnjo zabeleženo fenološko fazo in prihodnjo, ki dejansko še ni nastopila. Ti podatki so bili pridobljeni na osnovi povprečij dolgoletnih vrednosti fenoloških opazovanj v okviru fenološkega monitoringa ARSO (1971-2010). Izjemi sta bila hmelj in solata. Za hmelj so standarden nastop fenoloških faz posredovali projektni partnerji (Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo), za solato pa so vrednosti temeljile na večletnih opazovanjih, ki so potekala v okviru projekta Alp Water Scarce. Naknadno so bili datumi prej omenjenih fenoloških podatkov nadomeščeni z realnimi, če so bili ti posredovani v sistem. Pogosto podatki niso bili posredovani v realnem času, zato je bilo več prognoz izdelanih na osnovi zgodovinskih podatkov, kar je lahko vzrok za razhajanja napovedi in meritev.

Preglednica 3: Fenološke faze s pripadajočimi koeficienti rastline (Kc) in globinami glavne mase korenin (D) v cm.

Št. fenofaze	Rastlina	Fenološka faza	Koeficient (Kc)	globina glavne mase korenin (D) cm
1	oljka	prvi listi	0,65	60
2	oljka	začetek rasti poganjkov	0,65	60
3	oljka	razvoj socvetij	0,70	60
4	oljka	začetek cvetenja	0,70	60
5	oljka	splošno cvetenje	0,70	60
6	oljka	konec cvetenja	0,70	60
1	jablana	prvi listi	0,22	50
2	jablana	začetek cvetenja	0,58	50
3	jablana	polno cvetenje	0,58	50
4	jablana	konec cvetenja	1,1	50
5	jablana	T stadij	1,1	50
6	jablana	začetek zorenja	1,1	50
7	jablana	obiranje	0,85	50
8	jablana	jesensko rumenenje	0,43	50
9	jablana	odpadanje listja	0,43	50
1	češnja	olistanje	0,8	30
2	češnja	začetek cvetenja	0,8	30
3	češnja	vrh cvetenje	0,8	30
4	češnja	konec cvetenja	1,2	30
5	češnja	začetek barvanja plodov	1,2	30
6	češnja	zrelost (obiranje)	0,85	30
7	češnja	jesensko rumenenje	0,5	30

1	hmelj	pojav prvih poganjkov	0,11	40
2	hmelj	prvi par listov je razgrnjen	0,3	40
3	hmelj	prvi par stranskih poganjkov	0,6	40
4	hmelj	rastlina je dosegla vrh opore	1,11	40
5	hmelj	začetek cvetenja	1,12	40
6	hmelj	pojav storžkov	1,12	40
7	hmelj	storžki - končna velikost	0,7	40
8	hmelj	zrelost storžkov	0,34	40
1	krompir	sajenje	0,1	25
2	krompir	vznik	0,4	25
3	krompir	vegetativna rast	0,8	25
4	krompir	nastavljanje gomoljev	1,2	25
5	krompir	polnjenje gomoljev	1,2	30
6	krompir	dozorevanje gomoljev	0,85	30
7	krompir	izkop	0,7	30
1	solata	presajanje	0,4	8
2	solata	prvi listi po presajanju	0,7	10
3	solata	začetek intenzivne rasti	0,8	15
4	solata	začetek zvijanja glav	1,1	20
5	solata	prehod v tehnološko zrelost	0,95	25
6	solata	spravilo	0,9	25

2.2.3 Globina korenin

Globina korenin ima zelo velik vpliv na izračun porabe vode rastline oziroma na stanje vodne bilance kmetijskih rastlin od začetne fenološke faze do polnega razvoja rastline. V primeru obravnavanih rastlin so oljka, jablana in češnja v poskus vstopile kot odrasla drevesa. D je bila arbitrarno določena in povzeta iz strokovnih virov. Za češnjo smo privzeli 30 cm, za jablano 50 cm in za oljko 60 cm. Pri hmelju je bila uporabljena globina aktivnega sloja črpanja korenin 40 cm, pri krompirju začetna globina 25 cm in kasnejša 30 cm. Edino pri solati je bila D izmerjena in sicer od začetnih 8 cm ob saditvi, 15 cm ob fenološki fazi začetka zvijanja glav, do 25 cm ob fenološki fazi prehajanja v tehnološko zrelost (Preglednica 3).

2.2.4 Prenos fenoloških podatkov od uporabnika do strežnika za izračun vodne bilance

Sproten prenos fenoloških podatkov je potekal preko spletnega obrazca za vnos fenofaz (<https://goo.gl/Zg9Uvk> oz. <http://tiny.cc/CRPtrin>), do katerega so uporabniki dostopali z izbranim geslom (fenofaze). Obrazec omogoča (i) izbor kulture, (ii) izbor fenofaze in (iii) vpis datuma nastopa (sremembe) fenofaze (danes, včeraj, predvčerajšnjim) (Slika 9).

Vpis fenofaz (Trin)

*Required

Češnja

*

- 1 olistanje (BBCH 11)
- 2 začetek cvetenja (BBCH 60)
- 3 vrh cvetenja (BBCH 65)
- 4 konec cvetenja (BBCH 69)
- 5 začetek barvanja plodov (BBCH 81)
- 6 zrelost (obiranje) (BBCH 87)
- 7 jesensko rumenenje listja (BBCH 92)
- 8 odpadanje listja (BBCH 95)

BACK

NEXT

Never submit passwords through Google Forms.

Slika 9: Prikaz primera izbire fenofaze češnje v okviru projekta TriN preko spletnega obrazca.

Fenološki podatki, ki so bili posredovani preko spletnega obrazca so bili z avtomatskim posodabljanjem vpisani v preglednico (<https://goo.gl/QxHtSV>), preglednica pa je na voljo tudi v CSV obliki (<https://goo.gl/ES2g1F>). Nadaljni protokol je zajemal vsakodnevni prenos preglednice v CSV obliki na ARSO, kjer je potekala posodobitev podatkovne baze in izračun napovedi namakanja z upoštevanjem vremenske prognoze z modelom IRRFIB, do katerih so uporabniki za svojo lokacijo lahko dostopali preko določenih spletnih povezav (Preglednica 4).

Preglednica 4: Povezave do napovedi namakanja za posamezne lokacije vključene v projekt TriN.

Lokacija/ kultura	Povezava do napovedi
Žalec/ hmelj	http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/agromet/product/form/sl/celje2015/Bilance.html
Jablje/ krompir	http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/agromet/product/form/sl/kranj2015/Bilance.html
Bilje/ češnja	http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/agromet/product/form/sl/bilje2015/Bilance.html
Dekani/ oljka	http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/agromet/product/form/sl/porto2015/Bilance.html
Gačnik/ jablana	http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/agromet/product/form/sl/mblet2015/Bilance.html
Maribor/ solata	http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/agromet/product/form/sl/mblet2015/Bilance.html

S pripravo podatkov za izvedbo napovedi je bilo nekaj težav. Pri nekaterih od partnerjev je prišlo do zamenjave sodelujočih na projektu, kar je zahtevalo svoj čas v smislu uvedbe novih sodelavcev v projekt. Sistem je bil zaradi vzpostavljanja opreme za spremljanje vode v tleh in namakalne opreme ponekod vzpostavljen zelo pozno v namakalni sezoni. Zato napovedi ARSO na nekaterih poskusih v letu 2017 niso bile uporabljane (jablane), a je izdelava napovedi služila preizkušanju sistema posredovanja vhodnih podatkov.

V letu 2017 se je pri nekaterih partnerjih pojavljala težava neupoštevanja protokola zbiranja podatkov (partnerji niso vpisovali podatkov preko obrazca in so podatke pošiljali le po e-pošti), kar je zahtevalo dodaten čas zaradi dela povezanega z dodatnim urejanjem podatkov.

Partnerji, ki so uporabljali napovedi, so ponekod opažali velik razkorak v dnevni padavinah, zabeleženih na meteorološki postaji in na mikrolokaciji poskusa (hmelj in krompir), zato je bila uporabnost napovedi, kljub izkazani strokovni podpori ARSO, omejena.

2.2.5 Spremljanje vsebnosti vode v tleh

Na vseh šestih lokacijah poskusa smo spremljali vVV v tleh s pomočjo sond, ki delujejo po tehnologiji TDR. Na štirih lokacijah so bile sonde slovenskega proizvajalca Eltratec, model MVZ 100 in na dveh sonde TRIME model Pico32 (Preglednica 5).

Preglednica 5: Vrsta sonde za merjenje vsebnosti vode v tleh in število sond, ki so bile vgrajene na lokacijah poskusa Trin.

Lokacija poskusa	Vrsta sonde	Število sond
Žalec/hmelj	Eltratec MVZ 100	45
Jablje/krompir	Eltratec MVZ 100	30
Bilje/češnja	TRIME Pico32	68*
Dekani/oljka	TRIME Pico32	40
Gačnik/jablana	Eltratec MVZ 100	108
Maribor/solata	Eltratec MVZ 100	12

Opomba*: za rezultate projekta TriN so bile uporabljene meritve 17 sond

2.2.5.1 Sonde Eltratec in kalibracija

Meritve vVV v tleh s sondami Eltratec se preko daljinskega prenosa podatkov shranjujejo na strežniku (Preglednica 6), kjer je možno sproti spremljanje grafov vVV. Meritev so bile opravljene vsakih 30 min. Slika 10 kot primer prikazuje vVV sonde 2 na lokaciji poskusa Žalec od 28. 6. do 31. 7. 2018.

Preglednica 6: Gesla za dostop do podatkov o količini vode v tleh na poskusnih lokacijah projekta TriN.

Lokacija/kultura	Uporabniško ime	Geslo za dostop do podatkov
Žalec/hmelj	hmeljž	mb12
Jablje/krompir	jablje	jablje
Maribor/solata	solata	mb12
Gačnik/jablana	gacnik	gac31

Povezava do podatkov o količini vodi v tleh: <http://smart.eltratec.com/smartweb2>



Slika 10: Prikaz meritev volumske vsebnosti vode v tleh za sondo številka 2 na lokaciji poskusa Žalec. Sonda je beležila vsebnost vode na vsakih 30 min.

Pred vgradnjo sond smo v laboratoriju naredili kalibracijo ene sonde na vrsto tal na posameznem poskusu. V tem postopku smo za neporušen vzorec tal meritve s sondo primerjali z gravimetrično določeno vVV, na podlagi tega smo dobili kalibracijsko premico, ki je bila osnova za kalibracijo meritev vseh sond v poskusu. Kalibracijsko premico smo naredili na osnovi 3-4 meritev velike vlažnosti talnega vzorca, vzorec posušili na 105°C in opravili meritev na suhih tleh.

Kalibracija Eltratec sond na majhnem številu meritev se je pri kasnejši interpretaciji izkazala kot vir negotovosti. Pri Eltratecovih sondah se je kasneje v poskusu pokazala tudi programska napaka, ki bi jo v veliki meri lahko kompenzirali s kalibracijo na večjem številu meritev, npr. 10. Prav tako je priporočljivo delati kalibracijo sond na večjem številu meritev v tleh z več gline, ker ta predstavlja poseben izziv pri meritvah vVV po TDR metodi.

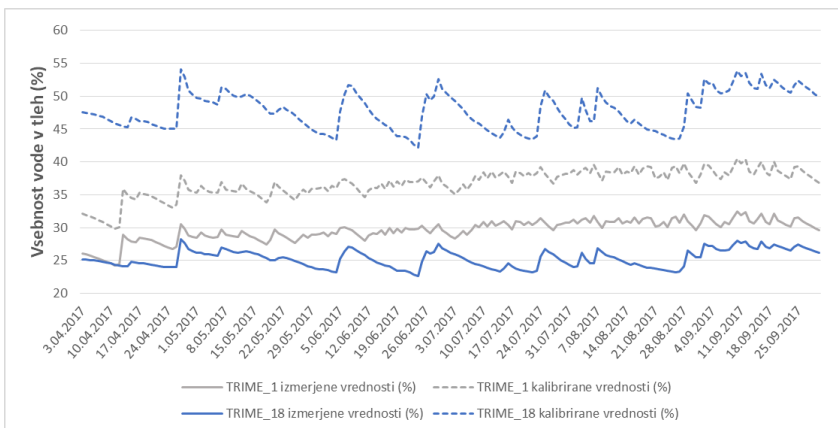
2.2.5.2 Sonde TRIME Pico32 in kalibracija

Na lokacijah Bilje in Dekani smo imeli TDR sonde TRIME Pico32 z zapisom rezultatov v shranjevalnik (angl. data logger). Te sonde imajo narejeno tovarniško predkalibracijo za različne tipe tal, tako da se ob vgradnji v programski opremi shranjevalnika rezultatov vpiše po predvidevanjih proizvajalca najprimernejšo kalibracijsko funkcijo. Pri nekaterih drugih sondah (npr. Delta –T) proizvajalec omogoča oz. celo priporoča, da se pred vgradnjo v določena tla tovarniško predkalibracijo nadomesti s kalibracijo na le-ta in spremeni parametre v tovarniško nastavljeni predkalibracijski funkciji. Kasneje pridobljeni rezultati meritev na terenu so tako že kalibrirane vVV.

Sonde TRIME Pico32 smo kalibrirali po izkopu sond po končanih poskusih. Četudi so sonde tovarniško predkalibrirane in proizvajalec zagotavlja zanesljivost meritev do nekaj vol % točno, je to za potrebe natančnega namakanja premalo in je vsekakor potrebno sonde dodatno kalibrirati.

Sonde smo izkopali in v laboratoriju za vsako na neporušenih talnih vzorcih iz lokacij opravili primerjavo med merjeno in gravimetrično določeno vVV, da smo dobili kalibracijske premice. V tem primeru smo kalibracije delali na 10 meritvah, enakomerno razporejenih od nasičenih do na 105°C

sušenih talnih vzorcih, a se je izkazalo, da vsebost skeleta (v Biljah) in vsebost skeleta in gline (Dekani) pri kalibraciji kljub temu pomeni velik izziv. Pri nekaterih kalibracijah je bila razlika med merjenimi in kalibriranimi vrednostmi več kot 20 vol %, kot je primer sonde TRIME 18 na sliki 2.6, pri čemer nismo gotovi, če je vzrok velike razlike kakšna nedoslednost pri postopku kalibracij, ali je posledica le neugodnih talnih lastnosti, ki jo predstavlja velika vsebnost skeleta na obeh lokacijah. V prihodnje bo potrebno postopkom kalibracije posvetiti več pozornosti, da bomo dobili zadovoljive rezultate, ko naj bi bile po naših pričakovanjih razlike med merjenimi in kalibriranimi vVV v velikosti le nekaj vol. %, kot je primer sonde TRIME 1 na sliki 11.



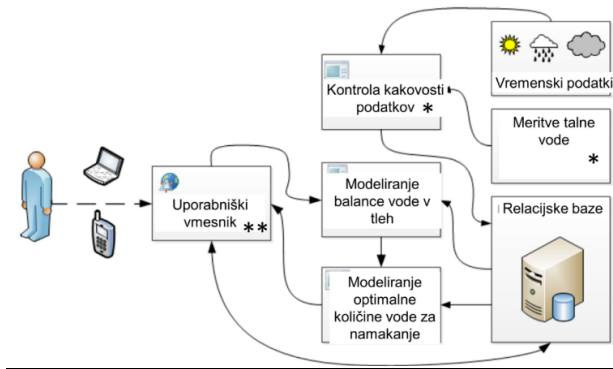
Slika 11: Merjene in kalibrirane vrednosti volumskega deleža vode v tleh za sondo 1 in sondo 18 za tla v Sadjarskem centru Bilje.

2.3 SISTEM PODPORE ODLOČANJA O NAMAKANJU

2.3.1 Razvoj sistema podpore odločanju o namakanju

V Sloveniji že obstajata dva sistema podpore odločanju o namakanju.. Šibka točka sistema v Savinjski dolini je, da meritve količine vode v tleh izvajajo z gravimetrično metodo, ki daje rezultate z dnevnim zamikom in zahteva veliko ročnega dela. Poleg tega ne vključuje vremenske napovedi, z upoštevanjem katere se lahko močno racionalizira porabo vode. Napoved namakanja z vodnobilančnim modelom IRRFIB, ki ga operativno poganjajo na Agenciji Republike Slovenije (ARSO), in ga uporabljajo nekatere kmetijsko svetovalne službe, temelji le na modelirani vodni bilanci in ne vključuje meritev količine vode v tleh, vendar je dobra osnova za načrtovan Sistem podpore odločanju o namakanju (SPON) (Slika 12), katerega del smo vzpostavljali tudi v okviru projekta TriN.

V projektu TriN vzpostavljena rešitev sporočanja fenoloških faz je solidna rešitev, ki izboljša napovedi namakanja. Žal pa ni namenjena za večje število lokacij (več kot 10 oz. 20). Za dodajanje nove lokacije je v obrazec potrebno ročno ponovno vpisati vse možne fenofaze, četudi gre za kulturo, ki je že vnesena za kakšno drugo lokacijo. Za tako rabo bi bilo bistveno bolj primerno narediti spletno aplikacijo za vnos podatkov. Podobno aplikacijo UL BF skupaj s partnerji razvija v projektu LIFE ViVaCCAdapt (LIFE15 CCA/SI/000070) v okviru SPON, kjer pa napoved namakanja ne temelji le na modelirani vodni bilanci temveč vključuje meritev količine vode v tleh. V projektu sodeluje 35 kmetijskih gospodarstev iz Vipavske doline, ki bodo s testno uporabo sistema začeli v letu 2019. V okviru projekta EIP-AGRI Pro-Pridelava bo SPON vzpostavljen na državni ravni na ARSO.



Slika 12: Shematski prikaz sistema podpode odločanju o namakanju (SPON).

Opomba: * akcije, delno izvedene v okviru projekta LIFE15CCA/SI/000070 LIFE ViVaCCAdapt in nadgrajene v projektu TriN, ** akcija razvita v projektu LIFE.

Napoved namakanja je odvisna od kakovosti vhodnih podatkov, pedoloških (PK, TV), fenoloških (čas nastopa posamezne fenofaze) in količini vode v tleh. V preglednici 7 podajamo pregled možne kakovosti podatkov za vse tri tipe podatkov. Z rdečo je označena kakovost podatkov za vsak tip pred projektom TriN, z zeleno v projektu TriN, z modro pa v LIFE ViVaCCAdapt in/ali EIP-AGRI Pro-Pridelava.

Preglednica 7: Možne kakovosti podatkov za tla, fenološke faze in količino vode v tleh za delovanje sistema podpore odločanja o namakanju (SPON).

kakovost podatka	tla (PK, TV)		fenološka faza		količina vode v tleh	
	Opis	komentar	opis	komentar	opis	komentar
1 – nezadostna	pedološka karta tal	Za napoved namakanja na parcelo/njivo natančno je ločljivost podatkov premajhna.	Uporabnik ne sporoča fenoloških faz. Fenološke faze so določene na podlagi zgodovinskih podatkov.		meritev padavin z najbližje meteorološke postaje, v primeru, da ta ni v bližini	Pri katerikoli od teh rešitev se bo s časom pojavilo odstopanje modelirane količine vode v tleh od dejanske, saj uporabniki ne bodo oz. tudi ne morejo namakati točno po napovedi namakanja.
2 – solidna	določi uporabnik (trije tipi tal – lahka, srednje težka, težka)	Lahko je problem, ker lastnosti tal določa uporabnik, bolje bi bilo, da jih strokovnjak.	Uporabnik občasno sporoča fenološko fazo. Naslednja fenološka faza je izračunana na podlagi zgodovinskih podatkov.		interpolirana napoved z najbližjih meteoroloških postaj	
	določi uporabnik (po klasifikaciji tal, npr. USCS)				kombinacija meritev z radarskimi meritvami	
3 – dobra	določitev vodnozadrževalnih sposobnosti tal (Hyprop – Schindler in sod., 2010)	V primeru nespremenjene rabe tal je to potrebno narediti samo enkrat, a je potrebno, da to opravi strokovnjak, ki vzorec vzame na reprezentativnem mestu. Strošek znaša vsaj 300 EUR za kakovost podatka 3 in 4 ter 500 EUR za 5, v primeru, da je vgrajen merilnik vode v tleh.	Uporabnik sprotno sporoča oz. popravlja fenološko fazo, naslednja fenološka faza je izračunana na podlagi zgodovinskih podatkov		lastna meteorološka postaja (vsaj dežemer)	
4 – zelo dobra	določitev vodnozadrževalnih sposobnosti tal (Hyprop za poljsko kapaciteto, Richard (ISO 11274-1996) za točko venenja)		Uporabnik sprotno sporoča oz. popravlja fenološko fazo, naslednja fenološka faza se izračuna na podlagi preprostega fenološkega modela.	Za natančno napoved namakanja je poleg trenutne fenofaze potrebno vedeti tudi okviren čas nastopa naslednje fenofaze.	merilnik vode v tleh ali popravljanje napovedi s prenosnim merilnikom, ki se ga uporabi npr. 1x tedensko	Potrebno vzdrževanje in v primeru avtomatskega prenosa podatkov tudi mesečno plačilo naročnine.
5 – odlična	določitev vodnozadrževalnih sposobnosti tal (na terenu za poljsko kapaciteto, Richard (ISO 11274-1996) za točko venenja)		Uporabnik sprotno sporoča oz. popravlja fenološko fazo, naslednja fenološka faza se izračuna na podlagi naprednega fenološkega modela.		večje število merilnikov vode v tleh	Rešitev predstavlja relativno visok začetni strošek (vsaj 500 EUR), a je opravičljiva za večje površine.

2.3.2 Predlagani nadaljnji koraki za SPON

Kakovost modeliranja VB in napovedi namakanja, ki je lahko osnova tudi za izračun deficitnega namakanja, je močno odvisna od kakovostnih vhodnih podatkov. Glede na stanje nezadostne kakovosti podatkov uporabljenih v projektu (Preglednica 7) predlagamo za SPON v nadaljevanju uporabo bolj kakovostnih podatkov, kar pa zahteva nekaj dodatnih aktivnosti ter finančnih sredstev kot npr.: analiza VZL tal, nakup merilnikov vVV v tleh.

Predlagamo da:

- se v okviru Programa razvoja podeželja prijaviteljem na Podukrep M4.1 - Podpora za naložbe v kmetijska gospodarstva (t.j. nakup namakalne opreme) da možnost pridobiti večjega števila točk, če se bodo zavezali, da bodo uporabljali sistem SPON, ki bo omogočal racionalnejšo porabo vode,
- morajo prosilci za podporo podukrepa M4.1 opraviti krajši izobraževalni tečaj (npr. 4 ure) o strokovno pravilnem namakanju in možnosti uporabe SPON,
- se stroški, ki bi bili potrebni za pridobitev najvišje (odlične) kakovosti vhodnih podatkov za SPON oz. IRRFIB (izdelava krivulja VZL tal, nakup merilcev VV) del stroškov namakalne opreme, in sofinansirani iz PRP Podukrep M4.1,
- se zagotoviti ustrezna informacijska oprema in finančna podpora za izvajanje modeliranja na ARSO in sprotno bdenje (kadrovski potencial) zlasti v poletnem času, ko je optimiziranje rabe vode z namakanjem najbolj aktualno.

Stroške delovanja celotnega SPON (vzdrževanje baz, poganjenja modela itd) ne bi smeli presojati le skozi neposredne denarne koristi kmeta (t.j. manjša poraba vode za namakanje, večja kakovost pridelkov, itd) temveč v širšem okviru, tudi okoljske koristi. Z bolj učinkovito rabo vode za namakanje se namreč zmanjšujejo količinski pritiski na vodne vire. Strokovno pravilno namakanje pa zmanjšuje tudi spiranje ostankov hranil in fitofatmacevtskih sredstev in zmanjšuje onesnaženje podzemen vode. Na ta način uvedba in aktivna uporaba SPON prispeva k sinergističnemu učinku kmetijske in okoljske politike.

2.4 SKLEPI

Simulacija namakanja je eden od štirih možnih načinov za vodenje namakanja. Model IRRFIB, ki je bil razvit na ARSO in smo ga uporabili v projektu TriN, izračunava vodno bilanco z upoštevanjem: potencialne evapotranspiracije rastline (ETc), količine vode pri PK in pri TV, DZ vsebnosti vode v tleh in D. Za izračun ETc je posredno pomemben podatek o fenološki fazi rastline.

Ujemanje modeliranih vrednosti s stanjem na terenu in s tem kakovost napovedi namakanja je močno odvisno od kakovosti vhodnih podatkov. V projektu TriN smo namesto pedološke karte za privzem PK in TV za vsako od lokacij, vključenih v projekt, izdelali krivulje VZL tal in omenjena podatka privzeli od tam. Na ta način se kakovost pedoloških podatkov iz ravni nezadostnih dvigne na raven dobrih podatkov. V sklopu TriN smo razvili uporabniški vmesnik, ki omogoča uporabnikom namakalnih sistemov vnos aktualnih fenofaz rastlin in tako dvignili raven teh podatkov na dobro raven z nezadostne.

V TriN smo poskusno spremljali vVV v tleh, ne da bi uporabniki imeli možnost, da se VV v primeru odstopanja merjenih na terenu in modeliranih vrednosti, slednje ustrezno korigira. Z uvedbo te možnosti in ob kakovostnih meritvah VV v tleh, bi se kakovost teh podatkov dvignila na raven odlično. Prav tako

obstajajo možnosti za dvig kakovosti na raven odlično tudi pri prej omenjenih TV in PK. Še največji problem je dvig kakovosti podatkov pri fenoloških fazah rastlin, saj bi bilo potrebno za vsako rastlino posebej na podlagi zgodovinskih podatkov določiti primeren model.

Osnova za uporabo SPON na celotnem območju Slovenije je že pripravljena, v podatkovno bazo je potrebno le vnesti začetek prve fenofaze ter dolžino fenofaz po različnih regijah, za kar se lahko uporabi že pripravljene podatke (Pintar, 2003; Pintar, 2006).

Pomanjkljivost trenutnega SPON je vezanost na enega proizvajalca merilne oz. telekomunikacijske opreme. Za uporabo na nacionalnem nivoju in delovanju SPON na eni od državnih inštitucij je potrebno določiti standard, po katerem bi lahko SPON zajemal podatke o količini vode v tleh od kateregakoli proizvajalca merilne opreme.

V SPON so možne dodatne izboljšave, kot so modul za modeliranje rasti rastlin, izračun časa namakanja na podlagi informacij o tehničnih lastnosti namakalne opreme, implementacija dodatnih strategij v model IRRFIB, kot je npr. deficitno namakanje. SPON bi v vsakdanje aktivnosti pridelovalca, ki so povezane z vodenjem namakanja na kmetiji, bolje vključili z razvojem SPON aplikacije za pametni telefon.

Velik izziv pri vpeljavi SPON je tudi merilna oprema: od tega, kakšni merilniki vode v tleh so primerni za uporabo v SPON, ali je potrebno merilnike dodatno kalibrirati, kam jih namestiti, da so meritve čim bolj reprezentativne za celotno njivo oz. sadovnjak, do tega, kdo bo opremo strokovno vgradil in preverjal, ali deluje pravilno.

Predlagamo, da se morebitna dodatna potrebna finančna sredstva na ravni kmetije za dobro delovanje SPON sistemsko vključi v Program razvoja podeželja, podukrep M4.1. Hkrati je potrebno zagotoviti ustrezno informacijsko opremo in finančno podporo za izvajanje modeliranja na ARSO in sprotno bdenje (kadrovskega potenciala) zlasti v poletnem času, ko je optimiziranje rabe vode z namakanjem najbolj aktualno.

Stroške delovanja celotnega SPON (vzdrževanje baz, poganjenja modela itd) ne bi smeli presojati le skozi neposredne denarne koristi kmeta (t.j. manjša poraba vode za namakanje, večja kakovost pridelkov, itd) temveč v širšem okviru, tudi okoljske koristi. Z bolj učinkovito rabo vode za namakanje se namreč zmanjšujejo količinski pritiski na vodne vire. Strokovno pravilno namakanje pa zmanjšuje tudi spiranje ostankov hranil in fitofatmacevtskih sredstev in zmanjšuje onesnaženje podzemne vode. Na ta način uvedba in aktivna uporaba SPON prispeva k sinergističnemu učinku kmetijske in okoljske politike.

2.5 VIRI

- Allen R. G., Perreira L. S., Raes D., Smith M. 1998. Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Food and Agriculture Organization: 300 str.
- Doorenbos J., Pruitt W. O. 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 24. FAO, Rome: 144 str.
- FAO. 2017. Land & Water, Database and software. Crop water information. <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/en/> (5.7.2017)

- Ipavec (Pogačar) T. 2007. Možni vplivi podnebnih sprememb na vodno bilanco tal v Sloveniji. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko: 63 str.
- Kajfež Bogataj L., Sušnik A. 2003. Operativni agrometeorološki modeli za izračun vodne bilance
- Košak E. 2018. Razlika med krivuljo vodno zadrževalnih lastnosti tal ob upoštevanju modelirane in izmerjene točke venenja. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 46 str.
- Kurnik B. 2014. Analiza vpliva podnebja na vodni primanjkljaj v kmetijskih tleh v Evropi. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko: 129 str.
- kmetijskih tal. V: Zbornik simpozija Novi izzivi v poljedelstvu 2002, Zreče, 5.–6. dec. 2002.
- Matajc I. 1994. Suša v kmetijstvu v letu 1993. Ujma, 8: 12–15
- Matajc I. 1995. Kmetijska suša in namakanje v Prekmurju leta 1994. Ujma, 9: 55–58
- Matajc I. 2001. Značilnost in posledice kmetijske suše leta 2000 v Sloveniji. Ujma, 14-15: 156–161
- Matajc I. 2002a. Suša leta 2001. Ujma, 16: 74–80
- Matajc I. 2002b. Suša. V: Nesreče in varstvo pred njimi. Ušeničnik B. (ur.). Ljubljana, Uprava za zaščito in reševanje, Ministrstvo za obrambo: 297–302
- Pintar M. 2003. Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v severovzhodni Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 55 str.
- Pintar M. 2006. Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v zahodni, osrednji in južni Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 51 str.
- Pintar M. 2009. Končno poročilo za pilotno študijo o oceni porabljene količine vode za namakanje površin. Pilotna študija. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije: 23 str.
- Roberti J. A., Ayres E., Loescher H. W., Tang J., Starr G., Durden D. J., Smith D. E., de la Reguera E., Morkeski K., McKlveen M., Benstead H., SanClementes M. D., Lee R. H., Gebremedhin M., Zulueta R. 2018. A robust calibration method for continental-scale soil water content measurements. *Vadose Zone Journal*, 17(1): vzj2017.10.0177
- Schindler U., Durner W., Muller L., von Unold G. 2010. Evaporation Method for Measuring Unsaturated Hydraulic Properties of Soils: Extending the Measurement Range. *Soil Science Society of America Journal*, 74: 1071-1083
- Sušnik A. 2014. Zasnove kazalcev spremljanja suše na kmetijskih površinah. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 256 str.
- Sušnik A., Matajc I., Kodrič I. 2006. Agrometeorological support of fruit production: application in SW Slovenia. *Meteorological Applications*, 13(S1): 81-86, doi: 10.1017/S1350482706002581
- Sušnik A., Valher A. 2012. Spomladanska suša in drugi vremenski vplivi na kmetijske rastline leta 2011. Ujma, 26: 55-69
- Sušnik A., Valher A. 2013. Vremensko pogojene težave v kmetijstvu v letu 2012. Ujma, 27: 62-70
- Sušnik A., Valher A. 2014. Od mokre pomladi do sušnega poletja 2013. Ujma, 28: 75-84
- Sušnik A., Žust A., Habič B. 2011. Strategija upravljanja voda za zmanjšanje pomanjkanja voda v Alpah, Poročilo o delu na projektu (Alp-Water-Scarce). Ljubljana, Agencija RS za okolje: 62 str.
- UMS Hyprop. 2018. The University of Manchester. Multiphase flow and porous media. <https://personalpages.manchester.ac.uk/staff/nima.shokri/LabFacilities.html> (25.8.2018)
- Valher A. 2016. Primerjava modelov za računanje vodne bilance tal. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko: 81 str.

3 HMELJ

3.1 PREGLED LITERATURE

3.1.1 Značilnosti rastline

Hmelj (*Humulus lupulus* L.) je trajnica in dvodomna vzpenjavka iz družine Cannabaceae. Gojijo se ženske rastline z namenom pridobivanja storžkov, ki se primarno uporabljajo pri proizvodnji piva, kateremu dajejo značilno grenkobo in aromo.

Rastna doba hmelja je približno od začetka meseca aprila do sredine meseca septembra. Različne sorte hmelja ločimo glede na čas zrelosti. Tako poznamo zgodnje, srednje zgodnje, srednje pozne in pozne sorte.

Pri hmelju poznamo devet osnovnih fenofaz, ki so razdeljene v sekundarne fenofaze (Meier, 2001). Nastop fenofaz, ki so pomembne pri namakanju hmelja in je v njih rastlina lahko tudi različno občutljiva na sušo, je za sorto 'Bobek', ki je bila v projektu TriN vključena v poskus, prikazan v Preglednici 8.

Preglednica 8: Fenofaze hmelja sorte 'Bobek' v letu 2017 in 2018 na lokaciji Žalec in občutljivost na sušo.

Faza		Datum nastopa fenofaze		Občutljivost na sušo	
Št. faze v TriN	BBCH	Opis faze	v letu 2017	v letu 2018	
1		Pojav prvih poganjkov	07. 04.	22. 04.	srednja
2		Prvi par listov je razgrnjen	09. 05.	04. 05.	srednja
3		Prvi par stranskih poganjkov	26. 05.	30. 05.	majhna
4		Rastlina je dosegla vrh opore	09. 06.	15. 06.	majhna
5		Začetek cvetenja	29. 06.	05. 07.	velika
6		Pojav storžkov	31. 07.	30. 07.	velika
7		Storžki - končna velikost	21. 08.	20. 08.	velika
8		Zrelost storžkov, pobiranje pridelka	05. 09.	03. 09.	majhna

Po navajanju tuje literature je lahko globina korenin hmelja 2,4 m ali več. Za potrebe namakanja v Sloveniji pri hmelju upoštevamo globino korenin 40 cm, kjer hmelj črpa 90 % vode (Majer, 2000) in se po fenofazah ne spreminja, saj je hmelj trajnica.

3.1.1.1 Občutljivost hmelja na pomanjkanje vode

Pri hmelju je zadostna količina vode v tleh pomembna za količino in kakovost pridelka. Pomanjkanje vode v tleh, ki je lahko tudi posledica nestrokovnega namakanja hmelja, se lahko odraža še v naslednjih dveh rastnih obdobjih in sicer v manjšem pridelku, neenakomernem dozorevanju, neenakomerni velikosti storžkov ter manjši količini lupulina, ki predstavlja glavno tržno vrednost hmelja. Škoda v nenamakanih nasadih je še posebej značilna v mlajših nasadih ali v nasadih na plitkih tleh in tleh z majhno vodnozadrževalno sposobnostjo (Evans, 2003). Količina in kakovost pridelka sta v kompleksni povezavi s časom in količino dodane vode. Hmelj porablja manj vode na začetku rastne sezone, poraba se nato povečuje do polne razvitosti in je bolj odvisna od količine listne mase rastoče rastline hmelja kot od vremenskih razmer (Middleton, 1963; Williams in Brown, 1959, cit. po Majer, 2000). Prikaz občutljivosti hmelja na pomanjkanje vode v tleh je za vse fenofaze prikazana v prilogi B.1.

Namakanje hmelja včasih da želene rezultate (Slavik in Kopecky, 1997, cit. po Svoboda in sod., 2008)), včasih pa ne (Thompson, 1967 (cit. po Majer, 2000); Zattler in Maier, 1968 (cit. po Majer, 2000);

Brooks, 1961 (cit. po Majer, 2000)). Pretirano zgodnje namakanje lahko škoduje koreninam, saj lahko povzroča hmeljevo peronosporo in koreninske gnilobe (Evans, 2003; Zepp in sod., 1995). Prvo kritično obdobje je v času cvetenja (prva polovica julija) in drugo med rastjo storžkov (od druge polovice julija do prve polovice avgusta) (Rybaček, 1991). DZ oz. količina vode, pri kateri rastlina začuti sušni stres, je 0,5 oz. 50 % RV (Allen in sod., 1998).

Osnovno vodilo v primeru pomanjkanja razpoložljivih vodnih virov je, da razpoložljivo vodo razporedimo strateško. Celotno potrebo rastlin po vodi je pomembno pokriti na začetku rastne sezone in spet v začetku julija in avgusta, kar naj bi bilo boljše kot enakomerno dodajanje majhnih obrokov skozi celotno sezono, ki ima večji negativni vpliv na količino in kakovost pridelka.

V primeru, da je gladina pozemne vode visoko (t.j. od 120 do 150 cm) pod površino tal, lahko med rastno sezono zadosti večini potreb hmelja po vodi in znatno zmanjša potrebo po namakanju (Evans, 2003; Kišgeci, 1974). Hmelj lahko nekaj vode sprejme tudi skozi liste oz. nadzemne dele, in sicer 5000 rastlin preko noči z roso sprejme 3465–8870 l vode in na ta način krije 20 % dnevnih potreb po vodi. Za 1 kg suhe snovi hmelj potrebuje 300-500 l vode (Kišgeci, 1974).

3.1.2 Prevladujoče tehnologije namakanja hmelja v Sloveniji

V Sloveniji se namaka 794 ha hmeljišč (Zgodovina namakanja v Slovenij, 2019) od skupno 1667 ha vseh hmeljišč (Pavlovič, 2018). Tehnologija namakanja z razpršilci oziroma bobnastimi namakalniki (rolomati), ki je v uporabi že več kot tri desetletja, ima slabo učinkovitost namakanja (ocenjene izgube vode so 40 %) in kar nekaj slabosti. Gre namreč za delovno zelo zahtevno tehnologijo namakanja, ki porabi veliko energije, povečuje možnosti spiranja hranil v podtalnico in z njo, zaradi visokih tlakov na razpršilcih, ni mogoče namakati prvoletnih nasadov hmelja.

Večja učinkovitost namakanja je lahko dosežena z uporabo novejših kapljičnih tehnologij, ki so se v zadnjih letih pri namakanju hmelja uveljavile tudi v Sloveniji in postopoma izpodrivajo tehnologijo namakanja z rolomati. Glavna prednost kapljičnega namakanja je potencial, da se zmanjša poraba vode in doseže zelo velika učinkovitost namakanja, ob majhni porabi energije in majhni delovni zahtevnosti. Kapljično namakanje se v hmeljarstvu pojavlja v treh izvedbah (podzemni kapljični sistem, kapljični sistem na vrhu žičnice in sistem, kjer so namakalne cevi položene v vrsto s hmeljem). V Sloveniji imamo s strokovno pravilnim izvajanjem in uravnavanjem kapljičnega namakanja hmelja zelo malo izkušenj.

Pri strokovno pravilnem vodenju namakanja se zaradi habitusa rastline pri hmelju pojavlja še nekaj dodatnih izzivov od opisanih v poglavju 1. Čeprav imamo K_c vrednosti relativno dobro določene in imamo razmeroma dobre podatke o ETo, pa predvsem za kapljično namakanje pri hmelju nimamo jasno določene najboljše metode določitve, koliko segajo rastline hmelja v medvrstno razdaljo in kako pri tem upoštevati »V« obliko nasada oz. projekcijo krošnje.

3.2 MATERIALI IN METODE DELA

3.2.1 Opis lokacije, naravnih danosti in sorte

Dvoletni poljski poskus se je izvajal v Spodnji Savinjski dolini, na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu, na lokaciji s koordinatami 46°14'48,44" 15°9'41,46" in nadmorsko višino 255 m.

Tla na poskusu se uvrščajo v glinasto ilovnata do ilovnata (Priloga B.2). PK, 38,8 vol %, in TV, 28,2 vol %, sta bili določeni iz povprečne krivulje (N=3) VZL tal na območju poskusa (Priloga B.2). Med krivuljami, ki so bile izmerjene na neporušenih vzorcih tal, odvzetih na vsakem od obravnavanih blokov v poskusu, ni večjih odstopanj.

Lokacija ima zmerno celinski padavinski režim. Največ padavin pade poleti, in sicer v obliki ploh in neviht. V letu 2017 smo na območju Žalca v treh poletnih mesecih (junij, julij, avgust) zabeležili le 214 mm dežja, kar je 166 mm manj kot znaša dolgoletno povprečje. V letu 2018 smo v treh poletnih mesecih (junij, julij, avgust) zabeležili 356 mm dežja, kar je 31,2 mm manj kot znaša dolgoletno povprečje (Priloga B.3).

Podzemna voda je na območju dna Spodnje Savinjske doline zelo plitvo pod površjem. Nivo gladine podtalnice v Spodnji Savinjski dolini niha med 0,88 m in 3,57 m pod površjem. Povprečna globina do nivoja podzemne vode je 2,8 m, kar je zelo malo. Globina podzemne vode se lahko ob obilnejših deževjih dvigne tudi do površja (Milavec in Verbovšek, 2012). Za območje dna je značilna enotna geološka zgradba, prekrivajo ga kvartarne usedline, ki so večinoma sedimenti z medzrnsko poroznostjo (večinoma prod) in so zelo dobro prepustne. Sorta 'Bobek', ki je bila vključena v poskus, je srednje zgodna, ki je optimalno zrela od 25. avgusta do 1. septembra (Čeh in sod., 2012).

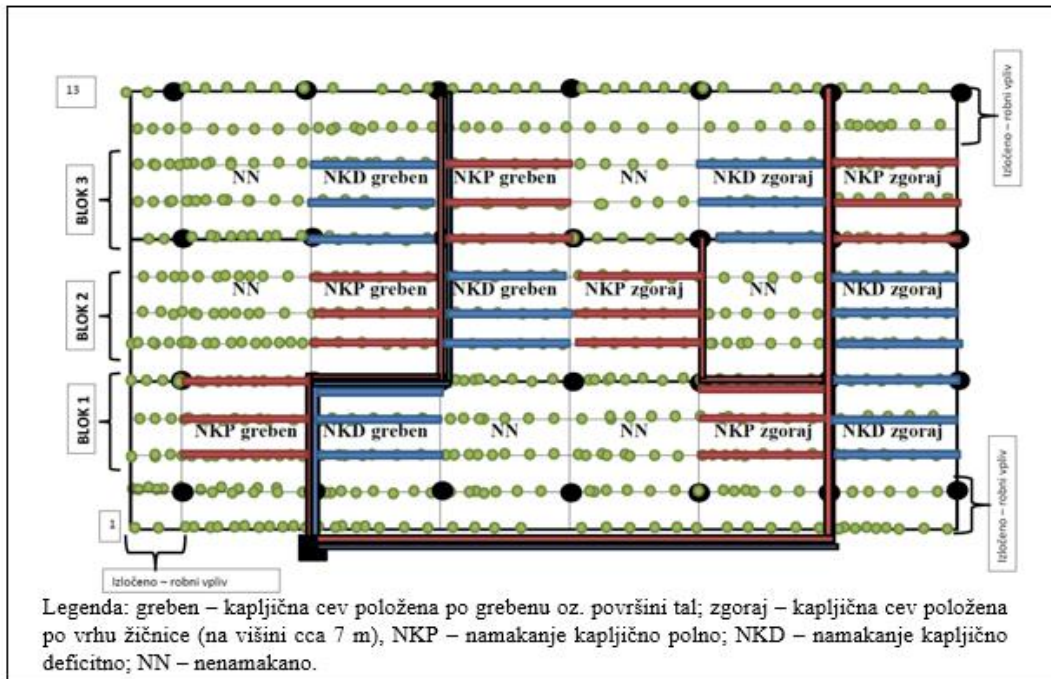
3.2.2 Zasnova poskusa

Poskus je bil izveden v split plot poskusni zasnovi (Slika 13, Priloga A.1). Ponovitev je predstavljal en blok z dvema glavnima parcelama (tehnični način namakanja: cev s kapljači je položena na greben, cev s kapljači je pritrjena na žičnico nad hmeljem), vsaka glavna parcela je bila razdeljena na tri podparcele (količina namakanja: nenamakano, namakano 100 % po napovedi ARSO, namakano 80 % po napovedi ARSO). Imamo 6 obravnavanj (2 tehnična načina namakanja × 3 načini namakanja), pri čemer je nenamakano zgoraj enako kot nenamakano na grebenu, zato je poimenovanj v Preglednici 8.2 le pet) vsako obravnavanje je bilo ponovljeno na treh parcelah: 6 obravnavanj × 3 bloki (ponovitve) = 18 parcel (blok je obsegal tri vrste hmelja). Poimenovanje in opis obravnavanj je v Preglednici 9. Vsaka parcela je imela 3 vrste hmelja dolžine 10,4 m (27 rastlin). Tehnični opis namakalnega sistema je v prilogi B.4

Preglednica 9: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu hmelja na poskusnem polju Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc opis	(%)	Lokacija namakalne opreme
NN	nenamakano			
NKP_zgoraj	kapljično	polno*	100	na vrhu žičnice
NKD_zgoraj	kapljično	deficitno**	80	na vrhu žičnice
NKP_greben	kapljično	polno*	100	položeno na greben
NKD_greben	kapljično	deficitno**	80	položeno na greben

Opomba: * po napovedi Agencija Republike Slovenije za Okolje; ** preračunano v skladu z napovedjo ARSO



Slika 13: Shema poskusa v nasadu hmelja, Žalec.

3.3 MERITVE IN ANALIZE

3.3.1 Količine pridelka

V času tehnološke zrelosti hmelja smo za vsako parcelo določili število reprezentativnih rastlin, ki jih bomo obirali (izločene so bile enoletne rastline). Poskus smo nato obirali ločeno za vsako parcelo posebej, pridelek stehali, z vsake parcele vzeli vzorec za analizo na vsebnost vlage in le-te dostavili v laboratorij.

3.3.2 Kakovost pridelka

V storžkih smo določali sestavo sekundarnih metabolitov hmelja, ki so pokazatelji njegove uporabnosti in določajo njegovo ceno na trgu. V primeru hmeljnih smol smo se osredotočili na alfa kisline, ki smo jih določali s tekočinsko kromatografijo z UV detekcijo po standardni metodi AnalyticaEBC.

3.3.3 Količina vode za namakanje

Na ARSO smo javljali podatke o poteku fenofaz, ki so pomembne za namakanje, da so modelirali VB za polno namakanje s kapljači za hmelj na lokaciji poskusa in dali prognozo namakanja. Modeliranje VB in namakanja za leti 2017 in 2018 sta za hmelj predstavljeni v prilogi B.5. Primerjali smo modelirano količino vode za namakanje in dejansko porabo vode pri polnem namakanju, kot smo jo zabeležili z vodomerom na poskusu.

3.3.4 Vsebnost vode v tleh

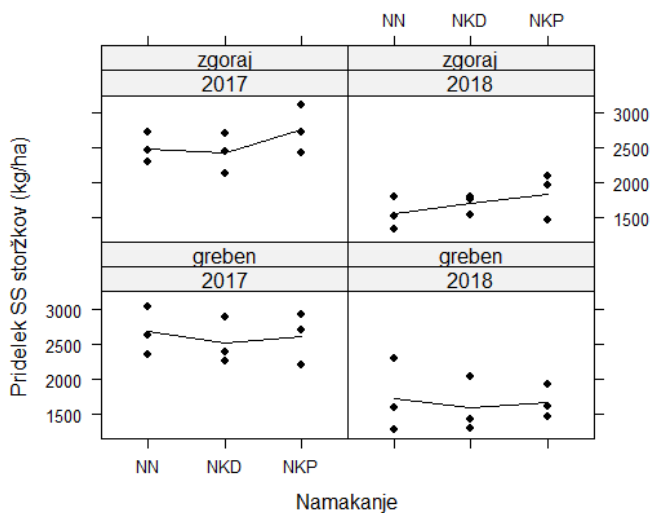
Na vseh osemnajstih parcelah so se izvajale kontinuirane meritve vVV. Skupaj je bilo vstavljenih 45 sond (15 x 3) proizvajalca Eltratec, model MVZ 100, ki delujejo na principu TDR. Postopek kalibracije je opisan v poglavju 2.2.5.1 Sonde so bile vgrajene 8. 6. 2017, namakalni sistem je bil vgrajen 20. 6. 2017, sprejemniki in oddajnik pa 1. 8. 2017. Sonde so bile vstavljene na globini 40 cm in so merile vVV vsakih 30 min. Na podlagi polurnih kalibriranih meritev smo izračunali dnevna povprečja vVV.

Grafično smo primerjali povprečno VVV po obravnavanjih določenih glede na tehnični način namakanja in glede na količino namakanja.

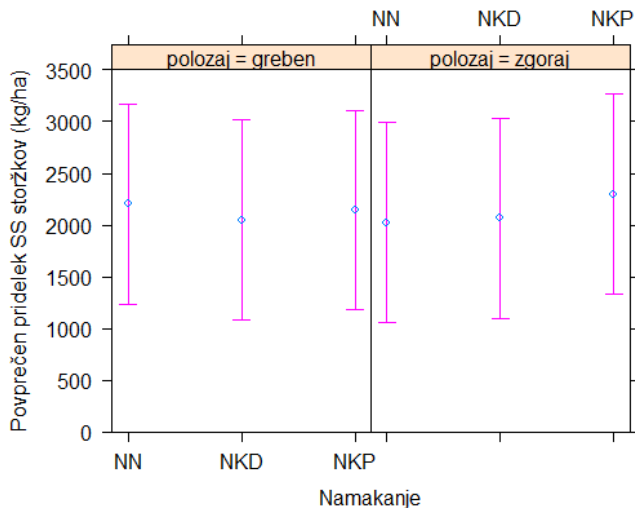
3.4 REZULTATI

3.4.1 Količina pridelka hmelja

Ob upoštevanju rezultatov vlage v storžkih smo za vsako obravnavanje izračunali pridelek suhe snovi hmelja oz. storžkov na hektar (Slika 14). Analiza pridelka hmelja je pokazala, da ni statistično značilnih razlik v povprečnem pridelku suhe snovi storžkov glede na količino in način namakanja (Slika 15).



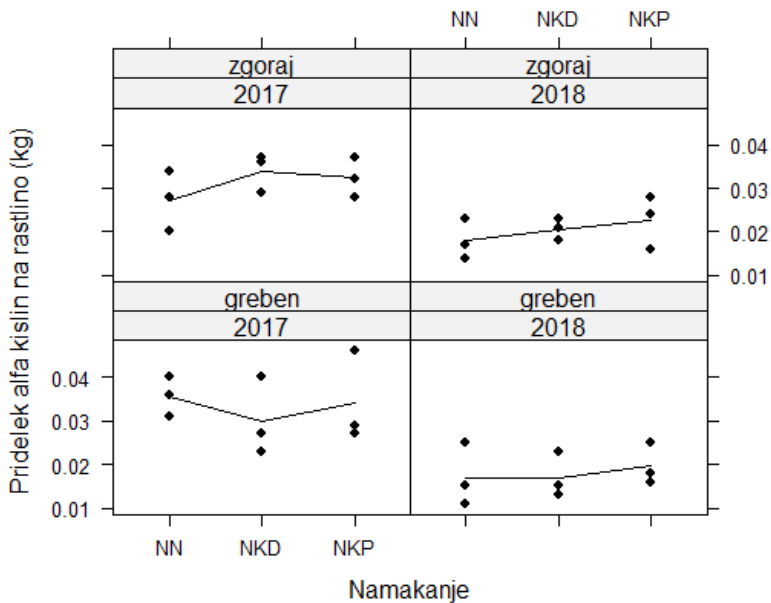
Slika 14: Pridetek suhe snovi v storžkih preračunan na kg/ha pri različnih načinih namakanja v letih 2017-2018. Črta povezuje povprečja po obravnavanjih.



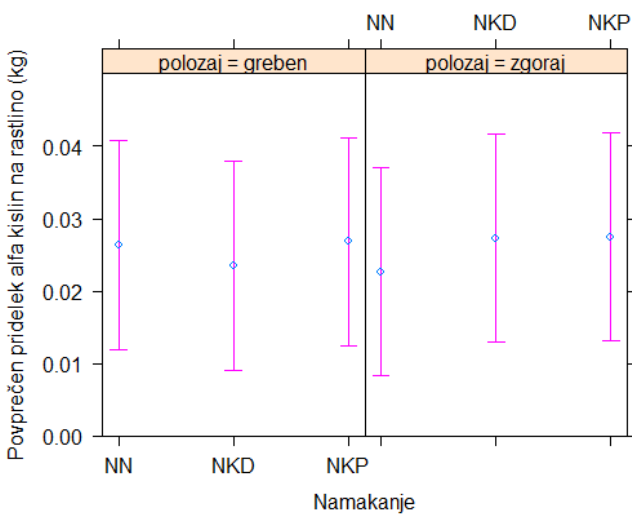
Slika 15: Povprečni pridelek suhe snovi v storžkih hmelja (kg/ha) s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja glede na način in količino namakanja ocenjen na podlagi dvoletnega poskusa v letih 2017 in 2018.

3.4.2 Kakovost pridelka hmelja

Pridetek alfa kislin v storžkih hmelja (Slika 16) je v obeh letih izvajanja poskusa nakazoval podobne rezultate kot pridelek hmelja. Analiza je pokazala, da ni statistično značilnih razlik v povprečni vsebnosti alfa kislin glede na način in količino namakanja (Slika 17).



Slika 16: Pridelok alfa kislin v storžkih hmelja (kg/rastlino) glede na način in količino namakanja v letih 2017 in 2018. Črta povezuje povprečja po obravnavanjih.



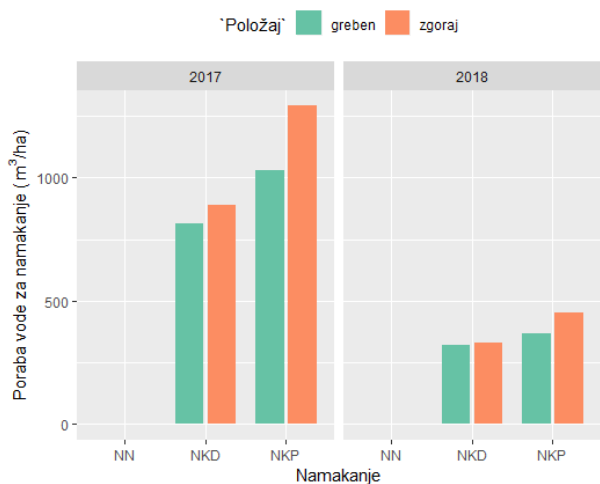
Slika 17: Povprečni pridelok alfa kislin v storžkih hmelja (kg/rastlino) s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja glede na način in količino namakanja ocenjen na podlagi dvoletnega poskusa v letih 2017 in 2018.

3.4.3 Količina vode za namakanje

Količina porabljene vode za namakanje je bila v letu 2017 bistveno večja kot 2018 (Slika 18). Pri deficitnem namakanju je bila pričakovano manjša kot pri polnem. Količina porabljene vode, ko je bila namakalna cev nameščena na vrhu žičnice, je v obeh letih nekoliko večja kot pri namakanju, ko je bila kapljična cev položena na greben.

Modeliranje polnega namakanja z modelom IRRFIB je v sezoni 2017 predvidelo skupno porabo vode 3342 m³/ha (Priloga B.5). Količina dejansko porabljene je bila pri polnem namakanju 1290 (žičnica) in 1029 m³/ha (greben).

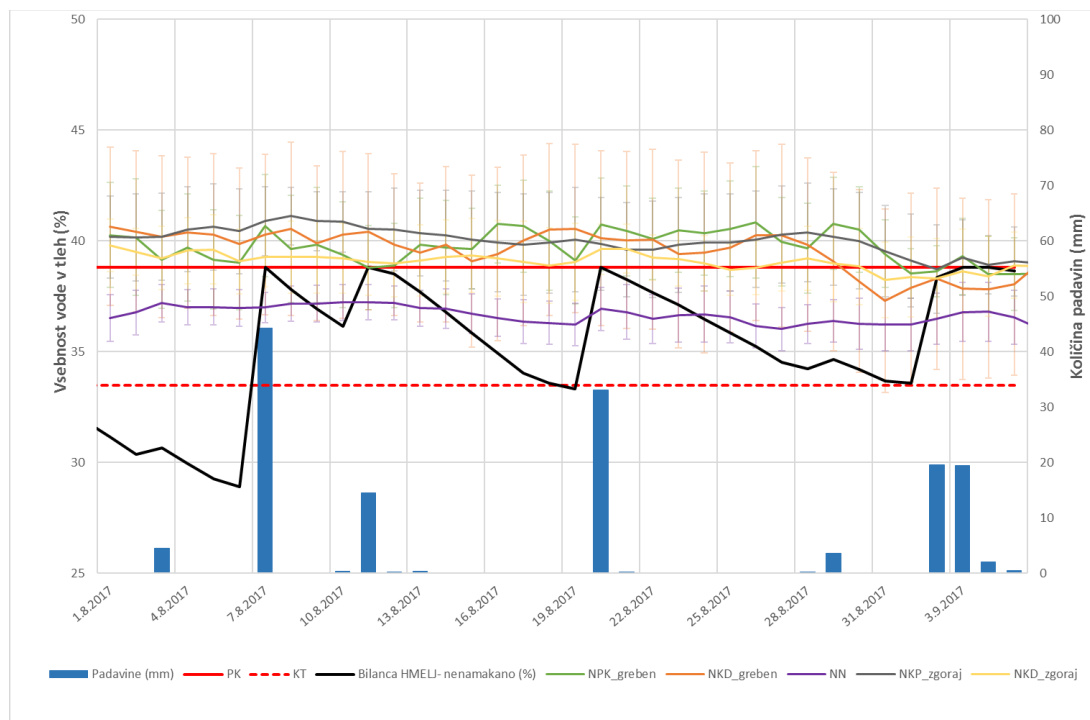
Leta 2018 je model pri polnem namakanju predvidel skupno porabo vode 2066 m³/ha (Priloga B.5). Količina dejansko porabljene je bila pri polnem namakanju 451 (žičnica) in 365 m³/ha (greben).



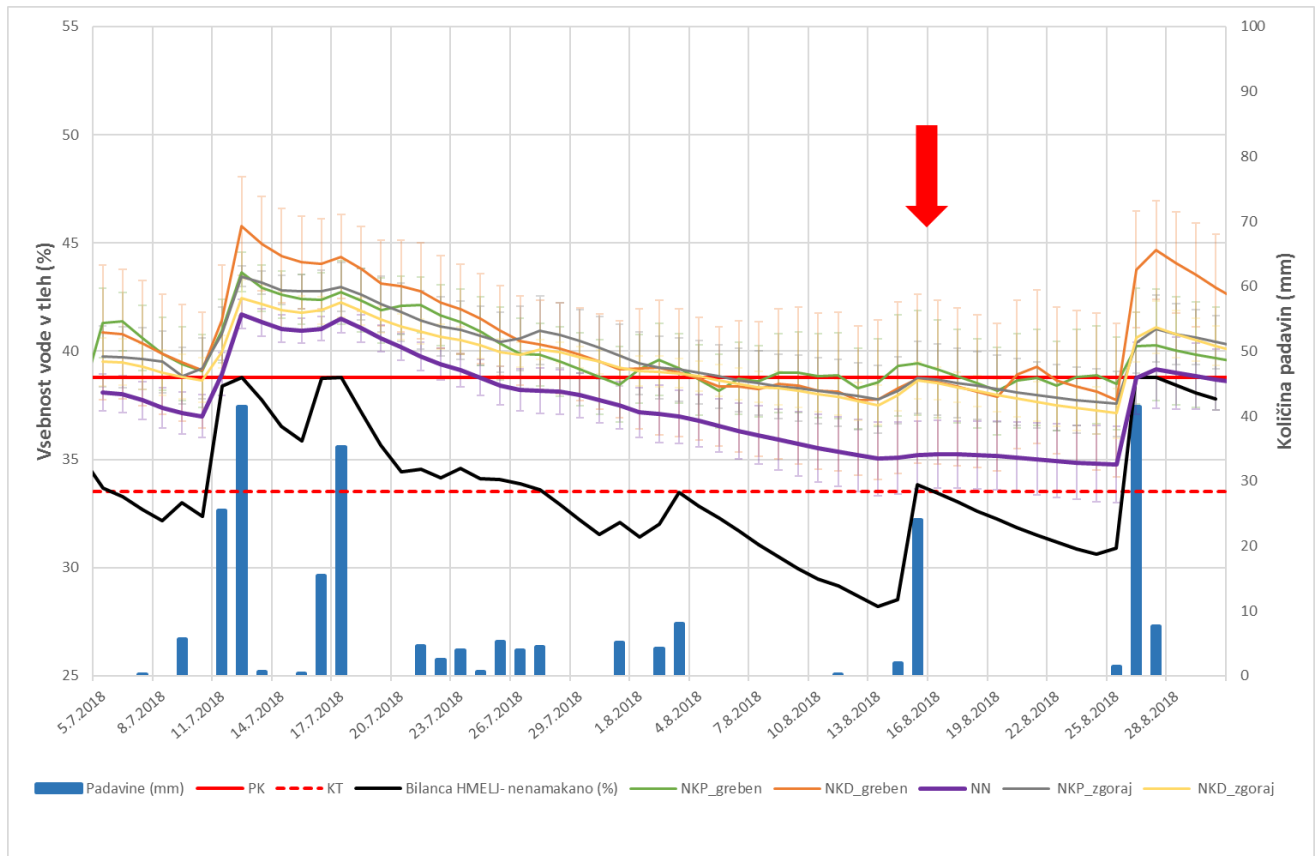
Slika 18: Količina porabljene vode (m³/ha) pri hmelju glede na način in količino namakanja v letih 2017 in 2018.

3.4.4 Vsebnost vode v tleh

Dnevna povprečja vVV po obravnavanjih kažejo veliko prostorsko variabilnost vVV znotraj obravnavanj (standardne napake na Slikah 19 in 20). O razlikah v vVV med polno in deficitno namakanimi obravnavanji hmelja ne moremo govoriti v nobeni od sezon. Nekoliko odstopajo navzdol le količine pri NN v obeh letih (Slika 19, Slika 20). Merjena vVV je bila večinoma nad PK.



Slika 19: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v hmeljišču v Žalcu v letu 2017. Pripadajoča standardna napaka (N=3), modelirana vodna bilanca (vol %) in dnevna vsota padavin (mm) na meteorološki postaji Celje.



Slika 20: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v hmeljišču v Žalcu v letu 2018. Pripadajoča standardna napaka (N=3), modelirana vodna bilanca (vol %) in dnevna vsota padavin (mm) na meteorološki postaji Celje.

3.5 KOMENTAR REZULTATOV

Zaradi problemov z dobavo namakalne in merilne opreme je bil poskus v letu 2017 vzpostavljen pozno v namakalni sezoni. V letu 2018 so bile zaradi specifikave pridelave hmelja kapljične namakalne cevi na greben položene šele 6. 6. 2018. Zaradi pogostih padavin in nasičenih tal so namreč zaostajala redna tehnološka opravila, med njimi osipanje hmelja, ki ogrne zemljo k rastlini. S tem se fiksira trte, prekrije in zaduši plevele ter omogoči rast nadomestnih (adventivnih) korenin. Hmelj je bil tako osut šele 5. 6. 2018, pred tem pa polaganje cevi ni smiselno, saj greben v vrsti hmelja še ni v celoti formiran, prav tako pa bi osipanje zasulo že položene kapljične cevi.

Povprečen pridelek hmelja v poskusu 2017 je bil 2581 ± 70 kg/ha in 2018 1682 ± 70 kg/ha. V prvem letu je bil pridelek nadpovprečen in v drugem povprečen glede na povprečen pridelek na površinah IHPS za obdobje 1992-2018, ki je 1830 kg/ha (min. 909 kg/ha in maks. 2383 kg/ha).

Količina povprečnega pridelka v obravnavanih letih je razporejena proti pričakovanjem, saj je bilo leto 2018 optimalno za pridelavo hmelja in bi pričakovali večji pridelek v letu 2018. Predvidevamo, da je razlog takšnih rezultatov zastajanje vode v hmeljišču, predvsem v kolesnicah, zaradi pogostih padavin v letu 2018. Zastajanje vode je bilo prisotno kljub bistveno manjšim količinam porabljene vode za namakanje od predvidene z modeliranjem. Predvidevamo, da so bile nekateri padavinski dogodki lokalni na območju lokacije poskusa in jih na meteorološki postaji niso zaznali, da bi jih upoštevali v modeliranju VB.

Količina dejansko porabljene vode za polno namakanje je bila v letu 2017 le 38 % (žičnica) in 31 % (greben) modelirane in v letu 2018, še manjša, le 22 % (žičnica) in 18 % (greben) modelirane. V letu 2017 je bilo obdobje modeliranja precej daljše kot obdobje izvajanja namakanja, saj se je slednje zaradi pozne postavitve poskusa začelo šele konec junija in to je tudi vsaj eden od razlogov za manjšo porabo vode. V letu 2018 pa je včasih napoved ARSO predvidela namakanje, četudi je v nasadu zastajala voda in tedaj namakanje ni bilo izvedeno.

Način in količina namakanja proti pričakovanjem nista imela vpliva na količino in kakovost pridelka. Predvidevamo, da bi se pričakovane razlike pokazale v letih z manj padavinami. Zaradi pogostih padavin so bile rastline v obravnavanjih »zgoraj« in »greben« zelo enako izpostavljene vodi oz. povečani vlažnosti in posledično napadu bolezni. V bolj sušnem letu bi pri obravnavanjih »greben« pričakovali manjši napad bolezni.

V obeh letih je bilo precej problemov tudi s puščanjem kapljičnih cevi, ki so bile nameščene nad hmeljem oz. na vrhu žičnice. Najpogostejši razlog so bile poškodbe zaradi ptičev, ki so zaradi iskanja vode v cev naredili nekaj mm veliko luknjo. Zaradi tega so bile količine porabljene vode na vrhu žičnice nekoliko večje kot na grebenu. Obe obravnavanji sta sicer imeli enak režim oz. enako količino namakanja.

Ob enaki količini namakanja bi pričakovali pri obravnavanjih »greben« večje vVV v tleh, saj bi bilo pri teh obravnavanjih manj izgub vode. Pri obravnavanjih »zgoraj« se po predvidevanjih velik del vode izgubi, ker izhlapi s površine rastlin. Vendar zaradi velike variabilnosti meritev vVV in delno verjetno tudi zaradi dejstva, da so cevi na žičnici puščale in so rastline v teh obravnavanih dobile več vode kot v obravnavanjih »greben«, tega ne moremo potrditi.

Meritve vVV so v večini primerov kazale vrednosti nad PK. Delno je to res lahko odsev dejanskega stanja, torej zastajanja vode v talnem profilu in na površini tal. Po drugi strani pa je bila PK določena v laboratoriju iz krivulje VZL tal, kjer arbitrarno privzamemo količino vode pri matričnem potencialu - 330 kPa. Druga možnost določanja PK je iz meritev na terenu. Po pričakovanjih bi se PK v danem primeru povečala, razlike med merjenimi in modeliranimi vVV v tleh bi se zmanjšale in bi se modeliranje in s tem napoved namakanja lahko izboljšala.

V času trajanja poskusa smo med posameznimi parcelami opazili precejšnje razlike v rasti, bujnosti in višini rastlin, ki niso bile povezane z izvajanjem namakanja. Na primer, v obeh letih so bile najbujnejše rastline opažene na nekaterih parcelah, ki so bile nenamakane oz. kontrolne. Predvidevamo, da je do takšnih odstopanj prihajalo zaradi nehomogenosti tal globlje v talnem profilu ter morda zaradi različne višine podzemne vode na posameznih delih mikrolokacije. Podzemna voda je na obravnavanem območju namreč zelo plitvo pod površjem. Po drugi strani se na lokaciji izvajanja poskusa nahajajo globoka ter dobra tla zaradi česar hmelj na nenamakanih parcelah ni trpel večjih posledic zaradi pomanjkanja vode v tleh. Najverjetneje bi bili rezultati poskusa na lahkah peščenih tleh drugačni.

V obeh letih izvajanja poskusa je bil opažen občasen razkorak v količini padavin zabeleženih na meteorološki postaji in na mikrolokaciji poskusa, zato je bila uporabnost napovedi, kljub strokovni podpori ARSO, omejena. Ob nekaterih deževnih dogodkih je razvidno, da se je vVV pri modeliranju povečala, medtem ko sonde na terenu povečanja vVV niso zaznale (Slika 20). V tej situaciji je deževni dogodek registrirala le meteorološka postaja in je bil pri modeliranju lahko upoštevan. Tovrstni dogodki

so povečevali razkorak med merjenimi in modeliranimi vVV in zmanjševali natančnost napovedovanja namakanja.

Pri deležu glin v tleh nad 20 % poleg ostalega predstavljajo izziv tudi meritve vVV. Sonde s TDR metodologijo so občutljive na vsebnost glin in nad omenjeno vrednostjo večina njih meri manj točno (Gong in sod., 2003), kar je tudi eden od vzrokov za veliko prostorsko variabilnost merjene vVV. Drugi vzroki so lahko še dejanska variabilnost vVV, ki ni bila predmet študije v projektu TriN in kakovost uporabljenih sond, ki bi zaradi manjše tehnološke napake potrebovale individualno kalibracijo (torej kalibracija vsake sonde na konkretna tla) in ne le kalibracijo tipa/modela sonde, ki smo jo za te sonde izvedli v projektu TriN.

3.6 SKLEPI

V splošnem so bili pridelki hmelja na poskusnih parcelah večji v letu 2017, kar je proti pričakovanjem, saj je leto 2018 optimalno za pridelavo hmelja. Predvidevamo, da je razlog takšnih rezultatov zastajanje vode v hmeljišču, predvsem v kolesnicah, zaradi pogostih padavin v letu 2018. Sorta hmelja 'Bobek' se po naših predvidevanjih slabo odziva na prekomerno vlažnost tal, predvsem v prvih dveh tretjinah rastle sezone. O podobnih rezultatih, a za druge sorte hmelja poročajo tudi nekateri viri, kjer je npr. za sorto 'Celeia' ugotovljeno, da ima najslabše pridelke v izrazito mokrih letih z ekstremnimi majskimi padavinami.

Vremenske razmere v nobenem od poskusnih let niso bile optimalne za določanje vpliva polnega in deficitnega namakanja na količino in kakovost pridelka hmelja. Statistično značilne razlike v pridelku hmelja so bile le med obravnavanimi leti ne pa med obravnavanji z različno postavitvijo namakalne opreme (na žičnico, ali na greben) in količino namakanja (polno ali deficitno).

Dejansko porabljen količina vode za namakanje je bila le 18-38 % od modelirane. Modeliranje VB je, zaradi različnih vzrokov, precenilo potrebo po namakanju hmelja v letih 2017 in 2018 na poskusnem polju IHP Žalec.

Meritve vVV pri poskusu s hmeljem so pokazale potrebo po dvigu kakovosti vhodnih podatkov za modeliranje VB v tleh za izboljšanje napovedi namakanja in sicer: (a) z določitvijo PK z meritvami na terenu in določanja TV z gravimetrično, (b) z možnostjo vnosa popravkov vVV v model. S slednjim se izognemo šibki točki modeliranja namakanja, ki je povezana: (a) z (ne)zaznavanjem dežja na obravnavani lokaciji in (b) kljub sprotne vnosa aktualnih fenofaz rastline, z nepoznavanjem dejanskega stanja rastlinskega pokrova, ki vpliva na porabo vode. Prav tako je potrebno več pozornosti posvetiti kalibraciji uporabljenih sond, še posebej, če je v tleh več skeleta ali glin, kot je bilo slednje primer na lokaciji poskusa v Žalcu.

3.7 VIRI HMELJ

Allen R, Pereira L. S, Raes D, Smith M. 1998. Crop evapotranspiration. Irrigation and drainage paper No. 56. Rome, FAO: 300 str.

Brooks S. N., Horner, C. E. 1961. Hop Production. U.S.D.A. Agric. Information Bulletin, 240: 20-22

Čeh B., Čerenak, A., Čremožnik, B., Ferant, N., Friškovec, I., Knapič, M., Košir, I. Jože, Leskošek, Gregor, Livk, Joško, Dušica M., Naglič, B., Oset Luskar, M., Pavlovič, M., Radišek, S., Rak Cizej, M., Rovar, A., Zmrzlak, M., Žolnir, M., Žveplan, S. 2012. Hmelj od sadike do storžko: zbirka vsebin za izobraževanje za Nacionalno poklicno kvalifikacijo (NPK) Hmeljar/hmeljarka. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije: 135 str.

Evans R. 2003. Hop management in water-short periods. EM4816, Drought Advisory

- Gong Y., Cao Q., Sun Z. 2003. The effects of soil bulk density, clay content and temperature on soil water content measurement using time-domain reflectometry. *Hydrological Processes*, 17: 3601-3614
- Kišgeci J. 1974. Vodni režim biljaka hmelja u različitim uslovima navodnjavanja i mineralne ishrane. Doktorska disertacija, Novi Sad
- Majer D. 2000. Vodni stres pri hmeljnih rastlinah ali O pomenu vode za življenje rastlin, o stresu pri rastlinah, o namakanju in o vplivu vodnega stresa na hmeljne rastline. Žalec: Hmeljarsko združenje Slovenije; Ljubljana: Ministrstvo za znanost in tehnologijo; Celje: Probi MM
- Meier U. 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants BBCH Monograph
- Middleton J. E. 1963. Irrigation needs of hops. Washington Agricultural Experiment Stations, Institute of Agricultural Sciences, Washington State University, Stations Circular: 417 str.
- Milavec K., Verbovšek, T. 2012. Večkriterijsko vrednotenje vodonosnika Spodnje Savinjske doline za pridobivanje toplotne energije. V: Ciglič, R., Perko, D., Zorn, M., (ur.). Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2011–2012. Ljubljana, Založba ZRC SAZU, 33–43 str.
- MKGP. 2019. Ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo. Hmelj. http://www.mkgp.gov.si/delovna_podrocja/kmetijstvo/kmetijski_trgi/hmelj/ (29. jan. 2019)
- Pavlovič, M. Pregled tržnih in aktualnih tem Svetovne hmeljarske organizacije. *Hmeljar*, ISSN 1318-6183, 2018, letn. 80, št. 1-12, str. 27-29
- Rybacek V. 1991. Hop production. *Developments in Crop Science Volume 16*, Elsevier, Amsterdam, New York, 1: 211-219
- Slavik L., Kopecky J. 1997. Efficacy of hop irrigation under year with different precipitation levels. *Chmelarstvi*, 70: 44-46
- Svoboda P., Hniličková H., Hnilička F. 2008. Changes in yield and quality of hop depending on the irrigation. *Cereal Res. Commun*, 36: 891-894
- Thompson F. C. 1967. The influence of various factors on the a-acid content of hop cones. University of London, Wye College, Department of Hop Research, Annual Report: 38-39
- Williams H., Brown J.F. 1959. Hop irrigation. Progress report. University of London, Wye College, Department of Hop Research, Annual Report: 70-81
- Zattler F., Maier J., 1968. Über den Einfluss künstlicher Bodenbewässerung auf Ertrag und Qualität des Hopfens. *Hopfen-Rundschau*, 6: 2-7
- Zepp G, Smith S, Harwood J. 1995. Hops: an economic assessment of the feasibility of providing multiple-peril crop insurance - Prepared by the Economic Research Service, USDA, for the Consolidated Farm Service Agency, Office of Risk Management: 45 str.
- Zgodovina namakanja v Sloveniji. Agrometeorološki portal Slovenije. http://agromet.mko.gov.si/index.asp?ID=Namakanje/default_zgodovina.asp (29. jan. 2019)

4 KROMPIR

4.1 PREGLED LITERATURE

4.1.1 Značilnosti rastline

Krompir (*Solanum tuberosum* L.) je v Sloveniji še vedno ena izmed najpomembnejših poljščin, četudi je pridelava iz 400.000 ton pred letom 1990, do leta 2017 padla na 77.076 ton krompirja.

V Sloveniji je rastna doba krompirja 150 do 180 dni. To je čas od saditve v drugi polovici marca ali v začetku aprila do septembra. Za tvorbo pridelka, ki se začne s snovanjem gomoljev pa je časa še manj, samo 100 do 130 dni (Kus, 1994). Obstajajo številne sorte, ki se med seboj razlikujejo po dolžini vegetacijskega obdobja. Delimo jih na zgodnje, srednje zgodnje in pozne sorte.

Pri krompirju poznamo devet osnovnih fenofaz, ki so razdeljene v sekundarne fenofaze (Meier, 2001). Nastop fenofaz po BBCH (Meier, 2001), ki so pomembne pri namakanju krompirja in je v njih rastlina lahko tudi različno občutljiva na sušo, je za sorti, ki sta bili v projektu TriN vključeni v poskus (sorta 'KIS Kokra' v letu 2017 in sorta 'KIS Savinja' v letu 2018), prikazan v Preglednici 10.

Preglednica 10: Fenofaze krompirja za sorti 'KIS Kokra' v letu 2017 in 'KIS Savinja' v letu 2018 na lokaciji Jable.

Fenofaza			Datum nastopa fenofaze		Občutljivost na sušo
Številka	BBCH	Opis	v letu 2017	v letu 2018	
1	000	sajenje	10. 04.	30. 04.	srednja
2	302	vznik	09. 05.	28. 05.	srednja
3	309	vegetativna rast	21. 05.	18. 06.	srednja
4	400	nastavljanje gomoljev	25. 05.	12. 06.	velika
5	402	polnjenje gomoljev	09. 06.	04. 08.	velika
6	407	dozorevanje gomoljev	25.07.	18. 07.	velika
7	907	izkop	18.10.	17. 09.	majhna

Globina korenin se s fenofazami spreminja (Preglednica 10). Stranske korenine zrastejo iz poganjkov iz pazduh podzemnih delov stebel in iz stolonov. Glavno korenino ima samo rastlina, ki zraste iz pravega semena. Koreninski sistem krompirja je sorazmerno plitev, pogosto ni globlji od 40 do 50 cm. Korenine dosežejo manjšo globino zaradi težkih tal in nepropustnih plasti (npr. plazine), odvisne pa so tudi od globine ornice. Kadar ni omenjenih ovir, lahko krompirjeve korenine zrastejo več kot meter globoko (Arends in Kus, 1999).

4.1.1.1 Občutljivost krompirja na pomanjkanje vode

Krompir je kultura, ki je občutljiva na primanjkljaj vode v tleh. (Liao in sod., 2016), vendar se občutljivost spreminja s fenofazami (Quiroz in sod. 2012). Najobčutljivejše faze razvoja na vodni primanjkljaj so v začetku rasti in v fazi tvorbe gomoljev (Preglednica 10). Sorte, ki imajo manjše število gomoljev, so manj občutljive v primerjavi s sortami, ki tvorijo večje število gomoljev na gram (Quiroz in sod. 2012). Med najvidnejšimi indikatorji sušnega stresa pri krompirju je ovenelost listov (Banik in sod., 2016). Nadaljnji sušni stres upočasni razvoj in rast poganjkov stranskih poganjkov in tvorbo ter rast gomoljev (Lahlou in sod., 2003). Posledica pomanjkanja vode se pozna v zmanjšanju količine in kakovosti pridelka. Pomanjkanje vode v fenofazi BBCH 400 vpliva na zmanjšanje števila gomoljev in krastavost, v fenofazi BBCH 402 na krastavost in v fenofazi BBCH 403 na deformacije in notranje napake gomoljev. Krompir je potrebno namakati pogosto, z vzdrževanjem -25 kPa matričnega potencialna v tleh (Yang in sod., 2017).

DZ za krompir je 0,35 (Preglednica 2). Prikaz občutljivosti hmelja na pomanjkanje vode v tleh je za vse fenofaze prikazana v prilogi C.1. Podrobnejšega podatka o DZ za sorti 'KIS Kokra' in 'KIS Savinja' ni. Odpornost krompirja na sušo je sortno specifična. Starejše sorte krompirja so bolj prilagojene na pomanjkanje vode kot novejše. Poraba vode je večja pri sortah s kasnejšim dozorevanjem (Fandika in sod., 2016).

Študije kažejo (Demmel in sod., 2014; Müller in sod., 2011), da kapljično namakanje bistveno poveča pridelek in kakovost krompirja zlasti na peščenih tleh. Na težkih tleh je pozitivne učinke namakanja mogoče doseči le v zelo suhih letih. V letih z dovolj ali relativno veliko padavin je bil celotni in tržni pridelek namakanega krompirja manjši od nenamakanega.

Dolničar (2018) ugotavlja, da je bilo leto 2018 za pridelovalce krompirja v Sloveniji zelo zahtevno oziroma težko. Zima in pomlad sta bili leta 2018 zelo mokri, tako da je bila saditev krompirja že pozna. Ob močnih nalivih je marsikje na poljih tudi po več dni zastajala voda, tako da je v depresijah krompir potonil. Zaradi velike zračne vlage, količine vode v tleh in ugodnih temperatur se je v juniju 2018 močno razmahnila tudi krompirjeva plesen. Mnogi nasadi so bili uničeni, okuženi pa so bili dejansko vsi nasadi krompirja (Dolničar, 2018), kar je vplivalo tudi na količino pridelka.

4.1.2 Prevladujoče tehnologije namakanja krompirja v Sloveniji

Podatki o namakanju krompirja v Sloveniji so zelo skopi. Pridelava je najpogostejša v območjih z alpskimi in subalpskimi podnebnimi značilnostmi, ki so vsaj v preteklosti omogočala zadovoljivo oskrbo krompirjevih nasadov zgolj s padavinami (brez namakanja). Dosedanje raziskave s področja pridelave krompirja ne zajemajo možnosti vodenja namakanja na podlagi spremljanja količine vode v tleh.

Edini podrobnejši podatki o namakanju krompirja v Sloveniji se nanašajo na leto 2009, ko je bil krompir gojen na 4.175 ha. Pridelava je dosegla 103.425 ton ob pridelku 24,8 t/ha. Le 1,8 % oz. 80 ha površin krompirja se je v tem letu namakalo (SURS, 2009). Prevladovala je uporaba razpršilcev (54 ha), sledilo je kapljično namakanje (5 ha). Čeprav za ostala leta ni na voljo podrobnejših podatkov o načinu namakanja krompirja, raziskava Cvejić in sod. (2013) potrjuje, da so razpršilci najpogosteje uporabljana tehnologija v namakanju krompirja v Sloveniji, kar je v skladu s prevladujočim načinom namakanja krompirja tudi v drugih delih sveta (Quiroz in sod., 2012). Povprečna raba vode za namakanje krompirja je znašala 2.119 m³/ha. Za krompir naj bi bilo najbolj optimalno kapljično namakanje, saj tako preprečimo omočenost listov in s tem razvoj in širjenje bolezni.

4.2 MATERIALI IN METODE DE LA

4.2.1 Opis lokacije, naravnih danosti in sort

Dvoletni poljski poskus smo izvedli na površinah Infrastrukturnega centra Kmetijskega inštituta Slovenije v Jablah (46° 8' 32" N, 14° 33'28" E), na GERK 5650277 (Slika 21). Tla na lokaciji poskusa so meljasta ilovica (Priloga C.2). PK in TV pri 36,5 in 25,2 vol % sta bili določeni iz povprečne krivulje VZL tal na območju poskusa (Priloga C.2). Med krivuljami, ki so bile izmerjene na neporušenih vzorcih tal, odvzetih na treh obravnavanih blokih v poskusu, kjer smo merili vVV, od štirih ni večjih odstopanj.

V letu 2017 je bilo v mesecih junij, julij in avgust na poskusu najbližji meteorološki postaji, Letališče Jože Pučnik, 320 mm in v letu 2018 375 mm padavin in bistveno ne odstopa od povprečja let 1971-2000, ki znaša 386 mm (Priloga C.3).

Poskus se je v letu 2017 izvajal na srednje zgodni sorti 'KIS Kokra' (Slika 22). Gomolji so zelo lepe okroglo ovalne oblike, debeli in številni. Sorta je odporna na krompirjev virus Y (tudi različek Y^{nm}). Na plesen na listih je zelo dobro odporna in odporna tudi na plesen na gomoljih. Dobro je odporna je tudi na navadno krastavost.

V letu 2018 smo sadili sorto krompirja 'KIS Savinja'. To je srednje zgodna sorta, ki v polni zrelosti da zelo velik pridelek. Njeni gomolji so okroglo ovalni, debeli in jih je okoli 12 na grm. Sorta je odporna proti virusu Y in odporna proti krompirjevi plesni na listih.



Slika 21: Lega poskusne parcele s krompirjev na njivi v Jablah (GERK 5650277) (pripravil T. Godeša).



Slika 22: Poskusno polje v Jablah zasajeno s krompirjem (levo) sorte 'KIS Kokra' (desno) (T. Godeša).

4.2.2 Zasnova poskusa

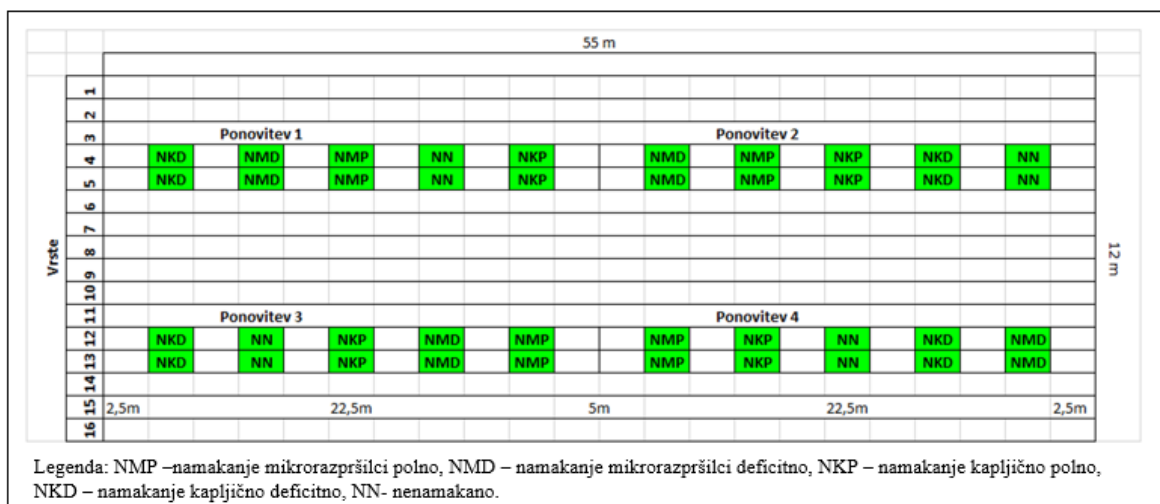
Poskus je bil izveden v bločni zasnovi s petimi obravnavanji in štirimi ponovitvami (Slika 23, Priloga A.2). Dolžina posamezne poskusne parcele je bila 2,5 m, širina pa 2 vrsti, kar pri medvrstni razdalji 0,75 m znaša 1,5 m. Površina posamezne parcele je bila 3,75 m². Ob straneh posameznih poskusnih parcel so bile tri vrste zaščite, v vzdolžni smeri pa so bile parcele med seboj oddaljene 2,5 m. Velikost celotne poskusne površine je bila 55 x 12 m oz. 660 m². Obravnavanja so se razlikovala po načinu namakanja

(namakanje z mikrorazpršilci in kapljično namakanje) in po količini namakanja (polno, ko smo pokrivali 100 % ETc, kot jo je napovedal ARSO in deficitno, ko smo pokrivali 70 % ETc). V poskus je bila vključena tudi kontrola, kjer ni bilo namakanja. Poimenovanja in opisi obravnavanj so v Preglednici 11. Lego poskusne parcele s posameznim obravnavanjem smo znotraj posamezne ponovitve (bloka) določili naključno. Gomolje smo sadili v gostoti 44.500 gomoljev/ha, kar znese pri medvrstni razdalji 0,75 m razdaljo v vrsti 0,3 m. Kaliber semena je bil 45 – 55. Tehnični opis namakalnega sistema je v prilogi C.4.

Preglednica 11: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu krompirja v Infrastrukturnem centru Jable.

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc (opis) (%)
NN	nenamakano	
NKP	kapljično	polno*
NKD	kapljično	deficitno**
NMP	mikrorazpršilci	polno*
NMD	mikrorazpršilci	deficitno**

Opomba: * po napovedi ARSO; ** preračunano v skladu z napovedjo ARSO



Slika 23: Shema zasnove poskusa v nasadu krompirja, Jable.

4.3 MERITVE IN ANALIZE

4.3.1 Količina pridelka

Pridelek smo ovrednotili na vseh štirih ponovitvah. Za analizo pridelka smo pobrali vse gomolje po parcelah posameznih obravnavanj. Na obeh vrstah je bilo za vsako obravnavanje najmanj po 18 grmov, zato smo iz vsakega obravnavanja in ponovitve pobrali gomolje 18 grmov in jih shranili v označene vreče. Določili smo maso in število gomoljev po posameznih frakcijah (>65 mm, 45-65 mm, 25-45 mm, <25 mm). Za vsako obravnavanje smo analizirali za obe leti količino tržnega pridelka in strukturo gomoljev.

4.3.2 Kakovost pridelka

Za vsako obravnavanje smo analizirali kakovost pridelka in sicer vsebnost suhe snovi v gomoljih za obe leti in za leto 2018 delež razpokanih gomoljev.

Določanje vsebnosti suhe snovi v gomoljih temelji na izračunu teže izpodrinjene tekočine na osnovi tehtanja vzorca krompirja nad vodo in v vodi. Za določitev smo uporabili avtomatsko tehtnico firme MEKU, ki po tehtanju z ustreznim algoritmom izračuna vsebnost škroba in suhe snovi v gomoljih krompirja. Gomolji morajo biti pred tehtanjem oprani in osušeni, temperatura vode pa okoli 20 °C. Tehtali smo vzorec teže okoli 5 kg, in sicer gomolje debeline 45-65 mm (ni nujno, da so vsi vzorci popolnoma enake teže, saj je delovno območje tehtnice do 7 kg).

Počeni gomolji (razpoke) krompirja so deloma sortna lastnost, deloma pa odziv rastline na »vodni stres«, navadno to pomeni preveč vode oz. neenakomerno razporeditev vode. Razpoke gomoljev štejemo med napake gomoljev. Pokanje lahko nastane zaradi dveh razlogov: ob sušnem stresu se kožica utrdi, nato pa ob dovolj vlage, ko gomolji pričnejo zelo hitro rasti, počí; drugi razlog pa je preprosto tako hitra rast gomoljev, da temu kožica ne more več slediti in počí.

4.3.3 Količina vode za namakanje

V poskusu smo spremljali količino porabljene vode za namakanje. Preračun za deficitno namakanje in porabljena voda pri vseh obravnavanjih je predstavljena v Prilogi C.4.

Na ARSO smo javljali podatke o poteku fenofaz, ki so pomembne za namakanje, za namen modeliranja VB in prognozo namakanja za polno namakanje s kapljači in mikrorazpršilci za krompir na lokaciji poskusa. Modeliranje VB in namakanja za leti 2017 in 2018 so za krompir predstavljene v prilogi C.5. Primerjali smo modelirano količino vode za namakanje in dejansko porabo vode pri polnem namakanju.

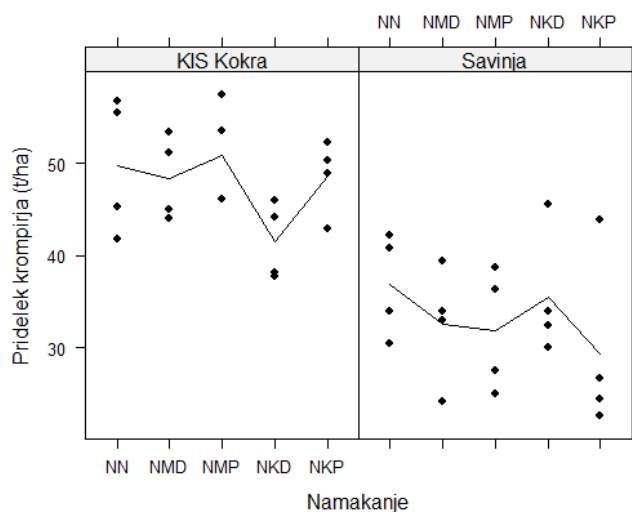
4.3.4 Vsebnost vode v tleh

Zaradi omejitve z merilno opremo smo kontinuirane meritve vVV izvajali le na treh ponovitvah. Uporabili smo sonde proizvajalca Eltratec, model MVZ 100, ki delujejo na principu TDR. Na vsakem od obravnavanj sta bili nameščeni po dve sondi (2 x 15), skupaj 30 sond, povezanih na 15 oddajnikov (dve sondi na oddajnik). Sonde so bile vgrajene na globini tal 15 cm, in sicer 29. 6. 2017 ter 29. 5. 2018. Sonde so beležile količino vode na vsakih 30 min. Postopek kalibracije je opisan v poglavju 2.2.5.1. Na podlagi polurnih meritev smo izračunali dnevna povprečja vVV. Grafično smo primerjali povprečno vVV po obravnavanjih določenih glede na tehnični način namakanja in glede na količino namakanja.

4.4 REZULTATI

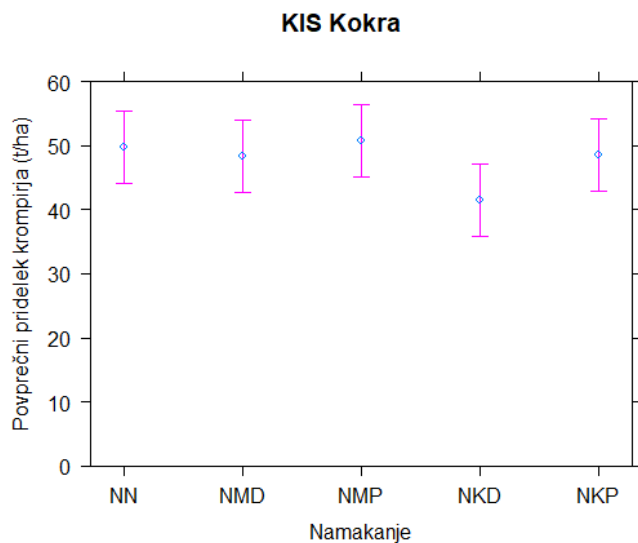
4.4.1 Količina pridelka krompirja

Za vsako obravnavanje smo izračunali količino tržnega pridelka krompirja na hektar (Slika 24). Pri tržnem pridelku krompirja sorte 'KIS Kokra' v letu 2017 (Slika 25) in sorte Savinja v letu 2018 (Slika 26) med obravnavanji ni statistično značilnih razlik.



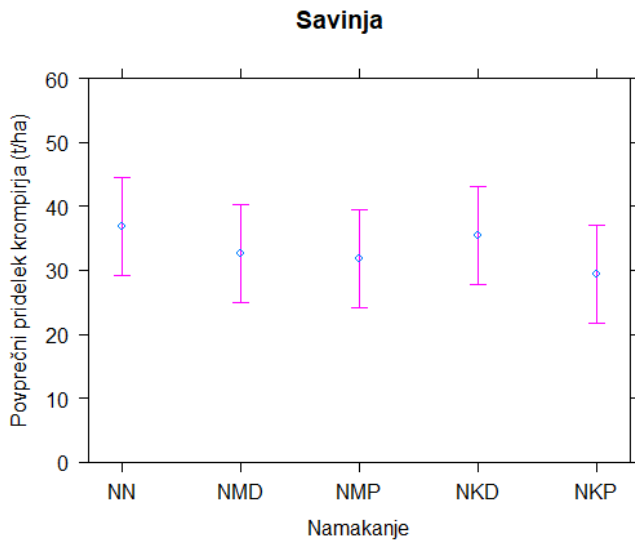
Slika 24: Tržni pridelok krompirja glede na način in količino namakanja za sorti 'KIS Kokra' (2017) in Savinja (2018). Črta povezuje povprečja.

Legenda: NMP –namakanje mikrorazpršilci polno, NMD – namakanje mikrorazpršilci deficitno, NKP – namakanje kapljično.



Slika 25: Povprečni tržni pridelok krompirja 'KIS Kokra' v letu 2017 po obravnavanjih s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja.

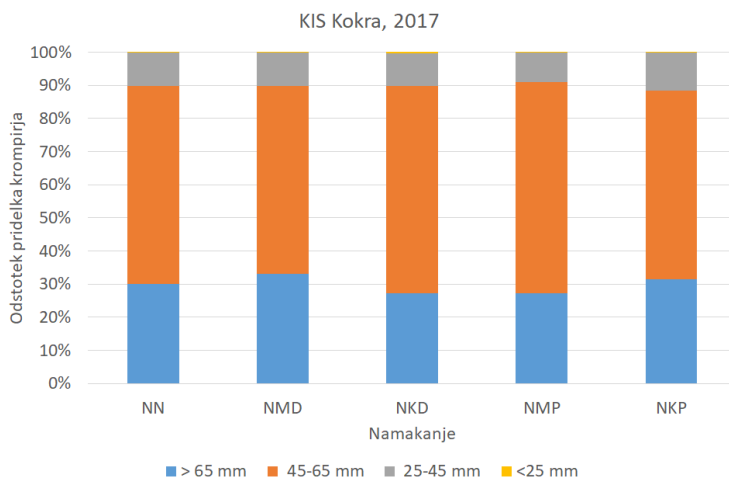
Legenda: NMP –namakanje mikrorazpršilci polno, NMD – namakanje mikrorazpršilci deficitno, NKP – namakanje kapljično polno, NKD –namakanje kapljično deficitno, NN- nenamakano.



Slika 26: Povprečni tržni pridelok krompirja 'KIS Savinja' v letu 2018 po obravnavanjih s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja.

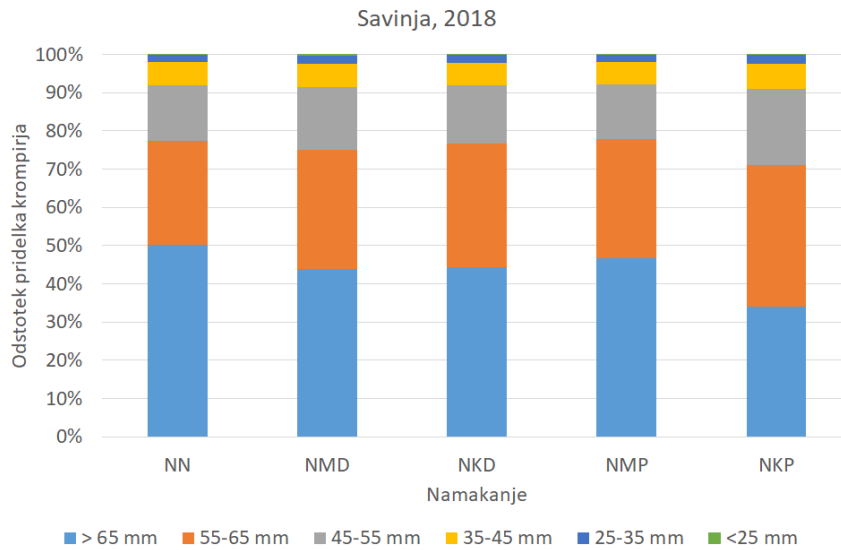
Legenda: NMP –namakanje mikrorazpršilci polno, NMD – namakanje mikrorazpršilci deficitno, NKP – namakanje kapljično polno, NKD – namakanje kapljično deficitno, NN- nenamakano.

Po strukturi je največ gomoljev velikosti 45-65 mm za sorto 'KIS Kokra' v letu 2017 (Slika 27), medtem je bilo pri sorti 'KIS Savinja' v letu 2018 največ gomoljev velikosti > 65 mm in 45-65 mm (Slika 28). Med obravnavanji ni statistično značilnih oblik v strukturi gomoljev.



Slika 27: Struktura pridelka krompirja po velikosti gomoljev glede na količino in način namakanja za sorto 'KIS Kokra' (2017).

Legenda: NMP –namakanje mikrorazpršilci polno, NMD – namakanje mikrorazpršilci deficitno, NKP – namakanje kapljično polno, NKD – namakanje kapljično deficitno, NN- nenamakano.

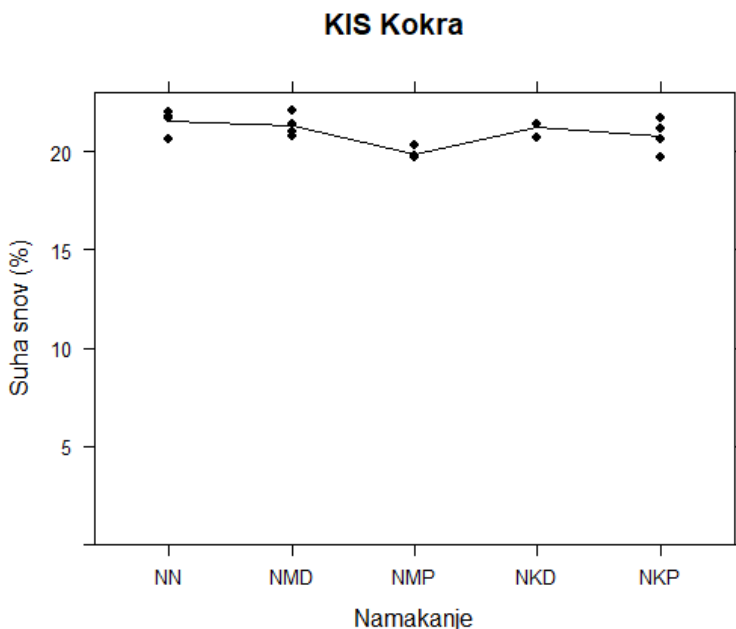


Slika 28: Struktura pridelka krompirja po velikosti gomoljev glede na količino in način namakanja za sorto Savinja (2018). Legenda: NMP –namakanje mikrorazpršilci polno, NMD – namakanje mikrorazpršilci deficitno, NKP – namakanje kapljično polno, NKD – namakanje kapljično deficitno, NN- nenamakano.

4.4.2 Kakovost pridelka krompirja

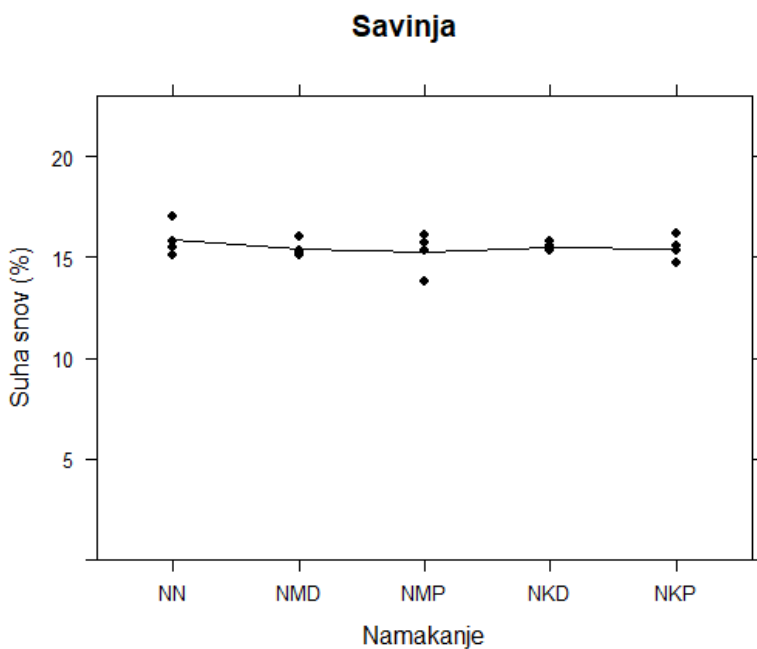
Za vsako obravnavanje za obe leti smo izračunali delež suhe snovi v gomoljih (Slika 29 in Slika 30). Med obravnavanji ni statistično značilnih razlik.

Najmanjši delež počenih gomoljev v letu 2018 je bil pri nenamakanem obravnavanju (NN). Večji delež počenih gomoljev sta imeli obravnavanji z deficitnim namakanjem, še večji delež pa obravnavanji s polnim namakanjem (Slika 31).



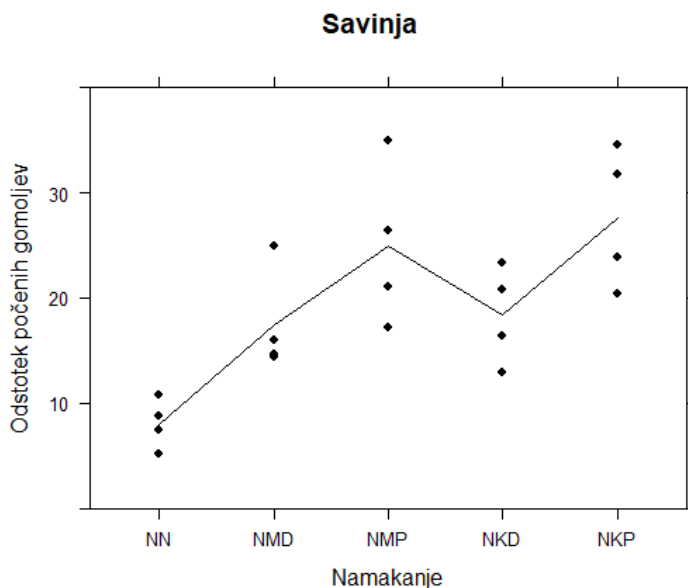
Slika 29: Suha snov v gomoljih krompirja 'KIS Kokra' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih na lokaciji Jable za leto 2017.

Legenda: NMP –namakanje mikrorazpršilci polno, NMD – namakanje mikrorazpršilci deficitno, NKP – namakanje kapljično polno, NKD – namakanje kapljično deficitno, NN- nenamakano.



Slika 30: Suha snov v gomoljih krompirja 'KIS Savinja' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih na lokaciji Jable za leto 2018.

Legenda: NMP – namakanje mikrorazpršilci polno, NMD – namakanje mikrorazpršilci deficitno, NKP – namakanje kapljično deficitno, NN- nenamakano.

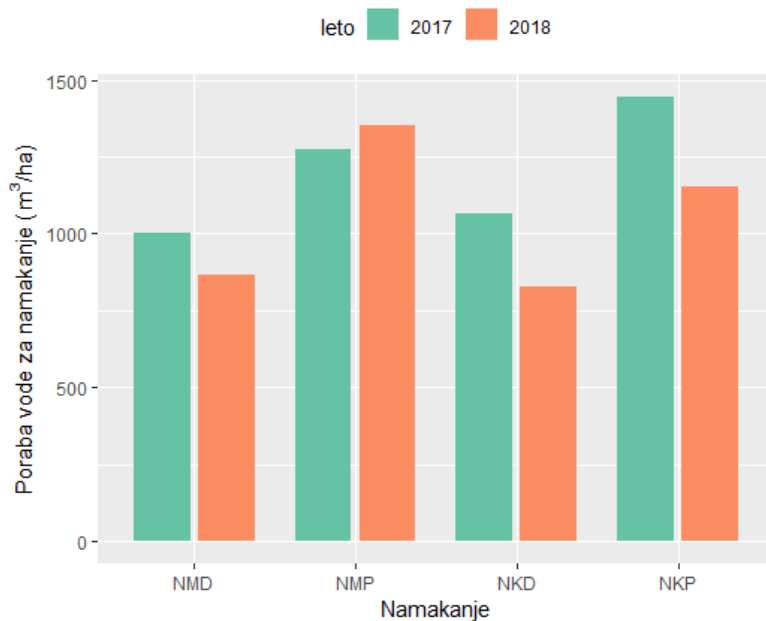


Slika 31: Odstotek počenih gomoljev krompirja 'KIS Savinja' po obravnavanjih, na lokaciji Jable za leto 2018.

Legenda: NMP – namakanje mikrorazpršilci polno, NMD – namakanje mikrorazpršilci deficitno, NKP – namakanje kapljično polno, NKD – namakanje kapljično deficitno, NN- nenamakano.

4.4.3 Količina porabljene vode za namakanje

Količina porabljene vode za namakanje je bila v letu 2017 pri vseh obravnavanjih, razen pri NMP, nekoliko večja kot v letu 2018 (Slika 32). Pri deficitnem namakanju je bila pričakovano manjša kot pri polnem namakanju. V letu 2017 je bila pri kapljičnem namakanju (polnem in deficitnem) poraba vode večja kot pri mikrorazpršilcih, medtem ko je bilo v letu 2018 obratno.



Slika 32: Poraba vode (m³/ha) v poskusu z različnim načinom in količino namakanja krompirja.

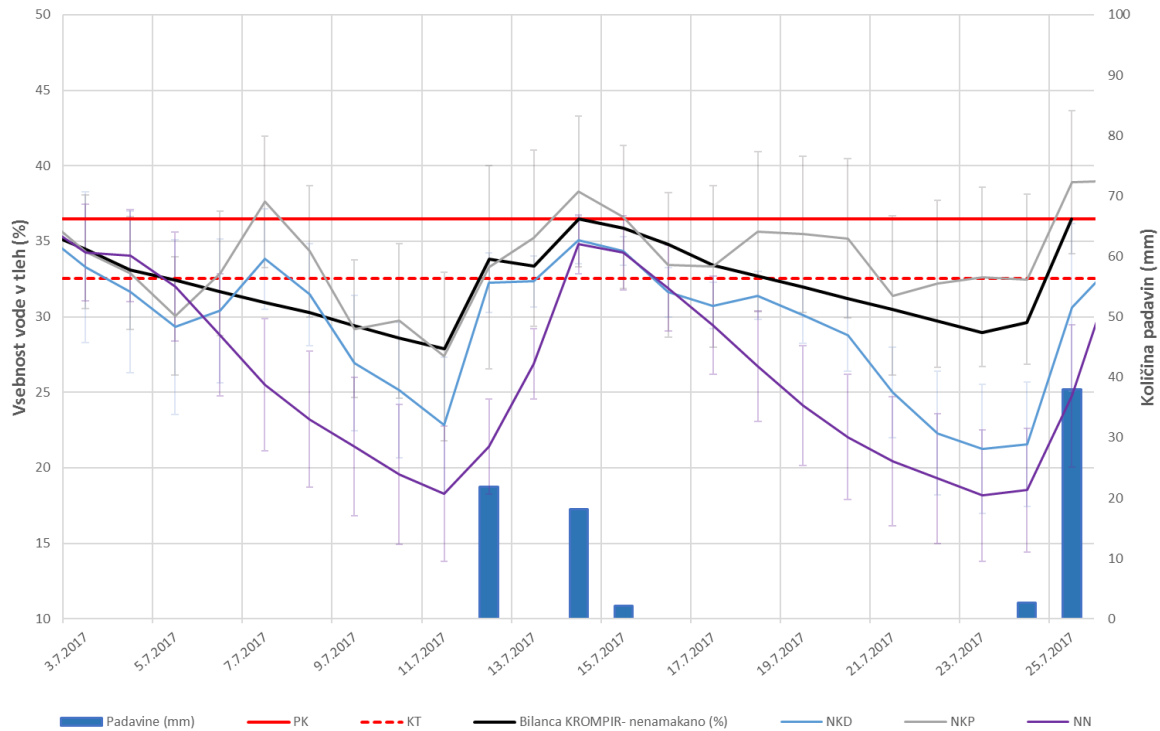
Legenda: NMP – namakanje mikrorazpršilci polno, NMD – namakanje mikrorazpršilci deficitno, NKP – namakanje kapljično polno, NKD – namakanje kapljično deficitno.

Modeliranje NKP z modelom IRRFIB je v sezoni 2017 predvidelo namakanje z 2932 m³/ha in modeliranje NMP z 2604 m³/ha (Priloga C5). Dejanska poraba vode za namakanje, ki se je zaradi pozne dobave opreme začelo kasneje, kot je predvidel model, je bila pri NKP 1444 m³/ha in pri NMP 1274 m³/ha.

Leta 2018 je bilo z modeliranjem za NKP predvidena poraba vode 2525 m³/ha in za NMP 1751 m³/ha (Priloga C.5). Količina porabljene je bila pri NKP 1154 m³/ha in pri NMP 1353 m³/ha.

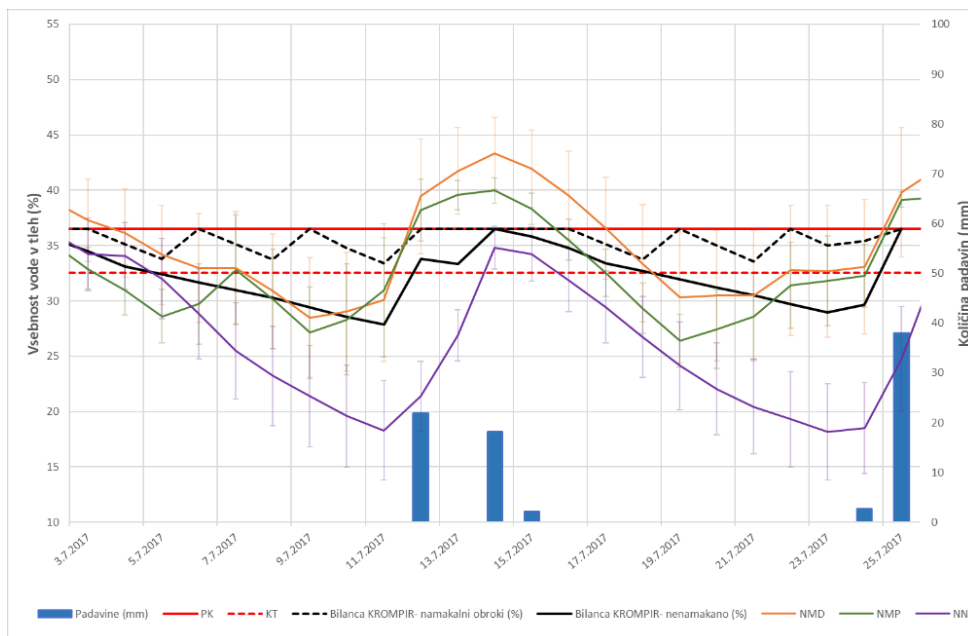
4.4.4 Vsebnost vode v tleh

Dnevna povprečja vVV po obravnavanjih kažejo veliko prostorsko variabilnost vVV znotraj obravnavanj (standardne napake na Slikah 33-36. Nekoliko več vode v tleh je bilo zabeleženo le pri NKP v primerjavi z NKD in NN v letu 2017 (Slika 33) in nekoliko manj vode pri NN v primerjavi z NMP in NMD v istem letu (Slika 34). Merjene VV letu 2017 so večinoma pod PK in kasneje v sezoni tudi pod KT (Sliki 33 in 34). V letu 2018 pa so od sredine julija večinoma nad PK (Sliki 35 in 36). Spremembe merjene vVV brez namakanja pogosto niso v skladu s spremembami modelirane vVV brez namakanja.



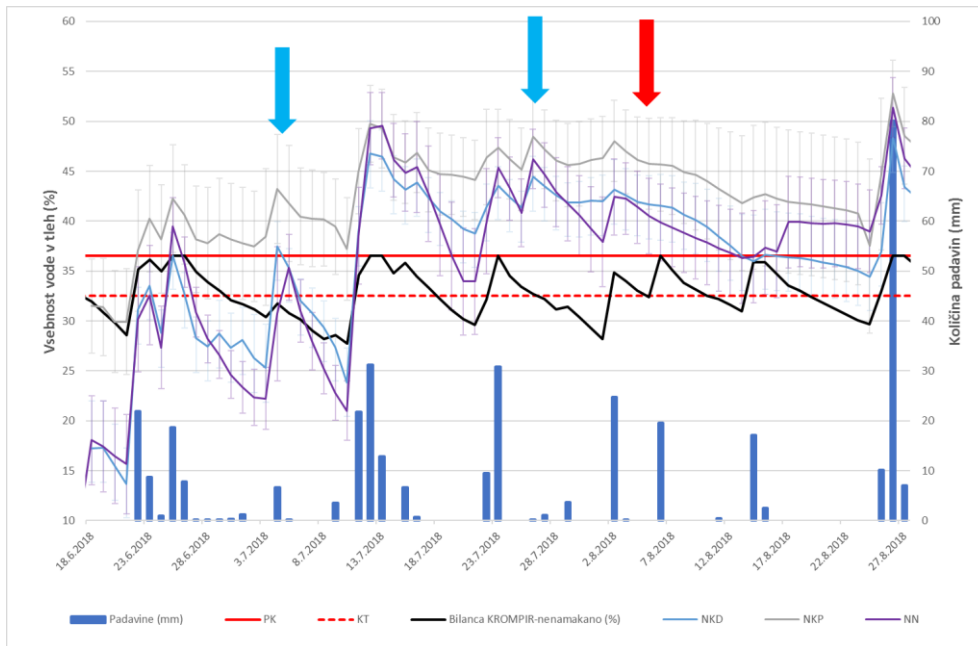
Slika 33: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v krompirju pri kapljičnem namakanju v Jablah v letu 2017 s pripadajočo standardno napako (N=3), modelirana vodna bilanca brez namakanja (vol %) in dnevna količina padavin (mm) na meteorološki postaji Letališče Jožeta Pučnika.

Legenda: NKP – namakanje kapljično polno, NKD – namakanje kapljično deficitno, NN- nenamakano; PK = poljska kapaciteta, KT = kritična točka vode v tleh za krompir.



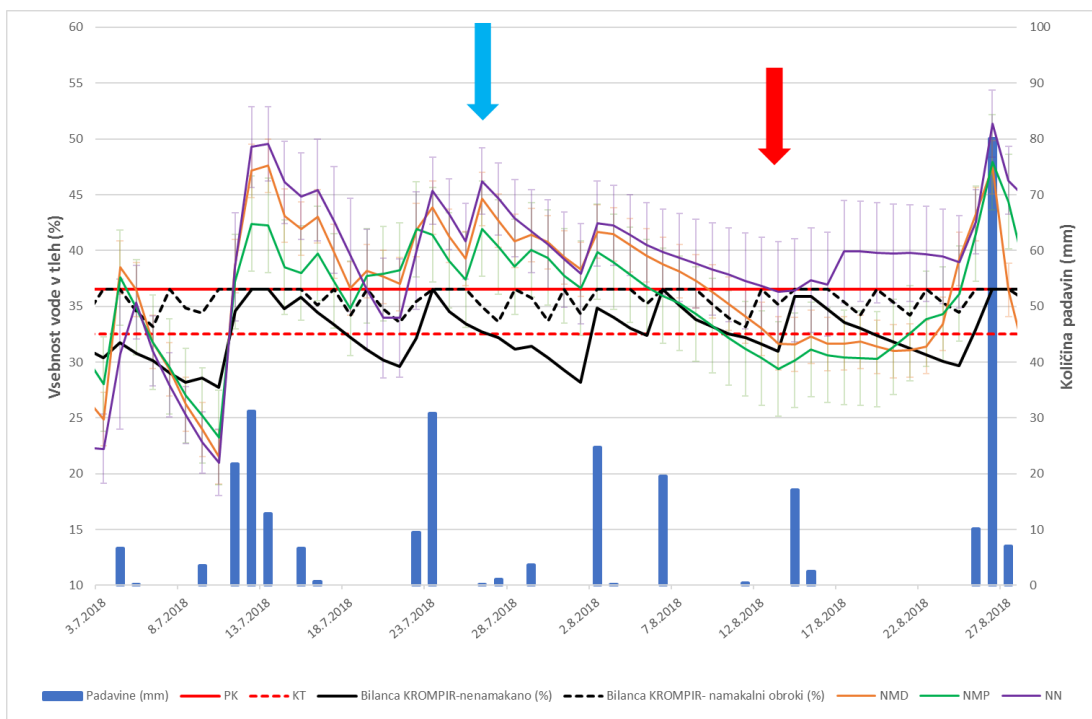
Slika 34: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v krompirju pri namakanju z mikrorazpršilci v Jablah v letu 2017 s pripadajočo standardno napako (N=3), modelirana vodna bilanca brez namakanja (vol %), simulirana vodna bilanca brez namakanja (vol %), simulirana vodna bilanca pri namakanju z mikrorazpršilci (vol %) in dnevna vsota padavin (mm) na meteorološki postaji Letališče Jožeta Pučnika.

Legenda: NMP – namakanje mikrorazpršilci polno, NMD – namakanje mikrorazpršilci deficitno, NN- nenamakano; PK = poljska kapaciteta, KT = kritična točka vode v tleh za krompir.



Slika 35: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v krompirju pri kapljičnem namakanju v Jablah v letu 2018 s pripadajočo standardno napako (N=3), modelirana vodna bilanca brez namakanja (vol %) in dnevna količina padavin (mm) na meteorološki postaji Letališče Jožeta Pučnika.

Legenda: NKP – namakanje kapljično polno, NKD – namakanje kapljično deficitno, NN- nenamakano; PK = poljska kapaciteta, KT = kritična točka vode v tleh za krompir. Rdeča puščica označuje enega od deževnih dogodkov, ki je bil zabeležen na meteorološki postaji in je upoštevan v modeliranju vodne bilance, na lokaciji poskusa pa padavine niso bile zaznane. Modri puščici označujeta deževna dogodka, ki so ju zaznale sonde, medtem ko je bilo na meteorološki postaji padavin malo in so le malo vplivale na vodno bilanco tal.



Slika 36: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v krompirju pri namakanju z mikrorazpršilci v Jablah v letu 2017 s pripadajočo standardno napako (N=3), modelirana vodna bilanca brez namakanja (vol %), simulirana vodna bilanca pri namakanju z mikrorazpršilci (vol %) in dnevna vsota padavin (mm) na meteorološki postaji Letališče Jožeta Pučnika.

Legenda: NMP – namakanje mikrorazpršilci polno, NMD – namakanje mikrorazpršilci deficitno, NN- nenamakano; PK = poljska kapaciteta, KT = kritična točka vode v tleh za krompir. Rdeča puščica označuje enega od deževnih dogodkov, ki je

bil zabeležen na meteorološki postaji in je upoštevan v simulaciji vodne bilance, na lokaciji poskusa pa padavine niso bile zaznane. Modra puščica označuje deževni dogodek, ki so ga zaznale sonde, medtem ko je bilo na meteorološki postaji padavin malo in so le malo vplivale na vodno bilanco tal.

4.5 KOMENTAR REZULTATOV

Z namakanjem smo začeli 14. 06. 2017, sicer nekoliko pozno glede na potrebe, vendar so bile težave z dobavo opreme. Do 21. 06. 2017 smo namakali s količinami glede na podatke za ETo za meteorološko postajo Letališče Jožeta Pučnika. Nadalje pa po podatkih, ki smo jih dobili iz ARSO za posamezen dan in način namakanja – razpršilci in kapljično namakanje. V letu 2018 smo začeli z namakanjem krompirja 2. 6. 2018. Namakali smo do 9. 8. 2018. Osvežena modelna napoved ARSO je bila dostopna okrog 11. ure dopoldne. Glede na to napoved smo namakali priporočene količine naslednje jutro ob 7. uri. Pri deficitnem namakanju smo upoštevali 70 % priporočene normalne količine vode za namakanje. Namakali smo zjutraj zaradi večje učinkovitosti namakanja (manjše izhlapevanje) in zaradi krajše izpostavljenosti krompirja ugodnim razmeram za širitev krompirjeve plesni.

Povprečen pridelek krompirja na poskusu je bil v 2017 (sorta 'KIS Kokra') $47,8 \pm 1,3$ t/ha in 2018 (sorta 'KIS Savinja') $33,2 \pm 1,6$ t/ha. V obeh letih je bil pridelek s poskusa nad slovenskim povprečjem, ki je npr. 24,8 t/ha za leto 2009 (SURS, 2009) in 26,6 t/ha pričakovan pridelek za leto 2018 (Pridelek..., 2019). Način in količina namakanja proti pričakovanjem nista imela vpliva na količino in kakovost pridelka. Predvidevamo, da bi se pričakovane razlike pokazale v letih z manj padavinami.

Leta 2017 je bila dejanska poraba vode za namakanje pri NKP in NMP 49 % modelirane, 2018 pa 46 % pri NKP in 77 % pri NMP od modelirane, a je bilo vseeno preveč za optimalno rast krompirja. Napoved ARSO je včasih predvidela namakanje, četudi so bila tla v nasadu zasičena z vodo in tedaj namakanje ni bilo izvedeno.

Kot je sezono opisal Dolničar (2018), so bile pridelovalne razmere za krompir težke, saj je bil dež zelo pogost in je namakanje negativno vplivalo na kakovost pridelka. Polno namakani krompir je imel večji delež počenih gomoljev kor deficitno namakani. Najmanjši delež počenih gomoljev v letu 2018 je bil pri nenamakanemu krompirju.

Nekaj razlike med napovedano in dejansko porabljeno vodo gre tudi na račun obdobja modeliranja, ki je praviloma daljše, kot obdobje dejanskega namakanja. Razkorak med modeliranjem in prakso je v začetku sezone, ko v praksi postavijo namakalno opremo šele po oblikovanju grebenov, model pa računa VB od saditve naprej. Ob koncu rastne sezone krompirja je v tehnologijo pridelave krompirja mnogokje vključena desikacija cime, po kateri namakanje krompirja ni več smiselno. Krompir ostane v zemlji do izkopa, ki pa je lahko časovno zamaknjen tudi dva meseca. Na Jablah so 2017 opravili desikacijo 16. 8. in krompir izkopali 18. 10. V 2018 je bila desikacija 10. 8. in izkop 2018. Model se je ravnal po fenofazi »izkop gomoljev« in to je še dodatno prineslo k povečanju razlike med modeliranim in izvedenim namakanjem. Smiselno bi bilo vključiti v seznam fenofaz pri krompirju tudi desikacijo, kot eno od njih in se z njo napoved namakanja krompirja konča.

Pri kapljičnem namakanju po sedanji doktrini namakanja, ki je v skladu tudi z ARSO simulacijami, vzdržujemo vVV na meji PK, kar pomeni, da morebitni dež preseže PK in iz tal odteče oz. padavine niso izkoriščene, kot so lahko pri namakanju z (mikro)razpršilci, kadar so nameščeni nad rastlinami. V slednjem primeru počakamo, da vVV pade do KT in šele tedaj namakamo. V vmesnem času nam

namakanje lahko nadomesti tudi morebitni dež. Zaradi tega je lahko poraba vode (modelirana ali dejanska) pri kapljičnem namakanju večja kot pri (mikro)razpršilcih. Razlika je zelo odvisna od količine in razporeditve padavin in je ni mogoče predvideti v naprej. Vendar pa so izgube vode pri kapljičnem namakanju manjše in zato govorimo o kapljičnem namakanju kot bolj učinkovitemu glede porabe vode in energije. Z vzdrževanjem vVV bližje KT pa lahko tudi pri kapljičnem sistemu bolje izkoristimo deževne dogodke in porabimo manj vode za namakanje, vendar to zahteva intenzivno vodenje namakanja z največ potrebnimi vhodnimi informacijami in z možnostjo vnašanja trenutne vVV v model za izračun VB.

Dolničar (2018) ugotavlja v letu tudi močan pojav krompirjeve plesni zaradi visoke zračne vlage, kar je vplivalo na pridelek krompirja. To je verjetno tudi eden od vzrokov, da nismo ugotovili statistično značilnih razlik v količini pridelka krompirja, ki je bil namakan kapljično ali z mikrorazpršilci. Po pričakovanju bi bil v normalnih vremenskih razmerah krompir namakan s kapljičnim namakalnim sistemom manj podvržen okužbi krompirjeve plesni in bi bil pridelek potencialno večji. V razmerah 2018 sta bili okužbi izpostavljeni obe vrsti obravnavanj.

Opazen je tudi velik razkorak v količini padavin zabeleženih na sicer najbližji meteorološki postaji na Letališču Jožeta Pučnika in na mikrolokaciji poskusa (označeni primeri na Slikah 4.15 in 4.16). V praksi je bila pogosto situacija, da so bila v posameznem obdobju ob močnih lokalnih padavinah na poskusni lokaciji tla nasičena z vodo, kljub temu, da smo do neke mere ob napovedi modela upoštevali tudi dejanske vodne razmere na poskusu.

V našem poskusu, ki je potekal na teksturno težjih tleh (delež gline nad 20 %; Priloga C.2) v obravnavanih letih, ko je bilo relativno veliko padavin, nismo mogli dokazati pozitivnih učinkov namakanja, enako kot so to ugotovili že nekateri drugi avtorji (Demmel in sod., 2014; Müller in sod., 2011).

Pri deležu gline v tleh nad 20 %, poleg ostalega, predstavljajo izziv tudi meritve vVV. Sonde, ki delujejo po principu TDR so občutljive na vsebnost gline in nad omenjeno mejo večina njih meri manj točno (Gong in sod., 2003) kar je tudi eden od vzrokov za veliko prostorsko variabilnost merjene vVV. Drugi vzroki so lahko še dejanska variabilnost vVV, ki ni bila predmet študije v projektu TriN in kakovost uporabljenih sond, ki bi zaradi manjše tehnološke napake potrebovale individualno kalibracijo (torej kalibracija vsake sonde na konkretna tla) in ne le kalibracija tipa/modela sonde, ki smo jo za te sonde izvedli v projektu TriN.

Z negotovostjo v podatkih je povezan tudi način določanja PK, ki je bila tudi v primeru lokacije Jable določena v laboratoriju iz krivulje VZL tal, kjer arbitrarno privzamemo količino vode pri matričnem potencialu -330 kPa. Druga možnost določanja PK je iz meritev na terenu, ki praviloma daje bolj točne rezultate in bi se razlike med merjenimi in modeliranimi vrednostmi količine vode v tleh predvidoma zmanjšale ter s tem izboljšala simulacija vodne bilance tal in posledično napoved namakanja.

4.6 SKLEPI

V poskusu z namakanjem krompirja na meljasti ilovici v letih 2017 in 2018 zaradi relativno veliko padavin, še posebej v letu 2018, nismo mogli potrditi pozitivnega učinka namakanja na pridelek krompirja. Zaradi obilice padavin je imelo namakanje negativen vpliv na kakovost pridelka. Pri polno namakanem krompirju je bil delež počenih gomoljev največji v primerjavi z deficitno namakanim in z nenamakanim, kjer je bil delež počenih gomoljev najmanjši.

Četudi se je dejansko namakalo le od 46 do 77 % modelirane količine vode, je voda v tleh na poskusu zastajala, kar je slabo vplivalo na rast in razvoj rastline in oblikovanje pridelka.

Tudi pri krompirju je bil opažen razkorak v količini padavin, zabeleženih na sicer najbližji meteorološki postaji na Letališču Jožeta Pučnika, in na mikrolokaciji poskusa v Jablah. Razlike so botrovale razlikam med merjeno in modelirano vVV, na podlagi katere je bila izdana napoved namakanja. Modeliranje VB je, zaradi različnih vzrokov, precenilo potrebo po namakanju krompirja v 2017 in 2018 na poskusnem polju KIS v Jablah. V seznam fenofaz pri krompirju bi bilo smiselno vključiti tudi desikacijo cime, s katero naj se napoved namakanja krompirja konča, četudi gomolji ostanejo še v zemlji do kasnejšega izkopa.

Meritve vVV pri poskusu s krompirjem so pokazale potrebo po dvigu kakovosti vhodnih podatkov za modeliranje VB v tleh za izboljšanje napovedi namakanja in sicer: (a) z določitvijo PK z meritvami na terenu in TV gravimetrično ter (b) z možnostjo vnosa popravkov vVV v model. S slednjim se izognemo šibki točki modeliranja namakanja, ki je povezana: (a) z (ne)zaznavanjem dežja na obravnavani lokaciji in (b) kljub sprotnemu vnosu aktualnih fenofaz rastline, z nepoznavanjem dejanskega stanja rastlinskega pokrova, ki vpliva na porabo vode. Prav tako je potrebno več pozornosti posvetiti kalibraciji uporabljenih sond, še posebej če je v tleh več skeleta ali glin, kot je bilo slednje primer na lokaciji poskusa v Jablah.

4.7 VIRI KROMPIR

- Arends P., Kus M., 1999. Nasveti za pridelovanje krompirja v Sloveniji. Mercator – KŽK Kmetijstvo Kranj, Kranj, 242 st.
- Banik P., Zeng W., Tai H., Bizimungu B., Tanino K. 2016. Effects of drought acclimation on drought stress resistance in potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, 126, pp.76–89. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0098847216300089> (Accessed June 12, 2017).
- Cvejić R., Tratnik M., Pintar M., 2013. Raba velikih namakalnih sistemov ter potrebe po celostnih posodobitvah. In Mišičev vodarski dan 2013. p. 9.
- Demmel M., Kupke S., Brandhuber R., Blumental B., Marx M., Kellermann A., Mueller M.. 2014. Drip irrigation for potatoes in rain fed agriculture - evaluation of drip tape/drip line positions and irrigation control strategies. *Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, Zurich, 06-10.07.2014.* <http://www.geysecos.es/geystiona/adjs/comunicaciones/304/C01740001.pdf> (23. jan. 2019)
- Dolničar P. 2018. Pridelovanje krompirja v Sloveniji v letu 2018. *Kmečki glas*, 4. jul. 2018, letn. 75, št. 27: 10 str.
- Fandika I.R., Kemp P. D., Millner J. P., Home D., Roskrige N. 2016. Irrigation and nitrogen effects on tuber yield and water use efficiency of heritage and modern potato cultivars. *Agricultural Water Management*, 170: 148–157. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037837741530144X> (12. jun. 2017)
- Gong Y., Cao Q., Sun Z. 2003. The effects of soil bulk density, clay content and temperature on soil water content measurement using time-domain reflectometry. *Hydrological Processes*, 17: 3601-3614
- Lahlou O., Ouattar S., Ledent J. F. 2003. The effect of drought and cultivar on growth parameters, yield, and yield components of potato. *Agronomie*, 23, pp.257–268.
- Liao X., Su Z., Liu G., Zotarelli L., Cui Y., Snodgrass C. 2016. Impact of soil moisture and temperature on potato production using seepage and center pivot irrigation. *Agricultural Water Management*, 165: 230–236. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377415301426> (12. jun. 2017).

- Müller R. M., Kirchmeier H., Demmel M., Marx M., Brandhuber R., Kellermann A. 2011. Mit Tropfbewässerung Ertrag und Qualität im Kartoffelbau sichern. Klimaänderung in Bayern. Antworten des Pflanzenbaus, LfL – Jahrestagung 9. Kulturlandschaftstag am 19.10.2011 in Freising-Weißenstephan, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 6 2011. Str: 57 – 68
https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_42764.pdf#page=57
- Pridelek zgodnjih posevkov in zgodnjega sadja ter pričakovani pridelek pomembnejših poznih posevkov, Slovenija, 2018
<https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/7668> (7. 2. 2019=)
- Quiroz R., Chujoy E., Mares V. 2012. Crop yield response to water. FAO Irrigation and drainage paper 66. P. Steduto et al., eds., Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
<http://www.fao.org/docrep/016/i2800e/i2800e.pdf> (21. jan. 2019)
- Statistični urad RS (SURS). 2009. Potato production in Slovenia
- Yang K., Wang F., Shock C. C., Kang S., Huo Z., Song N., Ma D. 2017. Potato performance as influenced by the proportion of wetted soil volume and nitrogen. *Agricultural Water Management*, 179: 260-270

5 ČEŠNJA

5.1 PREGLED LITERATURE

5.1.1 Značilnosti rastline

Češnja (*Prunus avium* L.) je sadna drevesasta vrsta, katere sočni plodovi v Sloveniji dozori med prvimi. V Sloveniji je češnja razširjena že od nekdaj (Smole, 2000). Ustrezajo ji zračne sadjarske lege in odcedna srednje težka tla. Zastajanja vode češnja ne prenaša (Štampar in sod., 2014). Enakomerna oskrba z vodo skozi celotno rastno dobo omogoča primerno rast dreves, manjše pokanje plodov, primerni cvetni nastavek in rezervo hranilnih snovi za prihodnjo sezono. Pridelava češnje je mogoča na območjih z letno količino padavin vsaj 600 – 700 mm, v kolikor so le-te enakomerno razporejene in da jih je vsaj dve tretjini v rastni dobi.

Češnjevo drevo je sestavljeno iz podlage, ki tvori korenine in del debla, ter iz sorte, ki tvori del debla in krošnjo. Potrebe češnje glede vode so odvisne od sorte (večja potreba pri poznih sortah), podlage (večja potreba pri šibkih podlagah), starosti rastline, količine pridelka, fenofaze (največja v času intenzivne vegetativne rasti in razvoja plodičev), VZL tal, temperature zraka in zemljišča (Milatović in sod., 2015). Na Primorskem prevladuje podlaga sejanec češnje, v ostalih delih Slovenije pa podlaga Gisela 5. Generalna ugotovitev mnogih raziskav je, da je ekonomsko učinkovita pridelava češnje možna le z intenzifikacijo pridelave na majhnih drevesih v gostih nasadih ob primerni tehnologiji pridelave (Koumanov in sod., 2018). Uporaba podlag z značilnim zmanjšanjem velikosti drevesa (šibke podlage, kot npr. podlaga Gisela 5) se povečuje zaradi hitrejšega vstopa v rodnost ter ekonomsko učinkovitejše tehnologije pridelave, razumevanje potreb takih dreves po vodi (v povezavi tudi s prehrano rastline) pa je pomembno. Primeren vodni režim in mineralna prehrana dreves sta ključna za intenzivno pridelavo češenj (Koumanov in sod., 2018). Rastna doba traja približno 7,5 mesecev (od začetka aprila do začetka novembra); okvirno 230 dni.

Fenofaze (okvirno obdobje v letu, okvirno št. dni za posamezno fenofazo) so odvisne od sorte, nastop in dolžina fenofaze pa je odvisna od sorte, podlage in vremenskih razmer. Nastop fenofaz po BBCH (Meier, 2001), ki so pomembne pri namakanju češnje in je v njih rastlina lahko tudi različno občutljiva na sušo, je za sorto 'Regina', ki je bila v projektu TriN vključena v poskus, prikazan v Preglednici 12.

Globina korenin pri češnjah ni odvisna od fenofaze, temveč predvsem od izbrane podlage. Pri podlagah Gisela 3, Gisela 5 in Weiroot 72 je glavnina korenin na globini od 20 do 30 cm, od 20 do 40 in od 30 do 50 cm.

Preglednica 12: Fenofaze za češnje sorte 'Regina' v letu 2017 in 2018 na lokaciji Sadjarskega centra Bilje.

Fenofaza		Datum nastopa fenofaze		Občutljivost na sušo	
Številka	BBCH	Opis	v letu 2017		v letu 2018
1	660	začetek cvetenja	06. 04.	15. 04.	velika
2	110	prvi listi	08. 04.	18. 04.	velika
3	665	polno cvetenje	11. 04.	18. 04.	velika
4	696	konec cvetenja	18. 04.	27. 04.	velika
5	881	začetek zorenja	05. 06.	05. 06.	velika
6	887	obiranje	13. 06.	15. 06.	velika
7	920	jesensko rumenenje	28. 10.	30. 10.	majhna
8	930	odpadanje listja	09. 11.	11. 11.	majhna

5.1.1.1 Občutljivost češnje na pomanjkanje vode

Primerna oskrba z vodo je pri češnji pomembna med cvetenjem in v obdobju razvoja plodov, kakor tudi v poobiralnem obdobju, v katerem poteka diferenciacija, razvoj rodnih brstov za prihodnjo sezono (Predieri in sod., 2003). Češnje so na pomanjkanje vode še posebej občutljive od fenofaze brstenja do fenofaze zorenja (Preglednica 12). Posledice pomanjkanja vode med razvojem plodov se kažejo v slabši kakovosti plodov in manjšem prirastu poganjkov. Primerna oskrba z vodo tudi po obiranju omogoča dobro kondicijo drevesa, ki je potrebna za rodnost v prihodnjem letu (diferenciacija, dozorevanje lesa, zaloge hranil).

Občutljivost na sušo značilno določa podlaga. V splošnem velja, da drevesa češenj, cepljena na bujne podlage, pomanjkanje vode v tleh bolje prenašajo kot drevesa na šibkejših podlagah zaradi globljega in obširnejšega koreninskega spleta (Gonçalves in sod., 2003). Poznamo pa tudi bujne podlage, za katere vemo, da so za sušo občutljive (npr. sejanec češnje). Češnje na šibkih podlagah so za sušo občutljive. Podobno so ugotovili Neilsen in sod. (2016) pri sorti 'Skeena' na podlagah Gisela 3, Gisela 5 in Gisela 6. Najšibkejša podlaga Gisela 3 je imela konstantno nižji vodni potencial kot najbujnejša Gisela 6 vse do obiranja plodov. Vpliv namakanja od sredine aprila do sredine avgusta na vegetativno rast različnih sort in podlag so proučevali na Češkem. Ob namakanju so najbujneje rastla drevesa na podlagi sejanec češnje, sledili pa sta podlagi PHL-C in Gisela 5. Drevesa na podlagi Gisela 5, ki so bila namakana, so rastla podobno kot nenamakana drevesa na bujnejši podlagi PHL-C (Blazkova in Hlusickova, 2008).

V Bolgariji so proučevali vpliv namakanja na vegetativno rast, pridelek in kakovost plodov sort 'Burlat', 'Regina' in 'Bing' na podlagah Gisela 5, GM 61/1, GM 79 in GM 9 v 6-letnem obdobju po sajenju. Drevesa so bila namakana z 100 % ali 50 % ET. Volumen dreves in površina preseka debla sta bila značilno manjša pri drevesih, ki so dobila manj vode. Na namakanje so se najbolj odzvala drevesa na podlagah Gisela 5 in GM 79. Kumulativni pridelek je bil največji pri drevesih na podlagi Gisela 5, vendar le pri drevesih, namakanih s 100 % ET (Gospodinova in Kolev, 2013).

DZ, pri katerem rastlina začuti stres, je 0,5, kritično znižanje matričnega potenciala je -0.5 MPa (Livellara in sod., 2011). Optimalna vVV za češnjo je 60-80 % PK, 60 % PK pa dovoljena minimalna VV za pridelavo češenj (Milatović in sod., 2015), kar okvirno ustreza DZ 0,5.

5.1.2 Prevladujoče tehnologije namakanja češnje v Sloveniji

Intenzivnih nasadov češenj je po podatkih MKGP v začetku leta 2018 bilo v Sloveniji 192 ha. Indeks rasti površine nasadov v Sloveniji je glede na leto 2009, ko je bilo 120 ha nasadov češenj, 160. V Sloveniji je bilo v letu 2015 urejenih z namakalnim sistemom le 14 % nasadov češenj. Češnja se v svetu in pri nas tradicionalno prideluje brez namakanja (vir vode je izključno padavinska voda) ali z namakanjem. Najpogostejša oblika namakanja pri češnji je nadomeščanje vode ob pomanjkanju padavin. Pridelovalci se poslužujejo različnih načinov, prevladuje kapljično namakanje. Poskus v SC Bilje na breskvi (Kavčič, 2005) je pokazal, da mikrooroševanje spodbudi enakomerno rast močnih in obraščenih korenin v krogu. Kapljično namakanje pogojuje slabšo rast korenin, razvijejo se pretežno v smeri vrste.

V okviru projekta CRP V4-1409 Tehnologije pridelave hrušk in češenj so v letih 2015 in 2016 pri sorti 'Regina' na podlagi Weiroot 72 primerjali obravnavanji mikrooroševanje in kapljično namakanje z nenamakano kontrolo. Potrebe po namakanju so določali na ARSO. Mikrooroševanje in kapljično

namakanje sta bila po količini in kakovosti pridelka enakovredna (pridelek/drevo, pridelek/ha, vsebnost topnih snovi in skupnih kislin). Pridelek dreves v kontroli (nenamakano) je bil v sušnem letu 2015 slabše kakovosti (manjša masa plodov), drevesa so, razen v padavinsko optimalnih letih, utrpela bolj ali manj izrazit vodni stres (Unuk in sod., 2017).

5.2 MATERIALI IN METODE DELA

5.2.1 Opis lokacije

SC Bilje se nahaja 10 km južno od Nove Gorice med krajema Bilje in Orehovlje ob križišču Križ Cijan (45°53'44,79"N, 13°37'22,2"E). Poskusna parcela leži v nasadu SC Bilje, sredi Biljensko-orehovskega polja na nadmorski višini 55 m, le streljaj stran od reke Vipave. Tla v poskusnem nasadu so evtrična rjava tla na aluvialno-deluvialnem nanosu, tipična, srednje globoka tla na peščeno prodnatih nanosih rek. So srednje težka do težka, z naraščajočim deležem skeleta v globino, odcedna, s pH 7,0 in 1,7 % organske snovi. Površina poskusa (7., 8. in 9. vrsta dreves) je bila 382 m². PK, 31,5 vol %, in TV, 18,5 vol %, sta bili določeni iz krivulje VZL tal na območju poskusa (Priloga D.2).

Podnebje lokacije Bilje je vlažno in zmerno toplo, z enakomerno razporeditvijo padavin skozi vse leto in dvema padavinskima viškoma (spomladi, jeseni). Povprečna letna količina padavin je 1423 mm, povprečna letna T pa 11,8 °C. Vsota padavin za obdobje maj-avgust za leti 2017 in 2018 je nekoliko manjša (342 in 327 mm) kot za povprečje let 1971-2000, ki je 482 mm (Priloga D.3).

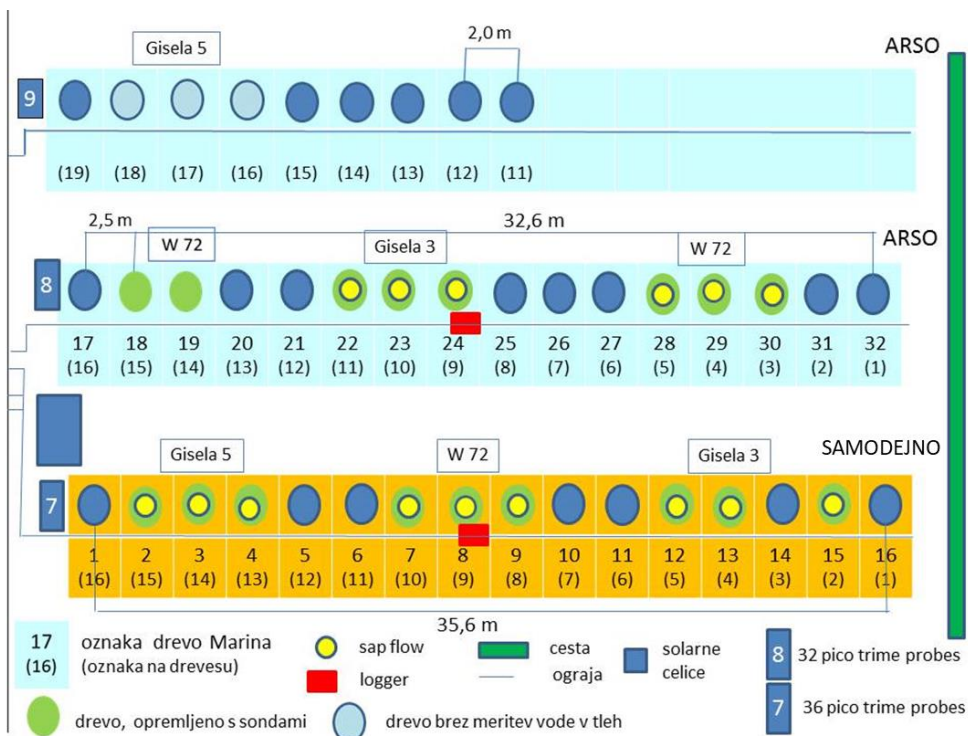
5.2.2 Zasnova poskusa

Poskus je bil izveden v nepopolni bločni zasnovi (Priloga A.3, Slika 37). Postavljen je bil na drevesih sorte češnje 'Regina', cepljenih na 3 podlagah (Gisela 3, Gisela 5 in Weiroot 72), ki se namakajo v 2 režimih namakanja: (1) drevesa, vključena v obravnavanje ARSO (8 in 9. vrsta), se namakajo po napovedih ARSO; (2) pri drevesih, vključenih v obravnavanje samodejno namakanje (vrsta 7), je bilo namakanje avtomatsko, na podlagi zmanjšane količine vode v tleh, kot je bilo zaznati z meritvami VV. Poimenovanje in opis obravnavanj je v Preglednici 13. Tehnični opis namakalnega sistema je v prilogi D.4.

Preglednica 13: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu hmelja na poskusnem polju Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc opis (%)		Podlaga	Opomba
G3_ARSO	mikrorazpršilci	polno	100	Gisela 3	po napovedi ARSO
G5_ARSO	mikrorazpršilci	polno	100	Gisela 3	po napovedi ARSO
W72_ARSO	mikrorazpršilci	polno	100	Weiroot 72	po napovedi ARSO
G3_samodejno	mikrorazpršilci	polno	100	Gisela 3	samodejni vklop*
G5_samodejno	mikrorazpršilci	polno	100	Gisela 5	samodejni vklop*
W72_samodejno	mikrorazpršilci	polno	100	Weiroot 72	samodejni vklop*

Opomba: *samodejni vklop je bil v skladu z volumsko vsebnostjo vode v tleh



Slika 37: Zasnova poskusa v nasadu češnje, Bilje.

5.3 MERITVE IN ANALIZE

5.3.1 Količina in kakovost pridelka ter vegetativna rast

Vzporedno z merjenjem količine pridelka na poskusu je potekalo merjenje premera debla, dimenzije krošnje (višina, širina in globina), površina listov (vzorec 20 listov/drevo), štetje listov/drevo, meritve zunanjih in notranjih lastnosti plodov listov (vzorec 20 plodov/drevo).

5.3.2 Količina vode za namakanje

V času poteka poskusa smo merili porabo vode za namakanje (Priloga D.4). Na ARSO smo javljali podatke o poteku fenofaz, ki so pomembne za namakanje, da so modelirali VB za namakanje z mikrorazpršilci, nameščenimi pod krošnjami dreves češnje, na lokaciji SC Bilje in dali prognozo namakanja. Modelirana VB in namakanje za leti 2017 in 2018 sta za češnje predstavljeni v prilogi D.5. Primerjali smo modelirano količino vode za namakanje in dejansko porabo vode pri ARSO in samodejnem namakanju.

5.3.3 Vsebnost vode v tleh

VV smo merili s pomočjo TDR Trime sond model Pico 32. Ob vsakem drevesu so bile v tleh 4 sonde, po dve na globini 20 in 50 cm. V obeh globinah po ena sonda v vrsti dreves in ena v smeri medvrstnega prostora. Za poskus v okviru projekta TriN so bile relevantne le sonde v vrsti. V vrsti s samodejnim namakanjem smo postavili 36 sond, v vrsti z namakanjem po napovedi ARSO pa 32, ki so merile VV vsakih 30 min. Podatki so se shranjevali v dva shranjevalnika podatkov v nasadu. Vsa potrebna namakalna in merilna oprema je bila postavljena v letu 2015. Poskus se je začel 2016 in je trajal do konca leta 2018, dve poskusni leti.

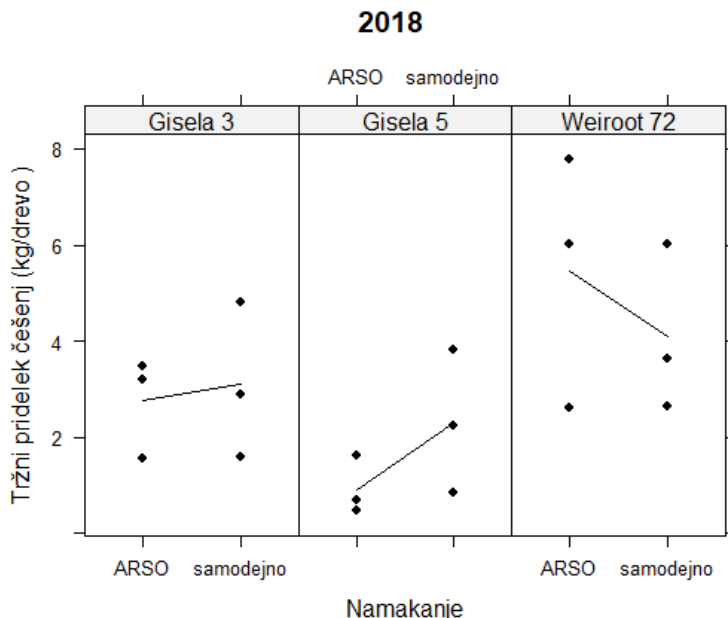
Po končanem poskusu smo sonde izkopalni in v laboratoriju za vsako na neporušenih talnih vzorcih iz Bilj opravili primerjavo med merjeno in gravimetrično določeno vVV (poglavje 2.2.5.2), da smo dobili kalibracijske premice. Meritve vVV s poskusa smo potem kalibrirali na podlagi kalibracijske premice posamezne sonde, nato smo na podlagi polurnih meritev izračunali dnevna povprečja vVV. Grafično smo primerjali povprečno vVV po obravnavanjih določenih glede na tehnični način namakanja in glede na količino namakanja.

5.4 REZULTATI

5.4.1 Količina in kakovost pridelka češnje

5.4.1.1 Tržni pridelek češenj

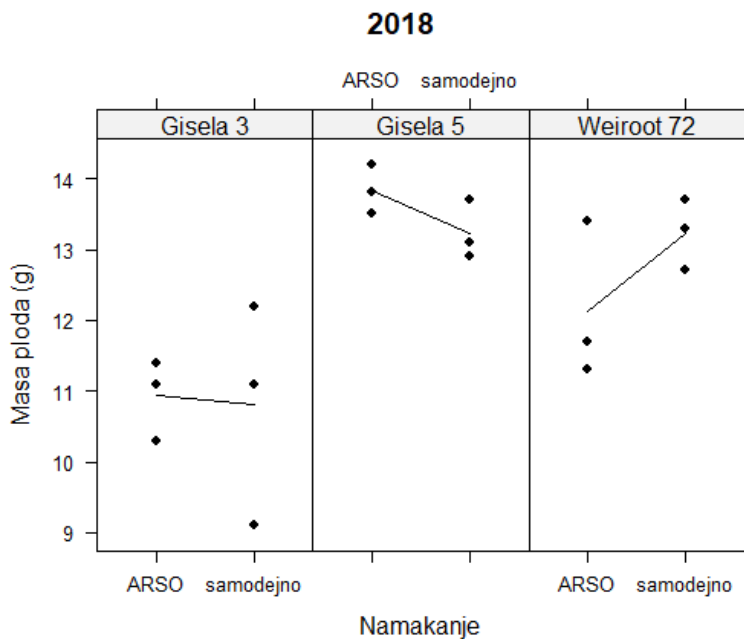
V letu 2018 smo po pozebi v letu 2017, ki je uničila pridelek v prvem poskusnem letu, lahko spremljali in ovrednotili pridelek češenj v poskusu. Med obravnavanji namakanja v poskusu ni bilo statistično značilnih razlik glede količine tržnega pridelka češenj. Podlaga je bila pomembnejši dejavnik od načina namakanja, saj smo ugotovili razlike le med podlagami. Pridelek na podlagi Weiroot 72 je bil večji kot na podlagi Gisela 5, ni pa se razlikoval od podlage Gisela 3 (Slika 38).



Slika 38: Tržni pridelek češenj v letu 2018 glede na podlago in način namakanja v 2018.

5.4.1.2 Masa plodov

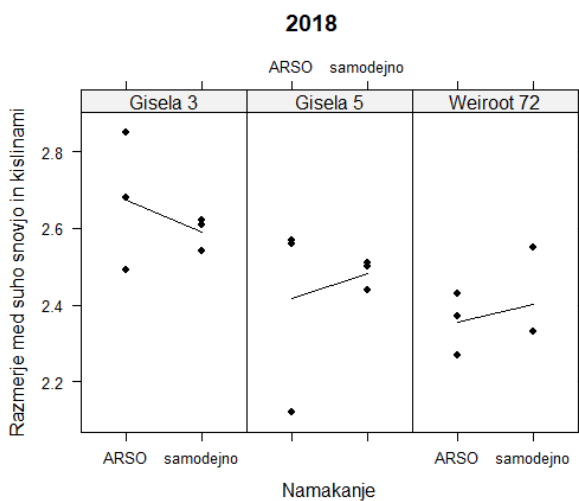
Ugotovili smo le značilen vpliv podlage. Namakanje na maso plodov ni imelo vpliva. Plodovi z dreves na podlagah Gisela 5 in Weiroot 72 so bili značilno večji kot plodovi z dreves na podlagi Gisela 3. Samodejno namakanje ni zmanjšalo mase plodov z dreves na podlagah Gisela 3 in Weiroot 72 (Slika 39).



Slika 39: Povprečna masa ploda v letu 2018 glede na podlago in način namakanja v 2018.

5.4.2 Kakovost pridelka češnje

O okusu plodov lahko sklepamo iz razmerja med suho snovjo in kislinami. Večja vrednost tega razmerja pomeni boljši okus plodov. Kakovost pridelka v letu 2017 zaradi pozebe ni bila ovrednotena. Namakanje 2018 ni imelo vpliva na razmerje, značilen je bil le vpliv podlage (Slika 40). Največje razmerje je bilo pri plodovih češenj z dreves na podlagi Gisela 3, značilno pa se je razlikovalo le od plodov Weiroot 72. Plodovi Gisela 3 so imeli več suhe snovi in manj kislin, plodovi z dreves na podlagi Weiroot 72 pa so imeli manj suhe snovi ob večji vsebnosti kislin. Ugotovili smo le značilen vpliv podlage, ki verjetno vpliva na proces dozorevanja plodov. Znano je, da plodovi na različnih podlagah dozorevajo različno. Iz podatkov lahko sklepamo, da so bili plodovi na podlagi Gisela 3 ob obiranju nekoliko bolj zreli kot plodovi na podlagi Weiroot 72.

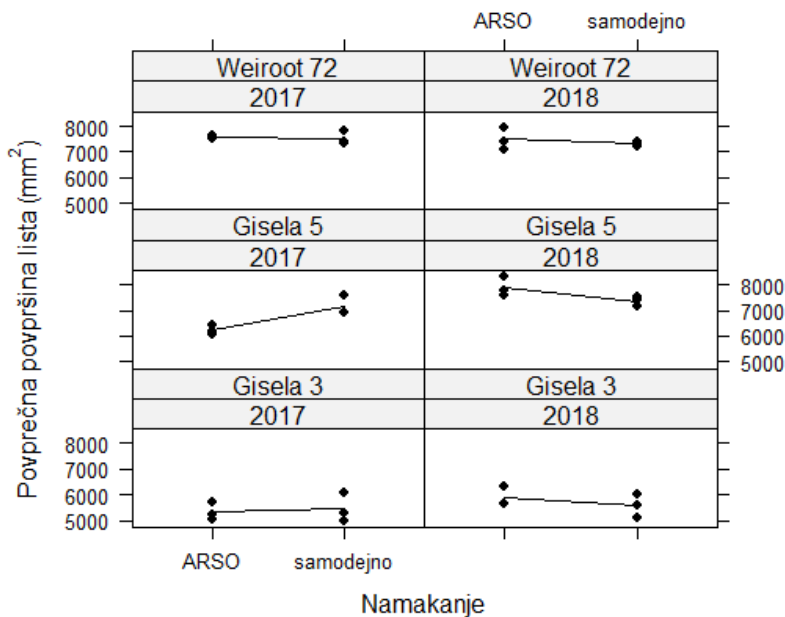


Slika 40: Razmerje med suho snovjo in kislinami glede na podlago in način namakanja v 2018.

5.4.3 Vegetativna rast

5.4.3.1 Velikost lista

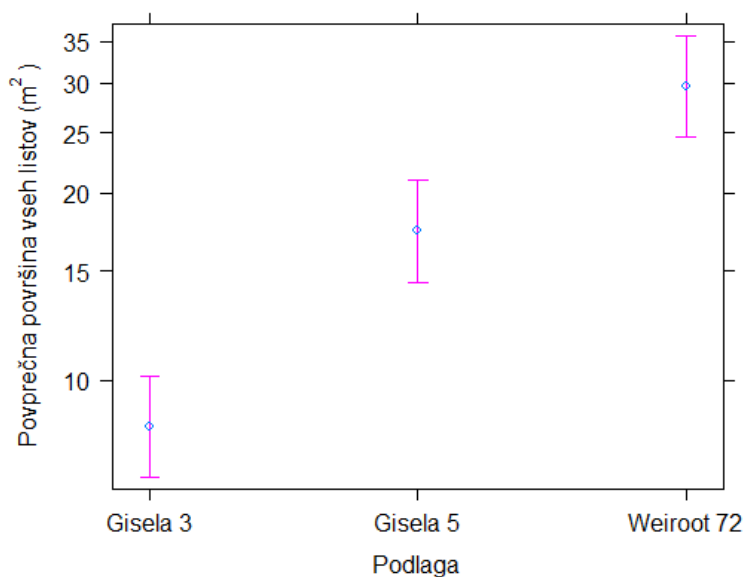
Pri površini lista namakanje ni imelo značilnega vpliva. Statistično značilne razlike so le med različnimi podlagami. Gisela 3 ima manjšo površino lista od ostalih dveh podlag, med katerima ni značilne razlike (Slika 41). Ob manjšem volumnu krošnje in manj razvejanem koreninskem sistemu ima sorta 'Regina', cepljena na podlago Gisela 3 tudi značilno manjši list, njena šibkost oziroma manjša bujnost se kaže v vseh spremljanih vegetativnih parametrih. Manj dodane vode pri obravnavanju samodejnega namakanja ni zmanjšalo velikosti lista pri podlagah Gisela 3 in Weiroot 72.



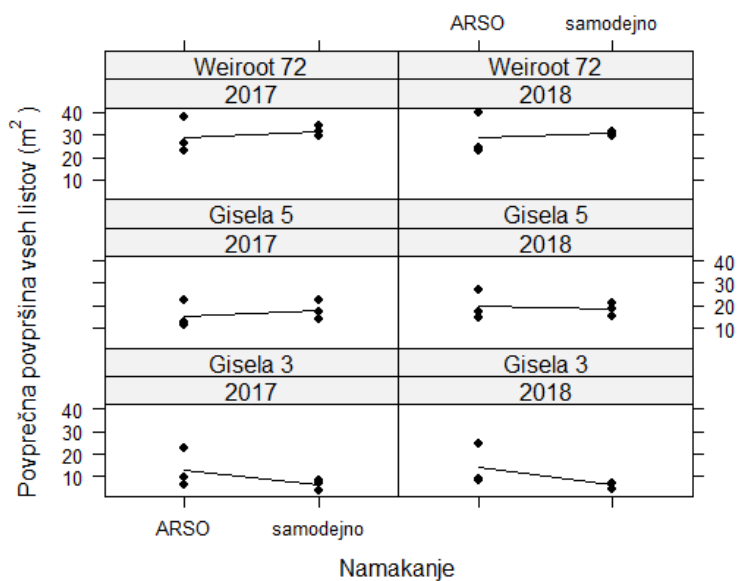
Slika 41: Povprečna površina lista glede na podlago in način namakanja v letih 2017 in 2018.

5.4.3.2 Površina vseh listov drevesa

Površina vseh listov na drevesu se glede na način namakanja ne razlikuje (Slika 42). Velike razlike v površini listne površine drevesa so bile med drevesi na različnih podlagah. V tem primeru se posredno skozi manjšo bujnost dreves, manjšo prostornino krošnje in razlik v površini lista izrazi tudi skupna listna površina dreves. Že s prostim očesom so namreč vidne in očitne razlike med drevesi na treh različnih podlagah. Po podatkih iz poskusa si od manj bujne do bolj bujne (od manjšega do večjega drevesa) sledijo Gisela 3, Gisela 5 in Weiroot 72. V literaturi več avtorjev po bujnosti enači podlagi Gisela 5 in Weiroot 72, ali celo navaja, da je slednja manj bujna od podlage Gisela 5 in primerljiva s podlago Gisela 3. V našem primeru ni tako, podlaga Weiroot 72 se je izkazala za najbolj bujno izmed treh v poskusu. Manjša količina dodane vode v obravnavanju samodejnega namakanja ni imelo vpliva na listno površino drevesa pri podlagah Gisela 3 in Weiroot 72 (Slika 43).



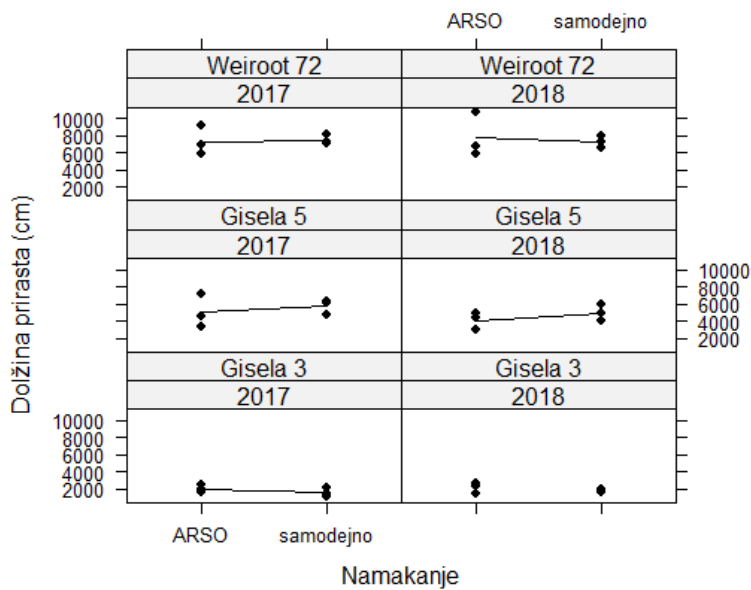
Slika 42: Povprečna listna površina drevesa glede na podlago.



Slika 43: Površina vseh listov drevesa glede na podlago in način namakanja v letih 2017 in 2018.

5.4.3.3 Dolžina prirasta poganjkov

Prirast poganjkov je bil odvisen le od podlage (Slika 44). Največji prirast poganjkov je bil na podlagi Weiroot 72, najmanjši pa pri drevesih, ki so na podlagi Gisela 3. Samodejno namakanje ni zmanjšalo prirasta poganjkov pri podlagah Gisela 3 in Weiroot 72.

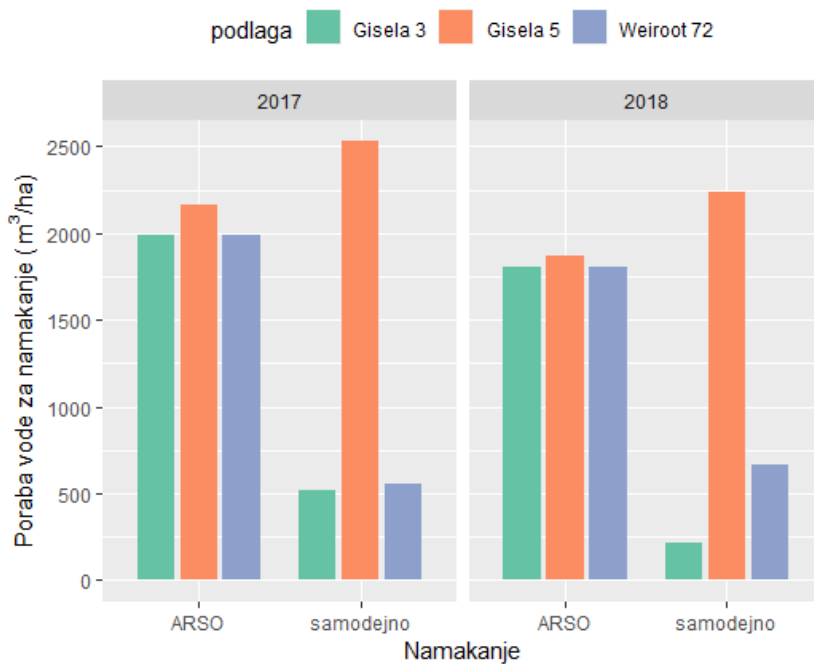


Slika 44: Dolžina prirasta poganjkov glede na podlago in način namakanja v 2017 in 2018.

5.4.4 Količina vode za namakanje

Analiza porabe vode kaže nekoliko večjo porabo v letu 2017 (Slika 45). Edina izjema je podlaga Weiroot 72 v obravnavanju samodejno namakanje, a je tudi tukaj razlika neznatna. Količina padavin je bila v letu 2017 večja kot v letu 2018, ki je bilo padavinsko podpovprečno. Število namakanj in s tem večjo količino porabljene vode je pogojevala izrazito slaba razporeditev padavin v letu 2017.

Poraba vode v obravnavanju ARSO je med različnimi podlagami pričakovano izenačena. Manjša razlika je le med podlagama Gisela 3 in Weiroot 72 (drevesa na obeh podlagah so posajena v vrsti na razdaljo 2,5 m) in podlago Gisela 5 (posajena je v sosednji vrsti na razdaljo 2,0 m). Zelo neizenačena je bila poraba vode pri različnih podlagah v obravnavanju samodejno namakanje. Podlaga je očitno najpomembnejši dejavnik pri porabi vode, saj vpliva na razvoj in obseg koreninskega sistema ter velikost nadzemnega dela rastline. V obravnavanju samodejno namakanje po podatkih iz poskusa kot velik porabnik vode izstopa podlaga Gisela 5. Drevesa na podlagi Gisela 5 so prejela celo nekoliko več vode kot drevesa na isti podlagi v obravnavanju ARSO. Poraba vode pri podlagah Gisela 3 in Weiroot 72 so bile pri obravnavanju ARSO v povprečju tri- do štirikrat večje od porabe v obravnavanju samodejno. Podlaga Gisela 3 je v letu 2017 v obravnavanju ARSO dobila 3,9 krat več vode kot pri obravnavanju samodejno, v letu 2018 pa 5,6 krat več. Podlaga Weiroot 72 je v letu 2017 v obravnavanju ARSO dobila 3,6 krat več vode kot pri obravnavanju samodejno, v letu 2018 pa 2,7 krat več. V letu 2017 med podlagama Gisela 3 in Weiroot 72 ni bilo razlike v količini dodane vode pri obravnavanju samodejno namakanje, v letu 2018 pa so drevesa Weiroot 72 dobila precej več vode kot drevesa na podlagi Gisela 3.

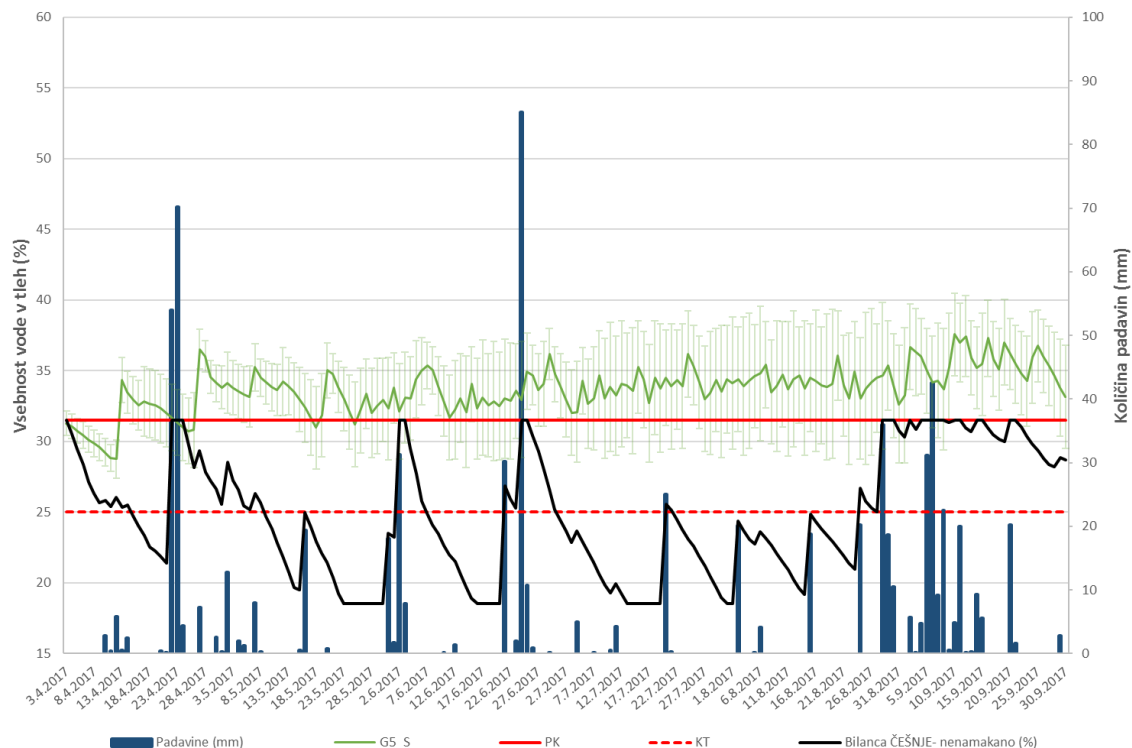


Slika 45: Količina porabljene vode (m³/ha) za namakanje češenj glede na podlago in način namakanja v letih 2017 in 2018.

Modeliranje namakanja za češnjo v SC Bilje je za leti 2017 in 2018 predvidelo namakanje v skupni količini vode 5212 (2017) in 4642 m³/ha (2018) (Priloga D.5). V obdobju dejanskega izvajanja namakanja, ki je bilo krajše od obdobja modeliranja, je ARSO predvidel v 2017 2920 m³/ha in v 2018 2580 m³/ha, kar je v obeh letih 56 % od celotne modelirane količine. Dejansko smo po napovedih ARSO izvedli nekoliko manj namakanja in poraba vode je bila 2000 m³/ha v 2017 in 1800 m³/ha v 2018; t.j. 68 in 69 % tiste, ki jo je v obdobju dejanskega namakanja predvidel ARSO. Pri samodejnem namakanju so bile te količine, z izjemo pri Giseli 5, še bistveno manjše (slika 45).

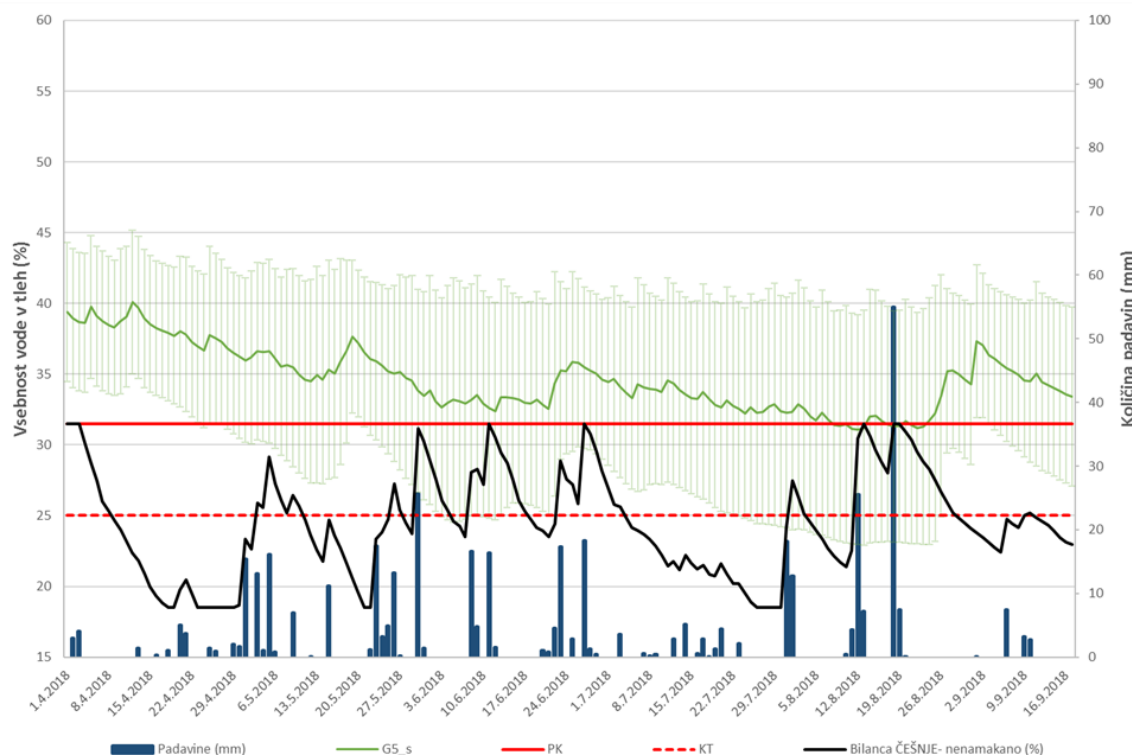
5.4.5 Vsebnost vode v tleh

Večina TDR sond na globini 50 cm in tudi nekaj na globini 20 cm je delovalo slabo (občasno so nehale delovati, kazale so nerealne podatke, močno nihale od ene do druge meritve). Vzroki za tako delovanje so verjetno različni. Predvidevamo, da je bil eden od vzrokov slabega delovanja velik delež skeleta v spodnjem horizontu tal. Pri analizi merjenih vVV smo tako upoštevali samo sonde, ki so bile nameščene v vrsti na globini 20 cm. Dnevna povprečja vVV po obravnavanjih kažejo veliko prostorsko variabilnost v vVV znotraj obravnavanj (standardne napake na Slikah od 46 do 51).



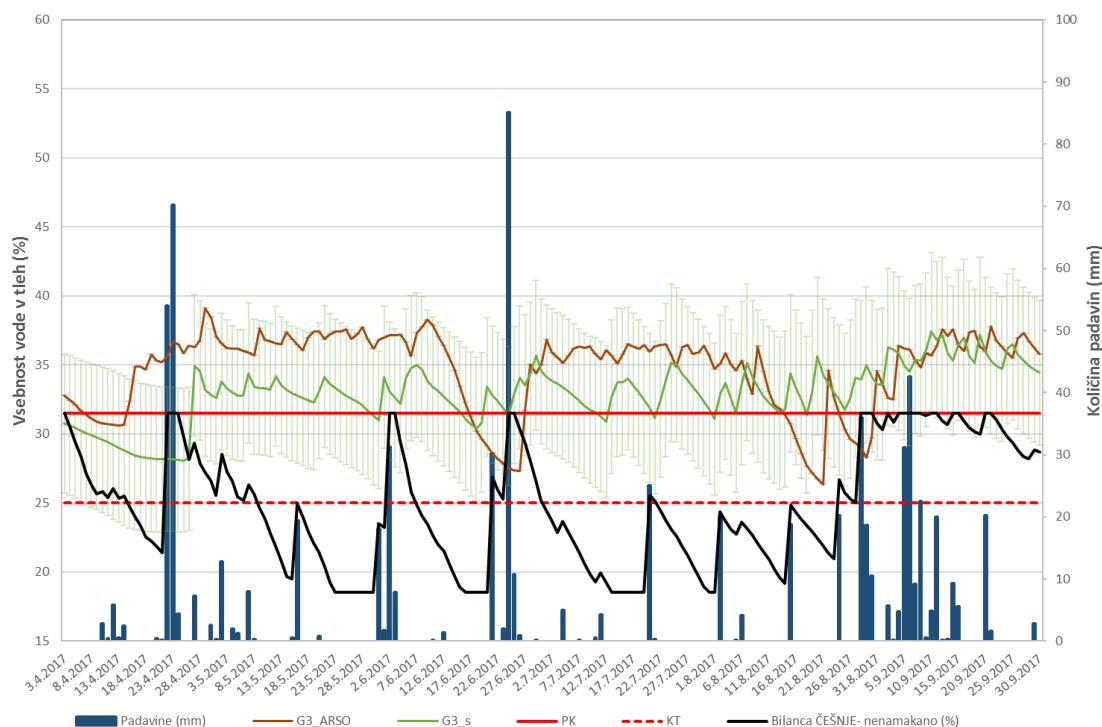
Slika 46: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh na globini 20 cm (vol %) za češnjo sorte 'Regina' na podlagi Gisela 5, namakanje z mikrorazpršilci nameščenimi pod krošnjami dreves, v Biljah v letu 2017.

Pripadajoča standardna napaka (N=3), modelirana vodna bilanca tal brez namakanja in dnevna količina padavin (mm) na meteorološki postaji Bilje. Legenda: PK = poljska kapaciteta, KT = kritična točka vode v tleh za češnjo.



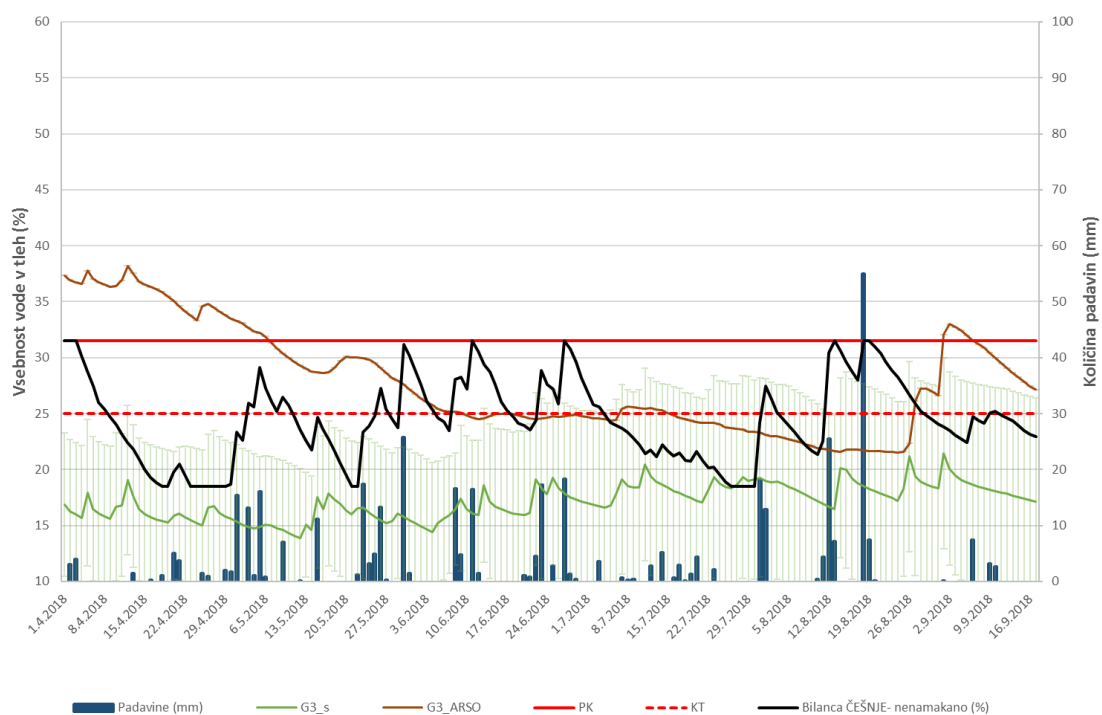
Slika 47: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh na globini 20 cm (vol %) za češnjo sorte 'Regina' na podlagi Gisela 5, namakanje z mikrorazpršilci nameščenimi pod krošnjami dreves, v Biljah v letu 2018.

Pripadajoča standardna napaka (N=3), modelirana vodna bilanca tal brez namakanja in dnevna količina padavin (mm) na meteorološki postaji Bilje. Legenda: PK = poljska kapaciteta, KT = kritična točka vode v tleh za češnjo.



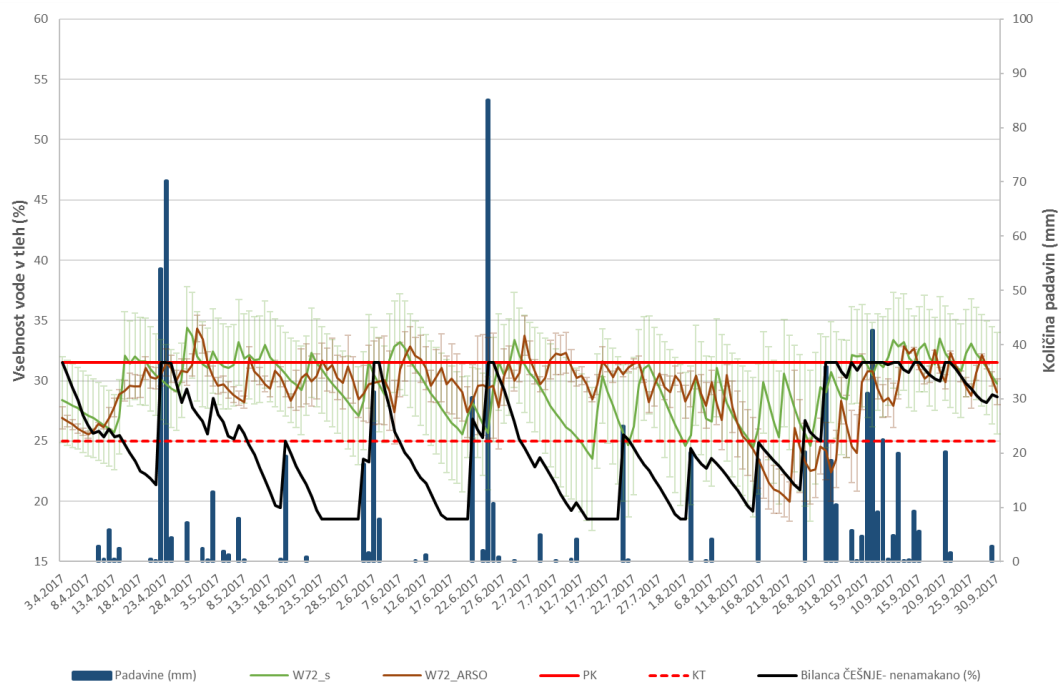
Slika 48: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh na globini 20 cm (kalibrirane vrednosti) (vol %) pri češnji sorte 'Regina' na podlagi Gisela 3 pri namakanju z mikrorazpršilci v Biljah v letu 2017.

Pripadajoča standardna napaka (N=3), modelirana vodna bilanca brez namakanja (vol %) in dnevna količina padavin (mm) na meteorološki postaji Bilje. Legenda: G3_ARSO = namakanje po napovedih ARSO; G3_s = samodejni vklop; PK = poljska kapaciteta, KT = kritična točka vode v tleh za češnjo. Pri obravnavi ARSO je delovala le ena sonda od treh.



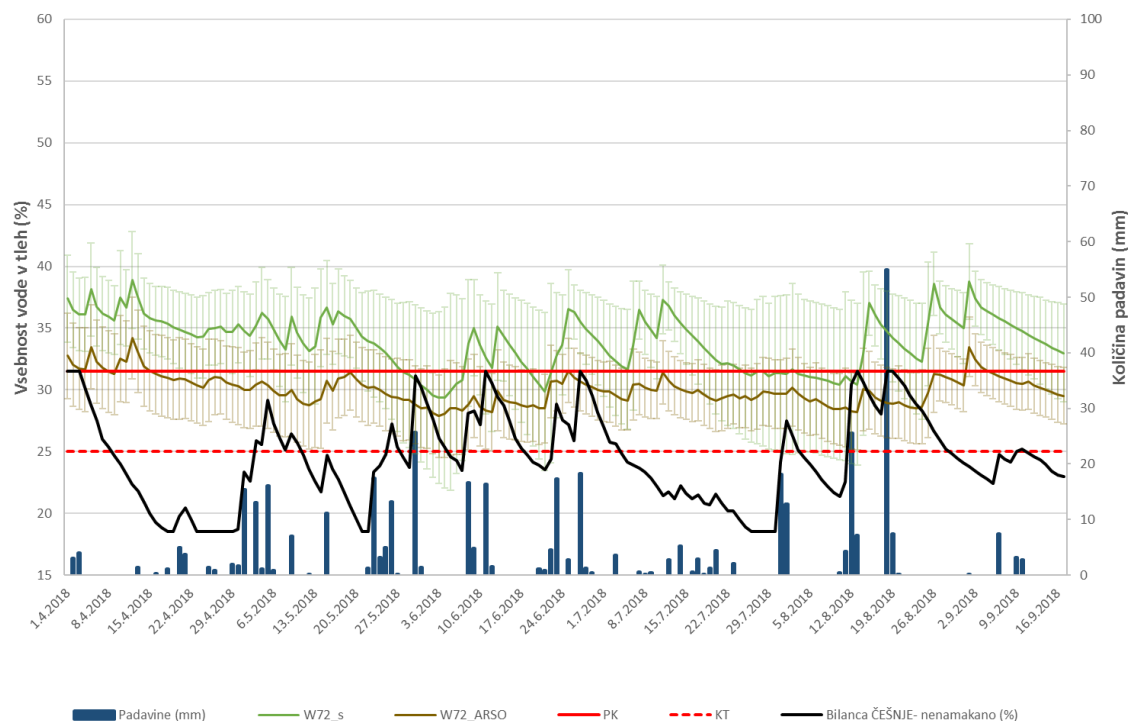
Slika 49: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh na globini 20 cm (kalibrirane vrednosti) (vol %) pri češnji sorte 'Regina' na podlagi Gisela 3 pri namakanju z mikrorazpršilci v Biljah v letu 2018.

Pripadajoča standardna napaka za G3_s (N=3), modelirana vodna bilanca brez namakanja (vol %) in dnevna količina padavin (mm) na meteorološki postaji Bilje. Legenda: G3_ARSO = namakanje po napovedih ARSO; G3_s = samodejni vklop; PK = poljska kapaciteta, KT = kritična točka vode v tleh za češnjo. Pri obravnavi ARSO je delovala le ena sonda od treh.



Slika 50: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh na globini 20 cm (kalibrirane vrednosti) (vol %) pri češnji sorte 'Regina' na podlagi Weiroot 72 pri namakanju z mikrorazpršilci v Biljah v letu 2017.

Pripadajoča standardna napaka (N=3), modelirana vodna bilanca brez namakanja (vol %) in dnevna količina padavin (mm) na meteorološki postaji BiljeLegenda: W72_ARSO = namakanje po napovedih ARSO; W72_s = samodejni vklop; PK = poljska kapaciteta, KT = kritična točka vode v tleh za češnjo.



Slika 51: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) pri češnji sorte 'Regina' na podlagi Weiroot 72 pri namakanju z mikrorazpršilci v Biljah v letu 2018.

Pripadajoča standardna napaka (N=3), modelirana vodna bilanca brez namakanja (vol %) in dnevna količina padavin (mm) na meteorološki postaji Bilje. Legenda: W72_ARSO = namakanje po napovedih ARSO; W72_s = samodejni vklop; PK = poljska kapaciteta, KT = kritična točka vode v tleh za češnjo.

5.5 KOMENTAR REZULTATOV

Poskus z namakanjem češenj smo izvedli v spodnji Vipavski dolini, na poskusnem polju KGZS-Zavod GO, Sadjarskega centra Bilje. V poskus smo vključili drevesa sorte 'Regina' na treh podlagah: G3 – Gisela 3; G5 – Gisela 5; W72 – Weiroot 72 (3 obravnavanja) različne bujnosti. Nasad iz leta 2006 je bil posajen na razdalje 4 m × 2,5 (2,0) m. Poskus izveden v zasnovi nepopolnih blokov je vključeval dve obravnavanji namakanja z mikrorazpršilci; samodejno namakanje po potrebi glede na vVV in namakanje glede na napoved ARSO. V samodejno namakani sedmi vrsti nasada smo v poskus vključili tri bloke. V vsakem izmed blokov so bila tri drevesa sorte 'Regina' na eni izmed prej naštetih podlag. V osmi in deveti vrsti smo spremljali še tri bloke s po tremi drevesi za vsako podlago, namakanimi po napovedi ARSO.

Samodejno namakanje se je izvajalo avtomatsko glede na vVV za vsako podlago posebej. Habitus rastline je zelo odvisen od podlage, zato se je namakalni sistem prožil različno glede na podlago. Določena je bila PK, TV in KT. Med KT in PK smo določili interval vklopa (manjša količina vode v tleh) in izklopa (večja količina vode v tleh) za tla pri vsaki od treh podlag.

Namakanje ARSO se je izvajalo s pomočjo napovedi ARSO za namakanje češenj v Biljah (pokrivanje ETc) v tistem dnevu, ki jo je ARSO objavila na svoji spletni strani. ARSO je podala napoved v mm. Ta podatek je služil za izračun časa trajanja namakanja glede na tloris krošnje, izgube količine vode oz. učinkovitost namakanja, ki je bila privzeta 0,8 in glede na pretoke mikrorazpršilcev.

V povezavi z rastjo in s pridelkom smo spremljali: (a) vegetativno rast (površino preseka debla, volumen dreves, število in dolžino mladik); (b) rodnost (količino pridelka/drevo in učinek rodnosti); (c) kakovost pridelka (masa ploda, trdota ploda, suha snov, skupne kisline, počeni plodovi); in (d) barvo plodov (lestvica Ctifl).

Pri namakanju smo spremljali: (a) količino vode, ki je stekla v namakalno opremo (pri vsakem od obravnavanj in ponovitev) in iz tega računali količino tlom dodane vode in (b) vVV (pri vsakem od obravnavanj in ponovitev).

V letu 2017 je bil potek poskusa zaradi pozne spomladanske pozebe okrnjen. Plodiči v poskusnem nasadu so v celoti pozebli. Opravili smo potrebna tehnološka opravila (gnojenje, rez, varstvo) in spremljali vegetativno rast dreves (število in dolžina poganjkov, dimenzije krošnje, premer debla, površina listov) ter drevesa redno namakali (47 namakanj po napovedi ARSO) in samodejno. Vrednotenje pridelka zaradi pozebe žal ni bilo mogoče. V letu 2018 smo vse aktivnosti izvedli po načrtu. Konec maja 2018 smo zamenjali vseh 17 mikrorazpršilcev v sedmi vrsti, saj so pretoki preveč nihali oziroma so bili neizenačeni in so odstopali od ostalih dveh vrst v poskusu. Nasad smo redno namakali po napovedi ARSO (43 namakanj) in samodejno.

Plodovi se v letu 2018 po parametrih kakovosti niso razlikovali glede na način namakanja. Nekoliko drobnejše plodove so rodila le drevesa na podlagi Gisela 3, gre pa za razliko med podlagami in ne med načini namakanja (Slika 38). Plodovi v poskusu so dosegali zelo lepo debelino, obarvanost in vsebnost topnih snovi ter kislin. 'Regina' tudi sicer slovi kot ena izmed kakovostnejših sort češenj po pridelku, izgledu, čvrstosti in okusu plodov. V letih od 2016 do 2018 se je močno povečal pritisk plodove vinske

mušice (*Drosophila suzukii*) na plodove češenj. Škodljivec največ škode povzroči na poznih sortah češenj, čeprav se ob zanj ugodnih pogojih lahko pojavi že sredi maja in dela škodo na zgodnih sortah. Tudi na sorti 'Regina' je bil v času poskusa pritisk tega škodljivca zelo velik in je redno uničil del pridelka (plodovi niso bili tržni), saj ga z registriranimi fitofarmaceutskimi sredstvi ni bilo moč zaustaviti ali vsaj omejiti.

Glede na podatke lahko zaključimo, da je mogoče priti do primerljive količine tržnega pridelka češenj tudi z manjšo količino dodane vode pri namakanju češnjevih dreves. To lahko sklepamo iz rezultatov pri podlagah Gisela 3 in Weiroot 72, ki sta v obravnavanju s samodejnim namakanjem deležni namakanja po dejanski ne modelirani potrebi in so drevesa dobila precej manj vode kot drevesa pri obravnavanju ARSO. Ni pa vseeno, na katero podlago so cepljena drevesa. Srednje bujna podlaga Weiroot 72 se je v poskusu izkazala za najbolj rodno. Pa vendar, pridelek Weiroot 72 ($4,8 \pm 1,2$ kg/drevo) se ni značilno razlikoval od pridelka najmanjših dreves na podlagi Gisela 3 ($2,9 \pm 0,7$ t/ha). Zanimivo je, da je bil najmanjši pridelek v obeh obravnavanjih pri podlagi Gisela 5 ($1,6 \pm 0,7$ kg/drevo), na drevesih, ki so v obeh letih prejela največ vode. Gisela 5 je v obravnavanju »samodejno« dobila skoraj enako količino vode kot pri ARSO. Morda bi kazalo v prihodnje ugotoviti, kako bi reagirala na dejansko manjšo količino vode, primerljivo manjšo kot sta jo dobila Gisela 3 in Weiroot 72 pri samodejnem namakanju. Pridelek v poskusu je bil v splošnem majhen. V pridelovalnih nasadih bi si sicer želeli večjega pridelka češenj na drevo.

Večina TDR sond na globini 50 cm in tudi nekaj na globini 20 cm je delovalo slabo (občasno so nehale delovati, kazale so nerealne podatke, močno nihale od ene do druge meritve). Vzroki za tako delovanje so verjetno različni. Predvidevamo, da je bil eden od vzrokov slabega delovanja velik delež skeleta v spodnjem horizontu tal. Pri analizi merjenih vVV smo tako upoštevali samo sonde, ki so bile nameščene v vrsti na globini 20 cm. Vendar je bila tudi tu variabilnost znotraj obravnavanj (standardne napake na Slikah od 46 do 51).

5.6 SKLEPI

Poskus namakanja češenj v okviru CRP V4-1609 Natančnost napovedovanja namakanja je bil postavljen jeseni leta 2016 v Sadjarskem centru Bilje. Leta 2006 posajena drevesa sorte 'Regina' na treh različnih manj bujnih češnjevih podlagah (Gisela 3; Gisela 5; Weiroot 72) smo v letih 2017 in 2018 poskusno namakali po napovedi ARSO in samodejno, ko se je količina vode v tleh zmanjšala do določene vrednosti, torej v skladu z dejanskimi potrebami rastline.

Po napovedi ARSO smo v osmi in deveti vrsti v celoti nadomeščali izgube vode z ET_C , namakali smo do 90 % PK. Samodejno namakanje sedme vrste smo izvajali glede na količino vode v tleh za vsako izmed podlag posebej, prav tako do 90 % PK. Količino vode v tleh smo merili s TDR sondami, s pomočjo sond se je sprožalo tudi samodejno namakanje.

V času poskusa smo spremljali številne parametre rasti (premer debla, dimenzije krošnje, površina listja, število enoletnih poganjkov) in rodnosti (količina pridelka, masa in obarvanost plodov, vsebnost topnih snovi in kislin) poskusnih rastlin. V letu 2017 je aprilaska pozeba uničila plodiče, zato smo kasneje v 2017 lahko spremljali le vegetativne parameter. V letu 2018 smo načrtovane aktivnosti lahko izvedli v celoti.

Primeren in boljši od nenamakanja je praktično vsak način namakanja češenj. Rezultati poskusa v okviru CRP V4-1409 Tehnologije pridelave hrušk in češenj so pokazali, da med posameznimi načini namakanja (kapljično, mikrorazpršilci) ni značilnih razlik glede količine in kakovosti pridelka češenj. Se je pa v sušnih letih značilno razlikovala kakovost plodov z nenamakanih dreves.

Primerjava obeh načinov namakanja (napoved ARSO in samodejno) v okviru CRP V4-1609 Natančnost napovedovanja namakanja ni pokazala značilnih razlik v količini in kakovosti pridelka, površini listov, premeru debla in dimenzijah krošnje. Večje razlike so bile pri porabi vode za namakanje. Z izjemo podlage Gisela 5 je bila količina namakalne vode pri ARSO namakanju v povprečju tri- do petkrat večja, kot pri samodejnem. Poraba vode za samodejno namakanje podlage Gisela 5 je presegla porabo po napovedi ARSO.

Na osnovi podatkov lahko sklepamo, da je češnjo mogoče namakati z manjšo količino vode, kot jo predvidi ARSO brez posledic za rast in rodnost češnjevih dreves. Količino zmanjšanja je potrebno prilagoditi tlom, podlagi in sorti ter seveda vremenskim razmeram v posameznem letu. Pri češnji bi bilo potrebno preučiti še možnost terminsko deficitnega namakanja, presušitve ob točno določenih fenofazah. Vsekakor pa je mogoče količinsko deficitno namakanje v času po obiranju pridelka.

Rezultati poskusa so potrdili domneve, da na rast in rodnost češnjevih dreves odločilno vpliva podlaga drevesa. Imeli smo možnost spremljati eno sorto ('Regina') na treh različnih podlagah. Vpliv podlage se je pokazal pri vseh obravnavanih spremenljivkah rasti in rodnosti. Po podatkih iz poskusa si od manj bujne do bolj bujne sledijo podlage Gisela 3, Gisela 5 in Weiroot 72. Podlaga Weiroot 72 je imela značilno večji pridelek od podlage Gisela 5, in ni bil značilno različen od podlage Gisela 3.

Model namakanja za češnjo v SC Bilje je za leti 2017 in 2018 predvidel 2,6-krat večje namakanje, kot je bilo dejansko izvedeno po napovedi ARSO.

Volumska VV pri poskusu s češnjo so pokazale potrebo po dvigu kakovosti vhodnih podatkov za modeliranje vodne bilance v tleh za izboljšanje napovedi namakanja in sicer: z določitvijo PK z meritvami na terenu in z možnostjo vnosa popravkov vVV v model. Kljub temu, da je meteorološka postaja na lokaciji SC Bilje in da je bila večina padavin harmonično registrirana v poskusu s sondami in na meteorološki postaji, je med merjenimi in modeliranimi vVV opaziti razlike, ki v tem primeru izhajajo iz dejstva, da rastlinski pokrov v realnosti ni enak teoretičnemu, ki ga predvideva modeliranje.

Zavedati se moramo tudi negotovosti pri meritvah vVV s posrednimi metodami (v našem primeru TDR), ki vedno kažejo odstopanja od prave vVV. Skelet tal je eden izmed faktorjev, ki močno vpliva na merilno negotovost. To negotovost bi po pričakovanju morali zmanjšati s kalibracijo meritev na gravimetrično, a se je tudi kalibracija v našem primeru izkazala za vir negotovosti. V prihodnje bo potrebno kalibraciji sond v tleh z veliko skeleta posvetiti posebno pozornost.

5.7 VIRI ČEŠNJA

- Blazkova, J., Hlusickova, I. 2008. Cultivar and rootstock response to drip irrigation in sweet cherry tree vigour and start of bearing during the first three years after planting. *Horticultural Science*, 35, 72-82.
- Gonçalves, B; Santos, A; Silva, AP; Moutinho-Pereira, J; Torres-Pereira, JMG. 2003. Effect of pruning and plant spacing on the growth of cherry rootstocks and their influence on stem water potential of sweet cherry trees. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 78, 667-672.

- Gospodinova, M., Kolev, K. 2013. Effect of rootstocks and irrigation rate on vigor and productivity of sweet cherry. *Acta Horticulturae*, 981, 263-268.
- Kavčič U. 2005. Vpliv namakanja na pridelke in razvoj koreninskega sistema breskev (*Prunus persica* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 50 str.
- Koumanov K. S., Staneva I. N., Kornov G. D., Germanova D. R.. 2018. Intensive sweet cherry production on dwarfing rootstocks revisited. *Scientia Horticulturae*, 229: 193-200
- Livellara N., Saavedra F., Salgado E. 2011. Plant based indicators for irrigation scheduling in young cherry trees. *Agricultural Water Management*, 98: 684–690
- Meier U. 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants BBCH Monograph
- Milatović D., Nikolić M., Miletić N. 2015. Trešnja i višnja. Drugo dopunjeno izdanje. Čačak, Naučno voćarsko društvo Srbije: 540 str.
- Neilsen, D; Neilsen, GH; Forge, T; Lang, GA. 2016. Dwarfing rootstocks and training systems affect initial growth, cropping and nutrition in 'Skeena' sweet cherry. *Acta Horticulturae*, 1130, 199-205.
- Predieri, S., Dris, R., Sekse, L., Rapparini, F. 2003. Influence of environmental factors and orchard management on yield and quality of sweet cherry. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 1, 263-266.
- Smole J. 2000. Češnje in višnje. Pridelovanje in uporaba. Kmečki glas, Ljubljana, 145 str.
- Štampar, F., Lešnik, M., Veberič, R., Solar, A., Koron, D., Usenik, V., Hudina, M., Osterc, G. 2014. Sadjarstvo. 3. dopolnjena izd., Kmečki glas, Ljubljana, 415 str.
- Unuk, T., Tojnko, S., Lešnik, M., Rozman, Č., Hudina, M., Stopar, M., Zlatič, E., Donik Purgaj, B., Mrzlič, D. 2017. Tehnološka navodila za izvedbo nekaterih ukrepov v pridelavi hrušk in češenj. CRP V4 – 1409: Tehnologije pridelave hrušk in češenj, e-izdaja, Maribor, 12-15 str.

6 OLJKA

6.1 PREGLED LITERATURE

6.1.1 Značilnosti rastline

Oljka (*Olea europaea*) se botanično uvršča med sadne vrste v družino Oleaceae. Pridelava oljk v Istri, ki je ena izmed najsevernejših leg v svetu, kjer oljka še uspevajo, sega v začetke gojenja oljk na severni obali Sredozemlja, kamor so oljko prinesli Feničani 600 let pr. n. št. (Bučar-Miklavčič, 1998). Danes je oljka po površini nasadov, druga najbolj zastopana sadna vrsta v Sloveniji, saj je z njo zasajenih okrog 2.000 ha (MKGP, 2017).

Rastna doba oljke traja okrog 230 – 250 dni in sicer od konca meseca marca in traja do začetka - sredine novembra. Rastna doba je močno odvisna od sorte, saj poznamo sorte s krajšo rastno dobo kot npr. 'Maurino' in sorte z daljšo rastno dobo ('Istrska Belica').

Pri oljki fenofaze spremljamo po BBCH ključu (Sanz-Cortes in sod., 2002), kjer je opredeljenih deset osnovnih razvojnih faz, ki so razdeljene v sekundarne fenofaze. Na Inštitutu za oljkarstvo spremljamo nastop posameznih fenofaz na lokaciji Dekani na sorti 'Istrska belica'. Datumi nastopa fenofaz, ki so pomembne pri namakanju oljk in je v njih rastlina lahko tudi različno občutljiva na sušo, je za sorto 'Istrska belica', ki je bila v projektu TriN vključena v poskus, za 2017 in 2018 prikazana v Preglednici 14.

Preglednica 14: Fenofaze oljke sorta 'Istrska belica' v letu 2017 in 2018 na lokaciji Dekani in občutljivost na sušo.

Št. faze v TriN	Oznaka BBCH	Opis faze	Datum nastopa fenofaze		Občutljivost na sušo
			v letu 2017	v letu 2018	
1	0	razvoj brstov	08. 04.	13. 04.	srednja
2	11	prvi listi	15. 04.	18. 04.	majhna
3	31	začetek rasti poganjkov	21. 04.	25. 04.	srednja
4	51	razvoj socvetji	22. 05.	14. 05.	velika
5	60	začetek cvetenja	29. 05.	23. 05.	velika
6	65	splošno cvetenje	06. 06.	28. 05.	velika
7	69	konec cvetenja	13. 06.	04. 06.	velika
8	71	razvoj plodov	13. 09.	06. 10.	srednja
9	81	začetek obarvanja plodov	27. 09.	13. 10.	srednja
10	90	staranje	08. 10.	16. 10.	srednja

Morfologija koreninskega sistema oljke je močno odvisna od rastnih pogojev, lastnosti tal, dostopnosti hranil in vode ter načina razmnoževanja. V kolikor je oljka generativno razmnožena (sejanec) razvije eno glavno primarno korenino, medtem ko se pri vegetativno razmnoženi oljki (potaknjenci) razvije večje število manjših korenin (Rapoport, 2016).

Koreninski sistem oljke je prilagojen na občasne manjše padavinske dogodke, ki so značilni za mediteransko področje. Večji del koreninskega sistema se razvije v zgornjih horizontih tal vzporedno s

površino tal (Fernández in sod., 1991). To prispeva k dobri absorpciji vode, oljki pa omogoča tudi uspevanje na težkih, slabo zračnih tleh, saj je sicer njen koreninski sistem zelo občutljiv na pomanjkanje kisika. V dobro zračnih lahkih tleh lahko korenine dosežejo tudi do 7 m globine (Lavee, 1996).

Za rastlinske vrste, ki rastejo na sušnih območjih, je značilno, da razvijejo tudi globoke korenine, da v času velikega deficita vode privzamejo vodo iz globljih plasti tal. Ko je razlika vsebnosti vode med zgornjimi in globljimi plastmi tal velika, lahko drevesa s povratnim tokom preko vertikalnih korenin pošljejo vodo skozi korenine v tla – pojav imenujemo hidravlični dvig (Fernández, 2014). Ta povratni tok poteka ponoči, ko globoke korenine sprejmejo vodo iz vlažnih globljih plasteh tal in jo preko plitvih korenin sprostijo v sušne zgornje horizonte, ki so bogatejši s hranili, mikroorganizmi in organsko snovjo (Domec in sod., 2010). Na ta način omogočajo boljšo oskrbo z vodo in ohranjajo vitalnost korenin. Ferreira in sod. 2013, so dokazali, da je v sušnih razmerah hidravlični dvig oz. povratni tok prisoten tudi pri oljkah.

Na razvoj korenin vpliva tudi namakanje oz. razlike v omočenosti tal. V mediteranskih razmerah, kjer je letne količina padavin 550 mm, so v 20 let starem oljčnem nasadu sorte 'Manzanillo' spremljali dinamiko rasti korenin pri različnih tehnologijah namakanja (namakanje s poplavljanjem, kapljično namakanje). Absorpcijske korenine oljke se ob neenakomerni omočenosti tal, ki je pogosta pri kapljičnem namakanju, najbolj razvijajo v vlažnih volumnih tal, okoli kapljačev. Če namakamo s tehnologijo poplavljanja, je razvoj teh korenin okoli debla drevesa enakomernejši. Ob večji količini vode segajo dlje od debla, tudi čez premer krošnje (Fernández in sod., 1991). Podoben tip razrasti koreninskega sistema smo opazili tudi na lokaciji Dekani CRP V4-1411, kjer je povprečna letna količina padavin 900 do 1200 mm. Pri izkopu talnih profilov smo ocenili, da se glavna maso korenin tako pri namakanih, kot nenamakanih drevesih (namakalni obrok enak 100 % ETc) pojavi na globini 0,4 m do 0,6 m, ki pretežno sega čez premer krošnje.

Celano in sod. (1999) so dokazali, da je razmerje med maso korenin in maso krošnje pri oljkah, ki so gojene pod naravnim vodnim režimom, večje kot pri namakanih oljkah. Oljke, ki so gojene pod naravnim vodnim režimom, morajo za sprejem enakih količin vode in hranil razviti koreninski sistem v večjem volumnu tal, kot ga razvijejo oljke, katerim je voda dodana z namakanjem. Zato je razvoj nadzemnih in podzemnih delov oljke v namakanih nasadih bolj izenačen kot v nenamakanih oljčnikih.

6.1.1.1 Občutljivost oljke na pomanjkanje vode

Oljka je zaradi svoje morfološke in fiziološke zgradbe zelo dobro prilagojena na pomanjkanje vode v tleh, vendar če se vodni primanjkljaj pojavi v fazi razvoja, ki je za sušni stres najbolj občutljiva, lahko vpliva na slabšo rast in rodnost oljk. Prikaz občutljivosti oljke na pomanjkanje vode v tleh je za vse fenofaze prikazana v prilogi E.1.

Sušni stres, ki se pojavi v času razvoja socvetij, lahko močno vpliva na pravilni razvoj cvetov (Rapoport in sod., 2012). Pomanjkanje vode v fazi cvetenja ovira odpiranje cvetnih brstov, kar zmanjšuje možnost opraševanja in oplodnje.

Oljke so na sušni stres občutljive tudi v fazi hitre rasti plodu (predvsem endokarpa), ki se pojavi med 4 in 10 tednov po cvetenju. Hitra rast je posledica tako delitve celic kot tudi rasti celic, ki se zaradi

primanjkljaja vode lahko močno zmanjša (Gucci in sod, 2012). Velik primanjkljaj vode v tej fazi razvoja ne vpliva samo na trenutno manjše število celic in manjšo velikost celic, ampak tudi na končni volumen in maso plodu. Na končno maso plodu vpliva tudi akumulacija olja, ki se začne 8 tednov po cvetenju. Res je, da se, če je oljka v času akumulacije olja (od sredine avgusta do konca oktobra) izpostavljena močnemu sušnemu stresu, delež olja na suho snov v času obiranja pridelka zmanjša, vendar ima lahko zmeren sušni stres obraten učinek (Gucci in sod, 2012). Nekateri avtorji celo poročajo, da je koncentracija olja pri oljkah, ki so izpostavljene zmernemu sušnemu stresu, večja kot pri oljkah, ki so optimalno oskrbovane z vodo in sušnemu stresu niso izpostavljene.

Optimalne odmerke vode je za deficitno namakanje oljk potrebno določiti za vsako pridelovalno območje posebej, saj poleg odziva sorte na vodni deficit, lastnosti tal, meteoroloških parametrov ter agrotehničnih ukrepov na optimalno velikost namakalnega obroka vpliva tudi prilagoditev sortnega izbora na pridelovalni okoliš. V nadaljevanju so predstavljeni splošni podatki za oljko.

Za večino gojenih rastlin je točka venenja dosežena, ko tla zadržujejo vodo s silo 1,5 MPa (Veihmeyer in Hendrickson, 1928). Oljka je sposobna sprejeti tudi vodo, ki je v tleh vezana od 2,5 MPa (Xiloyannis in sod., 1996; Dichio in sod., 2003) do 3,5 MPa (Lo Gullo and Salleo, 1988; Dichio in sod., 2005). Nekateri avtorji celo navajajo, da lahko pri oljki procesa fotosinteze in transpiracije potekata tudi v razmerah, ko je voda v tleh vezana s silo 5,3 MPa (Perez-Martin in sod., 2009).

6.1.2 Prevladujoče tehnologije namakanja oljke v Sloveniji

V Sloveniji se za namakanje oljčnih nasadov uporablja kapljične namakalne sisteme. Večina pridelovalcev oljk se poslužuje principa »kriznega namakanja«, ki pa je po mnenju strokovnjakov posledica pomanjkanja primarnih strategij rabe vode za potrebe rastlinske pridelave, saj gre za časovno in količinsko nekontrolirano dodajanje vode (Pintar in sod., 2010, Podgornik in sod., 2012).

Izhajajoč iz časovne in količinske omejitve razpoložljivosti vodnih količin v sredozemskem prostoru in ob poznavanju problematike vpliva sušnega stresa na rast, razvoj drevesa ter količino in kakovost pridelka se v oljkarstvu priporoča uporaba principa »deficitnega namakanja«, kjer oljko namerno oskrbimo z manj vode, kot je to optimalno potrebno. Z namakalnim obrokom nadomestimo le del izgubljene količine vode, ki je enak najmanj 40 % ETc (Podgornik in sod., 2018).

6.2 MATERIALI IN METODE DE LA

6.2.1 Opis lokacije, naravnih danosti in sorte

Dvoletni poljski poskus je potekal v intenzivnem nasadu oljke (*Olea europaea* L., cv. 'Istrska belica') na terasiranem zemljišču nad Dekani (45°32'38"N, 13°48'37"E, 80 m n.m., Slika52- levo). V raziskavo sta bili vključeni dve terasi (spodnja: 1. in 2. vrsta nasada in zgornja terasa: 8. in 9. vrsta nasada). Na vsaki terasi sta bili izbrani dve vrsti oljk z medvrstno razdaljo 6 m. V vsaki vrsti je bilo vključenih 20 dreves z razdaljo v vrsti 5 m.

Tla na poskusu se po teksturi uvrščajo v ilovnata do glinasto ilovnata (Priloga E.2). PK, 32,3 vol %, in TV, 18,6 vol %, sta bili določeni iz povprečne krivulje (N=4) VZL tal na območju poskusa (Priloga E.2). Med krivuljami, ki so bile izmerjene na neporušenih vzorcih tal, odvzetih na vsakem od obravnavanih

blokov v poskusu, nekoliko odstopa krivulja številka 3. Zaradi nje je iz povprečne krivulje VZL tal določena PK nekoliko manjša in TV nekoliko večja ter posledično nekoliko manjši tudi interval RV.

V letu 2017 je bilo na meteorološki postaji Portorož-letališče od aprila do septembra zabeleženo 483 in v letu 2018 361 mm dežja, kar se bistveno ne razlikuje od povprečja 1971-2000, ki znaša 479 mm. Z relativno veliko padavin izstopa avgust 2018 in relativno malo padavin september 2018 (Priloga E.3). Sorta 'Istrska belica', ki je bila vključena v poskus, je poznejša sorta, ki je zrela konec septembra do sredine oktobra.

6.2.2 Zasnova poskusa

Poskus je bil izveden v bločni poskusni zasnovi (Slika 53, Priloga A.4). Štiri vrste v poskusu so predstavljale štiri bloke. Znotraj posamezne vrste (20 dreves v vrsti) so bila po 4 drevesa izpostavljena različnim režimom namakanja. Poskusno enoto za namakanje znotraj vrste so predstavljala štiri zaporedna drevesa v vrsti. Pridelke smo vrednotili iz srednjih dveh dreves, da smo se izognili morebitnemu vplivu sosednjega namakalnega režima. Režimi namakanja so: nenamakano, deficitno namakanje v več različnih stopnjah in polno namakanje (Preglednica 15). Deficitno namakanje v več stopnjah smo dosegli z razporeditvijo različnega števila kapljačev na namakalni cevi, ki je obkrožala drevo (Slika 52 - desno, Slika E.4.1). Tehnični opis namakalnega sistema je v prilogi E.4.

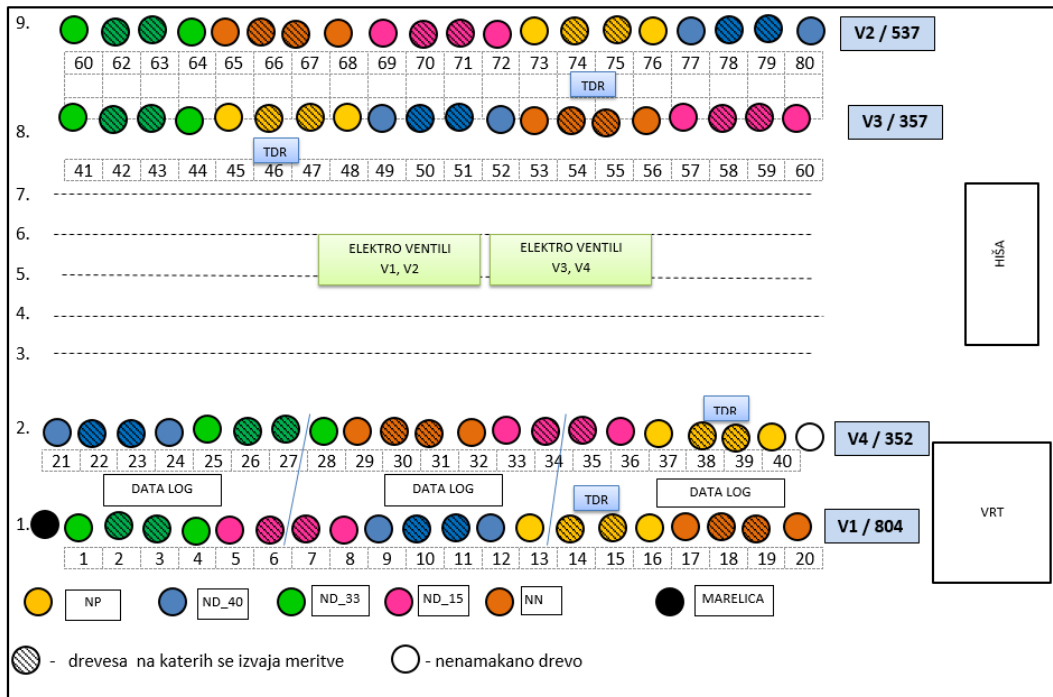
Preglednica 15: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu namakanja oljk v Dekanah v okviru projekta TriN.

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc		Opomba
		opis	(%)	
NN	nenamakano			
ND_15	kapljično	deficitno	15	samodejni vklop*
ND_33	kapljično	deficitno	33	samodejni vklop*
ND_40	kapljično	deficitno	40	samodejni vklop*
NP	kapljično	polno	100	samodejni vklop*

Opomba: * samodejni vklop je bil vezan na NP, ostala obravnavanja so bila regulirana s številom kapljačev.



Slika 52: Levo: Oljčnik v Dekanah, v katerem je potekal poskus projekta TriN; Desno: Cev s kapljači, ki je v nasadu oljk v Dekanah obkrožala posamezno drevo.



Slika 53: Zasnova poskusa v nasadu oljk v Dekanih.

6.3 MERITVE IN ANALIZE

6.3.1 Količina in kakovost pridelka

Na poskusni lokaciji Dekani smo v 2017 ob obiranju oljk stekali pridelek posameznega drevesa po obravnavanjih in iz njih z laboratorijsko stiskalnico iztisnili olje, da smo ugotovili oljevitost in izračunali količino olja na drevo. Na olju s posameznega drevesa smo naredili analizo na biofenole kot kazalca kakovosti pridelka. V 2018 je nasad oljk avgusta močno prizadela toča, tako da v tem letu nismo ugotavljali količine in kakovosti pridelka.

6.3.2 Vegetativni kazalci

V 2017 smo po posameznih obravnavanjih spremljali prirast poganjkov (cm), cvetenje (število cvetov/cm), število plodičev (število plodičev/cm), število plodov (število plodov/cm), delež oplodnje in trebljenje plodičev. Od opazovanih parametrov smo opravili statistične analize le za prirast poganjkov, ker je prirast poganjkov pomemben dejavnik za potencialni pridelke v naslednjem letu. Prirast smo spremljali na petih poganjkih vsakega vzorčnega drevesa na južni strani krošnje, katerih začetna dolžina je bila 20 cm.

6.3.3 Količina vode za namakanje

Na ARSO smo javljali podatke o poteku fenofaz oljke sorte 'Istrska belica', ki so pomembne za namakanje, da so modelirali VB za polno namakanje s kapljači za oljke na lokaciji poskusa in dali prognozo namakanja. Modeliranje VB in namakanja za leti 2017 in 2018 sta za oljko predstavljeni v prilogi E.5. Primerjali smo modelirano količino vode za namakanje in dejansko porabo vode v 2017, kot smo jo zabeležili z vodomeri. V poskusu je bilo urejeno samodejno namakanje. Ventili v posameznem bloku (vrsti) so se prožili, ko je sonda pri polnem namakanju zaznala, da je vVV padla pod 26 vol % in se izklopili pri 28 vol %.

6.3.4 Vsebnost vode v tleh

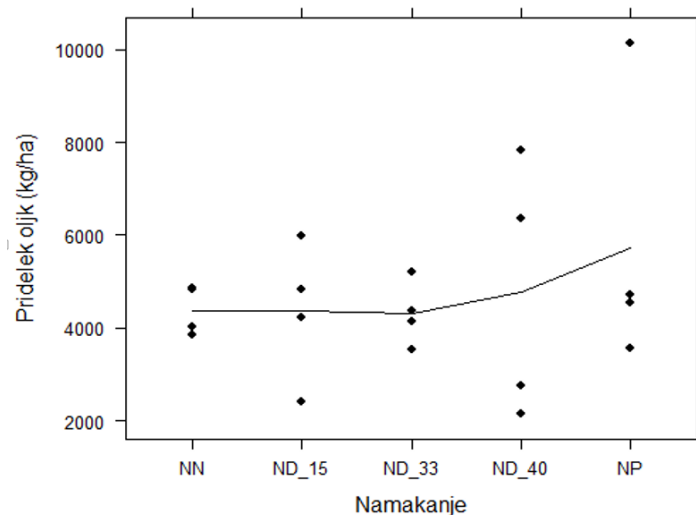
Volumsko VV smo merili s pomočjo TDR Trime sond model Pico 32. Ob vsakem drevesu sta bili v tleh 2 sonde na globini 30 cm. Pozicija sond glede na kapljače pri posameznem obravnavanju je predstavljena v prilogi E.4. S sondami so bila opremljena drevesa v vrsti 1 in 2 in sicer na srednjih dveh drevesih posameznega obravnavanja. Sonde so merile VV vsakih 30 min. Podatki so se shranjevali v dva shranjevalnika podatkov v nasadu. Vsa potrebna namakalna in merilna oprema je bila postavljena že v letu 2009. V letu 2013 so bile nekoliko preurejena obravnavanja z deficitnim namakanjem (izločeno je bilo deficitno namakanje s 66 % pokrivanjem ETc in uvedeno deficitno namakanje s 15 % pokrivanjem ETc). Za projekt TriN se je poskus začel 2017 in je trajal do konca leta 2018, dve poskusni leti.

Po končanem poskusu smo sonde izkopal in v laboratoriju za vsako na neporušenih talnih vzorcih iz Dekanov opravili primerjavo med merjeno in gravimetrično določeno VV (poglavje 2.2.5.2), da smo dobili kalibracijske premice. Meritve vVV s poskusa smo potem kalibrirali na podlagi kalibracijske premice posamezne sonde, nato smo na podlagi polurnih meritev izračunali dnevna povprečja VV. Grafično smo primerjali povprečno vVV po obravnavanjih, določenih glede na tehnični način namakanja in glede na količino namakanja.

6.4 REZULTATI

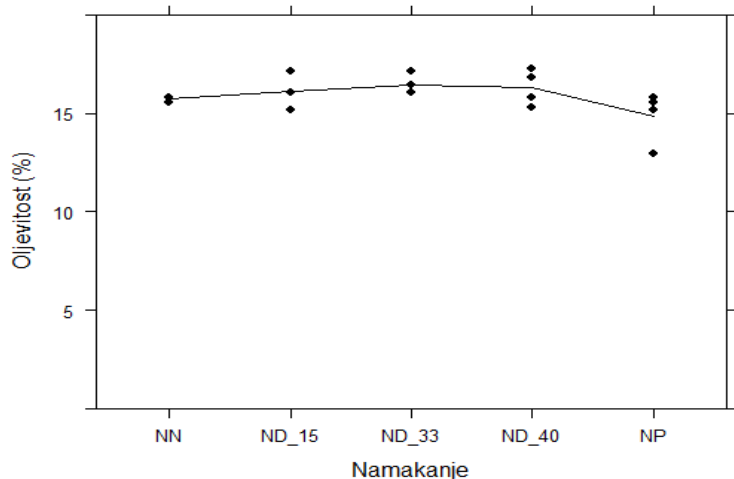
6.4.1 Količina in kakovost pridelka oljke

Pri nobenem od merjenih parametrov: količina oljk na drevo (Slika 54), oljevitost (Slika 55), pridelek olja na drevo (Slik 56) in vsebnost biofenolov (Sliki 57 in 58) ni statistično značilnih razlik v povprečjih glede na različne količine namakanja.

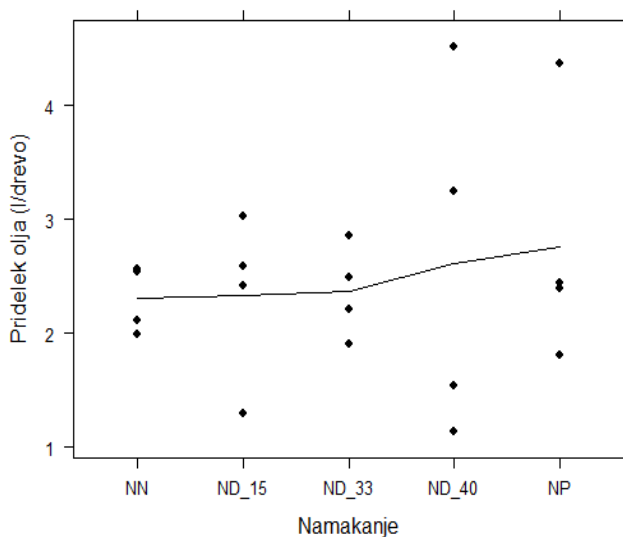


Slika 54: Pridelek oljk (kg/drevo) sorte 'Istrska belica' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih, 2017.

Legenda: NN= nenamakano, ND = deficitno namakanje (15, 33 in 40 = % od ETc); NP = polno namakanje.

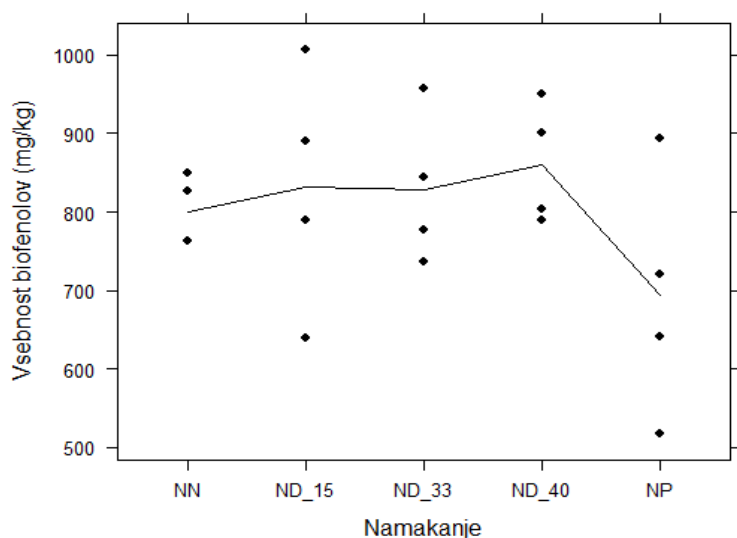


Slika 55: Oljevitost oljk sorte 'Istrska belica' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih, 2017.
 Legenda: NN= nenamakano, ND = deficitno namakanje (15, 33 in 40 = % od ETc); NP = polno namakanje.



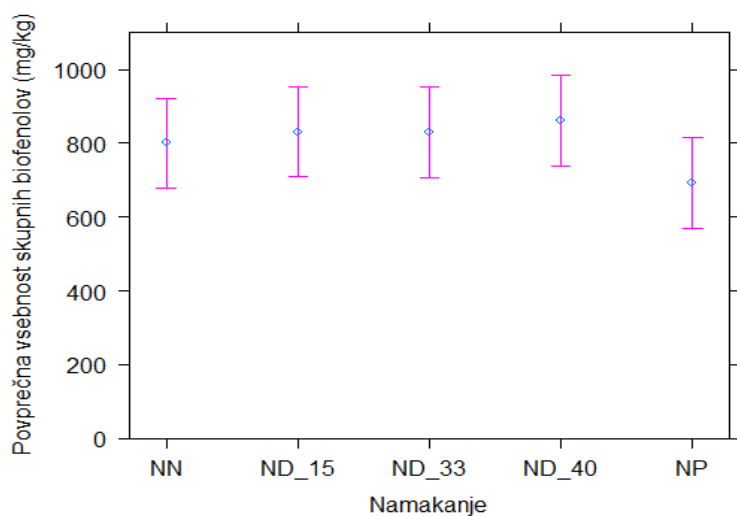
Slika 56: Pridelek olja (l/drevo) pri sorti 'Istrska belica' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih, 2017.

Legenda: NN= nenamakano; ND = deficitno namakanje (15, 33 in 40 = % od ETc); NP = polno namakanje.



Slika 57: Vsebnost biofenolov (mg/kg) pri olju iz sorte 'Istrska belica' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih, 2017.

Legenda: NN= nenamakano; ND = deficitno namakanje (15, 33 in 40 = % od ETc); NP = polno namakanje.

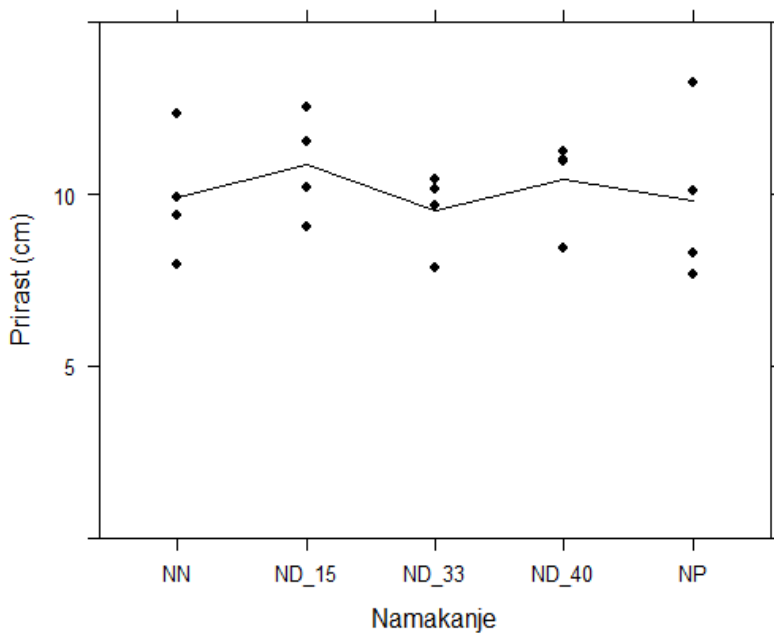


Slika 58: Povprečna vsebnost biofenolov (mg/kg) pri olju iz sorte 'Istrska belica' s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja glede na namakanje ocenjen na podlagi poskusa v letu 2017.

Legenda: NN= nenamakano; ND = deficitno namakanje (15, 33 in 40 = % od ETc); NP = polno namakanje.

6.4.2 Prirast poganjkov

Pri prirastu poganjkov v 2017 ni statistično značilnih razlik v povprečjih glede na različne količine namakanja (Slika 59).



Slika 59: Prirast poganjkov (cm) pri sorti 'Istrska belica' glede na namakanje, črte povezujejo povprečja po obravnavanjih, 2017.

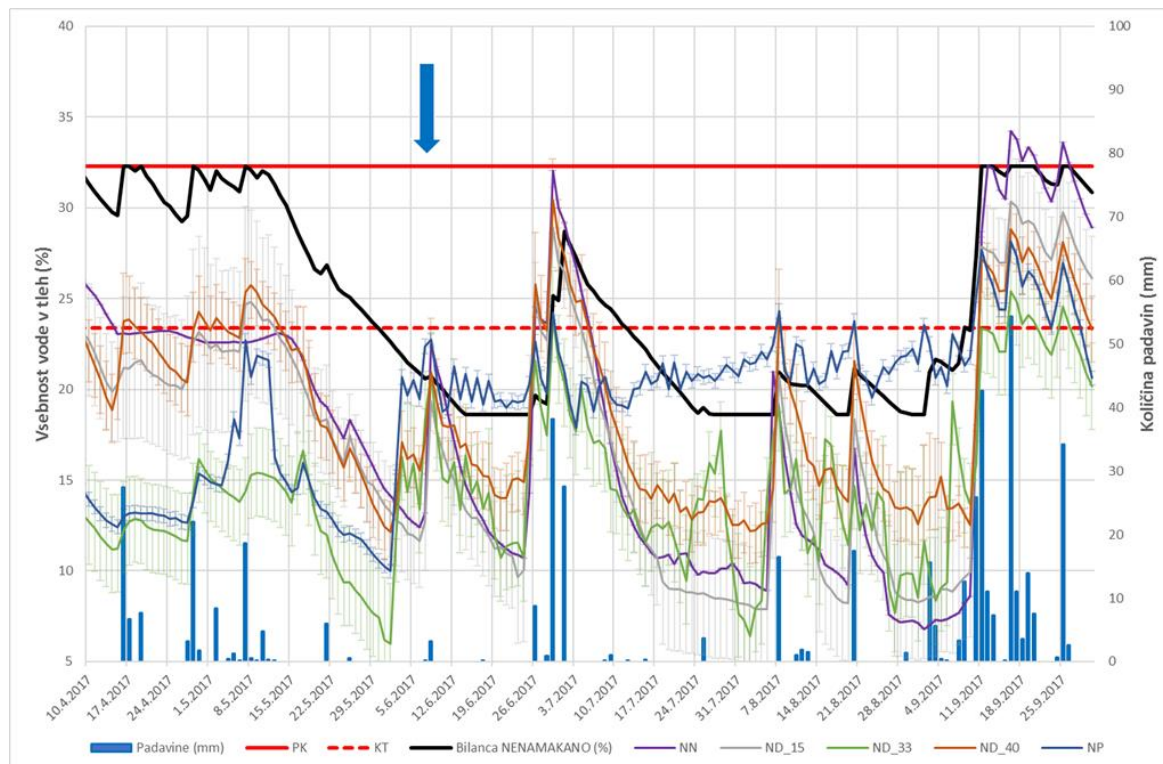
Legenda: NN= nenamakano; ND = deficitno namakanje (15, 33 in 40 = % od ETc); NP = polno namakanje.

6.4.3 Količina vode za namakanje

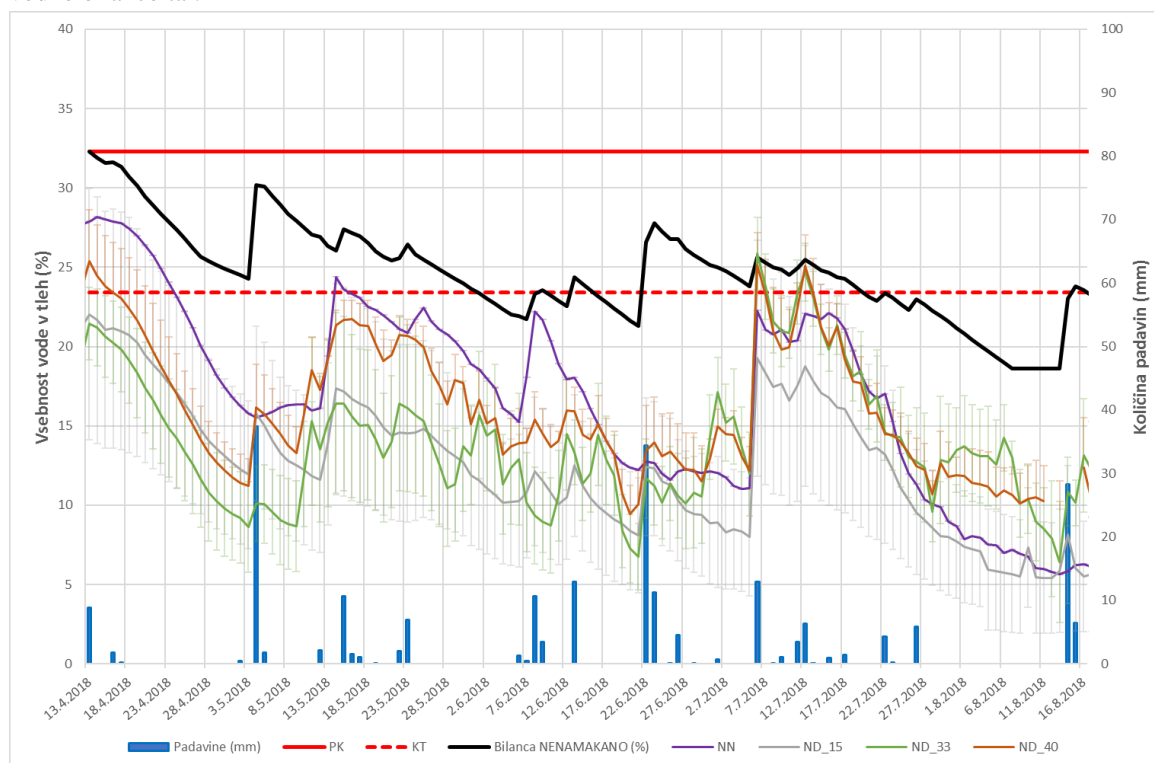
Modeliranje polnega namakanja oljke s kapljičnim namakanjem je v sezoni 2017 predvidelo skupno porabo vode 4530 m³/ha (Priloga E.5). Količina dejansko porabljene vode pri samodejno vodenem namakanju je bila 1968 m³/ha pri je bila pri polnem namakanju in 787, 656 ter 262 m³/ha pri deficitnem (ND_40, ND_33 in ND_15).

6.4.4 Vsebnost vode v tleh

Vse prikazane vrednosti vVV v tleh so po kalibraciji. Dnevna povprečja vVV po obravnavanjih kažejo veliko prostorsko variabilnost vVV znotraj obravnavanj (standardne napake na Slikah 60 in 61). O razlikah v vVV med polno in deficitno namakanimi obravnavanji oljke ne moremo govoriti v nobeni od sezon. Nekoliko odstopa le PN v letu 2017 v času daljšega sušnega obdobja. Kalibrirana vVV je bila vseskozi pod PK in večinoma pod KT v 2017 in v 2018. Spremembe merjene VvV pogosto niso v skladu s spremembami modelirane vVV.



Slika 60: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v oljčniku v Dekanah v letu 2017. Pripadajoča standardna napaka (N=2), modelirana vodna bilanca (vol %) in dnevna vsota padavin (mm) na meteorološki postaji Portorož-letališče. Legenda: NP = namakanje kapljično polno ND = namakanje kapljično deficitno; 15, 33, 40 = % pokrivanja ETC, PK = poljska kapaciteta (vol %), KT = kritična točka vode v tleh (vol %) za oljko. Modra puščica označuje deževni dogodek, ki so ga zaznale sonde, medtem ko je bilo na meteorološki postaji padavin malo in so le malo vplivale na vodno bilanco tal.



Slika 61: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v oljčniku v Dekanah v letu 2018. Pripadajoča standardna napaka (N=2), modelirana vodna bilanca (vol %) in dnevna vsota padavin (mm) na meteorološki postaji Portorož-letališče. Legenda: NP = namakanje kapljično polno ND = namakanje kapljično deficitno; 15, 33, 40 = % pokrivanja ETC, PK = poljska kapaciteta (vol %), KT = kritična točka vode v tleh (vol %) za oljko.

6.5 KOMENTAR REZULTATOV

V obeh letih izvajanja poskusa se v času rastne sezone (april – oktober) količina padavin gibala okoli 500 mm padavin (543 mm – 2017; 466 mm – 2018). Vendar je pri tem potrebno poudariti, da je v letu 2017 samo v mesecu septembru zapadlo 250 mm padavin, kar je močno vplivalo na dobro stanje zaloge vode v tleh.

V letu 2018 so bile težave pri namakanju zgornje terase - 8. in 9. vrsta nasada. Namakalni sistem se je v izbranih vrstah od 13. 8. 2018 dalje vklapljal ročno. Poleg tega je 24. 8. 2018 celoten nasad prizadela toča, zato vpliva namakanja na pridelek, vsebnost olja in kakovost ni bilo mogoče ovrednotiti.

Na poskusni lokaciji Dekani smo v času vegetacijske dobe v letu 2017 spremljali vpliv sušnega stresa na pridelek. Statistično značilnih razlik v pridelku in kakovosti med nenamakanimi, različno deficitno namakanimi in polno namakanimi oljkami nismo ugotovili. Da ni razlik v količini pridelka med deficitno namakanimi drevesi in nenamakanimi drevesi, so potrdili tudi rezultati raziskave, ki je bila v letih 2009 - 2011 predhodno opravljena na območju Slovenske Istre (Podgornik in sod., 2017). Pri tem pa je potrebno poudariti, da na velikost pridelka ne vpliva smo velikost namakalnega obroka in različne vodo zadrževalne sposobnosti tal znotraj oljčnega nasada, ampak tudi sortna tolerantnost na sušo in prilagoditev sortnega izbora na pridelovalni okoliš.

Za prihodnje morebitne študije vpliva sušnega stresa na kakovost pridelka je potrebno upoštevati dejstvo, da je ekstrakcija olja iz optimalno namakanih plodov, ki zaradi pomanjkanja sušnega stresa dozoriyo kasneje in imajo večjo vsebnost vode kot olja, težja kot iz plodov, ki so izpostavljeni zmernemu sušnemu stresu in dozoriyo prej (Fernandez-Silva in sod., 2010). Zato je priporočljivo, da se drevesa, izpostavljen sušnemu stresu, oberejo pred drevesi, ki so optimalno oskrbljena z vodo, česar v našem poskusu nismo izvedli. Četudi naj bi bilo v oljih polno namakanih oljk manj biofenolov, ker večje količine vode zmanjšujejo koncentracijo biofenolov v oljčnem olju (Gomez-Rico in sod., 2007) tega v našem poskusu nismo dokazali.

Ugotavljanje vpliva namakanja oz. sušnega stresa na količino in kakovost pridelka oljk je bolj kompleksen proces kot pri ostalih gojenih rastlinskih vrstah. Npr. pri oljkah je zaželeno čim večja oljevitost, ki pa se znižuje s povečanim pridelkom, če je ta povezan le z večjo količino namakanja. Po drugi strani je toleranca oljke na sušni stres neprimerno večja kot pri drugih rastlinah, kar pomeni, da se posledice sušnega stresa pokažejo pri res majhnem matričnem potencialu vode v tleh, torej v zelo sušnih razmerah, od česar smo bili v letu 2017 zelo daleč. Vendar je olje nenamakanih dreves, ki trpijo sušni stres zaradi velike razlike v koncentracijah oleaceina in oleokantal izrazito neharmonično, kar slabša senzorično oceno (Podgornik in sod., 2018).

Dejansko porabljena voda za polno namakanje je bila v letu 2017 le 43 % modelirane. Velika razlika je lahko posledica dejstva, da je modelirana VB upoštevala padavine z meteorološke postaje Portorož-letališče, ki so bile zagotovo drugačne kot v nasadu, kar se kaže tudi v razliki krivulj merjenih in modeliranih vVV.

Ob nekaterih deževnih dogodkih je razvidno, da se je vVV pri modeliranju povečala, medtem ko sonde na terenu povečanja vVV niso zaznale (Slika 61). V tej situaciji je deževni dogodek registrirala le

meteorološka postaja in je bil pri modeliranju lahko upoštevan, kar povečuje razkorak med merjenimi in modeliranimi vVV in zmanjšuje natančnost napovedovanja namakanja.

Meritve vVV so kazale vrednosti pod PK in večinoma celo pod KT. Delno je to res lahko odsev dejanskega stanja, torej pomanjkanja vode v tleh, ki pa oljke ne prizadene tako kot ostale rastlinske vrste, saj je oljka sposobna sprejeti tudi vodo, ki je v tleh vezana od 2,5 MPa (Xiloyannis in sod., 1996; Dichio in sod., 2003) do 3,5 MPa (Lo Gullo and Salleo, 1988; Dichio in sod., 2005) ali celo več (Perez-Martin in sod., 2009). Delno je lahko tudi posledica nepravilno določene PK in posledično KT. PK določena v laboratoriju iz krivulje VZL tal, kjer arbitrarno privzamemo količino vode pri matričnem potencialu - 330 kPa. Druga možnost določanja PK je iz meritev na terenu, ko praviloma določimo PK bolj točno. Res pa je, da je bilo v 2017 juliju in delu avgusta daljše obdobje suhega vremena, ki sta mu sledila dva padavinska dogodka, ki sta izničila razlike v vVV med polno namakanimi in deficitno namakanimi oljkami (Slika 10), kar je lahko bistveno prispevalo k izenačitvi pridelkov po obravnavanjih. Pri namakanju oljk moramo biti še posebej pozorni, da ne bi s prevelikimi odmerki vode spodbudili rast vodenih poganjkov oz. bohotivk.

Pri deležu gline v tleh nad 20 %, kar je primer na lokaciji oljčnika v Dekanih, poleg ostalega predstavljajo izziv tudi meritve VV. Sonde s TDR metodologijo so občutljive na vsebnost gline in nad omenjeno vrednostjo večina njih meri manj točno (Gong in sod., 2003), kar je tudi eden od vzrokov za veliko prostorsko variabilnost merjene vVV. Drugi vzroki so lahko še dejanska prostorska variabilnost VV, ki ni bila predmet študije v projektu TriN in pa velik delež talnega skeleta, ki zaradi sprememb v hidravličnih lastnostih skeletnih tal, prav tako otežuje točnost meritev VV (Knapič, 2014).

6.6 SKLEPI

Vremenske razmere v 2017 so bile sicer v določenem delu sezone izjemno sušne in optimalne za ugotavljanje vpliva namakanja na pridelek in kakovost oljk oz. oljčnega olja, vendar je bilo obdobje suše v avgustu prekinjeno z dvema deževnima dogodkoma, ki sta izenačila količino vode med polno namakanimi, deficitno in celo nenamakanimi oljkami. Predvidevamo, da bi zaradi specifičnosti oljk, ki dobro prenesejo zmanjšanje vsebnosti vode v tleh, za optimalno izvedbo poskusa potrebovali ekstremno sušne razmere tal brez vmesnih padavinskih dogodkov.

Pri samodejnem polnem namakanju je bila količina porabljene vode le 43 % modelirane. Iz poskusa ne moremo oceniti, v kolikšni meri je samodejno namakanje pri polnem namakanju v resnici dobro pokrivalo potrebe po vodi in koliko je majhna količina porabljene vode posledica negotovosti, ki izhajajo predvsem iz problemov meritev vVV.

Meritve vVV pri poskusu z namakanjem oljke so pokazale potrebo po dvigu kakovosti vhodnih podatkov za modeliranje VB v tleh za izboljšanje napovedi namakanja in sicer: (a) z določitvijo PK z meritvami na terenu in (b) z možnostjo vnosa popravkov vVV v model. S slednjim se izognemo šibki točki modeliranja namakanja, ki je povezana: (a) z (ne)zaznavanjem dežja na obravnavani lokaciji in (b) kljub sprotnemu vnosu aktualnih fenofaz rastline, z nepoznavanjem dejanskega stanja rastlinskega pokrova, ki vpliva na porabo vode. Prav tako je potrebno več pozornosti posvetiti kalibraciji uporabljenih sond, še posebej če je v tleh več skeleta in gline, kot je bilo to v primeru oljčnika v Dekanih. Navedene

izboljšave je priporočeno izvesti tudi pri vseh morebitnih nadaljnjih raziskavah vpliva namakanja ali sušnega stresa na količino in kakovost pridelka oljke.

6.7 VIRI OLJKA

- Celano G., Dichio B., Montanaro G., Nuzzo V., Palese A.M., Xiloyannis C. 1999. Distribution of dry matter and amount of mineral elements in irrigated and non-irrigated olive trees. *Acta Horticulturae*, 474: 381-384
- Dichio B., Xiloyannis C., Angelopoulos K., Nuzzo V., Bufo S. A., Celano G. 2003. Drought-induced variations of water relations parameters in *Olea europaea*. *Plant and Soil*, 257: 381-389
- Dichio B., Xiloyannis C., Sofo A., Montanaro G., 2005. Osmotic regulation in leaves and roots of olive trees during water deficit and rewatering. *Tree Physiology*, 26: 179-185
- Domec J. C., Schäfer K., Oren R., Kim H. S., McCarthy H. R. 2010. Variable conductivity and embolism in roots and branches of four contrasting tree species and their impacts on whole-plant hydraulic performance under future atmospheric CO₂ concentration. *Tree Physiology*, 30(8): 1001-1015
- Fernandez-Silva A. A., Ferreira T. C., Correia C. M., Malheiro A. C., Villalobos F. J. 2010. Influence of different irrigation regimes on crop yield and water use efficiency of olive. *Plant soil*, 333: 35-47.
- Fernández J. E. 2014. Understanding olive adaptation to abiotic stresses as a tool to increase crop performance. *Environmental and Experimental Botany*, 103: 158-179
- Fernández J. E., Moreno F., Cabrera F., Arrúe J. L., Martín-Aranda J., 1991. Drip irrigation, soil characteristics and the root distribution and root activity of olive trees. *Plant and Soil* 133: 239-251
- Ferreira M. I., Conceição N., David T. S., Nadezhkina N. 2013. Role of lignotuber versus roots in the water supply of rainfed olives. *Acta Horticulturae* 991: 181-188
- Gong Y., Cao Q., Sun Z. 2003. The effects of soil bulk density, clay content and temperature on soil water content measurement using time-domain reflectometry. *Hydrological Processes*, 17: 3601-3614
- Gucci R., Fereras E., Goldammer D. A. 2012. Olive. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, 66: 300-313
- Lavee S., 1996. Biology and physiology of the olive tree: In: Lavee S., Barranco D., Bonghi G., Jardak T., Loussert R., Martin G.C., Trigui A., (Eds.). *World Olive Encyclopedia*. International Olive Council, Madrid, Spain: 61-110
- Knapič M. 2014. Opredelitev hidravličnih lastnosti izbranih aluvialnih skeletnih tal v Savinjski dolini. Magistrsko delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 143 str.
- Lo Gullo M. A., Salleo S., 1988. Different strategies of drought resistance in three Mediterranean sclerophyllous trees growing in the same environmental conditions. *New Phytologist*, 108: 267-276
- Bučar Miklavčič, M. (1998): Pridelava in kakovost oljčnega olja - The processing and quality of olive oil, *Glasnik UP ZRS*, 3(5):61 -76
- Perez-Martin A., Flexas J., Ribas-Carbó M., Bota J., Tomás M., Infante J.M., Diay-Espejo A. 2009. Interactive effects of soil water deficit and air vapour pressure deficit on mesophyll conductance to CO₂ in *Vitis vinifera* and *Olea europaea*. *Journal of Experimental Botany*, 60 (8): 2391-2405.
- Pintar M., Tratnik M., Cvejić R., Bizjak A., Meljo J., Kregar M., Zakrajšek J., Kolman G., Bremec U., Drev D., Mohorko T., Kodre N., Steinman F., Kozelj K., Prešeren T., Kozelj D., Urbanc J., Mezga K. 2010. Ocena vodnih perspektiv na območju Slovenije in možnosti rabe vode v kmetijski pridelavi: Ciljni raziskovalni program: končno poročilo. Biotehniška fakulteta. Ljubljana: 159 str.
- Podgornik M., Pintar M., Baruca Arbeiter A., Bandelj D. 2012. Vpliv sušnega stresa na rast in rodnost oljke (*Olea europaea* L.) sorte 'Istrska belica' v Slovenski Istri = Influence of drought stress on growth and yield of olive trees (*Olea europaea* L. cv. 'Istrska belica') in Slovene Istra. V: Hudina, Metka (ur.). *Zbornik referatov 3. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo*, Krško, 21.-23. november. Ljubljana: Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 271-275 str.
- Podgornik M., Pintar M., Bučar-Miklavčič M., Bandelj D. 2017. Different quantities of applied water on *Olea europaea* L. cultivated under humid conditions. *Journal of irrigation and drainage engineering*, ISSN 0733-9437. (Print ed.), sep. 2017, 143(9): 1-6 str.
- Podgornik M., Pintar M., Korpar P., Tomažič I., Baruca Arbeiter A., Klančar U., Bandelj D. 2012. Vpliv deficitnega namakanja na pridelek oljk (*Olea europea* L.) sorte 'Istrska belica'. V: Bandelj, Dunja (ur.), Podgornik, Maja (ur.), Baruca Arbeiter, Alenka (ur.). *Novi raziskovalni pristopi v oljkarstvu : zbornik znanstvenih prispevkov z mednarodnega posveta = Novi pristupi istraživanja u maslinarstvu : zbornik znanstvenih radova sa međunarodnog*

susreta. Koper: Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Univerzitetna založba Annales: 87-93 str.

Podgornik M., Pintar M., Vodnik D., Kastelic D., Zupanc Z., Korpar P., Fantonič J., Volk S., Fičur K., Bučar-Miklavčič M., Bešter E., Valenčič V., Butinar B., Tehnološke smernice za namakanje oljk. Koper: Znanstveno-raziskovalno središče, Založba Annales ZRS, 18 str

Sanz-Cortés F., Martínez-Calvo J., Badenes M.L., Bleiholder H., Hack H., Llácer G., Meier U. 2002. Phenological growth stages of olive trees (*Olea europaea*). *Annals of Applied Biology*, 140: 151–157

Veihmeyer, F. J., Hendrickson, A.H., 1928. Soil moisture at permanent wilting of plants. *Plant Physiology*, 3 (3): 355–357
Xiloyannis C., Dichio B., Nuzzo V., Celano G., 1996. L'olivo: pianta esempio per la sua capacità di resistenza in condizioni di estrema siccità. *Seminari di Olivicoltura, Spoleto*, 7 and 28 June: 79-111

7 SOLATA

7.1 PREGLED LITERATURE

7.1.1 Značilnosti rastline

Tržna pridelava solate (*Lactuca sativa* L.) brez namakanja tekom cele sezone v Sloveniji je že več let nemogoča. Solata je rastlina s kratko rastno dobo in zelo plitkim koreninskim sistemom, največji delež tega sistema je na globini 10 - 20 cm. Pridelujemo jo zaradi listov, ki so lahko v obliki rozete ali bolj ali manj čvrsto sklenjene glave na krajšem stebelu. Rastna doba od presajanja sadike do spravila je odvisna od načina trženja (večje trgovske verige zahtevajo težo do 350 g), na tržnicah se iščejo večje glave ali rozete. Odvisna je tudi od letnega časa in načina pridelave (rastlinjak, prekrivanje z agrokopreno, na prostem) in traja od 4 tedne (poleti, teža do 350 g) do 6 tednov (spomladi v rastlinjaku in na prostem) od presajanja do pridelka. V tržni pridelavi jo pridelujemo izključno preko sadik. Vzgoja sadike traja 4 – 5 tednov, ponovno odvisno od letnega časa.

Solata potrebuje redno oskrbo z vodo od presajanja (velike potrebe) do pobiranja. Najbolj občutljivo obdobje je v času presajanja sadik in v času formiranja glav oz. polnjenja rozet. Vendar je željeno, da tudi v vmesnem obdobju namakamo nekje do poljske kapacitete tal. Sušni stres veliko vlogo pri predčasnem uhajanju v cvet, nepravilnemu, selektivnemu sprejemu hranil in s tem fiziološkimi motnjami: ožig listnega roba solate in trohnenje notranjih delov srčkov rozet ali glav.

Solata ima velik delež v prodaji zelenjadnic v Sloveniji. Primerna je za pridelovanje prav povsod, na primorskem predvsem v jesenskem, zimskem in zgodnje spomladanskem obdobju, v osrednji Sloveniji od marca do novembra, v rastlinjakih še decembra. V letu 2016 smo pridelovali solato (SURS, 2018) na 191 ha površin. Solata se prideluje v večih terminih, lahko tudi dva ali trikrat zapored na isti površini v enem letu (a ni priporočljivo), v kolobarju pa jo lahko pridelujemo tudi vsako drugo leto, čeprav je željen večji razmak.

Število dni od predhodne fenofaze do nove fenofaze (**Error! Reference source not found.**Preglednica 16) je odvisno od temperature in tudi od sorte in se lahko razlikuje do 10 dni. Število dni od predhodne fenofaze do nove fenofaze je odvisno od temperature in tudi od sorte in se lahko razlikuje do 10 dni.

Rastna doba solate je od 6 do 8 tednov od presajanja do pobiranja. Pridelava sadik poteka od 4 do 6 tednov (letni čas). Dolžina rastne dobe od presajanja sadike do spravila pridelka (tehnološka zrelost) pa je odvisna od načina prodaje (glavice do 350 g ali na tržnici), letnega časa, sorte in agrotehničnih ukrepov in traja od 25 do 45 dni po presajanju. Pri dolžini rastne dobe ima tudi namakanje pomembno vlogo. Preglednica 16 prikazuje globino korenin solate na njivah s plitvimi tlemi. Na globokih tleh je lahko globlja. Solata sodi med vrtnine, ki imajo močan, razvejan a plitek koreninski sistem. Posamezne korenine pa lahko segajo tudi v globino. Na volumen koreninskega sistema močno vpliva tudi vzgoja sadik in namakanje in temperature tal v prvih dnevih po presajanju.

Preglednica 16: Okvirno število dni za posamezno fenofazo, pričakovani globina korenin in višina rastline (cm) ter občutljivost solate na sušo. Podatki veljajo za solato iz sadik, gojeno brez folije. Podana so tri rastna obdobja (marec-april, maj-junij, avgust- september).

Fenofaza	Trajanje fenofaze (število dni)	Globina korenin (cm)	Rastna doba	Višina rastline	Občutljivost na sušo
Obdobje v letu marec - april					
1. presajenje SADIK		8	ca 8 tednov	5 – 10	visoka
2. prvi listi po presajanju	7 dni	12		10 - 15	srednja
3. Začetek intenzivne rasti	10 dni	15 - 18		10 – 15	srednja
4. Začetek zvijanja glav, polnjenja rozete	20 dni	18 - 20		30	srednja
5. Prehod v tehnološko zrelost	20 dni	20 - 25		30	srednja
6. Spravilo	5 – 10 dni	20 - 25		30	nizka
Obdobje v letu maj – junij					
1. presajenje SADIK		8	ca 6 tednov	5 – 10	visoka
2. prvi listi po presajanju	5 dni	12		10 - 15	srednja
3. začetek intenzivne rasti	6 dni	18 - 20		10 – 15	srednja
4. začetek zvijanja glav, polnjenja rozete	15 dni	18 - 22		30	srednja
5. prehod v tehnološko zrelost	15 dni	20 - 25		30	srednja
6. spravilo	5 dni	20 - 25		30	nizka
Obdobje v letu avgust – september					
1. presajenje SADIK		8	7 tednov	5 – 10	visoka
2. prvi listi po presajanju	5 dni	12		10 - 15	srednja
3. začetek intenzivne rasti	6 dni	18 - 20		10 – 15	srednja
4. začetek zvijanja glav, polnjenja rozete	15 dni	18 - 22		30	srednja
5. prehod v tehnološko zrelost	15 dni	20 - 25		30	srednja
6. spravilo	5 – 10 dni	20 - 25		30	nizka

* Globina korenin je na njivah s plitvimi tlemi plitva, na globokih tleh je lahko globlja

Pri upoštevanju vremenske napovedi je pomembno, da pridelovalci ne čakajo na dež. to pomeni, da ne izpustijo obroka namakanja zaradi napovedi padavin v naslednjem dnevu, temveč količino dodane vode le zmanjšajo. Pomembno je, da rastlina ne trpi pomanjkanja vode niti dve ali tri ure. Kakor hitro se pretok vode od korenin do vrha rastline in do listov ustavi, se pojavlja v listih (in plodovih) pomanjkanja kalcija.

Solata potrebuje redno oskrbo z vodo od presajanja do pobiranja. Najbolj občutljivo obdobje je v času presajanja sadik (visoke potrebe: namakamo do poljske kapacitete) in v času formiranja glav oz. polnjenja rozet. V tem času potrebuje tla zasičena z vodo do poljske kapacitete. Vendar je željeno, da tudi v vmesnem obdobju z namakanjem vzdržujemo nekje do 75 % PK tal, kar približno ustreza DZ 0,3.

V Španiji so pri solati pri sortah 'Iceberg' in 'Romaine' preverili vpliv količine dodane vode na pridelek in kakovost pridelka (polična kakovost solate) pri petih obravnavanjih, in sicer 150 % ET, 125 % ET, kontrolo (100 % ET) ter deficitno namakanje (75 % ET oziroma 50% ET), pri 6 različnih datumih spravila v treh letih. Najboljšo polično kakovost (videz) je dosegala solata s polnim namakanjem (Luna in sod., 2012), medtem ko so pri solati 'Romaine' dosegli najboljšo polično kakovost (videz) pri deficitnem namakanju (Martinez-Sanches in sod., 2012), Količina vode, dodane z namakanjem, mora biti ustrezna potrebam solate po vodi, saj pridelek zmanjša tudi prekomerno namakanje Luna in sod., 2012).

Sušni stres veliko vlogo pri predčasnem uhajanju v cvet, sprejemu hranil in s tem fiziološkimi motnjami: ožig listnega roba solate in trohnenje notranjih delov srčkov rozet ali glav. Pri pridelovanju vrtnin – ne samo solate – je pomembno, da je zagotovljen vir vode čez celo rastno sezono.

Pri upoštevanju vremenske napovedi za odločitve o namakanju in količinah vode za namakanje je pomembno, da pridelovalci ne čakajo na dež. to pomeni, da ne izpustijo predvidenega obroka namakanja pred dežjem, temveč količino dodane vode v tem primeru samo zmanjšajo. To je ključna aplikacija pristopa deficitnega namakanja pri zelenjadnicah.

7.1.2 Prevladujoče tehnologije namakanja solate v Sloveniji

Najugodnejši način namakanja solate spomladi in jeseni je kapljično namakanje, poleti pa namakanje z mikrorazpršilci. Najpogostejši način namakanja solate spomladi in jeseni je kapljično namakanje ob pridelavi na foliji, poleti pa namakanje z mikrorazpršilci. Tako je optimizirano namakanje v povezavi s stroški pridelave.

7.2 MATERIALI IN METODE DELA

7.2.1 Opis lokacije, naravnih danosti in sorte

Poskus je bil izveden v SV Sloveniji, na kmetiji Horvat (Dogoše, Maribor) (46°31'39,56"N', 15°42'16,08"E). Tla so peščena, za sajenje solate so bile pripravljene na gredice, zato zastajanja vode ni bilo. Analiza tal na hranila kaže, da so tla slabo založena s hranili (P₂O₅: 11,8 založenost B, K₂O: 7,5, založenost A, pH v kalijevem kloridu 5,98), vsebnost organske snovi v tleh je bila 2,00 %. PK, 40,1 vol %, in TV, 16,0 vol %, sta bili določeni iz povprečne krivulje (N=2) VZL tal na območju poskusa (Priloga F.2). Med krivuljama, ki sta bili izmerjeni na neporušenih vzorcih tal, odvzetih na vsakem od obravnavanih blokov v poskusu, ni večjih odstopanj.

Skupna količina padavin na meteorološki postaji Maribor letališče v obdobju april-september 2017 in v 2018 je bila 598 in 618 mm in zelo podobna povprečni vrednosti za obdobje 1971-2000 (623 mm). Edino večje odstopanje je bilo v maju 2018, ko je bilo 221 mm, kar je 2,4 krat več padavin kot obdobjno povprečje za maj (Priloga F.3). V letu 2018 je spomladi potekal poskus s solato (sorta 'Vanity') in z endivjo (sorta 'Sardana').

7.2.2 Zasnova poskusa

Poskus je bil izveden v bločni zasnovi (Slika 62, Priloga A.5). Pri obeh sta bili posajeni dve gredici za vsako obravnavanje, med obravnavanji je bila ena nevtralna gredica, kjer se meritve poskusa niso izvajale. Širina gredice je bila 1 m, dolžina 60 m. Za vsako obravnavanje se je na gredicah naključno izbralo 5 parcel po 1 m², kjer se je pobral pridelek v času začetka spravila posevka (80 % napolnjena rozeta).

V poskusu s solato sta bili dve obravnavanji: namakanje po ARSO napovedi ter po kmetovi praksi (Preglednica 17). Presajanje solate je bilo 15. 4. 2018, pobiranje pridelka je bilo 25. 5. 2018 - 5. 6. 2018.

V poskusu z endivjo sta bili dve obravnavanji: namakanje po ARSO napovedi ter po kmetovi praksi. Presajanje je bilo 5.5.2018, pobiranje pridelka 28. 6. - 2. 7. 2018. Rezanje poskusa na izbranih parcelicah 29. 6. 2018. Tehnični opis namakalnega sistema je v prilogi F.4.

Preglednica 17: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu solate na kmetiji Horvat (Dragoš, Maribor).

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc (opis)	Opomba
N_ARSO	mikrorazpršilci	Polno (100%)	po napovedi ARSO
N_praksa	mikrorazpršilci	*	kmetova praksa

Opomba: * kmet je namakal v skladu s svojimi opažanji in izkušnjami



Slika 62: Shema poskusa za namakanje solate, Maribor.

7.3 MERITVE IN ANALIZE

7.3.1 Količina pridelka in kakovost

Za vsako obravnavanje se je na gredicah naključno izbralo 5 parcel po 1 m², kjer se je pobral pridelek v času začetka spravila posevka (80 % napolnjena rozeta).

7.3.2 Količina vode za namakanje

Po modelirani VB je bilo predvideno namakanje v letu 2017 enkrat aprila s količino 15 mm (Priloga F.5). Namakanje smo na terenu opravili in z dežemerom merili, kdaj so mikrorazpršilci na površino aplicirali 15 mm. Potem smo namakali sistem izklopili.

V 2018 po napovedih ARSO solate ni bilo potrebno namakati. Kmet je v tem času namakal z obroki 15 mm. Za endivijo v 2018 je ARSO izdal napoved namakanja, prav tako je namakal tudi kmet.

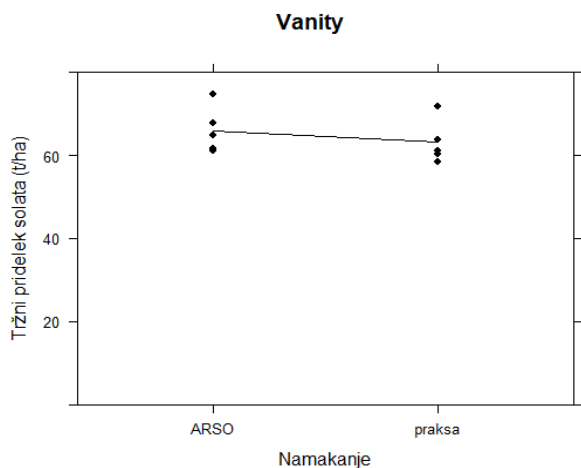
7.3.3 Vsebnost vode v tleh

Volumsko VV smo merili z 12 TDR sondami proizvajalca Eltratec, model MVZ 100, ki delujejo na principu TDR. Postopek kalibracije je opisan v poglavju 2.2.5.1. Sonde so bile zaradi zamude dobave vgrajene šele julija 2017, ko je bila solata z njive sicer že pobrana, a smo jih namestili za spremljanje količine vode v naslednji kulturi, ki je bilo zelje. Zanj ni bilo predvideno, da ARSO izvede modeliranje VB in izdaja napoved namakanja, a nas je zanimal odziv sond za merjenje vVV na lokaciji. Sonde so bile vstavljene na globini 30 cm in so merile vVV vsakih 30 min. Na podlagi polurnih kalibriranih meritev smo izračunali dnevna povprečja vVV. Grafično smo primerjali povprečno vVV po obravnavanjih določenih glede na način namakanja. V letu 2018 sonde na lokaciji poskusa s solato in endivijo niso bile vgrajene.

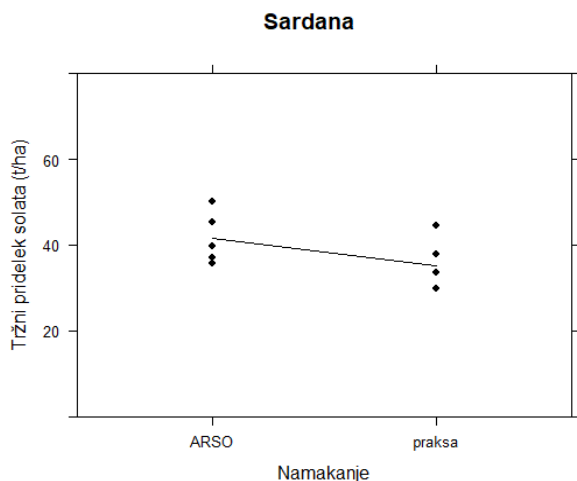
7.4 REZULTATI

7.4.1 Količina pridelka solate

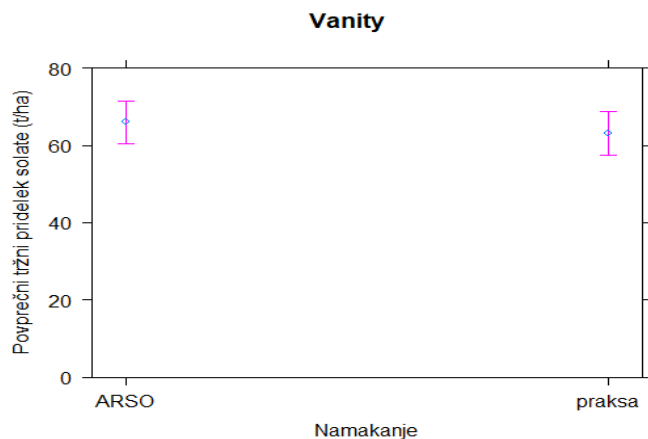
V letu 2018 namakanje po napovedi ARSO ni bilo predvideno, prav tako tudi kmet ni izvajal namakanja. Statistično značilnih razlik med količino z lokacijo obeh obravnavanj ni niti pri solati, niti pri endiviji (Slike 63, 64, 65 in 66).



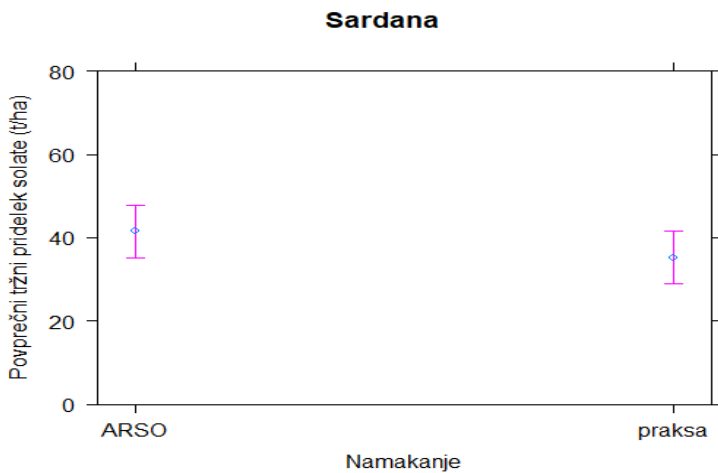
Slika 63: Tržni pridelek solate glede na predviden režim namakanja, ki pa v 2018 ni bilo izvedeno.



Slika 64: Tržni pridelek solate glede na predviden režim namakanja, ki pa v 2018 ni bilo izvedeno.



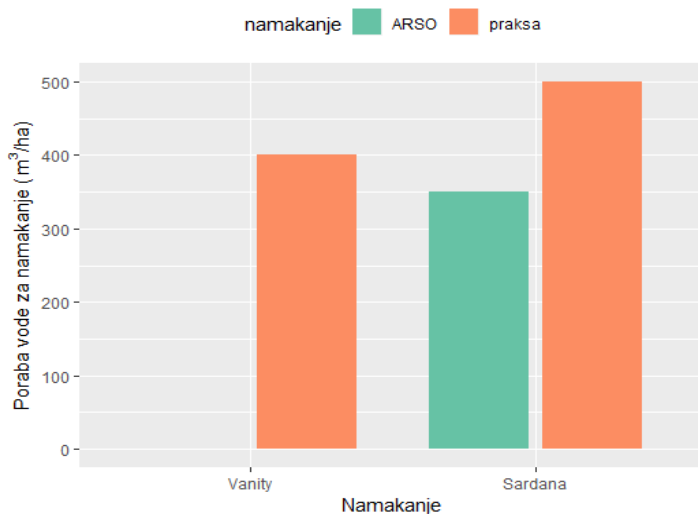
Slika 65: Povprečni tržni pridelek solate v 2018 s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja glede na predviden režim namakanja.



Slika 66: Povprečni tržni pridelek endivije v 2018 s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja glede na predviden režim namakanja.

7.4.2 Količina vode za namakanje

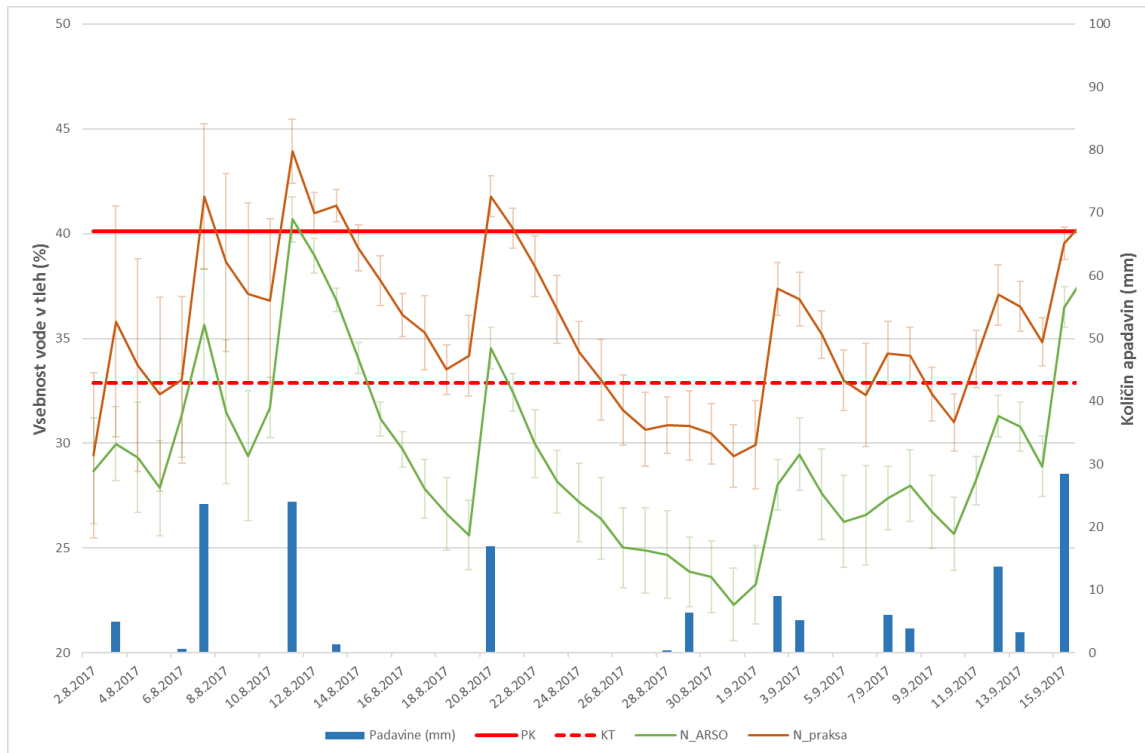
namakal. Za endivijo je 2018 ARSO izdal napoved namakanja. Kmet je v tem času za namakanje porabil več vode, kot smo jo aplicirali v skladu z ARSO napovedjo (Slika 67). Za namakanje endivije je kmet porabil več vode, kot za solato.



Slika 67: Poraba vode za namakanje solate in endivije glede na način namakanja v 2018.

7.4.3 Vsebnost vode v tleh

Dnevna povprečja vVV po obravnavanjih kažejo majhno variabilnost vVV znotraj obravnavanj (standardna napaka na Sliki 68), še posebej po konsolidaciji tal po vgradnji sond.



Slika 68: Povprečna dnevna volumska vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) na njivi na kmetiji Horvat (Dragoše, Maribor) v letu 2017 s pripadajočo standardno napako (N=2).

Legenda: N_ARSO = namakanje z mikrorazpršilci po napovedi ARSO; N_praksa = namakanje z mikrorazpršilci v skladu s kmetovo prakso.

7.5 KOMENTAR REZULTATOV IN SKLEPI

Poskus je potekal v letih 2017 in 2018, ko pomanjkanje količine vode v tleh ni bilo izrazito. ARSO za solato ni izdal napovedi namakanja, saj je bilo po njihovih izračunih dovolj padavin, kmet je po svoji oceni solato namakal z 400 m³/ha oz. 40 mm. Tudi endivijo je kmet po svoji presoji namakal več, kot je z modeliranjem VB predvidel ARSO. Kljub temu, da ni bilo statistično značilne razlike v količini pridelka je bilo namakanje ključno za enakomerno dozorevanje solate.

Rezultati poskusa bodo uporabni v prihodnje, ko bomo pridelovalce skušali prepričati, da se strinjajo z izgradnjo večjih namakalnih sistemov. Namakanje kljub temu, da je bilo izvedeno z mikrorazpršilci, ni imelo večjega vpliva na pojav bolezni. Seveda pa je bil vpliv na uspešno presajanje sadik in s tem večjim številom rastlin na površini, visok. Meritve vVV kažejo znotraj obravnavanj zelo majhno variabilnost. Najmanjšo med vsemi poskusnimi lokacijami v projektu TriN. Vzrok za to je peščena tekstura in skoraj nič skeleta v tleh. To so idealne razmere za meritve vVV s posrednimi metodami.

7.6 VIRI SOLATA

Luna M. C., Tudela J. A., Martínez-Sánchez A., Allende A., Marín A., Gil M. I. 2012. Long-term deficit and excess of irrigation influences quality and browning related enzymes and phenolic metabolism of fresh-cut iceberg lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 73: 37-45

Martínez-Sánchez A., Luna C., Tudela J. A., De Vogelaere L., Tiebergijn L., Allende A., Gi, M. I. 2012. Effect of irrigation practices on the quality of fresh-cut lettuce. *Acta Horticulturae*, 934: 511-514

SURS. Statistični Urad RS. 2018. www.surs.si

8 JABLANA

8.1 PREGLED LITERATURE

8.1.1 Značilnosti rastline

Jablana (*Malus domestica* Borkh., Syn. *Pyrus malus* L.) spada v družino rožnic (Rosaceae) in je gospodarsko in tradicionalno pomembna rastlina tudi v Sloveniji. Sodobne tehnologije pridelave zagotavljajo stabilnejšo in kakovostnejšo pridelavo. Pridelava jabolka je v zadnjem desetletju začela nekoliko upadati. Sadjarji, ki vztrajajo pri pridelavi pa so zaradi neugodnih vremenskih razmer in navkljub nizki ceni jabolka svojo pridelavo nekoliko intenzivirali, nasade pa opremili z protitočnimi mrežami in namakalnimi sistemi.

Poznavanje fenološkega razvoja v nasadih jablan je ključnega pomena, saj nam poznavanje vsakoletnega nastopa faze in njihovo spremljanje pomaga pri odločitvi za izvajanje agrotehnoških ukrepov. Nastop fenofaz po BBCH (Meier, 2001), ki so pomembne pri namakanju jablane in je v njih rastlina lahko tudi različno občutljiva na sušo, je za sorto 'Gala', ki je bila poleg sorte 'Diwa' vključena v poskus v projektu TriN, prikazan v Preglednici 18.

Preglednica 18: Nastop za namakanje pomembnih fenofaz jablane sorte 'Gala' v letih 2017 in 2018 na Sadjarskem centru Gačnik in občutljivost jablane na sušo

Fenofaza			Datum nastopa fenofaze		Občutljivost na sušo
Številka	BBCH	Opis	v letu 2017	v letu 2018	
1	007	prvi listi	01. 04.	09. 04.	velika
2	661	začetek cvetenja	07. 04.	22. 04.	majhna
3	665	splošno cvetenje	15. 04.	24. 04.	majhna
4	669	konec cvetenja	22. 04.	25. 04.	majhna
5	774	T stadij	07. 06.	10. 05.	velika
6	881	začetek zorenja	26. 08.	24. 07.	velika
7	887	obiranje	08. 09.	16. 09.	velika
8	992	splošno rumenenje listja	20. 10.	17. 10.	majhna
9	993	splošno odpadanje listja	12. 11.	09. 11.	majhna

Na namakanih površinah jablan sta pomembni razdalja in globina sajenja dreves. Razdaljo določamo glede na lego, glede globine sajenja pa imajo pomembno vlogo fizikalne lastnosti tal (lahka, srednje težka in težka tla), saj so te neposredno povezane s kapaciteto tal za vodo. Razmerje med rastlinskimi koreninami in razpoložljivostjo vode je ključno za razporeditev korenin po talnem profilu. Drevo jablane ima glavne korenine razporejene na globini 20-30 cm. Rastline, ki razvijejo korenine globlje, imajo prednost v pogojih spremenjenih podnebnih razmer in lažje prenesejo sušna obdobja.

Podlaga 'M9' je zaradi svojih pozitivnih lastnosti (dobra in redna rodnost in intenzivna pridelava) prevladujoča podlaga v nasadih jablane. Zaradi šibkih korenin potrebuje oporo. Za svojo rast potrebuje manj vode kot bujnejše podlage, recimo 'MM 106' (Cohen in Naor, 2002), vendar v času suše potrebuje redno namakanje. Največ korenin pri podlagi 'M9' se v težjih tleh nahaja v globini 10-30 cm. Najugodnejši pogoji za rast korenin so v zračnih tleh.

8.1.1.1 Občutljivost jablane na pomanjkanje vode

Občutljive faze razvoja jablane na pomanjkanje vode v tleh so od faze BBCH 001 (začetek nabrekanja listnih brstov) do faze BBCH 559 (socvetja v balonskem stadiju) in od faze BBCH 771 (razvoj plodov) do faze BBCH 887 (Plodovi zreli za obiranje (tehnološka vrednost) (Preglednica 18) (Boland in sod., 2002) (Priloga G.1).

Stres, ki nastane pri jablani zaradi pomanjkanja vode ali presežka vode spremeni fiziološko stanje rastline. Rastlina se mora prilagajati na strese (vodni, sušni, temperaturni) in pri tem porablja energijo, kar ima lahko vpliv na slabšo kakovost plodov. Stopnja in trajanje stresa sta pomembna dejavnika. Stres povzroči spremenjeno fiziološko stanje rastline s tem pa rastlina vstopi v različna stanja propadanja ali zaviranja rasti. Odzivnost rastline na stres je odvisna od starosti, razvojne faze, fiziološkega stanja in od klimatskih pogojev. Višje temperature povzročajo prezgodnje dozorevanje rastlin in skrajšanje določenih fenoloških faz. Prehiter prehod rastlin iz vegetativne faze v generativno fazo pomeni manj dni na voljo za asimilacijo in potencialno manjšo listno površino in zato manjši pridelek slabše kakovosti.

Jablana v plodove vgradi velik delež vode (80 %), količina dostopne vode odločilno vpliva na notranjo kakovost plodov. Pozitiven učinek namakanja v sadjarstvu temelji predvsem na povečanju količine pridelka (povečana debelina ploda), izboljšana pa je tudi kakovost plodov (vsebnost topne suhe snovi, kisline, trdota mesa).

Stres povzroči spremenjeno fiziološko stanje rastline, s tem pa rastlina vstopi v različna stanja propadanja ali zaviranja rasti. Odzivnost rastline na stres je odvisna od starosti, razvojne faze, fiziološkega stanja in od klimatskih pogojev. Višje temperature povzročajo prezgodnje dozorevanje rastlin in skrajšanje določenih fenoloških faz. Prehiter prehod rastlin iz vegetativne v generativno fazo pomeni manj dni na voljo za asimilacijo in potencialno manjšo listno površino in zato manjši pridelek slabše kakovosti.

Na lažjih in plitvejših tleh rastline doživijo stres prej kot na globokih in težjih oz. na težkih tleh le redko trpijo sušo. Padavine na območju SV Slovenije so zadostne, vendar so časovno nepravilno razporejene. Pridelava jabolka je postavljena na prag ekonomske upravičenosti, zato so tehnologije, ki temeljijo na racionalni porabi vode vse pomembnejše.

Za jablane je idealno, če je vsebnost vode v tleh 80-100 % PK, oz. je DZ 0,5 (Preglednica 8.2). Pri namakanju jablane je potrebno upoštevati konec prve rasti in od sredine junija do začetka julija zmanjšati namakanje.

8.1.2 Vpliv protitočne mreže

Pod črno protitočno mrežo so mikroklimatske razmere spremenjene. Najvišje izmerjene temperature so do 1,5 °C nižje kot v nasadu brez mreže. Pod mrežo so zabeležili 2–6% povečanje relativne zračne vlage in ugotovili, da je pod mrežo zmanjšana evapotranspiracija za 11 %, kar je povezano z zmanjšanjem hitrosti vetra pod zaščitenim nasadom. Tudi v sadjarskem centru Gačnik so bile merjene vrednosti relativne zračne vlage, vendar so bile razlike minimalne – pod mrežo celo nekoliko nižje kot izven nje (Zadravec in Donik, 2009).

Med dejavniki okolja, ki vplivajo na rast in razvoj rastlin ima svetloba najpomembnejši vpliv. Svetloba igra ključno vlogo pri razvoju plodov, s tem pa posledično vpliva na kvaliteto plodov in diferenciacijo cvetnih brstov. Primerna osvetlitev celotne asimilacijske površine drevesa ima učinek na količino in kakovost pridelka pri jablani (Štampar in sod. 1999). Pokritost nasada z protitočno mrežo omejuje pretok svetlobe (Westwood 1995). Mreža ima lahko vpliv na vegetativni in generativni razvoj drevesa, s tem pa posledično tudi na kakovost pridelka. Količina pridelka, pridelanega pod protitočno mrežo, se ne zmanjša (Vercammen 1998, Widmer 2001, Steinbauer 2008), lahko pa ima vpliv na zunanjo kakovost pridelka, saj lahko pri dvobarvnih sortah zaznamo učinek slabše obarvanosti plodov (Blanke 2007, Steinbauer 2008). Iz podatka o zmanjšani evapotranspiraciji lahko sklepamo, da nasade, pokrite s protitočno mrežo lahko namakamo manj kot nasade brez mreže.

8.1.3 Prevladujoče tehnologije namakanja jablane v Sloveniji

Najprimernejši in prevladujoči način namakanja za jablano na podlagi 'M9' je kapljični, vendar ima tak način namakanja lahko vpliv na omejeno rast koreninskega sistema. Podlaga 'M9' (Malling 9, Yellow paradise de Metz) je v Sloveniji najprimernejša in najbolj zastopana vegetativna podlaga v intenzivnih jablanovih nasadih. Občutljiva je na jablanov škrlup (*Venturia inaequalis*), na jablanovo plesen (*Podosphaera leucotricha*), na hrušev ožig (*Erwinia amylovora*), dokaj odporna je na gnilobo koreninskega vratu (*Phytophthora cactorum*). Občutljiva je tudi na prekomerno količino vode v tleh, vendar uspeva bolje, kadar ne trpi suše (Smole in Črnko 1985).

8.2 MATERIALI IN METODE DE LA

8.2.1 Opis lokacije, naravnih danosti in sort

Poskus smo izvajali na lokaciji SC Gačnik s koordinatami lokacije 46°36'59,2"N in 15°40'56,3"W. Drevesa sorte 'Gala' in 'Diwa'® (Slika 69) so bila posajena v letu 2005 na podlagi 'M9'. Gala je diploidna in spada med srednje bujne sorte jablan. Zori v drugi dekadi avgusta do začetka septembra. 'Diwa'® je novejša sorta, ki zori v zadnji dekadi septembra.



Slika 69: Sorti 'Gala' (levo) in sorta 'Diwa'® (desno), ki sta bili vključeni v poskus namakanja v nasadu jablane Sadjarskega centra Gačnik.

Drevesa vzgajamo v obliki vretenastega grma do višine 3 m in so dobro osvetljena. Medvrstna razdaja je 3,2 m, v vrsti pa 0,9 m. Pridelava jabolk poteka po pravilih integrirane - standardne pridelave. Nasad

je opremljen s kapljičnim namakalnim sistemom in prekrit s protitočno mrežo. Agrotehnična opravila so bila izvajana v skladu s pravili standardne pridelave. V nasadu je negovana ledina s herbicidnim pasom med drevesi.

Tla v nasadu so po sestavi težka z velikim deležem gline in ilovice (Priloga G.2). PK in TV, 43,7 in 28,2 vol %, sta bili določeni iz povprečne krivulje (N=7) VZL tal na območju poskusa (Priloga G.2). Med krivuljami, za katere so bili vzorci tal odvzeti na vsakih sedem dreves v vrsti 1 od spodaj navzgor, jih ima šest podoben potek, sedma, z najvišjega dela vrste, pa kaže odstopanje, ki izhaja iz nekoliko spremenjene teksture tal v najvišje ležečem delu nasada. Delež gline je tu manjši kot v srednjem in spodnjem delu nasada. Zaradi nje je iz povprečne krivulje VZL tal določena PK nekoliko manjša in TV nekoliko večja ter posledično interval RV nekoliko manjši (Priloga G.2).

V letu 2018 je bilo v nasadu Gačnik v poletnih mesecih junij, julij in avgust nekoliko manj padavin (268 mm), kot je povprečna količina padavin za obdobje 2009-2018 (331 mm) (Priloga G.3).

8.2.2 Zasnova poskusa

Poskus je bil izveden v strip plot poskusni zasnovi v treh ponovitvah (Slika 70; Priloga A.6) na sortah 'Gala' in 'Diwa'®. Poimenovanje in opis obravnavanj je v Preglednici 19.

Preglednica 19: Poimenovanje in opis obravnavanj v poskusu jablane v Sadjarskem centru Gačnik

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc opis	(%)	Protitočna mreža
NN_mreža	nenamakano			protitočna mreža je
NN	nenamakano			brez protitočne mreže
NP_mreža	kapljično	polno*	100	protitočna mreža je
NP	kapljično	polno*	100	brez protitočne mreže
ND_mreža	kapljično	deficitno**	70	protitočna mreža je
ND	kapljično	deficitno**	70	brez protitočne mreže

Opomba: * po napovedi ARSO; ** preračunano v skladu z napovedjo ARSO

sorta Gala Schniga	Brez mreže	zap.št	VRSTA I/1		Mreža	zap.št	VRSTA II/2
	Blok I	1	x		Blok I	1	x
		2	x			2	x
		3	x			3	x
		4	x			4	x
		5	x			5	x
		6	x			6	x
		7	x			7	x
		8	x			8	x
		9	x			9	x
		10	x			10	x
		11	x			11	x
		12	x			12	x
		13	x			13	x
		14	x			14	x
		15	x			15	x
		16	x			16	x
		17	x			17	x
		18	x			18	x
		19	x			19	x
		20	x			20	x
	21	x		21	x		
	22	x		22	x		
	23	x		23	x		
	24	x		24	x		
	25	x		25	x		
	26	x		26	x		
	27	x		27	x		
	28	x		28	x		
	29	x		29	x		
	30	x		30	x		
	31	x		31	x		
	32	x		32	x		
	33	x		33	x		
	34	x		34	x		
	35	x		35	x		
	36	x		36	x		
	37	x		37	x		
	38	x		38	x		
	39	x		39	x		
	40	x		40	x		
	41	x		41	x		
	42	x		42	x		
	43	x		43	x		
	44	x		44	x		
	45	x		45	x		
	46	x		46	x		
	47	x		47	x		
	48	x		48	x		
	49	x		49	x		
	50	x		50	x		
	51	x		51	x		
	52	x		52	x		
	53	x		53	x		
	54	x		54	x		
	55	x		55	x		
	56	x		56	x		
	57	x		57	x		
	58	x		58	x		
	59	x		59	x		
	60	x		60	x		
	61	x		61	x		
	62	x		62	x		
				63	x		

Slika 70: Shema poskusa v nasadu jablane Sadjarskega centra Gačnik. Prikazana je zasnova za sorto Gala. Za sorto 'Diwa'® je bila zasnova enaka.

8.3 MERITVE IN ANALIZE

8.3.1 Količina pridelka

V letu 2017 je nasad prizadela pozeba in pridelka ni bilo mogoče vrednotiti. V letu 2018 smo opravili vrednotenje pridelka po posameznih drevesih. Ta pridelek smo razdelili na I in II kakovostni razred. Meja med I in II kakovostnim pridelkom je pri sorti 'Gala' 70 mm in pri sorti 'Diwa'® 65 mm premera.

8.3.2 Količina vode za namakanje

V času poteka poskusa smo glede na napoved ARSO preračunavali količine vode za deficitno namakanje in merili porabo vode za namakanje (Priloga G.4). Na lokaciji smo spremljali fenofaze sort 'Gala' in 'Diwa'®. Na ARSO smo javljali podatke o poteku fenofaz, ki so pomembne za namakanje, le za sorto Gala, da so modelirali VB in dali napoved za polno namakanje s kapljači za jablo na lokaciji poskusa.

Model VB in namakanja za leti 2017 in 2018 sta za jablano predstavljena v prilogi G.5. Primerjali smo modelirano količino vode za namakanje in dejansko porabo vode pri polnem namakanju.

8.3.3 Vsebnost vode v tleh

Za spremljanje vVV je bilo vgrajenih 108 TDR sond Eltratec, model MVZ 100, na globini 25 cm (**Error! Reference source not found.** 71). V vsakem obravnavanju so bile postavljene po tri sonde med drevesi v vrsti. Sonde smo zaradi težav z dobavo namestili tik pred obiranjem sorte 'Gala', tako da so za poskus relevantni podatki le iz leta 2018. Sonde so beležile količino vode v tleh vsake pol ure. Postopek kalibracije je opisan v poglavju 2.2.5.1. Na podlagi polurnih kalibriranih meritev smo izračunali dnevna povprečja VV. Grafično smo primerjali povprečno vVV po obravnavanjih, določenih glede na tehnični način namakanja in glede na količino namakanja.

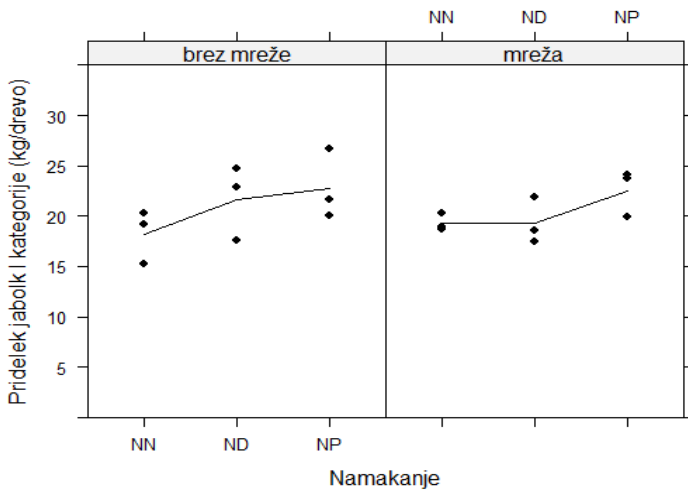


Slika 71: TDR sonda vstavljena v nasadu jablan v Sadjarskem centru Gačnik.

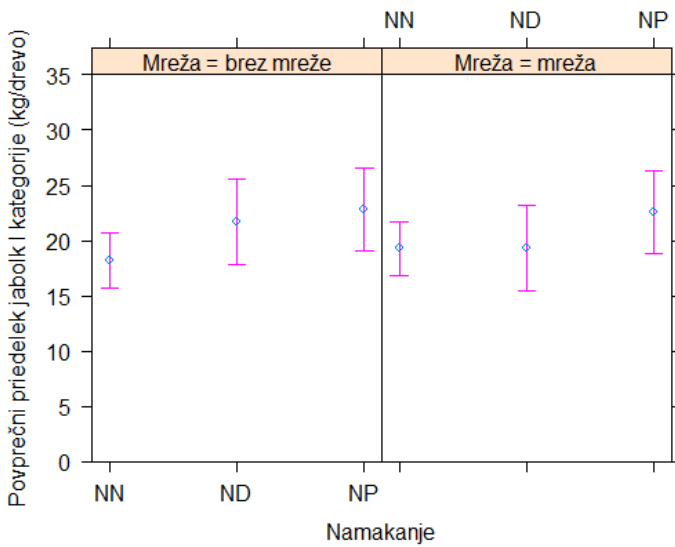
8.4 REZULTATI

8.4.1 Količina pridelka jablane

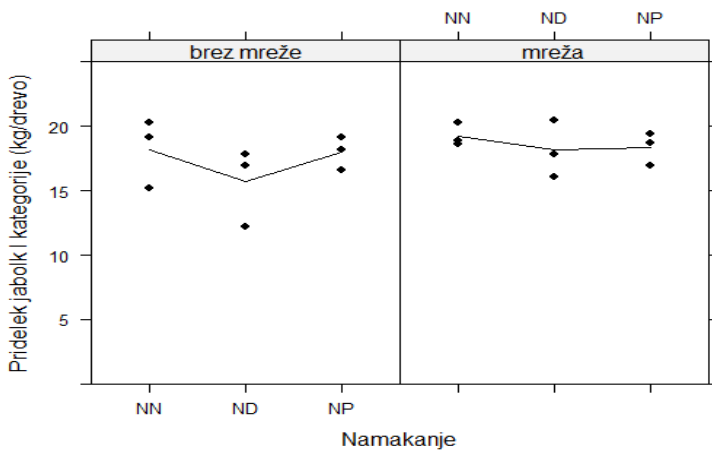
Pokritost z mrežo ni imela statistično značilnega vpliva na pridelok I kakovostnega razreda sort 'Gala' (Sliki 72 in 73) in 'Diwa' (Sliki 74 in 75). Mejno statistično značilni rezultati ($p=0,06$) nakazujejo pozitiven vpliv namakanja, ki bi ga bilo potrebno z nadaljnjimi poskusi preveriti v vremensko bolj ugodnih razmerah za namakanje. Pridelok kategorije II je namenjen predelavi in ga ne vrednotimo kot pridelok, za katerega je namakanje pomembno.



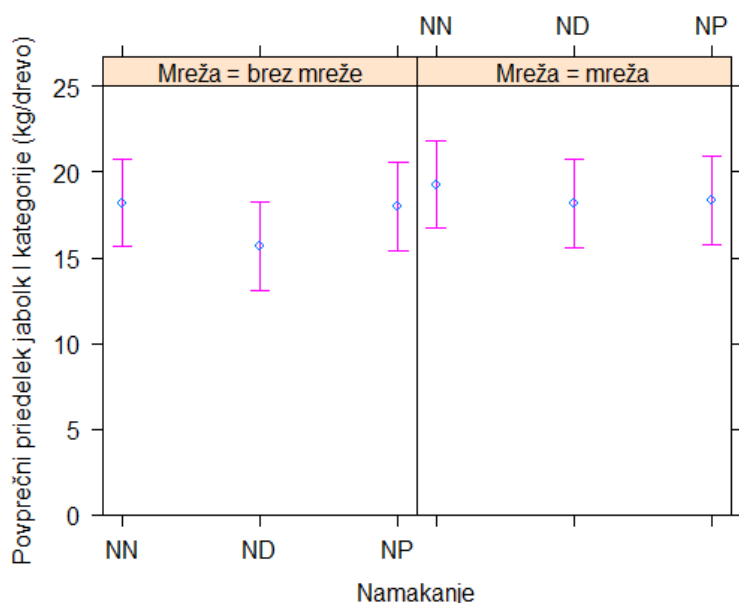
Slika 72 :Pridelek jabolk sorte 'Gala' I kakovostnega razreda glede na namakanje in pokritost z mrežo.



Slika 73: Povprečni pridelek jabolk sorte 'Gala' kategorije I glede na uporabo zaščitne mreže in glede na namakanje s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja.



Slika 74: Pridelek jabolk sorte 'Diwa' I kakovostnega razreda glede na namakanje in pokritosti z mrežo.



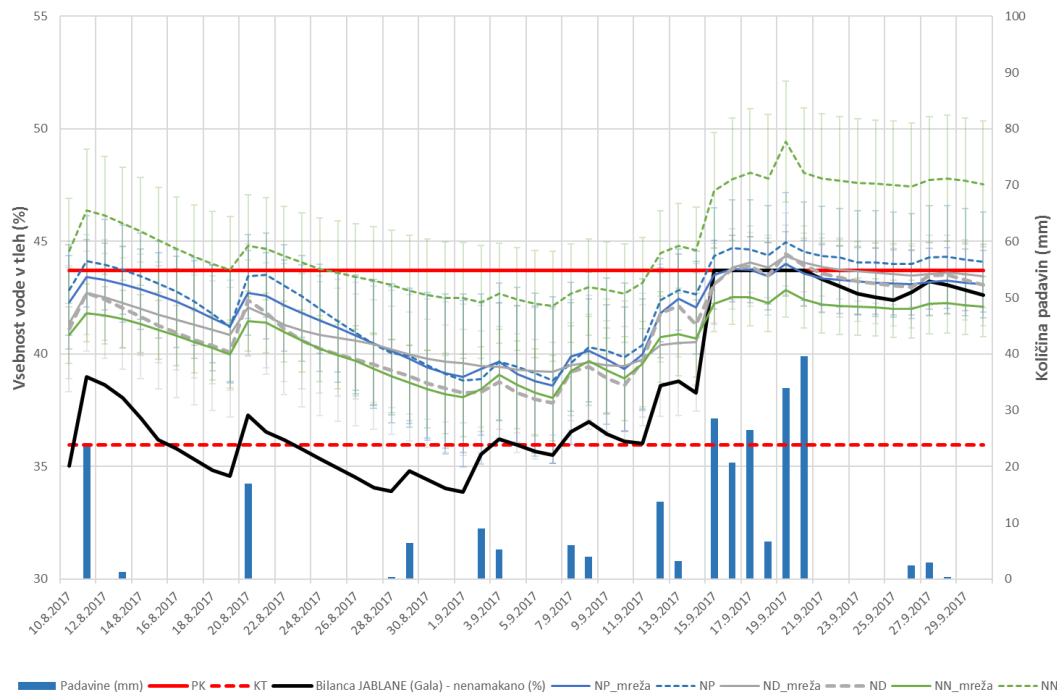
Slika 75: Povprečni pridelek jabolk sorte 'Diwa' kategorije I glede na uporabo zaščitne mreže in glede na namakanje s pripadajočimi 95 % intervali zaupanja.

8.4.2 Količina porabljene vode za namakanje

Modeliranje kapljičnega polnega namakanja jablan z modelom IRRFIB je v sezoni 2018 predvidelo skupno porabo vode 3428 m³/ha (Priloga G.5). Pri izvajanju namakanja smo za obravnavanja z mrežo in brez mreže uporabljali isto ARSO napoved, ki smo jo za deficitno namakanje ustrezno zmanjšali. Količina dejansko porabljene je bila bistveno manjša in sicer 382 m³/ha. Pri deficitnem namakanju je bila poraba vode 131 m³/ha (Priloga G.4).

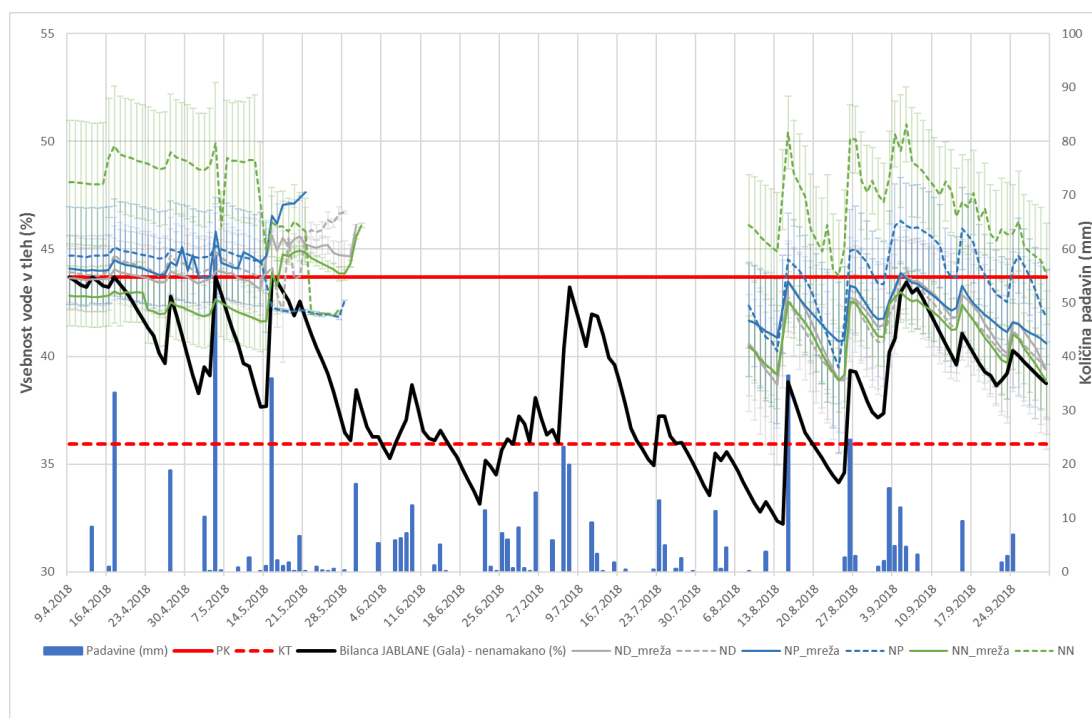
8.4.3 Vsebnost vode v tleh

Dnevna povprečja vVV po obravnavanjih kažejo veliko prostorsko variabilnost vVV znotraj obravnavanj (standardne napake na Slikah 76 in 77). O razlikah v meritvah vVV med polno in deficitno namakanimi obravnavanji jablane ne moremo govoriti, prav tako ne o razlikah med obravnavanji brez in z mrežo.



Slika 76: Povprečna dnevna vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v jablani v Sadjarskem centru Gačnik v letu 2017.

Pripadajoča standardna napaka (N=3), modelirana vodna bilanca (vol %) in dnevna vsota padavin (mm) na meteorološki postaji v nasadu. Legenda: NP = polno namakanje, ND = deficitno namakanje; PK = poljska kapaciteta (vol %), KT = kritična točka vode v tleh (vol %) za jablano.



Slika 77: Povprečna dnevna vsebnost vode v tleh (kalibrirane vrednosti) (vol %) v jablani v Sadjarskem centru Gačnik v letu 2018.

Pripadajoča standardna napaka (N=3), modelirana vodna bilanca (vol %) in dnevna vsota padavin (mm) na meteorološki postaji v nasadu. Legenda: NP = polno namakanje, ND = deficitno namakanje; PK = poljska kapaciteta (vol %), KT = kritična točka vode v tleh (vol %) za jablano.

8.5 KOMENTAR REZULTATOV

V letu 2017 je bilo v nasadu jablane v Sadjarskem centru Gačnik več problemov. Zaradi 100 % pozebe vrednotenje pridelka ni bilo možno. Pri dobavi sond za meritev VV so bile velike težave in sonde smo lahko vgradili šele v prvi tretjini avgusta. Zaradi zamud pri vzpostavitvi poskusa je namakanje v nasadu potekalo kot običajno in napovedi ARSO v letu 2017 niso bile upoštevane.

V letu 2018 smo namakanje v nasadih jablane poskušali izvajati tlom primerno. Jablana je trajna rastlina in ker so tla v SC Gačnik težka ter vodo dobro zadržujejo, smo napoved namakanja, ki ga izda ARSO, prilagodili terenskim opažanjem v povezavi z vlažnostjo tal. V začetnih razvojnih fazah so bile padavine razporejene dobro in po opažanjih je bilo vode že s padavinami dovolj. Simulacija VB tal brez namakanja za ta čas kaže, da se VV ni spustila pod KT. V začetku junija je v oddajnikih merilnih sond zmanjkalo baterij. V drugi dekadi julija je prišlo do udara strele, kar je onemogočilo izvajanje namakanja in merjenje vVV. Od tedaj pa do konca prve dekade avgusta, ko smo ste vzpostavili tudi merilni sistem, je jablana glede na opažanje s terena trpela sušni stres.

Količina porabljene vode za namakanje, ki smo jo beležili z vodomerom, se ni popolnoma ujemala z našimi izračunanimi količinami za namakanje, ki pa so bile manjše kot je v modelnih izračunih predvidel ARSO. Vse te ugotovitve so kot negotovost zajete v podatku, da se je za dejansko izvajanje namakanja porabilo le 11 (pri polnem) in 4 % (pri deficitnem) tiste vode, ki jo je v modelnih izračunih predvidel ARSO ob dejstvu, da smo ARSO napoved večkrat prilagodili zaradi opaženega zastajanja vode v tleh. Način in količina namakanja proti pričakovanjem nista imela vpliva na količino in kakovost pridelka. Je bil pa povprečni hektarski pridelek jabolk v poskusu za sorto Gala $70,0 \pm 9,3$ t/ha in za sorto Diwa $57,1 \pm 4,2$ t/ha, kar je veliko nad slovenskih povprečjem za leto 2018, ki je bilo po podatkih SURS $34,9$ t/ha (SURS, 2018). Predvidevamo, da bi se pričakovane razlike pokazale v letih z manj padavinami.

Tekom izvajanja poskusa smo vizualno ocenjevali videz rastlin. Razlike v bujnosti med posameznimi obravnavanji ni bilo opaziti. Je pa 'Gala' 2018 pri polnem namakanju oblikovala več koreninskih izrastkov in na njih se je v večjem obsegu pojavila mokast uš (*Dysaphis plantaginea*). V tem primeru bi lahko govorili o negativnem vplivu namakanja, ki ga po predvidevanjih v bolj sušnih in za namakanje primernejših letih ne bi bilo. Pojavu bomo v bodoče namenili več opazovanj.

Modelirana VB brez namakanja je konec julija – sredina avgusta padla pod KT, kar naj bi se odrazilo kot sušni stres pri jablanah v času pred obiranjem. PK (na katero se veže tudi KT) je bila določena v laboratoriju iz krivulje VZL tal, kjer arbitrarno privzamemo količino vode pri matričnem potencialu - 330 kPa. Druga možnost določanja PK, ki je praviloma zanesljivejša, a zahteva več časa, je iz meritev na terenu. Po pričakovanjih bi se PK v danem primeru povečala, razlike med merjenimi in modeliranimi VV v tleh bi se zmanjšale in bi se modeliranje in s tem napoved namakanja lahko izboljšala.

Pri deležu gline v tleh nad 20 % poleg ostalega predstavljajo izziv tudi meritve vVV. Sonde s TDR metodologijo so občutljive na vsebnost gline in nad omenjeno vrednostjo večina njih meri manj točno (Gong in sod., 2003), kar je tudi eden od vzrokov za veliko prostorsko variabilnost merjene vVV. Drugi vzroki so lahko še dejanska variabilnost vVV, ki ni bila predmet študije v projektu TriN in kakovost uporabljenih sond, ki bi zaradi manjše tehnološke napake potrebovale individualno kalibracijo (torej

kalibracija vsake sonde na konkretna tla) in ne le kalibracijo tipa/modela sonde, ki smo jo za te sonde izvedli v projektu TriN.

8.6 SKLEPI

Vremenske razmere v nobenem od poskusnih let niso bile optimalne za določanje vpliva mreže v nasadih jablan na potrebe po namakanju in polnega in deficitnega namakanja na količino in kakovost pridelka jablane. V pridelku jablane v različnih obravnavah (z in brez mreže, polno in deficitno namakana ter nenamakana) v letu 2018 v nasadu SC Gačnik niso bile statistično značilne.

Dejansko porabljena količina vode za namakanje je bila le 4-11 % od modelirane. Modeliranje VB je, zaradi različnih vzrokov, precenilo potrebo po namakanju jablane v 2018 v nasadu SC Gačnik.

Volumske VV pri poskusu z jablano so pokazale potrebo po dvigu kakovosti vhodnih podatkov za simuliranje vodne bilance v tleh za izboljšanje napovedi namakanja in sicer: z določitvijo PK z meritvami na terenu in z možnostjo vnosa popravkov vVV v model. Kljub temu, da je meteorološka postaja na lokaciji SC Gačnik in da je bila večina padavin harmonično registrirana v poskusu s sondami in na meteorološki postaji, je med merjenimi in modeliranimi vVV opaziti razlike, ki v tem primeru izhajajo iz dejstva, da rastlinski pokrov v realnosti ni enak teoretičnemu, ki ga predvideva modeliranje.

Zavedati se moramo tudi negotovosti pri meritvah VV s posrednimi metodami (v našem primeru TDR), ki vedno kažejo odstopanja od prave VV. Prav tako je potrebno več pozornosti posvetiti kalibraciji uporabljenih sond, še posebej če je v tleh več skeleta ali glin, kot je bilo slednje primer na lokaciji poskusa v SC Gačnik.

8.7 VIRI JABLANA

- Anžin M. 2016. Časovna in prostorska spremenljivost termalnega časa za izbrane klimatološke postaje v Sloveniji. Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 35 str.
- Blanke M. 2007. Farbige Hagelnetze: Ihre Netzstruktur sowie Lichtund UV-Durchlässigkeit bestimmen die Ausfärbung der Apfelfrüchte. *Erwerbs-Obstbau*, 49: 127–139
- Boland A., Ziehri A., Beaumont J. 2002. Guide to Best Practice in Water Management: Orchard Crops, Murray-Darling Basin Commission, State of Victoria, Department of Natural Resources and Environment, Melbourne: 118 str.
- Bloesch B. 2013. Stades phénologiques repères des fruits à pépins (pommier et poirier): *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 45 (2): 128–131
- Cohen S., Naor A. 2002. The effect of three rootstocks on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees and predicting canopy from hydraulic conductance. *Plant, Cell and Environment*, 25: 17-28
- Črnagoj N. 2008. Nastopi izbranih temperaturnih pragov v Sloveniji: diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 36 str.
- FURS. Finančna uprava Republike Slovenije. 2017: <http://spletni2.furs.gov.si/agromeT/feno/> (28. jan. 2019)
- Gong Y., Cao Q., Sun Z. 2003. The effects of soil bulk density, clay content and temperature on soil water content measurement using time-domain reflectometry. *Hydrological Processes*, 17: 3601-3614
- Hillel D. 1998. Environmental soil physics. San Diego, Academic Press: 794 str.
- Hočevar A. 1964. Fenološke faze v odvisnosti od vremena. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 241 str.
- Jelen L. G. 2011. Fenološki razvoj izbranih rastlinskih vrst in škodljivih metuljev (Lepidoptera) kot kazalec temperaturnih razmer in njihove spremenljivosti v Sloveniji. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 158 str.
- Kajfež-Bogataj L. 2008. Kaj nam prinašajo podnebne spremembe. 1. izd., 1. natis. Ljubljana, Pedagoški inštitut: 134 str.
- Kajfež-Bogataj L., Pogačar T., Ceglar A., Črepinšek Z. 2010. Spremembe agro-klimatskih spremenljivk v Sloveniji v zadnjih desetletjih. *Acta agriculturae Slovenica*, 95(1): 97–109
- Meier U. 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants BBCH Monograph
- Ruml M., Milatović D., Vulić T., Vuković A. 2010. Predicting apricot phenology using meteorological data. *International Journal of Biometeorology*. <http://link.springer.com/article/10.1007/s00484-010-0387-0#page-1> (28. marec 2013)

- Smole J., Črnko J. 2000. Razmnoževanje sadnih rastlin. Knjižica za pospeševanje kmetijstva. Kmečki glas: 100-180 str.
- Steinbauer L. 2008. Treffen der Arbeitsgruppe » Obstbau unter Hagelnetzen. Heidegger Perspektiven, 3: 6-7.
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.
- Tromp J., Wertheim S. J. 2005. Fruit growth and development. V: Fundamentals of Temperate Zone tree Fruit Production. Tromp J. (ed). Leiden (N), Bia: 240-266 str.
- Vercammen J. 1998. Erste ervaringen met hagelnetten- ten in Belgie. Fruitteelt-nieuws, 12:6-8.
- Westwood M. 1993. Temperate-Zone Pomology. Physiology and culture. Timber, Portland: 523 str.
- Widmer A. 1997b. Beschattung unter weissen und grauen Hagelnetzen. Schweiz. Z. Obst-Weinbau, 133, 23: 581–583.
- Zadravec P., Donik B. 2009. Odziv jablane in škodljivih organizmov na spremenjene razmere pod protitočnimi mrežami, Monografija, Hodoš: 38 str.
- Žuljan M. 2009. Rast in pridelek zelenjadnic v združeni setvi. Mag. delo. Maribor. Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 201 str.

9 STROŠKI NAMAKANJA

9.1 IZRAČUN STROŠKOV IN KOMENTAR

Namakanje v ekonomskem smislu predstavlja dodatni strošek kmetijske pridelave. Pri tem lahko razlikujemo med stalnimi in spremenljivimi stroški namakanja. Stalni stroški niso povezani s količino porabljene vode in energije za namakanje, pač pa predstavljajo povračilo stroškov naprave namakalnega sistema in njegovega vzdrževanja, ki ga uporabnikom namakalnega sistema zaračunava investitor oz. upravljalec sistema. Potencialni uporabniki sistema morajo torej ta strošek plačati tudi v primeru, da vode v določenem letu ne koristijo. Ker so investicije v namakalni sistem različno visoke, so različno visoki tudi zneski, ki jih upravljalci sistema zaračunavajo svojim odjemalcem. Stalne stroške namakalnega sistema, ki jih morajo uporabniki sistema plačati, opredeljuje vsakoletna uredba (Uredba..., 2017), njihove vrednosti pa se po posameznih obstoječih namakalnih sistemih v Sloveniji precej razlikujejo in znašajo od 11 do 65 €/ha namakalnih površin. Po posameznih sistemih so vrednosti sledeče: Kalce Naklo I - 30 €/ha, Kalce Naklo II - 20 €/ha, Ormož, Formin - 50 €/ha, Ankaran Bonifika - 41 €/ha, Sečoveljska dolina - 43 €/ha in Vogršček - 65 €/ha.

V preglednici 20 prikazujemo, koliko dodatnih kilogramov pridelkov posameznih kmetijskih kultur, ki so bile v poskusih obravnavane, pri uporabljeni ceni pokrije stalni strošek posameznega zgoraj naštetega namakalnega sistema. Uporabljene cene pridelkov pri proizvajalcih so povzete pretežno po zadnjem popravku kataloga kalkulacij (Skrajšana oblika kalkulacij, prirejenih za prijavo na javne razpise v okviru PRP 2014–2020 za leto 2017).

Preglednica 20: Potrebni kilogrami posameznega pridelka za kritje stalnih stroškov posameznih namakalnih sistemov v Sloveniji na hektar namakalnih površin.

	STAL. STR. (€/ha)	Hmelj (3,65 €/kg)	Krompir (0,16 €/kg)	Solata (0,60 €/kg)	Češnje(3,00 €/kg)	Jabolka (0,25 €/kg)	Oljčno olje (12,00 €/l)
Kalce Naklo I	30.00	8.2	187.5	50.0	10.0	120.0	2.5
Kalce Naklo II	20.00	5.5	125.0	33.3	6.7	80.0	1.7
Ormož, Formin	50.00	13.7	312.5	83.3	16.7	200.0	4.2
Ankaran Bonifika	41.00	11.2	256.3	68.3	13.7	164.0	3.4
Sečoveljska dolina	43.00	11.8	268.8	71.7	14.3	172.0	3.6
Vogršček	65.00	17.8	406.3	108.3	21.7	260.0	5.4
Povpr. stalni strošek	38.00	10.4	237.5	63.3	12.7	152.0	3.2
Najnižji stal. strošek	11.00	3.0	68.8	18.3	3.7	44.0	0.9

Drugi tip stroškov, ki jih ustvarjamo z namakanjem pa so spremenljivi stroški namakanja, ki so vezani na dejansko rabo vode za namakanje ter elektrike za pogon črpalk in drugih porabnikov energije, pri nekaterih sistemih vključujejo tudi strošek deratizacije (npr. sistem Kalce Naklo). Tu je strošek opredeljen na m³ porabljene vode iz sistema.

Cene porabljene vode na m³ so, glede na to, kaj vključujejo, sledeče:

- SPR. STR. - V1: Zgolj vodno povračilo = 0,0015 €/m³
- SPR. STR. - V2: Strošek vode in elektrike (podatek za sistem Ormož) = 0,051 €/m³
- SPR. STR. - V3: Strošek vode, elektrike in deratizacije (podatek za sistem Kalce Naklo) = 0,068 €/m³

Zgoraj navedene stroške smo uporabili pri izračunu potrebnih kilogramov posamezne vrste pridelka za kritje stroškov porabljene m³ vode v variantah: samo vodno povračilo, strošek vode in elektrike ter tretja varianta strošek vode, elektrike in deratizacije sistema (Preglednica 21).

Preglednica 21: Potrebni kilogrami posamezne vrste pridelka za kritje spremenljivih stroškov namakanja na m³ porabljene vode.

		Potrebni kilogrami pridelka za kritje spremenljivih stroškov/m ³ vode pri dani ceni pridelka v oklepaju					
		Hmelj (3,65 €/kg)	Krompir (0,16 €/kg)	Solata (0,60 €/kg)	Češnje (3,00 €/kg)	Jabolka (0,25 €/kg)	Oljčno olje (12,00 €/l)
SPR. STR. - V1	0.0004	0.0094	0.0025	0.0005	0.0060	0.0001	
SPR. STR. - V2	0.0140	0.3188	0.0850	0.0170	0.2040	0.0043	
SPR. STR. - V3	0.0186	0.4250	0.1133	0.0227	0.2720	0.0057	

Za celotno vrednost spremenljivih stroškov namakanja je potrebno upoštevati dejansko količino porabljene vode za namakanje in jo pomnožiti z ustreznim stroškom m³ porabljene vode, ki velja za posamezen namakalni sistem.

Skupni strošek namakanja je vsota stalnih in spremenljivih stroškov, ki jih preračunamo na ustrezno površino - običajno na ha namakalnih površin. Iz podatkov predstavljenih v predhodnih dveh preglednicah lahko vidimo, da ne tako majhen delež stroškov namakanja predstavljajo stalni stroški, torej stroški amortizacije in vzdrževanja namakalnega sistema.

Za lažjo predstavbo je v preglednici 22 izračun stroškov namakanja za porabljenih 1000 m³ vode po prej navedenih variantah spremenljivih stroškov ter za povprečno vrednost stalnih stroškov namakalnih sistemov po Uredbi, to je 38 €/ha namakalnih površin.

Preglednica 22: Primer zračuna celotnih stroškov namakanja za porabo 1000 m³ vode na ha namakalnih površin.

	SPR. STR. (€/m ³)	SPR. STR. za 1000 m ³ /ha (€/ha)	STAL. STR. 38€ (€/ha)	CELOTNI STROŠKI (€/ha)
SPR. STR. - V1	0.0015	1.50	38.00	39.50
SPR. STR. - V2	0.0510	51.00	38.00	89.00
SPR. STR. - V3	0.0680	68.00	38.00	106.00

V preglednicah 23 - 28 so prikazani skupni stroški namakanja izračunani na ha namakalne površine glede na dejansko porabo vode za namakanje v poskusih na obravnavanih kmetijskih kulturah. Na podlagi izračunanega skupnega stroška namakanja je predstavljeno, s koliko pridelka (po uporabljeni ceni pridelka pri proizvajalcih) bi ta strošek namakanja pokrili ter kakšno povečanje pridelka (v %) v primerjavi z nenamakanim bi to zahtevalo. Izračuni so narejeni variantno:

- Pri stalnih stroških so izračunane variante skupnih stroškov za najnižjo (STAL. STR. 11€), povprečno (STAL. STR. 38€) in najvišjo (STAL. STR. 65€) v uredbi določeno vrednost stroškov namakalnih sistemov v Sloveniji.
- Pri spremenljivih stroških sta v izračunih uporabljeni varianti SPR. STR. - V2 (vključuje ceno vode in elektrike na m³) ter SPR. STR. - V3 (poleg vode in elektrike vključuje še deratizacijo sistema).

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

Preglednica 23: Potrebni dodatni kilogrami pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja hmelja v poskusu glede na način namakanja in leto.

Izračun je narejen pri ceni suhih storžkov hmelja 3,65 €/kg.

	SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 11€			SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 38€			SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 65€			SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 11€			SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 38€			SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 65€		
	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%
2017																		
nenamakano	11,00	3,01	0,00	38,00	10,41	0,00	65,00	17,81	0,00	11,00	3,01	0,00	38,00	10,41	0,00	65,00	17,81	0,00
greben-deficitno	52,42	14,36	4,77	79,42	21,76	2,09	106,42	29,16	1,64	66,23	18,15	6,02	93,23	25,54	2,45	120,23	32,94	1,85
greben-polno	63,52	17,40	5,77	90,52	24,80	2,38	117,52	32,20	1,81	81,02	22,20	7,37	108,02	29,59	2,84	135,02	36,99	2,08
žičnica-deficitno	56,34	15,44	5,12	83,34	22,83	2,19	110,34	30,23	1,70	71,46	19,58	6,50	98,46	26,98	2,59	125,46	34,37	1,93
žičnica-polno	76,82	21,05	6,98	103,82	28,44	2,73	130,82	35,84	2,01	98,75	27,06	8,98	125,75	34,45	3,31	152,75	41,85	2,35

	SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 11€			SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 38€			SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 65€			SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 11€			SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 38€			SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 65€		
	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%
2018																		
nenamakano	11,00	3,01	0,00	38,00	10,41	0,00	65,00	17,81	0,00	11,00	3,01	0,00	38,00	10,41	0,00	65,00	17,81	0,00
greben-deficitno	27,31	7,48	2,48	54,31	14,88	1,43	81,31	22,28	1,25	32,75	8,97	2,98	59,75	16,37	1,57	86,75	23,77	1,33
greben-polno	29,63	8,12	2,69	56,63	15,51	1,49	83,63	22,91	1,29	35,83	9,82	3,26	62,83	17,21	1,65	89,83	24,61	1,38
žičnica-deficitno	27,72	7,60	2,52	54,72	14,99	1,44	81,72	22,39	1,26	33,30	9,12	3,03	60,30	16,52	1,59	87,30	23,92	1,34
žičnica-polno	34,02	9,32	3,09	61,02	16,72	1,61	88,02	24,12	1,35	41,70	11,42	3,79	68,70	18,82	1,81	95,70	26,22	1,47

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

Preglednica 24: Potrebni dodatni kilogrami pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja krompirja v poskusu glede na način namakanja in leto.

Izračun je narejen pri ceni krompirja pri proizvajalcih 0,16 €/kg.

	SPR. STR. - V2 +			SPR. STR. - V2 +			SPR. STR. - V2 +			SPR. STR. - V3 +			SPR. STR. - V3 +			SPR. STR. - V3 +		
	STAL. STR. 11€			STAL. STR. 38€			STAL. STR. 65€			STAL. STR. 11€			STAL. STR. 38€			STAL. STR. 65€		
	(€/ha)	dod. Kg	%	(€/ha)	dod. Kg	%	(€/ha)	dod. Kg	%	(€/ha)	dod. Kg	%	(€/ha)	dod. Kg	%	(€/ha)	dod. Kg	%
2018																		
Savinja-nenamak	11,00	68,75	0,00	38,00	237,50	0,00	65,00	406,25	0,00	11,00	68,75	0,00	38,00	237,50	0,00	65,00	406,25	0,00
Savinja-razpdef	55,23	345,21	5,02	82,23	513,96	2,16	109,23	682,71	1,68	69,98	437,36	6,36	96,98	606,11	2,55	123,98	774,86	1,91
Savinja-razppolno	80,04	500,27	7,28	107,04	669,02	2,82	134,04	837,77	2,06	103,06	644,11	9,37	130,06	812,86	3,42	157,06	981,61	2,42
Savinja-kapdef	53,14	332,16	4,83	80,14	500,91	2,11	107,14	669,66	1,65	67,19	419,96	6,11	94,19	588,71	2,48	121,19	757,46	1,86
Savinja-kappolno	69,90	436,85	6,35	96,90	605,60	2,55	123,90	774,35	1,91	89,53	559,55	8,14	116,53	728,30	3,07	143,53	897,05	2,21
2017																		
Kokra-nenamak	11,00	68,75	0,00	38,00	237,50	0,00	65,00	406,25	0,00	11,00	68,75	0,00	38,00	237,50	0,00	65,00	406,25	0,00
Kokra-razpdef	61,98	387,39	5,63	88,98	556,14	2,34	115,98	724,89	1,78	78,98	493,61	7,18	105,98	662,36	2,79	132,98	831,11	2,05
Kokra-razppolno	75,98	474,85	6,91	102,98	643,60	2,71	129,98	812,35	2,00	97,63	610,21	8,88	124,63	778,96	3,28	151,63	947,71	2,33
Kokra-kapdef	65,42	408,90	5,95	92,42	577,65	2,43	119,42	746,40	1,84	83,57	522,29	7,60	110,57	691,04	2,91	137,57	859,79	2,12
Kokra-kappolno	84,68	529,23	7,70	111,68	697,98	2,94	138,68	866,73	2,13	109,23	682,72	9,93	136,23	851,47	3,59	163,23	1020,22	2,51

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

Preglednica 25: Potrebni dodatni kilogrami pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja solate v poskusu glede na način namakanja v letu 2018.

Izračun je narejen pri ceni solate pri proizvajalcih 0,60 €/kg.

Ker v poskusu ni bilo variante nenamakano izračun potrebnega povečanja pridelka (v %) glede na nenamakano ni mogoč.

	SPR. STR. - V2 +		SPR. STR. - V2 +		SPR. STR. - V2 +		SPR. STR. - V3 +		SPR. STR. - V3 +		SPR. STR. - V3 +	
	STAL. STR. 11€		STAL. STR. 38€		STAL. STR. 65€		STAL. STR. 11€		STAL. STR. 38€		STAL. STR. 65€	
	€/ha	dod. Kg	€/ha	dod. Kg	€/ha	dod. Kg	€/ha	dod. Kg	€/ha	dod. Kg	€/ha	dod. Kg
ARSO-Sardana	28,85	48,08	55,85	93,08	82,85	138,08	34,80	58,00	61,80	103,00	88,80	148,00
ARSO-Vanity	11,00	18,33	38,00	63,33	65,00	108,33	11,00	18,33	38,00	63,33	65,00	108,33
kmet. praksa-Sardana	36,50	60,83	63,50	105,83	90,50	150,83	45,00	75,00	72,00	120,00	99,00	165,00
kmet. praksa-Vanity	31,40	52,33	58,40	97,33	85,40	142,33	38,20	63,67	65,20	108,67	92,20	153,67

Preglednica 26: Potrebni dodatni litri pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja oljk v poskusu glede na način namakanja v letu 2018.

Izračun je narejen pri ceni oljčnega olja pri proizvajalcih 12,00 €/l.

	SPR. STR. - V2 +			SPR. STR. - V2 +			SPR. STR. - V2 +			SPR. STR. - V3 +			SPR. STR. - V3 +			SPR. STR. - V3 +		
	STAL. STR. 11€			STAL. STR. 38€			STAL. STR. 65€			STAL. STR. 11€			STAL. STR. 38€			STAL. STR. 65€		
	€/ha	dod. l/ha	%	€/ha	dod. l/ha	%	€/ha	dod. l/ha	%	€/ha	dod. l/ha	%	€/ha	dod. l/ha	%	€/ha	dod. l/ha	%
namakanje-0 %	11,00	0,92	0,00	38,00	3,17	0,00	65,00	5,42	0,00	11,00	0,92	0,00	38,00	3,17	0,00	65,00	5,42	0,00
namakanje-15 %	24,39	2,03	2,22	51,39	4,28	1,35	78,39	6,53	1,21	28,85	2,40	2,62	55,85	4,65	1,47	82,85	6,90	1,27
namakanje-33 %	44,47	3,71	4,04	71,47	5,96	1,88	98,47	8,21	1,51	55,63	4,64	5,06	82,63	6,89	2,17	109,63	9,14	1,69
namakanje-40%	51,16	4,26	4,65	78,16	6,51	2,06	105,16	8,76	1,62	64,55	5,38	5,87	91,55	7,63	2,41	118,55	9,88	1,82
namakanje-100%	111,41	9,28	10,13	138,41	11,53	3,64	165,41	13,78	2,54	144,88	12,07	13,17	171,88	14,32	4,52	198,88	16,57	3,06

Preglednica 27: Potrebni dodatni litri pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja češenj v poskusu glede na način namakanja v letu 2018.

Izračun je narejen pri ceni češenj pri proizvajalcih 3,00 €/kg.

Ker v poskusu ni bilo variante nenamakano izračun potrebnega povečanja pridelka (v %) glede na nenamakano ni mogoč.

		SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 11€		SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 38€		SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 65€		SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 11€		SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 38€		SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 65€	
		(€/ha)	dod. Kg	(€/ha)	dod. Kg	(€/ha)	dod. Kg	(€/ha)	dod. Kg	(€/ha)	dod. Kg	(€/ha)	dod. Kg
BF	Gisela 3	22,07	7,36	49,07	16,36	76,07	25,36	25,76	8,59	52,76	17,59	79,76	26,59
	Gisela 5	124,99	41,66	151,99	50,66	178,99	59,66	162,98	54,33	189,98	63,33	216,98	72,33
	W72	44,92	14,97	71,92	23,97	98,92	32,97	56,22	18,74	83,22	27,74	110,22	36,74
ARSO	Gisela 3	102,85	34,28	129,85	43,28	156,85	52,28	133,47	44,49	160,47	53,49	187,47	62,49
	Gisela 5	106,37	35,46	133,37	44,46	160,37	53,46	138,16	46,05	165,16	55,05	192,16	64,05
	W72	102,85	34,28	129,85	43,28	156,85	52,28	133,47	44,49	160,47	53,49	187,47	62,49

Preglednica 28: Potrebni dodatni litri pridelka oz. odstotki za kritje stroškov namakanja jablan v poskusu glede na način namakanja v letu 2018.

Izračun je narejen pri ceni jabolk I. kakovosti pri proizvajalcih 0,25 €/kg.

		SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 11€			SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 38€			SPR. STR. - V2 + STAL. STR. 65€			SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 11€			SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 38€			SPR. STR. - V3 + STAL. STR. 65€		
		€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%	€/ha	dod. Kg	%
nenamakano		11,00	44,00	0,00	38,00	152,00	0,00	65,00	260,00	0,00	11,00	44,00	0,00	38,00	152,00	0,00	65,00	260,00	0,00
deficitno		17,67	70,68	1,61	44,67	178,68	1,18	71,67	286,68	1,10	19,89	79,58	1,81	46,89	187,58	1,23	73,89	295,58	1,14
polno		30,49	121,94	2,77	57,49	229,94	1,51	84,49	337,94	1,30	36,98	147,93	3,36	63,98	255,93	1,68	90,98	363,93	1,40

9.2 SKLEPI

Kljub temu, da statistične analize obravnavanih poskusov kažejo, da namakanje in način namakanja v večini obravnavanih poskusov statistično značilno ne vpliva na količino pridelka, pa na splošno tega vpliva na gospodarnost pridelovanja ne smemo zanemariti. Obe leti, v katerih so se izvajali poskusi, sta bili vremensko sicer zelo neugodni za ugotavljanje vpliva namakanja, tako da rezultati dajejo še večjo težo dejstvu, da je potrebno namakati v skladu z dejanskimi potrebami rastlin, saj lahko namakanje »na pamet« po eni strani celo zmanjša sam pridelek in s tem prihodke od pridelave, po drugi strani pa več namakanja pomeni dodatne stroške.

Stroški namakanja so po eni strani spremenljivi - to so tisti, ki so povezani z dejansko porabo vode za namakanje, elektrike za pogon črpalk in drugih naprav v namakalnem sistemu, po drugi strani pa obstoječ namakalni sistem na kmetijskih površinah predstavlja stalni strošek - pomeni, da imamo nekaj stroškov tudi, če ne namakamo nič. Ti stalni stroški so povezani z napravo namakalnega sistema (amortizacija sistema) ter njegovim vzdrževanjem. Del teh stroškov torej letno v vsakem primeru pade na posameznega proizvajalca.

Kot lahko ugotavljamo iz izračunov sami stroški namakanja v proučevanih letih niso visoki in v tem primeru večji strošek pogosteje predstavlja stalni strošek naprave in vzdrževanja sistema, kot pa dejanski spremenljivi stroški namakanja. Hkrati je potrebno naglasiti, da gre v raziskovalnem obdobju za, z vidika zagotavljanja potreb po vodi iz padavin, ugodni leti, da pa nam možnost namakanja v neugodnih vremenskih razmerah edino zagotavlja doseganje načrtovanega pridelka, razpoložljive namakalne sisteme pa je nenazadnje mogoče uporabiti tudi v pomladanskem času kot ukrep proti pozebi.

9.3 VIRI

Odredba o določitvi višine nadomestila na hektar za kritje stroškov za vzdrževanje osuševalnih sistemov in delovanje ter vzdrževanje namakalnih sistemov v letu 2018.Ur. l. RS št 74-3528/2

10 POVZETEK

Voda je nujen vir za rastlinsko pridelavo. Podnebne spremembe so vzrok spremenjenim padavinskim vzorcem in posledično vzrok za razmislek o možnostih rastlinske pridelave v spremenjenih razmerah. Pomanjkanje padavin ali njihova nepravilna časovna razporeditev že predstavljata problem, tveganje in veliko sušno ogroženost v celotni Sloveniji, kjer so vodni viri za namakanje kmetijskih površin praviloma omejeni.

Po letu 2000 smo se v Sloveniji srečali s kar z nekaj sušnimi leti. Glavni oškodovanci te naravne nesreče so predvsem pridelovalci hrane, saj se brez strokovne podpore (službe za strokovno pravilno namakanje) ne morejo pravočasno in predvsem učinkovito odzivati na pomanjkanje padavin. Posledica tega je manjši hektarski donos, težji pogoji za preživetje pridelovalca in nižja lokalna samooskrba.

Natančno namakanje je strategija namakanja, ki praviloma manjša porabo vode v primerjavi s prakso, tako da upošteva potrebe rastline po vodi. Osnova natančnega namakanja so ustrezni vhodni podatki, na podlagi katerih se oblikuje model napovedi namakanja. Treba je zagotoviti ustrezno mrežo merilnih naprav za potrebe racionalnega namakanja posamezne kulture. V slovenskem prostoru imamo z natančnim namakanjem ter napovedjo namakanja malo izkušenj.

Nadgradnja natančnega namakanja je deficitno namakanje, ki je strategija, ki še dodatno manjša porabo vode oz. povečuje učinkovitost njene rabe ob hkratnem ohranjanju količine in kakovosti pridelka. Pri deficitnem namakanju rastlino držimo v rahlem ali občasnem sušnem stresu brez negativnega vpliva na pridelek.

Namen projekta TriN je bil: (1) vzpostaviti oz. ustrezno nadgraditi aplikativni model napovedi namakanja za posamezne kulture (glede na fenofazo, količino vode v tleh, lastnosti tal, vremensko napoved, tip namakalne opreme); (2) izvesti pilotne napovedi natančnega namakanja ob upoštevanju lastnosti rastlin, tal in podnebja; (3) na podlagi obstoječih poskusov in namakalnih sistemov v različnih kmetijskih kulturah preveriti učinke natančnega namakanja v slovenskih podnebnih razmerah; (4) pri posameznih vrstah in sortah preveriti učinkovitost deficitnega namakanja na podlagi vhodnih podatkov in napovedi namakanja, izmeriti realne prihranke vode pri enaki količini oz. kakovosti pridelkov; (5) ekonomsko ovrednotiti učinke (deficitnega) namakanja. (6) izdelati priporočila za natančno in deficitno namakanje; (8) pilotno vzpostaviti model, ki bo zainteresiranim pridelovalcem omogočil dostop do podatkov o potrebah po namakanju v realnem času t.j. sistem podpore odločanju o namakanju (SPON).

Osnovni sestavni deli projekta TriN so bili poskusi, vezani na namakanje, na šestih lokacijah po Sloveniji z obstoječo vsaj minimalno namakalno infrastrukturo (Žalec/hmelj, Jable/krompir, Bilje/češnja, Dekani/oljka, Maribor/solata in Gačnik/jablana).

Poskusi so bili postavljeni v skladu s statističnimi zasnovami. V poskusih so bila vključena obravnavanja z: (i) različnimi strategijami namakanja (polno, deficitno), (ii) različnimi tehnikami namakanja (mikrorazpršilci in kapljači) in (iii) dodatnimi faktorji na nekaterih lokacijah (pokritost s protitočno mrežo, pozicija kapljičnih cevi). Na lokacijah je potekalo vzdrževanje poskusov, poročanje o razvoju fenofaz rastlin, izvajanje namakanja, meritve vsebnosti vode v tleh in ovrednotenje pridelka ter količine porabljene vode.

V splošnem so bili pridelki hmelja na poskusnih parcelah večji v 2017, kar je proti pričakovanjem, saj je bilo leto 2018 optimalno za pridelavo hmelja. Predvidevamo, da je razlog takšnih rezultatov zastajanje vode v hmeljišču, predvsem v kolesnicah, zaradi pogostih padavin v letu 2018. Sorta hmelja 'Bobek' se po naših predvidevanjih slabo odziva na prekomerno vlažnost tal, predvsem v prvih dveh tretjinah rastne sezone. O podobnih rezultatih, a za druge sorte hmelja poročajo tudi nekateri viri, kjer je npr. za sorto 'Celeia' ugotovljeno, da ima najslabše pridelke v izrazito mokrih letih z ekstremnimi majskimi padavinami.

Vremenske razmere v nobenem od poskusnih let niso bile optimalne za določanje vpliva polnega in deficitnega namakanja na količino in kakovost pridelka hmelja. Statistično značilne razlike v pridelku hmelja so bile le med obravnavanimi leti ne pa med obravnavanji z različno postavitvijo namakalne opreme (na žičnico, ali na greben) in količino namakanja (polno ali deficitno). Dejansko porabljena količina vode za namakanje je bila le 18-38 % od modelirane. Modeliranje VB je, zaradi različnih vzrokov, precenilo potrebo po namakanju hmelja v letih 2017 in 2018 na poskusnem polju IHP Žalec.

V poskusu z namakanjem krompirja na meljasti ilovici v letih 2017 in 2018 zaradi relativno veliko padavin, še posebej v letu 2018, nismo mogli potrditi pozitivnega učinka namakanja na pridelek krompirja. Zaradi obilice padavin je imelo namakanje negativen vpliv na kakovost pridelka. Pri polno namakanem krompirju je bil delež počenih gomoljev največji v primerjavi z deficitno namakanim in z nenamakanim, kjer je bil delež počenih gomoljev najmanjši.

Tudi pri krompirju je bil opažen razkorak v količini padavin, zabeleženih na sicer najbližji meteorološki postaji na Letališču Jožeta Pučnika, in na mikrolokaciji poskusa v Jablah. Razlike so botrovale razlikam med merjeno in modelirano vVV, na podlagi katere je bila izdana napoved namakanja. Dejansko porabljena količina vode za namakanje je bila 46-77 % od modelirane. Modeliranje VB je, zaradi različnih vzrokov, precenilo potrebo po namakanju krompirja v letih 2017 in 2018 na poskusnem polju KIS v Jablah. V seznam fenofaz pri krompirju bi bilo smiselno vključiti tudi desikacijo cime, s katero naj se napoved namakanja krompirja konča, četudi gomolji ostanejo še v zemlji do kasnejšega izkopa.

Poskus namakanja češenje v okviru CRP V4-1609 Natančnost napovedovanja namakanja je bil postavljen jeseni leta 2016 v Sadjarskem centru Bilje. Leta 2006 posajena drevesa sorte 'Regina' na treh različnih manj bujnih češnjevih podlagah (Gisela 3; Gisela 5; Weiroot 72) smo v letih 2017 in 2018 poskusno namakali po napovedi ARSO in samodejno, ko se je količina vode v tleh zmanjšala do določene vrednosti, torej v skladu z dejanskimi potrebami rastline.

Po napovedi ARSO smo v osmi in deveti vrsti v celoti nadomeščali izgube vode z ET_c , namakali smo do 90 % PK. Samodejno namakanje sedme vrste smo izvajali glede na količino vode v tleh za vsako izmed podlag posebej, prav tako do 90 % PK. Volumsko VV v tleh smo merili s TDR sondami, s pomočjo sond se je sprožalo tudi samodejno namakanje.

V času poskusa smo spremljali številne parametre rasti (premer debla, dimenzije krošnje, površina listja, število enoletnih poganjkov) in rodnosti (količina pridelka, masa in obarvanost plodov, vsebnost topnih snovi in kislin) poskusnih rastlin. V letu 2017 je aprilaska pozeba uničila plodiče, zato smo kasneje v 2017 lahko spremljali le vegetativne parameter. V letu 2018 smo načrtovane aktivnosti lahko izvedli v celoti. Primeren in boljši od nenamakanja je praktično vsak način namakanja češenj.

Primerjava obeh načinov namakanja (napoved ARSO in samodejno) ni pokazala značilnih razlik v količini in kakovosti pridelka, površini listov, premeru debla in dimenzijah krošnje. Večje razlike so bile pri porabi vode za namakanje. Z izjemo podlage Gisela 5 je bila količina namakalne vode pri ARSO namakanju v povprečju tri- do petkrat večja, kot pri samodejnem. Poraba vode za samodejno namakanje podlage Gisela 5 je presegla porabo po napovedi ARSO.

Na osnovi podatkov lahko sklepamo, da je češnja mogoče namakati z manjšo količino vode, kot jo predvidi ARSO brez posledic za rast in rodnost češnjevih dreves. Količino zmanjšanja je potrebno prilagoditi tlom, podlagi in sorti ter seveda vremenskim razmeram v posameznem letu. Pri češnji bi bilo potrebno preučiti še možnost terminsko deficitnega namakanja, presušitve ob točno določenih fenofazah. Vsekakor pa je mogoče deficitno namakanje v času po obiranju pridelka.

Rezultati poskusa so potrdili domneve, da na rast in rodnost češnjevih dreves odločilno vpliva podlaga drevesa. Imeli smo možnost spremljati eno sorto ('Regina') na treh različnih podlagah. Vpliv podlage se je pokazal pri vseh obravnavanih spremenljivkah rasti in rodnosti. Po podatkih iz poskusa si od manj bujne do bolj bujne sledijo podlage Gisela 3, Gisela 5 in Weiroot 72. Podlaga Weiroot 72 je imela značilno večji pridelek od podlage Gisela 5, in ni bil značilno različen od podlage Gisela 3. Model namakanja za češnja v SC Bilje je za leti 2017 in 2018 predvidel 2,6-krat večje namakanje, kot je bilo dejansko izvedeno po napovedi ARSO.

Zavedati se moramo tudi negotovosti pri meritvah vVV s posrednimi metodami (v našem primeru TDR), ki praviloma vedno kažejo odstopanja od prave vrednosti. Skelet tal je eden izmed faktorjev, ki močno vpliva na merilno negotovost. To negotovost bi po pričakovanju morali zmanjšati s kalibracijo meritev na gravimetrično, a se je tudi kalibracija v našem primeru izkazala za vir negotovosti. V prihodnje bo potrebno kalibraciji sond v tleh z veliko skeleta posvetiti posebno pozornost.

Vremenske razmere v 2017 so bile sicer v določenem delu sezone izjemno sušne in optimalne za ugotavljanje vpliva namakanja na pridelek in kakovost oljk oz. oljčnega olja, vendar je bilo obdobje suše v avgustu prekinjeno z dvema deževnima dogodkoma, ki sta izenačila količino vode med polno namakanimi, deficitno in celo nenamakanimi oljkami. Predvidevamo, da bi zaradi specifičnosti oljk, ki dobro prenesejo zmanjšanje vsebnosti vode v tleh, za optimalno izvedbo poskusa potrebovali ekstremno sušne razmere tal brez vmesnih padavinskih dogodkov.

Pri samodejnem polnem namakanju je bila količina porabljenе vode le 43 % modelirane. Iz poskusa ne moremo oceniti, v kolikšni meri je samodejno namakanje pri polnem namakanju v resnici dobro pokrivalo potrebe po vodi in koliko je majhna količina porabljenе vode posledica negotovosti, ki izhajajo predvsem iz problemov meritev vVV.

Za solato ARSO v 2017 in 2018 ni izdal napovedi namakanja, saj je bilo po njihovih izračunih dovolj padavin. Kmet je po svoji oceni solato namakal z 400 m³/ha oz. 40 mm. Tudi endivijo je kmet po svoji presoji namakal več, kot je z modeliranjem VB predvidel ARSO. Kljub temu, da ni bilo statistično značilne razlike v količini pridelka, je bilo namakanje ključno za enakomerno dozorevanje solate.

Rezultati poskusa bodo uporabni v prihodnje, ko bomo pridelovalce skušali prepričati, da se strinjajo z izgradnjo večjih namakalnih sistemov. Namakanje kljub temu, da je bilo izvedeno z mikrorazpršilci, ni

imelo večjega vpliva na pojav bolezni. Seveda pa je bil vpliv na uspešno presajanje sadik in s tem večjim številom rastlin na površini, visok.

Meritve vVV kažejo znotraj obravnavanj zelo majhno variabilnost. Najmanjšo med vsemi poskusnimi lokacijami v projektu TriN. Vzrok za to je peščena tekstura in skoraj nič skeleta v tleh. To so idealne razmere za meritve vVV s posrednimi metodami.

Vremenske razmere v nobenem od poskusnih let niso bile optimalne za določanje vpliva mreže v nasadih jablan na potrebe po namakanju in polnega in deficitnega namakanja na količino in kakovost pridelka jablane. V pridelku jablane v različnih obravnavah (z in brez mreže, polno in deficitno namakana ter nenamakano) v letu 2018 v nasadu SC Gačnik niso bile statistično značilne.

Dejansko porabljena količina vode za namakanje je bila le 4-11 % od modelirane. Modeliranje VB je, zaradi različnih vzrokov, precenilo potrebo po namakanju hmelja v 2018 v nasadu SC Gačnik. Volumske VV pri poskusu z jablano so pokazale potrebo po dvigu kakovosti vhodnih podatkov za simuliranje vodne bilance v tleh za izboljšanje napovedi namakanja in sicer: z določitvijo PK z meritvami na terenu in z možnostjo vnosa popravkov vVV v model. Kljub temu, da je meteorološka postaja na lokaciji SC Gačnik in da je bila večina padavin harmonično registrirana v poskusu s sondami in na meteorološki postaji, je med merjenimi in modeliranimi vVV opaziti razlike, ki v tem primeru izhajajo iz dejstva, da rastlinski pokrov v realnosti ni enak teoretičnemu, ki ga predvideva modeliranje.

Zavedati se moramo tudi negotovosti pri meritvah vVV s posrednimi metodami (v našem primeru TDR), ki vedno kažejo odstopanja od prave vVV. Prav tako je potrebno več pozornosti posvetiti kalibraciji uporabljenih sond, še posebej če je v tleh več skeleta ali gline, kot je bilo slednje primer na lokaciji poskusa v SC Gačnik.

Meritve vVV v poskusih so pokazale potrebo po dvigu kakovosti vhodnih podatkov za modeliranje VB v tleh za izboljšanje napovedi namakanja in sicer: (a) z določitvijo PK z meritvami na terenu in določanja TV z gravimetrično metodo, (b) z možnostjo vnosa popravkov vVV v model. S slednjim se izognemo šibki točki modeliranja namakanja, ki je povezana: (a) z (ne)zaznavanjem dežja na obravnavani lokaciji in (b) kljub sprotnemu vnosu aktualnih fenofaz rastline, z nepoznavanjem dejanskega stanja rastlinskega pokrova, ki vpliva na porabo vode. Prav tako je potrebno več pozornosti posvetiti kalibraciji uporabljenih sond, še posebej, če je v tleh več gline, kot je bilo primer na vseh lokacijah v projektu TriN in/ali veliko skeleta, kar je bilo na lokaciji Bilje. Na lokaciji Maribor, kjer so bila peščena tla brez skeleta je bila prostorska variabilnost vVV najmanjša med lokacijami.

11 SKLEPI

Rezultati poskusov v projektu TriN, ki so potekali v 2017 in 2018, bi po pričakovanju pokazali statistično značilne razlike med strategijami in tehnikami namakanja ter med ostalimi dodatnimi faktorji, če bi poskusi potekali v srednjem ali spodnjem delu vodno pridelovalne krivulje, kjer že manjši dodatek vode močno vpliva na povečanje pridelka.

V splošnem so bili pridelki hmelja na poskusnih parcelah večji v 2017, kar je proti pričakovanjem, saj je bilo 2018 optimalno za pridelavo hmelja. Predvidevamo, da je razlog takšnih rezultatov zastajanje vode v hmeljišču, predvsem v kolesnicah, zaradi pogostih padavin v letu 2018. Sorta hmelja 'Bobek' se po naših predvidevanjih slabo odziva na prekomerno vlažnost tal, predvsem v prvih dveh tretjinah rastne sezone. Dejansko porabljena količina vode za namakanje je bila le 18-38 % od modelirane. Modeliranje VB je, zaradi različnih vzrokov, precenilo potrebo po namakanju hmelja v 2017 in 2018 na poskusnem polju IHP Žalec.

V poskusu z namakanjem krompirja na meljasti ilovici zaradi relativno veliko padavin, še posebej v letu 2018, nismo mogli potrditi pozitivnega učinka namakanja na pridelek krompirja. Zaradi obilice padavin je imelo namakanje negativen vpliv na kakovost pridelka. Pri polno namakanem krompirju je bil delež počenih gomoljev največji v primerjavi z deficitno namakanim in z nenamakanim, kjer je bil delež počenih gomoljev najmanjši. Dejansko porabljena količina vode za namakanje krompirja je bila 56-94 % od modelirane. V seznam fenofaz pri krompirju bi bilo smiselno vključiti tudi desikacijo cime, s katero naj se napoved namakanja krompirja konča, četudi gomolji ostanejo še v zemlji do kasnejšega izkopa.

V poskusu češnje primerjava obeh načinov namakanja (napoved ARSO in samodejno) ni pokazala značilnih razlik v količini in kakovosti pridelka, površini listov, premeru debla in dimenzijah krošnje. Večje razlike so bile pri porabi vode za namakanje. Primeren in boljši od nenamakanja je praktično vsak način namakanja češenj. Z izjemo podlage Gisela 5 je bila količina namakalne vode pri ARSO namakanju v povprečju tri- do petkrat večja, kot pri samodejnem. Poraba vode za samodejno namakanje podlage Gisela 5 je preseгла porabo po napovedi ARSO.

Na osnovi podatkov lahko sklepamo, da je češnje mogoče namakati z manjšo količino vode, kot jo predvidi ARSO brez posledic za rast in rodnost češnjevih dreves. Pri češnji bi bilo potrebno preučiti še možnost terminsko deficitnega namakanja, presušitve ob točno določenih fenofazah. Vsekakor pa je mogoče količinsko deficitno namakanje v času po obiranju pridelka. Rezultati poskusa so potrdili domneve, da na rast in rodnost češnjevih dreves odločilno vpliva podlaga drevesa. Imeli smo možnost spremljati eno sorto ('Regina') na treh različnih podlagah. Vpliv podlage se je pokazal pri vseh obravnavanih spremenljivkah rasti in rodnosti.

Vremenske razmere v 2017 so bile sicer v določenem delu sezone izjemno sušne in optimalne za ugotavljanje vpliva namakanja na pridelek in kakovost oljk oz. oljčnega olja, vendar je bilo obdobje suše v avgustu prekinjeno z dvema deževnima dogodkoma, ki sta izenačila količino vode med polno namakanimi, deficitno in celo nenamakanimi oljkami. Predvidevamo, da bi zaradi specifičnosti oljk, ki dobro prenesejo zmanjšanje vsebnosti vode v tleh, za optimalno izvedbo poskusa potrebovali ekstremno sušne razmere tal brez vmesnih padavinskih dogodkov.

Pri samodejnem polnem namakanju oljke je bila količina porabljene vode le 43 % modelirane. Iz poskusa ne moremo oceniti, v kolikšni meri je samodejno namakanje pri polnem namakanju v resnici dobro pokrivalo potrebe po vodi in koliko je majhna količina porabljene vode posledica negotovosti, ki izhajajo predvsem iz problemov meritev vVV.

V letih 2017 in 2018 pomanjkanje količine vode v tleh ni bilo izrazito in ARSO za solato ni izdal napovedi namakanja, saj je bilo po njihovih izračunih dovolj padavin, kmet je po svoji oceni solato namakal z 400 m³/ha oz. 40 mm. Tudi endivijo je kmet po svoji presoji namakal več, kot je z modeliranjem VB predvidel ARSO. Kljub temu, da ni bilo statistično značilne razlike v količini pridelka, je bilo namakanje ključno za enakomerno dozorevanje solate.

Rezultati poskusa namakanja solate bodo uporabni v prihodnje, ko bomo pridelovalce skušali prepričati, da se strinjajo z izgradnjo večjih namakalnih sistemov. Namakanje kljub temu, da je bilo izvedeno z mikrorazpršilci, ni imelo večjega vpliva na pojav bolezni. Seveda pa je bil vpliv na uspešno presajanje sadik in s tem večjim številom rastlin na površini, visok.

Vremenske razmere v nobenem od poskusnih let niso bile optimalne za določanje vpliva mreže v nasadih jablan na potrebe po namakanju in polnega in deficitnega namakanja na količino in kakovost pridelka jablane. V pridelku jablane v različnih obravnavah (z in brez mreže, polno in deficitno namakana ter nenamakana) v letu 2018 v nasadu SC Gačnik niso bile statistično značilne. Dejansko porabljena količina vode za namakanje je bila le 4-11 % od modelirane. Modeliranje VB je, zaradi različnih vzrokov, precenilo potrebo po namakanju hmelja v 2018 v nasadu SC Gačnik.

Meritve vVV v poskusih so pokazale potrebo po dvigu kakovosti vhodnih podatkov za modeliranje VB v tleh za izboljšanje napovedi namakanja in sicer: (a) z določitvijo PK z meritvami na terenu in določanja TV z gravimetrično metodo, (b) z možnostjo vnosa popravkov vVV v model. S slednjim se izognemo šibki točki modeliranja namakanja, ki je povezana: (a) z (ne)zaznavanjem dežja na obravnavani lokaciji in (b) kljub sprotnemu vnosu aktualnih fenofaz rastline, z nepoznavanjem dejanskega stanja rastlinskega pokrova, ki vpliva na porabo vode. Prav tako je potrebno več pozornosti posvetiti kalibraciji uporabljenih sond, še posebej, če je v tleh več glin, kot je bilo primer na vseh lokacijah v projektu TriN in/ali veliko skeleta, kar je bilo na lokaciji Bilje. Na lokaciji Maribor, kjer so bila peščena tla brez skeleta je bila prostorska variabilnost vVV najmanjša med lokacijami.

Modeliranje vodne bilance namakanja je eden od štirih možnih načinov za vodenje namakanja. Model IRRFIB, ki je bil razvit na Agenciji Republike Slovenije za okolje in smo ga uporabili v projektu TriN, izračunava vodno bilanco na dnevnem nivoju. Ujemanje modeliranih vrednosti s stanjem na terenu in s tem kakovost napovedi namakanja je močno odvisno od kakovosti vhodnih podatkov. V projektu TriN smo namesto pedološke karte za privzem PK in TV za vsako od lokacij, vključenih v projekt, izdelali krivulje VZL tal in omenjena podatka privzeli od tam. Na ta način se kakovost pedoloških podatkov iz ravni nezadostnih dvigne na raven dobrih podatkov. V sklopu TriN smo razvili uporabniški vmesnik, ki omogoča uporabnikom namakalnih sistemov vnos aktualnih fenofaz rastlin in tako dvignili raven teh podatkov na dobro raven z nezadostne.

V TriN smo poskusno spremljali količino vode v tleh, ne da bi uporabniki imeli možnost, da se vsebnost vode v primeru odstopanja merjenih na terenu in simuliranih vrednosti, slednje ustrezno korigira. Z uvedbo te možnosti in ob kakovostnih meritvah količine vode v tleh, bi se kakovost teh podatkov dvignila na raven odlično. Prav tako obstajajo možnosti za dvig kakovosti na raven odlično tudi pri prej omenjenih TV in PK. Še največji problem je dvig kakovosti podatkov pri fenoloških fazah rastlin, saj bi bilo potrebno za vsako rastlino posebej na podlagi zgodovinskih podatkov določiti primeren model.

Kljub temu, da statistične analize obravnavanih poskusov kažejo, da namakanje in način namakanja v večini obravnavanih poskusov statistično značilno ne vpliva na količino pridelka, pa na splošno tega vpliva na gospodarnost pridelovanja ne smemo zanemariti. Obe leti, v katerih so se izvajali poskusi, sta bili vremensko sicer zelo neugodni za ugotavljanje vpliva namakanja, tako da rezultati dajejo še večjo težo dejstvu, da je potrebno namakati v skladu z dejanskimi potrebami rastlin, saj lahko namakanje »na pamet« po eni strani celo zmanjša pridelek in s tem prihodke od pridelave, po drugi strani pa več namakanja pomeni dodatne stroške.

Kot lahko ugotavljamo iz izračunov stroški namakanja v proučevanih letih niso visoki in v tem primeru večji strošek pogosteje predstavlja stalni strošek naprave in vzdrževanja sistema, kot pa dejanski spremenljivi stroški namakanja. Hkrati je potrebno naglasiti, da gre v raziskovalnem obdobju za, z vidika zagotavljanja potreb po vodi iz padavin, ugodni leti, da pa nam možnost namakanja v neugodnih vremenskih razmerah edino zagotavlja doseganje načrtovanega pridelka, razpoložljive namakalne sisteme pa je nenazadnje mogoče uporabiti tudi v pomladanskem času kot ukrep proti pozebi.

Osnova za uporabo SPON na celotnem območju Slovenije je že pripravljena, v podatkovno bazo je potrebno le vnesti začetek prve fenofaze ter dolžino fenofaz po različnih regijah, za kar se lahko uporabi že pripravljene podatke

Pomanjkljivost trenutnega SPON je vezanost na enega proizvajalca merilne oz. telekomunikacijske opreme. Za uporabo na nacionalnem nivoju in delovanju SPON na eni od državnih institucij je potrebno določiti standard, po katerem bi lahko SPON zajemal podatke o količini vode v tleh od kateregakoli proizvajalca merilne opreme.

V SPON so možne dodatne izboljšave, kot so modul za modeliranje rasti rastlin, izračun časa namakanja na podlagi informacij o tehničnih lastnosti namakalne opreme, implementacija dodatnih strategij v model IRRFIB, kot je npr. deficitno namakanje. SPON bi v vsakdanje aktivnosti pridelovalca, ki so povezane z vodenjem namakanja na kmetiji, bolje vključili z razvojem SPON aplikacije za pametni telefon.

Velik izziv pri vpeljavi SPON je tudi merilna oprema: od tega, kakšni merilniki vode v tleh so primerni za uporabo v SPON, ali je potrebno merilnike dodatno kalibrirati, kam jih namestiti, da so meritve čim bolj reprezentativne za celotno njivo oz. sadovnjak, do tega, kdo bo opremo strokovno vgradil in preverjal, ali deluje pravilno.

Predlagamo, da se morebitna dodatna potrebna finančna sredstva na ravni kmetije za dobro delovanje SPON sistemsko vključi v Program razvoja podeželja, podukrep M4.1. Hkrati je potrebno zagotoviti

ustrezno informacijsko opremo in finančno podporo za izvajanje modeliranja na ARSO in sprotno bdenje (kadrovski potencial) zlasti v poletnem času, ko je optimiziranje rabe vode z namakanjem najbolj aktualno.

Stroške delovanja celotnega SPON (vzdrževanje baz, poganjanja modela itd) ne bi smeli presojati le skozi neposredne denarne koristi kmeta (t.j. manjša poraba vode za namakanje, večja kakovost pridelkov, itd) temveč v širšem okviru, tudi okoljske koristi. Z bolj učinkovito rabo vode za namakanje se namreč zmanjšujejo količinski pritiski na vodne vire. Strokovno pravilno namakanje pa zmanjšuje tudi spiranje ostankov hranil in fitofatmacevtskih sredstev in zmanjšuje onesnaženje podzemen vode. Na ta način uvedba in aktivna uporaba SPON prispeva k sinergističnemu učinku kmetijske in okoljske politike.

ZAHVALA

Ciljni raziskovalni projekt V4-1609 Natančnost napovedovanja namakanja – TriN (2016-2018) sta sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, za kar se jima člani projektne skupine TriN najlepše zahvaljujemo.

PRILOGE**A UVOD****A.1 Hmelj**

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc opis (%)		Lokacija namakalne opreme
NN	nenamakano			
NKP_zgoraj	kapljično	polno*	100	na vrhu žičnice
NKD_zgoraj	kapljično	deficitno**	80	na vrhu žičnice
NKP_greben	kapljično	polno*	100	položeno na greben
NKD_greben	kapljično	deficitno**	80	položeno na greben

Opomba: * po napovedi ARSO; ** preračunano v skladu z napovedjo ARSO

A.2 Krompir

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc opis (%)	
NN	nenamakano		
NKP	kapljično	polno*	100
NKD	kapljično	deficitno**	70
NMP	mikrorazpršilci	polno*	100
NMD	mikrorazpršilci	deficitno**	70

Opomba: * po napovedi ARSO; ** preračunano v skladu z napovedjo ARSO

A.3 Češnja

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc opis (%)		Podlaga	Opomba
G3_ARSO	mikrorazpršilci	polno	100	Gisela 3	po napovedi ARSO
W72_ARSO	mikrorazpršilci	polno	100	Weiroot 72	po napovedi ARSO
G3_samodejno	mikrorazpršilci	polno	100	Gisela 3	samodejni vklop*
G5_samodejno	mikrorazpršilci	polno	100	Gisela 5	samodejni vklop*
W72_samodejno	mikrorazpršilci	polno	100	Weiroot 72	samodejni vklop*

Opomba: *samodejni vklop je bil v skladu s količino vode v tleh

A.4 Oljka

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc opis (%)		Opomba
NN	nenamakano			
ND_15	kapljično	deficitno	15	samodejni vklop*
ND_33	kapljično	deficitno	33	samodejni vklop*
ND_40	kapljično	deficitno	40	samodejni vklop*
NP	kapljično	polno	100	samodejni vklop*

Opomba: * samodejni vklop je bil vezan na N_100, ostala obravnavanja so bila regulirana s številom kapljačev.

A.5 Solata

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc opis (%)		Opomba
N_ARSO	mikrorazpršilci	polno	100	po napovedi ARSO
N_praksa	mikrorazpršilci	*	*	kmetova praksa

Opomba: * kmet je namakal v skladu s svojimi opažanji in izkušnjami

A.6 Jablana

Oznaka	Način namakanja	Pokrivanje ETc opis (%)		Protitočna mreža
NN_mreža	nenamakano			protitočna mreža je
NN	nenamakano			brez protitočne mreže
NP_mmreža	kapljično	polno*	100	protitočna mreža je
NP	kapljično	polno*	100	brez protitočne mreže
ND_mreža	kapljično	deficitno**	80	protitočna mreža je
ND	kapljično	deficitno**	80	brez protitočne mreže

Opomba: * po napovedi ARSO; ** preračunano v skladu z napovedjo ARSO

B HMELJ**PRILOGA B.1: OBČUTLJIVOSTI FENOFAZ PRI HMELJU NA SUŠO**

Preglednica B.1: Občutljivost fenofaz (po BBCH) pri hmelju na sušo

0	1	7	8	9					
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3	31	32	33	34	35	36	37	38	39
5	51	55							
6	61	62	63	64	65	66	67	68	69
7	71	75	79						
8	81	82	83	84	85	86	87	88	89
9	92	97							

Legenda:

majhna	srednja	velika
--------	---------	--------

PRILOGA B.2: PODATKI O PADAVINAH ZA METEOROLOŠKO POSTAJO CELJE - MEDLOG

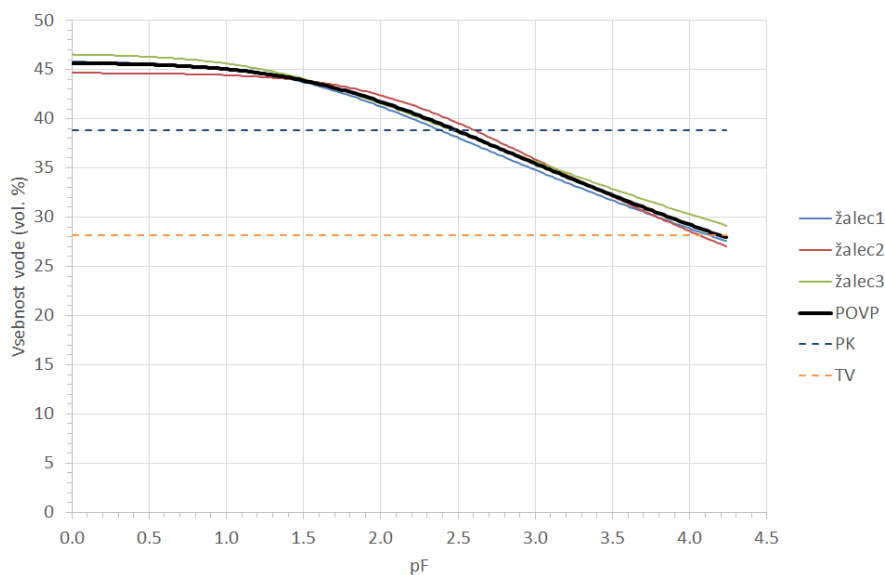
Preglednica B.2: Mesečne padavine med vegetacijo za lokacijo Žalec: povprečne mesečne padavine (mm) v obdobju 1971–2000 in mesečne padavine (mm) v letih 2017 in 2018.

	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Skupaj
1971– 2000	81	92	130	129	127	112	674
2017	126	38	102	39	73	225	603
2018	62	114	119	136	101	75	607

PRILOGA B.3: TALNE LASTNOSTI NA NJIVI NA INŠTITUTU ZA HMELJARSTVO IN PIVOVARSTVO SLOVENIJE V ŽALCU NA LOKACIJI POSKUSA ZA PROJEKT TriN

Preglednica B.3.1: Tekstura tal, točka venenja (TV) in poljska kapaciteta tal (PK) za vodo za lokacijo poskusa namakanja hmelja na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu.

Oznaka vzorca	Globina	pesek	melj	glina	Teksturni razred	PK	TV
							vol %
IHPS SN9	cm						
	0-20	30,9	41,5	27,6	GI-I	38,8	28,2
	20-40	29,9	40,1	30	GI		



Slika B.3.1: Talne lastnosti na njivi na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu na lokaciji poskusa za projekt TriN z označeno poljsko kapaciteto (PK) in točko venenja (TV).

PRILOGA B.4: NAMAKALNI SISTEM IN NAMAKANJE HMELJA

Tehnični opis namakalnega sistema v nasadu hmelja v Žalcu.

Poskusna lokacija leži znotraj mej velikega namakalnega sistema Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec. Vodni vir predstavlja podtalnica. Za namen izvajanja poskusa smo od primarne cevi do razdelilne konzole speljali sekundarno fi 60 cev. Sekundarno cev smo za diskastim filtrom (Irritec) razdelili na štiri odcepe – za vsak način namakanja svoj odcep. Na konzoli je bil vsak odcep sestavljen iz elektromagnetnega ventila (Irritec) z možnostjo regulacije pretoka, vodomera (Maddalena DS-TRP) in manometra. Elektromagnetni ventili vseh odceпов so bili povezani z baterijskim programatorjem (Hunter Node 400), ki je omogočal avtomatizacijo namakanja (Slika B.4.1).



Slika B.4.1: Razdelilna konzola za namakanje hmelja

Razvod dovodnih cevi fi 25, ki je potekal od razdelilne konzole do kapljičnih namakalnih cevi, je bil speljan po vrhu žičnice na višini 7 m (Slika B.4.2a). Pri parcelah, kjer se je kapljično namakanje izvajalo na vrhu žičnice, so bile na dovodno cev s T-spojki priključene kompenzacijske kapljične namakalne

cevi Irritec Multibar fi 16, s pretokom kapljača 2,1 l/h in 60 cm razdalje med kapljači. Kapljične cevi so bile z obešali obešene na dodatno nosilno žico, ki je bila nameščena na vrhu žičnice nad vrstami hmelja (Slika B.4.2b).

Pri kapljičnem namakanju po grebenu so bile na dovodno cev na vrhu žičnice preko T-spojk do površine tal spuščene dovodne cevi fi 16, na katere so bile priključene kapljične namakalne cevi Slika B.4.2a).



Slika B.4.2: Razvod dovodnih cevi na vrhu žičnice in cevi spuščene do površine tal (a) ter kapljične cevi na vrhu žičnice (b).

Načrt cevovodov od razdelilne konzole do posameznih parcel je prikazan na Sliki 4.1. Trajanje namakanja smo določili glede na karakteristike kapljičnih namakalnih cevi (razdalje med kapljači in pretok), glede na površino rastlinskega pokrova oz. glede na to, koliko je krošnja hmelja segala v medvrstni prostor na vsaki strani, ter napoved, ki jo je izdal ARSO. Pri trajanju kapljičnega namakanja smo upoštevali 8 % izgube vode. Pri deficitnem kapljičnem namakanju smo upoštevali 80 % količine dodane vode glede na polno namakanje.

PRILOGA B.5: VODNE BILANCE IN MODELIRANJE NAMAKANJA

Preglednica B.5.1: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za kapljično namakanje hmelja (lokacija Žalec, leto 2017).

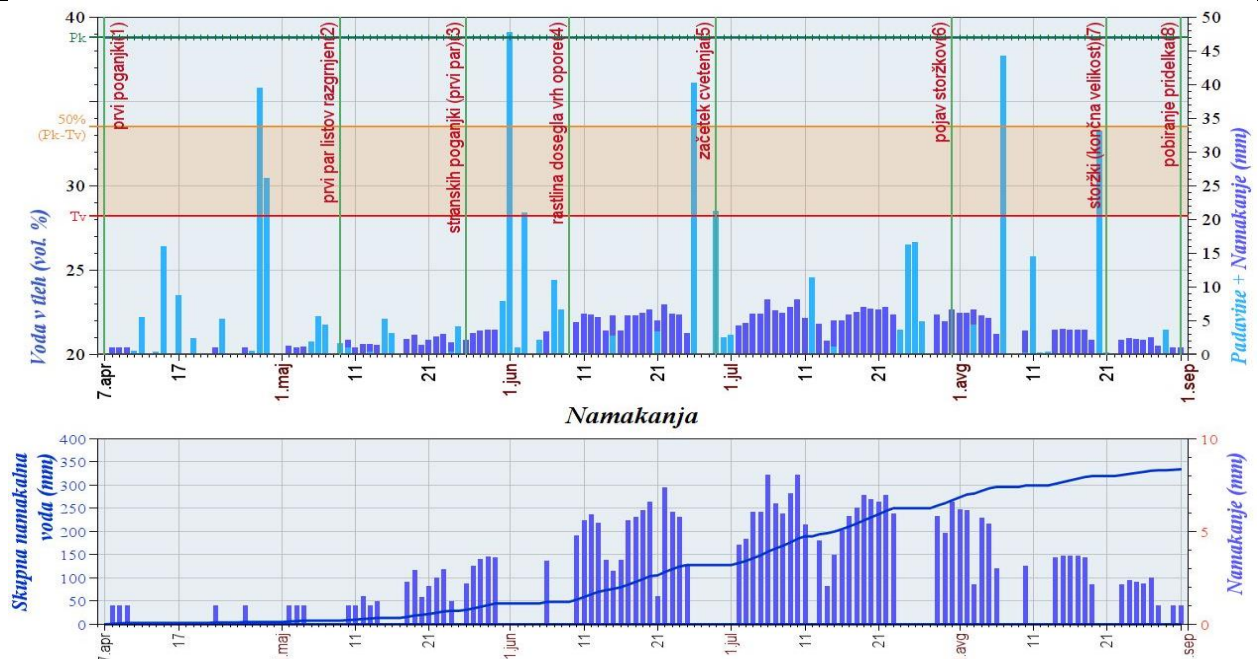
rastlina	Hmelj (BOBEK)			
tla	tla Žalec (TriN)			
lokacija	Žalec 2018 (TriN)			
leto	2018			
Fenofaza	zaporedna	Datum	Kc	d
prvi poganjki	1	7.4.2017	0.11	40
prvi par listov razgrnjen	2	9.5.2017	0.3	40
stranskih poganjki (1. par)	3	26.5.2017	0.6	40
rastlina dosegla vrh opore	4	9.6.2017	1.11	40
začetek cvetenja	5	29.6.2017	1.12	40
pojav storžkov	6	31.7.2017	1.12	40
storžki (končna velikost)	7	21.8.2017	0.7	40
pobiranje pridelka	8	31.8.2017	0.34	40

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

Vegetacija se začne 2017-04-07 in traja do 2017-08-31 skupaj 147 dni. V tem obdobju je vsota RR 461 mm in vsota ETP 615 mm. Rastlina je porabila 498 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode. Namakano je bilo 87 krat v skupni količini 334.2 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 27. 08. 2017)

Datum	rr (mm)	ETp (mm)	ETr (mm)	Namakanje (mm)
27.8.2017		5.2	2.5	2.5
28.8.2017	0.3	2.7	1.2	1
29.8.2017	3.6	3.8	1.6	0
30.8.2017		3.9	1.5	1
31.8.2017		4.6	1.6	1



Slika B 5.1: Vodna bilanca 07.04. – 31.08.2017, Žalec 2017 (TriN) Hmelj BOBEK, tla Žalec

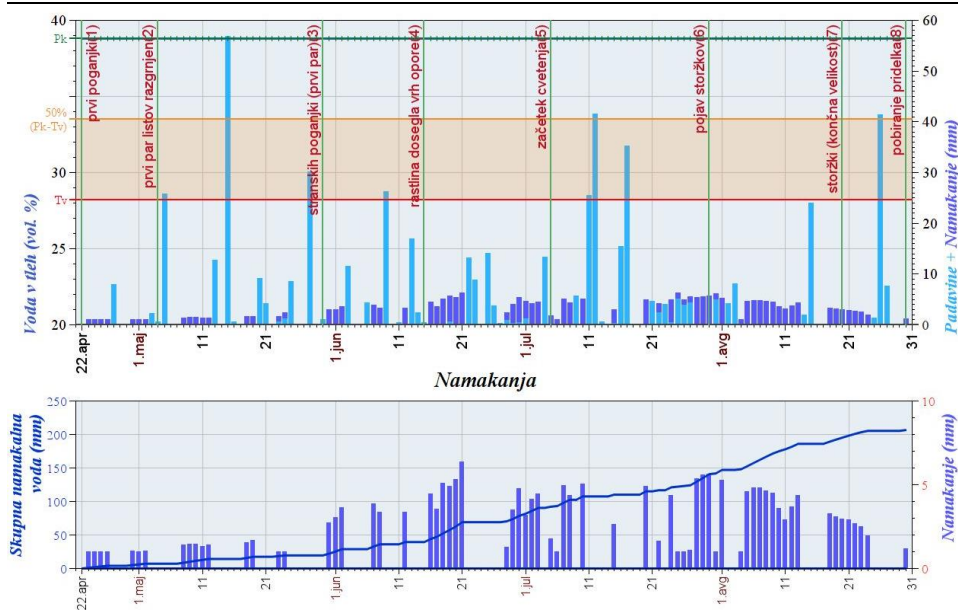
Preglednica B.5.2: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za kapljično namakanje hmelja (lokacija Žalec, leto 2018).

rastlina	Hmelj (BOBEK)			
tla	tla Žalec (TriN)			
lokacija	Žalec 2018 (TriN)			
leto	2018			
Fenofaza	zaporedna	Datum	kc	d
prvi poganjki	1	22. 04. 2018	0.11	40
prvi par listov razgrnjen	2	04. 05. 2018	0.3	40
stranskih poganjki (prvi par)	3	30. 05. 2018	0.6	40
rastlina doseglja vrh opore	4	15. 06. 2018	1.11	40
začetek cvetenja	5	05. 07. 2018	1.12	40
pojav storžkov	6	30. 07. 2018	1.12	40
storžki (končna velikost)	7	20. 08. 2018	0.7	40
pobiranje pridelka	8	30. 08. 2018	0.34	40

Vegetacija se začne 2018-04-22 in traja do 2018-08-30 skupaj 131 dni. V tem obdobju je vsota RR 527 mm in vsota ETP 521 mm. Rastlina je porabila 417 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode. Namakano je bilo 69 krat v skupni količini 206.6 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 26. 08. 2018)

Datum	rr [mm]	ETp [mm]	ETr [mm]	Namakanje [mm]
26.8.2018	41.4	1	0.5	0.0
27.8.2018	7.6	3.8	1.7	0.0
28.8.2018		3.7	1.5	0.0
29.8.2018		3.6	1.4	0.0
30.8.2018		3.5	1.2	1.2



Slika B 5.2: Vodna bilanca 22.04. – 30.08.2018, Žalec 2017 (TriN) Hmelj BOBEK, tla Žalec

C KROMPIR**PRILOGA C.1: OBČUTLJIVOST FENOFAZ PRI KROMPIRJU NA SUŠO**

Preglednica C.1.1: Lastnosti tal na lokaciji poskusa v Jablah (izmerjeno 12.10.2007).

0	0	1	2	3	5	7	8	9										
1	1N.	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	..	135	136
2	201	202	203	204	205	206	207	208	209									
3	301	302	303	304	305	306	307	308	309									
4	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409								
5	5N.	501	505	509	521	525	529	531	535	539								
6	6N.	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	621	625	629	631	635	639	6N9
7	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	721	7N9	7N				
8	8N.	801	805	809	821													
9	901	903	905	907	909													

Legenda:

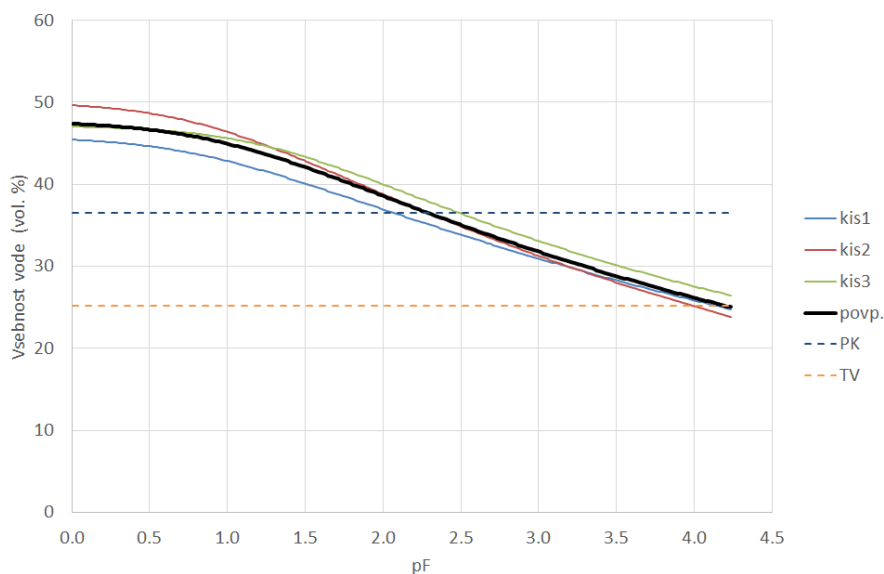
majhna	srednja	velika
--------	---------	--------

PRILOGA C.2: KRIVULJA VODOZDRŽEVALNIH LASTNOSTI TAL NA NJIVI KROMPIRJA V JABLAH

Preglednica C.2.1: Lastnosti tal na lokaciji poskusa v Jablah (izmerjeno 12.10.2007).

	Horizont	Globina (cm)	Glina (%)	Grobi melj (%)	Fini melj (%)	Pesek (%)	Poroznost (%)	PK (%)	TV (%)
Jable	Ap	0 - 30	22,0	16,4	25	36,6	29,18	36,5	25,2
	A2	30 - 65	24,4	15,4	24,6	35,6	25,57		
	AB	65 - 91	23,2	16,0	21,0	39,8	24,29		
	Gr	91 - 118	22,7	13,1	17,1	47,1	25,39		
			Abs.kap.za	Navid.sp.	Prava				
Jable	Ap	0 - 30	33,66	1,57	2,22				
	A2	30 - 65	34,78	1,67	2,20				
	AB	65 - 91	34,39	1,71	2,25				
	Gr	91 - 118	35,13	1,72	2,30				

Krivulja vodnozadrževalnih lastnosti tal na njivi krompirja v Jablah z označeno poljsko kapaciteto (PK) in točko venenja (TV).



Slika C.3.1: Krivulje vodnozadrževalnih lastnosti tal v nasadu hmelja v Jablah z označeno poljsko kapaciteto (PK) in točko venenja (TV)

PRILOGA C.3: PODATKI O PADAVINAH ZA METEOROLOŠKO POSTAJO LETALIŠČE JOŽE PUČNIK

Preglednica C 3.1: Mesečne padavine med vegetacijo krompirja za lokacijo Letališče Jože Pučnik: povprečne mesečne padavine (mm) v obdobju 1971–2000 in mesečne padavine (mm) v letih 2017 in 2018.

	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Skupaj
1971 – 2000	81	93	130	129	127	112	674
2017	175	42	150	86	84	271	807
2018	82	189	100	100	176	160	805

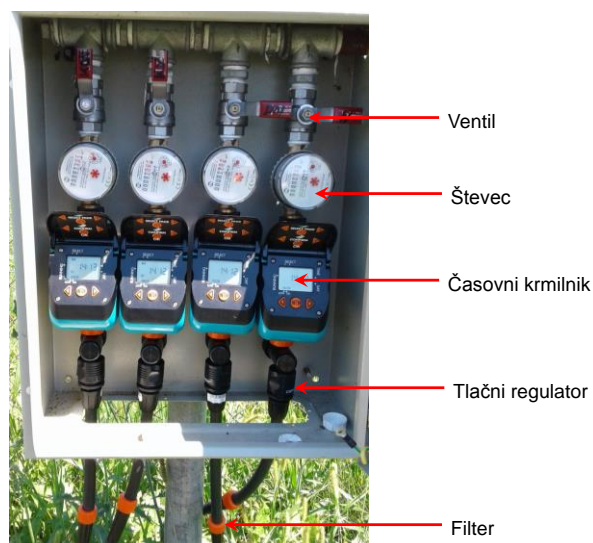
PRILOGA C.4: TEHNIČNI OPIS NAMAKALNEGA SISTEMA V NASADU KROMPIRJA V JABLAH

Za namakanje smo uporabili vodo iz javnega vodovodnega sistema. Zaradi visokega tlaka vode (600 kPa) smo na priključku namestili tlačni regulator, s katerim smo znižali tlak na 300 kPa (Slika C.4.1.). Nato smo vodo vodili po cevi 3/4" v dolžini 50 m do razdelilne omare, ki se je nahajala na sredini dolžine poskusne parcele.

Za vsako obravnavanje – način namakanja smo v razdelilni omari pripravili odcep z ventilom, števcem porabe vode (Maddalena CD SD PLUS 1/2"), časovnim krmilnikom (Claber 8412 Aquauno Video-2 Plus) in tlačnim regulatorjem (Claber 91040 Pressure reducer, p_{out} 100 kPa) ter filtrom (Claber 91031 Navojni filter za 1/2" cevi).

Ventil je omogočal odpiranje in zapiranje dotoka vode za posamezno obravnavanje. Števec porabe vode je prikazoval kumulativno porabo vode za posamezno obravnavanje. Zapisovali smo odčitke števca pred dnevnim namakanjem in po koncu. Tako je bilo potrebno za dnevno porabo od končnega odčitka odšteti začetni odčitek.

Časovni krmilnik je omogočal nastavitve začetka namakanja in čas trajanja namakanja. Krmilnik omogoča nastavitve različnih režimov odpiranja in zapiranja pretoka vode za vsak posamezni dan v tednu. Na podlagi potrebne dnevne količine namakanja smo iz podatkov o pretoku vode v posameznem obravnavanju izračunali potreben čas namakanja in tega vnesli v krmilnik. Tlačni regulator je zagotavljal za vsako vejo namakanja (obravnavanje) konstanten tlak 100 kPa in s tem konstanten pretok vode preko razpršilcev ali kapljačev.



Slika C.4.1: Razdelilna omara z vgrajeno opremo na lokaciji Jable

Namakanje z mikrorazpršilci

V poskusu smo uporabili mikrorazpršilce podjetja Claber, tip 91256 360° Micro Sprinkler (Preglednica C.4.1.). Razpršilci so bili nameščeni na koncih cevi 1/4", te pa pritrjene na vertikalne nosilce. Višina razpršilca od tal je bila 80 cm (Slika C.4.2.). Izmerjen dejanski premer kroga namakanja pri tlaku 100 kPa bar je bil 3m, kar smo upoštevali pri izračunu trajanja namakanja za potrebno količino vode.

Preglednica C.4.1: Hidravlične karakteristike uporabljenih mikrorazpršilcev na lokaciji Jable

Tlak vode (kPa)	Premer namakane površine (m)	Pretok vode (l/h)
50	3	22
100	3,5	34
150	4,5	46
200	4	52
250	4	72



Slika C.4.2: Namestitev mikrorazpršilca v nasadu krompirja na lokaciji Jable



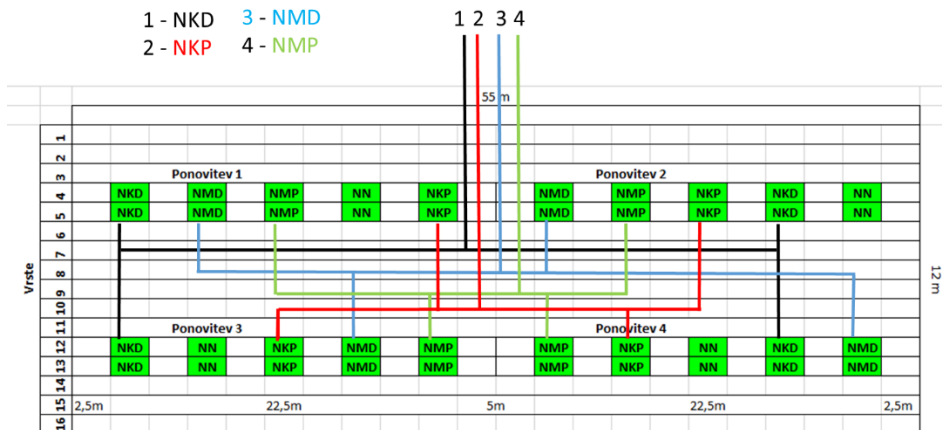
Kapljično namakanje

Za kapljično namakanje smo uporabili cev z vgrajenimi labirintnimi kapljači na razdalji 33 cm CLABER ART.90353. Nazivni pretok preko posameznega kapljača je 1,2 l/h pri tlaku 100 kPa. Cev smo namestili na obeh obravnavanih vrstah po vrhu grebena ob rastlinah (Slika C.4.3).



Slika C.4.3: Cev s kapljači za kapljično namakanje v nasadu krompirja na lokaciji Jable (T. Godeša)

Od razdelilne omare smo za vsako obravnavanje vodili cev premera 1/2" vzdolžno po celotni poskusni parceli, nato pa cev premera 1/4" prečno do posameznega razpršilca ali do cevi s kapljači. Celoten načrt podaja Slika C.4.4.



Slika C.4.4: Načrt poteka cevodvodov od razdelilne omare do posameznih poskusnih parcel s krompirjem na lokaciji Jable.

Izračun trajanja namakanja

Pri izračunu trajanja namakanja smo upoštevali zahtevano količino vode za posamezno obravnavanje. Namakalni obrok smo dodali v enkratnem odmerku. Trajanje namakanja smo določili na podlagi pretoka vode za posamezno obravnavanje in površine, na katero je bila ta voda aplicirana. Ker smo upravljali s pretokom vode za vse 4 ponovitve istočasno, smo za izračun upoštevali površino posameznega obravnavanja za vse 4 ponovitve in pretok vode za vse 4 ponovitve. Za pretok vode smo upoštevali povprečni dejanski – izmerjeni pretok vode in ne teoretični pretok preko mikrorazpršilcev.

Za postopek deficitnega namakanja smo upoštevali 70 % količine namakanja glede na polno količino namakanja, ki naj bi pokrila izgube vode s predvideno evapotranspiracijo.

Namakanje z mikrorazpršilci:

Površina namakanja: $4 \times 3,14 \times 1,5 \text{ m}^2 = 28,26 \text{ m}^2$

Izmerjen pretok vode:

Postopek NMD – 122,11 l/h

Postopek NMP – 118,32 l/h

Iz teh podatkov izračunamo potreben čas namakanja za 1mm padavin (1l/m²)

Postopek NMD – 13,9 min

Postopek NMP – 14,3 min

Kapljično namakanje:

Površina namakanja: $4 \times 2,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 15 \text{ m}^2$

Izmerjen pretok vode:

Postopek NKD – 104,23 l/h

Postopek NKP – 114,68 l/h

Iz teh podatkov izračunamo potreben čas namakanja za 1mm padavin (1l/m²)

Postopek NKD – 8,6 min

Postopek NKP – 7,8 min

Poraba vode

Preglednica C.4.2: Aplicirane količine vode za namakanje krompirja na lokaciji Jable za leto 2017

Datum	Količina namakanja (l/m ² poskusa)			
	NKD	NKP	NMD	NMP
14.06.2017	12,05	13,65	7,27	7,13
15.06.2017	9,40	9,98	5,49	5,23
16.06.2016	6,15	12,30	6,81	6,53
19.06.2017	11,95	20,15	7,13	11,08
21.06.2017	15,91	16,58	9,32	9,06
6.07.2017	9,90	12,10	8,94	12,82
7.07.2017	5,46	6,67	0,00	0,00
10.07.2017	4,38	5,63	11,37	14,35

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

12.07.2017	2,51	3,26	10,03	13,56
17.07.2017	2,91	3,98	0,00	0,00
18.07.2017	2,79	4,00	0,00	0,00
19.07.2017	2,38	3,65	0,00	0,00
20.07.2017	2,32	3,46	8,85	12,46
22.07.2017	2,30	3,65	8,05	11,18
23.07.2017	2,30	3,65	0,00	0,00
2.08.2017	2,35	2,80	7,84	11,46
4.08.2017	2,26	4,31	0,00	0,00
5.08.2017	2,19	3,47	7,88	11,29
6.08.2017	2,55	3,78	0,00	0,00
7.08.2017	2,42	3,89	0,00	0,00
8.08.2017	2,22	3,49	0,00	0,00
Skupaj	106,72	144,46	98,98	126,14

Preglednica C.4.3: Količina porabljene vode za posamezno obravnavo pri namakanju krompirja na lokaciji Jable za leto 2017

Datum	Porabljena voda (l) (Odčitek števca)			
	NKD	NKP	NMD	NMP
14.06.2017	180,75	204,69	205,55	201,68
15.06.2017	141,04	149,72	155,29	147,94
16.06.2017	92,31	184,53	192,60	184,57
19.06.2017	179,28	302,20	201,70	313,26
21.06.2017	238,71	248,73	263,62	256,13
6.07.2017	148,49	181,49	252,69	362,53
7.07.2017	81,97	100,07	0,00	0,00
10.07.2017	65,68	84,41	321,61	405,90
12.07.2017	37,60	48,94	283,68	383,35
17.07.2017	43,65	59,67	0,00	0,00
18.07.2017	41,83	60,03	0,00	0,00
19.07.2017	35,72	54,70	0,00	0,00
20.07.2017	34,80	51,97	250,20	352,32
22.07.2017	34,50	54,80	227,54	316,30
23.07.2017	34,50	54,80	0,00	0,00
2.08.2017	35,26	42,05	221,84	324,14
4.08.2017	33,95	64,62	0,00	0,00
5.08.2017	32,81	52,00	222,75	319,18
6.08.2017	38,30	56,75	0,00	0,00
7.08.2017	36,28	58,39	0,00	0,00
8.08.2017	33,30	52,39	0,00	0,00
Skupaj	1600,73	2166,95	2799,07	3567,30

Preglednica C.4.4: Aplicirane količine vode za namakanje krompirja na lokaciji Jable v letu 2018

Datum	Količina namakanja (l/m ² poskusa)			
	NKD	NKP	NMD	NMP
2.6.2018	0,99	1,41	0,00	0,00
3.6.2018	0,96	1,21	0,00	0,00
5.6.2018	0,83	1,13	0,00	0,00
10.6.2018	2,25	3,25	0,00	0,00
11.6.2018	1,42	1,83	0,00	0,00
12.6.2018	3,19	4,55	0,00	0,00
14.6.2018	0,83	1,09	0,00	0,00
15.6.2018	3,06	4,22	0,00	0,00
16.6.2018	3,16	4,66	0,00	0,00
17.6.2018	0,00	0,00	7,31	10,83

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

18.6.2018	4,08	6,17	0,00	0,00
19.6.2018	4,45	6,37	10,14	16,11
20.6.2018	3,96	5,54	7,42	12,65
21.6.2018	3,57	5,07	0,00	0,00
23.6.2018	3,15	4,30	0,00	0,00
26.6.2018	0,84	1,01	0,00	0,00
28.6.2018	1,64	2,16	0,00	0,00
29.6.2018	3,62	4,81	0,00	0,00
30.6.2018	1,63	2,07	0,00	0,00
1.7.2018	2,94	3,86	7,80	11,70
2.7.2018	2,58	3,46	0,00	0,00
3.7.2018	1,97	2,54	0,00	0,00
5.7.2018	0,81	1,05	0,00	0,00
7.7.2018	2,09	2,70	0,00	0,00
8.7.2018	2,54	3,46	0,00	0,00
9.7.2018	0,82	1,03	0,00	0,00
18.7.2018	2,96	3,95	0,00	0,00
19.7.2018	2,89	4,37	8,46	12,72
20.7.2018	1,90	2,96	0,00	0,00
26.7.2018	0,89	1,23	0,00	0,00
29.7.2018	0,00	0,00	4,88	7,79
30.7.2018	2,47	3,66	0,00	0,00
31.7.2018	2,94	4,35	0,00	0,00
1.8.2018	2,78	4,03	0,00	0,00
5.8.2018	2,17	3,18	0,00	0,00
6.8.2018	1,41	2,19	0,00	0,00
7.8.2018	1,89	2,70	0,00	0,00
9.8.2018	2,97	3,93	0,00	0,00
Skupaj	82,64	115,48	46,00	71,81

Preglednica C.4.5: Količina porabljene vode za posamezno obravnavo pri namakanju krompirja na lokaciji Jablje za leto 2018

Datum	Porabljena voda (l) (Odčitek števca)			
	NKD	NKP	NMD	NMP
2.6.2018	14,85	21,11	0	0
3.6.2018	14,4	18,18	0	0
5.6.2018	12,49	16,96	0	0
10.6.2018	33,74	48,81	0	0
11.6.2018	21,26	27,47	0	0
12.6.2018	47,84	68,27	0	0
14.6.2018	12,4	16,35	0	0
15.6.2018	45,96	63,26	0	0
16.6.2018	47,33	69,97	0	0
17.6.2018	0	0	206,66	306,34
18.6.2018	61,24	92,49	0	0
19.6.2018	66,74	95,53	286,65	455,71
20.6.2018	59,4	83,09	209,83	357,79
21.6.2018	53,53	76,05	0	0
23.6.2018	47,22	64,43	0	0
26.6.2018	12,54	15,14	0	0
28.6.2018	24,53	32,33	0	0
29.6.2018	54,24	72,15	0	0
30.6.2018	24,48	31,04	0	0
1.7.2018	44,1	57,91	220,72	330,81
2.7.2018	38,73	51,96	0	0
3.7.2018	29,52	38,1	0	0
5.7.2018	12,18	15,68	0	0
7.7.2018	31,33	40,57	0	0
8.7.2018	38,08	51,94	0	0

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

9.7.2018	12,31	15,42	0	0
18.7.2018	44,4	59,27	0	0
19.7.2018	43,42	65,49	239,12	359,76
20.7.2018	28,49	44,43	0	0
26.7.2018	13,4	18,38	0	0
29.7.2018	0	0	137,98	220,27
30.7.2018	37,07	54,88	0	0
31.7.2018	44,14	65,27	0	0
1.8.2018	41,67	60,45	0	0
5.8.2018	32,49	47,63	0	0
6.8.2018	21,18	32,83	0	0
7.8.2018	28,37	40,49	0	0
9.8.2018	44,49	58,92	0	0
Skupaj	1239,56	1732,25	1300,96	2030,68

PRILOGA C.5: VODNE BILANCE IN MODELIRANJE NAMAKANJA

Preglednica C.5.1: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za kapljično namakanje krompirja sorta KIS Kokra (lokacija Jable, leto 2017).

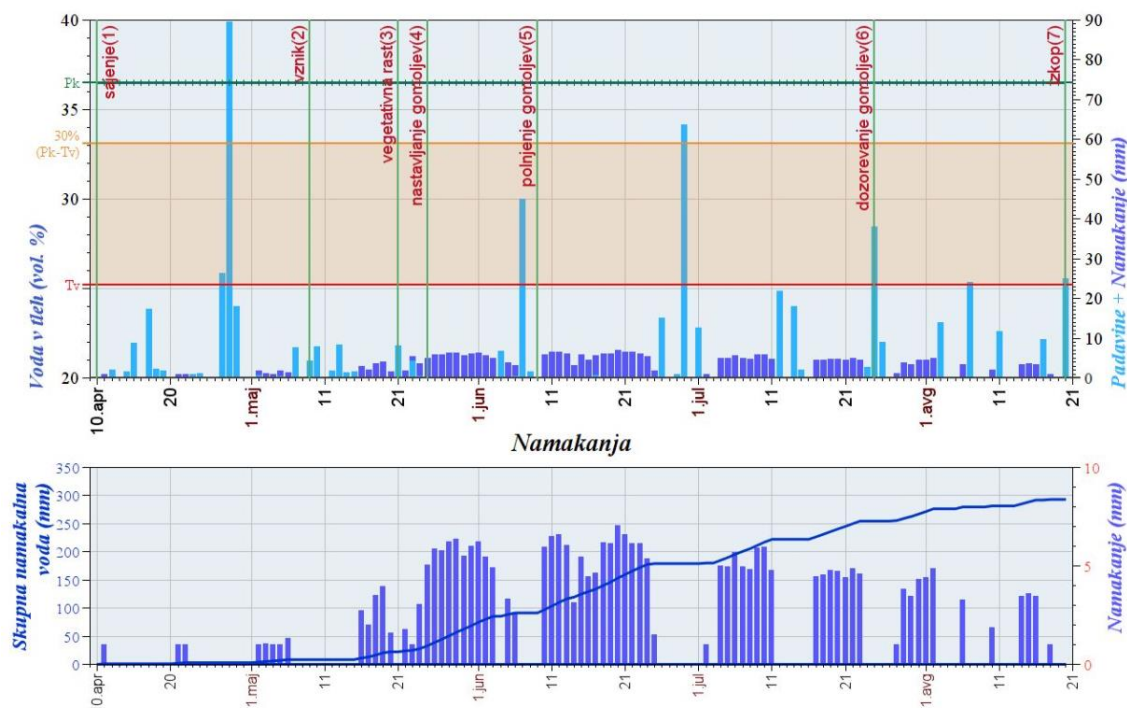
Rastlina	Krompir (KIS Kokra)			
Tla	tla Jable (TriN)			
Lokacija	Jablje 2017 (TriN)			
Leto	2017			
Fenofaza	zaporedna	Datum	kc	d
sajenje	1	10. 04. 2017	0.1	25
vznik	2	09. 05. 2017	0.4	25
vegetativna rast	3	21. 05. 2017	0.8	30
nastavljanje gomoljev	4	25. 05. 2017	1.2	30
polnjenje gomoljev	5	09. 06. 2017	1.2	30
dozorevanje gomoljev	6	25. 07. 2017	0.8	30
izkop	7	20. 08. 2017	0.8	30

Vegetacija se začne 2017-04-10 in traja do 2017-08-20 skupaj 133 dni. V tem obdobju je vsota RR 543 mm in vsota ETP 542 mm. Rastlina je porabila 457 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode.

Namakano je bilo 72 krat v skupni količini 293.2 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 16. 08. 2017)

datum	rr [mm]	etp [mm]	etr [mm]	namakanje [mm]
2017-08-16		4.3	3.4	3.4
2017-08-17	9.7	4.4	3.5	0.0
2017-08-18		4.3	3.4	0.0
2017-08-19		2.3	1.8	0.0
2017-08-20	25	3.7	3	0.0



Slika C.5.1: Vodna bilanca 10.4. - 20.08.2017, Jable 2017 (TriN) krompir (KIS Kokra), tla Jable (TriN)

Preglednica C.5.2: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za namakanje krompirja sorta KIS Kokra z razpršilci (lokacija Jable, leto 2017).

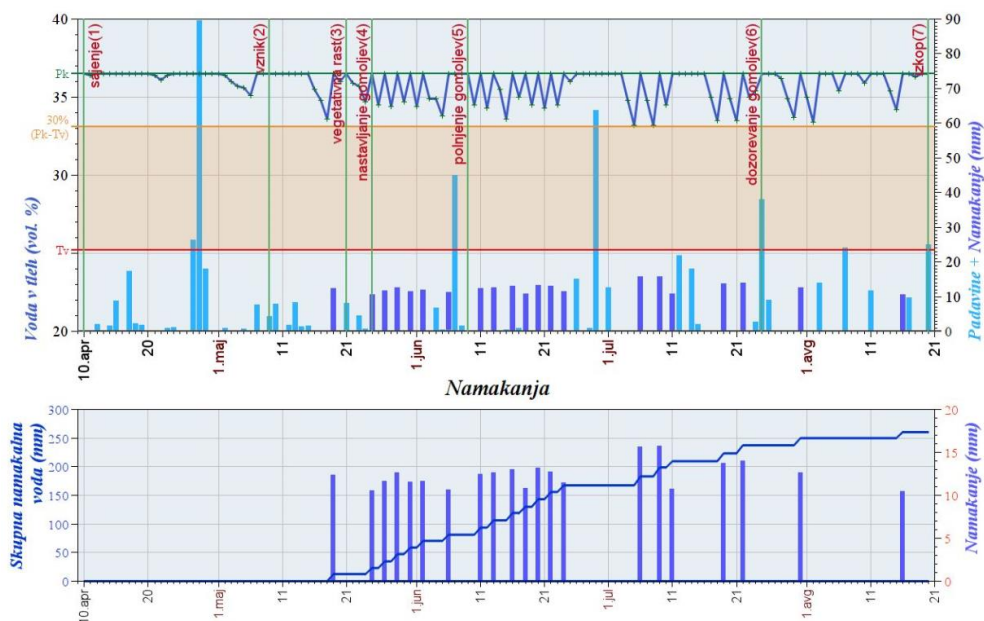
Rastlina	Krompir (KIS Kokra)			
Tla	tla Jable (TriN)			
Lokacija	Jablje 2017 (TriN)			
Leto	2017			
Fenofaza	zaporedna	Datum	kc	d
sajenje	1	10. 04. 2017	0.1	25
vznik	2	09. 05. 2017	0.4	25
vegetativna rast	3	21. 05. 2017	0.8	30
nastavljanje gomoljev	4	25. 05. 2017	1.2	30
polnjenje gomoljev	5	09. 06. 2017	1.2	30
dozorevanje gomoljev	6	25. 07. 2017	0.8	30
izkop	7	20. 08. 2017	0.8	30

Vegetacija se začne 2017-04-10 in traja do 2017-08-20 skupaj 133 dni. V tem obdobju je vsota RR 543 mm in vsota ETP 542 mm. Rastlina je porabila 457 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode.

Namakano je bilo 21 krat v skupni količini 260.4 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 16. 08. 2017)

datum	rr [mm]	etp [mm]	etr [mm]	namakanje [mm]
2017-08-16		4.3	3.4	10.5
2017-08-17	9.7	4.4	3.5	0.0
2017-08-18		4.3	3.4	0.0
2017-08-19		2.3	1.8	0.0
2017-08-20	25	3.7	3	0.0



Slika C.5.2: Vodna bilanca 10.4. - 20.08.2017, Jablje 2017 (TriN) krompir (KIS Kokra), tla Jable (TriN)

Preglednica C.5.3: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za kapljično namakanje krompirja sorta KIS Savinja (lokacija Jable, leto 2018).

Rastlina	Krompir (KIS Savinja)
Tla	tla Jable (TriN)
Lokacija	Jablje 2018 (TriN)
Leto	2018

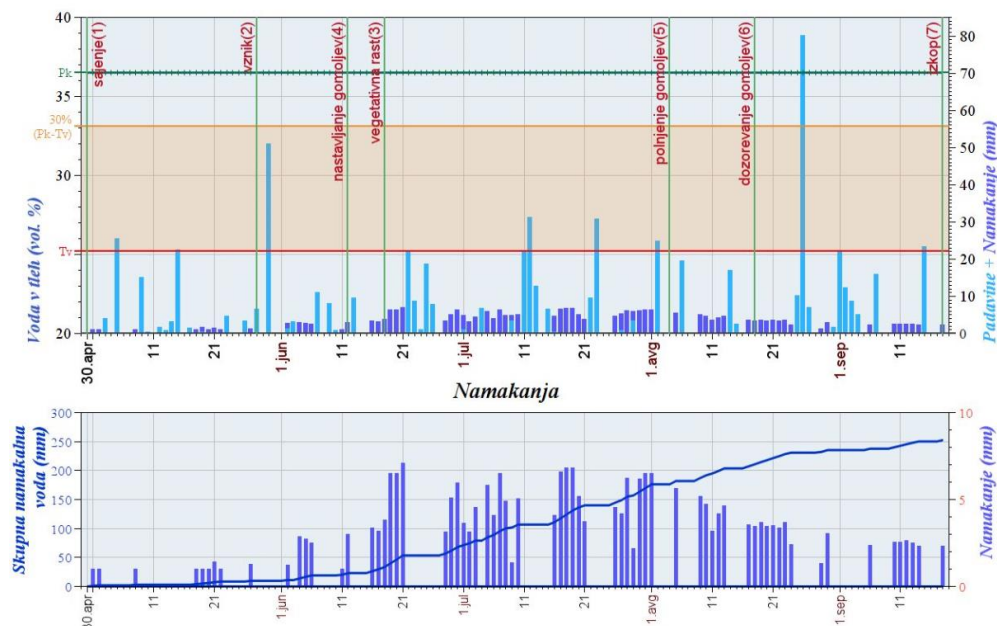
Fenofaza	zaporedna	Datum	kc	d
sajenje	1	30. 04. 2018	0.1	25
vznik	2	28. 05. 2018	0.4	25
vegetativna rast	3	18. 06. 2018	0.8	30
nastavljanje gomoljev	4	12. 06. 2018	1.2	30
polnjenje gomoljev	5	04. 08. 2018	1.2	30
dozorevanje gomoljev	6	18. 08. 2018	0.8	30
izkop	7	18. 09. 2018	0.8	30

Vegetacija se začne 2018-04-30 in traja do 2018-09-18 skupaj 142 dni. V tem obdobju je vsota RR 616 mm in vsota ETP 545 mm. Rastlina je porabila 455 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode.

Namakano je bilo 69 krat v skupni količini 252.5 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 14. 09. 2018)

Datum	rr [mm]	ETp [mm]	ETr [mm]	Namakanje [mm]
2018-09-14		2.9	2.3	2.3
2018-09-15	23.4	2.0	1.6	0.0
2018-09-16		2.8	2.2	0.0
2018-09-17		2.8	2.2	3.4
2018-09-18		2.9	2.3	2.3



Slika C.5.3: Vodna bilanca 30.4. - 18.08.2018, Jablje (TriN) krompir (KIS Savinja), tla Jable (TriN)

Preglednica C.5.4: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za namakanje krompirja z razpršilci sorta KIS Savinja (lokacija Jable, leto 2018).

Rastlina	Krompir (KIS Savinja)
Tla	tla Jable (TriN)
Lokacija	Jablje 2018 (TriN)
Leto	2018

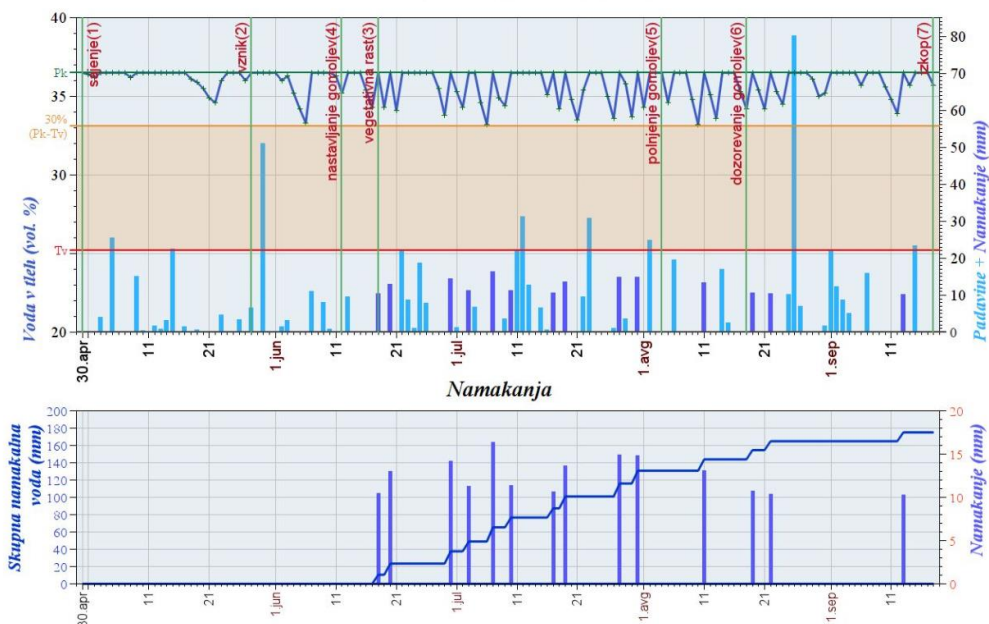
Fenofaza	zaporedna	Datum	kc	d
sajenje	1	30. 04. 2018	0.1	25
vznik	2	28. 05. 2018	0.4	25
vegetativna rast	3	18. 06. 2018	0.8	30
nastavljanje gomoljev	4	12. 06. 2018	1.2	30
polnjenje gomoljev	5	04. 08. 2018	1.2	30
dozorevanje gomoljev	6	18. 08. 2018	0.8	30
izkop	7	18. 09. 2018	0.8	30

Vegetacija se začne 2018-04-30 in traja do 2018-09-18 skupaj 142 dni. V tem obdobju je vsota RR 616 mm in vsota ETP 545 mm. Rastlina je porabila 455 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode.

Namakano je bilo 14 krat v skupni količini 175.1 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 14. 08. 2018)

Datum	rr [mm]	ETp [mm]	ETr [mm]	Namakanje [mm]
14.9.2018		2.9	2.3	0.0
15.9.2018	23.4	2.0	1.6	0.0
16.9.2018		2.8	2.2	0.0
17.9.2018		2.8	2.2	0.0
18.9.201		2.9	2.3	0.0



Slika C.5.4: Vodna bilanca 30.4. - 18.08.2018, Jablje (TriN) krompir (KIS Savinja), tla Jable (TriN)

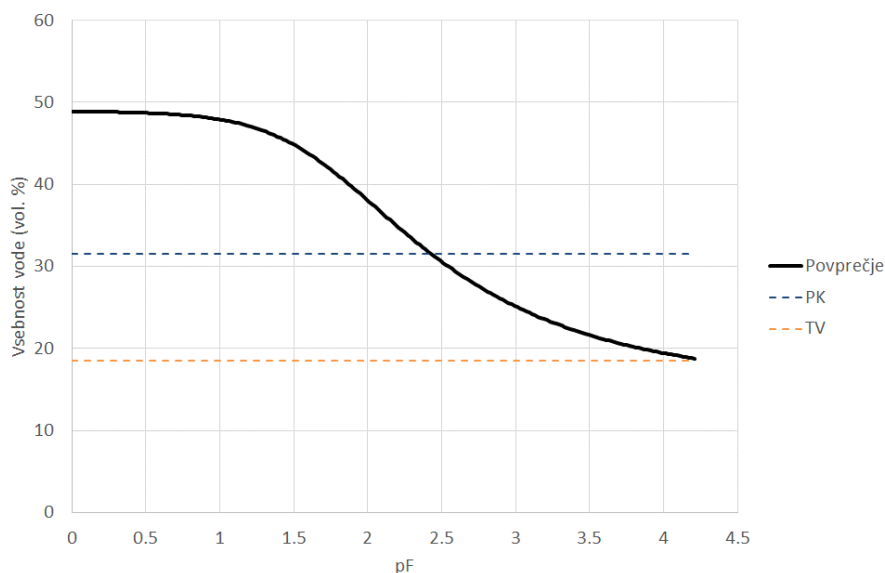
D ČEŠNJA**PRILOGA D.1: OBČUTLJIVOST FENOFAZ PRI ČEŠNJI NA SUŠO**

Preglednica D.1: občutljivost fenofaz pri češnji na sušo

0	0	1	3	9					
1	10	11	19						
3	31	32	33	34	35	36	37	38	39
5	51	53	54	55	56	57	59		
6	60	61	62	63	64	65	67	69	
7	71	72	73	75	76	77	78	79	
8	81	85	87	89					
9	91	92	93	95	97	99			

Legenda:

majhna	srednja	velika
--------	---------	--------

PRILOGA D.2: KRIVULJA VODOZDRŽEVALNIH LASTNOSTI TAL NA NJIVI KROMPIRJA V BILJAH

Slika D.2.1 Krivulja vodno zadrževalnih lastnosti tal za Bilje (češnje) z označeno poljsko kapaciteto (PK) in točko venenja (TV)

PRILOGA D.3: PODATKI O PADAVINAH ZA METEOROLOŠKO POSTAJO BILJE

Preglednica D 3.1: Mesečne padavine med vegetacijo češnje za lokacijo Bilje: povprečne mesečne padavine (mm) v obdobju 1971–2000 in mesečne padavine (mm) v letih 2017 in 2018.

	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Skupaj
1971 – 2000	114	122	145	101	114	158	754
2017	141	55	188	36	63	243	727
2018	94	81	107	63	76	76	496

PRILOGA D.4: TEHNIČNI OPIS NAMAKALNEGA SISTEMA V NASADU KROMPIRJA V BILJAH

Voda za namakanje poskusnega nasada češenj v SC Bilje je zagotovljena iz namakalnega sistema Vogršček, upravljalec sistema vodo porabnikom dostavlja s tlakom 3-5 bar. Poleti je tlak zaradi preobremenjenosti sistema lahko tudi manjši. V poskusu namakanja češenj sta 8. in 9. vrsta imeli montiran dodaten vodomer, v 7. vrsti pa so bili umeščeni trije dodatni vodomeri, na vsakega izmed terciarnih vodov oziroma blokov s podlago v poskusu. Namakali smo z dinamičnimi mikrorazpršilci Gyronet Netafim pretoka 70 l/h, nameščeni so bili na razdalje 2,5 m (7. in 8. vrsta) oz. 2,0 m (9. vrsta).

Metodologija izračuna namakalnih obrokov

Metodologija izračuna namakalnih obrokov za češnje 2017-2018 za Bilje – projekt TriN (varianta 2)

Značilnosti variante 2:

Privzeta enaka površina dreves na vseh podlagah t. j. 6,25 m² (2,5 m razdalja v vrsti in 2,5 m globina krošnje); razen pri Giseli 5 v vrsti 9, kjer je površina 4 m² (2 m * 2 m). Privzeti enaki pretoki na vseh razpršilcih v posamezni vrsti.

Podatki o porabljeni vodi v posameznem namakalnem obdobju – stanje števecv

Za vrsto 8 in vrsto 9 so pred in po namakanju beležili stanje števca. V tabelo za izračun so privzeti ti podatki v koloni »V skupni/vrsto (l)«.

V letu 2017 (zavihek »namakanje 2017«) za vrsto 9 od vključno 10. 4. do 18. 5. ni bilo podatkov o prognozi namakanja in izvedenih namakanjih, a stanje števca ob naslednjem evidentiranem namakalnem dogodku, t. j. 22. 5. je kazalo, da je namakanje potekalo. V vmesnem času zabeležena poraba vode je bila cca 10 m³. Na podlagi podatkov o prognozi in izvedenem namakanju v vrsti 8 smo ca 10 m³ vode, zavedenih za vrsto 9 razporedili po enakih namakalnih dogodkih kot v vrsti 8 (Preglednica 3.1).

V letu 2018 je bilo za vrsti 8 in 9 s strani ARSO prognoziranih več namakalnih dogodkov, kot so jih na terenu izvedli. Dejansko izvedeni namakalni dogodki so v zavihku »namakanje 2018« v koloni »Namakanje po prognozi«. Namakalne obroke se je v primeru manjših obrokov in napovedi namakanja konec tedna združevalo; od tu izvira razhajanje med prognozo in dejansko izvedenimi namakanji.

Namakalne obroke v vrsti 7 smo izračunali na podlagi vklopov in izklopov namakalnega sistema (podatki z loggerjev). Podatki so polurni, zato je skupna količina izračunana iz trajanja vklopov skladu z vklopi različna (praviloma večja) od količine zabeležene na ventilih. Količino vode pri posameznem namakanju smo proporcionalno uredili, da se je skupna količina ujemala s količino zabeleženo na ventilu.

Namakanje (l/m oz. mm) smo izračunali iz povprečne volumna vode na razpršilcu ob posameznem namakalnem dogodku in ga delili s površino, ki pripada enem drevesu (6,25 m² oz 4 m²).

V preglednici 4 so povzetki podatkov za celo leto

- število namakanj,
- norma namakanja = količina dodane vode v sezoni v mm oz. l/m² (seštevek posameznih dogodkov)
- količina dodane vode na drevo v eni sezoni (l).

- količina dodane vode na ha (m³/ha). Za ekonomiko je najbolj relevanten ta podatek. Primerja se isto podlago iz vrste 7, kjer je bilo avtomatsko proženje, in iz vrste 8 oz. 9, kjer se je namakalo po napovedi ARSO.

Število dreves/ha ni enostavno zmnožek števila vrst in števila dreves v vrsti, ampak se upošteva, da ca 10 % površine odpade na manipulacijske poti in je število dreves na ha torej nekoliko manjše.

Poraba vode

Preglednica D.4.1: Poraba vode v vrsti 7 pri namakanju češnje sorta Regina na lokaciji Bilje.

Datum	Številka ventila_vrsta 7	Števec pred namakanjem (m ³)	Količina dodane vode (m ³)
7.4.2017	3	0.10	
10.4.2017	3	0.14	0.04
11.4.2017	3	0.14	0.00
24.4.2017	3	0.14	0.00
16.5.2017	3	0.14	0.00
23.5.2017	3	0.81	0.67
1.6.2017	3	0.81	0.00
9.6.2017	3	0.81	0.00
15.6.2017	3	0.81	0.00
10.7.2017	3	1.19	0.37
17.7.2017	3	1.56	0.37
21.7.2017	3	1.59	0.04
27.7.2017	3	1.98	0.39
31.7.2017	3	1.98	0.00
4.8.2017	3	2.37	0.39
16.8.2017	3	3.14	0.77
23.8.2017	3	3.54	0.40
7.4.2017	2	3.98	
10.4.2017	2	3.98	0.00
11.4.2017	2	4.01	0.03
24.4.2017	2	4.63	0.62
16.5.2017	2	4.63	0.00
23.5.2017	2	4.63	0.00
1.6.2017	2	5.09	0.46
9.6.2017	2	5.09	0.00
15.6.2017	2	5.09	0.00
10.7.2017	2	5.36	0.26
17.7.2017	2	5.68	0.33
21.7.2017	2	5.68	0.00
27.7.2017	2	5.98	0.30
31.7.2017	2	5.99	0.00
4.8.2017	2	6.42	0.44
16.8.2017	2	7.04	0.61
23.8.2017	2	7.04	0.00
7.4.2017	1	9.81	
10.4.2017	1	9.81	0.00
11.4.2017	1	9.85	0.04

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

Datum	Številka ventila_vrsta 7	Števec pred namakanjem (m ³)	Količina dodane vode (m ³)
13.4.2017	1	11.39	1.54
24.4.2017	1	11.39	0.00
16.5.2017	1	11.39	0.00
23.5.2017	1	12.12	0.73
1.6.2017	1	13.94	1.82
9.6.2017	1	14.56	0.61
15.6.2017	1	16.21	1.65
20.6.2017	1	17.76	1.55
10.7.2017	1	21.72	3.96
17.7.2017	1	23.96	2.24
21.7.2017	1	25.33	1.38
27.7.2017	1	26.90	1.57
31.7.2017	1	28.31	1.41
4.8.2017	1	29.84	1.53
16.8.2017	1	34.10	4.26
23.8.2017	1	37.46	3.36

Preglednica D.4.2: Poraba vode v vrsti 8 pri namakanju češnje sorta Regina na lokaciji Bilje.

Datum	Napoved ARSO	Števec pred namakanjem	Ura pričetka	Ura zaključka	Čas namakanja	Števec po namakanju (m ³)	Količina dodane vode (m ³)
07.4.2017	10	20.80	13:15	14:41	1:26:00	21.5202	0.72
10.4.2017	3	21.52	9:50	10:15	0:25:00	21.9474	0.43
11.4.2017	3	21.95	13:36	14:01	0:25:00	22.3338	0.39
12.4.2017	3	22.33	9:25	9:50	0:25:00	22.7220	0.39
13.4.2017	5	22.72	12:50	13:31	0:41:00	23.3885	0.67
14.4.2017	3	23.39	9:55	10:20	0:25:00	23.8814	0.49
20.4.2017	3	23.88	12:00	12:25	0:25:00	24.2397	0.36
21.4.2017	6	24.24	12:40	13:29	0:49:00	25.0578	0.82
24.4.2017	4	25.06	8:30	9:03	0:33:00	25.6283	0.57
16.5.2017	7	25.63	9:50	10:48	0:58:00	26.6763	1.05
17.5.2017	4	26.68	10:21	10:54	0:33:00	27.2107	0.53
18.5.2017	6	27.21	12:24	13:13	0:49:00	27.9788	0.77
22.5.2017	4	27.98	12:30	13:03	0:33:00	28.5201	0.54
23.5.2017	4	28.52	10:30	11:03	0:33:00	29.0626	0.54
25.5.2017	4	29.06	12:55	13:29	0:34:00	29.5926	0.53
26.5.2017	9	29.59	8:44	9:58	1:14:00	30.7607	1.17
29.5.2017	9	30.76	12:03	13:17	1:14:00	31.9422	1.18
30.5.2017	3	31.94	12:36	13:01	0:25:00	32.3445	0.40
31.5.2017	4	32.34	9:35	10:08	0:33:00	32.8739	0.53
1.6.2017	4.5	32.87	9:06	9:42	0:36:00	33.4678	0.59
2.6.2017	7	33.47	12:30	13:28	0:58:00	34.4830	1.02
9.6.2017	7	34.48	11:00	11:58	0:58:00	35.3313	0.85
12.6.2017	10	35.33	9:25	10:47	1:22:00	36.6399	1.31
13.6.2017	3	36.64	7:00	7:25	0:25:00	37.0623	0.42
15.6.2017	6	37.06	8:20	9:09	0:49:00	37.8374	0.78
19.6.2017	10	37.84	11:00	12:22	1:22:00	39.0413	1.20
20.6.2017	4	39.04	10:00	10:33	0:33:00	39.559	0.52
21.6.2017	4	39.56	8:00	8:33	0:33:00	40.9925	1.43
22.6.2017	4	40.99	9:00	9:33	0:33:00	41.5102	0.52
23.6.2017	7	41.51	6:36	7:34	0:58:00	41.4037	-0.11
3.7.2017	6	41.40	12:00	12:49	0:49:00	42.1473	0.74
4.7.2017	3	42.15	12:43	13:08	0:25:00	42.5465	0.40

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

5.7.2017	4	42.55	9:40	10:13	0:33:00	43.0811	0.53
6.7.2017	4	43.08	9:40	10:13	0:33:00	43.6281	0.55
7.7.2017	6	43.63	9:36	10:25	0:49:00	44.3906	0.76
10.7.2017	4	44.39	9:03	9:36	0:33:00	44.9164	0.53
13.7.2017	7	44.92	9:15	10:13	0:58:00	45.847	0.93
14.7.2017	6	45.85	6:46	7:35	0:49:00	46.6435	0.80
17.7.2017	8	46.64	9:54	11:00	1:06:00	47.7024	1.06
19.7.2017	7	47.70	9:00	9:58	0:58:00	48.6234	0.92
20.7.2017	3	48.62	8:00	8:23	0:23:00	49.0556	0.43
21.7.2017	5	49.06	9:00	9:41	0:41:00	49.7959	0.74
27.7.2017	3	49.80	8:35	9:00	0:25:00	50.1066	0.31
28.7.2017	6	50.11	10:00	10:49	0:49:00	50.9091	0.80
31.7.2017	4	50.91	7:00	7:33	0:33:00	51.4295	0.52
31.7.2017	3	51.43	10:00	10:25	0:25:00	51.7844	0.35
1.8.2017	4	51.78	7:00	7:33	0:33:00	52.3979	0.61
2.8.2017	5	52.40	12:00	12:25	0:25:00	52.7941	0.40
3.8.2017	3	52.79	10:00	10:23	0:23:00	53.0515	0.26
4.8.2017	7	53.05	6:30	7:28	0:58:00	54.0112	0.96
9.8.2017	3	54.01	10:00	10:25	0:25:00	54.4031	0.39
16.8.2017	5	54.40	12:00	12:41	0:41:00	54.9702	0.57
17.8.2017	3	54.97	10:00	10:25	0:25:00	55.3493	0.38
18.8.2017	3	55.35	9:00	9:25	0:25:00	55.7532	0.40
23.8.2017	5	55.75	13:00	13:41	0:41:00	56.4035	0.65
24.8.2017	3	56.40	7:00	7:25	0:25:00	56.8237	0.42
25.8.2017	5	56.82	8:00	8:41	0:41:00	57.5179	0.69
28.8.2017	6	57.52	12:00	12:48	0:48:00	58.37	0.85

Preglednica D.4.3: Poraba vode v vrsti 9 pri namakanju češnje sorta Regina na lokaciji Bilje.

Datum	Napoved ARSO	Števec pred namakanjem	Ura pričetka	Ura zaključka	Čas namakanja	Števec po namakanju (m ³)	Količina dodane vode (m ³)
07.4.2017	10	20.77	13:20	14:29	1:09:00		
22.5.2017	4	31.13	12:30	12:58	0:28:00	31.86	0.73
23.5.2017	4	31.86	10:30	10:58	0:28:00	32.14	0.28
25.5.2017	4	32.14	12:56	13:24	0:28:00	32.62	0.48
26.5.2017	9	32.62	8:44	9:47	1:03:00	33.60	0.98
29.5.2017	9	33.60	12:03	13:06	1:03:00	34.80	1.20
30.5.2017	3	34.80	12:36	12:57	0:21:00	35.16	0.36
31.5.2017	4	35.16	9:35	10:03	0:28:00	35.65	0.49
1.6.2017	4	35.65	6:06	9:34	3:28:00	36.14	0.48
2.6.2017	7	36.14	12:30	13:19	0:49:00	37.00	0.87
9.6.2017	7	37.00	11:00	11:49	0:49:00	37.87	0.87
12.6.2017	10	37.87	9:25	10:34	1:09:00	39.05	1.18
13.6.2017	3	39.05	7:00	7:21	0:21:00	39.47	0.42
15.6.2017	6	39.47	8:20	9:02	0:42:00	40.30	0.83
19.6.2017	10	40.30	11:00	12:09	1:09:00	41.47	1.17
20.6.2017	4	41.47	10:00	10:28	0:28:00	41.84	0.38
21.6.2017	4	41.84	8:00	8:28	0:28:00	42.28	0.43
22.6.2017	4	42.28	9:00	9:28	0:28:00	42.77	0.50
23.6.2017	7	42.77	6:36	7:25	0:49:00	43.61	0.84
3.7.2017	6	43.61	12:00	12:42	0:42:00	44.39	0.78
4.7.2017	3	44.39	12:43	13:04	0:21:00	44.65	0.26
5.7.2017	4	44.65	9:40	10:08	0:28:00	45.14	0.49
6.7.2017	4	45.14	9:40	10:08	0:28:00	45.64	0.50
7.7.2017	6	45.64	9:36	10:18	0:42:00	46.30	0.66
10.7.2017	4	46.30	9:03	9:31	0:28:00	46.76	0.46
13.7.2017	7	46.76	9:15	10:04	0:49:00	47.64	0.89
14.7.2017	6	47.64	6:46	7:28	0:42:00	48.36	0.72
17.7.2017	8	48.36	9:54	10:50	0:56:00	49.30	0.94
19.7.2017	7	49.30	9:00	9:49	0:49:00	50.28	0.98

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

20.7.2017	3	50.28	8:00	8:21	0:21:00	50.55	0.27
21.7.2017	5	50.55	9:00	9:35	0:35:00	51.15	0.60
27.7.2017	3	51.15	8:35	8:56	0:21:00	51.54	0.39
28.7.2017	6	51.54	10:00	10:42	0:42:00	52.37	0.84
31.7.2017	4	52.37	7:00	7:28	0:28:00	52.75	0.38
31.7.2017	3	52.75	10:00	10:21	0:21:00	53.10	0.35
1.8.2017	4	53.10	7:00	7:28	0:28:00	53.67	0.57
2.8.2017	3	53.67	12:00	12:21	0:21:00	53.95	0.28
3.8.2017	3	53.95	10:00	10:21	0:21:00	54.29	0.34
4.8.2017	7	54.29	6:30	7:29	0:59:00	55.15	0.86
9.8.2017	3	55.15	10:00	10:21	0:21:00	55.51	0.36
16.8.2017	5	55.51	12:00	12:35	0:35:00	56.38	0.87
17.8.2017	3	56.38	10:00	10:21	0:21:00	56.36	-0.02
18.8.2017	3	56.36	9:00	9:21	0:21:00	56.73	0.37
23.8.2017	5	56.73	13:00	13:35	0:35:00	57.30	0.57
24.8.2017	3	57.30	7:00	7:21	0:21:00	57.70	0.40
25.8.2017	5	57.70	8:00	8:35	0:35:00	58.35	0.65
28.8.2017	6	58.35	12:00	12:42	0:42:00	59.06	0.71

Preglednica D.4.4: Poraba vode v vrsti 7 pri namakanju češnje sorta Regina na lokaciji Bilje.

Datum	Številka ventila_vrsta 7	Števec pred namakanjem (m ³)	Količina dodane vode (m ³)
4.5.2018	3	0,10	
9.5.2018	3	0,14	0,04
4.5.2018	3	4,81	0,00
9.5.2018	3	4,81	0,00
21.5.2018	3	5,02	0,21
28.5.2018	3	5,04	0,02
6.6.2018	3	5,10	0,06
12.6.2018	3	5,10	0,00
28.6.2018	3	5,10	0,00
19.7.2018	3	5,10	5,10
23.7.2018	3	6,25	1,15
30.7.2018	3	6,25	0,00
8.8.2018	3	6,25	0,00
17.8.2018	3	6,25	0,00
31.8.2018	3	6,25	0,00
11.9.2018	3	6,25	0,00
4.5.2018	2	8,48	0,00
9.5.2018	2	8,64	0,16
21.5.2018	2	8,81	0,16
28.5.2018	2	8,82	0,01
6.6.2018	2	9,35	0,54
12.6.2018	2	9,35	0,00
28.6.2018	2	9,35	0,00
19.7.2018	2	9,84	9,84
23.7.2018	2	10,32	0,49
30.7.2018	2	10,32	0,00
8.8.2018	2	10,88	0,56
17.8.2018	2	11,63	0,74
31.8.2018	2	12,34	0,71
11.9.2018	2	12,34	0,00
17.9.2018	2	12,34	0,00
9.5.2018	1	48,01	0,40
21.5.2018	1	48,42	0,41
28.5.2018	1	49,22	0,80
6.6.2018	1	50,76	1,54
12.6.2018	1	50,76	0,00
28.6.2018	1	52,43	1,67

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

Datum	Številka ventila_vrsta 7	Števec pred namakanjem (m ³)	Količina dodane vode (m ³)
1.7.2018	1	53,32	0,89
19.7.2018	1	54,84	1,51
23.7.2018	1	55,69	0,85
30.7.2018	1	56,86	1,17
8.8.2018	1	58,14	1,28
17.8.2018	1	60,03	1,89
31.8.2018	1	61,76	1,73
11.9.2018	1	62,91	1,15
17.9.2018	1	62,91	0,00

Preglednica D.4.5: Poraba vode v vrsti 8 pri namakanju češnje sorta Regina na lokaciji Bilje.

Datum	Napoved ARSO	Števec pred namakanjem	Ura pričetka	Ura zaključka	Čas namakanja	Števec po namakanju (m ³)	Količina dodane vode (m ³)
26.4.2018	14	59,02	13:20	15:21	2:01:00	61,13	2,11
4.5.2018	6	61,13	12:25	13:08	0:43:00	61,96	0,83
7.5.2018	8	61,96	8:40	9:37	0:57:00	63,03	1,08
8.5.2018	5	63,03	12:22	12:58	0:36:00	63,71	0,68
9.5.2018	3,2	63,71	13:35	13:56	0:21:00	64,11	0,40
12.5.2018	8	64,11	9:49	10:59	1:10:00	65,17	1,06
21.5.2018	4,7	65,17	12:45	13:29	0:44:00	65,87	0,70
28.5.2018	5	65,87	12:22	13:06	0:44:00	66,53	0,66
31.5.2018	4,4	66,53	10:09	10:44	0:35:00	67,08	0,54
2.6.2018	8	67,08	12:00	13:10	1:10:00	68,20	1,12
4.6.2018	6	68,20	10:00	10:53	0:53:00	68,99	0,79
12.6.2018	4	68,99	8:25	9:00	0:35:00	69,52	0,53
16.6.2018	11	69,52	11:15	12:52	1:37:00	70,92	1,40
18.6.2018	10	70,92	12:20	13:48	1:28:00	72,18	1,26
19.6.2018	5,5	72,18	12:45	13:29	0:44:00	72,86	0,68
20.6.2018	4,2	72,86	8:40	9:15	0:35:00	73,37	0,51
27.6.2018	4,3	73,37	9:10	9:45	0:35:00	73,86	0,49
28.6.2018	1,7	73,86	10:00	10:17	0:17:00	74,14	0,28
30.6.2018	5	74,14	8:00	8:44	0:44:00	74,84	0,69
2.7.2018	7	74,84	9:00	10:02	1:02:00	75,77	0,94
3.7.2018	3	75,77	7:30	7:56	0:26:00	76,17	0,40
5.7.2018	3	76,17	9:30	9:56	0:26:00	76,58	0,41
19.7.2018	6	76,58	9:00	9:53	0:53:00	77,39	0,80
20.7.2018	6	77,39	10:07	11:00	0:53:00	78,21	0,82
23.7.2018	4	78,21	10:00	10:35	0:35:00	78,78	0,57
24.7.2018	4	78,78	12:00	12:35	0:35:00	79,33	0,54
26.7.2018	6	79,33	10:00	10:53	0:53:00	80,08	0,76
28.7.2018	5	80,08	7:00	7:44	0:44:00	80,72	0,64
30.7.2018	5	80,72	10:00	10:44	0:44:00	81,40	0,68
31.7.2018	8	81,40	7:00	8:10	1:10:00	82,59	1,19
4.8.2018	9	82,59	12:11	13:30	1:19:00	83,72	1,12
6.8.2018	6	83,72	12:00	13:53	1:53:00	84,53	0,81
8.8.2018	5	84,53	10:00	10:44	0:44:00	85,30	0,76
9.8.2018	4	85,30	8:00	8:35	0:35:00	85,73	0,43

Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

13.8.2018	7	85,73	9:00	10:02	1:02:00	86,88	1,15
18.8.2018	7	86,88	9:40	10:42	1:02:00	87,64	0,76
20.8.2018	7	87,64	9:52	10:54	1:02:00	88,40	0,75
21.8.2018	3	88,40	9:30	9:56	0:26:00	88,71	0,32
24.8.2018	8	88,71	12:00	13:10	1:10:00	89,62	0,91
31.8.2018	6	89,62	7:30	8:23	0:53:00	90,43	0,80
6.9.2018	6	90,43	8:00	8:53	0:53:00	91,21	0,78
11.9.2018	4	91,21	8:00	8:35	0:35:00	91,76	0,55
14.9.2018	5	91,76	8:00	8:44	0:44:00	92,40	0,64
17.9.2018	5	92,40	8:00	8:44	0:44:00	93,04	0,64

Preglednica D.3.6: Poraba vode v vrsti 9 pri namakanju češnje sorta Regina na lokaciji Bilje.

Datum	Napoved ARSO	Števec pred namakanjem	Ura pričetka	Ura zaključka	Čas namakanja	Števec po namakanju (m ³)	Količina dodane vode (m ³)
26.4.2018	14	59,80	13:20	15:00	1:40:00	61,69	1,88
4.5.2018	6	61,69	12:25	13:08	0:43:00	62,46	0,77
7.5.2018	8	62,46	8:40	9:37	0:57:00	63,46	1,00
8.5.2018	5	63,46	12:22	12:58	0:36:00	64,08	0,62
9.5.2018	3	64,08	13:35	13:56	0:21:00	64,47	0,38
12.5.2018	8	64,47	9:49	10:46	0:57:00	65,45	0,98
21.5.2018	5	65,45	12:45	13:21	0:36:00	66,08	0,63
28.5.2018	5	66,08	12:22	12:58	0:36:00	66,73	0,65
31.5.2018	5	66,73	10:09	10:37	0:28:00	67,28	0,55
2.6.2018	8	67,28	12:00	12:57	0:57:00	68,26	0,99
4.6.2018	6	68,26	10:00	10:43	0:43:00	69,02	0,75
12.6.2018	4	69,02	8:25	8:53	0:28:00	69,51	0,49
16.6.2018	11	69,51	11:15	12:34	1:19:00	70,86	1,36
18.6.2018	11	70,86	12:20	13:31	1:11:00	72,06	1,20
19.6.2018	5	72,06	12:45	13:21	0:36:00	72,71	0,66
20.6.2018	4	72,71	8:40	9:08	0:28:00	73,21	0,50
27.6.2018	4	73,21	9:10	9:38	0:28:00	73,70	0,49
28.6.2018	2	73,70	10:00	10:14	0:14:00	73,97	0,27
30.6.2018	5	73,97	8:00	8:36	0:36:00	74,57	0,60
2.7.2018	7	74,57	9:00	9:50	0:50:00	75,44	0,87
3.7.2018	3	75,44	7:30	7:51	0:21:00	75,79	0,35
5.7.2018	3	75,79	9:30	9:51	0:21:00	76,16	0,37
19.7.2018	6	76,16	9:00	9:43	0:43:00	76,91	0,74
20.7.2018	6	76,91	10:07	10:50	0:43:00	77,62	0,71
23.7.2018	4	77,62	10:00	10:28	0:28:00	78,11	0,48
24.7.2018	4	78,11	12:00	12:28	0:28:00	78,58	0,47
26.7.2018	6	78,58	10:00	10:43	0:43:00	79,39	0,81
28.7.2018	5	79,39	7:00	7:36	0:36:00	79,87	0,48
30.7.2018	5	79,87	10:00	10:36	0:36:00	80,50	0,64
31.7.2018	8	80,50	7:00	7:57	0:57:00	81,55	1,05
4.8.2018	9	81,55	12:11	13:15	1:04:00	82,54	0,99
6.8.2018	6	82,54	12:00	12:43	0:43:00	83,30	0,76
8.8.2018	5	83,30	10:00	10:36	0:36:00	84,02	0,72
9.8.2018	4	84,02	8:00	8:28	0:28:00	84,59	0,57
13.8.2018	7	84,59	9:00	9:50	0:50:00	85,36	0,76
18.8.2018	7	85,36	9:40	10:30	0:50:00	86,26	0,90
20.8.2018	7	86,26	9:52	10:42	0:50:00	87,36	1,10
21.8.2018	3	87,36	9:30	9:51	0:21:00	87,62	0,26
24.8.2018	8	87,62	12:00	12:57	0:57:00	88,66	1,04
31.8.2018	6	88,66	7:30	8:13	0:43:00	89,50	0,84
6.9.2018	6	89,50	8:00	8:43	0:43:00	90,14	0,65
11.9.2018	4	90,14	8:00	8:28	0:28:00	90,64	0,50
14.9.2018	5	90,64	8:00	8:36	0:36:00	91,38	0,74
17.9.2018	5	91,38	8:00	8:36	0:36:00	91,91	0,53

PRILOGA D.5: VODNE BILANCE IN MODELIRANJE NAMAKANJA

Preglednica D.5.1: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za kapljično namakanje češnje (lokacija Bilje, leto 2017).

Rastlina	Češnja (REGINA)			
Tla	tla Bilje (TriN)			
Lokacija	Bilje SC 2017 (TriN)			
Leto	2017			
Fenofaza	zaporedna	datum nastopa	kc	d
prvi listi	1	6.4.2017	0.8	30
začetek cvetenja	2	8.4.2017	0.8	30

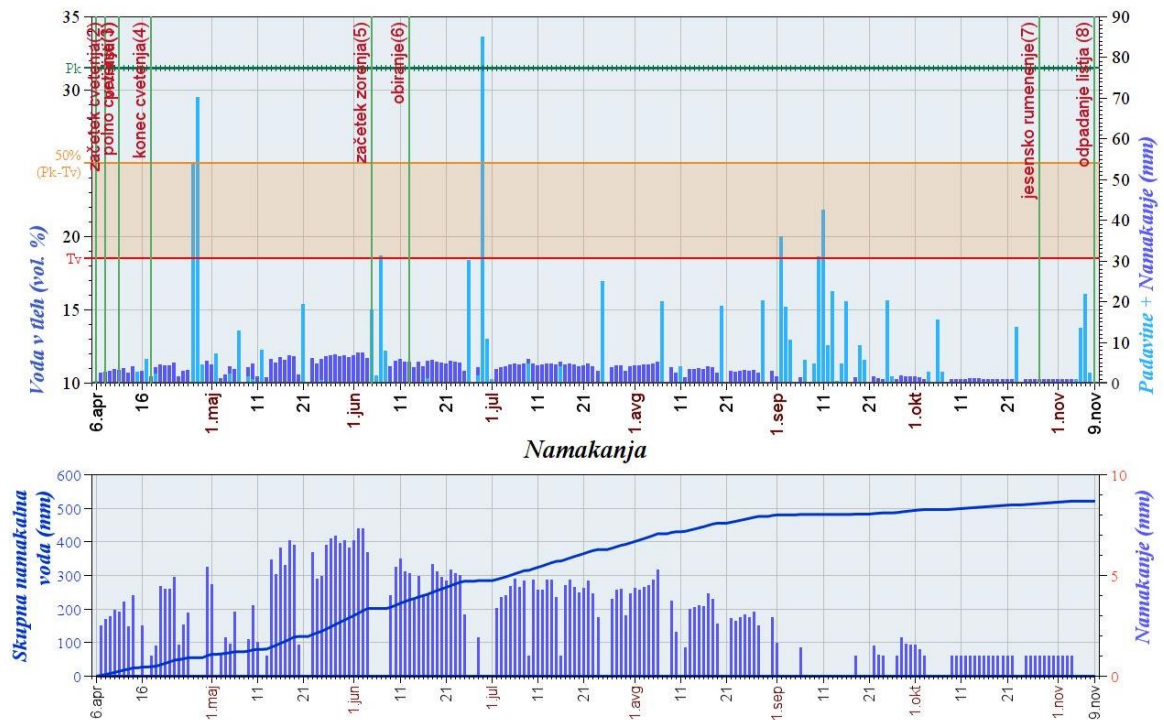
Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri". Raziskovalni projekt V4-1609 – Natančnost napovedovanja namakanja (TriN). Končno poročilo za obdobje od 1. 10. 2016 do 31. 1. 2019

polno cvetenje	3	11.4.2017	0.8	30
konec cvetenja	4	18.4.2017	1.2	30
začetek zorenja	5	5.6.2017	1.2	30
obiranje	6	13.6.2017	0.85	30
jesensko rumenenje	7	28.10.2017	0.5	30
odpadanje listja	8	9.11.2017	0.2	30

Vegetacija se začne 2017-04-06 in traja do 2017-11-09 skupaj 218 dni. V tem obdobju je vsota RR 801 mm in vsota ETP 825 mm. Rastlina je porabila 701 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode. Namakano je bilo 156 krat v skupni količini 521.2 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 05. 11. 2017)

Datum	rr (mm)	etp (mm)	etr (mm)	namakanje (mm)
5.11.2017	0.8	1.4	0.4	0
6.11.2017	13.5	1.2	0.3	0
7.11.2017	21.8	1.6	0.4	0
8.11.2017	2.5	0.9	0.2	0
9.11.2017	0.1	0.9	0.2	0



Slika D.5.1: Vodna bilanca 06.04. - 09.11.2017, Bilje SC 2017 (TriN) češnja (Regina), tla Bilje (TriN)

Preglednica D.5.2: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za kapljično namakanje češnje (lokacija Bilje, leto 2018).

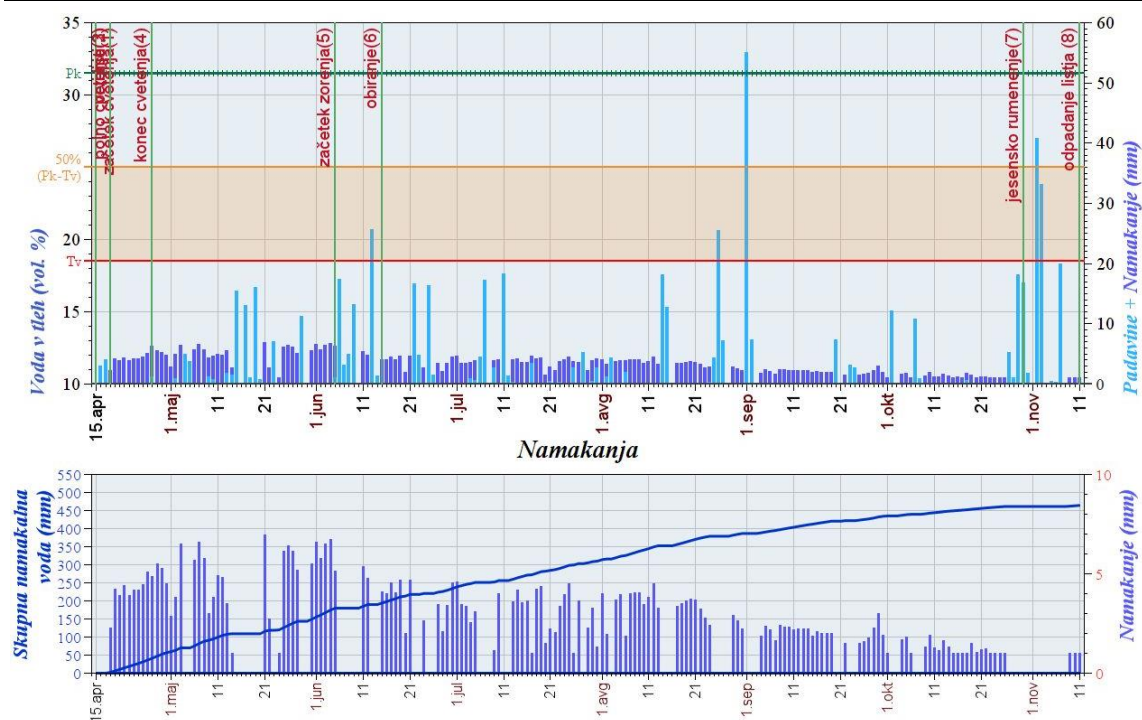
Rastlina	Češnja (REGINA)			
Tla	tla Bilje (Trin)			
Lokacija	Bilje SC 2018 (TriN)			
Leto	2018			
Faza	zaporedna	datum	kc	d
začetek cvetenja	1	15. 04. 2018	0.8	30
prvi listi	2	18. 04. 2018	0.8	30
polno cvetenje	3	18. 04. 2018	0.8	30
konec cvetenja	4	27. 04. 2018	1.2	30
začetek zorenja	5	05. 06. 2018	1.2	30

obiranje	6	15. 06. 2018	0.85	30
jesensko rumenenje	7	30. 10. 2018	0.5	30
odpadanje listja	8	11. 11. 2018	0.2	30

Vegetacija se začne 2018-04-15 in traja do 2018-11-11 skupaj 211 dni. V tem obdobju je vsota RR 574 mm in vsota ETP 790 mm. Rastlina je porabila 660 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode. Namakano je bilo 148 krat v skupni količini 464.2 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 07. 11. 2018)

Datum	rr [mm]	etp [mm]	etr [mm]	namakanje [mm]
2018-11-07	19.9	0.9	0.3	0.0
2018-11-08		0.8	0.2	0.0
2018-11-09	0.1	0.9	0.2	1.0
2018-11-10	0.1	0.6	0.1	1.0
2018-11-11		0.6	0.1	1.0



Slika D.5.2: Vodna bilanca 15.04. - 11.11.2018, Bilje SC 2017 (TriN) češnja (Regina), tla Bilje (TriN)

E OLJKA**PRILOGA E.1: OBČUTLJIVOST OLJKE NA SUŠNI STRES PO FENOFAZAH BBCH**

Preglednica E.1: občutljivost oljke na sušni stres po fenofazah bbch

BBCH	Opis fenofaze	Vpliv sušnega stresa
0	Razvoj brstov	Zmanjšano število brstov (Orgaz in sod., 2017)
1	Razvoj listov	/
3	Razvoj poganjkov	Zmanjšana rast poganjkov in zmanjšano število cvetov v naslednjem letu (Orgaz in sod., 2017).
5	Razvoj socvetij	Sušni stres, ki se pojavi v času razvoja socvetij, lahko močno vpliva na pravilni razvoj cvetov (Rapoport in sod., 2012).
6	Cvetenje	Pomanjkanje vode v fazi cvetenja pa ovira odpiranje cvetnih brstov, kar zmanjšuje možnost opravevanja in oplodnje (Gucci in sod., 2012).*
7	Razvoj plodov	Sušni stres povečana izmenično rodnosti. Zmanjša velikost plodov (manjše število celic/plod; manjše velikost celic)
8	Zrelost plodov	Zmanjša količino olja/plod (Orgaz in sod., 2017)** Zmanjša količino olja/plod (Orgaz in sod., 2017)**

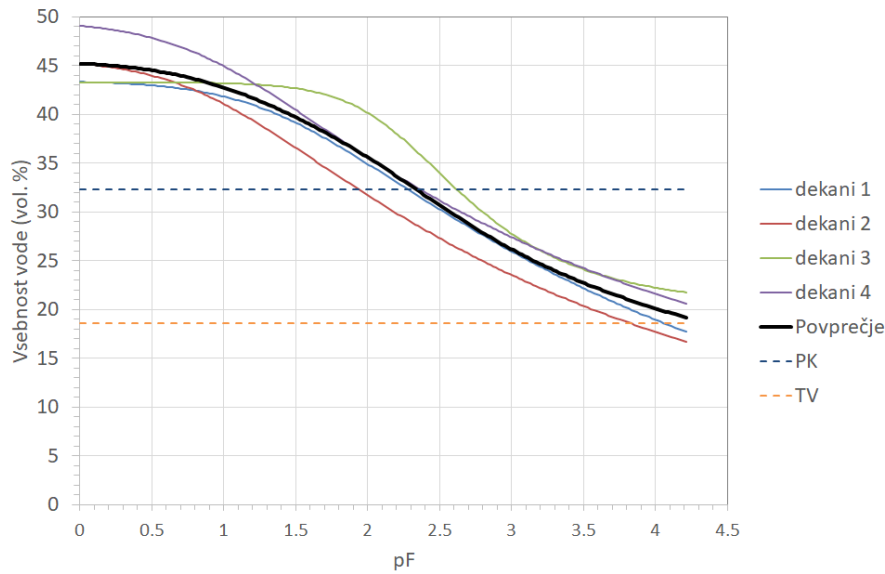
*Sušni stres, ki se pojavi v času razvoja socvetij, lahko močno vpliva na pravilni razvoj cvetov (Rapoport in sod., 2012). Pomanjkanje vode v fazi cvetenja pa ovira odpiranje cvetnih brstov, kar zmanjšuje možnost opravevanja in oplodnje. Gucci in sod. (2012) poročajo, da sta v letih, ko so v zimskih mesecih padavine omejene, procesa cvetenja in oplodnje pri oljkah, gojenih pod naravnim vodnim režimom, zelo občutljiva na vodni primanjkljaj.

**Res je, da se, če je oljka v času akumulacije olja (od sredine avgusta do konca oktobra) izpostavljena močnemu sušnemu stresu, delež olja na suho snov v času obiranja pridelka zmanjša, vendar ima lahko zmeren sušni stres obraten učinek (Gucci in sod., 2012). Nekateri avtorji celo poročajo, da je koncentracija olja pri oljkah, ki so izpostavljene zmernemu sušnemu stresu, večja kot pri oljkah, ki so optimalno oskrbovane z vodo in sušnemu stresu niso izpostavljene.

PRILOGA E.2 LASTNOSTI TAL V OLJČNIKU V DEKANIH

Preglednica E.2.1: Podatki o tleh v oljčniku v Dekanih

Horizont	Globina [cm]	Pesek [%]	Melj [%]	Glina [%]	Tekstura [razred]	pH v CaCl ₂	Ogljik [%]
Ah	0-2	31.7	43.5	24.8	I	7.0	10.4
P1	2-24	29.3	42.1	28.6	GI	7.4	1.8
P2	24-51	28.7	43.4	27.9	GI-I	7.4	1.3
P3	51-74	32.3	38.2	29.5	GI	7.6	0.9



Slika E.2.1: Krivulja vodno zadrževalnih lastnosti tal za oljčnik v Dekanih ($45^{\circ}32'38''N$, $13^{\circ}48'37''E$) z označeno poljsko kapaciteto (PK) in točko venenja (TV).

PRILOGA E.3: PODATKI O PADAVINAH ZA METEOROLOŠKO PORTOROŽ - LETALIŠČE

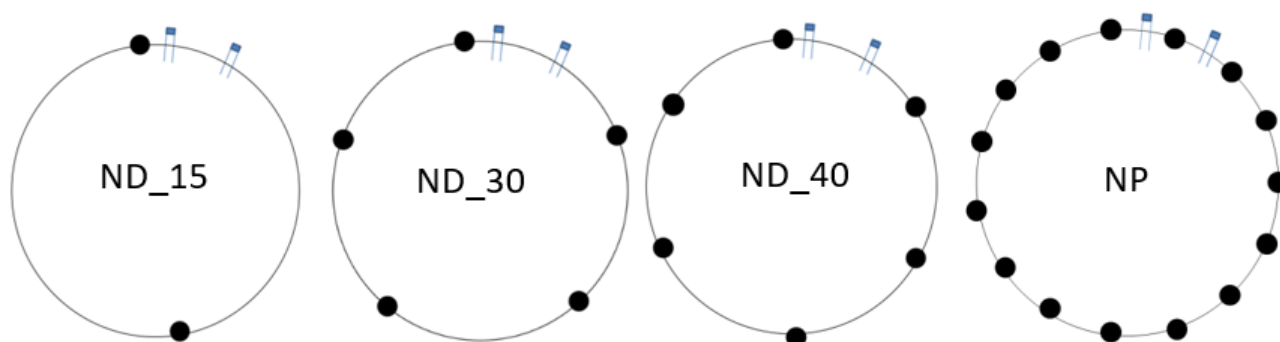
Preglednica E.3: Mesečne padavine med vegetacijo oljke za lokacijo Portorož - Letališče: povprečne mesečne padavine (mm) v obdobju 1971–2000 in mesečne padavine (mm) v letih 2017 in 2018.

	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Skupaj
1971 – 2000	65	69	86	58	78	124	479
2017	73	40	52	31	38	250	483
2018	28	62	78	36	110	47	361

PRILOGA E.4: NAMAKALNI SISTEM V OLJČNIKU V DEKANIH ZA POSKUS V PROJEKTU TriN, POTEK NAMAKANJA IN PORABA VODE

Tehnični opis namakalnega sistema v nasadu oljk v Dekanih

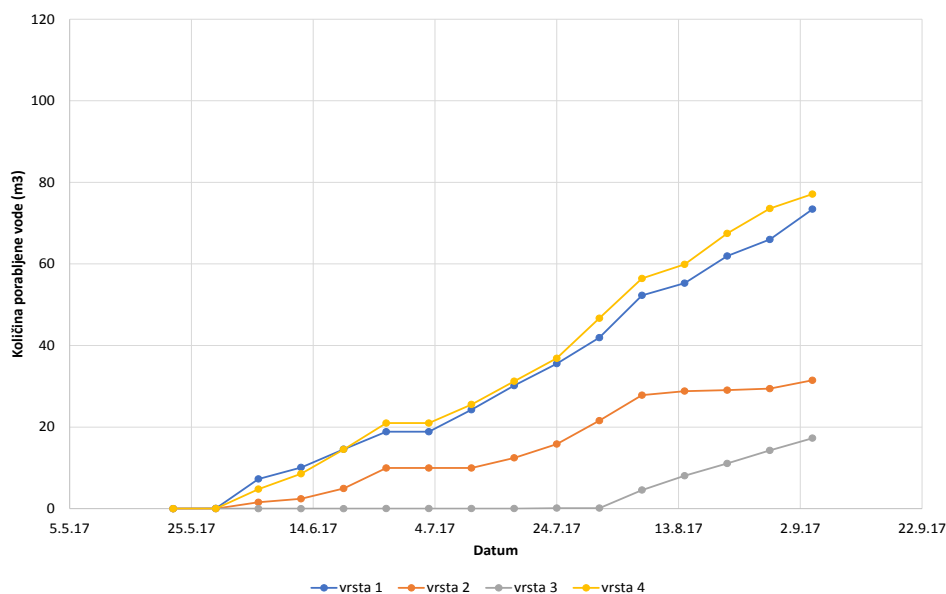
Za namakanje poskusnih površin smo uporabili vodo za kmetijske namene iz javnega vodovodnega omrežja. Da bi za posamezni namakalni režim zagotovili različne količine aplicirane vode, smo posameznim drevesom v izbranem namakalnem režimu namestili različno število tlačno kompenzacijskih kapljačev (ND_15 – 2 kapljača/drevo; ND_33 – 5 kapljačev/drevo; ND_40 – 6 kapljačev/drevo; NP – 15 kapljačev/drevo) (Slika E.4.1) s pretokom oz. kapaciteto kapljača 2 L/uro. Ventili za proženje namakanja so bili uravnani s trenutno VV (V1 in V4 spodnja terasa, V2 in V3 zgornja terasa, ki je bila spremljana s pomočjo sond Time Domain Reflectometry (TDR) pri namakalnem režimu NP (Slika E.4.1).



Slika E.4.1: Shematski prikaz postavitev kapljačev (črne pike) na drevo pri posameznih režimih namakanja s po dvema vgrajenima sondama TDR – Time Domain Reflectometry - za merjenje volumnske vsebnosti vode v tleh v nasadu oljk v Dekanih. ND = namakanje deficitno; NP = namakanje polno; 15, 33, 40 = odstotek zagotavljanja potencialne evapotranspiracije pri ND.

Poraba vode

Namakalni sistem se je prožil avtomatsko, ko je količina vode v tleh padla pod 26 vol% in se izklopilo pri 28 vol %. Vodomeri so beležili količino porabljene vode skupno za celo vrsto. Največja poraba vode za namakanje oljk v letu 2017 je bila v vrsti 4, najmanjša pa v vrsti 3 (Slika E.4.2). Odčitano količino vode na ventilu smo proporcionalno razdelili po posameznih namakalnih režimih, ob tem smo predpostavljali, da je bil dejanski pretok vseh kapljačev izenačen. Izračunali smo povprečje med bloki za posamezno obravnavanje in v nadaljevanju naredili preračun porabe vode na ha ob upoštevanju gostote sajenja 300 dreves/ha. Preračunana poraba vode za namakanje. Na ta način smo dobili v letu 2017 naslednjo porabo vode po obravnavanjih: ND_15 262 m³/ha, ND_33 656 m³/ha; ND_40 787 m³/ha in NP 1968 m³/ha.



Slika E.4.2: Poraba vode (m³) za namakanje oljk v letu 2017 na lokaciji Dekani.

PRILOGA E.5: VODNE BILANCE IN MODELIRANJE NAMAKANJA

Opomba: Meteorološki podatki so s postaje Portorož-letališče

Preglednica E.5.1: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za kapljično namakanje oljk (lokacija Dekani, leto 2017).

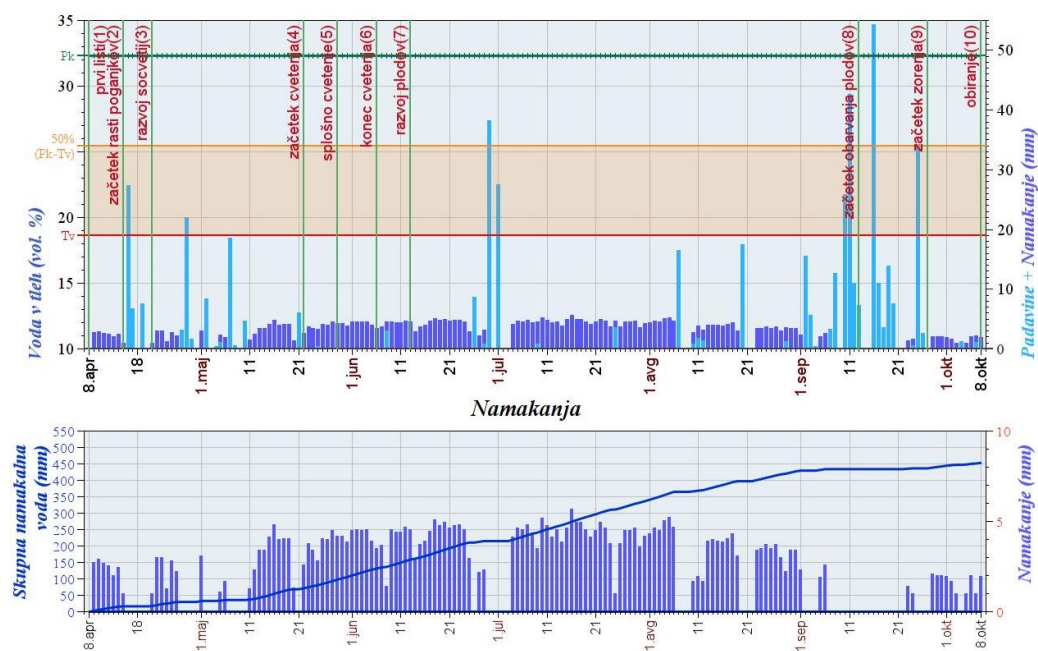
rastlina Oljka (ISTRSKA BELICA)					
tla tla Dekani (Trin)					
lokacija Dekani 2017 (TriN)					
leto 2017					
faza	zaporedna	datum	kc	d	
prvi listi	1	08. 04. 2017	0.65	60	
začetek rasti poganjkov	2	15. 04. 2017	0.65	60	
razvoj socvetij	3	21. 04. 2017	0.7	60	
začetek cvetenja	4	22. 05. 2017	0.7	60	
splošno cvetenje	5	29. 05. 2017	0.7	60	
konec cvetenja	6	06. 06. 2017	0.7	60	
razvoj plodov	7	13. 06. 2017	0.7	60	
začetek obarvanja plodov	8	13. 09. 2017	0.7	60	
začetek zorenja	9	27. 09. 2017	0.65	60	
obiranje	10	08. 10. 2017	0.65	60	

Vegetacija se začne 2017-04-08 in traja do 2017-10-08 skupaj 184 dni. V tem obdobju je vsota RR 488 mm in vsota ETP 881 mm. Rastlina je porabila 612 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode.

Namakano je bilo 131 krat v skupni količini 453.2 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 04. 10. 2017)

Datum	rr [mm]	etp [mm]	etr [mm]	namakanje [mm]
2017-10-04	1.3	1.9	1.2	0.0
2017-10-05		1.5	1	1.0
2017-10-06		3.1	2	2.0
2017-10-07	1.2	2.5	1.6	1.0
2017-10-08		3	2	1.9



Slika E.5.1: Vodna bilanca 08.04. - 08.10.2017, Dekani 2017 (TriN) oljka (Istrska Belica), tla Dekani (TriN)

Preglednica E.5.2: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za kapljično namakanje oljk (lokacija Dekani, leto 2018).

rastlina Oljka (ISTRSKA BELICA)
tla tla Dekani (Trin)
lokacija Dekani 2018 (TriN)
leto 2018

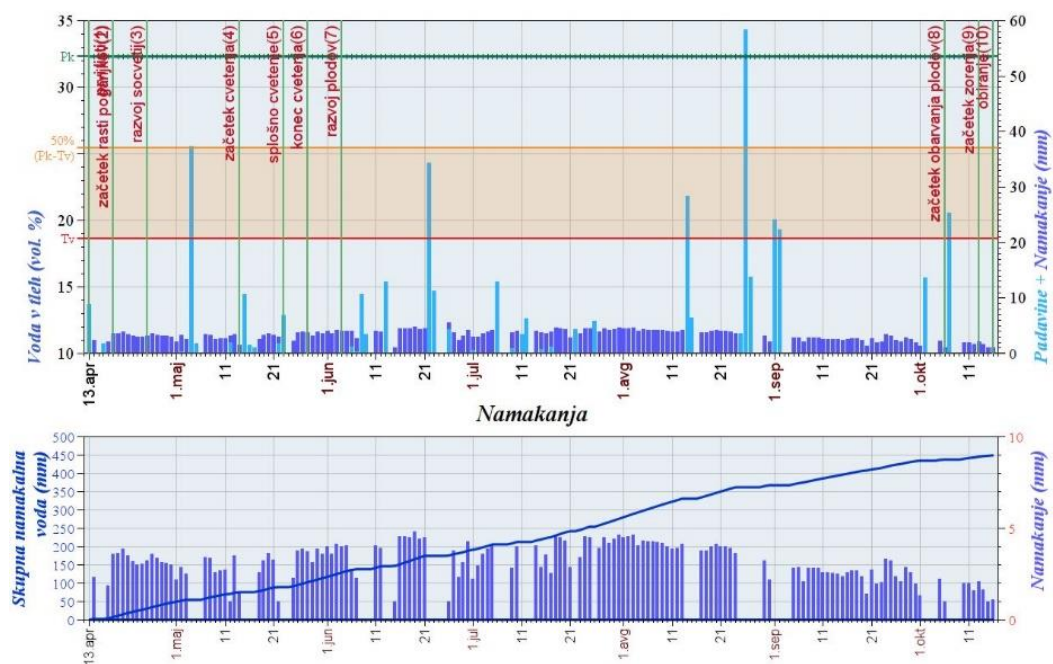
Faza	zaporedna	datum	kc	d
prvi listi	1	13. 04. 2018	0.65	60
začetek rasti poganjkov	2	18. 04. 2018	0.65	60
razvoj socvetij	3	25. 04. 2018	0.7	60
začetek cvetenja	4	14. 05. 2018	0.7	60
splošno cvetenje	5	23. 05. 2018	0.7	60
konec cvetenja	6	28. 05. 2018	0.7	60
razvoj plodov	7	04. 06. 2018	0.7	60
začetek obarvanja plodov	8	06. 10. 2018	0.7	60
začetek zorenja	9	13. 10. 2018	0.65	60
obiranje	10	16. 10. 2018	0.65	60

Vegetacija se začne 2018-04-13 in traja do 2018-10-16 skupaj 187 dni. V tem obdobju je vsota RR 387 mm in vsota ETP 859 mm. Rastlina je porabila 598 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode.

Namakano je bilo 141 krat v skupni količini 449.2 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 12. 10. 2018)

Datum	rr [mm]	etp [mm]	etr [mm]	namakanje [mm]
2018-10-12		2.4	1.6	1.6
2018-10-13		3.2	2.1	2.1
2018-10-14		2.5	1.6	1.6
2018-10-15		1.5	1	1.0
2018-10-16		1.7	1.1	1.1



Slika E.5.2: Vodna bilanca 13.04. - 16.10.2018, Dekani 2017 (TriN) oljka (Istrska Belica), tla Dekani (TriN)

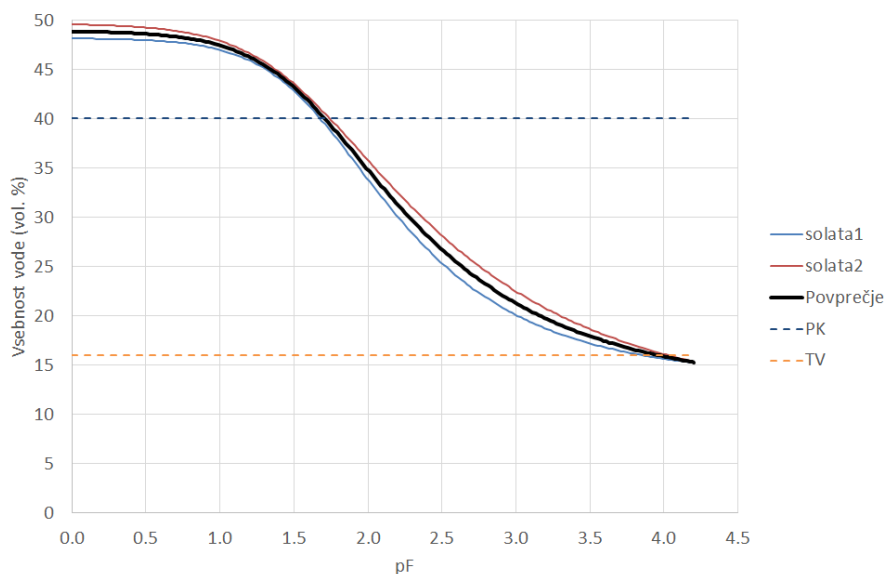
F SOLATA**PRILOGA F.1: OBČUTLJIVOST SOLATE NA SUŠNI STRES PO FENOFAZAH BBCH**

Preglednica F.1: Oznake fenofaz po BBCH

0	1	3	5	7	9				
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19
4	41	42	43	44	45	46	47	48	49

Legenda: oznaka občutljivosti

majhna	srednja	velika
--------	---------	--------

PRILOGA F.2: KRIVULJA VODOZDRŽEVALNIH LASTNOSTI TAL NA NJIVI V DOGOŠAH (MARIBOR)

Slika F.2.1: Krivulja vodno zadrževalnih lastnosti tal (distrični ranker na nekarbonatnem produ) na kmetiji Horvat (Dogoše, Maribor) z označeno poljsko kapaciteto (PK) in točko venenja (TV).

PRILOGA F.3: PODATKI O PADAVINAH ZA METEOROLOŠKO POSTAJO MARIBOR LETALIŠČE

Preglednica F.3: Mesečne padavine med vegetacijo solate za lokacijo Maribor Letališče: povprečne mesečne padavine (mm) v obdobju 1971–2000 in mesečne padavine (mm) v letih 2017 in 2018.

	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Skupaj
1971 – 2000	73	91	119	115	122	103	623
2017	76	26	115	93	97	190	598
2018	67	221	109	81	93	49	619

PRILOGA F.4: NAMAČALNI SISTEM NA NJIVI V DOGOŠAH (MARIBOR) NA LOKACIJI POSKUSA ZA PROJEKT TriN, POTEK NAMAČANJA IN PORABA VODE

Namakanje pri kmetovi praksi in po navodilih ARSO je bilo z mikrorazpršilci. Pritisk črpalke je bil 3 - 4 bar. Količino vode smo merili z dežmeri, namakaje je trajalo toliko časa, da je bilo v dežemeru 15 mm, nato smo sistem zaprli.

PRILOGA F.5 VODNE BILANCE IN MODELIRANJE NAMAKANJA

Preglednica F.5.1: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za namakanje solate z mikrorazpršilci (lokacija Dogoše, Maribor, leto 2017).

Rastlina	Solata
Tla	distričen ranker - nekarbonatni prod
Lokacija	Maribor 2017 (TriN)
Leto	2017

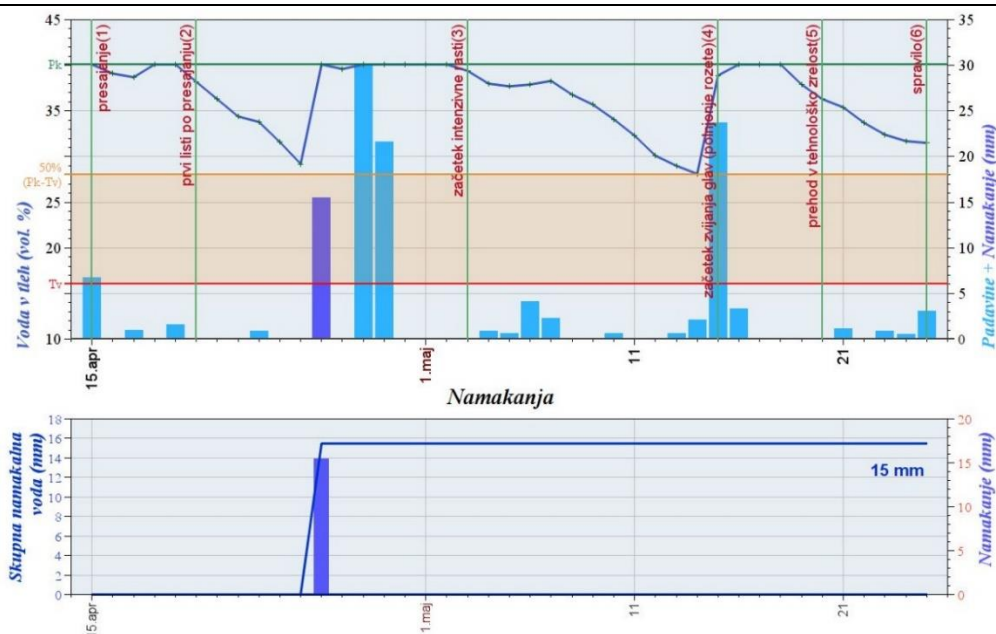
Faza	zaporedna	datum	kc	d
presajanje	1	15. 04. 2017	0.4	8
prvi listi po presajanju	2	20. 04. 2017	0.7	10
začetek intenzivne rasti	3	03. 05. 2017	0.8	15
začetek zvijanja glav (polnjenje rozete)	4	15. 05. 2017	1.1	
prehod v tehnološko zrelost	5	20. 05. 2017	0.95	25
spravilo	6	25. 05. 2017	0.9	25

Vegetacija se začne 2017-04-15 in traja do 2017-05-25 skupaj 41 dni. V tem obdobju je vsota RR 106 mm in vsota ETP 122 mm. Rastlina je porabila 106 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode.

Namakano je bilo 1 krat v skupni količini 15.5 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 21. 05. 2017)

Datum	rr [mm]	etp [mm]	etr [mm]	namakanje [mm]
2017-05-21	1.1	3.5	3.3	0.0
2017-05-22		4.6	4.3	0.0
2017-05-23	0.9	4.5	4.1	0.0
2017-05-24	0.5	2.5	2.3	0.0
2017-05-25	3.1	3.9	3.5	0.0



Slika F.5.1: Vodna bilanca 15.04. - 25.05.2017, Maribor (TriN) Solata, distričen ranker- nekarbonatni prod

Preglednica F.5.2: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za namakanje solate z mikrorazpršilci (lokacija Dogoše, Maribor, leto 2018).

Rastlina Solata
Tla distričen ranker - nekarbonatni prod
Lokacija Maribor 2018 (TriN)
Leto 2018

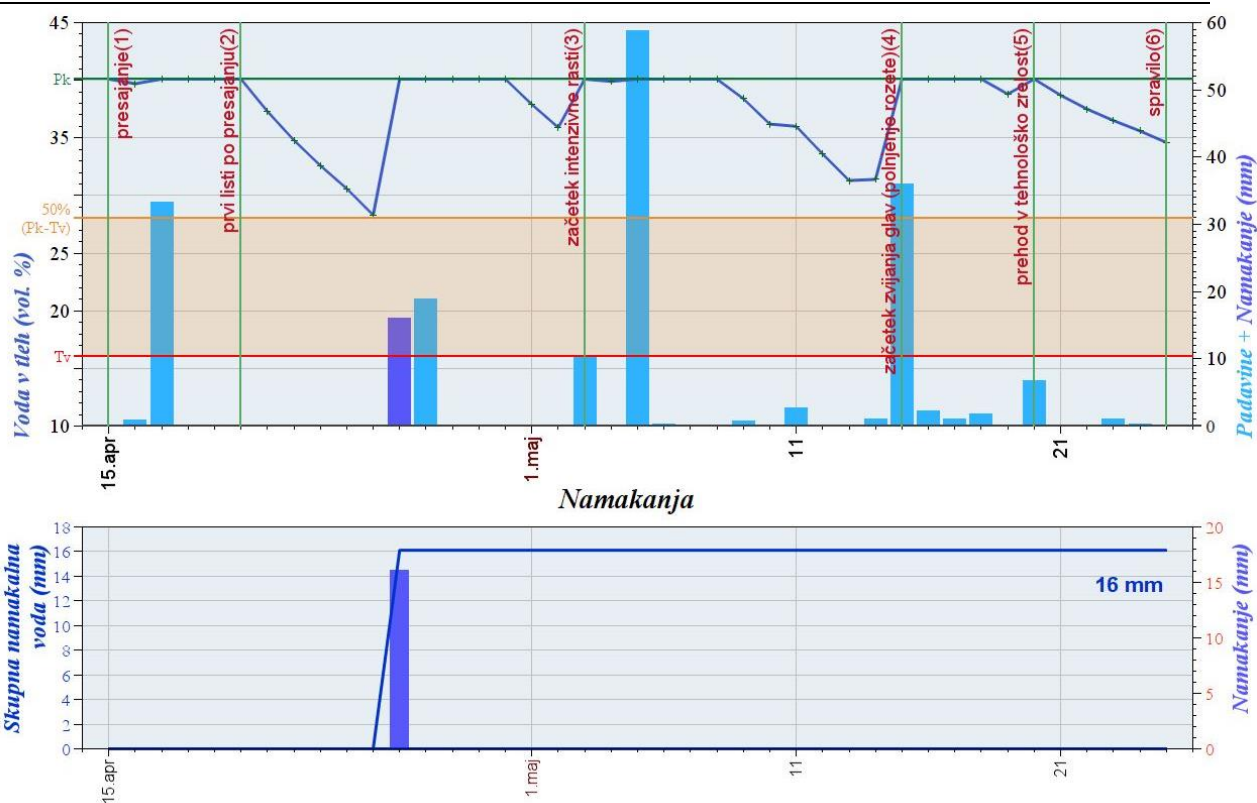
Faza	zaporedna	datum	kc	d
presajanje	1	15. 04. 2018	0.4	8
prvi listi po presajanju	2	20. 04. 2018	0.7	10
začetek intenzivne rasti	3	03. 05. 2018	0.8	
začetek zvijanja glav (polnjenje rozete)	4	15. 05. 2018	1.1	20
prehod v tehnološko zrelost	5	20. 05. 2018	0.95	25
spravilo	6	25. 05. 2018	0.9	25

Vegetacija se začne 2018-04-15 in traja do 2018-05-25 skupaj 41 dni. V tem obdobju je vsota RR 177 mm in vsota ETP 137 mm. Rastlina je porabila 114 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode.

Namakano je bilo 1 krat v skupni količini 16.1 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 21. 05. 2018)

Datum	rr [mm]	etp [mm]	etr [mm]	namakanje [mm]
2018-05-21	0.2	3.9	3.7	0.0
2018-05-22		3.3	3.1	0.0
2018-05-23	1	3.6	3.3	0.0
2018-05-24	0.3	2.9	2.6	0.0
2018-05-25	0.1	3.1	2.8	0.0



Slika F.5.2: Vodna bilanca 15.04. - 25.05.2018, Maribor (TriN) Solata, distričen ranker- nekarbonatni prod

G JABLANA**PRILOGA G.1: OBČUTLJIVOST JABLANE NA SUŠNI STRES PO FENOFAZAH BBCH**

Preglednica G.1: občutljivost jablane na sušni stres po fenofazah bbch

0	0	1	3	7	9				
1	10	11	15	19					
3	31	32	33	34	35	36	37	38	39
5	51	52	53	54	55	56	57	59	
6	60	61	62	63	64	65	67	69	
7	71	72	73	74	75	76	77	78	79
8	81	85	87	89					
9	91	92	93	95	97	99			

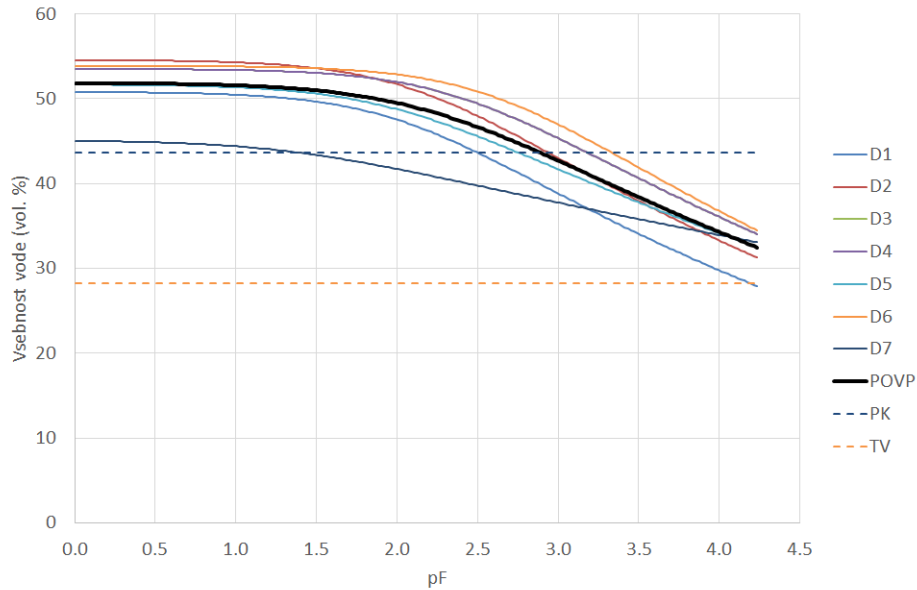
Legenda:

majhna	srednja	velika
--------	---------	--------

PRILOGA G.2: KRIVULJA VODOZDRŽEVALNIH LASTNOSTI TAL V SADJARSKEM CENTRU GAČNIK NA LOKACIJI POSKUSA ZA PROJEKT TriN

Preglednica G.2.1: Osnovne značilnosti tal za namakanje na treh mestih (zgoraj, sredini spodaj v vrsti) glede na nagib terena.

	NAMAKANO			NENAMAKANO		
Nagib	višje ležeča vrsta					
Globina tal (cm)	0-5	5-15-	15-30	0-5	5-15-	15-30
Prod in kamen (> 2000 µm)	0	0	0	0	0	0
Skupaj pesek (53-2000 µm)	2,2	2,7	2,2	2,6	2,5	2,7
Grob melj (20-53 µm)	17,6	15,6	16,9	16,0	11,5	10,3
Fini melj (2-20 µm)	35,7	33,2	34,7	36,4	36,6	37,6
Glina (<2 µm)	44,5	48,5	46,2	45,0	49,4	49,5
pH (voda)	8,1	8,25	8,4	8,0	8,1	8,3
Nagib	sredina vrste					
Globina tal (cm)	0-5	5-15-	15-30	0-5	5-15-	15-30
Prod in kamen (> 2000 µm)	0	0	0	0	0	0
Skupaj pesek (53-2000 µm)	2,1	1,8	1,8	2,3	2,0	4,9
Grob melj (20-53 µm)	26	15,4	17,7	19,0	19,0	28,2
Fini melj (2-20 µm)	26,2	33,7	30,3	30,9	28,7	21,6
Glina (<2 µm)	45,7	49,1	50,3	47,8	50,4	45,3
pH (voda)	8,2	8,2	8,2	8,1	8,1	8,1
Nagib	padajoči del vrste					
Globina tal (cm)	0-5	5-15-	15-30	0-5	5-15-	15-30
Prod in kamen (> 2000 µm)	0	1,2	10,1	1	0	0
Skupaj pesek (53-2000 µm)	3,0	2,6	3,7	3,3	3,2	1,8
Grob melj (20-53 µm)	15,4	14,4	16,6	16,5	17,7	27,7
Fini melj (2-20 µm)	33,4	36,1	32,1	32,9	32,3	28,4
Glina (<2 µm)	48,2	46,9	47,7	47,3	46,7	42,1
pH (voda)	8,2	8,2	8,0	8,0	8,1	8,1



Slika G.2.1: Krivulje vodnozadrževalnih lastnosti tal v nasadu jablan v Sadjarskem centru Gačnik z označeno poljsko kapaciteto (PK) in točko venenja (TV)

PRILOGA G.3: MESEČNE PADAVINE V SADJARSKEM CENTRU GAČNIK

Preglednica G.3: Mesečne padavine med vegetacijo jablane za lokacijo Gačnik: povprečne mesečne padavine (mm) v obdobju 2009–2018 in mesečne padavine (mm) v letih 2017 in 2018.

	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Skupaj
2009 – 2018	55	122	108	107	117	125	634
2017	65	44	67	69	78	163	486
2018	69	141	79	101	88	63	540

PRILOGA G.4: NAMAČALNI SISTEM V SADJARSKEM CENTRU GAČNIK ZA PROJEKT TriN, POTEK NAMAČANJA IN PORABA VODE

Opis namakalnega sistema

Vodo za namakanje nasadov v Sadjarskem centru Gačnik uporabljamo iz obstoječe akumulacije v katero se zbira vsa površinska ter meteorna voda. Voda do nasada pride po glavnih ceveh nato pa se razdeli na sekundarni del opreme – cevi ki imajo ob vsakem drevesu nameščen kapljač. Kapljači uravnajo pritisk tako, da je dovod vode nenehno pod enakomernim pritiskom med 150-400 kPa.

Za vsako obravnavanje smo pripravili odcep z ventili in merilci pretoka vode (Maddalena CD SD PLUS 1/2"). Ventil je omogočal odpiranje in zapiranje dotoka vode za posamezno obravnavanje. Števec porabe vode je prikazoval kumulativno porabo vode za posamezno obravnavanje. Zapisovali smo odčitke števca pred začetkom namakanjem in po koncu namakalne sezone. Tlačni regulator je zagotavljal za vsako vejo namakanja (obravnavanje) konstanten tlak 100 kPa in s tem konstanten pretok vode preko kapljačev. Cevi imamo nameščene na obeh obravnavanih vrstah po žici, voda kaplja z višine 0,5m ob vsakem drevesu.

Namakanje v letu 2017 je potekalo brez vodenja z modelom, saj je oprema bila nameščena konec namakalne sezone. V letu 2018 ja na lokaciji Gačnik potekalo namakanje v omejenem obsegu zaradi tehnične težave z elektroniko namakalne opreme.

Izračun trajanja namakanja

Trajanje namakanja smo določili na podlagi pretoka vode za posamezno obravnavanje. Za pretok vode smo upoštevali povprečni dejanski – izmerjeni pretok vode in ne teoretični pretok preko kapljačev. V našem primeru je skozi en kapljač v eni uri pretok vode 2 l/ drevo. Pretok 1 kapljača v obravnavanju deficitnega namakanja je 1,37 l/drevo. Pretok vode smo uravnavali za vse 3 ponovitve istočasno, zato smo za izračun upoštevali število dreves na obravnavanje. V letu 2017 je bilo zaradi zamud pri vzpostavitvi poskusa namakano kot običajno, zato napovedi ARSO v letu 2017 niso bile upoštevane.

V letu 2017 smo namakali brez upoštevanja napovedi namakanje preko sistema ARSO, saj vzpostavitev opreme za našo lokacijo še ni bila vzpostavljena.

V letu 2018 smo namakanje izvajali glede na razmerje padavine in napoved. V tem primeru nismo upoštevali dosledno napoved preko ARSO modela, smo pa redno poročali o fenofazah.

Količino vode smo dodajali v litrih na drevo in ne na m², saj z tlačno kompezacijskim membranskim kapljačem ciljamo direktno na drevo.

Preglednica 4.1: Količina porabljene vode za namakanje v letu 2018 na sorti Gala in Diwa

Kkoličina dodane vode (l/ drevo)		
datum	deficitno	polno
31.05.2018	1,37	2
1.06.2018	1,57	2,3
2.06.2018	2,05	3
3.06.2018	1,37	2
4.06.2018	1,37	2
6.06.2018	2,05	3
7.06.2018	2,05	3
10.06.2018	2,05	3
11.06.2018	2,05	3
12.06.2018	2,05	3
13.06.2018	2,05	3
14.06.2018	2,05	3
15.06.2018	2,05	3
18.06.2018	2,05	3
19.06.2018	2,05	3
20.06.2018	2,05	3
21.06.2018	2,05	3
23.06.2018	2,05	3
26.06.2018	2,05	3
27.06.2018	2,05	3
16.07.2018	2,05	3
17.07.2018	2,05	3
18.07.2018	2,05	3
19.07.2018	2,05	3
20.07.2018	2,05	3
21.07.2018	2,05	3
22.07.2018	2,05	3

23.07.2018	2,05	3
24.07.2018	1,37	2
26.07.2018	1,37	2
27.07.2018	2,05	3
28.07.2018	2,05	3
29.07.2018	2,05	3
30.07.2018	2,05	3
31.07.2018	2,05	3
1.08.2018	2,05	3
5.08.2018	1,37	2
6.08.2018	1,37	2
7.08.2018	1,37	2
Skupaj l/hrevo	74,03	108,3

Izračun vsote dodane vode nam pove, da smo v vegetacijskem obdobju od začetka namakanja 31.5.2018 pa vse do 7.8.2018 za namakanje v obravnavanju polnega 100% nadomeščanja izgube vode na drevo dodali 108,3 l vode. Pri obravnavanju deficitnega namakanja pa smo dodali na drevo 74,03 l vode na drevo. Na posamezno obravnavanje pri 100% namakanju smo dodali skupno 541,5 l vode pri deficitnem namakanju pa 370,15 l vode. Takšni so rezultati preračunane vrednosti, ki pa se od dejanskega branja števecv nekoliko razlikujejo.

Števec za obravnavanje polnega namakanja 100% znaša na drevo 127,36 l/ drevo, pri deficitnem namakanje pa le 43,60 l/ drevo. Skupna količina dodane vode za obravnavanje polnega 100% namakanja na obravnavanje (5 dreves) znese 636,80 l, pri deficitnem pa 218 l. Pri preračunu ugotovimo kljub umerjanju da iztoki na kapljač niso natančni. Glede na preračun ugotovimo, da bi morali za dodajanje 2l vode / drevo imeti vključen namakalni sistem 63 minut. Pri deficitnem namakanju pa bi 68 minutah steklo 0,7 l vode/ drevo. Dejansko odstopanje je večje kot izračunano.

PRILOGA G.5: VODNE BILANCE IN MODELIRANJE NAMAKANJA

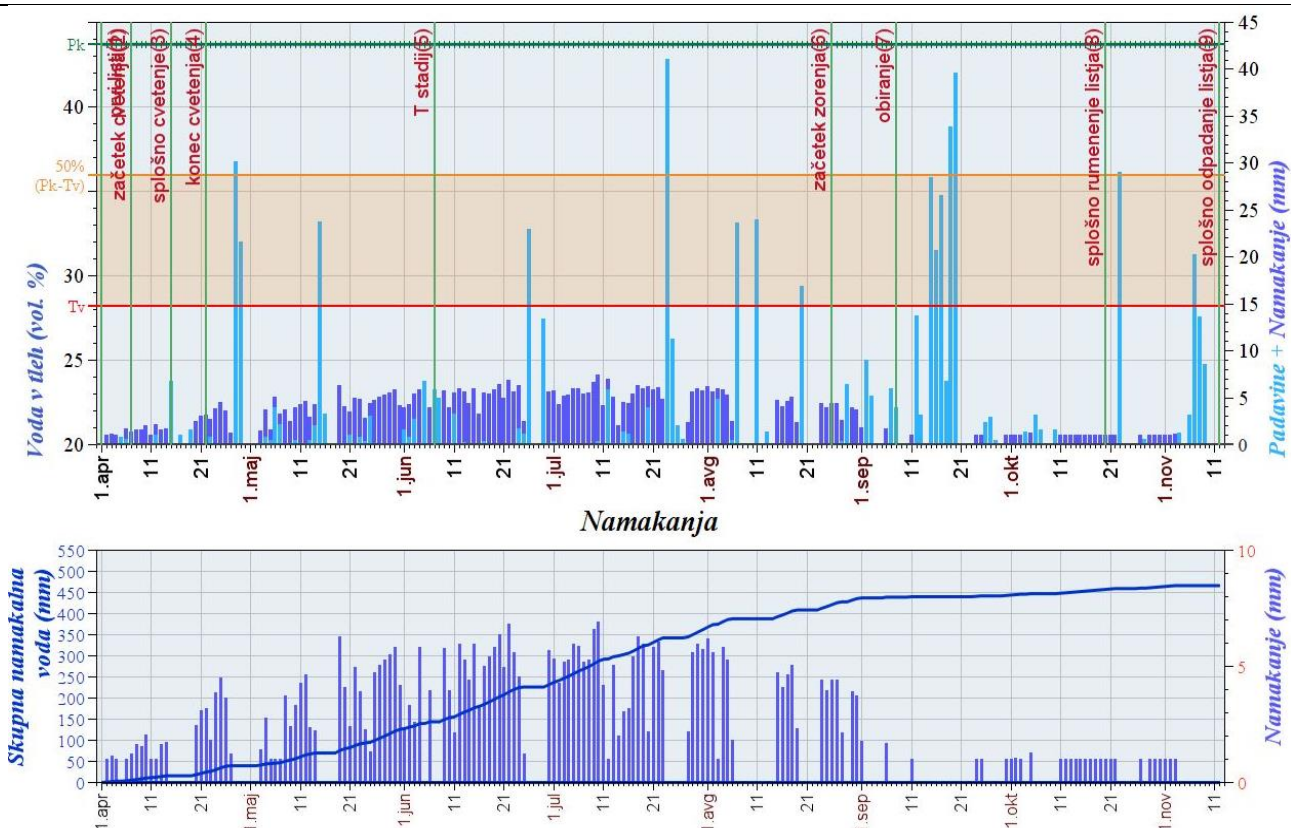
Preglednica G.5.1: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za kapljično namakanje jablane (lokacija Gačnik, leto 2017)

Rastlina tla lokacija leto	Jablana (GALA) tla Gačnik (Trin) Gačnik2017 (TriN) 2017			
Faza	zaporedna	datum	kc	d
prvi listi	1	01. 04. 2017	0.22	50
začetek cvetenja	2	07. 04. 2017	0.58	50
splošno cvetenje	3	15. 04. 2017	0.58	50
konec cvetenja	4	22. 04. 2017	1.1	50
T stadij	5	07. 06. 2017	1.1	50
začetek zorenja	6	26. 08. 2017	1.1	50
obiranje	7	08. 09. 2017	0.85	50
splošno rumenenje listja	8	20. 10. 2017	0.43	50
splošno odpadanje listja	9	12. 11. 2017	0.43	50

Vegetacija se začne 2017-04-01 in traja do 2017-11-12 skupaj 226 dni. V tem obdobju je vsota RR 609 mm in vsota ETP 690 mm. Rastlina je porabila 687 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode. Namakano je bilo 142 krat v skupni količini 466.2 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 08. 11. 2017)

datum	rr (mm)	etp (mm)	etr (mm)	namakanje (mm)
8.11.2017	13.6	0.4	0.2	0
9.11.2017	8.5	0.4	0.2	0
10.11.2017		0.5	0.2	0
11.11.2017	0.1	0.4	0.2	0
12.11.2017		0.5	0.2	0



Slika G.5.1: Vodna bilanca 01.04. – 12.11.2017, Gačnik 2017 (TriN) Jablana (Gala), tla Gačnik (TriN)

Preglednica G.5.2: Vodna bilanca tal izračunana s programom IRRFIB za kapljično namakanje jablane (lokacija Gačnik, leto 2018)

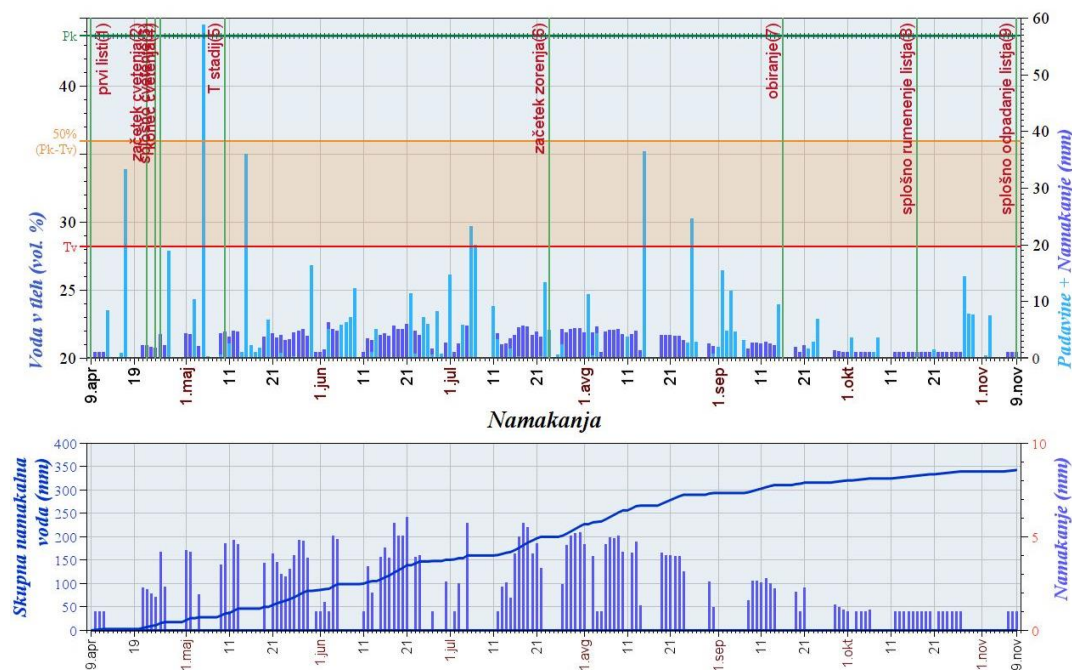
Rastlina	Jablana (GALA)			
Tla	tla Gačnik (Trin)			
Lokacija	Gačnik2018 (TriN)			
Leto	2018			
Faza	zaporedna	datum	kc	d
prvi listi	1	09. 04. 2018	0.22	50
začetek cvetenja	2	22. 04. 2018	0.58	50
splošno cvetenje	3	24. 04. 2018	0.58	50
konec cvetenja	4	25. 04. 2018	1.1	50
T stadij	5	10. 05. 2018	1.1	50
začetek zorenja	6	24. 07. 2018	1.1	50
obiranje	7	16. 09. 2018	0.85	50
splošno rumenenje listja	8	17. 10. 2018	0.43	50
splošno odpadanje listja	9	09. 11. 2018	0.43	50

Vegetacija se začne 2018-04-09 in traja do 2018-11-09 skupaj 215 dni. V tem obdobju je vsota RR 580 mm in vsota ETP 645 mm. Rastlina je porabila 618 litrov vode in bila v stresu 0 dni. Najdaljše obdobje v stresu je trajalo 0 dni, rastlini pa je v stresu manjkalo 0 litrov vode.

Namakano je bilo 122 krat v skupni količini 342.8 mm.

PODATKI PROGNOZE (na dan 05. 11. 2018)

Datum	rr [mm]	etp [mm]	etr [mm]	namakanje [mm]
2018-11-05		0.6	0.3	0.0
2018-11-06	0.1	0.5	0.2	0.0
2018-11-07		0.6	0.3	0.0
2018-11-08		0.4	0.2	0.0
2018-11-09		0.6	0.3	0.0



Slika G.5.2: Vodna bilanca 09.04. – 09.11.2018, Gačnik (TriN) Jablana (Gala), tla Gačnik (TriN)

H BIBLIOGRAFIJA

1. CVEJIĆ, Rozalija, ZUPANC, Vesna, GERMŠEK, Blaž, DOLNIČAR, Peter, PINTAR, Marina. Deficit irrigation and its potential for yield and potato quality in humid climates. V: BAVEC, Martina (ur.), BAVEC, Franc (ur.), GROBELNIK MLAKAR, Silva (ur.). Book of abstracts, VII South-Eastern Europe Symposium on Vegetables & Potatoes, June 20 - 23, 2017, Maribor, Slovenia. Maribor: University of Maribor Press; Pivola: Faculty of Agriculture and Life Sciences. 2017, str. 63. [COBISS.SI-ID 5299560]
2. DOLNIČAR, Peter. Namakanje krompirja : predavanje na skupščini Namakalne zadruga Dobrunje, Dobrunje, 4. marca 2017. [COBISS.SI-ID [5226344](#)]
3. DONIK PURGAJ, Biserka. Racionalno namakanje v nasadu jablan. Kmetovalec : strokovna kmetijska revija, ISSN 1318-4245, 2018, letn. 86, št. 3, str. 6-8, ilustr. [COBISS.SI-ID 4409644]
4. GODEŠA, Tone, KASTELEC, Damijana. TriN : Krompir (*Solanum tuberosum* L.) - delni rezultati (leto 2017) : predstavitev projekta: Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri": Natančnost napovedovanja namakanja : CRP TriN: obdobje izvajanja 2016-2018. [Ljubljana]: Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, 2018. 1 letak, ilustr. [COBISS.SI-ID [8945017](#)]
5. GREGORIČ Gregor, SUŠNIK Andreja, 2016. Operational irrigation forecasting service - example of collaboration between NHMS and regional agricultural advisory service. 16 EMS Annual Meeting & 11th European Conference on Applied Climatology (ECAC), 12.-16. September, Trieste, Italy
6. MIKLAVČIČ VIŠNJEVEC, Ana, VALENČIČ, Vasilij, HLADNIK, Teja, PODGORNIK, Maja, BANDELJ, Dunja, BARUCA ARBEITER, Alenka, BUČAR-MIKLAVČIČ, Milena, BEŠTER, Erika, VOLK, Saša, PINTAR, Marina, BUTINAR, Bojan, HLADNIK, Matjaž. Impact of weather conditions and drought stress on primary and secondary metabolites of olives from Slovenian Istria. V: Book of abstracts. Split: Institute for Adriatic Crops. 2016, str. 31. [COBISS.SI-ID [1538805956](#)]
7. MIKLAVČIČ VIŠNJEVEC, Ana, VALENČIČ, Vasilij, HLADNIK, Teja, PODGORNIK, Maja, BANDELJ, Dunja, HLADNIK, Matjaž, BARUCA ARBEITER, Alenka, BUČAR-MIKLAVČIČ, Milena, BEŠTER, Erika, VOLK, Saša, PINTAR, Marina, BUTINAR, Bojan. Impact of weather conditions and drought stress on primary and secondary metabolites of olives from Slovenian Istra. V: PERICA, Slavko (ur.). Proceedings of the VIIIth International Olive Symposium : Split, Croatia, October 10-14, 2016, (Acta horticulturae, ISSN 0567-7572, 1199). Leuven, Belgium: ISHS. 2018, str. 69-74, ilustr. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1199.11>, doi: [10.17660/ActaHortic.2018.1199.11](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1199.11). [COBISS.SI-ID [1540420036](#)]
8. MRZLIČ, Davor, USENIK, Valentina. Češnja (*Prunus avium* L.) : CRP TriN: obdobje izvajanja 2016-2018 : Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri": V4-1609 - Natančnost napovedovanja namakanja : delni rezultati. [Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo], 2018. 1 letak, ilustr. [COBISS.SI-ID [9027705](#)]
9. NAGLIČ, Boštjan, CVEJIĆ, Rozalija, PINTAR, Marina. Optimalno in deficitno kapljično namakanje hmelja : poster predstavljen na 55. seminarju o hmeljarstvu z mednarodno udeležbo, 7. februar 2018, Laško. 2018. [COBISS.SI-ID 912759]
10. NAGLIČ, Boštjan, CVEJIĆ, Rozalija, PINTAR, Marina. Vodenje namakanja hmelja (*Humulus lupulus* L.): pregled = Irrigation scheduling of hop (*Humulus lupulus* L.): a review. Hmeljarski bilten, ISSN 0350-0756. [Tiskana izd.], 2017, letn. 24, str. 28-41, ilustr. [COBISS.SI-ID 8902009]
11. PINTAR, Marina, PODGORNIK, Maja. Infrastructure unit for irrigation of olive orchard in Slovenia. V: WIRE: Water & Irrigated agriculture Resilient Europe : project and demo sites. [S. l.: s. n. 2016], str. 58, ilustr. http://www.eip-water.eu/sites/default/files/WIRE_demo%20sites.pdf#overlay-context=WIRE. [COBISS.SI-ID [8539513](#)]

12. PINTAR, Marina, ZUPANC, Vesna (urednik), CVEJIĆ, Rozalija (urednik). CRP TriN: obdobje izvajanja 2016-2018 : Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri": V4-1609 - Natančnost napovedovanja namakanja : predstavitev projekta. [Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo], 2018. 1 letak, ilustr. [COBISS.SI-ID 9010041]
13. PINTAR, Marina, ZUPANC, Vesna. Deficitno namakanje v poljedelstvu in zelenjadarstvu - izzivi in perspektive = Deficit irrigation in crop and vegetable production - challenges and perspectives. V: ČEH, Barbara (ur.), et al. Novi izzivi v agronomiji 2017 : zbornik simpozija, Laško, 2017 = New challenges in agronomy 2017 : proceedings of symposium. Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo. 2017, str. 272-276. [COBISS.SI-ID 8621945]
14. PINTAR, Marina. Izzivi pri namakanju jagod : vabljeno predavanje na 17. posvetu o jagodi, Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije, 28. 11. 2018. [COBISS.SI-ID 9108345]
15. PINTAR, Marina. Namakanje oljk : Festival namiznih oljk: doodek v okviru projektov OLEUM - Better solutions to protect olive oil quality and authenticity - Horizon2020 in CRP "Zagotovimo si hrano za jutri - natančno napovedovanje namakanja TriN", Izola, Center mediteranskih kultur, 21. 9. 2017. [COBISS.SI-ID 8794489]
16. PINTAR, Marina. Osnove namakanja v praksi. V: KACJAN-MARŠIĆ, Nina (ur.). Varstvo vrtnin v povezavi z namakanjem in fertigacijo ter predstavitev nekaterih manj znanih vrtnin : izročki predavanj : [delavnica za kmetijske svetovalce], Ljubljana, Biotehniška fakulteta, 1. 6. 2017. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo. 2017, str. [1-10]. [COBISS.SI-ID 8837753]
17. PINTAR, Marina. Pravilno namakanje je tudi okoljski ukrep, ključno pa je tudi za kakovost vrtnin (projekt TriN) : Lombergarjevi dnevi - 4. zelenjadarski posvet v organizaciji KGZS- Kmetijsko gozdarskega zavoda Maribor in Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije, Pesnica pri Mariboru, 7. december 2017. [COBISS.SI-ID 8885369]
18. PODGORNIK, Maja (avtor, fotograf), PINTAR, Marina, VODNIK, Dominik, KASTELEC, Damijana, ZUPANC, Vesna, KORPAR, Peter, FANTINIČ, Jakob, VOLK, Saša, FIČUR, Katja, BUČAR-MIKLAVČIČ, Milena, BEŠTER, Erika, VALENČIČ, Vasilij, BUTINAR, Bojan. Tehnološke smernice za namakanje oljk. Koper: Znanstveno-raziskovalno središče, Založba Annales ZRS, 2018. 18 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [9020793](#)]
19. PODGORNIK, Maja, BANDELJ, Dunja, BUČAR-MIKLAVČIČ, Milena, HLADNIK, Matjaž, BEŠTER, Erika, VALENČIČ, Vasilij, KNAP, Tea, MIKLAČIČ VIŠNJEVEC, Ana, BARUCA ARBEITER, Alenka, ZUPANC, Vesna, PINTAR, Marina, BUTINAR, Bojan. Effects of extreme drought on the vegetative and productive behaviour of olive cultivar 'istrska belica'. V: Book of abstracts. Split: Institute for Adriatic Crops. 2016, str. 30. [COBISS.SI-ID [1538805700](#)]
20. PODGORNIK, Maja, BANDELJ, Dunja, BUČAR-MIKLAVČIČ, Milena, HLADNIK, Matjaž, BEŠTER, Erika, VALENČIČ, Vasilij, KNAP, Tea, MIKLAČIČ VIŠNJEVEC, Ana, BARUCA ARBEITER, Alenka, ZUPANC, Vesna, PINTAR, Marina, BUTINAR, Bojan. Effects of extreme drought on the vegetative and productive behavior of olive 'Istrska belica'. V: PERICA, Slavko (ur.). Proceedings of the VIIIth International Olive Symposium : Split, Croatia, October 10-14, 2016, (Acta horticulturae, ISSN 0567-7572, 1199). Leuven, Belgium: ISHS. 2018, str. 63-68, ilustr. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1199.10>, doi: [10.17660/ActaHortic.2018.1199.10](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1199.10). [COBISS.SI-ID [1540419780](#)]
21. PODGORNIK, Maja, GLAVAN, Matjaž, PINTAR, Marina. Namakanje kot izziv in rešitev. V: RASPOR, Peter (ur.). Hrana, prehrana, zdravje : naša dela so naša prihodnost : [večavtorska monografija]. Ljubljana: Mednarodni inštitut ECPD za trajnostni razvoj, prostorsko načrtovanje in okoljske študije. 2018, str. 67-78, ilustr., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [2489043](#)]
22. PODGORNIK, Maja, PINTAR, Marina, BUČAR-MIKLAVČIČ, Milena, BANDELJ, Dunja. Different quantities of applied water on *Olea europaea* L. cultivated under humid conditions. Journal of irrigation and drainage

- engineering, ISSN 0733-9437. [Print ed.], sep. 2017, vol. 143, iss. 9, str. 1-6, graf. prikazi, tabele. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001217](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001217), doi: [10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001217](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001217). [COBISS.SI-ID [1539423940](#)]
23. PODGORNIK, Maja. TriN : Oljka (*Olea europea* L.) - delni rezultati (leto 2017) : predstavitev projekta: Ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri": Natančnost napovedovanja namakanja : CRP TriN: obdobje izvajanja 2016-2018. [Ljubljana]: Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, 2018. 1 letak, ilustr. [COBISS.SI-ID [8945785](#)]
 24. PODGORNIK, Maja, VALENČIČ, Vasilij, BUČAR-MIKLAVČIČ, Milena, BUTINAR, Bojan, BEŠTER, Erika, VOLK, Saša. Blaženje ekstremnih sušnih razmer v oljčnikih z namakalnimi ukrepi. Oljka : novice Društva oljkarjev, ISSN 1580-0113, jun. 2016, letn. 21, str. 6-7, ilustr. [COBISS.SI-ID [1540411588](#)]
 25. PODGORNIK, Maja. Vpliv namakanja v kombinaciji s tehnologijo nege ledine na razporeditev, migracijo ter vsebnost nitrata in bakra v tleh oljčnih nasadov. Acta agriculturae Slovenica, ISSN 1581-9175. [Tiskana izd.], 2018, vol. 111, no. 2, str. 393-405, ilustr. <http://ojs.aas.bf.uni-lj.si/index.php/AAS/article/view/700/285>, doi: [10.14720/aas.2018.111.2.14](https://doi.org/10.14720/aas.2018.111.2.14). [COBISS.SI-ID [2491091](#)]
 26. POJE, Tomaž. Optimalno in deficitno namakanje krompirja glede na napovedi prognostične službe v okviru aktivnosti na projektu TriN : predavanje za Dan tehnike - Obdelava tal in namakanje v vrtnarstvu in poljedelstvu, KGZ Novo mesto, 14. jul. 2018. [COBISS.SI-ID [5547368](#)]
 27. POJE, Tomaž. Predstavitev poskusa namakanja krompirja v okviru CRP projekta "TriN - Natančnost napovedovanja namakanja" v Jabljah : predavanje na srečanju Dan krompirja, 21. 6. 2018, Jablje. [COBISS.SI-ID [5548392](#)]
 28. POJE, Tomaž, DOLNIČAR, Peter, ZUPANC, Vesna, PINTAR, Marina. Izkušnje namakanja krompirja glede na modelno napoved = Experience of potato irrigation according to model forecast. V: ČEH, Barbara (ur.), et al. Novi izzivi v agronomiji 2019 : zbornik simpozija, Laško, 2019 = New challenges in agronomy 2019 : proceedings of symposium. Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo. 2019, str. 160-167, ilustr. [COBISS.SI-ID [9157497](#)]
 29. SUŠNIK, Andreja, GREGORIČ Gregor, KOZJEK K. 2017. Prototip operativne napovedi namakanja. Prototype of operational irrigation forecast. V: Zbornik simpozija Novi izzivi v poljedelstvu 2017. Barbara čeh et al. (ur). Laško, 26-27.jan. 2017. Ljubljana, slovensko agronomsko društvo: 265-271
 30. VALENČIČ, Vasilij, PODGORNIK, Maja, BANDELJ, Dunja, BUČAR-MIKLAVČIČ, Milena, BEŠTER, Erika, MIKLAČIČ VIŠNJEVEC, Ana, PINTAR, Marina, BARUCA ARBEITER, Alenka, HLADNIK, Matjaž, BUTINAR, Bojan. Influence of irrigation treatments on the yield and quality of 'Istrska belica' olive oil. V: PERICA, Slavko (ur.). Proceedings of the VIIIth International Olive Symposium : Split, Croatia, October 10-14, 2016, (Acta horticulturae, ISSN 0567-7572, 1199). Leuven, Belgium: ISHS. 2018, str. 471-476, ilustr. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1199.75>, doi: [10.17660/ActaHortic.2018.1199.75](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1199.75). [COBISS.SI-ID [1540420548](#)]
 31. VALENČIČ, Vasilij, PODGORNIK, Maja, BUČAR-MIKLAVČIČ, Milena, BEŠTER, Erika, MIKLAČIČ VIŠNJEVEC, Ana, BANDELJ, Dunja, BARUCA ARBEITER, Alenka, HLADNIK, Matjaž, PINTAR, Marina, BUTINAR, Bojan. Influence of the irrigation treatments on the yield and quality of 'istrska belica' olive oil. V: Book of abstracts. Split: Institute for Adriatic Crops. 2016, str. 155. [COBISS.SI-ID [1538806212](#)]
 32. VODNIK, Dominik, KASTELEC, Damijana, ZUPANC, Vesna, PODGORNIK, Maja, PINTAR, Marina, BUTINAR, Bojan. Fiziološki odziv oljke na namakanje - izkušnje iz poskusa Dekani = Physiological response of olive tree to deficit irrigation - experience from Dekani experiment. V: HUDINA, Metka (ur.). Zbornik referatov 4. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 20.-21. januar 2017. Ljubljana: Strokovno sadjarsko društvo Slovenije. 2017, str. 159-164. [COBISS.SI-ID [8644473](#)]

33. ZUPANC, Vesna, BUČAR-MIKLAVČIČ, Milena, PODGORNIK, Maja, VALENČIČ, Vasilij, VODNIK, Dominik, PINTAR, Marina, BUTINAR, Bojan. Water conditions in an olive orchard in south east Slovenia. V: Book of abstracts. Split: Institute for Adriatic Crops. 2016, str. 115. [COBISS.SI-ID [1538833092](#)]
34. ZUPANC, Vesna, CVEJIČ, Rozalija, NAGLIČ, Boštjan, SUŠNIK, Andreja, PUŠENJAK, Miša, DONIK PURGAJ, Biserka, MRZLIČ, Davor, PERPAR, Anton, KASTELEC, Damijana, PODGORNIK, Maja, GODEŠA, Tone, DOLNIČAR, Peter, USENIK, Valentina, UDOVČ, Andrej, KORPAR, Peter, GLAVAN, Matjaž, PINTAR, Marina. Challenges for implementation of water saving irrigation techniques in humid climates. V: European Geosciences Union, General Assembly 2018, Vienna, Austria, 8-13 April 2018, (Geophysical research abstracts, ISSN 1607-7962, Vol. 20). München: European Geosciences Union. 2018, 1 str. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2018/EGU2018-6735-1.pdf>. [COBISS.SI-ID 8977529]
35. ZUPANC, Vesna, FAJT, Nikita, PINTAR, Marina. Vodna bilanca v nasadu češenj z različnimi podlagami = Water balance in cherry orchard with different rootstock. V: HUDINA, Metka (ur.). Zbornik referatov 4. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 20.-21. januar 2017. Ljubljana: Strokovno sadjarsko društvo Slovenije. 2017, str. 181-186. [COBISS.SI-ID 8645241]
36. ZUPANC, Vesna, PODGORNIK, Maja, BUTINAR, Bojan, PINTAR, Marina. Vodna bilanca in deficitno namakanje v oljkarstvu = Water balance and deficit irrigation in olive production. V: HUDINA, Metka (ur.). Zbornik referatov 4. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 20.-21. januar 2017. Ljubljana: Strokovno sadjarsko društvo Slovenije. 2017, str. 165-172. [COBISS.SI-ID [8644729](#)]
37. ZUPANC, Vesna, PODGORNIK, Maja, BUTINAR, Bojan, PINTAR, Marina. Vodna bilanca in deficitno namakanje v oljkarstvu. Oljka : novice Društva oljkarjev, ISSN 1580-0113, maj 2018, letn. 21, str. 17-19, ilustr. [COBISS.SI-ID [1540410820](#)]
38. ZUPANC, Vesna, PODGORNIK, Maja, PINTAR, Marina. Meteorological water balance of coastal region in Slovenia. V: ČELKOVÁ, Anežka (ur.). Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda-rastlina-atmosféra : Zborník recenzovaných príspevkov = Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system : Proceedings of peer-reviewed contributions, 24. Posterový deň s medzinárodnou účasťou a Deň otvorených dverí na ÚH SAV, 8. november 2017, Ústav hydrológie SAV, Bratislava, Slovenská republika = 24th International Poster Day and Institute of Hydrology Open Day, 8th November 2017, Institute of Hydrology SAS, Bratislava, Slovak Republic. Bratislava: Ústav hydrológie Slovenskej akadémie vied. 2017, str. 300-305, ilustr. [COBISS.SI-ID [8862585](#)]
39. ZUPANC, Vesna, PODGORNIK, Maja, PINTAR, Marina. Water balance assessment for orchard in Mediterranean region. V: ČELKOVÁ, Anežka (ur.). Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda-rastlina-atmosféra : Zborník recenzovaných príspevkov = Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system : Proceedings of peer-reviewed contributions, 23. Posterový deň s medzinárodnou účasťou a Deň otvorených dverí na ÚH SAV, 10. november 2016, Ústav hydrológie SAV, Dúbravská cesta 9, Bratislava, Slovenská republika = 23rd International Poster Day and Institute of Hydrology Open Day, 10th November 2016, Institute of Hydrology SAS, Dúbravská cesta 9, Bratislava, Slovak Republic. Bratislava: Ústav hydrológie Slovenskej akadémie vied. 2016, str. 296-300. [COBISS.SI-ID [8529017](#)]
40. ZUPANC, Vesna, PODGORNIK, Maja, PINTAR, Marina. Water balance of coastal region in Slovenia. Acta hydrologica Slovaca, ISSN 1335-6291, 2018, č. 1, ročník 19, str. 11-16, ilustr. [COBISS.SI-ID [8989561](#)]
41. ZUPANC, Vesna, PUŠENJAK, Miša, PINTAR, Marina. Izzivi pri deficitnem pristopu namakanja v Sloveniji pri zelenjadnicah = Challenges for deficit irrigation in vegetable production in Slovenia. V: MAČEK JERALA, Milena (ur.), MAČEK, Melita Ana (ur.). Družbeno odgovorna uporaba novih znanj in naprednih tehnologij : zbornik referatov = Socially accountable use of new knowledge and advanced technologies : collection of papers. Elektronska izd. Strahinj: Biotehniški center Naklo: = Biotechnical Centre Naklo. 2018, str. 144-149. [COBISS.SI-ID 9091705]