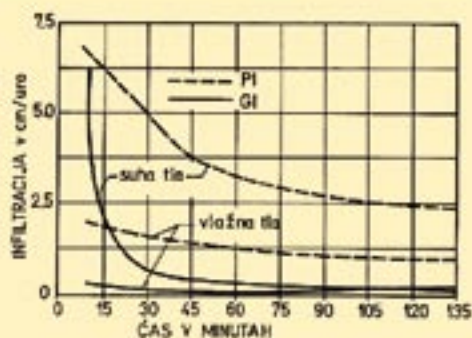


doc.dr. Marina Pintar, univ.dipl.inž.agr.

OSNOVE NAMAKANJA

s poudarkom na vrtnih in sadnih vrstah
v zahodni, osrednji in južni Sloveniji





Prihajajoče klimatske spremembe, predvsem nezanesljivost padavin, ogroža proizvodnjo vrtnin, sadja in ostalih kmetijskih kultur, zato se kaže vedno večja potreba po namakanju kmetijskih zemljišč. Za uspešno in kvalitetno namakanje pa je potrebno znanje, saj se lahko samo z njim doseže uspehe, ki si jih želimo in cilje, ki smo si jih zastavili.

Na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano nadaljujemo z nizom brošur iz zbirke Osnove za izobraževanje uporabnikov v tehnologijah namakanja kmetijskih zemljišč. Zbirko sedmih brošur iz leta 2003 smo letos dopolnili s štirimi novimi, ki smo jih pripravili v sodelovanju s priznanimi strokovnjaki. Zbirka je namenjena vsem, ki že uporabljate namakanje v kmetijski proizvodnji ali pa se za ta korak šele odločate.

Želim, da vam bo brošura v pomoč na vaši poti k uspešni uporabi namakanja v kmetijski proizvodnji.

*Marija LUKAČIČ
MINISTRICA*



Osnovni vir uspešnosti v današnji družbi sta znanje in informacije, ki prinašata spremembe in razvoj v naše življenje.

Nenehni izzivi sodobnih tehnologij nas utrjujejo v spoznanju, da v sodobnem svetu ni nič dokončnega in da na današnja in jutrišnja vprašanja ne zadostujejo večerajšnji odgovori.

Tega se zavedamo tudi na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, zato smo v sodelovanju s priznanimi slovenskimi strokovnjaki pripravili niz informacijsko izobraževalnih brošur z željo, da vam omogočimo informacije in nova spoznanja s področja namakanja in vas spodbudimo k uporabi le-teh pri vašem delu.

*Janja KOKOLJ PROŠEK
državna podsekretarka
vodja Sektorja za strukturno politiko in podeželje*

OSNOVE NAMAKANJA
s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah
v zahodni, osrednji in južni Sloveniji

doc. dr. Marina Pintar, univ. dipl. inž. agr.

I. UVOD

Pričujoča brošura v celoti povzema besedilo brošure Osnove namakanja s poudarkom na sadnih vrstah in vrtninah v severovzhodni Sloveniji, ki jo je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano izdalo leta 2003. Druge so le tabele, ki so prilagojene drugim podnebnim razmeram in s tem povezano dinamiko razvoja rastlin. V tej brošuri so podani podatki o evapotranspiraciji, času setve ter rasti dobi rastlin in s tem povezanimi vrednostmi koeficientov rastlin v posamezni dekadi za območje zahodne, osrednje ter južne Slovenije.

Namen besedila je podati uporabniku namakalnih sistemov osnovno znanje za pravilno namakanje gojenih rastlin, s katerim bo kar najbolj optimalno izkoristil vodne količine, ki so na voljo, ter hkrati z namakanjem povzročil čim manj negativnih vplivov na okolje. Projektiranja namakalnih sistemov tu ne pojasnjujemo, četudi sta obe znanji povezani in se izkazuje v dobro delujočih in dobro izkoriščenih namakalnih sistemih.

Namakanje je umetno dodajanje vode, kadar jo v času vegetacije v tleh primanjkuje. Z njim zagotovimo optimalno rast in razvoj gojenih rastlin. Poleg boja proti suši namakalni sistemi lahko služijo tudi za boj proti spomladanski pezebi (protipozebna zaščita) in za dovajanje hranil rastlinam (fertigacija). V nekaterih območjih sveta služi namakanje tudi za varstvo pred talnimi škodljivci, ko s poplavljanjem tal le-te uničijo, ter za spiranje soli iz zgornjega sloja tal (desalinizacija - razsoljevanje tal), kjer podnebne razmere v kombinaciji z namakanjem povzročajo kopičenje soli na površju tal.

Namakanje so poznale že stare bližnjevzhodne civilizacije pred več tisoč leti, sedaj pa je ukrep, ki omogoča visokointenzivno kmetijsko pridelavo. Vsekakor je potrebno določeno znanje, da namakalni sistem kar najbolje izkoristimo in da z namakanjem čim manj negativno vplivamo na okolje. V bolj sušnih podnebnih razmerah je namakanje nujno potrebno za kakršnokoli rastlinsko pridelavo. V naših podnebnih razmerah, kjer pade relativno veliko dežja, ki je preko rastne sezone neenakomerno razporejen, je namakanje dopolnilni ukrep, ki omogoča količinsko in kakovostno stabilno rastlinsko pridelavo. Seveda je namakanje nujen ukrep pri gojenju rastlin v zavarovanih prostorih.

Negativne posledice suše se na kmetijskih območjih pokažejo najprej na kmetijskih rastlinah, vendar suša vpliva negativno tudi na okolje. Rastline sprejemajo hranila prek talne raztopine. Da je pretok hranil nemoten in optimalen, morajo biti optimalne tudi vodne razmere v tleh. S porabo hranil se količina le-teh v tleh manjša in morebitni dež, ki povzroči pretakanje vode skozi talni profil, spere manjšo količino hranil, kot bi jo, če rastlina teh hranil ne bi uspela že prej porabiti. V sušnih razmerah, ko je voda v tleh vezana z večjo silo, kot jo zmorejo premagovati rastlinske korenine, rastline porabijo manj hranil in ob morebitnih večjih količinah padavin po daljšem sušnem obdobju, se lahko velik delež neporabljenih hranil spere skozi talni profil.

Nestrokovno namakanje s preveliko porabo vode lahko negativno vpliva na okolje. Lahko je to nepotreben prevelik pritisk na vodne vire. Po nepotrebem črpano preveč vode iz vodotokov in podtalnice v poletnem času, ko je vode že po naravi lahko zelo malo. Res je sicer, da vsa odvečna voda iz tal odteče in da iz celotnega vodnega kroga ni izgubljena, saj se vrača nazaj v podtalnico in ponavadi nizvodno od namakalnih površin v površinske vode. Vendar ta odcedna voda lahko iz talnega profila, kjer so korenine rastlin, spira hranila ter ostanke sredstev za varstvo rastlin, ki povzročajo onesnaženje voda. Zato je pomembno, da količine dodane vode rastlinam z namakanjem niso prevelike in da ustrezajo njihovim dejanskim potrebam ter lastnostim tal.

Po drugi strani pa ni najbolj gospodarno, da rastlinam v razmerah, ko je dovolj vode, dodajamo manj vode, kot je zanje optimalno, ker investicija gradnje namakalnega sistema tako ne bo optimalno izkoriščena. Določena odstopanja od optimalne preskrbe rastlin z vodo prek namakalnega sistema lahko uvedemo v primeru izjemnih sušnih razmer, ko vodni vir ne zadošča za pokrivanje vseh potreb.

Tako za gradnjo namakalnega sistema kot tudi za rabo vode je potrebno pridobiti vsa dovoljenja in soglasja, ki so odvisna od velikosti in organiziranosti namakalnega sistema. V teh postopkih se ugotavlja tako količinsko primernost vodnega vira za namakanje kot tudi negativne vplive, ki jih načrtovani namakalni sistem lahko povzroči v določenem okolju. Pridobitev dovoljenj in soglasij je opisana v samostojni brošuri iz te serije. Projektanti morajo načrtovati in optimalno izvesti namakalni sistem, tako da sistem povzroča čim manj negativnih vplivov na okolje. Dolžnost uporabnikov je, da namakalni sistem uporabljajo na tak način, da ne pride do nepredvidenih negativnih vplivov na okolje.

2. NAMAKALNI SISTEMI IN OPREMA

Za uspešno delovanje namakalnega sistema je potrebno zagotoviti ustrezni vodni vir, ki je lahko vodotok, podtalnica ali akumulacija.

Sestavni deli namakalnega sistema so:

- Črpališče s črpalnim agregatom in, v primeru kapljičnega namakanja, s kontrolno glavo. Kontrolna glava je sestavljena iz ventilov, filtrov, merilcev tlaka, merilcev pretoka, naprave za fertigacijo, odzračevalnika itn. (V primeru zadostne višinske razlike med črpališčem zgoraj in namakalnimi površinami pod njim črpalnega agregata ne potrebujemo).
- Glavni (imenovan tudi primarni ali dovodni) cevovod za dovod vode do namakalne parcele. Cevi so navadno iz polietilena. Premeri cevi so odvisni od velikosti namakalnega sistema in lahko merijo od nekaj centimetrov do nekaj deset centimetrov.

- Razvodni (imenovan tudi sekundarni) cevovod za razvod vode po parceli. Tudi te cevi so polietilenske. Premer cevi je navadno manjši kot pri glavnem cevovodu. Včasih sta premera enaka.
- Namakalne linije z razpršilci ali s kapljači (imenovane tudi laterali ali na kratko namakalna oprema). V primeru razpršilcev so namakalne linije ponavadi iz aluminijastih hitromontažnih cevi premera 6-12 cm, ki jih ponekod že nadomeščajo, prav tako hitromontažne, polietilenske cevi. Polietilenske namakalne linije za mikrorazpršilce imajo premer 20-40 mm. Polietilenske namakalne linije s kapljači so lahko mehke ali toge in imajo premer 12-20 mm.
- Hidranti, zasuni, ventili, regulatorji tlaka in pretoka, odzračevalniki ipd. (skupno jih imenujemo armatura), ki so nameščeni na cevovodih in omogočajo upravljanje namakalnega sistema.

Glede načina postavitve ločimo:

- Stabilni namakalni sistem, ki ima stalno črpališče ob vodnem viru in vkopane cevovode ter stalno nameščeno namakalno opremo. Razvodni cevovodi se od glavnega odcepljajo v vkopanih razvodnih jaških z armaturami. Najpogosteje se uporablja v trajnih nasadih.
- Polstabilni namakalni sistem, ki ima stalno črpališče vode in vkopan glavni cevovod do parcele z vgrajenimi hidranti v jaških. Na hidrante, ki so povezovalni del med podzemnim in nadzemnim delom namakalnega sistema, so lahko priključeni aluminijasti razvodni cevovod za namakalne linije z razpršilci, polietilenski razvodni cevovod za namakalne linije s kapljači ali mikrorazpršilci ali bobnasti namakalnik.
- Prestavljivi namakalni sistem, kjer je ob vodnem viru nameščen prenosni črpalni agregat. Dovodni cevovod do parcele ter razvodni cevovod po parceli sta nameščena na površini tal. Lahko se uporablja enaka namakalna oprema kot pri polstabilnih sistemih. Ponavadi so prestavljivi sistemi na manjših površinah, ki so bližje vodnemu viru.

Tudi pri sami namakalni opremi ločimo glede načina postavitve več sistemov. Omenjamo le tisto, ki je za naše okoljske razmere in tehnologije najprimernejša.

2.1 Stabilna oprema

Namestimo jo na začetku namakalne sezone in jo po končani namakalni sezoni, ali celo po več letih, pospravimo. Kapljične namakalne cevi ali površinske montažne namakalne cevi z razpršilci pri gojenju vrtnin v glavnem pospravimo po končani sezoni namakanja. Namakalna oprema v trajnih nasadih ostane na mestu praktično celotno dobo nasada. Razpršilci so nameščeni na površinsko položene ali na vkopane cevi. Namakalne linije s kapljači so lahko položene površinsko ali v globini glavne mase korenin. Lahko pa so v sadovnjakih pritrjene na ogrodno žico približno 0,5 m nad tlemi. Pri stabilni opremi je moramo imeti toliko, da nam

pokrije celotno površino. Zaradi ekonomičnosti dimenzioniranja cevodovodov in črpališča rastlin ponavadi ne namakamo na vsej površini hkrati, ampak v določenem obdobju zaporedno oskrbimo z vodo vse površine. Le zaščito proti pozebi izvajamo hkrati na vsej površini.i.

2.2 Prestavljiva oprema

Ko na prvi postavitvi zadostimo potrebam rastlin po vodi, opremo premestimo na novo lokacijo. Pri nas se taka oprema uporablja vedno manj, saj zahteva veliko ročnega dela. Priporočljiva pa je pri vzgoji vrtnin in jagod na foliji, kjer je pod folijo položen kapljični namakalni sistem. V času, ko po saditvi sadike še niso dobro vkoreninjene, z oroševanjem večamo zračno vlago in ohlajamo ozračje in tako zmanjšujemo izhlapevanje. Tedaj sta nekaj dni na površini dve ločeni mreži namakalne opreme.

2.3 Mobilna oprema

Med namakanjem se premika po namakalnih površinah. Od mobilnih namakalnih naprav je v naših razmerah, kjer so površine relativno majhne, smiselno uporabljati le bobnaste namakalnike. Glavni sestavni deli so boben za navitje cevi, polietilenska cev in sani, na katerih je pritrjen razpršilec. Boben namestimo na rob namakalne površine, ga priključimo na vodni vir (črpalka ali hidrant) in s traktorjem povlečemo sani v namakalno površino. Cev se začne počasi navijati na boben in za sanmi ostaja namočena površina. Če zaradi širine v enem hodu ne namočimo celotne parcele, bobnasti namakalnik prestavimo v novo pozicijo, ki je od prejšnje oddaljena za širino namakanja in ponovno povlečemo sani. Na ta način je vsa površina enakomerno omočena.

3. NAČINI NAMAKANJA

V tem poglavju bomo opisali samo tiste načine namakanja in namakalno opremo, ki so primerni za naše naravne danosti ter tehnične in tehnološke razmere.

3.1 Namakanje z oroševanjem

Namakanje z oroševanjem izvajamo z razpršilci, ki so lahko nameščeni kot stabilna, prestavljiva ali mobilna oprema (bobnasti namakalnik). Cilj je čim bolj enakomerno razporediti vodo po celotni površini. Pri tem načinu namakanja damo rastlini čim večji obrok namakanja, kolikor to dopuščajo tla in rastlina. Velikost obroka namakanja obravnavamo v samostojnem poglavju v nadaljevanju.

Slabost namakanja z oroševanjem je, da so površine listov večkrat mokre in da je večja nevarnost pojava bolezn, ki jim prija vlažna klima, po drugi strani pa lahko samo s tem načinom namakanja po potrebi ohladimo ozračje ali, če je potrebno, izvajamo zaščito proti pozebi. V vetrovnih legah naj bi namakali ponoči, ko je manj vetra. Vendar ravno nočno namakanje z oroševanjem pomeni največjo nevarnost za pojav glivičnih bolezn, ker listje ostaja dolgo časa mokro in izpostavljeno okužbi. Če je, glede na veter, to mogoče, je najprimernejše oroševanje v dopoldanskem času, da se listje preko dneva posuši. V času hudega sonca naj ne bi oroševali, ker lahko pride do ožigov na rastlinah, čeprav pa po drugi strani z oroševanjem zmanjšamo vpliv hude poletne pripeke.

3.1.1 Bobnasti namakalnik

Bobnasti namakalnik izberemo glede na dolžino cevi (do 400 m in tudi več), premer cevi, širino namakalnega pasu in delovni tlak. Največji delujejo pri tlakih 7-10 barov na vstopu v namakalno napravo ter šest barov na šobi, imajo pretok do 100 m³/h in več in imajo domet 70 metrov in več (v enem hodu namakajo 140 m in več širok pas). Ti so primerni le za najodpornейše poljščine (npr. koruzo) ter travnike in pašnike, ki se jih pri nas, predvsem slednjih dveh, ne namaka. Za travnike in pašnike ni ekonomično graditi namakalnih sistemov, četudi občasno trpijo sušo. Glede namakanja poljščin pa velja naslednje: gradnja namakalnega sistema samo za namakanje poljščin v naših razmerah večinoma ekonomsko ni upravičljiva. Če slučajno pride v kolobarju na površino z namakalnim sistemom poljščina, se po potrebi namaka tudi to, če namakalni sistem zagotavlja dovolj visoke tlake ter pretoke za opremo, ki je primerna za namakanje poljščin.

Na tržišču je širok izbor bobnastih namakalnikov. Lahko izberemo tudi take, ki delujejo pri tlakih do 2,5 bara na vstopu v napravo in 1,5 bara na šobi. Nekateri imajo namesto enega razpršilca konzolo, na kateri je nameščenih več manjših razpršilcev. Taki manjši bobnasti namakalniki so primerni tudi za namakanje vrtnin,

vendar se uporabljajo le maloklje. Z naravnanim hitrosti navijanja cevi uravnava obrok namakanja. Npr. pri hitrosti navijanja 5 m/h je količina dodane vode 12 mm oz. 12 l/m². Če povečamo hitrost na 10 m/h je količina dodane vode 6 mm oz. 6 l/m². Poleg podatkov o dolžini cevi, delovnem tlaku in širini namakanja, na katere mora biti kupec pozoren pri nakupu bobnastega namakalnika, je pomembno, da intenziteta namakanja vsaj pri največji hitrosti navijanja cevi ne presega vpojne sposobnosti tal za vodo, ki jo imenujemo tudi stopnja infiltracije. Prednost bobnastega namakalnika je, da je relativno poceni, če je optimalno izkoriščen. Vendar je predvsem manjše namakalnike, ki so primerni za namakanje vrtnin, potrebno pogosto prestavljati - ponavadi vsakih nekaj ur in je težko doseči visoko stopnjo izkoriščenosti. Koeficient učinkovitost namakanja, ki je razmerje med količino vode, ki jo damo na namakalno površino, ter količino vode, ki jo v resnici porabijo rastline, je pri mobilni namakalni opremi najmanjši in po ocenah znaša 0,60. Vsak uporabnik namakalnega sistema z leti prakse pridobi občutek in znanje, koliko dodane vode so rastline v resnici uporabile. Po izkušnjah se uporabniki pet do deset let šele spoznavajo z namakalnim sistemom v smislu, koliko izgub vode je v določenih fazah sistema.

Kako se upoštevajo izgube vode, prikazuje praktični izračun namakalnih parametrov v nadaljevanju.

3.1.2 Razpršilci

Na tržišču je glede na delovni tlak, pretok vode ter domet širok izbor razpršilcev (od takih, ki jih imenujemo vodni topovi, do mikrorazpršilcev). Večji ko je delovni tlak, večji je pretok na šobi in večji je domet razpršilca. Veliki razpršilci (vodni topovi), ki jih postavljamo na razdaljah 60-80 m, delujejo pri pritiskih npr. sedem barov in imajo domet prek 60 m, so primerni za najodpornije poljščine. Ravno širok izbor pa omogoča, da izberemo primerne razpršilce tudi za vrtnine in sadovnjake. Četudi se vrtnine v splošnem vse manj namaka z razpršilci, pa so določene skupine zelenjadnic (npr. kapusnice), ki jim prija višja zračna vlaga, ki jo lahko ustvarimo z razpršilci. Razpršilce pri vrtninah vse bolj nadomeščajo mikrorazpršilci, o katerih bomo govorili kasneje.

Za vrtnine so še primerni razpršilci, ki delujejo pri tlakih do 2,5 bara in jih postavljamo na razdaljah 10-25 m. Pretok posameznega razpršilca je nekaj kubičnih metrov na uro. Razdalje postavitve so manjše, kot je domet razpršilcev, tako da se površine, ki jih omočijo posamezni razpršilci, bolj ali manj prekrivajo. Razpršilci so lahko nameščeni v kvadratni ali trikotni razporeditvi. Z razdaljo med razpršilci v vrsti in razdaljo med vrstami se lahko pri izbranem razpršilcu zmanjša ali poveča intenziteta namakanja. Intenziteta namakanja je količina vode izražena v debelini vodne plasti, ki jo na površino daje razpršilec (npr. 4 mm/uro). Pri odločanju o vrsti razpršilca je pomemben podatek, kakšno intenziteto namakanja ima razpršilec pri različnih postavitvah. Le-ta se pri teh razpršilcih giblje od 2-10 mm/uro. Pomembno je, da intenziteta namakanja ne presega koeficienta infiltracije, ker bi

sicer voda na površju zastajala in površinsko odtekala ter povzročala erozijo tal. Ali pa bi zaradi obilice vode na površju začeli razpadati strukturni agregati tal in bi se tla zaskorjila kot po zelo močnem dežju. Koeficient infiltracije je pojasnjen v poglavju o tleh.

Enakomernost namakanja je pogoj za čim manjše izgube vode iz talnega profila, kar pomeni večjo ekonomičnost namakanja. Čim več vode, ki jo spravimo na namakalno površino, naj v resnici porabi rastlina. Ko voda teče po ceveh, se zaradi trenja del energije oz. tlaka izgublja in prvi razpršilec na začetku namakalne linije deluje pri večjem tlaku kot naslednji. Zaradi večjega tlaka je večji pretok. Površina, ki jo ta razpršilec namaka, dobi več vode kot površine pri sosednjih razpršilcih. Zaradi izgub v razvodnem cevovodu so razlike tudi med prvimi razpršilci na sosednjih namakalnih linijah. Za zadovoljivo enakomernost namakanja naj bi bile razlike v tlakih v celotni mreži razpršilcev manjše od 20 %. Določanje premera ali dimenzioniranje namakalnih linij in celotnega namakalnega sistema zato raje prepustimo strokovnjaku, da bo sistem res deloval uravnoteženo in hkrati ne bo predimenzioniran, kar pomeni, da naše cevi in črpalke ne bodo večje, kot je potrebno.

Načeloma so razpršilci relativno neobčutljivi na nečistoče v vodi, vendar je potrebno vodo, ki ima zelo veliko nečistoč, za manjše razpršilce kljub vsemu čistiti. Za nizkopretočne razpršilce zadošča čiščenje s filtri z mrežnim številom 40-80 in za minirazpršilce z mrežnim številom 80. Mrežna oznaka (mesh) pove razdaljo med dvema sosednjima žicama na mreži, ki je glavni del filtra. Pri mrežnem številu 40 je ta razdalja 0,42 mm in pri mrežnem številu 80 je 0,172 mm. Če so v vodi delci, ki so večji od omenjenih, je vodo za namakanje z omenjenimi razpršilci potrebno filtrirati. Pri vseh na nečistoče občutljivih razpršilcih je podatek o zahtevani čistosti vode del tehničnih karakteristik razpršilca. Ocenjen koeficient učinkovitosti za postavljene razpršilce je 0,65-0,70.

3.1.3 Mikrorazpršilci

V določenih situacijah mikrorazpršilce lahko štejemo tudi kot opremo za lokalizirano namakanje, zato jih obravnavamo posebej, ločeno od ostalih razpršilcev. Te vrste razpršilci delujejo pri manjših tlakih (od 1,5 bara do največ 4,5 bara). Imajo manjši pretok (od nekaj deset do nekaj sto litrov na uro) ter manjši domet (od približno meter do največ 5-6 metrov). Intenziteta namakanja je od 2-20 mm/h. Zaradi majhnih kapelj so primerni za namakanje vrtnin, ki jim prija visoka zračna vlaga (npr. kapusnice) ter za oroševanje sadik ob saditvi, z namenom vzdrževanja boljše mikroklimi, dokler še niso dobro ukoreninjene. Še posebej so primerni v vrtnarijah za namakanje rastlin gojenih v lončkih. Primerni so tudi za namakanje sadovnjakov.

Pri namakanju vrtnin se mikrorazpršilce upošteva enako kot ostale razpršilce. Večinnoma so nameščeni na nizkih, 25 cm visokih nosilcih. Mikrorazpršilci z zelo majh-

nimi dometi vode so nameščeni vzdolž gredice vrtnin, tako da se v vrsti prekrivajo. Med posameznimi gredicami pa prekrivanja ni in površina med gredicami ostaja relativno suha. Ocenjen koeficient učinkovitosti namakanja je pri taki postavitvi mikrorazpršilcev enak kot za ostale razpršilce, 0,65-0,70.

Pri namakanju dreves mikrorazpršilce lahko namestimo pod krošnje. V tem primeru dobijo bolj značilnosti lokaliziranega namakanja. Navadno en razpršilec oskrbuje eno drevo. Dometi razpršilcev se ne prekrivajo. Omočen je le del površine in poraba vode je manjša, kot če bi bili razpršilci postavljeni na klasični način s prekrivanjem. Ker ne močimo listja, lahko namakamo vsak dan in vzdržujemo količino vode v tleh v ozkem intervalu. Izgube vode so pri tej postavitvi mikrorazpršilcev manjše in ocenjen koeficient učinkovitosti namakanja je 0,85-0,90.

3.1.4 Namakanje sadovnjakov z razpršilci in zaščita proti pozebi

Namakanje z razpršilci se v sadovnjakih večinoma izvaja tam, kjer je spomladi možnost pozebe in je potrebna zaščita proti pozebi. Na tržišču so razpršilci, ki so namenjeni prav takšni zaščiti, ker imajo (pri določeni postavitvi) zahtevano intenziteto 4,2 mm/uro. Ti razpršilci se potem poleti uporabljajo za namakanje. O zaščiti proti pozebi podrobneje govori samostojna brošura iz te serije. Kadar je potrebno, se izvaja na celotni površini hkrati, kar pomeni veliko trenutno porabo vode na hektar površine, ki znaša 11 sekundnih litrov na hektar (l/s*ha). Strokovni izraz za trenutno porabo vode na hektar je hidromodul. Če imamo torej 10 ha veliko površino, moramo imeti vodni vir, ki nam v času izvajanja zaščite proti pozebi zagotavlja 110 l vode/s. V času namakanja lahko to površino namočimo postopoma, npr. najprej prvi hektar in potem drugega itn. V času namakanja nam bo moral torej vodni vir zagotoviti le 11 l/s. Ponavadi lahko izvajamo zaščito proti pozebi le, če imamo na voljo vodo iz akumulacije. Le v izjemnih primerih (manjše površine) tudi iz podtalnice ali iz vodotokov.

Izvajanje zaščite proti pozebi s pomočjo mikrorazpršilcev, ki so v času nevarnosti spomladanskih pozeb nameščeni nad krošnje, poleti, ko se namaka, pa pod krošnje dreves, je v slovenskih razmerah dalo različne rezultate – od zelo dobrih do relativno slabih. Izkušenj s tovrstnimi sistemi z mikrorazpršilci je v Sloveniji relativno malo in uspeh izvajanja zaščite proti pozebi je odvisen od mnogih faktorjev, zato je presojanje za sodbo o primernosti ali neprimernosti zaščite z mikrorazpršilci. Dejstvo, ki govori v prid iskanju možnosti za tovrstno zaščito, je, da mikrorazpršilce v času poletnega namakanja namestimo pod krošnje, tako da ob namakanju ni omočena listna površina. To zmanjšuje nevarnost pojava določenih bolezni in s tem je zmanjšana potreba po uporabi sredstev za varstvo rastlin. Na tržišču so mikrorazpršilci, ki zagotavljajo zahtevanih 4,2 mm padavin na uro. Ker ne omočijo celotne površine, je poraba vode na hektar manjša, kar je tudi eden od razlogov za iskanje možnosti izvajanja zaščite proti pozebi z mikrorazpršilci.

3.2 Kapljično namakanje

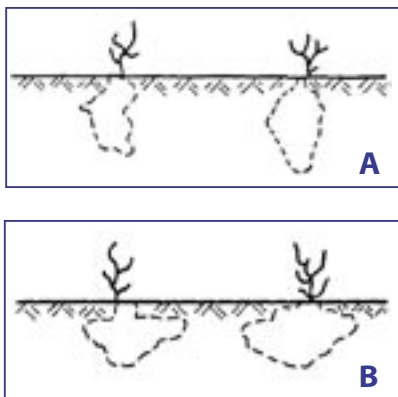
Kapljično namakanje ima veliko prednosti pred ostalimi vrstami in je namakalna tehnika, ki omogoča najintenzivnejšo rastlinsko proizvodnjo ob najvišji stopnji varovanja okolja. Ideja namakanja je, da rastlini praktično vsak dan dodajamo toliko vode, kolikor jo rabi. V zelo lahkih peščenih tleh je potrebno pri nekaterih na sušo občutljivih rastlinah (npr. jagode) dnevni namakalni obrok celo razdeliti na dva dela. V težjih glinenih tleh pa lahko rastline namakamo vsak drugi ali tretji dan z ustrežno večjim obrokom. Odločitev o tem je odvisna od tega, ali tla na določeni globini zadržijo dovolj vode za večdnevni obrok potrebne vodne količine. Najpomembnejše prednosti kapljičnega namakanja pred ostalimi tehnikami so:

- Pri kapljičnem namakanju ne namakamo celotne površine, ampak samo del, kjer rastejo rastline in zato je poraba vode pri tem načinu namakanja manjša.
- Medvrstni prostori ostajajo suhi in omogočajo prehod z mehanizacijo tudi v času namaknja ali takoj po namakanju.
- Namakalna oprema deluje pri nižjih tlakih (0,5-1 bara) in zato je tudi poraba energije manjša kot pri ostalih vrstah namakanja. Le kompenzacijski kapljači imajo nespremenjen pretok v območju 1-4,5 bara.
- Omogoča namakanje lahkih peščenih tal, ki zaradi majhne sposobnosti zadrževanja vode niso primerna za namakanje z ostalimi tehnikami namakanja. Omogoča tudi namakanje težkih glinenih tal, kjer tla niso primerna za namakanje zaradi majhnega koeficienta hidravlične prevodnosti v nasičenih pogojih (=zaradi majhne sposobnosti prepuščanja vode).
- Možno je dodajati hranila preko namakalnega sistema (fertigacija), kar učinkovito zmanjša spiranje hranil proti podtalnici in onesaženje le-te.
- Ne močimo listne površine in ni povečane nevarnosti za pojav bolezni, ki jim ustreza večja vlažnost.

Slabosti kapljičnega namakanja v primerjavi z ostalimi načini namakanja pa so:

- Nevarnost mašenja kapljačev. Že v fazi projektiranja je potrebno veliko pozornosti posvetiti filtraciji vode. Poleg filtrske postaje, ki stoji ponavadi ob črpališču in služi za celoten namakalni sistem, je za res varno namakanje priporočljivo postaviti filter tudi na začetku razdelilnega cevovoda na parceli. Ta zaustavlja delce, ki lahko pridejo v cevovod zaradi morebitnega popraviljanja pri vkopanih ali morebitnega predstavljanja pri montažnih cevovodih. Kot varovalni filter deluje tudi pri izvajanju fertigacije, če le-to izvajamo na posamezni parceli. Da ne ponavljamo vsebin, si lahko bralec o reševanju problemov pri morebitnih zamašenih kapljačih ter o vzdrževanju kapljičnih sistemov prebere v brošuri Fertigacija iz te serije. Poudarimo le, da je bolj enostavno vodo primerno filtrirati, kot reševati problem zamašenih kapljačev, ki vedno tudi ni rešljiv.
- Pri kapljičnem namakanju rastline razvijejo koreninski sistem v manj-

šem volumnu tal in so ob morebitni okvari namakalnega sistema bolj izpostavljene suši kot bi bile, če bi imele globlji koreninski sistem. Vendar je to v naših razmerah manjši problem, ker rastline dobijo del potrebne vode tudi s padavinami in je vsaj občasno omočen celotni volumen tal.



Slika 1: Vzorec vlaženja lahkih peščenih (A) in težkih glinastih tal (B).

Voda iz namakalnih linij, ki so lahko položene na površino ali vkopane v globini glavne mase korenin, izteka preko kapljačev. Kapljači so nameščeni na namakalnih linijah na določeni razdalji od 0,2 do prek enega metra in imajo pretok 1-8 l/h. Nazivni pretok je vezan na delovni tlak, ki je navadno en bar. Če je tlak manjši, se zmanjša tudi pretok na kapljaču, pri večjem tlaku je večji tudi pretok. Izjema so že omenjeni kompenzacijski kapljači, ki pri različnih tlakih obdržijo nazivni pretok. Razdalje med kapljači so odvisne od vrste tal ter od namakalnih obrokov. Pri lažjih, peščenih tleh in pri relativno majhnih obrokih namakanja, ko namakamo npr. vsak dan, morajo biti kapljači nameščeni na manjših razdaljah. Pri težjih, glinenih tleh in večjih obrokih, ko namakamo v večdnevni razmaki, so razmaki med kapljači na liniji lahko večji. V bolj peščenih tleh se voda, ki izteka iz kapljača, razporeja bolj v vertikalni smeri, medtem ko se v glinastih tleh razporeja bolj v horizontalni smeri (slika 1).

Razdalja med kapljači in pretok kapljačev vplivata na to, koliko so največ lahko dolge namakalne linije zaradi tlačnih izgub. vzdolž namakalne linije se pojavljajo izgube tlaka, zato se pretok na kapljačih razlikuje. Med sosednjima iztokoma je razlika minimalna, vendar se na večjih razdaljah poveča. Razlika med dejanskim pretokom prvega in zadnjega kapljača na liniji mora biti dovolj majhna, da je izenačenost namakanja po celotni liniji zadovoljiva (najmanj 85 %). Največja možna dolžina linij se giblje od nekaj deset do nekaj sto metrov. Najdaljše linije lahko dosegajo na ravnem terenu do 400 m dolžine. Določitev, na kakšni razdalji naj bodo kapljači, je ključnega pomena za dimenzioniranje in projektiranje celotnega sistema, zato ga raje prepustimo za to usposobljenemu strokovnjaku, če želimo, da bo naš namakalni sistem optimalno dimenzioniran.

V prvi preglednici so primerjalno prikazane glavne prednosti in slabosti namakanja z razpršilci, z mikrorazpršilci in kapljičnega sistema namakanja.

Preglednica 1: Primerjava prednosti in slabosti namakanja z razpršilci, mikrorazpršilci in kapljičnega namakanja.

	Namakanje z razpršilci:	Namakanje z mikrorazpršilci:	Kapljično namakanje:
Ideja namakanja:	Namakati čim manjkrat. Rastlini dodati največji možni obrok vode, kar določajo lastnosti tal in globina korenin.	Pri namakanju vrtnin je princip enak kot pri ostalih razpršilcih. Pri namakanju sadnega drevja pod krošnjami je princip enak kot pri kapljičnem namakanju.	Rastlini dodajati vodo večkrat v manjših odmerkih (npr. vsaka dan, vsaka dva dni).
Obrok namakanja:	Odvisen od količine vode, ki jo tla zadržijo med PK in TV v globini glavne mase korenin. Največji možni obrok je cca 20 mm oz. 20 l/m ² oz. 200 m ³ /ha.	Pri namakanju vrtnin je obrok enak kot pri ostalih razpršilcih, pri namakanju sadnega drevja pod krošnjami je enak kot pri kapljičnem sistemu.	Obrok namakanja je načeloma enak dnevni potencialni evapotranspiraciji. Največje vrednosti so 6-7 mm oz. 6-7 l/m ² .
Poraba vode:	Največja, ker namakamo vso površino in so največje izgube vode. Ocenjene izgube 30-40 %.	Poraba vode in ocenjene izgube so odvisne od tega, ali imamo sistem, ki nam omogoča tudi zaščito proti pozebi ali ne.	Najmanjša, ker namakamo le del površine in so izgube vode najmanjše. Ocenjene izgube vode 8 %.
Poraba energije:	Večja. Namakalna oprema deluje pri večjih tlakih. Še primerna oprema za namakanje vrtnin deluje pri 2,5 bara.	Srednja. Namakalna oprema deluje od 1,5 do 4,5 bara.	Najmanjša. Namakalna oprema deluje pri tlakih do enega bara. Kompenzacijski kapljači enako dobro delujejo pri tlakih do 4,5 bara.
Potreba po filtraciji vode:	Manjša.	Srednja.	Velika.
Občutljivost na veter:	Večja. V vetrovnih legah je priporočljivo namakati ponoči.	Manjša. Mikrorazpršilci so navadno nameščeni 25 cm nad tlemi.	Neobčutljivo.
Nevarnost za bolezni:	Povečana za bolezni, ki se razvijajo v vlažnejših razmerah, ker so listi pogosteje omočeni. Še posebej velika je, če namakamo ponoči. Zmanjšana za bolezni in škodljivce, ki se pojavljajo v suhih pogojih.	Če so razpršilci nameščeni nad rastlino, velja enako kot pri razpršilcih. Če so nameščeni pod rastlino, je nevarnost pojava bolezni manjša, kot pri ostalih razpršilcih.	Malo povečana nevarnost pri bolj občutljivih rastlinah, vendar najmanjša od vseh vrst namakanja.
Možnost zaščite proti pozebi:	Da. Specializirana oprema.	V naših razmerah še malo proučena. Obstaja specializirana oprema.	Ne.
Možnost fertgacije:	Ne	Da, če so mikrorazpršilci nameščeni pod krošnje.	Da.
Lastnosti tal:	Zelo pomembne. Za namakanje so najprimernejša srednje težka tla (meljasta ilovica). Intenziteta namakanja ne sme presežati koeficienta infiltracije.	Enako pomembne kot pri ostalih razpršilcih.	Enako uspešno lahko namakamo tudi lahka peščena in težka glinasta tla. Od deleža gline v tleh je odvisen razmak med kapljači, kar vpliva na najdaljšo možno dolžino namakalnih linij.

Pri vseh sistemih je za natančno izvajanje namakanja pomembno poznavanje povezave med količino vode v tleh in njeno silo vezave na talne delce.

4. DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA NAMAKANJE

Najpomembnejši dejavniki, ki vplivajo na izvajanje namakanja, so rastlina, podnebje in tla oz. bolj natančno:

- koeficient infiltracije (oz. vpojna sposobnost tal za vodo), ki je lastnost tal;
- koliko vode lahko tla zadržijo v določeni globini - tu so povezane lastnosti tal ter lastnosti rastline;
- evapotranspiracija - tu so povezani dejavniki podnebja in rastline, ki jo namakamo.

4.1 Tla

Tako pri projektiranju namakalnih sistemov kot tudi za pravilno namakanje je nujno potrebno poznavanje nekaterih lastnosti tal, na katerih se bo namakanje izvajalo. Uporabniki namakalnega sistema morajo določene podatke o tleh pridobiti iz projektne dokumentacije ali naročiti analize pri za to usposobljeni inštituciji. Za strokovno izvajanje namakanja je potrebno pridobiti vsaj naslednje podatke o:

- Razprostranjenosti posameznega talnega tipa na namakalnih površinah, oz. koliko različnih talnih tipov se pojavlja na namakalni površini. Če imamo na neki namakalni površini na enem delu npr. globlja in/ali bolj glinena tla in na drugem delu plitvejša in/ali bolj peščena, jih bomo poskušali namakati z različnim režimom, kar ponavadi pomeni v tem delu ločen namakalni sistem (torej razvodni cevododi in namakalna oprema). Izogibajmo se namakanju po »srednji varianti«, da bi celotno površino namakali skupaj kot srednje težka, srednje globoka tla. Le če je en tip tal močno prevladujoč nad drugim, lahko sprejmemo kompromis in celotno površino namakamo, kot to zahteva prevladujoči tip tal.
- Globini talnih horizontov. Tla niso homogena po celotni globini, temveč so se v času razvoja oblikovale od nekaj centimetrov do nekaj 10 cm debele plasti – horizonti, ki se bolj ali manj razlikujejo po fizikalnih, kemičnih in biotičnih lastnostih.
- Teksturi tal v posameznem horizontu.
- Sposobnosti zadrževanja vode v posameznem horizontu.
- Koeficientu infiltracije.
- V primeru izvajanja fertigacije tudi o določenih kemičnih lastnostih tal, kar je obširneje razloženo v že omenjeni brošuri o fertigaciji.

Tla nudijo oporo rastlinskim koreninam ter zadržujejo v sebi vodo in hranilne snovi, ki jih rastline srkajo preko koreninskih laskov. So trifazni sistem, sestavljen

iz trdne, tekoče in plinaste faze. V določenem volumnu tal je količina trdne faze praktično nespremenljiva in zajema od 40-70 % celotnega prostora. Prazen prostor med trdnimi delci - pore - zasedata voda in zrak, ki sta v obratnem sorazmerju. Več ko je vode, manj je zraka in obratno. Pore se delijo na makro (večje) in mikro (manjše) pore. Za rastline je najboljša situacija, ko makropore zapolnjuje zrak in mikropore voda. Trdna faza tal je sestavljena iz mineralnega ter iz organskega dela. Mineralni del je sestavljen iz delcev različnih velikosti, ki se delijo v sledeče teksturne (velikostne) razrede: pesek, melj in glina. V tleh so delci zastopani v različnih deležih in govorimo o peščenih tleh, peščeno-glinastih, peščeno-meljastih, ilovnatih, meljasto-glinenih itn. vse kombinacije teksturnih razredov. V ilovnatih tleh so sorazmerno enaki deleži peska, melja in gline. V splošnem so peščena tla lažja in glinasta tla težja. Talne delce med seboj vežejo organska snov ter mineralna veziva v skupke, ki dajejo tlem različno strukturo, ki jo po velikosti delimo na: kepasto (delci večji od 5 cm), grudičasto (delci velikosti od 1 do 5 cm), mrvičasto (delci velikosti od 1 do 10 mm) in prašnato (delci manjši od 1 mm) ter po obliki na: kroglasto, listnato, prizmatično in poliedrično. Tekstura določa sposobnost tal za zadrževanje vode ter skupaj s strukturo določa koeficient infiltracije, ki je pomemben za izbiro kapacitete razpršilcev pri namakanju z razpršilci.

4.1.1 Zadrževanje vode v tleh

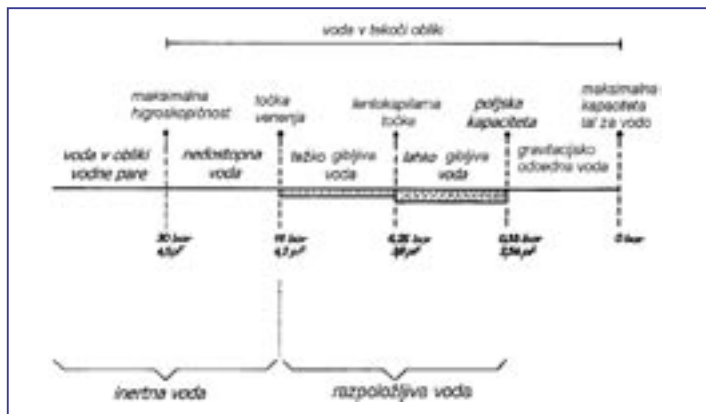
Voda je v tleh v obliki vodne pare ali v obliki kapljevine (tekočine). Ko količina vodnih molekul v talnem zraku doseže nasičenje (maksimalna higroskopičnost), se začne vezava vode na talne delce v obliki kapljevine oz. tekočine (slika 2). Prva plast molekul vode se veže s tenzijo 30 barov (3000 kPa = kilopascalov) in več. Tenzija je izraz za negativni tlak, ker med talnimi delci in molekulami vode delujejo privlačne sile (na enoto površine talnih delcev). Podajamo jo tudi kot pF vrednost, ki pomeni negativni logaritem vodnega stolpca izraženega v centimetrih, ki ustvari tako tenzijo (npr. pri tenziji 1000 cm je pF vrednost 3; tenzija 1000 cm je enakovredna 10 m vodnega stolpca oz. 1 bar hidrostatičnega pritiska). Pascal je enota za pritisk in sicer je 100 000 Pascalov 1 bar (1 bar je enak 1 atmosfera, ki sedaj ni več veljavna oznaka za pritisk).

Vsaka naslednja plast vode je vezana na talne delce z nekoliko manjšo tenzijo. Čim več vode je v tleh, šibkeje je vezana in vedno bolj je dostopna rastlinam. Rastline morajo zato, da lahko sprejmejo vodo skozi koreninske laske, premagati tenzijo, s katero je voda vezana na talne delce. Največja tenzija, ki jo rastline lahko premagajo, je 15 barov (1500 kPa), četudi korenine nekaterih divjerastočih rastlin lahko dosežejo tudi večjo sesalno moč. Ko je voda v tleh vezana s tenzijo 15 barov, govorimo o točki venenja (TV). Rastline pri takem stanju vode v tleh trajno uvenijo in si ne opomorejo, četudi jih zalijemo.

Ko količina vode v tleh narašča in se debeli plast vodnih molekul, ki so vezane na talne delce, postaja voda vedno bolj dostopna rastlinam. Ko je vode v tleh relativno veliko in je vodna plast okoli talnega delca že relativno debela, je voda

vezana le še s tenzijo 0,10 bara (10 kPa) v lahkih peščenih tleh oz. 0,33 bara (33 kPa) v težkih glinastih tleh. To stanje vode v tleh je poljska kapaciteta tal za vodo (PK) in je največja količina vode, ki jo tla lahko zadržijo. V tem stanju so mikropore zapolnjene v vodo in makropore zapolnjene z zrakom. Za večino rastlin je to najprimernejše stanje, saj imajo korenine na voljo dovolj vode in dovolj zraka. Če je vode v tleh toliko, da so z njo napolnjene tudi makropore, govorimo o polni kapaciteti tal za vodo. Vendar voda iz makropor počasi odteče v globlje plasti in proti podtalnici, ker je sila težnosti večja, kot je sila vezave vode na talne delce (slika 2). Ko gravitacijsko odcedna voda odteče, se vzpostavi stanje poljske kapacitete tal za vodo, kar se v peščenih tleh zgodi po približno enem in v glinastih tleh po približno treh dneh.

Slika 2: Oblike, sila vezave in dostopnost vode v tleh za rastline.



Načelno je v tleh rastlinam dostopna voda, ki se zadrži med PK in TV in jo označujemo z razpoložljivo vodo (RV). To vodo lentokapilarna točka deli na težje in lažje gibljivo vodo v tleh. Rastline imajo različno sposobnost črpanja vode in so različno odporne na sušo. Do neke določene količine vode v tleh, imenovane tudi kritična točka, ki je za posamezno vrsto rastlin in tudi sorto različna, rastlina relativno lahko črpa vodo iz tal. V območju pod to kritično točko pa rastlina del energije, ki bi jo sicer porabila za oblikovanje pridelka, porablja za premagovanje tenzije vode. Rastlina je tedaj v sušnem stresu. Faktor p označuje delež razpoložljive vode, ki je rastlinam lahko dostopna in je za posamezno rastlino prikazan v preglednicah od 3 do 6. Faktor zavzema vrednosti od 0,2-0,6. Med PK, TV, RV, LDV in p veljajo naslednje povezave:

$$\begin{aligned} RV &= PK - TV \\ LDV &= p * RV \\ LDV &= PK - KT \end{aligned}$$

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

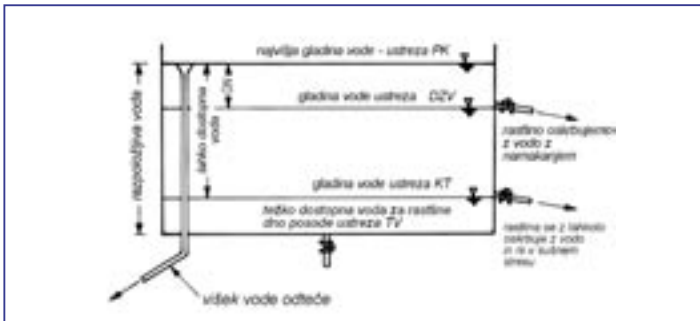
- TV = točka venenja (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)
- RV = razpoložljiva voda (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)
- KT = kritična točka (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)
- LDV = lahko dostopna voda (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)
- p = delež razpoložljive vode, ki je rastlinam lahko dostopna

LDV, pomnožena z globino korenin, predstavlja količino vode, ki jo rastlinam damo v enem obroku namakanja. Drug način določanja obroka namakanja je s pomočjo dovoljenega znižanja vode v tleh (DZV). Tu poleg fizikalnih lastnosti, ki jih upoštevamo pri KT, upoštevamo še lokalne izkušnje in posebne zahteve, zato je DZV lahko večja ali manjša ali enaka kot KT. Večja je, če se odločamo za manjše in bolj pogoste obroke namakanja, kar je smiselno v razmerah, ko dežja ne moremo napovedovati za zelo veliko dni vnaprej. Manjša je, kadar s kratkotrajnim izpostavljanjem rastlin vodnemu stresu izboljšamo njihovo aromo (npr. breskve). Enaka KT je, kadar namakanje v celoti prilagodimo potrebam rastlin po vodi. V preglednicah od 3 do 6 so informativno podani tudi odstotki poljske kapacitete (%PK), nad katerim moramo vzdrževati količino vode v tleh pri posamezni rastlini.

V nadaljevanju brošure bo prikazan postopek računanja obroka namakanja s pomočjo LDV. V prvi brošuri iz te serije, ki obravnava namakanje v severovzhodni Sloveniji, je prikazan izračun obroka namakanja s pomočjo odstotka PK, nad katerim moramo z namakanjem vzdrževati količino vode v tleh za optimalne potrebe rastlin. Poudariti je potrebno, da je bolj pravilno računanje obroka namakanja s pomočjo KT kot s pomočjo odstotka PK, bralec pa ima v obeh brošurah možnost primerjave obeh računanj. V prvi brošuri smo prikazali primer računanja obrokov namakanja s pomočjo odstotka poljske kapacitete, nad katerim moramo z namakanjem vzdrževati količino vode v tleh zaradi lažje navezave na brošuro o gojenju vrtnin v severovzhodni Sloveniji, ki je izšla hkrati z brošuro o namakanju.

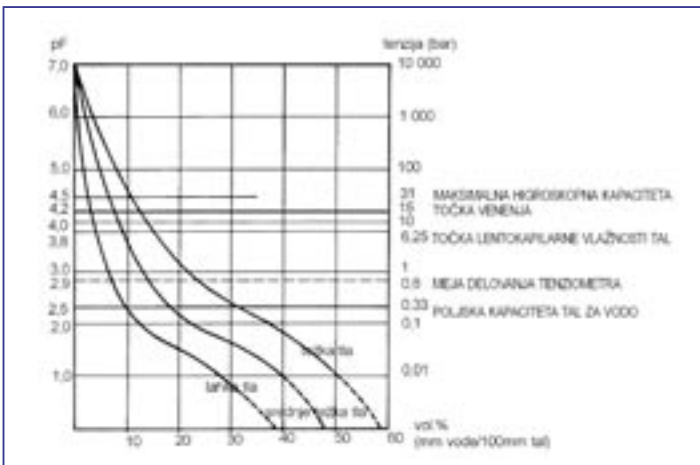
Na sliki 3 so opisane vodne količine prikazane s pomočjo »vodnega rezervoarja« v tleh, v katerem z namakanjem poskušamo vzdrževati količino vode med PK in DZV. Na sliki 3 je DZV narisana relativno visoko nad KT, ki je, različno od primera, lahko tudi enaka KT ali celo rahlo pod njo. Odvečna voda (nad PK) iz tal izteka. Rezervoar praznijo s svojo porabo rastline, polni pa se s pomočjo padavin ter namakanja. Potrebno je paziti, da vsaj z namakanjem ne presežemo poljske kapacitete 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 3: »Vodni rezervoar« v tleh, iz katerega se oskrbujejo rastline
 (TV = točka venenja, KT = kritična točka, DZV = dovoljeno znižanje količine vode v tleh, PK = poljska kapaciteta, ON = obrok namakanja).

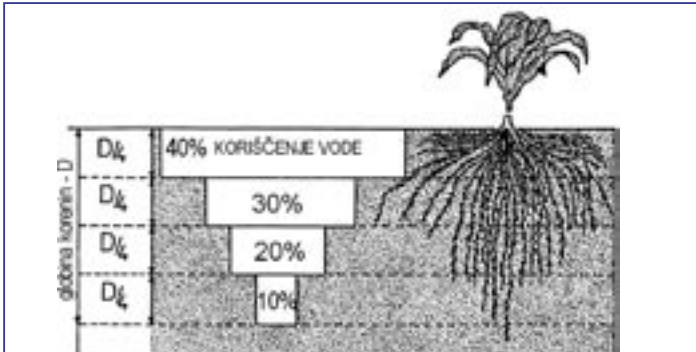


Količina je količina vode, ki jo tla pri določeni tenziji zadržijo v sebi, se za posamezna tla ugotavlja v laboratoriju. Glinasta tla zadržijo pri enaki tenziji vezave več vode kot peščena (slika 4). Količina vezane vode v tleh se lahko podaja v obliki masnih odstotkov (koliko gramov vode tla zadržijo v 100 g tal), volumskih odstotkov (koliko kubičnih centimetrov vode tla zadržijo v 100 cm³ tal oz. milimetrov vodne plasti /100 mm tal) ali v debelini vodne plasti, ki jo tla zadržijo (npr. 10 mm vode v 15 cm tal). Podajanje količine vode v debelini vodne plasti je za namen namakanja najprimernejše (npr. 2 mm/10 mm tal ali 20 mm vode/100 mm tal, kar je tudi enako 20 volumskim odstotkom oz. 20 l vode na kvadratni meter v 100 mm debeli plasti tal).

Slika 4: Povezava med količino vode in tenzijo le-te v različnih tleh – krivulje tenzije.



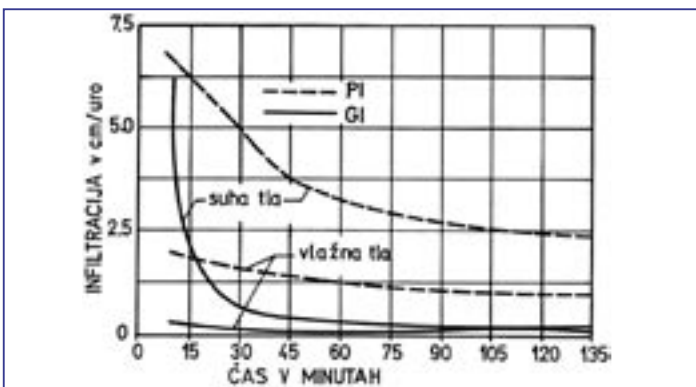
V povprečju se rastline z vodo največ oskrbujejo iz prve četrtnine globine korenin, in sicer tam dobijo do 40 % vse potrebne vode. 30-odstotno se oskrbujejo iz druge četrtnine korenin ter 20- in 10-odstotno iz tretje in četrte četrtnine korenin (slika 5). Zaradi boljšega izkoristka dodane vode pri računanju namakalnega obroka upoštevamo le globino glavne mase korenin, t.j. polovico celotne globine. Okvirne globine glavne mase korenin pri rastlinah so prikazane v preglednicah od 3 do 6.



Slika 5: Oskrbovanje rastlin z vodo po globini v profilu korenin.

4.1.2 Koeficient infiltracije oz. vpojna sposobnost tal za vodo

Infiltracija je proces vpijanja vode v tla in koeficient infiltracije nam pove, kako hitro se voda vpija v tla (cm/uro, mm/uro). Koeficient infiltracije je odvisen od teksture in strukture tal ter od njihove trenutne vlažnosti. V peščena tla voda hitreje pronica kot v glinasta (hitrost pronicanja je od nekaj centimetrov do več kot 10 centimetrov na uro). V suha tla voda pronica hitreje in potem, ko so tla že vlažna, vedno počasneje. Hitrost pronicanja vode v tla se po 3-5 urah vlaženja tal (namakanja ali dežja) skoraj ne spreminja več (slika 6). Ta hitrost je pomembna, ker nam določa, kakšno intenziteto namakanja imajo lahko izbrani razpršilci, če se odločimo za tovrstno namakanje. Intenziteta namakanja (koliko milimetrov vode dodamo tlem na uro) ne sme presežati koeficienta infiltracije, ker bo voda sicer zastajala na površini tal ter se bo pojavil površinski odtok. To pomeni nepotrebno izgubo vode ter povečano nevarnost za pojav erozije tal (odnašanje talnih delcev). Koeficient infiltracije določajo laboratoriji, ki se ukvarjajo s fiziko tal. Če je koeficient infiltracije manj kot 0,25 cm/uro, kar je lahko primer pri glinastih tleh, se privzame, da tla niso primerna za namakanje z razpršilci.



Slika 6: Spremembe koeficienta infiltracije (cm/uro) v lahkih peščeno ilovnatih (PI) in težkih glinasto ilovnatih (GI) tleh v odvisnosti od časa.

4.2 Evapotranspiracija

Evapotranspiracija je sestavljena iz dveh procesov: evaporacije in transpiracije. Evaporacija je izhlapevanje vode z vodne površine ali iz tal, transpiracija pa je izhajanje vode iz rastline preko listnih rež ali drugih nadzemnih organov. Evapotranspiracija je odvisna od več vremenskih parametrov (vlaga zraka, temperatura, sončno obsevanje, veter). Podajamo jo v debelini vodne plasti, ki izhlapi v določenem časovnem obdobju (npr. mm/dan, mm/mesec). Referenčna evapotranspiracija (ET₀) se nanaša (odvisno od metode računanja) na prosto vodno gladino ali na referenčno kulturo, ki je 12 cm visoka z vodo optimalno oskrbljena trava. V preglednici 2 je prikazana povprečna dnevna evapotranspiracija (mm/dan) po posameznih mesecih za nekatere meteorološke postaje po Sloveniji. Evapotranspiracija ni odvisna le od podnebnih dejavnikov temveč tudi od vrste rastline ter od stopnje njenega razvoja. Ob upoštevanju teh dejstev lahko izračunamo potencialno evapotranspiracijo rastline (ET_c), kar pomeni, koliko vode, izraženo v mm/dan ali v l/m²•dan, potrebuje rastlina za nemoten razvoj.

$$ET_c = ET_0 * k_c$$

K_c je faktor rastline, ki je za posamezne kulture v posamezni razvojni fazi različen. V preglednicah od 3 do 6 so prikazani faktorji rastlin za razmere v Vipavski dolini, v Primorju in v osrednji ter jugovzhodni Sloveniji vezani na čas setve in pobiranja pridelka. Pri začetni fazi razvoja je upoštevan tudi način namakanja, ki v tej fazi tudi vpliva na koeficient rastline. Pri kapljičnem namakanju je zaradi lokalno omočene površine koeficient rastline manjši.

Primer računanja koliko vode v povprečju potrebuje na dan jesensko zelje in solata v Vipavski dolini:

k_c za jesensko zelje 1. dekada julija = 0,75

k_c za jesensko zelje 3. dekada avgusta = 1,04

k_c solata 1. dekada julija = 0,95 (podatki iz preglednice 3)

referenčna evapotranspiracija:

julij = 4,4 mm/dan

avgust = 3,7 mm/dan

ET_jjes. zelje 1. dekada julija povp. = 0,75 • 4,4 mm/dan = 3,3 mm/dan = 3,3 l/m² =
= 33 m³ vode/ha•dan

ET_jjes. zelje 3. dekada avgusta povp. = 1,04 • 3,7 mm/dan = 3,8 mm/dan = 3,8 l/m² =
= 38 m³ vode/ha•dan

ET_ssolata 1. dekada julija povp. = 0,95 • 4,4 mm/dan = 4,2 mm/dan = 4,2 l/m² =
= 42 m³ vode/ha•dan

Jesensko zelje za skladiščenje potrebuje v prvi dekadi julija v povprečnih vremenskih razmerah v Vipavski dolini 33 m³ vode/ha•dan, medtem ko potrebuje v zadnji dekadi avgusta v povprečnih razmerah 38 m³ vode/ha•dan. Solata pa potrebuje v povprečnih vremenskih razmerah v prvi dekadi julija 42 m³ vode/ha•dan.

Preglednica 2: Povprečna referenčna dnevna evapotranspiracija (ET₀) (mm/dan) za nekatere meteorološke postaje v zahodni, osrednji in južni Sloveniji (opazovano obdobje 25 ali 30 let).

referenčna dnevna evapotranspiracija (mm/dan)												
meteorološka postaja	jan.	feb.	mar.	apr.	maj	jun.	jul.	avg.	sep.	okt.	nov.	dec.
Bilje v Vipavski dolini	0,5	0,8	1,5	2,4	3,4	4,1	4,4	3,7	2,4	1,3	0,7	0,4
Vedrijan v Goriških brdih	0,6	0,9	1,7	2,6	3,6	4,2	4,6	4,0	2,7	1,7	0,8	0,5
Beli Križ pri Portorožu	0,6	0,9	1,7	2,6	3,7	4,5	5,0	4,3	2,8	1,6	0,8	0,5
Celje	0,4	0,7	1,4	2,2	3,3	3,8	4,0	3,3	2,2	1,2	0,6	0,3
Doblice v Beli krajini	0,4	0,7	1,5	2,3	3,4	4,0	4,3	3,5	2,3	1,2	0,6	0,3

Opomba: osnovni podatki povzeti po Namiz, 2000. Vir podatkov: Arhiv Agencije republike Slovenije za okolje (ARSO).

Namakalni sistemi so večinoma dimenzionirani na 80-90 % verjetne ETC, ki je približno 10 % višja kot povprečna ETC. To pomeni, da namakalni sistem zagotavlja dovolj vode, da rastline le v 10 % let (teoretično samo vsako deseto leto) niso optimalno oskrbljene z vodo za optimalno oblikovanje pridelka. To ne pomeni, da pridelka sploh ni, ampak ga je samo nekoliko manj kot v vseh ostalih bolj povprečnih letih.

Uporabnikom namakalnega sistema podatek o ETC pomaga okvirno določiti količino vode, ki jo morajo določeni kulturi v določenem času zagotoviti za en dan, če ni padavin. V bolj povprečnih letih naj torej uporabnik računa dnevno porabo vode s podatkom o povprečni ET₀, medtem ko v izrednih sušnih razmerah to vrednost poveča za 10 %, kar bomo še posebej omenili pri primeru računanja namakalnih parametrov.

Oddelek za agrometeorologijo pri Uradu za meteorologijo ARSO bo vzpostavil mrežo agrometeoroloških opazovalnih postaj, s pomočjo katerih bodo za izbrano lokalno območje izračunali ETC za vsako kulturo za vsak dan sproti in bodo ti (najbolj natančni) podatki o porabi vode pri posamezni kulturi dnevno na voljo uporabnikom namakalnih sistemov po celotni Sloveniji. Dokler ta sistem ne bo vzpostavljen, si lahko pridelovalci pomagajo s prikazanim računom dnevne porabe vode. Pri tem morajo upoštevati podatke iz njim najbližje vremenske postaje.

Potencialna evapotranspiracija rastlin pomeni torej potrebe rastlin po vodi, ki jih moramo pokriti z namakanjem, če ni dovolj padavin. Padavine so najbolj spremljivi del vremena, saj se količina padavin predvsem v poletnih mesecih lo-

kalno lahko zelo razlikuje. Četudi bo zaživel sistem obveščanja uporabnikov namakalnih sistemov, ki je opisan v prejšnjem odstavku, bodo uporabniki precej odvisni od lastnih opazovanj padavin. Najenostavnejši način sledenja padavin je s preprostimi dežmeri (slika 7), ki jih postavimo nekje na namakalno območje in sledimo, koliko padavin je padlo. Dež nam lahko pokrije celodnevno ali celo večdnevno potrebo po vodi, če le tla lahko zadržijo dovolj vode. Upoštevati moramo, da učinkovitost padavin skoraj nikoli ni 100 %. Ponavadi računamo z 80-85 % učinkovitostjo padavin. Del padavin izhlapi na listih rastlin, še preden pade na površino tal. Del padavin izhlapi s površine tal, še preden se vanjo vpije, del padavin, še posebej, če so le-te bolj intenzivne – močnejše in presegajo stopnjo infiltracije tal, lahko tudi z relativno ravnih terenov površinsko odteče. Če pade v nekem dnevu 10 mm padavin, vse padavine ne doprinesejo k povečanju količine vode v tleh, ampak se količina vode v tleh poveča le za približno 8 mm, kar upoštevamo pri odločitvi, kdaj bomo spet namakali. Če po dolgo trajajočem sušnem obdobju pade do 5 mm padavin in temu spet sledi sušno obdobje, je doprinos padavin k skupni količini vode v tleh zanemarljivo majhen.

Slika 7: Preprost dežemer, s katerim lahko sledimo, koliko dežja je padlo na nekem območju.



Preglednica 3: Dinamika koeficientov rastlin ter globine glavne mase korenin (cm) vrtnin in sadnega drevja v Vipavski dolini, faktor p , ki označuje delež lahko dostopne vode v tleh med poljsko kapaciteto in točko vvenjenja ter v oklepaju odstotek poljske kapacitete (%PK) nad katerim moramo z namakanjem vzdrževati količino vode v tleh.

mesec dekada	januar			februar			marec			april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			november			december			%PK (p)			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
paradižnik, K kc										0,30	0,36	0,75	1,14				1,10	1,18	1,02	0,86	0,80																0,4 (60-70)			
globina korenin (cm)										10	17	23	30	30	30	30	30	30	30																					
faze razvoja										0	1	2					3	4																						
paradižnik, K, Z kc				0,30	0,36	0,75	1,14	1,10	1,18	1,02	0,86	0,80																												
globina korenin (cm)				10	17	23	30	30	30	30	30	30	30																											
faze razvoja				0	1	2					3	4																												
jajčevci, K kc										0,34	0,39	0,68	1,00	1,04	1,00	0,95	0,91	0,90																			0,45 (80)			
globina korenin (cm)										10	15	20	25	25	25	25	25	25	25																					
faze razvoja										0	1	2	3	4																										
jajčevci, K, Z kc				0,34	0,40	0,71	1,00	1,05	1,05	1,03	0,94	0,90																												
globina korenin (cm)				10	15	20	25	25	25	25	25	25	25																											
faze razvoja				0	1	2					3	4																												
paprika, K kc										0,34	0,39	0,68	1,00	1,05	1,03	0,94	0,90																			0,3 (80-85)				
globina korenin (cm)										10	15	20	25	25	25	25	25	25	25																					
faze razvoja										0	1	2	3	4																										
paprika, K, Z kc				0,34	0,40	0,71	1,00	1,05	1,04	0,98	0,92	0,90																												
globina korenin (cm)				10	15	20	25	25	25	25	25	25	25																											
faze razvoja				0	1	2					3	4																												
kumarice, K kc										0,34	0,43	0,91	1,00	0,99	0,93	0,87	0,82	0,80																			0,5 (70-80)			
globina korenin (cm)										10	15	20	20	20	20	20	20	20	20																					
faze razvoja										0	1	2	3	4																										
kumarice, K, Z kc							0,34	0,43	0,91	0,99	0,90	0,83	0,80																											
globina korenin (cm)				10	15	20	25	20	20	20	20																													
faze razvoja				0	1	2					3	4																												
bučke, K kc										0,34	0,39	0,67	0,96	0,99	0,90	0,83	0,80																			0,5 (70-80)				
globina korenin (cm)										10	15	20	25	25	25	25	25																							
faze razvoja										0	1	2	3	4																										
solata 1, K, Z kc				0,46	0,46	0,50	0,74	0,96	1,00	1,00	0,97	0,96	0,95																									0,3 (80)		
globina korenin (cm)				5	8	10	13	15	15	15	15	15																												
faze razvoja				0	1								4																											
solata 2, K, Z kc							0,36	0,36	0,45	0,91	1,00	0,99	0,96	0,95																										
globina korenin (cm)							5	8	12	15	15	15	15																											
faze razvoja							0	1	2				3	4																										
solata 3 kc										0,85	0,87	0,98	1,00	0,99	0,96	0,95																								
solata 3, K kc										0,34	0,43	0,91	1,00	0,99	0,96	0,95																								
globina korenin (cm)										5	10	15	15	15	15	15																								
faze razvoja										0	1	2					3	4																						
endivija kc																						0,75	0,75	0,75	0,78	0,97	0,98	0,88	0,85										0,3 (70-80)	
globina korenin (cm)																						5	8	10	13	15	15	15												
faze razvoja																						0			1	2	3	4												
radić kc																						0,80	0,81	0,90	1,00	1,09	1,09	1,05	1,01	1,00										0,3 (70-80)
globina korenin (cm)																						5	8	10	13	15	15	15	15											
faze razvoja																						0	1				2	3	4											
motovilec kc																									0,80	0,84	1,06	1,10	1,10	1,07	1,03	1,01	1,00							0,3 (70-80)
globina korenin (cm)																									5	10	15	15	15	15	15									
faze razvoja																									0	1	2		3		4									
špinčač pomlad. kc				0,90	0,90	0,91	0,95	0,99	0,99	0,93	0,90																												0,2 (80)	
globina korenin (cm)				5	8	10	13	15	15	15	15																													
faze razvoja				0	1		2	3	4																															
špinčač jesenska kc																									0,80	0,83	0,97	0,99	0,95	0,91	0,90									
globina korenin (cm)																									5	10	15	15	15	15										
faze razvoja																									0	1	2	3	4											
zelje zgodnje kc				0,90	0,90	0,90	0,91	0,98	1,04	1,04	0,98	0,95																												
zelje zg., K kc				0,36	0,36	0,36	0,41	0,71	1,00	1,04	0,98	0,95																												
globina korenin (cm)				5	8	11	14	17	20	20	20	20																												
faze razvoja				0			1	2	3	4																														
zelje jesensko kc																									0,75	0,75	0,77	0,91	1,03	1,04	0,97	0,95								

mesec	januar			februar			marec			april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			november			december			%PK (p)				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
cvetača zgodnja kc										0,75	0,80		1,05	1,09	1,05	1,00	0,96	0,95																			0,45 (80)				
globina korenin (cm)										5	13	20	20	20	20	20	20	20																							
faze razvoja										0	1	2	3			4																									
cvetača pozna kc																						0,80	0,82	0,94	1,08	1,10	1,09	1,03	0,97	0,95											
globina korenin (cm)																						5	12	18	25	25	25	25	25	25											
faze razvoja																						0	1	2	3			4													
majski srebrnjak kc	0,90	0,90	0,90	0,90	0,87	0,83	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80													0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,3 (70)				
globina korenin (cm)	5	7	8	10	12	13	15	15	15	15	15	15													5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5					
faze razvoja				1			2	3	4																0																
čebula kc							0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,87	0,83	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80																0,3 (70)				
globina korenin (cm)							5	6	8	9	11	12	14	15	15	15	15	15	15	15	15																				
faze razvoja							0			1			2			3			4																						
zglkrompir kc							0,90	0,90	0,90	0,90	0,91	0,98	1,07	1,14	1,10				0,84	0,75																	0,35 (70-80)				
zglkrompir, K kc							0,36	0,36	0,36	0,36	0,40	0,62	0,89	1,11	1,10				0,84	0,75																					
globina korenin (cm)							20	21	23	24	26	27	29	30	30	30	30		30	30																					
faze razvoja							0			1			2	3	4																										
pozni krompir kc										0,75	0,75	0,79	1,01	1,04		1,00	0,96	0,95																			0,45 (80)				
globina korenin (cm)										5	12	18	25	25		25	25	25																							
faze razvoja							0			1	2	3	4																												
fižol stročji kc										0,75	0,75	0,79	1,01	1,04		1,00	0,96	0,95																			0,45 (80)				
fižol stročji, K kc										0,30	0,30	0,40	0,95	1,04		1,00	0,96	0,95																							
globina korenin (cm)										5	12	18	25	25		25	25	25																							
faze razvoja							0			1	2	3	4																												
grah kc	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,12	1,13	1,15	1,15	1,14	1,11	1,10																1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	0,35 (70-80)				
grah, K kc	0,44	0,44	0,44	0,44	0,47	0,69	0,93	1,12	1,15	1,14	1,11	1,10																0,44	0,44	0,44	0,44	0,44									
globina korenin (cm)	5	7	9	11	14	16	18	20	20	20	20	20																5	5	5	5	5									
faze razvoja				1			2	3	4																			0													
beluš kc													0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,88	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	0,92	0,72	0,51	0,35	0,30						0,45 (70-80)							
beluš, K kc										0,34	0,34	0,34	0,34	0,37	0,54	0,75	0,92	0,95	0,95	0,95	0,92	0,72	0,51	0,35	0,30																
globina korenin (cm)										30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30													
faze razvoja										0			1			2						3			4																
rdeča pesa kc							0,90	0,90	0,92	1,03	1,05	1,05	1,04	0,97	0,95																						0,5 (80)				
globina korenin (cm)							5	10	15	20	20	20	20	20		20	20																								
faze razvoja							0	1	2		3	4																													
jagode, K kc							0,36	0,40	0,62	0,82	0,85	0,84	0,80	0,80																						0,2 (80-90)					
globina korenin (cm)							7	11	16	20	20	20	20	20		20	20																								
faze razvoja							0	1	2	3	4																														
grozdje namizno, K kc							0,34	0,34	0,34	0,34	0,36	0,52	0,69	0,83	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,84	0,77	0,69	0,61	0,53	0,47	0,45						0,35 (70-80)						
globina korenin (cm)							75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75					
faze razvoja							0			1			2									3			4																
jablane kc							0,75	0,75	0,78	0,98	1,17	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,19	1,16	1,11	1,07	1,03	0,99	0,96	0,95							0,5 (70-80)							
jablane, K kc							0,34	0,34	0,40	0,77	1,14	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,19	1,16	1,11	1,07	1,03	0,99	0,96	0,95														
globina korenin (cm)							30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30											
faze razvoja							0	1	2		3											3			4																
češnjice kc							0,90	0,90	0,91	1,00	1,10	1,19	1,20	1,20	1,18	1,16	1,15	1,13	1,11	1,09	1,07	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,97	0,95	0,95				0,5 (70-80)								
češnjice, K kc							0,36	0,36	0,40	0,64	0,92	1,16	1,20	1,20	1,18	1,16	1,15	1,13	1,11	1,09	1,07	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,97	0,95	0,95												
globina korenin (cm)							30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30											
faze razvoja							0	1	2		3																	4													
breskve kc							0,90	0,90	0,90	0,90	0,91	0,96	1,02	1,09	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,94	0,91	0,90							0,5 (70-80)							
breskve, K kc							0,36	0,36	0,36	0,36	0,39	0,55	0,75	0,96	1,12	1,15	1,15	1,15	1,15	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,94	0,91	0,90														
globina korenin (cm)							40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																							

mesec	januar			februar			marec			april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			november			december			(p)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
slive, kc																																				0,5	
slive, K kc																																				(70-80)	
globina korenin (cm)																																					
faze razvoja																																					
kaki, K kc																																				0,5	
globina korenin (cm)																																				(70-80)	
faze razvoja																																					
kivi, K kc																																				0,5	
globina korenin (cm)																																				(70-80)	
faze razvoja																																					

Preglednica 4: Dinamika koeficientov rastlin ter globine glavne mase korenin (cm) vrtnin in sadnega drevja v Primorju, faktor p, ki označuje delež lahko dostopne vode v tleh med poljsko kapaciteto in točko venenja ter v oklepaju odstotek poljske kapacitete (%PK) nad katerim moramo z namakanjem vzdrževati količino vode v tleh.

mesec	januar			februar			marec			april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			november			december			(p)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
paradižnik, K kc																																				0,4	
globina korenin(cm)																																				(60-70)	
faze razvoja																																					
paradižnik, K, Z kc																																					
globina korenin(cm)																																					
faze razvoja																																					
jajčevci, K kc																																				0,45	
globina korenin(cm)																																				(80)	
faze razvoja																																					
jajčevci, K, Z kc																																					
globina korenin(cm)																																					
faze razvoja																																					
paprika, K kc																																				0,3	
globina korenin(cm)																																				(80-85)	
faze razvoja																																					
paprika, K, Z kc																																					
globina korenin(cm)																																					
faze razvoja																																					
kumarice, K kc																																				0,5	
globina korenin(cm)																																				(70-80)	
faze razvoja																																					
kumarice, K, Z kc																																					
globina korenin(cm)																																					
faze razvoja																																					
bučke, K kc																																				0,5	
globina korenin(cm)																																				(70-80)	
faze razvoja																																					
solata 1, K, Z kc																																				0,3	
globina korenin(cm)																																				(80)	
faze razvoja																																					
solata 2, K, Z kc																																					
globina korenin(cm)																																					
faze razvoja																																					
solata 3 kc																																					
globina korenin(cm)																																					
faze razvoja																																					
solata 3, K kc																																					
globina korenin(cm)																																					
faze razvoja																																					

mesec	januar			februar			marec			april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			november			december			%PK (p)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
rdeča pesa, Kc							0,90	0,90	0,92	1,03	1,04	0,98	0,95																							0,5	
globina korenin(cm)							5	10	15	20	20	20																								(80)	
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
lubenic, Kc							0,90	0,90	0,90	0,91	0,98	1,07	1,14	1,15	1,15	1,13	1,02	0,88	0,78	0,75																	0,4
globina korenin(cm)							10	13	17	20	23	27	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	(70-80)	
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
melone, Kc							0,90	0,90	0,90	0,91	0,98	1,07	1,14	1,15	1,15	1,13	1,02	0,88	0,78	0,75																	0,4
globina korenin(cm)							10	13	17	20	23	27	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	(70-80)	
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
grozdje																																					
namizno, Kc																																					
globina korenin(cm)																																					
faze razvoja																																					
jablane, Kc							0,37	0,37	0,43	0,79	1,14	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,19	1,16	1,11	1,07	1,03	0,99	0,96	0,95									0,5	
globina korenin(cm)							30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	(70-80)
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
češnje, Kc							0,36	0,36	0,40	0,64	0,92	1,16	1,20	1,20	1,18	1,16	1,15	1,13	1,11	1,09	1,07	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,97	0,95	0,95							0,5	
globina korenin(cm)							30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	(70-80)
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
breskve, Kc							0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,39	0,55	0,75	0,96	1,12	1,15	1,15	1,15	1,15	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,94	0,91	0,90								0,5	
globina korenin(cm)							40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	(70-80)
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
nektarine, Kc							0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,39	0,55	0,75	0,96	1,12	1,15	1,15	1,15	1,15	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,94	0,91	0,90								0,5	
globina korenin(cm)							40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	(70-80)
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
hruške, Kc							0,90	0,90	0,91	0,94	0,98	1,03	1,07	1,11	1,16	1,19	1,20	1,20	1,17	1,12	1,09	1,06	1,03	1,00	0,98	0,96	0,95									0,5	
globina korenin(cm)							30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	(70-80)
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
slive, Kc							0,92	0,92	0,92	0,95	0,98	1,02	1,05	1,09	1,12	1,15	1,15	1,15	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,94	0,91	0,90										0,5	
globina korenin(cm)							40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	(70-80)
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
kaki, Kc							0,90	0,90	0,90	0,94	0,97	1,01	1,04	1,08	1,11	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,14	1,11	1,07	1,03	0,99	0,95	0,91	0,90							0,5	
globina korenin(cm)							50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	(70-80)
faze razvoja							0	1	2	3	4																										

Preglednica 5: Dinamika koeficientov rastlin ter globine glavne mase korenin (cm) vrtnin in sadnega drevja v osrednji Sloveniji, faktor p, ki označuje delež lahko dostopne vode v tleh med poljsko kapaciteto in točko venenja ter v oklepaju odstotek poljske kapacitete (%PK) nad katerim moramo z namakanjem vzdrževati količino vode v tleh.

mesec	januar			februar			marec			april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			november			december			%PK (p)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
paradižnik, K, Z, Kc										0,36	0,47	1,09	1,18	1,10	0,93	0,83	0,80																				0,4
globina korenin (cm)										10	20	30	30	30	30	30	30																				(60-70)
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
jajčevci, K, Z, Kc										0,36	0,40	0,72	1,01	1,03	0,94	0,90																					0,45
globina korenin (cm)										5	12	18	25	25	25	25																				(80)	
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
paprika, K, Z, Kc										0,36	0,45	0,96	1,02	0,95	0,90																						0,3
globina korenin (cm)										10	18	25	25	25	25																					(80-85)	
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
kumarice, K, Z, Kc										0,34	0,43	0,91	0,99	0,95	0,90	0,85	0,81	0,80																			0,5
globina korenin (cm)										10	15	20	20	20	20	20	20	20																		(70-80)	
faze razvoja							0	1	2	3	4																										
bučke, K, Z, Kc							0,40	0,45	0,71	0,96	0,99	0,90	0,83	0,80																							0,5
globina korenin (cm)							10	15	20	25	25	25	25	25																						(70-80)	
faze razvoja							0	1	2	3	4																										

mesec	januar			februar			marec			april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			november			december			%PK (p)0,3 (80)			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
dekada	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
solata 1, K, Z kc				0,40	0,40	0,49	0,92	1,00	1,00	1,00	0,98	0,97	0,95	0,95																										
globina korenin (cm)				5	8	12	15	15	15	15	15	15	15	15																										
faze razvoja				0	1	2		3	4																															
solata 2, K, Z kc				0,40	0,40	0,48	0,92	1,00	1,00	1,00	0,98	0,97	0,95	0,95																										
globina korenin (cm)				5	8	12	15	15	15	15	15	15	15	15																										
faze razvoja				0	1	2		3	4																															
solata 3 kc										0,80	0,80	0,83	0,97	1,00	0,99	0,96	0,95																							
solata 3, K kc										0,32	0,32	0,41	0,91	1,00	0,99	0,96	0,95																							
globina korenin (cm)										5	8	12	15	15	15	15	15																							
faze razvoja										0	1	2		3	4																									
endivija kc											0,75	0,75	0,77	0,88	0,98	0,99	0,95	0,90	0,86	0,85																	0,3			
globina korenin (cm)										5	8	10	13	15	15	15	15	15	15	15																	(70-80)			
faze razvoja										0	1	2		3	4																									
radič kc													0,75	0,75	0,77	0,93	1,08	1,10	1,09	1,03	1,00																0,3			
globina korenin (cm)													5	8	10	13	15	15	15	15	15	15															(70-80)			
faze razvoja													0	1	2		3	4																						
motovilec kc																0,90	0,91	1,00	1,09	1,09	1,05	1,01	1,00														0,3			
globina korenin (cm)																5	8	12	15	15	15	15	15														(70-80)			
faze razvoja																0	1	2	3	4																				
špinaca pom. kc					1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,93	0,90																										0,2			
globina korenin (cm)					5	8	12	15	15	15	15																										(80)			
faze razvoja					0	1	2	3	4																															
špinaca jesenska kc																0,80	0,83	0,97	0,99	0,95	0,91	0,90																		
globina korenin (cm)																5	10	15	15	15	15	15	15																	
faze razvoja																0	1	2	3	4																				
zelje zgodnje kc								0,80	0,83	1,02	1,05	1,04	0,98	0,95																							0,45			
zelje zg. K kc								0,32	0,42	0,95	1,05	1,04	0,98	0,95																							(80)			
globina korenin (cm)								5	13	20	20	20	20	20																										
faze razvoja								0	1	2	3	4																												
zelje jesensko kc											0,85	0,85	0,85	0,91	0,98	1,04	1,05	1,02	0,98	0,96	0,95																			
globina korenin (cm)											5	8	12	15	18	22	25	25	25	25	25	25																		
faze razvoja											0	1		2	3		4																							
cvetača zgodnja kc							0,80	0,80	0,84	1,06	1,09	1,02	0,97	0,95																							0,45			
globina korenin (cm)							5	10	15	20	20	20	20	20																							(80)			
faze razvoja							0	1	2	3	4																													
cvetača pozna kc																0,80	0,80	0,84	1,06	1,10	1,10	1,08	0,99	0,95																
globina korenin (cm)																5	12	18	25	25	25	25	25	25																
faze razvoja																0	1	2		3	4																			
kitajsko zelje kc																0,80	0,80	0,82	0,95	1,08	1,10	1,09	1,03	0,97	0,95											0,45				
globina korenin (cm)																5	10	15	20	25	25	25	25	25											(70-80)					
faze razvoja																0	1	2		3	4																			
majski srebrnjak kc	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80					0,45	0,46	0,54	0,63	0,71	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,3				
globina korenin (cm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15					5	7	9	11	13	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	(70)		
faze razvoja							3			4									0	1		2																		
čebula kc					1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,94	0,87	0,81	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80															0,3				
globina korenin (cm)					5	6	8	9	11	12	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15														(70)			
faze razvoja					0				1		2																													
por kc										0,75	0,75	0,75	0,77	0,78	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80															0,3				
globina korenin (cm)										5	7	9	11	13	15	15	15	15	15	15	15																			
faze razvoja										0	1		2	3		4																								
korenček I kc					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,03	1,05	1,05	1,04	0,98	0,95																					0,35			
globina korenin (cm)					2	4	7	9	11	13	16	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20														(80)					
faze razvoja					0				1		2		3	4																										
korenček II kc								0,75	0,75	0,77	0,91	1,03	1,05	1,05	1,05	1,04	1,00	0,96	0,95																					
globina korenin (cm)								2	7	11	16	20	20	20	20	20	20	20	20	20																				

mesec dekada	januar			februar			marec			april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			november			december			%PK (p)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
zelena kc														0,75	0,75	0,75	0,76	0,85	0,95	1,04	1,05	1,04	1,03	1,01	1,00	1,00									0,2		
globina korenin (cm)														2	5	8	11	14	17	20	20	20	20	20	20	20									(80)		
faze razvoja														0		1										4											
zgakrompir kc					1,00	1,00	1,02	1,13	1,15	1,12	0,96	0,80	0,75																							0,35	
zgakrompir, K kc					0,40	0,40	0,40	0,50	1,05	1,15	1,12	0,96	0,80	0,75																						(70-80)	
globina korenin (cm)					20	23	25	28	30	30	30	30	30	30	30	30	30																				
faze razvoja					0			1	2																												
fižol stročji kc										0,75	0,79	1,01	1,05	1,05	1,04	1,00	0,96	0,95																		0,45	
fižol stročji, K kc										0,30	0,40	0,95	1,05	1,05	1,04	1,00	0,96	0,95																		(80)	
globina korenin (cm)										5	15	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25											
faze razvoja										0	1	2																									
fižol zrnje kc										0,75	0,77	0,91	1,03	1,05	1,05	1,03	1,02	1,00	0,98	0,97	0,95	0,40														0,45	
fižol zrnje, K kc										0,30	0,35	0,69	1,00	1,05	1,05	1,03	1,02	1,00	0,98	0,97	0,95	0,40														(70-80)	
globina korenin (cm)										5	12	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25											
faze razvoja										0	1		2			3																					
grah kc						0,80	0,80	0,85	1,10	1,15	1,14	1,11	1,10																							0,35	
grah, K kc						0,32	0,32	0,43	1,04	1,15	1,14	1,11	1,10																							(70-80)	
globina korenin (cm)						5	10	15	20	20	20	20	20																								
faze razvoja						0		1	2																												
beluš kc						0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,82	0,93	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,92	0,72	0,51	0,35	0,30											0,45		
beluš, K kc						0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,41	0,86	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,92	0,72	0,51	0,35	0,30												(70-80)		
globina korenin (cm)						30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30											
faze razvoja						0																															
rdeča pesa kc					1,00	1,00	1,02	1,03	1,05	1,05	1,04	1,00	0,96	0,95																						0,5	
globina korenin (cm)						5	9	13	16	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20										(80)		
faze razvoja						0		1			2		3			4																					
jagode, K kc						0,32	0,36	0,64	0,91	0,95	0,95	0,94	0,90	0,85	0,81	0,80																				0,2	
globina korenin (cm)						7	11	16	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20										(80-90)		
faze razvoja						0		1	2																												
jablane, K kc						0,32	0,32	0,38	0,76	1,14	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,17	1,14	1,12	1,09	1,06	1,03	1,00	0,98	0,96	0,95										0,5		
globina korenin (cm)						30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30									(70-80)		
faze razvoja						0		1	2																												

Preglednica 6: Dinamika koeficientov rastlin ter globine glavne mase korenin (cm) vrtnin in sadnega drevja na Dolenjskem in v Beli krajini, faktor p, ki označuje delež lahko dostopne vode v tleh med poljsko kapaciteto in točko venenja ter v oklepaju odstotek poljske kapacitete (%PK) nad katerim moramo z namakanjem vzdrževati količino vode v tleh.

mesec dekada	januar			februar			marec			april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			november			december			%PK (p)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
paradižnik, K, Z kc										0,36	0,47	1,09	1,18	1,10	0,93	0,83	0,80																			0,4	
globina korenin (cm)										10	20	30	30	30	30	30	30																			(60-70)	
faze razvoja										0	1	2	3																								
jajčevci, K, Z kc											0,36	0,40	0,72	1,01	1,03	0,94	0,90	0,90																		0,45	
globina korenin (cm)											10	15	20	25	25	25	25	25																		(80)	
faze razvoja											0	1	2	3																							
paprika, K kc											0,36	0,45	0,96	1,02	0,95	0,90																				0,3	
globina korenin (cm)											10	18	25	25	25	25	25																			(80-85)	
faze razvoja											0	1	2	3	4																						
kumarice, K kc											0,36	0,44	0,92	1,00	0,99	0,90	0,83	0,80																		0,5	
globina korenin (cm)											10	15	20	20	20	20	20	20																		(70-80)	
faze razvoja											0	1	2		3		4																				
bučke, K kc						0,36	0,36	0,40	0,68	0,96	0,98	0,85	0,80																							0,5	
globina korenin (cm)						10	14	18	21	25	25	25	25																							(70-80)	
faze razvoja						0		1	2	3	4																										

mesec dekada	januar			februar			marec			april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			november			december			%PK (p)0,3			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
solata 1, K, Z kc	0,40	0,40	0,40	0,44	0,72	0,97	1,00	0,99	0,96	0,95																											0,3			
globina korenin (cm)	5	7	9	11	13	15	15	15	15	15																											(80)			
faze razvoja	0		1		2		3		4																															
solata 2, K, Z kc									0,36	0,36	0,45	0,91	0,99	0,96	0,95																									
globina korenin (cm)									5	8	12	15	15	15	15																									
faze razvoja									0	1	2	3	4																											
solata 3 kc									0,90	0,90	0,91	0,99	1,00	1,00	0,98	0,96	0,95																							
solata 3, K kc									0,36	0,36	0,44	0,92	1,00	1,00	0,98	0,96	0,95																							
globina korenin (cm)									5	8	12	15	15	15	15	15	15																							
faze razvoja									0	1	2	3	4																											
endivija kc															0,75	0,77	0,88	0,98	1,00	0,98	0,89	0,85															0,3			
globina korenin (cm)															5	8	12	15	15	15	15	15															(70-80)			
faze razvoja															0	1	2	3	4																					
radič kc															0,75	0,75	0,77	0,93	1,08	1,09	1,03	1,00															0,3			
globina korenin (cm)															5	8	12	15	15	15	15	15															(70-80)			
faze razvoja															0	1	2	3	4																					
zejfe zgodnje kc						0,90	0,93	1,03	1,05	1,04	1,00	0,96	0,95																									0,45		
zejfe zg., K kc						0,36	0,48	0,96	1,05	1,04	1,00	0,96	0,95																									(80)		
globina korenin (cm)						5	13	20	20	20	20	20	20	20																										
faze razvoja						0	1	2	3	4																														
zejfe jesensko kc															0,85	0,85	0,86	0,91	0,98	1,04	1,05	1,04	1,00	0,96	0,95															
globina korenin (cm)															5	9	13	17	21	25	25	25	25	25	25															
faze razvoja															0	1	2	3	4																					
cvetača zgodnja kc						0,90	0,90	0,91	1,00	1,09	1,10	1,09	1,03	0,97	0,95																							0,45		
globina korenin (cm)						5	9	13	16	20	20	20	20	20																								(80)		
faze razvoja						0	1	2	3	4																														
ohrovt kc									0,90	0,90	0,92	1,03	1,05	1,04	0,98	0,95																						0,45		
globina korenin (cm)									5	10	15	20	20	20																								(80)		
faze razvoja									0	1	2	3	4																											
brokoli kc						0,90	0,90	0,91	1,00	1,09	1,10	1,08	0,99	0,95																								0,45		
globina korenin (cm)						5	9	13	16	20	20	20	20	20																								(80)		
faze razvoja						0	1	2	3	4																														
kitajsko zelje kc															0,75	0,79	1,06	1,10	1,09	1,02	0,97	0,95																0,45		
globina korenin (cm)															5	13	20	20	20	20	20	20	20	20													(70-80)			
faze razvoja															0	1	2	3	4																					
kolerabica kc						0,90	0,93	1,08	1,10	1,09	1,03	0,97	0,95																									0,45		
globina korenin (cm)						5	10	15	15	15	15	15	15	15																								(80)		
faze razvoja						0	1	2	3	4																														
kolerabica pozna kc															0,75	0,79	1,06	1,10	1,09	1,02	0,97	0,95																		
globina korenin (cm)															5	10	15	15	15	15	15	15	15	15																
faze razvoja															0	1	2	3	4																					
čebula kc						0,90	0,90	0,90	0,89	0,86	0,83	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80																	0,3
globina korenin (cm)						5	7	8	10	12	13	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15																(70)	
faze razvoja						0						2	3	4																										
korenček I kc						0,90	0,90	0,90	0,91	0,95	0,99	1,00	0,99	0,96	0,95																							0,35		
globina korenin (cm)						2	6	9	13	16	20	20	20	20																								(80)		
faze razvoja						0		1	2	3	4																													
korenček II kc															0,75	0,75	0,75	0,78	0,97	1,00	1,00	0,98	0,96	0,95																
globina korenin (cm)															2	8	14	19	25	25	25	25	25	25																
faze razvoja															0	1	2	3	4																					
zgakrompir kc						0,90	0,90	0,92	1,03	1,13	1,15	1,12	0,95	0,80	0,75																						0,35			
zgakrompir, K kc						0,36	0,36	0,43	0,77	1,10	1,15	1,12	0,95	0,80	0,75																							(70-80)		
globina korenin (cm)						20	23	25	28	30	30	30	30	30	30																									
faze razvoja						0	1	2	3	4																														
fižol stročji kc											0,90	0,91	0,97	1,04	1,04	1,00	0,96	0,95																				0,45		
fižol stročji, K kc											0,36	0,40	0,69	1,01	1,04	1,00	0,96	0,95																				(80)		
globina korenin (cm)											5	12	18	25	25	25	25	25																						
faze razvoja											0	1	2	3	4																									

Faze razvoja:

0 – setev, sajenje (do vznika oz. prijema sadik)

1 – ozelenitev, razvoj prvih pravih listov

2 – začetek intenzivne rasti in razvoja posevka

3 – začetek zavijanja glav, debeljenje korenov, razvoja plodov

4 – prehod v tehnološko zrelost, postopno spravilo pridelka

Koeficient rastle (kc) iz četrte faze razvoja upoštevamo do dokončnega spravila pridelka.

Opombe:

Pri gojenju zelenjave ob opori se koeficient rastle oz. potreba rastle po vodi poveča za približno 15-20 % v času od druge faze razvoja naprej (od začetka intenzivne rasti in razvoja posevka).

Pri gojenju rastlin na foliji, se koeficient rastle zmanjša na 80 %. V primeru gojenja rastlin na foliji kot izhodišče vzamemo koeficient rastle pri kapljičnem namakanju, ki že upošteva zmanjšano porabo vode zaradi manjše omočene površine.

5. OBROK IN ZAČETEK NAMAKANJA

Namakanje, ki v praksi ponavadi poteka po različnih »izdelanih receptih«, npr. namakamo 10 mm vsak drugi dan, lahko v določenih situacijah čisto dobro pokriva potrebe rastlin po vodi. Lahko pa privede do tega, da rastlinam namakamo preveč ali premalo, ne da bi se te svoje napake zavedali in jo lahko pravočasno popravili, posledice pa so slabši pridelek in negativni vplivi na okolje.

V nadaljevanju bomo prikazali, kako si lahko uporabnik izračuna obroke namakanja za posamezne rastline pri namakanju z razpršilci in pri kapljičnem namakanju ter kako spremljamo pravilnost namakanja. Pravilno namakanje pomeni pravilno porabo vode in čim manjše obremenevanje okolja.

Vsak pridelovalec naj bi si po prikazani metodologiji pred sezono izračunal naslednje parametre, ki mu bodo služili za pravilno izvajanje namakanja:

- obrok namakanja;
- turnus namakanja (na koliko časa je potrebno namakanje ponoviti oz. za koliko dni rastlini zadošča dodana voda);
- koliko časa traja namakanje.

Pri tem mora upoštevati značilnosti rastle, tal, podnebnih razmer in izgube vode, ki se pri določenem načinu namakanja predvidoma pojavljajo. Predlagamo, da si v začetnem letu vsakdo za tiste vrste rastlin, ki jih bo namakal tisto leto, naredi izračune, ki jih zapiše v preglednici. Po končani sezoni izračunov ne zavrže, ker jih lahko rabi še naslednja leta. V naslednjem letu doda račune za morebitne nove vrste rastlin, ki jih bo namakal. Če so rastline, ki jih je namakal prejšnjo sezono, v

novi sezoni predvidene na površinah, kjer so tla drugačna, je potrebno izdelati tudi za to situacijo nove račune. Tako bo v nekaj letih nabral zbirko izračunov za vse rastline, ki so aktualne za namakanje, na vseh površinah, kjer izvaja namakanje. V zbirki izračunov bo uporabnik na podlagi lastnih izkušenj, ki jih bo pridobil, lahko določene parametre izračunal za svoj sistem bolj natančno, kot v začetni sezoni namakanja.

Računi so enostavni, vendar jih je potrebno za izdelavo ene preglednice kar nekajkrat ponoviti. Tistim, ki so na računalniku vešč Excela, bo delo zelo olajšano.

5.1 Račun namakalnih parametrov pri namakanju z razpršilci

Pri namakanju z razpršilci (stabilno postavljenimi ali nameščenimi na bobnaste namakalnike) je osnovno vodilo, da se v enem obroku doda toliko vode, da napolnimo talni rezervoar med KT in PK, da čim manjkrat omočimo površino listov. V preglednici 8 so zapisani izračuni za namakanje z razpršilci. V nadaljevanju je prikazan potek računanja parametrov za jesensko zelje v Vipavski dolini.

Postopek izdelave preglednice s parametri namakanja:

Pod točko 1 za vsako dekada vnesemo podatek o povprečni referenčni evapotranspiraciji ET_0 . Podatek o ET_0 preberemo iz preglednice 2. Ker so podatki v preglednici 2 podani za natančnost meseca, mi pa računamo bolj natančno - na dekade, zapišemo pod vse tri dekade v mesecu enak podatek (dekade v mesecu pomenijo - prvih deset dni v mesecu, drugih deset dni v mesecu in ostanek dni do konca meseca). Začnemo z dekadno, za katero so v preglednici 3 podani podatki o koeficientu rastline (kc).

Pod točko 2 vnesemo za našo izbrano rastlino podatek o koeficientu rastline za vsako dekadno v mesecu. V našem primeru ga preberemo iz preglednice 3. Za druga območja Slovenije ga preberemo iz preglednic 4-6. Izjema je le severovzhodna Slovenija, za katero so bili izračuni predstavljeni v že omenjeni samostojni brošuri.

Pod točko 3 izračunamo potencialno evapotranspiracijo rastline - ET_c .

$$ET_c = ET_0 \times kc$$

Primer: jesensko zelje na težkih tleh v Vipavski dolini tretji dekadi julija.
 $ET_c = 0,77 \times 4,4 \text{ mm/dan} = 3,4 \text{ mm/dan} = 3,4 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{dan)} =$
 $= 34,0 \text{ m}^3 \text{ vode/(ha} \cdot \text{dan)}$

Velja si zapomniti, da 1 mm debela plast vode pomeni
1 l vode/m² oz. 10 m³ vode/ha.

Pod točko 4 za vsako dekada vpišemo globino korenin, ki jo preberemo iz preglednice 3 oz. za druga območja Slovenije iz preglednic 4-6.

Pod točko 5 vpišemo količino vode v mm, ki jo naša tla zadržijo pri poljski kapaciteti v globini glavne mase korenin.

$$kPK = PK \times D \times 10$$

kPK = količina vode pri poljski kapaciteti do globine glavne mase korenin (mm).

PK = poljska kapaciteta tal za vodo (volumski odstotek, mm vode/100 mm tal)

- podatke dobimo iz projektne dokumentacije ali naročimo analizo hidroloških karakteristik tal naših namakalnih površin. Lahko je to samostojni podatek ali je v sklopu krivulj tenzije, iz katerih lahko preberemo, koliko vode zadržijo tla pri različni tenziji. PK ali krivulje tenzije so podatki, ki ga za namakana tla naročimo samo enkrat in ga uporabljamo v vseh nadaljnjih računih. Za naš primer smo PK odčitali iz slike 3 na krivulji za težka tla. Pri tenziji 0,33 bara je 32 mm vode/100 mm tal. Če imamo peščena tla odčitamo PK pri tenziji 0,1 bara in za srednje težka tla pri tenziji 0,2 bara.

D = globina glavne mase korenin (cm) - preberemo iz preglednice 3. Za druga območja Slovenije te podatke preberemo iz ustrezne preglednice od 4 do 6.

Primer: Primer: količina vode pri poljski kapaciteti (mm) za izbrana tla pri globini glavne mase korenin 15 cm. Tako globoka je glavna masa korenin za jesensko zelje v Vipavski dolini v tretji dekadi julija.

$$kPK = 32 \text{ mm}/100 \text{ mm} \times 15 \text{ cm} \times 10 \text{ mm}/\text{cm} = 48 \text{ mm}$$

Naša tla do globine 15 cm lahko zadržijo 48 mm vode oz. 48 l/m².

Pod točko 6 vpišemo količino vode v mm, ki jo naša tla zadržijo pri točki venenja v globini glavne mase korenin.

$$kTV = TV \times D \times 10$$

kTV = količina vode pri točki venenja v globini glavne mase korenin (mm).

TV = točka venenja (volumski odstotek, mm vode/100 mm tal) – velja enako kot za PK. Za naš primer smo TV odčitali iz slike 3 na krivulji za težka tla. Pri tenziji 15 barov je 13 mm vode/100 mm tal.

D = globina glavne mase korenin (cm) – preberemo iz preglednice 3. Za druga območja Slovenije te podatke preberemo iz ustrezne preglednice od 4 do 6.

Primer: količina vode pri točki venenja (mm) za izbrana tla pri globini glavne mase korenin 15 cm. Tako globoka je glavna masa korenin za jesensko zelje v Vipavski dolini v tretji dekadi julija.

$$kTV = 13 \text{ mm}/100 \text{ mm} \times 15 \text{ cm} \times 10 \text{ mm}/\text{cm} = 19,5 \text{ mm}$$

Naša tla do globine 15 cm lahko zadržijo 19,5 mm vode oz. 19,5 l/m².

Pod točko 7 izračunamo neto obrok namakanja (nON) (mm), ki je hkrati tudi količina lahko dostopne vode (=LDV) v tleh (mm). To je količina vode, ki jo moramo dati rastlinam pri enem namakanju.

$$nON = LDV = (kPK - kTV) \times p$$

nON = neto obrok namakanja (mm)

LDV = količina lahko dostopne vode v tleh (mm)

kPK = količina vode pri poljski kapacitete v globini glavne mase korenin (mm)

kTV = količina vode pri točki venenja v globini glavne mase korenin (mm)

p = delež vode, ki je rastlini lahko dostopen med PK in TV

Primer: neto obrok namakanja oz. količina lahko dostopne vode za jesensko zelje na težkih tleh v tretji dekadi julija v Vipavski dolini.

p za jesensko zelje je 0,45

$$nON = LDV = (48,0 \text{ mm} - 19,5 \text{ mm}) \times 0,45 = 12,8 \text{ mm}$$

Obrok 12,8 mm vode pomeni 12,8 l vode/m² oz. 128 m³/ha. V začetku razvoja rastlin so obroki zaradi plitvejših korenin ustrezno manjši. Ko so korenine že popolnoma razvite, so obroki namakanja ustrezno večji.

Pozor: s prevelikimi odmerki vode lahko zapolnimo tudi makropore v tleh, iz katerih voda odteče v podtalje in prispeva k onesnaženju podtalnice, zato izračunanega obroka ne smemo preseči.

Pod točko 8 vpišemo dovoljeno znižanje vode (=DZV) v tleh (mm), ki je pri tem načinu računanja hkrati tudi kritična točka (KT) (mm). To je količina vode v tleh, pri kateri bomo začeli našim rastlinam namakati. Podatek bomo potrebovali pri kontroli namakanja.

$$DZV = kPK - nON = kPK - LDV$$

DZV = dovoljeno znižanje vode v tleh (mm)

kPK = količina vode pri poljski kapaciteti v globini glavne mase korenin (mm)

nON = neto obrok namakanja (mm)

LDV = količina lahko dostopne vode med poljsko kapaciteto in točko venenja (mm)

Primer: dovoljeno znižanje vode v tleh za jesensko zelje na težkih tleh v tretji dekadi julija v Vipavski dolini.

$$DZV = 48,0 \text{ mm} - 12,8 \text{ mm} = 35,2 \text{ mm}$$

Pod točko 9 številko DZV pretvorimo v volumske % vode po formuli

$$\%DVZ = DVZ \times 10 \text{ cm} / D$$

%DVZ = dovoljeno znižanje vode v tleh izraženo v volumskih odstotkih (vol. %)

DZV = dovoljeno znižanje vode v tleh (mm).

D = globina glavne mase korenin (cm)

Primer: dovoljeno znižanje vode v tleh izraženo v volumskih odstotkih za jesensko zelje na težkih tleh v tretji dekadi julija v Vipavski dolini.

$$\%DVZ = 35,2 \text{ mm} \times 10 \text{ cm} / 15 \text{ cm} = 23,4 \text{ vol. \%} = 23,4 \text{ mm}/100 \text{ mm tal}$$

Ko količina vode v tleh pade pod 23,4 volumskega odstotka, moramo začeti namakati. S krivulje tenzije odčitamo, koliko mora tedaj kazati tenziometer, ki ga namestimo na njivi za kontrolo namakanja. V našem primeru iz slike 4 na krivulji za težka tla odčitamo, da bo tenziometer pri 23,4 volumskih odstotkih vode v tleh kazal 0,8 bara, kar je tudi meja delovanja tenziometra. Tenziometer in njegovo delovanje sta opisana v poglavju o nadzorovanju namakanja.

Pod točko 10 izračunamo turnus namakanja (T_n). Za koliko dni rastlinam zadošča dodana voda.

$$T_n = nON/ETc$$

T_n = turnus namakanja (dnevi)

Primer: turnus namakanja za jesensko zelje v Vipavski dolini na težkih tleh v tretji dekadi julija.

$$T_n = 12,8 \text{ mm} : 4,4 \text{ mm/dan} = 3,8 \text{ dni}$$

Voda zadošča skoraj za štiri dni. Zaradi praktičnosti zaokrožimo urnik namakanja na cel dan in sicer zaokrožimo navzdol. Na ta način določimo prilagojen turnus namakanja.

Pod točko 11 določimo prilagojen turnus namakanja (pT_n). Na koliko dni bomo v praksi namakali.

$$pT_n \text{ je } T_n, \text{ ki ga zaokrožimo na cel dan navzdol.}$$

Primer: prilagojen turnus namakanja za jesensko zelje v Vipavski dolini na težkih tleh za tretjo dekada julija.

$$T_n = 3,8 \text{ dni}$$

$$pT_n = 3 \text{ dni}$$

Pod točko 12 izračunamo prilagojen neto obrok namakanja (=pnON) (mm). Koliko vode moramo rastlinam dati, da bo zadoščala za prilagojen turnus namakanja.

$$pnON = ET_c \times pT_n$$

Primer: prilagojen neto obrok namakanja za jesensko zelje v okolici Vipavski dolini na težkih tleh za tretjo dekada julija.

$$pnON = 4,4 \text{ mm/dan} \times 3 \text{ dni} = 10,2 \text{ mm}$$

Obrok 10,2 mm vode pomeni 10,2 l vode/m² oz. 102 m³/ha. Obrok je sedaj manjši, kot je bil pod točko 7 določen največji možni obrok namakanja.

Pod točko 13 izračunamo bruto obrok namakanja (bON). Del vode se od našega odvzemnega mesta do rastlinskih korenin izgubi. Kot že omenjeno, te izgube v začetku lahko le bolj ali manj grobo ocenimo. Z izkušnjami na konkretnem namakalnem sistemu pa jih po nekaj letih lahko že bolj natančno določimo in v računih uporabimo številke pridobljene na podlagi lastnih izkušenj. V preglednici 7 so podane ocenjene učinkovitosti namakalne opreme in načinov namakanja.

način namakanja in namakalna oprema	učinkovitost (Un)
bobnasti namakalnik	0,60
stabilni razpršilci	0,65-0,70
mikrorazpršilci, nameščeni nad rastlinami	0,65-0,70
mikrorazpršilci, nameščeni pod rastlinami	0,85-0,90
kapljično namakanje	0,92

Preglednica 7: Ocenjene učinkovitosti namakalne opreme in načinov namakanja.

Opomba: Podatki so povzeti iz Slovenia irrigation project = Slovenski namakalni projekt.

Učinkovitost 0,7 pomeni 30 % izgube vode. V Slovenskem namakalnem projektu ocenjene izgube vode v dovodnih in razvodnih cevovodih so 3% (2 % v razvodnem in 1 % v dovodnem cevovodu). V računih učinkovitosti moramo upoštevati tudi izgubo v cevovodih. Pri velikih namakalnih sistemih, kjer se uporabniki priključujejo s svojim razvodnim cevovodom na hidrant, kjer se meri poraba vode, upoštevamo torej še učinkovitost razvodnega cevovoda (Uc), ki je 0,98.

$$bON = pnON : U$$

bON = bruto obrok namakanja (mm)

U = učinkovitost

$$U = U_n \times U_c$$

U_n = učinkovitost namakanja - preberemo iz preglednice 7

U_c = učinkovitost razvodnega cevovoda = 0,98

Primer: učinkovitost namakanja z razpršilci in razvodnega cevovoda.

$$U = 0,7 \times 0,98 = 0,686$$

Primer: bruto obrok namakanja za jesensko zelje v Vipavski dolini na težkih tleh v tretji dekadi julija.

$$bON = 10,2 \text{ mm} : 0,686 = 14,8 \text{ mm.}$$

Bruto obrok namakanja znaša 14,8 mm oz. 14,8 l/m² oz. 148 m³/ha. Pomeni, da moramo za vsak kvadratni meter naše površine zagotoviti 14,8 l vode. Če je naša površina velika en hektar to pomeni 148 kubikov vode, pri manjši ali večji površini pa ustrezno manj ali več.

Pod točko 14 vnesemo intenziteto namakanja oz. kapaciteto naših razpršilcev (K) v mm/uro.

Podatek o intenziteti namakanja dobimo iz katalogov proizvajalcev in je odvisen tudi od postavitve razpršilcev. Intenziteta razpršilcev pri izbrani postavitvi ne sme presegati koeficienta infiltracije. Naši razpršilci imajo intenziteto 2,5 mm/uro.

Pod točko 15 izračunamo, koliko časa traja eno namakanje (t).

$$t = bON : K$$

t = čas namakanja (ure)

bON = bruto obrok namakanja (mm)

K = kapaciteta naše namakalne opreme oz. intenziteta namakanja (mm/uro)

Primer: jesensko zelje v Vipavski dolini na težkih tleh v tretji dekadi julija.

$$t = 14,8 \text{ mm} : 2,5 \text{ mm/uro} = 5,9 \text{ ure}$$

Namakanje traja 5,9 ure.

Pod točko 16 lahko pretvorimo še desetine ure (du) v minute (min)

$$\text{min} = \text{du (ure)} \times 60 \text{ (min/uro)} / 10$$

Primer: 0,9 ure pri namakanju jesenskega zelja v tretji dekadi julija.

$$\text{min} = 0,9 \text{ ure} \times 60 \text{ min/uro} / 10 = 54 \text{ min}$$

Namakanje v tretji dekadi julija za jesensko zelje na težkih tleh v Vipavski dolini z izbranimi razpršilci traja praktično 6 ur oz. natančneje 5 ur 54 minut. V tem času damo na našo namakalno površino 14,8 l vode/m², od katere rastline po predvidevanjih dobijo 10,2 l/m², kar jesenskemu zelju zadošča pri povprečnem vremenu za 3 dni. Tako izračunani podatki so vodilo za prve namakalne sezone, kasneje se lahko popravijo s podatki pridobljenimi z izkušnjami na lastnem namakalnem sistemu. V primeru nadpovprečno toplega vremena čas namakanja podaljšamo do 10 %, da zadostimo povečanim potrebam rastlin po vodi.

5.2 Račun namakalnih parametrov pri kapljičnem namakanju vrtnin

Pri kapljičnem namakanju lahko dodajamo rastlini vsak dan toliko vode, kot jo rastlina v enem dnevu porabi, ali pa ji dodajamo večje obroke, ki zadoščajo za več dni. Pogostejše manjše obroke moramo rastlini dajati v lahkih peščenih tleh in pri plitvejših rastlinskih koreninah. Turnusi namakanja pri kapljičnem namakanju v nobenem primeru ne smejo biti daljši kot dva do tri dni, ker le na ta način še lahko zagotavljamo v tleh sklenjen pas vlage, kar je nujno za dobro delovanje kapljičnega namakalnega sistema. Če se tla preveč osušijo, se zmanjša horizontalni pomik vode v tleh in med dvema sosednjima kapljačema ostane območje suhih tal, kjer rastlina ne bo uspevala optimalno. Najprimernejše je vsakodnevno namakanje, s katerim pokrijemo dnevno potrebo rastlin po vodi. V preglednici 9 so prikazani rezultati izračunanih parametrov za papriko gojeno na foliji v Vipavski dolini na srednje težkih tleh. Pod folijo sta na en meter širokem grebenu položeni dve namakalni cevi s kapljači kapacitete 1 l/h na razdalji 30 cm.

Od točke 1 do točke 16 je postopek računanja popolnoma enak, kot je opisan v poglavju 5.1. V tem delu so računani parametri namakanja, kjer dajemo tako velike obroke, kot jih tla in rastlina omogočajo. Razlike so le:

- V točki 2, kjer v preglednici 3 izberemo koeficient rastline, ki velja za kapljično namakanje.
- V točki 2.1, kjer izračunamo zmanjšan koeficient rastline (kcr) zaradi zastirke. Zaradi folije se koeficient rastline zmanjša na 80% tistega koeficienta rastline, ki velja v razmerah brez zastirke.

$$kcr = kc \times 0,8$$

kcr = zmanjšani koeficient rastle

Primer: paprika tretja dekada maja v Vipavski dolini.

$$kcr = 0,68 \times 0,8 = 0,54$$

Zaradi zastirke s folijo se koeficient rastle zmanjša in namesto 0,68 znaša 0,54. V praksi to pomeni, da paprika, ki jo gojimo z zastirko, s folijo porabi manj vode za optimalno rast, kot če jo gojimo brez zastirke.

- V točki 5, kjer računamo količino vode, ki jo tla v območju glavne mase korenin zadržijo pri PK. Za prikazan račun smo na sliki 4 odčitali, da srednje težka tla zadržijo 22 volumskih % vode pri poljski kapaciteti.
- V točki 6, kjer računamo količino vode, ki jo tla v območju glavne mase korenin zadržijo pri TV. Za prikazan račun smo na sliki 4 odčitali, da srednje težka tla zadržijo 7 volumskih % vode pri točki venenja.
- V točki 13, kjer računamo bruto obrok namakanja. Upoštevamo učinkovitost kapljične namakalne opreme, ki je 0,92, kar preberemo v preglednici 7.
- V točki 14 izračunamo kapaciteto kapljačev, ki oskrbujejo rastline na 1 m² gredice oz. rastlinskega pokrova:

$$2 \text{ liniji s kapljači} \times 3 \text{ kapljači/m} \times 1 \text{ m} (= \text{širina gredice}) = \\ = 6 \text{ kapljačev/m}^2 \times 1 \text{ l/h} (= \text{kapaciteta kapljača}) = 6 \text{ l/(h} \cdot \text{m}^2).$$

Skupna kapaciteta kapljačev na površini 1 m² = 6 l/h.

Namakanje v tretji dekadi julija za papriko v Vipavski dolini na srednje težkih tleh z izbrano kapljično opremo traja 1 uro 24 minut oz. 1 uro 30 minut (zaokroženo). V tem času damo na površino 8,2 l vode/m². Od tega rastline dobijo 7,4 l/m², kar v tem času zadošča papriki v povprečnem vremenu za tri dni. V zelo sušnih dnevih je potrebno čas namakanja podaljšati za približno 10 %. Omenili smo že, da turnusi daljši od dva do tri dni pri kapljičnem načinu namakanja niso priporočljivi, zato je primerneje računati dnevne obroke namakanja. Zato je zgoraj opisani in v prvem delu preglednice 9 prikazani izračun zgolj informativnega značaja.

V točkah 17 do 23 so izračunani parametri namakanja, če se odločimo za vsakodnevno namakanje v majhnih obrokih.

Točka 17 je neto obrok namakanja, ki je enak dnevni porabi rastlin po vodi oz. je enak potencialni evapotranspiraciji paprike.

Točka 18 je dovoljeno znižanje količine vode v tleh. Izračun je prikazan v poglavju 5.1 pod točko 8.

Točka 19 je dovoljeno znižanje količine vode v tleh izraženo v volumskih odstotkih. Izračun je prikazan v poglavju 5.1 pod točko 9. Razlika je le, da za naš primer

odčitamo vrednost iz krivulje za srednje težka tla na sliki 4. Pri vsakodnevem namakanju je DZV izražena v volumnskih odstotkih za papriko na srednje težkih tleh 21,1 vol. %, kar je le malo pod PK, ki je v tem primeru 22 vol. %. DZV izraženo v volumnskih odstotkih pretvorimo s pomočjo odčitka s krivulje tenzije v podtlak, ki ga mora tedaj kazati tenziometer postavljen na njivi in ta za naš primer znaša 0,25 bara.

DZV izražen v volumnskih odstotkih pri večdnevem turnusu je skozi celo sezono namakanja konstanten. Pri vsakodnevem namakanju se spreminja v skladu z namakalnim obrokom, ki pa je vezan na ETC.

Točka 20 je bruto obrok namakanja, kjer je upoštevana učinkovitost namakanja, enako kot v točki 13 iste razpredelnice.

Točka 21 je že opisana skupna kapaciteta kapljačev na površini 1 m².

Točka 22 je čas namaknja v urah in v točki 23 je čas namakanja pretvorjen v minute, kot je prikazano v poglavju 5.1 pod točko 16.

Če hočemo papriko, gojeno na foliji v Vipavski dolini na srednje težkih tleh, dnevno oskrbovati z vodo prek kapljičnega namakalnega sistema, ki v postavitvi dve liniji na greben in z razdaljo med kapljači 30 cm daje 6 l vode/(m²•uro), moramo v tretji dekadi maja namakati 18 minut oz. 20 minut (zaokroženo). V tem času damo na namakano površino 2,0 l vode/m², od česar paprika dobi 1,8 l vode/m², kar zadošča za pokrivanje dnevnih potreb po vodi v povprečnem vremenu. V zelo suhem in toplen vremenu moramo za pokritje potreb po vodi za približno 10 % podaljšati čas namakanja.

Koliko vode moramo dati na celotno namakalno površino, je odvisno od skupne dolžine naših gredic. Primer: naša parcela meri 50 m x 100 m. Gredice so nameščene na razdalji 1,2 m (1 m je širina gredic + 20 cm prostor med gredicami). Imamo 41 gredic (50 m : 1,2 m/gredico = 41,6 = 41 gredic). Skupna dolžina gredic = 41 gredic x 100 m = 4100 m. Skupna površina gredic = 4100 m x 1 m (=širina gredice) = 4100 m². Skupna poraba vode na naši površini = 2,0 l vode/m² x 4100 m² = 8400 l = 8,4 m³. To količino vode moramo dati na našo površino, kar nadziramo na vodomeru, ki je nameščen na začetku razvodnega voda na hidrantu.

5.3 Račun namakalnih parametrov pri kapljičnem namakanju sadnega drevja

Tudi pri sadnem drevju se lahko odločimo za vsakodnevno namakanje v majhnih obrokih ali za manj pogosto namakanje z večjimi obroki, če so tla sposobna tak večji obrok vode zadržati. Kot je bilo že razloženo, je slednji način za kapljično namakanje manj primeren.

V preglednici 10 so prikazani rezultati izračunanih parametrov za hruške na lahkih tleh v Vipavski dolini. Primer je narejen za medvrstne razdalje 3,5 m. Razdalje med drevesi v vrsti so 1,1 m. Ob drevesih je nameščena ena kapljična cev. Razdalje med kapljači so 0,5 m. Kapaciteta kapljača je 1 l/h.

Od točke 1 do točke 16 je postopek računanja zopet enak, kot je opisano v poglavju 5.1. V tem delu so računani parametri namakanja, kjer dajemo tako velike obroke, kot jih tla in rastlina omogočajo. Razlike so le:

V točki 2, kjer v preglednici 3 izberemo koeficient rastline.

V točki 5, kjer računamo količino vode, ki jo tla v območju glavne mase korenin zadržijo pri PK. Za prikazan račun smo na sliki 4 odčitali, da lahka tla zadržijo 12 volumskih odstotkov vode pri poljski kapaciteti.

V točki 6, kjer računamo količino vode, ki jo tla v območju glavne mase korenin zadržijo pri TV. Za prikazan račun smo na sliki 3 odčitali, da lahka tla zadržijo 4 volumske odstotke vode pri točki venenja.

V točki 13, kjer računamo bruto obrok namakanja. Upoštevamo učinkovitost kapljične namakalne opreme, ki je 0,92, kar preberemo v preglednici 7.

V točki 14 izračunamo kapaciteto namakanja. oz. kapaciteto kapljačev, ki oskrbujejo 1 m² drevesne površine oz. rastlinskega pokrova.

Drevesa segajo 0,75 m v medvrstno razdaljo na vsaki strani. Na en tekoči meter dolžine je površina drevesa 1,5 m² (= (0,75 m + 0,75 m) x 1 m). Kapljači so na razdalji 0,5 m. Torej en kapljač pokriva 0,75 m² (1,5 m²/m : 0,5 m). Pretok na kapljaču, ki oskrbuje 0,75 m² površine je 1 l/h. Ta površina prejme 1,3 mm vode/h (= 1 l/h : 0,75 m² = 1,3 l/(m² · h) oz. 1,3 mm/h.

Namakanje npr. v tretji dekadi junija za hruške v Vipavski dolini na lahkih tleh z izbrano kapljično opremo traja 9 ur (glej preglednico 10). V tem času damo na površino 11,7 l vode/m². Od tega rastline dobijo 10,6 l/m², kar zadošča hruškam v tem času v povprečnem vremenu za dva dni. Kot že omenjeno, je turnus dva dni pri kapljičnem načinu namakanja še sprejemljiv. V zelo sušnih dnevih je potrebno čas namakanja podaljšati za približno 10 %.

Tudi tu lahko izračunamo parametre namakanja, če se odločimo za vsakodnevno namakanje v majhnih obrokih.

Točka 17 je neto obrok namakanja, ki je enak dnevni porabi vode na rastlino oz. je enak potencialni evapotranspiraciji hrušk.

Točka 18 je dovoljeno znižanje količine vode v tleh. Izračun je prikazan v poglavju 5.1 pod točko 9.

Točka 19 je dovoljeno znižanje količine vode v tleh izraženo v volumskih odstotkih. Izračun je prikazan v poglavju 5.1 pod točko 9. Razlika je le, da za naš primer odčitamo vrednost iz krivulje za lahka tla na sliki 4. Pri vsakodnevem namakanju je DZV izražena v volumskih odstotkih za hruške na lahkih tleh v tretji dekadi junija 10,2 vol. %, kar je le malo pod PK, ki je v tem primeru 12 vol. %. DZV izraženo v volumskih odstotkih pretvorimo s pomočjo odčitka s krivulje tenzije v podtlak, ki ga mora tedaj kazati tenziometer postavljen na njivi in ta za naš primer znaša 0,3 bara.

Točka 20 je bruto obrok namakanja, kjer je upoštevana učinkovitost namakanja, enako kot v točki 13 iste razpredelnice.

Točka 21 je že opisana kapaciteta namakanja na površini 1 m².

Točka 22 je čas namaknja v urah in v točki 23 je čas namakanja pretvorjen v minute, kot je prikazano v poglavju 5.1 pod točko 16.

Če se odločimo za vsakodnevno namakanje, hruškam na lahkih tleh v tretji dekadi junija v povprečnem letu namakamo 4 ure in pol. V tem času damo na namakano površino 5,9 l vode/m², od česar drevesa dobijo 5,3 l vode/m², kar zadošča za pokrivanje dnevnih potreb po vodi v povprečnem vremenu. V juniju je čas namakanja za hruške na lahkih tleh v Vipavski dolini v celotni sezoni namakanja najdaljši. V zelo suhem in toplem vremenu moramo za pokritje potreb po vodi za približno 10 % podaljšati čas namakanja.

Koliko vode moramo dati na celotno namakalno površino, je tudi tu odvisno od skupne dolžine vrst dreves, ker ne namakamo celotne površine. Primer: imamo 28 vrst dreves dolžine po 100 m. Skupna dolžina vrst je 2800 m (= 100 m x 28 vrst). Skupna površina vrst je 4200 m² (= 2800 m x 1,5 m²/m). 1,5 m je širina vrst. V tretji dekadi junija moramo ob vsakodnevnem namakanju dati 5,9 l/m². Za celotno površino naših vrst to pomeni 24780 l oz. 24,8 m² vode (4200 m² x 5,9 l/m² = 24780 l).

Preglednica 8: Parametri namakanja za jesensko zelje na težkih tleh v Vipavski dolini za povprečno leto, namakanje z razpršilci.

mesec dekada	julij			avgust			september	
	1	2	3	1	2	3	1	2
1 referenčna evapotranspiracija = ET ₀ (mm/dan)	4,4	4,4	4,4	3,7	3,7	3,7	2,4	2,4
2 faktor rastline = kc	0,75	0,75	0,77	0,91	1,03	1,04	0,97	0,95
3 potencialna evapotranspiracija rastline = ETc (mm/dan)	3,3	3,3	3,4	3,4	3,8	3,8	2,3	2,3
4 globina glavne mase korenin (cm)	5	10	15	20	25	25	25	25
5 količina vode pri PK (32 vol. odstotkov) v globini korenin (mm)	16,0	32,0	48,0	64,0	80,0	80,0	80,0	80,0
6 količina vode pri TV (13 vol. odstotkov) v globini korenin (mm)	6,5	13,0	19,5	26,0	32,5	32,5	32,5	32,5
7 neto obrok namakanja (mm oz. l/m ² oz. x10 m ³ /ha)	4,3	8,6	12,8	17,1	21,4	21,4	21,4	21,4
8 dovoljeno znižanje vode v tleh (mm)	11,7	23,5	35,2	46,9	58,6	58,6	58,6	58,6
9 dovoljeno znižanje vode v tleh (vol. %)	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
10 turnus namakanja (dni)	13	2,6	3,8	5,1	5,6	5,6	9,2	9,4
11 turnus namakanja - prilagojen (dni)	1,0	2,0	3,0	5,0	5,0	5,0	9,0	9,0
12 neto obrok namakanja - prilagojen (mm oz. l/m ² oz. x10 m ³ /ha)	3,3	6,6	10,2	16,8	19,1	19,2	21,0	20,5
13 bruto obrok namakanja (mm oz. l/m ² oz. x10 m ³ /ha)	4,8	9,6	14,8	24,5	27,8	28,0	30,6	29,9
14 intenziteta namakanja (mm/uro)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
15 čas namakanja (ure)	1,9	3,8	5,9	9,8	11,1	11,2	12,3	12,0
16 čas namakanja (ure)	1	3	5	9	11	11	12	12
+ (minute)	54	48	54	48	6	12	18	0

Opomba: Postopek računanja je opisan v poglavju 5.1.

Preglednica 9: Parametri namakanja za papriko v Vipavski dolini za povprečno leto, kapljično namakanje, zastirka s folijo, srednje težka tla.

mesec	maj			junij			julij	
	1	2	3	1	2	3	1	2
večdnevni obroki								
1	referenčna evapotranspiracija = ET_0 (mm/dan)							
2	faktor rastline = kc							
21	redukcija kc zaradi zastirke							
3	potencialna evapotranspiracija rastline = ETc (mm/dan)							
4	globina glavne mase korenin (cm)							
5	količina vode pri PK (22 vol. odstotkov) v globini korenin (mm)							
6	količina vode pri TV (7 vol. odstotkov) v globini korenin (mm)							
7	neto obrok namakanja (mm oz. l/m^2)							
8	dovoljeno znižanje vode v tleh (mm)							
9	dovoljeno znižanje vode v tleh (vol. %)							
10	turnus namakanja (dni)							
11	turnus namakanja - prilagojen (dni)							
12	neto obrok namakanja prilagojen (mm)							
13	bruto obrok namakanja (mm oz. l/m^2)							
14	kapaciteta kapljačev/ m^2 ($l/m^2 \cdot uro$)							
15	čas namakanja (ure)							
16	čas namakanja (ure)							
	+ (minute)							
dnevno pokrivanje potreb po vodi								
17	neto obrok namakanja = ETc (mm/dan oz. $l/(m^2 \cdot dan)$)							
18	dovoljeno znižanje vode v tleh (mm)							
19	dovoljeno znižanje vode v tleh (vol. %)							
20	bruto obrok namakanja (8%) (mm oz. l/m^2)							
21	kapaciteta kapljačev/ m^2 (6 $l/(uro \cdot m^2)$)							
22	čas namakanja (ure)							
23	čas namakanja (minute)							

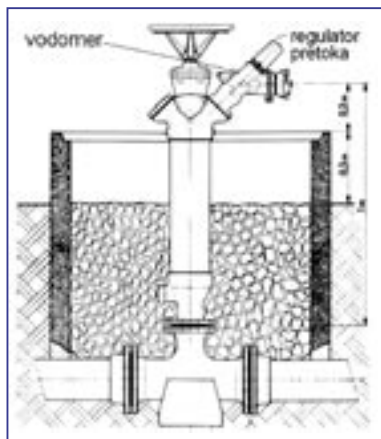
Opomba: Postopek računanja je opisan v poglavju 5.2.

Preglednica 10: Parametri namakanja za hruške v Vipavski dolini za povprečno leto, kapljično namakanje, lahka tla.

mesec	marec			april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			
	dekada	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
večdnevni obroki																									
1	referenčna evapotranspiracija = ET_0 (mm/dan)	15	15	24	24	24	34	34	34	44	44	44	44	44	37	37	37	24	24	24	13	13	13	13	
2	faktor rastline = kc	0,36	0,36	0,38	0,48	0,60	0,71	0,83	0,95	1,08	1,18	1,20	1,20	1,17	1,14	1,12	1,09	1,06	1,03	1,00	0,98	0,96	0,95	0,95	
3	potencialna evapotranspiracija rastline = ET_c (mm/dan)	0,5	0,5	0,9	1,1	1,4	2,4	2,8	3,2	4,8	5,2	5,3	5,3	5,2	4,2	4,1	4,0	2,5	2,5	2,4	1,3	1,2	1,2	1,2	
4	globina glavne mase korenin (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
5	količina vode pri PK (12 vol. %) v globlini korenin (mm)	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	
6	količina vode pri TV (4 vol. %) v globlini korenin (mm)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
7	neto obrok namakanja (mm oz. l/m^2)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	
8	dovoljeno znižanje vode v tleh (mm)	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	
9	dovoljeno znižanje vode v tleh (vol. %)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
10	turnus namakanja (dni)	22,2	22,2	13,3	10,5	8,4	4,9	4,2	3,7	2,5	2,3	2,3	2,3	2,3	2,8	2,9	3,0	4,7	4,8	5,0	9,4	9,6	9,7	9,7	
11	turnus namakanja - prilagojen (dni)	22	22	13	10	8	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	5	9	9	9	
12	neto obrok namakanja prilagojen (mm oz. l/m^2)	11,0	11,9	11,7	11,5	11,5	9,7	11,3	9,7	9,5	10,4	10,6	10,6	10,5	10,3	8,5	8,3	12,1	10,2	9,9	12,1	11,4	11,2	11,1	
13	bruto obrok namakanja (mm oz. l/m^2)	12,2	13,2	13,0	12,7	12,7	10,8	12,6	10,8	10,6	11,6	11,7	11,7	11,7	11,4	9,4	9,2	13,4	11,3	11,0	13,4	12,7	12,4	12,3	
14	kapaciteta namakanja (1 kapljač= $1l/h$ za $0,75 m^2$) (mm/h)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
15	čas namakanja (ure)	9,4	10,1	10,0	9,8	9,8	8,3	9,7	8,3	8,1	8,9	9,0	9,0	9,0	8,8	7,2	7,0	10,3	8,7	8,4	10,3	9,8	9,6	9,5	
16	čas namakanja (ure)	9	10	10	9	9	8	9	8	8	8	9	9	9	8	7	7	10	8	8	10	9	9	9	
	+ (minute)	24	6	0	48	48	18	42	18	6	54	0	0	0	48	12	0	18	42	24	18	48	36	30	
dnevno pokrivanje potreb po vodi																									
17	neto obrok namakanja = ET_c (mm/dan oz. $l/m^2 \cdot dan$)	0,5	0,5	0,9	1,1	1,4	2,4	2,8	3,2	4,8	5,2	5,3	5,3	5,2	4,2	4,1	4,0	2,5	2,5	2,4	1,3	1,2	1,2	1,2	
18	dovoljeno znižanje vode v tleh (mm)	35,5	35,5	35,1	34,9	34,6	33,6	33,2	32,8	31,2	30,8	30,7	30,7	30,7	30,8	31,8	31,9	32,0	33,5	33,5	33,6	34,7	34,8	34,8	34,8
19	dovoljeno znižanje vode v tleh (vol. %)	11,8	11,8	11,7	11,6	11,5	11,2	11,1	10,9	10,4	10,3	10,2	10,2	10,2	10,3	10,6	10,6	10,7	11,2	11,2	11,2	11,6	11,6	11,6	
20	bruto obrok namakanja (mm oz. l/m^2)	0,6	0,6	1,0	1,3	1,6	2,7	3,1	3,6	5,3	5,8	5,9	5,9	5,8	5,7	4,7	4,6	4,5	2,8	2,7	2,7	1,4	1,4	1,4	
21	kapaciteta namakanja (1 kapljač= $1l/h$ za $0,75 m^2$) (mm/h)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
22	čas namakanja (ure)	0,4	0,5	0,8	1,0	1,2	2,1	2,4	2,8	4,1	4,4	4,5	4,5	4,5	4,4	3,6	3,5	3,4	2,2	2,1	2,1	1,1	1,1	1,1	
23	čas namakanja (ure)	0	0	0	1	1	2	2	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	
	+ (minute)	24	30	48	0	12	6	24	48	6	24	30	30	30	24	36	30	24	12	6	6	6	6	6	

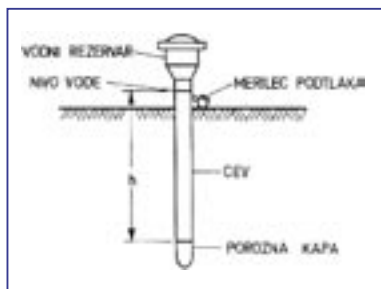
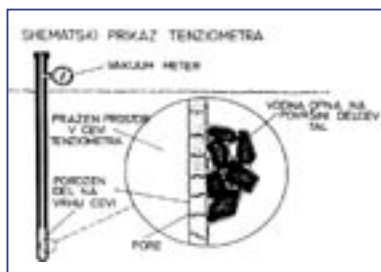
Opomba: Postopek računanja je opisan v poglavju 5.2.

6. NADZOROVANJE PRAVILNOSTI NAMAKANJA



Slika 8: Shematski prikaz hidranta z vgrajenim regulatorjem pretoka in vodomerom.

Koliko vode smo dali rastlinam, je najenostavneje spremljati z vodomerom, ki je nameščen na začetku namakalnega polja. V prihodnje bodo morali biti vsi namakalni sistemi opremljeni z vodomeri. Vsi uporabniki namakalnih sistemov bodo morali plačevati državi vodno povračilo, ki bo temeljilo na evidentirani porabi vode. Že sedaj ARSO, ki je v sestavi Ministrstva za okolje in prostor, ob vsaki podelitvi vodne pravice za namakalne sisteme določa, da morajo biti na namakalnih sistemih vgrajeni vodomeri oz. naprave za merjenje porabe vode. Oba izraza ter postopka sta podrobneje razložena v brošuri, ki obravnava postopke za pridobitev soglasij in dovoljenj za namakalne sisteme. Pri velikih namakalnih sistemih, kjer je veliko uporabnikov, ki dobivajo vodo iz glavnega cevovoda prek hidrantov, je možnost, da se skupna poraba vode spremlja na črpališču ter individualna poraba vode na vodomerih, ki so že vgrajeni na hidrantih. Hidrant, ki je prikazan na sliki 8, ima poleg merilca pretoka vgrajen tudi regulator pretoka oz. pritiska.



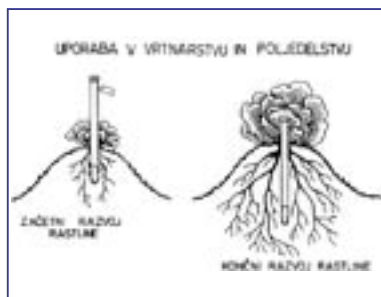
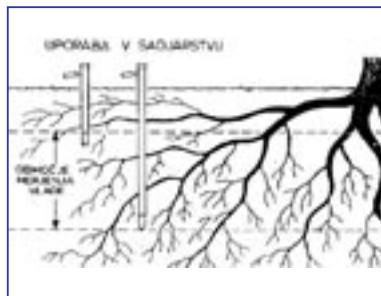
Slika 9: Shematski prikaz tenziometra.

Za ugotavljanje spremembe količine vode v tleh ob namakanju in med dvema namakanjema uporabljamo tenziometre. To so relativno enostavne naprave, ki nam merijo s kakšno tenzijo je vezana voda v tleh (slika 9). Podatek, ki ga preberemo na tenziometru, s pomočjo krivulje tenzije prevedemo v količino vode, ki je v tleh. Tenziometri merijo tenzijo vode kot podtlak in delujejo do 0,8 bara. V težkih tleh se ta tenzija relativno dobro pokrije s 70-80 %PK, nad katero naj bi z namakanjem vzdrževali količino vode v tleh. V srednje težkih tleh je 70-80 % PK že pri tenziji približno 0,5 bara in pri lahkih tleh pri približno 0,3 bara.

Tenziometre vedno namestimo v območje glavne mase korenin. Preden namakamo, preverimo stanje na tenziometru, ki mora kazati tenzijo, kot smo jo določili v izračunih in zapisali v preglednice pod točko 9. Po končanem namakanju zopet preverimo stanje na tenziometru. V peščenih tleh moramo zaradi hitrosti gibanja vode preveriti praktično takoj, pri glinastih pa lahko tudi kakšno uro po namakanju. Tedaj mora kazati tenzijo blizu PK. Pri težkih tleh je to pri 0,33 bara (=33 kPa), pri srednje težkih tleh je to pri približno 0,2 bara

(=20 kPa) in pri lahkih tleh pri približni 0,1 bara (10 kPa). Če kaže večjo tenzijo, je to znak, da je bil obrok premajhen in ga kaže v bodoče malo povečati. Če pa kaže, da je voda vezana z manjšo silo kot je PK, je bil obrok namakanja prevelik in ga je potrebno v prihodnje malo zmanjšati. Upoštevati je potrebno seveda tudi vreme in še posebej morebitni dež, ki se pojavi med dvema namakanjema.

Če se pri kapljičnem namakanju odločimo za vsakodnevno namakanje, potem količina vode v tleh ne bo tako močno nihala. Z namakanjem poskušamo vzdrževati količino vode med PK in DZV. Če ob vsakodnevnem namakanju tenziometer kaže, da je voda v tleh iz dneva v dan vezana z vedno večjo silo (npr. v srednje težkih tleh ob vsakodnevnem namakanju kazalec na tenziometru leze proti 0,5 bara, ki je spodnja meja 80 %PK), pomeni, da z vsakodnevnim obrokom ne nadomestimo potrebe rastlin po vodi in je potrebno obroke namakanja malo povečati. V primeru, da nam tenziometer ob vsakodnevnem namakanju kaže, da je voda iz dneva v dan vezana z vedno manjšo silo (npr. v srednje težkih tleh ob vsakodnevnem namakanju kazalec na tenziometru leze proti 0,2 bara, ki je PK), pomeni, da z vsakodnevnim obrokom dajemo več kot rastlina potrebuje in obroke namakanja nekoliko zmanjšamo. Namestitvev tenziometrov je prikazana na sliki 10.



Slika 10: Namestitvev tenziometra pri različnih pridelavah.

Za lastno evidenco ter za izboljšanje namakanja je primer- no, da vsak namakalec vodi namakalni dnevnik, v katerega zapisuje podatke o poteku namakanja. V preglednici 11 je prikazano, kateri podatki naj bi bili v namakalnem dnevniku zapisani. Na podlagi večletnih opazovanj in zapisov, si pridelovalec lahko ustrezno prilagodi namakalne parametre.

Preglednica 11: Prikaz organiziranosti namakalnega dnevnika.

vrsta tal: npr. peščena ilovica, lahka tla				namakanje na prostem				v zavarovanem prostoru	
poljska kapaciteta (volumski odstotek): npr. 12									
dovoljeno znižanje vode v tleh (mm) v globini korenin: npr. 30,7				dovoljeno znižanje vode v tleh (volumski odstotek): npr. 10,2					
kultura: npr. hruške		vrsta namakanja: npr. kapljični sistem			intenziteta namakanja: npr. 6 l/h m ²				
Datum	Globina glavne mase korenin (cm)	Čas, ki je minil od prejšnjega namakanja (dnevi)	Stanje tenziometra ob začetku namakanja (bar ali kPa)	Stanje tenziometra ob koncu namakanja (bar ali kPa)	Količina dodane vode (m ³)	Trajanje namakanja (ure ali minute)	Opombe o vremenu (datum in količina dežja, ipd.)	Opombe	
skupaj za mesec									

7. NAMAKANJE V ZAVAROVANIH PROSTORIH

V zavarovanih prostorih je klima le malo odvisna od zunanjih vplivov, zato nam npr. podatek o evapotranspiraciji na planem praktično ne koristi pri računanju namakalnih parametrov v zavarovanih prostorih. V začetku se moramo bolj zanesti na odčitke s tenziometra, kasneje pa jih dopolnimo z lastnimi spoznanji.

Prikazali bomo primer računanja namakalnih parametrov za solato v zavarovanem prostoru na foliji na lahkih tleh. Širina gredice je 1 m. Namakalni sistem je položen pod folijo in sicer po dve liniji s kapljači kapacitete 1 l/h na razdalji 20 cm oz. jih je pet na dolžinski meter. Tla moramo pred sajenjem najprej navlažiti do poljske kapacitete v ustrezni globini sajenja. Navlažimo jih nekoliko globlje, kot je glavna masa korenin sadik.

Glavna masa korenin je 5 cm – podatek preberemo iz preglednice 3. Tenziometer namestimo v globino 5-8 cm. Izhajamo iz okvirnih številka za PK in DZV v volumskih odstotkih iz krivulje tenzije. Kot smo že omenili, bi si moral vsak pridelovalec preskrbeti podatke o krivulji tenzije za svojo namakalno površino. V prikazanem primeru bomo privzeli vrednosti iz krivulj, ki so na sliki 4.

PK pri lahkih tleh odčitamo pri tenziji 0,1 bara. V našem primeru je PK 12 volumskih odstotkov oz. 12 mm vode/100 mm tal. Pri točki venenja, ko je tenzija 15 barov, je v naših tleh 4 volumske odstotke vode oz. 4 mm vode/100 mm tal.

Razlika v količini vode pri poljski kapaciteti in pri točki venenja za naša tla je:

$$12 \text{ vol. \%} - 4 \text{ vol. \%} = 8 \text{ vol. \% oz. } 8 \text{ mm vode/100 mm tal} = 8 \text{ l/m}^2.$$

Če bi želeli napolniti popolnoma suh talni rezervoar v globini 10 cm, bi morali na 1 m² površine torej dati 8 l vode.

Globina tal našega začetnega vlaženja je zaradi plitvejših korenin manjša, je samo 8 cm. Količina vode, ki jo potrebujemo, da navlažimo 8 cm debel sloj tal je:

$$8 \text{ l/m}^2 \times 80 \text{ mm} : 100 \text{ mm} = 6,4 \text{ l/m}^2$$

Potrebujemo torej 6,4 l vode/m².

Koliko časa moramo namakati, da omočimo tla do globine 8 cm:

- skupna kapaciteta naših kapljačev na m² je:

2 liniji x 5 kapljačev/1 m x 1 l/h (= kapaciteta posameznega kapljača) = 10 l/h•m²

- čas namakanja =

količina dodane vode : skupna kapaciteta kapljačev na m² = 6,4 l/m² : 10 l/h•m² = 0,64 ure = 38 minut.

Na vodomeru spremljamo količino vode, ki teče na našo namakalno površino in s tenziometri spremljamo, kako se spreminja količina vode v tleh. Priporočljivo je, da obrok damo na površino v več manjših intervalih (npr. 10 minut namakanja in 5-10 minut premora). Na ta način se voda v tleh razporedi in je manj nevarnosti, da pride do pretakanja vode skozi talni profil. Če po pretečenem času še nismo dosegli PK, namakamo še npr. naslednjih 5 minut in tako nadaljujemo dokler ne dosežemo PK. Količino porabljene vode ali čas namakanja, si zapišemo, saj nam to olajša pripravo tal pri naslednji saditvi.

Po saditvi sadike namakamo, ko porabijo vso lahko dostopno vodo (LDV) oz. je doseženo dovoljeno zmanjšanje količine vode v tleh (DZV). Neto obrok namakanja izračunamo enako kot v točki 7 v poglavju 5.1.

$$nON = LDV = (kPK - kTV) \times p$$

nON = neto obrok namakanja (mm)

LDV = količina lahko dostopne vode v tleh (mm)

kPK = količina vode pri poljski kapacitete v globini glavne mase korenin (mm)

kTV = količina vode pri točki venenja v globini glavne mase korenin (mm)

p = delež vode, ki je rastlini lahko dostopen med PK in TV

primer: neto obrok namakanja oz. količina lahko dostopne vode za solato na lahkih tleh v zavarovanem prostoru.

- p za solato je 0,3
- glavna masa koreninza sadikesolate je 5 cm
- kPK izračunamo po navodilu za točko 5 v poglavju 5.1 (= 6 mm)
- kTV izračunamo po navodilu za točko 6 v poglavju 5.1 (= 2 mm)

$$nON = LDV = (6 \text{ mm} - 2 \text{ mm}) \times 0,3 = 1,2 \text{ mm}$$

Bruto obrok namakanja (bON)

$$bON = nON : U$$

U = učinkovitost

$$U = U_n \times U_c$$

U_n = učinkovitost namakanja = 0,92 (preberemo iz preglednice 4)

U_c = učinkovitost razvodnega cevovoda = 0,98

$$U = 0,92 \times 0,98 = 0,90$$

$$bON = 1,2 \text{ mm} : 0,90 = 1,3 \text{ mm} = 1,3 \text{ l/m}^2$$

Čas namakanja = $T_n = bON : K = 1,3 \text{ l/m}^2 : 6 \text{ l/(h}\cdot\text{m}^2) = 0,21 \text{ h}$. Čas zaokrožimo na 15 min.

K = kapaciteta namakalne opreme ($\text{l}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$)

V začetku torej solato lahko namakamo 15 minut. Tedaj damo na en kvadratni meter 1,3 litra vode, od katerega naj bi 1,2 l dobile solatne sadike. Ta količina vode zadošča v začetni fazi pri gojenju na foliji za 2-3 dni. Kdaj je v resnici potrebno ponovno namakanje, preberemo iz tenziometra.

S tenziometri spremljamo količino vode v tleh. Pri računanju naslednjih obrokov namakanja upoštevamo večjo globino korenin. Podatke o tem preberemo v preglednicah od 3 do 6. Vse podatke si zapisujemo v tabele in urejamo lastno bazo podatkov, ki nam bo olajšala namakanje v naslednjih sezonah.

VIRI

Objavljeni:

- Allen, R./Pereira, L.S./Raes, D./Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. Rim, FAO Irrigation and drainage paper 56, 300s.
- Benami, A./ Ofer, A., 1995. Irrigation engineering. Haifa, AGRIPQ, 257 s.
- Bos, M.G./Nugteren, J., 1990. On irrigation efficiencies. Wageningen, ILRI, 117 s.
- Gogerly, A./Banovec, P./Pintar, M., 1999. NAMIZ – program za ovrednotenje fizikalnih parametrov izvedbe namakalnih sistemov. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 15 s.
- Kodrič, I., 2002. Oroševanje pred spomladansko pozebo in njegova učinkovitost v nasadih breskev. Sodobno kmetijstvo, 3, s. 117-120.
- Slovenia irrigation project – Feasibility reports 1-19. 1998. Izdelovalec: Agriculture and Food Consultants International v sodelovanju z: Inštitut za ekonomske raziskave, Vodnogospodarski biro Maribor, Konzorcij za namakanje Podravja ter Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko. Naročnik: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS.
- Tomić, F., 1988. Navodnjavanje. Zagreb, Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Hrvatske i Fakultet poljoprivrednih znanosti sveučilišta u Zagrebu, 154 s.
- Vermeiren, I./Jobling, G.A., 1980. Localized irrigation – design, installation, operation, evaluation. Rim, FAO Irrigation and drainage paper, 203 s.
- katalogi proizvajalcev: Komet, Perrot, Naan, Katif, Bayard, Amiad

Neobjavljeni:

- Andreja Brence, univ. dipl.ing. kmet.
- Jana Bolčič, univ. dipl. ing. kmet.
- Ana Ogorelec, univ. dipl.ing. kmet.
- Mateja Strgulec, univ. dipl. ing. kmet.

KAZALO VSEBINE

- 1 UVOD
- 2 NAMAKALNI SISTEMI IN OPREMA
 - 2.1 STABILNA OPREMA
 - 2.2 PRESTAVLJIVA OPREMA
 - 2.3 MOBILNA OPREMA
- 3 NAČINI NAMAKANJA
 - 3.1 NAMAKANJE Z OROŠEVANJEM
 - 3.1.1 BOBNASTI NAMAKALNIK
 - 3.1.2 RAZPRŠILCI
 - 3.1.3 MIKORAZPRŠILCI
 - 3.1.4 NAMAKANJE SADOVNJAKOV Z RAZPRŠILCI IN ZAŠČITA PROTI POZEBI
 - 3.2 KAPLJIČNO NAMAKANJE
- 4 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA NAMAKANJE
 - 4.1 TLA
 - 4.1.1 ZADRŽEVANJE VODE V TLEH
 - 4.1.2 KOEFICIENT INFILTRACIJE OZ. VPOJNA SPOSOBNOST TAL ZA VODO
 - 4.2 EVAPOTRANSPIRACIJA
- 5 OBROK IN ZAČETEK NAMAKANJA
 - 5.1 RAČUN NAMAKALNIH PARAMETROV PRI NAMAKANJU Z RAZPRŠILCI
 - 5.2 RAČUN NAMAKALNIH PARAMETROV PRI KAPLJIČNEM NAMAKANJU VRTNIN
 - 5.3 RAČUN NAMAKALNIH PARAMETROV PRI KAPLJIČNEM NAMAKANJU SADNEGA DREVJA
- 6 NADZOROVANJE PRAVILNOSTI NAMAKANJA
- 7 NAMAKANJE V ZAVAROVANIH PROSTORIH
 - VIRI
 - ABECEDNI SEZNAM OKRAJŠAV

ABECEDNI SEZNAM OKRAJŠAV

%PK	odstotek poljske kapacitete, nad katerim z namakanjem vzdržujemo količino vode v tleh (%)
bON	bruto obrok namakanja (mm)
D	globina glavne mase korenin (cm)
dPK	delež poljske kapacitete, nad katerim z namakanjem vzdržujemo količino vode v tleh
DZV	dovoljeno znižanje količine vode v tleh (mm)
ETO	referenčna evapotranspiracija (mm/dan)
ETc	potencialna evapotranspiracija rastline (mm/dan)
kc	koeficient rastline
kr	zmanjšan koeficient rastline
kPK	količina vode pri poljski kapaciteti v globini glavne mase korenin (mm)
KT	kritična točka (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)
LDV	lahko dostopna voda (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)
nON	neto obrok namakanja (mm)
ON	obrok namakanja (mm)
PK	poljska kapaciteta (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)
pnON	prilagojen neto obrok namakanja (mm)
pTn	prilagojen turnus namakanja (dan)
RV	razpoložljiva voda (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)
t	čas namakanja (ure, minute)
Tn	turnus namakanja (dan)
TV	točka venenja (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)
U	učinkovitost
Uc	učinkovitost razvodnega cevovoda
Un	učinkovitost namakanja

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

631.67:635(497.4)
631.67:634.1/.7(497.4)

PINTAR, Marina

Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v
zahodni, osrednji in južni Sloveniji / Marina Pintar. - Ljubljana :
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2006

ISBN 961-6299-72-7

224765184

Izdalo in založilo: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano,
Dunajska 58, 1000 Ljubljana
Zastopa: Marija Lukačič, ministrica
Avtor: Prof. dr. Marina Pintar, univ.dipl.inž.agr.
Uredil: Suzana Stražar, univ.dipl.inž.grad.
Oblikovanje in tisk: Studio Uno
Leto izdaje: Ljubljana, 2006

Osnove za izobraževanje uporabnikov v tehnologijah namakanja kmetijskih zemljišč (1. del):

1. Damjana Čuden Osredkar, dipl.inž.agr., doc.dr. Marina Pintar, univ.dipl.inž.agr.
POSTOPEK PRIDOBITVE DOVOLJENJ IN SOGLASIJ Z NAMAKALNI SISTEM
 2. prof.dr. Lea Milevoj, univ.dipl.ing.agr.
VPLIV NAMAKANJA NA BOLEZNI IN ŠKODLJIVCE VRTNIN
 3. Matej Knapič, univ.dipl.ing.agr.
FERTIGACIJA
 4. doc.dr. Martina Bavec, univ.dipl.ing.agr.
TEHNIKE PRIDELOVANJA ZELENJADNIC
 5. doc.dr. Martina Pintar, univ.dipl.ing.agr.
OSNOVE NAMAKANJA S POUĐARKOM NA VRTNINAH IN SADNIH VRSTAH V SEVEROVZHODNI SLOVENIJI
 6. prof.dr. Janez Hribar, univ.dipl.ing.živ. teh.
SKLADIŠČENJE ZMRZOVANJE IN PRIPRAVA VRTNIN ZA TRG
 7. Mira Edelbaher, univ. dipl. ekon.
TRŽENJE
- (2. del)
8. dr. Janko Rode, univ.dipl.biol., Matej Knapič, univ.dipl.inž.agr.
NAMAKANJE ZELIŠČ
 9. prof. dr. Franci Štampar, univ.dipl.inž.kmet.sadj.vinogr.
NAMAKANJE V SADJARSTVU
 10. Ivan Kodrič, univ.dipl.inž.kmet.
ZAŠČITA PRED SPOMLADANSKO POZEBO
 11. prof. dr. Marina Pintar, univ.dipl.inž.agr.
OSNOVE NAMAKANJA S POUĐARKOM NA VRTNINAH IN SADNIH VRSTAH V ZAHODNI, OSREDNJI IN JUŽNI SLOVENIJI

INFO

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

Dunajska 58, 1000 Ljubljana

Telefon: 01 478 90 00

Telefaks: 01 478 90 56

e-mail: namakanje.mkgp@gov.si

<http://www.gov.si/mkgp>