

REPUBLIKA
SLOVENIJA



MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



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

OSNOVE NAMAKANJA

s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah
v severovzhodni Sloveniji





Z namakalno infrastrukturo opremljena kmetijska zemljišča so osnova, da se sploh lahko pogovarjamo o kvalitetno in časovno določeni pridelavi vrtnin in sadja. Pogled na negovano polje polno obilnih pridelkov je tisto, kar poplača trud kmeta in mu zagotovi zanesljivo prihodnost.

Ob poplavi aktualnih tem, ki so v žarišču pozornosti v obdobju sušnih let in napovedovanih klimatskih spremembah, se ponovno izkazuje nujnost po opremljanju kmetijskih zemljišč z namakalno infrastrukturo, kar je bilo v preteklih letih kar nekako potisnjeno v ozadje.

Na Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano poskušamo zagotoviti tudi podporo pri izobraževanju na področju pridelave zelenjave in sadja s tehnologijami namakanja kmetijskih zemljišč. Brošura, ki jo imate pred seboj, naj vam bo v pomoč pri razvoju in napredku. Želim vam uspešno delo!

*mag. Franc BUT
M I N I S T E R*



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 včerajšnji 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*

1 UVOD

Namen pričujočega besedila je podati uporabniku namakalnih sistemov osnovno znanje za pravilno namakanje gojenih rastlin, s katerim bo najbolj optimalno izkoristil vodne količine, ki so na voljo ter hkrati z namakanjem povzročil čim manj negativnih vplivov na okolje. Namen besedila ni podajanje znanja za projektiranje namakalnih sistemov, četudi sta obe znanji močno povezani in se izkazujeta v dobro delujočih in dobro izkoriščenih namakalnih sistemih. V besedilu so nekateri podatki (evapotranspiracija, čas setve ter rastna doba vrtnin in s tem povezane vrednosti koeficientov rastlin v posameznih dekadah) vezani na območje severovzhodne Slovenije, zato je sestavek najprimernejši vodnik za namakanje prav za omenjeno območje.

Namakanje je umetno dodajanje vode, kadar jo v času vegetacije v tleh primanjkuje, z namenom, da zagotovimo optimalno rast in razvoj gojenih rastlin. Poleg borbe proti suši namakalni sistemi lahko služijo tudi za borbo proti spomladanski pozebi (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 najstarejše kulture pred več tisoč leti, sedaj pa je ukrep, ki omogoča visokointenzivno kmetijsko pridelavo. V vsakem primeru 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 potreben ukrep 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 preko 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 tudi 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. Prvič je to lahko 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 dolvodno 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 ne bo optimalno izkoriščena. Določena odstopanja od optimalne preskrbe rastlin z vodo preko namakalnega sistema se lahko uvede 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 načrtovan 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 povzroča čim manj negativnih vplivov na okolje. Dolžnost uporabnikov pa 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 ustrezen vodni vir, ki je lahko vodotok, podtalnica ali akumulacija.

Sestavni deli namakalnega sistema so:

- **črpališče s črpalnim agregatom** in, v primeru kapljičnega namakanja tudi 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 merijo lahko 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 menujemo 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 cevovodi za namakalne linije z razpršilci, ali polietilenski razvodni cevovodi za namakalne linije s kapljači ali mikro-rzpršilci, ali bobnasti namakalnik.

- **prestavljeni 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 prestavljeni 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 cca 0,5 m nad tlemi. Pri stabilni opremi moramo imeti toliko opreme, da nam pokrije celotno površino. Zaradi ekonomičnosti dimenzioniranja cevovodov in črpališča rastlin ponavadi ne namakamo na vsej površini hkrati, ampak v določenem obdobju zaporedno oskrbimo z vodo vse površine. Le protislansko zaščito izvajamo hkrati na vsej površini.

2.2 Prestavljiva oprema

Ko na prvi postavitvi zadostimo potrebam rastlin po vodi, opremo preместimo 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 relativno majhne površine, smiselno uporabljati le bobnaste namakalnice. 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 hodcu 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 dobimo enakomerno omočeno vso površino.

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 bolezni, ki jim prija vlažna klima, po drugi strani pa lahko samo s tem načinom namakanja po potrebi ohladimo ozračje ali če je potrebno izvajamo protislansko zaščito. V vetrovnih legah naj bi namakali ponoči, ko je manj vetra. Vendar ravno nočno namakanje z oroševanjem pomeni največjo nevarnost za pojav glivičnih bolezni, ker listje ostaja dolgo časa mokro in izpostavljeno okužbi. Če se zaradi vetra da, je najprimernejše oroševanje v dopoldanskem času, da se listje preko dneva osuši. V času hudega sonca naj ne bi oroševali, ker lahko pride do ožigov na rastlinah, čeprav 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 6 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 najodpornejše 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: tudi 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 in 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 nameščeno več manjših razpršilcev. Taki manjši bobnasti namakalniki so primerni tudi za namakanje vrtnin, vendar se le malokje uporabljajo. Z naravnavanjem hitrosti navijanja cevi, uravnavamo 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 predstavljati - ponavadi vsakih nekaj ur in je težko doseči visoko stopnjo izkoriščenosti. Učinkovitost namakanja, ki je razmereje med količino vode, ki jo damo na namakalno površino ter količino vode, ki jo v resnici porabijo rastline, je pri mobilni namakalni opremi najmanjša in po ocenah znaša 0,60. Vsak uporabnik namakalnega sistema z leti prakse pridobi občutek in znanje, koliko od dodane vode, so rastline v resnici uporabile. Po izkušnjah se uporabniki 5 do 10 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 širok izbor razpršilcev (od takih, ki jih imenujemo vodni topovi do mikrorazpršilcev) glede na delovni tlak, pretok vode ter domet. 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. 7 barov in imajo domet preko 60 m, so primerni za najodpornejše poljščine. Ravno širok izbor omogoča, da izberemo primerne razpršilce tudi za vrtnine in sadovnjake. Četudi se vrtnine v splošnem vse manj namaka z razpršilci, 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 m³ 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 voda na površju zastajala in površinsko odtekala ter povzročala erozijo tal. Ali 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 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 kot 20%. Določanje premera (=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 črpalka 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 mrežno oznako oz. 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 MIKORAZPRŠILCI

V določenih situacijah mikrorazpršilce lahko štejemo tudi pod opremo za lokalizirano namakanje, zato jih obravnavamo posebej, ločeno od ostalih razpršilcev. Te vrste razpršilci delujejo pri manjših tlakih (od 1,5 bar do največ 4,5 bar). Imajo manjši pretok (od nekaj deset do nekaj sto litrov na uro) ter manjši domet (od cca 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 mikroklimne, 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. Večinoma so nameščeni na nizkih, 25 cm visokih, nosilcih. Mikrorazpršilci z zelo majhnimi dometi vode, so nameščeni vzdolž gredice vrtnin, tako, da se v vrsti prekrivajo. Med posameznimi gredicami 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 in 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 PROTISLANSKA ZAŠČITA

Namakanje z razpršilci se v sadovnjakih večinoma izvaja, kjer je spomladi možnost pozebe in je potrebna protislanska zaščita. Na tržišču so razpršilci, ki so namenjeni prav protislanski zaščiti, ker imajo (pri določeni

postavitvi) zahtevano intenziteto 4,2 mm/uro. Ti razpršilci se potem poleti uporabljajo za namakanje. Podrobneje o protislanski zaščiti govori članek v Sodobnem kmetijstvu št. 3, leto 2002. Protislanska zaščita se, kadar je potrebno, 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 protislanske zaščite zagotavlja 110 l vode/s. V času namakanja lahko to površino namočimo postopoma npr. najprej prvi ha in potem drugega, itn. V času namakanja nam bo moral torej vodni vir zagotoviti le 11 l/s. Ponavadi lahko izvajamo protislansko zaščito, le če imamo na voljo vodo iz akumulacije. Le v izjemnih primerih (manjše površine) tudi iz podtalnice ali iz vodotokov.

Izvajanje protislanske zaščite s pomočjo mikrorazpršilcev, ki so v času nevarnosti spomladanskih pozeh nameščeni nad krošnje in poleti, ko se namaka, pod krošnjami dreves, je v slovenskih razmerah dalo različne rezultate – od zelo dobrih do relativno slabih. Izkušenj s tovrstnimi protislanskimi sistemi z mikrorazpršilci je v Sloveniji relativno malo in uspeh izvajanja protislanske zaščite je odvisen od mnogih faktorjev, zato je prezgodaj za sodbo o primernosti ali neprimernosti protislanske zaščite z mikrorazpršilci. Dejstvo, ki govori v prid iskanju možnosti za tovrstno protislansko zaščito z mikrorazpršilci, je, da mikrorazpršilce v času poletnega namakanja namestimo pod krošnje, tako da ob namakanju ni omočena listna površina. To zmanjšuje nevarnost pojava določenih boleznih 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 protislanske zaščite z mikrorazpršilci.

3.2 Kapljično namakanje

Kapljično namakanje ima veliko prednosti pred ostalimi vrstami in je namakalna tehnika, ki omogoča najintenzivnejšo rastlinsko pridelavo 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 občutljivih rastlinah na sušo (npr. jagode) dnevni namakalni obrok celo razdeliti na dva dela. V težjih glinenih tleh pa lahko rastline namakamo vsak drugi ali tretji dan z ustrezno 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:

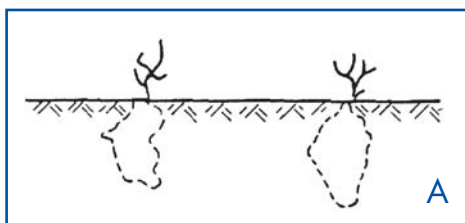
- pri kapljičnem namakanju ne namakamo celotne površine ampak samo del, kjer rastejo rastline in zato je poraba vode pri tem načinu namakanja manjša,
- medvrstni prostori ostajajo suhi in omogočajo prehod z mehanizacijo tudi v času namaknja ali takoj po namakanju,
- namakalna oprema deluje pri nižjih tlakih (0,5-1bar) in zato je tudi poraba energije manjša kot pri ostalih vrstah namakanja. Le kompenzacijski kapljači imajo nespremenjen pretok v območju 1-4,5 bar,
- 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 infiltracije (=zaradi majhne sposobnosti prepuščanja vode),
- možno je dodajati hranila preko namakalnega sistema (fertigacija), kar učinkovito zmanjša spiranje hranil proti podtalnici in onesnaženje 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:

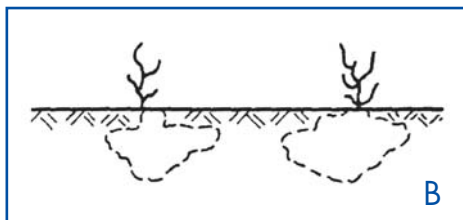
- nevarnost mašenja kapljačev. Veliko pozornost je potrebno že v fazi projektiranja posvetiti filtraciji vode. Poleg filterske postaje, ki stoji ponavadi ob črpališču in služi za celoten namakalni sistem, je za res varno namakanje priporočljivo postaviti filter tudi na začetku razdelilnega cevovoda na parceli. Ta zaustavlja delce, ki lahko pridejo v cevovod zaradi morebitnega popravljanja pri vkopanih ali morebitnega prestavljanja 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 manjšem 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.

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 preko

enega metra in imajo pretok od 1-8 l/h. Nazivni pretok je vezan na delovni tlak, ki je navadno 1 bar. Če je tlak manjši, se zmanjša tudi pretok na kapljaču in 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).



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



Razdalja med kapljači in pretok kapljačev vplivata na to, koliko največ so lahko dolge namakalne linije zaradi tlačnih izgub. Vzdušni izgube na namakalni liniji se pojavljajo izgube tlaka, zato se pretok na kapljačih razlikuje. Med sosednjima iztokoma je to minimalna razlika, ki pa 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 % izenačenost). 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 preglednici 1 so primerjalno prikazane glavne prednosti in slabosti namakanja z razpršilci, z mikrorazpršilci in kapljičnega sistema 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. vsak dan, vsaka dva dni).
obrok namakanja	Odvisen od količine vode, ki jo tla zadržijo med PK in %PK 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 protisilansko zaščito 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 bar.	Srednja. Namakalna oprema deluje od 1,5 bar do 4,5 bar.	Najmanjša. Namakalna oprema deluje pri tlakih do 1 bar. Kompenzacijski kapljači enako dobro delujejo pri tlakih do 4,5 bar.
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 pogostejše 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 protisilanske zaščite	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 presegati 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.

Preglednica 1:

Primerjava prednosti in slabosti namakanja z razpršilci, z mikrorazpršilci in kapljičnega namakanja

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 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 cevovodi 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.
- o globini talnih horizontov. Tla niso homogena po celotni globini, temveč so se v času razvoja oblikovale od nekaj cm 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 %

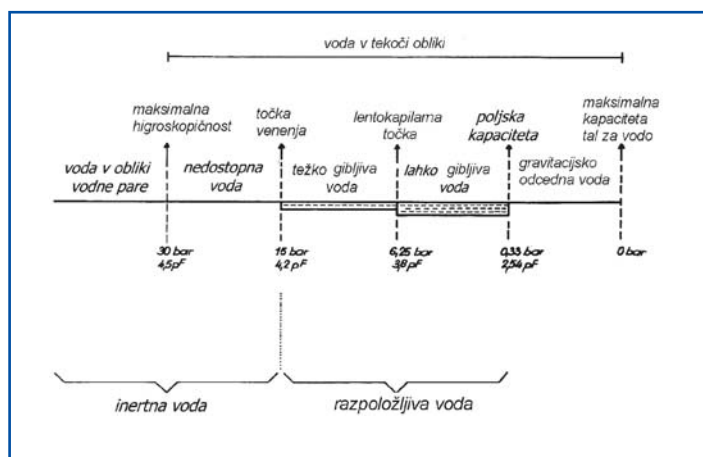
celotnega prostora. Prazen prostor med trdnimi delci - pore - zasedata voda in zrak, ki sta v obratnem sorazmerju. Več ko je vode, manj je zraka in obratno. Pore se delijo na makro (večje) in mikro (manjše) pore. Za rastline je najboljša situacija, ko makro pore zapolnjuje zrak in mikro pore voda. Trdna 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 molekule vode se veže s tenzijo 30 bar (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 hidrostaticnega 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 tlak).

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 uvenejo 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 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 prikazan v preglednici 3. Faktor zavzema vrednosti od 0,02-0,6. Med PK, TV RV, LDV in p veljajo naslednje povezave:

$$RV = PK - TV$$

$$LDV = p * RV$$

$$LDV = PK - KT$$

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

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

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

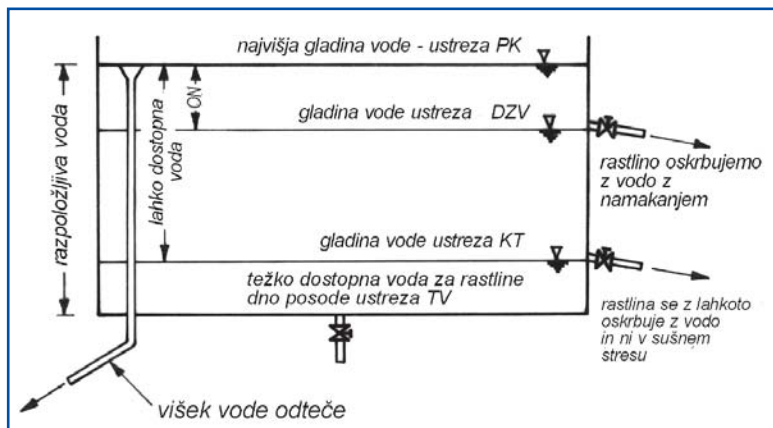
KT = kritična točka (masni % ali volumski % ali mm vodne plasti/100 mm tal)

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

p = delež razpoložljive vode, ki je rastlinam lahko dostopna

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 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 pa je, kadar s kratkotrajnim izpostavljanjem rastlin vodnemu stresu izboljšamo njihovo aromo (npr. breskve). V preglednici 3 so pod oznako "%PK" prikazani odstotki poljske kapacitete, nad katerimi moramo z namakanjem vzdrževati količino vode v tleh za optimalne pridelke. V nadaljevanju brošure bo prikazan postopek računanja obroka namakanja s pomočjo %PK in DZV, ter se tako navezujemo na podatke, ki so podani v brošuri o tehnologiji gojenja vrtnin v pogojih namakanja, ki je prav tako izšla v tej seriji brošur. V praksi velja, da je pri večini gojenih rastlin optimalni pridelek, če količina vode v tleh ne pade pod 70-80 % PK.

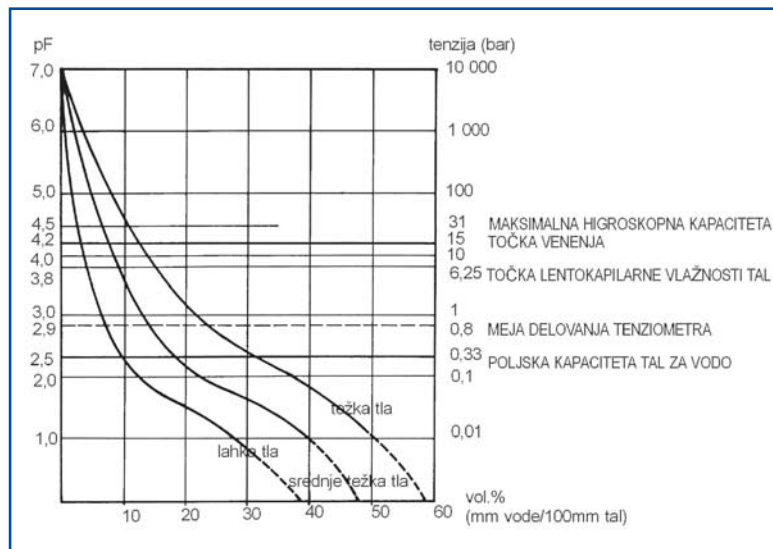
Na sliki 3 so opisane vodne količine prikazane s pomočjo "vodnega rezervoarja" v tleh, v katerem z namakanjem poskušamo vzdrževati količino vode med PK in DZV. Odvečna voda (nad PK) iz tal izteka. Rezervoar praznijo s svojo porabo rastline, polni pa se s pomočjo padavin ter namakanja. Potrebno je paziti, da vsaj z namakanjem ne presegamo 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 današnjim 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).

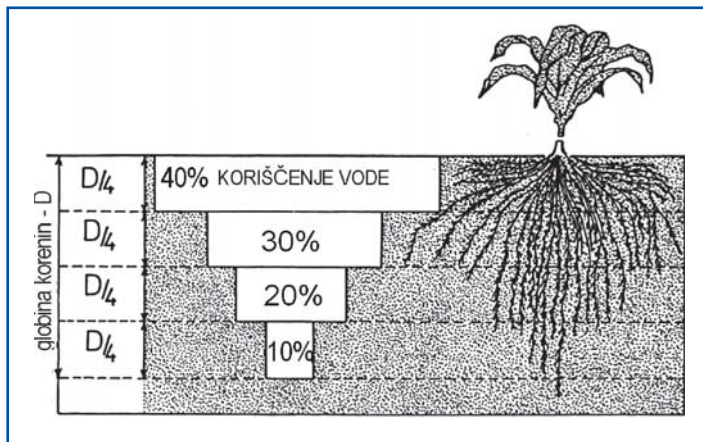
Kolikšna je količina vode, ki jo tla pri določeni tenziji zadržijo v sebi, se ugotavlja za posamezna tla v laboratoriju. Glinasta tla zadržijo pri enaki tenziji več vode kot peščena (Slika 4). Količina vezane vode v tleh se lahko podaja v obliki masnih odstotkov (koliko g vode tla zadržijo v 100 g tal), volumskih odstotkov (koliko cm^3 vode tla zadržijo v 100 cm^3 tal oz. mm 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 % oz. 20 l vode na m^2 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 četrtine globine korenin in sicer tam dobijo do 40 % vse potrebne vode. 30 % se oskrbujejo iz druge četrtine korenin ter 20 in 10 % iz tretje in četrte četrtine korenin.

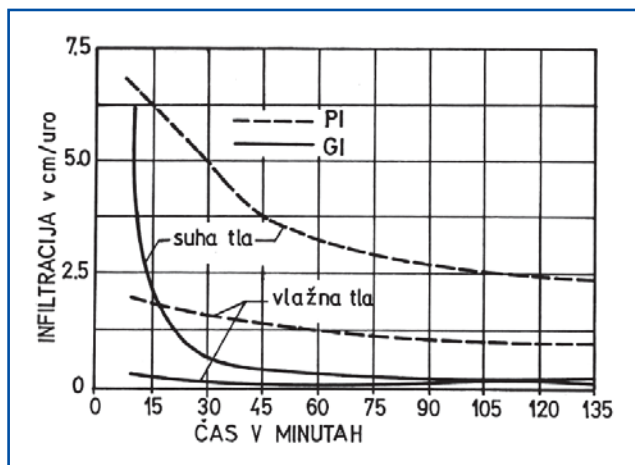
(Slika 5). Zaradi boljšega izkoristka dodane vode pri računanju namakalnega obroka upoštevamo le globino glavne mase korenin, t.j. polovico celotne globine. Okvirne globine glavne mase korenin pri rastlinah so prikazane v preglednici 3.



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 skoraj ne spreminja več po 3-5 urah vlaženja tal (namakanja ali dežja) (Slika 6). Le-ta je pomembna, ker nam določa, kakšno intenziteto namakanja imajo lahko izbrani razpršilci, če se odločimo za tovrstno namakanje. Intenziteta namakanja (koliko mm vode dodamo tlem na uro) ne sme presegati 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 laboratorji, 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

Evapotranspiracije 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 (ET_0) 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 tri meteorološke postaje v vzhodni 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/m^2 -dan, potrebuje rastlina za nemoten razvoj.

$$ET_c = ET_0 \times kc$$

Kc je faktor rastline, ki je za posamezne kulture v posamezni razvojni fazi različen. V preglednici 3 so prikazani faktorji rastlin za razmere vzhodne Slovenije 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 zelje za skladiščenje in endivija v okolici Ptuja.

kc zelje za skladiščenje 1. dekada julija = 0,65

kc zelje za skladiščenje 3. dekada avgusta = 1,05

kc endivija 1. dekada julija = 0,5 (podatki iz preglednice 3)

referenčna evapotranspiracija:

julij = 4,6 mm/dan

avgust = 3,7 mm/dan

$ET_{\text{zelje 1. dekada julija povp.}} = 0,65 \times 4,6 \text{ mm/dan} = 3,0 \text{ mm/dan} = 3,0 \text{ l/m}^2 = 30 \text{ m}^3 \text{ vode/ha.dan}$

$ET_{\text{zelje 3. dekada avgusta povp.}} = 1,05 \times 3,7 \text{ mm/dan} = 3,9 \text{ mm/dan} = 3,9 \text{ l/m}^2 = 39 \text{ m}^3 \text{ vode/ha.dan}$

$ET_{\text{endivija 1. dekada julija povp.}} = 0,50 \times 4,6 \text{ mm/dan} = 2,3 \text{ mm/dan} = 2,3 \text{ l/m}^2 = 23 \text{ m}^3 \text{ vode/ha.dan}$

Zelje za skladiščenje potrebuje v prvi dekadi julija v povprečnih vremenskih razmerah 30 m³ vode/ha-dan, medtem ko potrebuje v zadnji dekadi avgusta v povprečnih razmerah 39 m³ vode/ha-dan. Endivija pa potrebuje v povprečnih vremenskih razmerah v prvi dekadi julija le 23 m³ vode/ha-dan.

Opomba:

*osnovni podatki
povzeti po Namiz,
2000.*

*Vir podatkov:
Arhiv Agencije
republike Slovenije za
okolje (ARSO).*

Preglednica 2: Povprečna referenčna dnevna evapotranspiracija (ET₀) (mm/dan) za meteorološko postajo Mestni vrh pri Ptujju (opazovano obdobje 1966-1988), Murska Sobota (opazovano obdobje 1966-1995) in Starše (opazovano obdobje 1966-1995).

referenčna dnevna evapotranspiracija (mm/dan)										
meteorološka postaja	feb.	mar.	apr.	maj	jun.	jul.	avg.	sep.	okt.	nov.
Mestni vrh pri Ptujju	0,8	1,6	2,6	3,8	4,4	4,6	3,7	2,6	1,3	0,6
Murska Sobota	0,7	1,4	2,3	3,4	3,9	4,2	3,5	2,3	1,2	0,5
Starše	0,7	1,4	2,3	3,4	3,9	3,8	3,5	2,3	1,2	0,5

Namakalni sistemi so večinoma dimenzionirani na 80-90% verjetno ET_c, ki je približno 10 % višja kot povprečna ET_c. 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

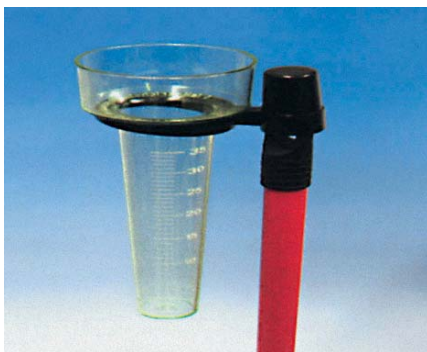
oblikovanje pridelka. To ne pomeni, da pridelka sploh ni, ampak ga je samo nekoliko manj kot v vseh ostalih bolj povprečnih letih.

Uporabnikom namakalnega sistema podatek o ET_c pomaga za okvirno določitev količine 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 ET_0 , 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 ET_c 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. Še enkrat pa velja opozorilo, da se prikazani podatki za ET_0 in K_c nanašajo na vzhodno Slovenijo in da so potrebne količine vode za določeno kulturo v določenem času za ostali del Slovenije seveda drugačne.

Potencialna evapotranspiracija rastlin pomeni torej potrebe rastlin po vodi, ki jih moramo pokriti z namakanjem, če ni dovolj padavin. Padavine so najbolj spremenljivi del vremena, saj se količina padavin predvsem v poletnih mesecih lokalno 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 dežemeri (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 predno pade na površino tal. Del padavin izhlapi s površine tal, še predno se vanjo vpije in 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 je količina vode v tleh povečala 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) za vrtnine za območje severovzhodne Slovenije, odstotek poljske kapacitete (%PK), nad katerim moramo z namakanjem vzdrževati količino vode v tleh in faktor p, ki označuje delež lahko dostopne vode v tleh. Faktor p je v oklepaju.

mesec	marec		april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			nov.	%PK
dekada	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	(p)
paradižnik - Z, K kc					0,32	0,32	0,32	0,35	0,53	0,72	0,91	1,07	1,10	1,10	1,10	1,09	1,04	0,98	0,92	0,86	0,81				60-70
globina korenin (cm)					10	13	16	19	21	24	27	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30				(0,4)
faze razvoja					0			1				2				3					4				
paprika-K kc							0,28	0,28	0,31	0,49	0,69	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,93							80-85
globina korenin (cm)							10	13	16	19	22	25	25	25	25	25	25	25							(0,3)
faze razvoja							0		1			2					3		4						
paprika - Z,K kc					0,32	0,32	0,32	0,32	0,39	0,53	0,67	0,80	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,96	0,94	0,91				
globina korenin (cm)					10	12	14	16	18	19	21	23	25	25	25	25	25	25	25	25	25				
faze razvoja					0			1				2					3				4				
kumare - PP, K kc						0,24	0,29	0,60	0,95	1,00	0,98	0,88	0,76												70-80
globina korenin (cm)						10	13	17	20	20	20	20	20												(0,5)
faze razvoja						0	1		2		3		4												
kumarice za vlaganjeKkc						0,28	0,28	0,46	0,82	1,00	1,00	1,00	0,98	0,93	0,89	0,85	0,81								70-80
globina korenin (cm)						10	13	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20								
faze razvoja							0	1		2			3				4								
kumare-Z kc							0,70	0,72	0,85	0,98	1,00	0,99	0,96	0,92	0,88	0,84	0,81								70-80
kumare - Z,K kc							0,28	0,33	0,64	0,95	1,00	0,99	0,96	0,92	0,88	0,84	0,81								
globina korenin (cm)							10	13	17	20	20	20	20	20	20	20	20								
faze razvoja								0	1		2		3				4								
kumare pole. term.-Z,Kkc												0,20	0,20	0,40	0,80	1,00	1,00	0,97	0,90	0,83				70-80	
globina korenin (cm)												10	13	17	20	20	20	20	20	20					
faze razvoja												0	1		2		3				4				
zelje zgodnje PP kc	1,00	1,01	1,04	1,05	1,05	1,04	1,00	0,96																	80
zelje zgodnje PP, K kc	0,40	0,51	0,97	1,05	1,05	1,04	1,00	0,96																	(0,45)
globina korenin (cm)	5	13	20	20	20	20	20	20																	
faze razvoja	0	1	2		3		4																		
zelje za kisanje kc												0,50	0,50	0,50	0,57	0,70	0,85	0,98	1,05	1,05	1,05	1,03	1,00		80
zelje za kisanje- K kc												0,20	0,20	0,20	0,30	0,51	0,74	0,95	1,05	1,05	1,05	1,03	1,00		
globina korenin (cm)												5	8	12	15	18	22	25	25	25	25	25	25	25	
faze razvoja												0		1			2				3		4		
zelje za skladiščenje kc									0,60	0,60	0,60	0,65	0,75	0,84	0,95	1,04	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	0,99	0,96	80
zelje za skladiščenje Kkc									0,24	0,24	0,24	0,33	0,50	0,68	0,87	1,03	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	0,99	0,96	
globina korenin (cm)									5	8	11	14	16	19	22	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
faze razvoja									0		1					2				3				4	

mesec	marec		april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			nov.	%PK
dekada	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	(p)
kitajski kapus kc															0,70	0,73	0,95	1,10	1,10	1,09	1,05	1,00	0,95	0,91	70-80
kitajski kapus K kc															0,28	0,35	0,79	1,10	1,10	1,09	1,05	1,00	0,95	0,91	(0,45)
globina korenin (cm)															5	13	20	20	20	20	20	20	20	20	
faze razvoja															0	1	2				3			4	
endivija kc												0,50	0,50	0,58	0,76	0,92	1,00	0,99	0,90	0,83					70-80
endivija K kc												0,20	0,20	0,33	0,61	0,87	1,00	0,99	0,90	0,83					(0,3)
globina korenin(cm)												5	8	10	13	15	15	15	15	15					
faze razvoja												0	1			2				3					
bučke kc						0,70	0,70	0,70	0,72	0,85	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,83							70-80
bučke K kc						0,28	0,28	0,28	0,33	0,64	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,83							(0,5)
globina korenin (cm)						10	13	16	19	22	25	25	25	25	25	25	25	25							
faze razvoja						0			1		2					3				4					
šparglji kc			0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,79	0,73																70-80
šparglji K kc			0,32	0,35	0,51	0,70	0,80	0,79	0,73																(0,45)
globina korenin (cm)			30	30	30	30	30	30	30																
faze razvoja			0	1			2	3	4																
radič kc										0,60	0,60	0,77	1,05	1,10	1,10	1,08	1,05	1,02							70-80
radič K kc										0,24	0,24	0,53	1,02	1,10	1,10	1,08	1,05	1,02							(0,3)
globina korenin (cm)										5	8	12	15	15	15	15	15								
faze razvoja										0	1		2	3			4								
cvetača zgodnja PP kc	1,00	1,00	1,00	1,02	1,05	1,05	1,03	0,98																	80
cvetača zgodnja-PPK kc	0,40	0,40	0,62	0,99	1,05	1,03	0,98																		(0,45)
globina korenin (cm)	5	10	15	20	20	20	20																		
faze razvoja	0	1		2	3	4																			
cvetača kc										0,60	0,60	0,60	0,65	0,77	0,88	0,99	1,05	1,04	0,98						80
cvetača K kc										0,24	0,24	0,34	0,55	0,74	0,93	1,05	1,04	0,98							
globina korenin (cm)										5	8	12	15	18	22	25	25	25	25						
faze razvoja										0	1	1	15	18	22	25	25	25	25			3	4		
solata PP kc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98																			80
solata - PP, K kc	0,40	0,40	0,45	0,80	1,00	0,98																			(0,3)
globina korenin (cm)	5	8	12	15	15	15																			
faze razvoja	0		1	2	3	4																			
solata 1 kc					0,80	0,80	0,83	0,97	0,99	0,96															80
solata - 1, K kc					0,32	0,32	0,41	0,91	0,99	0,96															
globina korenin (cm)					5	8	12	15	15	15															
faze razvoja					0		1	2	3	4															
solata 2 kc												0,50	0,57	0,93	0,99	0,96									80
solata - 2, K kc												0,20	0,31	0,89	0,99	0,96									(0,3)
globina korenin (cm)												5	10	15	15	15									
faze razvoja												0	1	2	3	4									
solata 3 kc																	0,70	0,70	0,74	0,96	0,99	0,96			80
solata - 3, K kc																	0,28	0,28	0,38	0,90	0,99	0,96			
globina korenin (cm)																	5	8	12	15	15	15			
faze razvoja																	0		1	2	3	4			
špinača kc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,92																	80
špinača K kc	0,40	0,44	0,44	0,70	0,96	1,00	0,98	0,92																	(0,2)
globina korenin (cm)	5	8	10	13	15	15	15	15																	
faze razvoja	0		1		2	3	4																		
čebula kc	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,96	0,92	0,90	0,90	0,90	0,90	0,89	0,84	0,77	0,72										70
čebula K kc	0,40	0,40	0,40	0,40	0,43	0,60	0,80	0,90	0,90	0,90	0,90	0,89	0,84	0,77	0,72										(0,3)
globina korenin (cm)	5	7	8	10	12	13	15	15	15	15	15	15	15	15	15										
faze razvoja	0				1		2					3			4										
čebula prezimna kc		0,89	0,83	0,77	0,72												0,70	0,70	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79		70
čebula prezimna K kc		0,89	0,83	0,77	0,72												0,28	0,28	0,34	0,45	0,57	0,68	0,77		
globina korenin (cm)		15	15	15	15											5	7	8	10	12	13	15			
faze razvoja		3		4												0	1					2			
jajčevac kc							0,70	0,70	0,70	0,75	0,85	0,95	1,04	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	0,98	0,92					80
jajčevac K kc							0,28	0,28	0,28	0,39	0,61	0,83	1,02	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	0,98	0,92					(0,45)
globina korenin (cm)							10	13	15	18	20	23	25	25	25	25	25	25	25	25					
faze razvoja							0		1						2					3			4		

mesec	marec		april			maj			junij			julij			avgust			september			oktober			nov.	%PK (o.)
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
dekada																									
jajčevac Z kc						0,80	0,80	0,80	0,83	0,83	0,88	0,94	0,99	1,04	1,05				1,04	1,00	0,95	0,91			80
jajčevac - Z, K kc						0,32	0,32	0,32	0,32	0,40	0,56	0,73	0,89	1,03	1,05				1,04	1,00	0,95	0,91			
globina korenin (cm)						5	8	10	13	15	18	20	23	25	25				25	25	25	25			
faze razvoja						0			1				2						3				4		
zgodnji korenček kc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,96																	80
zgodnji korenček K kc	0,40	0,40	0,44	0,70	0,96	1,00	0,99	0,96																	(0,35)
globina korenin (cm)	2	7	11	16	20	20	20	20																	
faze razvoja	0		1		2		3	4																	
korenček kc												0,60	0,60	0,60	0,66	0,81	0,94	1,00	1,00	0,99	0,98	0,96		80	
korenček K kc												0,24	0,24	0,24	0,36	0,63	0,88	1,00	1,00	0,99	0,98	0,96			
globina korenin (cm)												2	7	11	16	20	25	25	25	25	25	25			
faze razvoja												0		1			2		3			4			
fižol kc						0,70	0,70	0,81	1,02	1,05	1,01	0,94												80	
fižol K kc						0,28	0,28	0,52	0,98	1,05	1,01	0,94												(0,45)	
globina korenin (cm)						5	12	18	25	25	25	25													
faze razvoja						0	1		2	3	4														
fižol v zrnju kc						0,70	0,70	0,77	0,93	1,08	1,15	1,15	1,04	0,82	0,57	0,41								70-80	
fižol v zrnju K kc globina						0,28	0,28	0,42	0,73	1,01	1,15	1,15	1,04	0,82	0,57	0,41								(0,45)	
korenin (cm)						5	10	15	20	25	25	25	25	25	25	25									
faze razvoja						0	1		2		3					4									
grah kc	1,00	1,00	1,01	1,08	1,14	1,15	1,13	1,11																70-80	
grah K kc	0,40	0,40	0,45	0,78	1,10	1,15	1,13	1,11																(0,35)	
globina korenin (cm)	5	9	13	16	20	20	20	20																	
faze razvoja	0		1		3	4																			
rdeča pesa spomlad. kc			0,80	0,80	0,84	0,93	1,01	1,05	1,05	1,05	1,00													80	
rdeča pesa spomla. K kc			0,32	0,32	0,44	0,69	0,93	1,05	1,05	1,05	1,00													(0,5)	
globina korenin (cm)			5	9	13	16	20	20	20	20	20														
faze razvoja			0	1		2		3	4																
rd. pesa strniš. setev kc												0,50	0,50	0,52	0,66	0,81	0,96	1,05	1,05	1,05	1,04	0,98		80	
rd. pesa strniš. setev Kkc												0,20	0,20	0,20	0,45	0,68	0,91	1,05	1,05	1,05	1,04	0,98			
globina korenin (cm)												5	8	11	14	17	20	20	20	20	20	20			
faze razvoja												0		1			2					3	4		
lubenice kc						0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,71	0,80	0,90	0,99	1,00	1,00	1,00	0,94	0,81	0,75				70-80	
lubenice K kc						0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,31	0,52	0,76	0,97	1,00	1,00	1,00	0,94	0,81	0,75				(0,4)	
globina korenin (cm)						10	13	15	18	20	23	25	28	30	30	30	30	30	30	30	30				
faze razvoja						0				1		2				3					4				
zgodnji krompir PP kc	1,00	1,00	1,01	1,10	1,15	1,15	1,02	0,82																70-80	
zgodnji krompir PP, K kc	0,40	0,40	0,47	0,90	1,15	1,15	1,02	0,82																(0,35)	
globina korenin (cm)	20	23	27	30	30	30	30	30																	
faze razvoja	0		1	2		3	4																		
zgodnji krompir kc			0,80	0,80	0,81	0,90	0,99	1,09	1,15	1,15	1,15	1,12	0,95	0,80											
zgodnji krompir K kc			0,32	0,32	0,35	0,55	0,78	1,01	1,15	1,15	1,15	1,12	0,95	0,80											
globina korenin (cm)			20	22	24	26	28	30	30	30	30	30	30	30											
faze razvoja			0	1		2					3	4													
jažode K kc	0,40	0,43	0,63	0,82	0,85	0,84	0,78																	80-90	
globina korenin (cm)	7	11	16	20	20	20	20																	(0,2)	
faze razvoja	0	1		2		3	4																		
jesenske jažode K kc											0,24	0,27	0,44	0,63	0,82	0,84	0,78							80-90	
globina korenin (cm)											7	10	14	17	20	20	20							(0,2)	
faze razvoja											0	1			2	3	4								
jablane, češnje kc			0,50	0,50	0,50	0,52	0,66	0,82	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,89	0,73	0,63						70-80	
globina korenin (cm)			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30				(0,5)	
faze razvoja			0			1		2								3		4							
breskve, marelice kc	0,50	0,50	0,50	0,52	0,62	0,74	0,87	0,98	1,00	1,00	1,00	0,99	0,93	0,85	0,77	0,72								70-80	
globina korenin (cm)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40								(0,5)	
faze razvoja	0			1		2						3			4										
nektarine, slive kc			0,50	0,50	0,50	0,52	0,62	0,74	0,88	0,98	1,00	1,00	0,99	0,92	0,85	0,78	0,72							70-80	
globina korenin (cm)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40								(0,5)	
faze razvoja			0			1		2					3		4										
hruške kc			0,50	0,50	0,50	0,54	0,64	0,74	0,85	0,95	1,00	1,00	0,97	0,91	0,85	0,79	0,73							70-80	
globina korenin (cm)			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30							(0,5)	
faze razvoja			0			1		2					3		4										

vir: Slovenia irrigation project, 1998; Osvald in Osvald, 1999; Kmetijsko gozdarski zavod Maribor – podatki svetovalne službe, Allen in sod., 1998

Legenda:

Z – pridelava v zavarovanem prostoru,

PP – zgodnje spomladanska pridelava pod prekrivko iz polipropilena,

K – kapljično namakanje

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

Opombe:

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

Pri gojenju rastlin na foliji, se koeficient rastline zmanjša na 80%. V primeru gojenja rastlin na foliji kot izhodišče vzamemo koeficient rastline 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 neugodnih posledic, da rastlinam namakamo preveč ali premalo, ne da bi se te svoje napake zavedali in jo lahko pravočasno popravili.

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 sledeče 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 rastline, tal, podnebnih razmer in izgube vode, ki se pri določenem načinu namakanja predvidoma pojavljajo. Predlagamo, da si v začetnem letu vsakdo naredi izračune, ki jih zapiše v preglednici, za tiste vrste rastlin, ki jih bo namakal tisto leto. 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, letos 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. Tisti, ki so na računalniku veščji Excela, bodo imeli močno olajšano delo.

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 DZV, ki je v našem primeru enak %PK in PK na določeni globini tal, da čimmanjkrat omočimo površino listov. V preglednici 5 so zapisani izračuni za namakanje z razpršilci. V nadaljevanju je prikazan potek računanja parametrov za zelje za skladiščenje v okolici Ptuja.

Postopek izdelave preglednice s parametri namakanja je sledeč:

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 (K_c).

Pod točko 2 vnesemo za našo izbrano rastlino podatek o koeficientu rastline, za vsako dekada v mesecu. Preberemo ga iz preglednice 3.

Pod točko 3 izračunamo potencialno evapotranspiracijo rastline – ET_c .

$$ET_c = ET_0 \times k_c$$

primer: zelje za skladiščenje v okolici Ptuja v 1. dekadi julija

$$ET_c = 0,65 \times 4,6 \text{ mm/dan} = 3,0 \text{ mm/dan} = 3,0 \text{ l/(m}^2\text{-dan)} = 30,0 \text{ m}^3 \text{ vode/ (ha \cdot dan)}$$

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.

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 %, 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 krivulje tenzije, iz katerih lahko preberemo, koliko vode zadržijo tla pri različni tenziji. PK ali krivulje tenzije so podatek, 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 bar je 32 mm vode/100 mm tal. Če imamo peščena tla, odčitamo PK pri tenziji 0,1 bar in za srednje težka tla pri tenziji 0,2 bar.

D = globina glavne mase korenin (cm) – preberemo iz preglednice 3

primer: količina vode pri poljski kapaciteti (mm) za izbrana tla pri globini glavne mase korenin 14 cm. Tako globoka je glavna masa korenin za zelje za skladiščenje v severovzhodni Sloveniji v 1. dekadi julija.

$$kPK = 32 \text{ mm}/100 \text{ mm} \times 14 \text{ cm} \times 10 \text{ mm}/\text{cm} = 43,4 \text{ mm}$$

Naša tla do globine 14 cm lahko zadržijo 43,4 mm vode oz. 43,4 l/m².

Pod točko 6 vpišemo dovoljeno znižanje vode (=DZV) v tleh (mm). To je količina vode v tleh, pri kateri bomo začeli našim rastlinam namakati.

$$DZV = kPK \times dPK$$

$$dPK = \%PK : 100$$

DZV = dovoljeno znižanje vode v tleh (mm)

dPK = delež poljske kapacitete, nad katerim z namakanjem vzdržujemo količino vode

%PK = odstotek poljske kapacitete, nad katerim z namakanjem vzdržujemo količino vode v tleh in ga preberemo iz preglednice 3.

primer: zelje za skladiščenje

$$dPK = 80 : 100 = 0,8$$

$$DZV = 43,4 \text{ mm} \times 0,8 = 34,7 \text{ mm}$$

Pod točko 7 izračunamo neto obrok namakanja. Koliko vode moramo dati rastlinam pri enem namakanju.

$$nON = kPK - DZV$$

nON = neto obrok namakanja za izbrano kulturo (cm)

primer: neto obrok namakanja zelja za skladiščenje na težkih tleh v 1. dekadi julija okolica Ptuja

$$nd = 43,4 \text{ mm} - 34,7 \text{ mm} = 8,7 \text{ mm}$$

Obrok 8,7 mm vode pomeni 8,7 l vode/m² oz. 87 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 izračunamo turnus namakanja (Tn). Za koliko dni rastlinam dodana voda zadošča.

$$T_n = nON/ET_c$$

Tn = turnus namakanja (dnevi)

primer: turnus namakanja za zelje za skladiščenje v okolici Ptuja

$$T_n = 8,7 \text{ mm} : 3,0 \text{ mm/dan} = 2,9 \text{ dan}$$

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

Pod točko 9 določimo prilagojen turnus namakanja (pTn). Na koliko dni bomo v praksi namakali.

pTn je Tn, ki ga zaokrožimo na cel dan navzdol.

primer: prilagojen turnus namakanja za zelje za skladiščenje v okolici Ptuja za 1. dekada julija

$$T_n = 2,9 \text{ dni} \\ pT_n = 2 \text{ dni}$$

Pod točko 10 izračunamo prilagojen neto obrok namakanja (=pnON) (mm). Koliko vode moramo rastlinam dati, da bo zadoščala za prilagojen turnus namakanja.

$$pnON = ETc \times pTn$$

primer: prilagojen neto obrok namakanja za zgodnje zelje v okolici Ptuja za 1. dekada julija

$$pnON = 3,0 \text{ mm/dan} \times 2 \text{ dni} = 6,0 \text{ mm}$$

Obrok 6,0 mm vode pomeni 6,0 l vode/m² oz. 60 m³/ha. Obrok je sedaj manjši, kot je bil pod točko 7 določen največji možni obrok namakanja.

Pod točko 11 izračunamo bruto obrok namakanja (bON). Del vode se od našega odzemnega 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 4 so podane ocenjene učinkovitosti namakalne opreme in načinov namakanja.

*Preglednica 4:
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

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

$$U = Un \times Uc$$

Un = učinkovitost namakanja - preberemo iz preglednice 4

Uc = 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 zelje za skladiščenje na težkih tleh 1. dekada julija

$$bON = 6,0 \text{ mm} : 0,686 = 8,7 \text{ mm.}$$

Bruto obrok namakanja znaša 8,7 mm oz. 8,7 l/m² oz. 87 m³/ha. Pomeni, da moramo za vsak kvadratni meter naše površine zagotoviti 8,7 l vode. Če je naša površina velika 1 ha, to pomeni 87 kubikov vode, pri manjši ali večji površini pa ustrezno manj ali več.

Pod točko 12 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 presežati koeficienta infiltracije.** Naši izbrani razpršilci imajo intenziteto 2,5 mm/uro.

Pod točko 13 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: zelje za skladiščenje v 1. dekadi julija

$$t = 8,7 \text{ mm} : 2,5 \text{ mm/uro} = 3,5 \text{ ure}$$

Namakanje traja 3,5 ure.

Pod točko 14 lahko pretvorimo še desetine ure (du) v minute (min)

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

primer: 0,5 ure pri namakanju zelja za skladiščenje v 1. dekadi julija

$$\text{min} = 0,5 \text{ ure} \times 60 \text{ min/uro} / 10 = 30 \text{ min}$$

Namakanje v 1. dekadi julija za zelje za skladiščenje z izbranimi razpršilci traja torej 3 ure in pol oz. 3 ure 30 min. V tem času damo na našo namakalno površino 8,7 l vode/m², od katere rastline po predvidevanjih dobijo 6,0 l/m², kar zelju za skladiščenje zadošča pri povprečnem vremenu za dva 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 vrtin

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 koreninah. V preglednici 6 so prikazani rezultati izračunanih parametrov za papriko gojeno na foliji v okolici Ptuja na srednje težkih tleh. Pod folijo sta na 1 m širokem grebenu položeni dve namakalni cevi s kapljači kapacitete 1 l/h na razdalji 30 cm.

Od točke 1 do točke 14 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.

$$\text{kcr} = \text{kc} \times 0,8$$

kcr = zmanjšan koeficient rastline

primer: paprika 1. dekada julija v okolici Ptuja

$$\text{kcr} = 0,9 \times 0,8 = 0,72$$

Zaradi zastirke s folijo se koeficient rastline zmanjša in namesto 0,9 znaša 0,72. V praksi pomeni, da paprika, ki jo gojimo z zastirkó 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 3 odčitali, da srednje težka tla zadržijo 22 volumskih % vode pri poljski kapaciteti.
- v točki 11, kjer računamo bruto obrok namakanja. Upoštevamo učinkovitost kapljične namakalne opreme, ki je 0,92, kar preberemo v preglednici 4.
- v točki 12 izračunamo kapaciteto kapljačev, ki oskrbujejo rastline na 1 m² gredice oz. rastlinskega pokrova.
2 liniji s kapljači x 3 kapljači/m x 1 m (=širina gredice) = 6 kapljačev/
m² x 1 l/h (=kapaciteta kapljača) = 6 l/(h·m²).
Skupna kapaciteta kapljačev na površini 1 m² = 6 l/h.

Namakanje v 1. dekadi julija za papriko v okolici Ptuja na srednje težkih tleh z izbrano kapljično opremo traja 1 uro 48 minut oz. 1 uro 45 minut (zaokroženo). V tem času damo na površino 11 l vode/m². Od tega rastline dobijo 9,9 l/m², kar zadošča papriki v tem času v povprečnem vremenu za tri dni (gl. preglednico 6). V zelo sušnih dnevih je potrebo čas namakanja podaljšati za cca 10 %.

Od začetka sezone dodan obrok zadošča za 5-6 dni. Ob koncu sezone, ko se potrebe paprike po vodi malo zmanjšajo zaradi zmanjšane referenčne evapotranspiracije in zaradi zmanjšanega koeficienta rastline, obroki namakanja zadoščajo za pet dni, torej lahko namakamo vsak šesti dan.

V točkah 10.1 do 14.1 so izračunani parametri namakanja, če se odločimo za vsakodnevno namakanje v majhnih obrokih.

Točka 10.1 je neto obrok namakanja, ki je enak dnevni porabi rastlin po vodi oz. je enak potencialni evapotranspiraciji paprike.

Točka 11.1 je bruto obrok namakanja, kjer je upoštevana učinkovitost namakanja, enako kot v točki 11 iste razpredelnice.

Točka 12.1 je že opisana skupna kapaciteta kapljačev na površini 1 m².

Točka 13.1 je čas namaknja v urah in v točki 14.1 je čas namakanja pretvorjen v minute, kot je prikazano v poglavju 5.1 pod točko 14.

Če hočemo papriko, gojeno na foliji v okolici Ptuja, dnevno oskrbovati z vodo preko kapljičnega namakalnega sistema, ki v postavitvi 2 liniji na greben in razdalja med kapljači 30 cm daje 6 l vode/(m²·uro), moramo

namakati 36 minut oz. 40 minut (zaokroženo). V tem času damo na namakano površino 3,7 l vode/m², od česar paprika dobi 3,3 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 cca 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 = 3,7 l vode/m² x 4100 m² = 15170 l = 15,2 m³. To količino vode moramo dati na našo površino in jo 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.

V preglednici 7 so prikazani rezultati izračunanih parametrov za jablane na lahkih tleh v okolici Ptuja. 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 14 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 za jablane
- v točki 5, kjer računamo količino vode, ki jo tla v območju glavne mase korenin zadržijo pri PK. Za prikazan račun smo na sliki 3 odčitali, da lahka tla zadrži 12 volumskih % vode pri poljski kapaciteti.
- v točki 11, kjer računamo bruto obrok namakanja. Upoštevamo učinkovitost kapljične namakalne opreme, ki je 0,92, kar preberemo v preglednici 4
- v točki 12 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 1 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 v npr. 3. dekadi maja za jablane v okolici Ptuja na lahkih tleh z izbrano kapljično opremo traja 5 ur 18 minut oz. 5 ur 15 minut, če zaokrožimo na četrt ure natančno (Glej preglednico 7). V tem času damo na površino 6,9 l vode/m². Od tega rastline dobijo 6,2 l/m², kar zadošča jablanam v tem času v povprečnem vremenu za dva dni. V zelo sušnih dnevih je potrebo čas namakanja podaljšati za cca 10 %. Julija, ko so potrebe rastlin po vodi največje, peščena tla v globini glavne mase korenin ne morejo zadržati več vode, kot jo rastline porabijo v enem dnevu in je potrebno vsakodnevno namakanje.

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

Točka 10.1 je neto obrok namakanja, ki je enak dnevni porabi rastlin po vodi oz. je enak potencialni evapotranspiraciji jablan.

Točka 11.1 je bruto obrok namakanja, kjer je upoštevana učinkovitost namakanja, enako kot v točki 11 iste razpredelnice.

Točka 12.1 je že opisana kapaciteta namakanja na površini 1 m².

Točka 13.1 je čas namaknja v urah in v **točki 14.1** je čas namakanja pretvorjen v minute, kot je prikazano v poglavju 5.1 pod točko 14.

Če se odločimo za vsakodnevno namakanje, jablanam na lahkih tleh v tretji dekadi maja v povprečnem letu namakamo po cca 2 uri in pol (2 uri 36 minut). V tem času damo na namakano površino 3,4 l vode/m², od česar drevesa dobijo 3,1 l vode/m², kar zadošča za pokrivanje dnevnih potreb po vodi v povprečnem vremenu. V juliju se čas namakanja podaljša na skoraj štiri ure. V zelo suhem in toplem vremenu moramo za pokritje potreb po vodi za cca 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. Npr. v 3. dekadi maja moramo ob vsakodnevem namakanju dati 3,4 l/m². Za celotno površino naših vrst to pomeni 14280 l oz. 14,3 m³ vode (4200 m² x 3,4 l/m² = 14280 l).

Preglednica 5:
Parametri namakanja
za zelje za
skladiščenje v okolici
Ptuja za povprečno
leto, namakanje z
razpršilci

mesec	junij			julij			avgust			september			oktober			nov.	
	dekada	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	referenčna evapotranspiracija = ET_0 (mm/dan)	4,4	4,4	4,4	4,6	4,6	4,6	3,7	3,7	3,7	2,6	2,6	2,6	1,3	1,3	1,3	0,6
2	faktor rastline = kc	0,60	0,60	0,60	0,65	0,75	0,84	0,95	1,04	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	0,99	0,96
3	potencialna evapotranspiracija rastline = ET_c (mm/dan)	2,6	2,6	2,6	3,0	3,4	3,9	3,5	3,8	3,9	2,7	2,7	2,7	1,3	1,3	0,6	0,6
4	globina glavne mase korenin(cm)	5	8	11	14	16	19	22	25	25	25	25	25	25	25	25	25
5	količina vode pri PK (32 vol%) v globini korenin (mm)	16,0	25,1	34,3	43,4	52,6	61,7	70,9	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
6	dovoljeno znižanje vode (=80% PK) v globini korenin (mm)	12,8	20,1	27,4	34,7	42,1	49,4	56,7	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
7	neto obrok namakanja (mm oz. l/m^2 oz. $\times 10^3$ m ³ /ha)	3,2	5,0	6,9	8,7	10,5	12,3	14,2	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
8	turnus namakanja (dni)	1,2	1,9	2,6	2,9	3,1	3,2	4,0	4,2	4,1	5,9	5,9	5,9	11,9	12,1	12,4	27,7
9	turnus namakanja-prilagojen(dni)	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	5	11	11	12	27
10	neto obrok namakanja-prilagojen (mm oz. l/m^2 oz. $\times 10^3$ m ³ /ha)	2,6	2,6	5,2	6,0	10,2	11,7	14,0	15,2	15,6	13,5	13,5	13,5	14,3	15,6	15,6	16,2
11	bruto obrok namakanja (mm oz. l/m^2 oz. $\times 10^3$ m ³ /ha)	3,8	3,8	7,6	8,7	14,9	17,1	20,4	22,2	22,7	19,7	19,7	19,7	20,8	22,7	22,7	23,6
12	intenziteta namakanja (mm/uro)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
13	čas namakanja (ure)	1,5	1,5	3,0	3,5	5,9	6,8	8,2	8,9	9,1	7,9	7,9	7,9	8,3	9,1	9,1	9,4
14	čas namakanja (ure)	1	1	3	3	5	6	8	8	9	7	7	7	8	9	9	4
	+ (minute)	30	30	0	30	54	48	12	84	6	54	54	54	18	6	6	24

Pompa: Postopek računanja je opisan v poglavju 5.1

Preglednica 6:
Parametri namakanja
za papriko v okolici
Ptuja za povprečno
leto, kapljično
namakanje, zastirka s
folijo, srednje težka
tla

mesec	maj		junij			julij			avgust			september		
	dekada	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
večdnevni obroki														
1	referenčna evapotranspiracija = ET_0 (mm/dan)	3,8	3,8	4,4	4,4	4,4	4,6	4,6	4,6	3,7	3,7	3,7	2,6	2,6
2	faktor rastline = kc	0,28	0,28	0,31	0,49	0,69	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,93
2.1	redukcija kc zaradi zastirke = kcr	0,22	0,22	0,25	0,39	0,55	0,72	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,78	0,74
3	potencialna evapotranspiracija rastline = ET_c (mm/dan)	0,9	0,9	1,1	1,7	2,4	3,3	3,7	3,7	3,0	3,0	3,0	2,0	1,9
4	globina glavne mase korenin(cm)	10	13	16	19	22	25	25	25	25	25	25	25	25
5	količina vode pri PK (22 vol %) v globini korenin (mm)	22,0	28,6	35,2	41,8	48,4	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
6	dovoljeno znižanje vode (=80% PK) v globini korenin (mm)	17,6	22,9	28,2	33,4	38,7	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0
7	neto obrok namakanja (mm oz. l/m^2)	4,4	5,7	7,0	8,4	9,7	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
8	turnus namakanja (dni)	5,2	6,7	6,5	4,9	4,0	3,3	3,0	3,0	3,7	3,7	3,7	5,4	5,7
9	turnus namakanja-prilagojen(dni)	5	6	6	4	4	3	3	3	3	3	3	5	5
10	neto obrok namakanja prilagojen (mm)	4,5	5,4	6,6	6,8	9,6	9,9	11,1	11,1	9,0	9,0	9,0	10,0	9,5
11	bruto obrok namakanja (mm oz. l/m^2)	5,0	6,0	7,3	7,5	10,6	11,0	12,3	12,3	10,0	10,0	10,0	11,1	10,5
12	kapaciteta kapljičev/m ² (l/m^2 -uro)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
13	čas namakanja (ure)	0,8	1,0	1,2	1,3	1,8	1,8	2,1	2,1	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8
14	čas namakanja (ure)		1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1
	+ (minute)	48		12	18	48	48	6	6	42	42	42	48	48
dnevno pokrivanje potreb po vodi														
10.1	neto obrok namakanja = ET_c (mm/dan oz. l/m^2 -dan)	0,9	0,9	1,1	1,7	2,4	3,3	3,7	3,7	3,0	3,0	3,0	2,0	1,9
11.1	bruto obrok namakanja (8%) (mm oz. l/m^2)	1,0	1,0	1,2	1,9	2,7	3,7	4,1	4,1	3,3	3,3	3,3	2,2	2,1
12.1	kapaciteta kapljičev/m ² (6 l/uro -m ²)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
13.1	čas namakanja (ure)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4
14.1	čas namakanja (minute)	12	12	12	18	24	36	42	42	36	36	36	24	24

Pompa: Postopek računanja je opisan v poglavju 5.2

mesec	maj			junij			julij			avgust		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
dekada												
večdnevni obroki												
1 referenčna evapotranspiracija = ETo (mm/dan)	3,8	3,8	3,8	4,4	4,4	4,4	4,6	4,6	4,6	3,7	3,7	3,7
2 faktor rastline = kc	0,52	0,66	0,82	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3 potencialna evapotranspiracija rastline = ETc (mm/dan)	2,0	2,5	3,1	4,3	4,4	4,4	4,6	4,6	4,6	3,7	3,7	3,7
4 globina glavne mase korenin (cm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
5 količina vode pri PK (12 vol %) v globini 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
6 dovoljeno znižanje vode (=80% PK) v globini korenin (mm)	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8
7 neto obrok namakanja (mm oz. l/m ²)	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
8 turnus namakanja (dni)	3,6	2,9	2,3	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,9	1,9	1,9
9 turnus namakanja - prilagojen (dni)	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10 neto obrok namakanja prilagojen (mm oz. l/m ²)	6,0	5,0	6,2	4,3	4,4	4,4	4,6	4,6	4,6	3,7	3,7	3,7
11 bruto obrok namakanja (mm oz. l/m ²)	6,7	5,5	6,9	4,8	4,9	4,9	5,1	5,1	5,1	4,1	4,1	4,1
12 kapaciteta namakanja(1kapljač(=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
13 čas namakanja (ure)	5,1	4,3	5,3	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9	3,2	3,2	3,2
14 čas namakanja (ure)	5	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
+ (minute)	6	18	18	42	48	48	54	54	54	12	12	12
dnevno pokrivanje potreb po vodi												
10.1 neto obrok namakanja = ETc (mm/dan oz. l/(m ² -dan))	2	2,5	3,1	4,3	4,4	4,4	4,6	4,6	4,6	3,7	3,7	3,7
11.1 bruto obrok namakanja (mm oz. l/m ²)	2,2	2,8	3,4	4,8	4,9	4,9	5,1	5,1	5,1	4,1	4,1	4,1
12.1 kapaciteta namakanja(1kapljač(=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
13.1 čas namakanja (ure)	1,7	2,1	2,6	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9	3,2	3,2	3,2
14.1 čas namakanja (ure)	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
+ (minute)	42	6	36	42	48	48	54	54	54	12	12	12

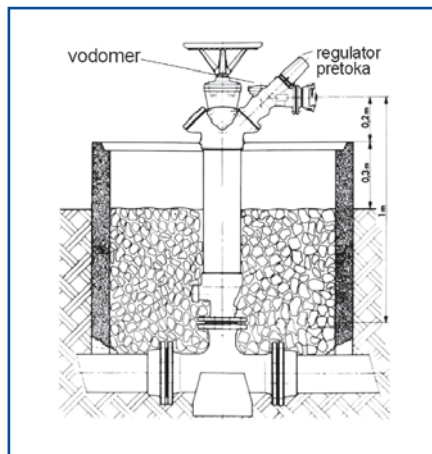
*Preglednica 7:
Parametri namakanja
za jablane v okolici
Ptuja za povprečno
leto, kapljično
namakanje, lahka tla*

Opomba: Postopek računanja je opisan v poglavju 5.3

6 NADZOROVANJE PRAVILNOSTI NAMAKANJA

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, prostor in energetiko, 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 preko 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 8:
Shematski prikaz
hidranta z vgrajenim
regulatorjem pretoka
in vodomerom*

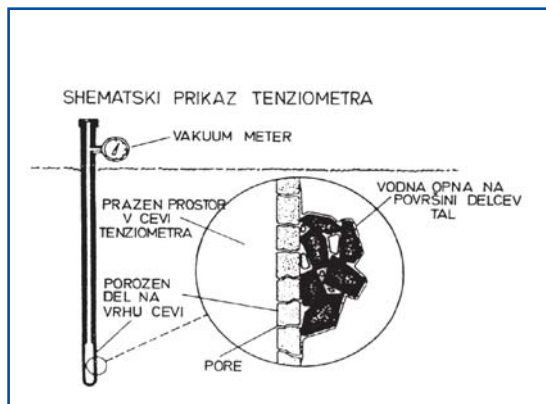


Za ugotavljanje spremembe količine vode v tleh ob namakanju in med dvema namakanjema uporabljamo tenziometre. To so relativno enostavne naprave, ki nam merijo, s kakšno tenzijo je vezana voda v tleh (Slika 9). Podatek, ki ga preberemo na tenziometru, s pomočjo krivulje tenzije prevedemo v količino vode, 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 bar in pri lahkih tleh pri približno 0,3 bar.

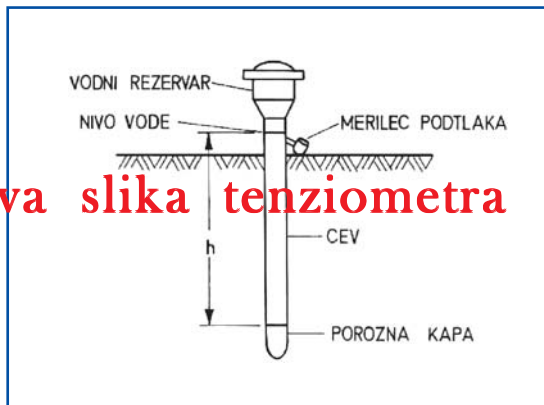
Tenziometre vedno namestimo v območje glavne mase korenin. Predno namakamo, preverimo stanje na tenziometru, ki mora kazati tenzijo blizu 70-80% PK (torej 0,8 bar (=80 kPa) v težkih tleh, 0,5 bar (=50 kPa) v srednje težkih tleh in 0,3 bar (=30 kPa), v lahkih tleh). Po končanem namakanju zopet preverimo 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 bar (=33 kPa) pri srednje težkih tleh je to pri približno 0,2 bar (=20 kPa) in pri lahkih tleh pri približno 0,1 bar (10 kPa). Če kaže večjo tenzijo, je znak, da je bil obrok premajhen in ga kaže v bodoče malo povečati. Če 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 vsakodnevem namakanju kazalec na tenziometru leze proti 0,5 bar, ki je spodnja meja 80%PK), pomeni, da z vsakodnevnim obrokom ne nadomestimo potrebe rastlin po vodi in obroke namakanja je potrebno 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 bar, 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.

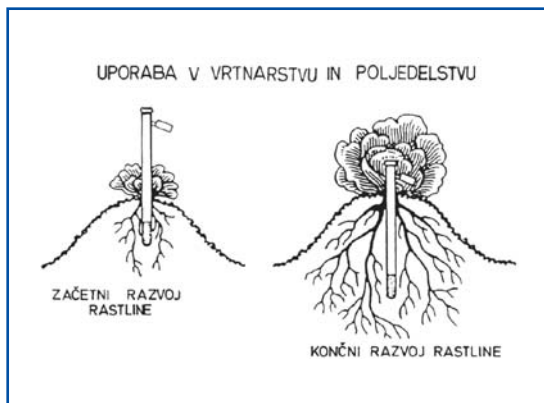
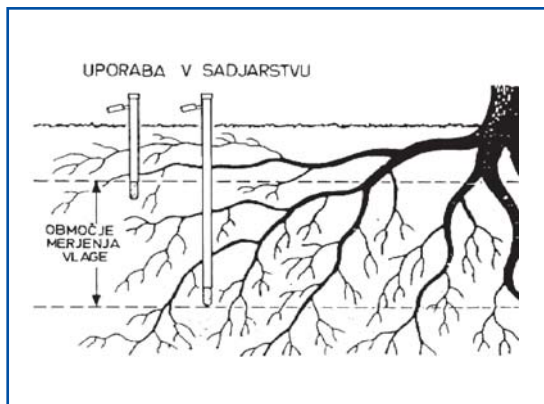


Slika 9:
Shematski prikaz
tenziometra in
tenziometer

nova slika tenziometra



Slika 10:
Namestitev
tenziometra pri
različnih pridelavah



Za lastno evidenco ter za izboljšanje namakanja je primerno, da vsak namakalec vodi namakalni dnevnik, v katerega zapisuje podatke o poteku namakanja. V preglednici 6 je prikazano, kateri podatki naj bi bili v namakalnem dnevniku zapisani. Na podlagi večletnih opazovanj in zapisov si pridelovalec lahko ustrezno prilagodi namakalne parametre.

Vrsta tal: npr. peščena ilovica, lahka tla				namakanje na prostem ali v zavarovanem prostoru				
poljska kapaciteta (volumski %): npr. 12				dovoljeno znižanje vode v tleh (volumski %): npr. 9				
dovoljeno znižanje vode: npr. 80%PK				dovoljeno znižanje vode v tleh (volumski %): npr. 9				
kultura: npr. solata		vrsta namakanja: npr. kapljični sistem		Intenziteta namakanja: npr. 6 l/hm 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 in minute)	Opombe o vremenu (datum in količina dežja, ipd.)	Opombe
				skupaj na mesec				

*Preglednica 6:
Prikaz organiziranosti
namakalnega
dnevnika*

7 NAMAKANJE V ZAVAROVANIH PROSTORIH

V zavarovanih prostorih je klima 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 5 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 številke za PK in 80%PK 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 bar. V našem primeru je PK 12 volumskih % oz. 12 mm vode/100 mm tal. Pri točki venenja, ko je tenzija 15 bar, je v naših tleh 4 vol. % 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 je doseženo dovoljeno zmanjšanje količine vode v tleh (DZV). Pri solati je to pri 80%PK. Ta podatek preberemo iz preglednice 3.

$$DZV = kPK \times 0,8$$

$$kPK = \text{vol. \% PK} \times D \times 10$$

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

D = glavna masa korenin (cm)

primer:

$$kPK = 12 \text{ mm}/100 \text{ mm} \times 5 \text{ cm} \times 10 \text{ mm}/\text{cm} = 6 \text{ mm}$$

$$DZV = 6 \text{ mm} \times 0,8 = 4,2 \text{ mm}$$

Neto obrok namakanja (nON)

$$nON = kPK - DZV = 6 \text{ mm} - 4,2 \text{ mm} = 1,8 \text{ mm}$$

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

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

$$bON = 1,8 \text{ mm} : 0,90 = 2 \text{ mm} = 2 \text{ l/m}^2$$

$$\checkmark \text{ Čas namakanja} = Tn = bON : K = 2 \text{ l/m}^2 : 6 \text{ l/(h}\cdot\text{m}^2) = 0,33 \text{ h.}$$

Čas zaokrožimo na 20 min.

K = kapaciteta namakalne opreme (l/(h·m²))

V začetku torej solato lahko namakamo 20 minut. Tedaj damo na en kvadratni meter 2 litra vode, od katerega naj bi 1,8 l dobile solatne sadike. Ta količina vode zadošča v začetni fazi pri gojenju na foliji za 2-4 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 preglednici 3. Vse podatke si zapisujemo v tabele in urejamo lastno bazo podatkov, ki nam bo olajšala namakanje v naslednjih sezonah.

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)
ET₀	referenna evapotranspiracija (mm/dan)
ETc	potencialna evapotranspiracija rastline (mm/dan)
kc	koeficient rastline
kcr	zmanjšan koeficient rastline
kPK	količina vode pri poljski kapaciteti do globine glavne mase korenin (mm)
KT	kritična točka (masni % ali volumski % ali mm vodne plasti/100 mm tal)
LDV	lahko dostopna voda (masni % ali volumski % ali mm vodne plasti/100 mm tal)
nON	neto obrok namakanja (mm)
ON	obrok namakanja (mm)
PK	poljska kapaciteta (masni % ali volumski % ali mm vodne plasti/100 mm tal)
pnON	prilagojen neto obrok namakanja (mm)
pTn	prilagojen turnus namakanja (dan)
RV	razpoložljiva voda (masni % ali volumski % ali mm vodne plasti/100 mm tal)
t	čas namakanja (ure, minute)
Tn	turnus namakanja (dan)
TV	točka vnenja (masni % ali volumski % ali mm vodne plasti/100 mm tal)
U	učinkovitost
Uc	učinkovitost razvodnega cevovoda
Un	učinkovitost namakanja

Literatura

1. Allen, R./Pereira, L.S./Raes, D./Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. Rim, FAO Irrigation and drainage paper 56, 300s.
2. Bos, M.G./Nugteren, J., 1990. On irrigation efficiencies. Wageningen, ILRI, 117 s.
3. Benami, A./ Ofer, A., 1995. Irrigation engineering. Haifa, AGRIPO, 257 s.
4. 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.
5. Kodrič, I., 2002. Oroševanje pred spomladansko pozebo in njegova učinkovitost v nasadih breskev. Sodobno kmetijstvo, 3, s. 117-120.
6. 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.
7. Tomić, F., 1988. Navodnjavanje. Zagreb, Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Hrvatske I Fakultet poljoprivrednih znanosti sveučilišta u Zagrebu, 154 s.
8. Vermeiren, I./Jobling, G.A., 1980. Localized irrigation – design, installation, operation, evaluation. Rim, FAO Irrigation and drainage paper, 203 s.
9. katalogi proizvajalcev: Komet, Perrot, Naan, Katif, Bayard, Amiad

*Izdalo in založilo: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
Dunajska 56, 58, 1000 Ljubljana*

Zastopa: mag. Franc But, minister

Avtor: prof.dr. Marina Pintar, univ.dipl.ing.agr.

Uredil: Suzana Stražar, univ.dipl.ing.grad.

Oblikovanje: Studio Uno

Tisk: Mond Grafika

Leto izdaje: Ljubljana, 2003

Kazalo vsebine

3	1	UVOD
5	2	NAMAKALNI SISTEMI IN OPREMA
6	2.1	Stabilna oprema
6	2.2	Prestavljiva oprema
6	2.3	Mobilna oprema
7	3	NAČINI NAMAKANJA
7	3.1	Namakanje z oroševanjem
8	3.1.1.	Bobnasti namakalnik
9	3.1.2	Razpršilci
10	3.1.3	Mikrorazpršilci
10	3.1.3	Namakanje sadovnjakov z razpršilci in protislanska zaščita
11	3.1.3	Kapljično namakanje
15	4	DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA NAMAKANJE
15	4.1.	Tla
16	4.1.1	Zadrževanje vode v tleh
20	4.1.2	Koeficient infiltracije oz. vpojna sposobnost tal za vodo
21	4.2.	Evapotranspiracija
28	5	OBROK IN ZAČETEK NAMAKANJA
29	5.1.	Račun namakalnih parametrov pri namakanju z razpršilci
34	5.2.	Račun namakalnih parametrov pri kapljičnem namakanju vrtnin
36	5.3.	Račun namakalnih parametrov pri kapljičnem namakanju sadnega drevja
40	6	NADZOROVANJE PRAVILNOSTI NAMAKANJA
44	7	NAMAKANJE V ZAVAROVANIH PROSTORIH
47		ABECEDNI SEZNAM OKRAJŠAV
49		VIRI

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

631.67:635(497.4)
634.1:631.67(497.4)

PINTAR, Marina

Osnove namakanja : s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v
severovzhodni Sloveniji / Marina Pintar. - Ljubljana :
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2003

ISBN 961-6299-53-0

127331072

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 Poudarkom 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

V pripravi (2. del):

8. Gospodarjenje s hidromelioracijskimi sistemi in **Kat**aster **Mel**ioracijskih **S**istemov in **Na**prav (**KatMeSiNa**)
9. Osnove namakanja s poudarkom na sadnih vrstah in vrtninah v zahodni, centralni in južni Sloveniji
10. Tehnike pridelovanja z namakanjem v sadjarstvu
11. Protislanska zaščita
12. Vzgoja zelišč z namakanjem

INFO

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
Dunajska 56, 58, 1000 Ljubljana
Telefon: 01 478 90 00
Telefaks: 01 478 90 56
e-mail: namakanje.mkgp@gov.si
<http://www.gov.si/mkgp>