

PRIROČNIK DOBRE PRAKSE NAMAKANJA POLJŠČIN

PRIROČNIK DOBRE PRAKSE NAMAKANJA POLJŠČIN

(SPLETNA IZDAJA)

EIP PROJEKT: Prilagoditev pridelave poljščin na klimatske spremembe in varovanje tal

Vodilni partner: KGZS Zavod Ptuj

Projektni partnerji: kmetija Jakob, Lipovci; kmetija Leben, Moškanjci; kmetija Majerič, Moškanjci; kmetija Pignar, Zamušani; kmetija Najvirt, Ložane; Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede; KGZS Zavod Murska Sobota; ZRS Bistra Ptuj, Kmetijska zadruga Ptuj, z.o.o.; Jeruzalem Ormož SAT d.o.o.

Vodja projekta: Marko Černe

Naložbo sta sofinancirala Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj.



Naslov: **Priročnik dobre prakse namakanja poljščin**

Avtorice in avtorji: Monika Žnidarič (KGZS Zavod Ptuj), Tamara Kekec (KGZS Zavod Ptuj), Črtomir Rozman (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede), Klavdija Rižnar (ZRS Bistra Ptuj), Iztok Uhan (ZRS Bistra Ptuj), Matic Leben (KGZS Zavod Ptuj), Jernej Černe (KGZS Zavod Ptuj), Ernest Plemenitaš (KGZS Zavod Ptuj), Aleš Kirbiš (KGZS Zavod Ptuj), Ivan Puklavec (KGZS Zavod Ptuj), Marko Černe, vodja projekta (KGZS Zavod Ptuj)

Izdajatelj: KGZS Zavod Ptuj, Ormoška cesta 28, 2250 Ptuj

Odgovorna oseba izdajatelja: Andrej Rebernišek, direktor KGZS Zavod Ptuj

Urednik: Marko Černe

Fotografije: Avtorice in avtorji, Rado Škrjanec

Kraj in leto izida: Ptuj, maj 2025

Spletna izdaja publikacije **Priročnik dobre prakse namakanja poljščin** je nastala v okviru EIP projekta *Prilagoditev pridelave poljščin na klimatske spremembe in varovanje tal*, ki je sofinanciran iz Programa razvoja podeželja Republike Slovenije 2014-2020 in Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja v okviru ukrepa Sodelovanje, podukrep M16.5 – Podpora za skupno ukrepanje za blažitev podnebnih sprememb in prilagajanje nanje ter za skupne pristope k okoljskim projektom in stalnim okoljskim praksam za projekte EIP.

Za vsebino priročnika so odgovorne avtorice in avtorji.

Organ upravljanja, pristojen za izvajanje pomoči iz EKSRRP, je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

KA ZALO

PREDGOVOR.....	5
UVOD.....	6
TLA IN VODA.....	8
1. Splošno.....	9
2. Lastnosti tal.....	10
3. Voda v tleh.....	12
4. Pregled različnih tipov tal v projektu.....	14
VREMENSKE RAZMERE IN NAMAKANJE.....	20
1. Uvod.....	21
2. Vodna bilanca tal.....	21
3. Evapotranspiracija.....	21
4. Primer izračuna potreb po vodi pri koruzi.....	22
5. Efektivne padavine.....	23
6. Meritve vremenskih spremenljivk v projektu.....	25
ZNAČILNOSTI KMETIJSKIH KULTUR.....	34
NAMAKANJE V PRAKSI.....	37
1. Zasnova projekta.....	38
2. Tehnologije namakanja poljščin.....	39
3. Meritve vlažnosti tal.....	41
EKONOMSKA UPRAVIČENOST NAMAKANJA.....	44
1. Uvod.....	45
2. Teoretične osnove.....	45
3. Študije primera.....	46
4. Pregled ekonomske učinkovitosti namakanja po kmetijah.....	47
5. Zaključki.....	52
VPLIV OBDELAVE TAL NA ZADRŽEVANJE VODE V TLEH IN NAMAKANJE.....	54
1. Vpliv namakanja na zadrževanje vode v tleh in namakanje.....	55
2. Vpliv namakanja na izpiranje nitratov.....	55
VPLIV NAMAKANJA NA KOLIČINO IN KAKOVOST KRMNE RASTLINE.....	56
UPORABA BREZPILOTNEGA LETALNIKA ZA OPTIMIZACIJO NAMAKANJA.....	59
VAROVANJE TAL IN OHRANJANJE BIOTSKE PESTROSTI.....	64
1. Uvod.....	65
2. Zasnova praktičnega preizkusa projekta.....	65
3. Metodologija.....	66
4. Rezultati.....	66
5. Vsebnost ogljika v tleh.....	69
6. Zaključek in priporočila.....	70
ZAKONSKE PODLAGE ZA UVEDBO NAMAKANJA.....	73
KAKOVOST VODE ZA NAMAKANJE.....	79
POSEBNI DEL.....	81
PRILOGI.....	97
VIRI IN LITERATURA.....	99

PREDGOVOR

Kmetijska pridelava se razen redkih izjem odvija na prostem, zato je življenjsko odvisna od vremenskih razmer. Ekstremni vremenski pojavi (pozebe, poplave, suše, vetrovi, orkani) zelo vplivajo na kmetijsko pridelavo, možnosti za prilagajanje na podnebne spremembe pa so zaradi narave kmetijske pridelave relativno omejene.

Pomanjkanje vode v tleh močno vpliva na pridelavo poljščin, zato je eden ključnih ukrepov za uspešno pridelavo strokovno pravilno in skrbno načrtovano namakanje. Z namakanjem dodajamo vodo kulturnim rastlinam, ko jo te v času intenzivne rasti in razvoja najbolj potrebujejo. Z namakanjem kot najvišjo stopnjo kmetijske pridelave vzdržujemo optimalen vodni režim v tleh. Namakanje omogoča višje in stabilnejše pridelke ter tudi pridelke višje kakovosti, izboljša pridelovalni potencial kmetijskih zemljišč in ekonomiko naših kmetij.

Priročnik dobre prakse namakanja predstavlja pomoč pridelovalcem in kmetom pri namakanju kmetijskih kultur, s poudarkom na poljščinah. Namenjen je tudi svetovalcem pri vsakdanjem stiku s kmeti, strokovnjakom, ki se ukvarjajo z namakanjem, študentom in dijakom kmetijskih smeri in vsem, ki jih namakanje zanima.

Priročnik dobre prakse namakanja poljščin je nastal na podlagi aktivnosti in rezultatov EIP projekta »Prilagoditev pridelave poljščin na klimatske spremembe in varovanje tal«. Namen priročnika je nasloviti potrebe kmetov, da se na praktičen, uporaben in sistematičen način objasni postopke namakanja kmetijskih kultur poljščin, ki so najpogostejše prisotne na naših njivah. Priročnik združuje praktično izvajanje namakanja poljščin s sodobnim pristopom v namakanju in je usklajen z domačo in tujo strokovno literaturo s tega področja. Podatki v priročniku so dobljeni neposredno iz praktičnega preizkusa omenjenega projekta in temeljijo na realnih terenskih meritvah ob upoštevanju priznanih metod in standardov namakanja v svetu in pri nas.

Projektni partnerji so s svojim delom, praktičnimi izkušnjami, konstruktivnimi predlogi in nasveti dali pomemben prispevek h končni vsebini priročnika dobre prakse namakanja poljščin, za kar se jim iskreno zahvaljujem.

Marko Černe

UVOD

Pridelava poljščin je pomembna panoga kmetijstva, saj zagotavlja hrano za ljudi in krmo za živino. Poljščine zavzemajo tudi večino njivskih površin pri nas, v večjem delu Slovenije so naravne danosti za razvoj poljedelstva sicer manj ugodne, vendar bo poljedelstvo v Sloveniji tudi v prihodnje usmerjeno v pridelavo krušnih žit in krme za prehrano živali. Pridelovanje poljščin postaja zahtevnejše in dolgoročno stabilna pridelava je pomemben strokovni izziv, ki ob dobrem poznavanju vrst in sort zahteva tudi poznavanje ustreznih tehnologij za optimizacijo pridelave, predvsem v povezavi s prilagajanjem na podnebne spremembe.

Voda je poleg tal in vremenskih razmer ključna naravna danost, ki omogoča življenje večini organizmov. Namakanje kmetijskih zemljišč je tesno povezano s podnebjem, talnimi razmerami in vrsto kulture, ki jo pridelujemo. V zgodovini človeške civilizacije je prav voda omogočila nastanek in razvoj prvih naselbin, saj so nastale na področjih, kjer je bilo možno namakanje kmetijskih zemljišč. Z namakanjem so namreč zagotovili dovolj hrane za prebivalstvo prvih mest ter njihov nadaljnji razvoj.

Slovenija je država, ki ima zelo pestro talno odejo, prav tako pa ima tudi raznoliko vremensko dogajanje. Leži v zmerno toplem pasu, prehodna lega med Jadranskim morjem, Alpami in celinsko Panonsko kotlino pa povzroča mešanje različnih podnebnih vplivov. Padavin je v Sloveniji skupno sicer dovolj, a njihova razporeditev ne sledi naravnemu ritmu rasti rastlin. Zaradi daljših sušnih obdobji praviloma primanjkuje vode v tleh pozno pomladi in poleti, ko rastline potrebujejo tudi največ vode za svojo rast in razvoj. Zadnje desetletje praviloma zaznamujejo tudi zime brez snega (kar lahko vodi v sušne razmere že zgodaj spomladi) in poletni vročinski valovi, ki povzročajo škode na kmetijskih pridelkih, tleh in naravnemu okolju.

Ker voda kot naravni vir nima nadomestila, je namakanje ključno za uspešno in učinkovito pridelavo poljščin. Po trditvah mednarodne organizacije za hrano in kmetijstvo (FAO) se skriva največji potencial za povečanje kmetijske proizvodnje v genetskem potencialu rastlin in namakanju.

Vpliv podnebnih sprememb na kmetijsko pridelavo lahko zmanjšamo z izgradnjo namakalnih sistemov in predvsem s strokovno pravilnim in skrbno načrtovanim namakanjem kmetijskih zemljišč. Z namakanjem kmetijskih zemljišč se zmanjša občutljivost kmetijske pridelave na podnebne spremembe. Z namakanjem tudi varujemo podtalne vire za pitno vodo, saj omogočimo sprejem hranil preko talne raztopine. Rastline namreč lahko sprejemajo hranila samo, če so raztopljena v vodi. Sušne razmere onemogočajo sprejem hranil in ob prvem obilnem deževju se zgodi nezaželen pojav, namreč, da se hranila izperejo v podtalnico. S tem onesnažujemo vodne vire in po nepotrebnem trošimo dodana hranila, ne da bi jih rastline porabile za svojo rast in razvoj.



Slika: Namakanje je ključni ukrep prilagajanja na podnebne spremembe

Za širjenje zavedanja o vlogi in pomenu namakanja je pomemben tudi izračun ekonomske upravičenosti namakanja poljščin na podlagi realnih podatkov iz kmetij. Rezultati projekta bodo v pomoč pri tudi pridobivanju kmetov in pridelovalcev, da se v večjem številu pridružijo pobudam za izgradnjo namakalnih sistemov več uporabnikov pri nas.

Namakanje opredeljujejo tla, vremenske razmere in kmetijska kultura.

TLA IN VODA

(Monika Žnidarič, Tamara Kekec, Marko Černe)

1. Splošno

Tla so vrhnji del zemeljske skorje, katere debelina je neznatna glede na celotno zemeljsko skorjo, a ta tanka plast usodno vpliva na življenje in obstanek vseh vrst in oblik na zemlji. Tla so sestavljena iz slojev oz. horizontov, ki se razlikujejo po lastnostih. Vrsta horizontov in njihova razporeditev v prerezu tal so diagnostični znak za različne vrste oziroma tipe tal. Lastnosti izvirne kamnine ter različna intenzivnost delovanja tlotvornih (pedogenetskih) procesov imajo za posledico nastanek mnogih tipov tal, ki se med seboj razlikujejo v fizikalnih in kemijskih lastnostih in posledično v primernosti za različne vrste rabe.

V tleh se razvija koreninski sistem rastlin, preko katerega korenine črpajo vodo in hranila. Tla so sestavljena iz trdne, tekoče in plinaste faze, govorimo o tleh kot trifaznem sistemu. Trdna faza zajema okrog polovice volumna tal, ostalo polovico sestavljata plinasta in tekoča faza, ki se nahajata v porah in sta nujni za rast in razvoj rastlin. Razmerje med tekočo in plinasto fazo se stalno spreminja, gre za t.i. dinamično ravnovesje.

Za strokovno namakanje je nujno dobro poznavanje lastnosti tal. Vse lastnosti, ki zaznamujejo tla, so povezane in vplivajo ena na drugo, na primer višji delež organske mase izboljša strukturo tal kar vpliva na večjo poroznost, poveča zračnost tal in izboljša reakcijo tal (pH) ter obratno.



Slika: Talni profil z vidnimi horizonti

2. Lastnosti tal

Tla imajo različne fizikalne, kemične in biološke lastnosti, ki vplivajo na kmetijsko pridelavo in izvajanje namakanja v praksi.

Tla so edinstven spoj živega in neživega sveta, namreč, trdna faza oziroma delci prsti se s pomočjo organske mase v tleh med seboj lepijo in ustvarjajo strukturne agregate, ki so temelj strukture tal. Primerno strukturirana tla imajo lahko tudi do 70 vol. % por, pravimo, da so tla rahla, ne zbita in da so ugodna za obdelavo. V primeru, da so tla zbita, je struktura uničena, v tleh ni zraka, prevladujejo anaerobni procesi, to so procesi brez prisotnosti kisika, posledica so procesi, ki vodijo v zakisanje tal.

Med talnimi delci se nahaja večje ali manjše število praznih prostorov, ki jih imenujemo pore. Število in velikost teh por vplivata na smer in intenzivnost fizikalnih, biotičnih ter delno tudi kemičnih procesov v tleh, med drugim tudi na sposobnost zadrževanja vode. Tla so tudi

življenjski prostor množici raznolikih organizmov, ki imajo močan vpliv na lastnosti tal. Vloge teh organizmov so zelo različne, rastline so primarni proizvajalci organske snovi, ki po propadu postanejo hrana živalim in mikroorganizmom, ki naseljujejo tla. Organsko snov v tleh predstavljajo rastlinski in živalski ostanki v različnih fazah razkroja.



Slika: Rodovitna tla Ptujkega polja

Za izvajanje namakanja so pomembne mehanske lastnosti tal, ki so določene z razmerjem med deleži peska, melja in gline, in predstavljajo teksturo tal. Tekstura je ena najpomembnejših lastnosti tal, saj neposredno vpliva na razmerje med tlemi in vodo, izmenjavo plinov ter

prehrano rastlin. Teksturo je vsaj na kratek rok nemogoče spreminjati, v svojem bistvu predstavlja naravno danost tal.

Razmerje med deleži različno velikih delcev v tleh določa gibanje vode skozi tla (permeabilnost), kapaciteto za zadrževanje vode, zračnost (aeracijo) tal, sposobnost za obdelovanje tal in rodovitnost. Peščena tla imajo visoko infiltracijsko sposobnost, nizko vodno kapaciteto, skromno sposobnost zadrževanja vode in hranil, dobro zračnost in so ugodna za obdelovanje. Nasprotno imajo glinasta tla visoko vodno kapaciteto in nizko zračno kapaciteto, dobro zadržujejo vodo in hranila in so težja za obdelovanje. Peščena tla se spomladi tudi prej segrejejo kot glinasta tla in omogočajo hitrejšo setev kultur, ki potrebujejo višje temperature za kalitev.

Pred izvedbo namakanja je nujno poznati mehanske lastnosti tal, ki skupaj z deležem organske snovi predstavljajo osnovo za določitev vodno-zadrževalnih lastnosti tal oziroma vodno-retenzijske kapacitete. Vodno-zadrževalna kapaciteta tal nam pove, koliko vode lahko tla zadržijo v svojem talnem profilu.



Slika: Tla imajo različne sposobnosti za zadrževanje vode

V praktičnem preizkusu projekta smo izvedli mehansko analizo in v laboratoriju določili delež organske snovi različnih tipov tal, od plitvih evtričnih in distričnih rjavih tleh Ptujskega polja, globokega pobočnega psevdogleja Slovenskih goric do rodovitnih srednje globokih obrečnih tleh na območju Dolinskega v južnem delu Prekmurja (preglednica 1).

Preglednica 1: Rezultati mehanske analize tal in deleža organske mase na različnih tipih tal partnerskih kmetij

Tip tal	Tekstur ni razred	Fini pesek (%)	Grobi pesek (%)	Fini melj (%)	Grobi melj (%)	Glina (%)	Delež organske snovi (%)
Pobočni pseudoglej, globok	Ilovica (I)	18,8	15,2	27,6	18,2	20,1	3,2
Obrečna tla, srednje globoka	Peščena ilovica (PI)	38,9	16,6	17,4	12,8	14,2	1,7
Evtrična rjava tla, globoka	Ilovica (I)	26,5	6,1	29,6	18,1	19,7	2,2
Evtrična rjava tla, plitva	Peščena ilovica (PI)	26,8	28,5	18,4	8,9	17,5	4,0
Distrična rjava tla, plitva	Ilovica (I)	25,1	18,7	23,5	13,6	19,0	2,5

3. Voda v tleh

Voda predstavlja temeljni vir življenja za organizme, rastlinam omogoča rast in razvoj. V primerih suše, ko primanjkuje vode v tleh, je potrebno vodo z namakanjem umetno dodajati, da dosežemo optimalen pridelek na naših njivah.

Voda se v tleh nahaja v zemeljskih porah. Voda vpliva na razvoj in dinamiko bioloških, fizikalnih in kemičnih procesov v tleh. Voda posredno vpliva tudi na druge lastnosti tal: temperaturo tal, zračnost tal, mikrobiološko aktivnost in drugo, zato je voda ključni dejavnik rodovitnosti tal.

Ob obilnih padavinah voda napolni vse pore v tleh, to je t.i. **polna vodna kapaciteta**. Voda iz velikih por odteče po nekaj dneh, odvisno od tipa tal, iz lahkih tal po 1 dnevu, iz težkih tal v 3 dneh. To je t.i. gravitacijska voda, ki za rastline ni pomembna, napaja pa podtalnico. Takrat pride namesto vode v makropore zrak.



Slika: Primerna tekstura z visokim deležem melja za pridelavo zelenjave

Ko odteče gravitacijska voda, pridemo do vode, ki je pomembna za rast in razvoj rastlin. Ta voda je (odvisno od oddaljenosti od talnega delca) z večjo ali manjšo silo ali tenzijo vezana na talne delce in se imenuje »rastlinam dostopna voda«, točka, ko nastopi pa **poljska kapaciteta** (PK). V praksi ne namakamo preko točke poljske kapacitete, saj ta voda odteče, ne da bi koristila rastlinam.

Rastline potrebujejo dosti vode, koruza na primer porabi vsaj 4.000 m³ vode na hektar, lahko tudi več, zato je razumljivo, da prav pomanjkanje vode zelo pogosto omejuje pridelek.

Voda, ki jo rastlina črpa iz tal, uporabi le-ta za dva namena, manjši, neznatni del (1-2 %) ostane v rastlini, pretežni del vode pa rastlina odda v atmosfero preko transpiracije kot vodno paro. Tako »potratno« gospodarjenje z vodo je v najtesnejši zvezi z anatomijo rastlin.



Slika: Lažja tla so zelo primerna za kakovostno pridelavo krompirja

Rastlinam dostopna voda je z različno silo ali tenzijo vezana na talne delce in s tem tudi različno dostopna rastlinam. Rastline črpajo iz tal vodo z raztopljenimi hranilnimi snovmi na osnovi razlik v tlaku celičnega soka, ta tlak pomeni sesalno moč koreninskega sistema. Največjo sesalno moč korenin doseže rastlina tik pred venenjem, povprečno se giblje od 10 do 30 barov pri kulturnih rastlinah, pri kaktusih celo do 100 barov.

Razpoložljiva voda se tako v tleh nahaja med poljsko kapaciteto in **točko venenja**. Točka venenja (TV) predstavlja količina vode v tleh, pri kateri rastline trajno ovenijo in propadejo, rastlina pa si kljub namakanju ne opomore več. Med poljsko kapaciteto in točko venenja je tudi kritična točka, oziroma meja med lahko in težko dostopne vode. Na tej točki vlažnosti rastlina še ne propade, je pa že v sušnem stresu, kar pomeni, da se pridelek že zmanjšuje.

Sušni stres povzroči zapiranje listnih rež in zmanjševanje procesa fotosinteze, kar povzroči slabšo rast rastlin in manjši pridelek.

Vodna kapaciteta tal je odvisna od strukture, teksture, organske snovi v tleh in kemijskih lastnosti tal.



Slika: Meritve infiltracije z metodo enojnega obroča (t.i. »single-ring«)

Za namakanje kmetijskih zemljišč je pomembna tudi stopnja infiltracije vode v tleh ali vpojnost tal. Pomembno je, da pri dnevnih obrokih namakanja ne presežemo stopnje infiltracije, saj s tem uničujemo strukturo tal, vplivamo na izpiranje hranil in po nepotrebnem trošimo preveč vode za namakanje in povzročamo negativne vplive na okolje.

Voda pronica hitreje v peščena, lahka kot glinasta, težka tla in tudi hitreje v suha kot mokra tla. Stopnja infiltracije tal je odvisna od teksture in strukture tal, vsebnosti vode v tleh, časa, zbitosti tal in ujetega zraka v tleh ter vsebnosti humusa.

V kmetijstvu si prizadevamo za vzdrževanje optimalne količine vode v tleh, kar pomeni, da morajo rastline imeti na voljo primerno količino vode - ne preveč in ne premalo.

4. Pregled različnih tipov tal v projektu

Praktični preizkus projekta smo izvedli na različnih tipih tal, kar omogoča primerjavo med izvedbo namakanja in širšo možnost uporabe rezultatov projekta v praksi.

Na lokaciji kmetije Najvirt prevladuje globok **evtričen pobočni psevdoglej** s pogostimi pojavi talne in površinske vode; ta tla zaznamuje izmenjevanje mokre in suhe faze, tla imajo visoko kapaciteto za vodo in slabšo zračno kapaciteto. V daljšem obdobju brez padavin je potrebno namakanje, več pozornosti je potrebno posvetiti zračenju tal in preprečevanju zbitosti tal, zato v času padavin ni priporočeno poseganje s težjo kmetijsko mehanizacijo. Tla spadajo na podlagi mehanske analize tal v teksturni razred Ilovica (I): glina 20,1 %, grobi melj 18,2 %, fini melj 27,6 %, grobi pesek 15,2 %, fini pesek 18,8 %.



Slika: Pobočni psevdoglej na kmetiji Najvirt

Praktični preizkus projekta na kmetiji Jakob je potekal na srednje globokih **obrečnih tleh na nekarbonatnem prođu**, mehanska analiza tal uvršča ta tla v razred peščena ilovica (PI) z naslednjimi deleži posameznih delcev v tleh: glina 14,2 %, grobi melj 12,8 %, fini melj 17,4 %, grobi pesek 16,6 %, fini pesek 38,9 %. Tla so sveža in dobro preskrbljena s hranili, pogosto se površina tal lahko zaskorji, zato je potrebno posvečati posebno skrb deležu organske snovi v tleh. Ta tla nimajo pedoloških omejevalnih dejavnikov in so zelo primerna za poljedelsko in vrtnarsko pridelavo, ob sušnih razmerah je nujno namakanje.



Slika: Obrečna tla na kmetiji Jakob

Praktični preizkus na kmetiji Pignar je bil izveden na globokih **evtričnih rjavih tleh na ledenodobnih prodnatih nasutinah rek in rečnem vršaju**, mehanska analiza tal uvršča ta tla v teksturni razred: ilovica (I) z naslednjimi deleži posameznih frakcij: glina 19,7 %, grobi melj 18,1 %, fini melj 29,6 %, grobi pesek 6,1 %, fini pesek 26,5 %. Ta tla zadržijo več vode kot lahka plitva tla južnega dela Ptujskega polja, a je v primeru daljših suš tudi tu obvezno namakanje kmetijskih pridelkov. Zaradi ravnega reliefa, dobre propustnosti, primerne globine, dobrih fizikalnih in kemičnih lastnosti so ta tla ob ustrezni klimi v Sloveniji najbolj rodovitna tla.



Slika: Evtrična rjava tla na kmetiji Pignar

Tudi na kmetiji Leben so prisotna **evtrična rjava tla**, a plitva, omejujoč pedološki dejavnik je plitek zgornji humusno-akumulativni sloj, kar povzroča hitro pomanjkanje vlage v tleh, na podlagi mehanske analize tal spadajo ta tla v teksturni razred peščena ilovica (PI) z naslednjimi deleži posameznih frakcij: glina 17,5 %, grobi melj 8,9 %, fini melj 18,4 %, grobi pesek 28,5 %, fini pesek 26,8 %, tla so rodovitna, topla, z visokim deležem peska in nizkim deležem glin, v svojem profilu zadržijo zelo malo vode, zato je nujen ukrep namakanje, potrebno je skrbeti za visok delež organske mase v tleh in pravočasno namakanje, ko primanjkuje naravnih padavin.



Slika: Profila tal na kmetijah Leben in Majerič

Na kmetiji Majerič so plitva do srednje globoka **distrična rjava tla na nekarbonatno peščeno prodnatih sedimentih**, uvrščena so v teksturni razred ilovica (I), deleži posameznih frakcij so na podlagi mehanske analize tal: glina 19,0 %, grobi melj 13,6 %, fini melj 23,5 %, grobi pesek 18,8 %, fini pesek 25,1 %. Tla so lahka do srednje težka, v svojem profilu zadržijo malo hranil in vode, zato je nujno namakanje, potrebna je stalna skrb za visok delež organske mase v tleh.

Na podlagi izvedene mehanske analize tal v laboratoriju KGZS Zavoda Ptuj in vsebnosti organske mase v tleh smo s pomočjo različnih posrednih metod ocenili kolikšno količino vode lahko tla zadržijo v svojem talnem profilu (preglednica 2).

Preglednica 2: Vodno zadrževalne lastnosti tal iz praktičnega preizkusa projekta

Tip tal	Teksturni razred	Zasičenj e (vol. %)	Poljska kapaciteta (vol. %)	Točka venenja (vol. %)	Razpoložljiva voda v tleh (vol. %)	Lahko dostopna voda v tleh (vol. %)
Pobočni psevdoglej, globok	Ilovica (I)	43	27	12	15	8
Obrečna tla, srednje globoka	Peščena ilovica (PI)	35	22	11	11	6
Evtrična rjava tla, globoka	Ilovica (I)	48	29	12	17	9
Evtrična rjava tla, plitva	Peščena ilovica (PI)	40	21	11	10	5
Distrična rjava tla, plitva	Ilovica (I)	46	25	12	13	7

Raznolikost tal pri izvedbi praktičnega preizkusa je pokazala znatne razlike pri mehanskih lastnostih tal in deležu organske mase. Te razlike vplivajo na vodno-zadrževalne lastnosti tal,

ki so pomembne pri določanju začetka namakanja in potrebne količine vode pri namakalnem obroku.

Primer izračuna talne vodne kapacitete

Pred izvedbo namakanja je potrebno določiti teksturo tal in delež organske mase. Ti podatki so osnova za oceno količine vode, ki jo določena tla zadržijo v svojem talnem profilu.

Primer izračuna za obrečna tla, srednje globoka: volumska gostota tal = 1,488 g/cm³, razpoložljiva voda v tleh = 11 % (vol. vode/vol. tal) in globina tal za namakanje = 0,5 m
Količina vode v mm = 1,488 g/cm³ × 11 % × 50 cm/10 = 81,84 l/m² oziroma 81,84 mm ali cca. 820 m³/ha površine

Ta tla zadržijo v coni namakanja globine 0,5 m okrog 82 mm vode.

Dobljene podatke primerjamo s povprečno evapotranspiracijo v tem obdobju in lahko izračunamo za koliko časa ta voda zadostuje za rast rastlin, ne da bi prišlo do zmanjšanja pridelka. Če predpostavimo povprečno referenčno evapotranspiracijo 5 mm/dan in upoštevamo, da vlažnost tal ne sme pasti pod 50 %, lahko izračunamo, da v približno 8 dneh zaloga dostopne vode pade pod 50 %. Seveda pa gre le za oceno, ki jo je treba nadgraditi z meritvami vlage v tleh in vizualno oceno stanja pridelka in vlažnosti tal, ob tem pa upoštevati tudi možnost rabe namakalne opreme na kmetiji.

VREMENSKE RAZMERE IN NAMAKANJE

(Klavdija Rižnar, Iztok Uhan, Jernej Černe)

1. Uvod

Vremenske razmere so pomemben dejavnik uspešne in učinkovite kmetijske pridelave. Projekt se je izvajal na območju severovzhodnega dela Slovenije, kjer prevladuje subpanonska klima s povprečno letno temperaturo 9,9 °C in povprečno letno količino padavin okrog 950 mm, ki bi ob primerni razporejenosti zadostovale za kmetijsko pridelavo, a se praviloma v pomladnem in poletnem času vsako leto pojavljajo krajša ali daljša sušna obdobja, ki zmanjšujejo pridelke in ogrožajo stabilno kmetijsko pridelavo. Obdobje brez padavin običajno spremljajo tudi t.i. vročinski valovi z dnevnimi temperaturami zraka čez 30 °C, nočnimi nad 20 °C, jugozahodnimi vetrovi in nižjo zračno vlago, kar poveča izhlapevanje in dodatno izsuši tla.

V projektu smo spremljali ključne vremenske parametre na kmetijah in jih primerjali z javno objavljenimi podatki ARSO.

2. Vodna bilanca tal

Količina vode v tleh oziroma stanje vlažnosti tal se tekom časa stalno spreminja. Stanje vlažnosti tal opredeljuje t.i. *vodna bilanca tal*, ki pravzaprav pomeni primerjavo med količino vode, ki je prišla v tla in količino vode, ki je tla zapustila, bodisi s porabo vode ali izgubo vode. Od količine vode, ki doseže površje tal, bodisi kot padavine ali voda, ki smo jo dodali z namakanjem, del odteče po površini, del jo izhlapi, del pa ponikne v tla in poveča količino vode v tleh. Ker pa se voda iz tal z evaporacijo in transpiracijo vrača nazaj v atmosfero, zaradi odcejanja pa gravitacijska voda zapušča zgornje plasti tal in odteka v podtalnico, se količina vode v tleh stalno spreminja.

Vodna bilanca je v ožjem pomenu razlika med evapotranspiracijo in padavinami za določeno obdobje. Na praktično izvedbo namakanja vplivajo naslednji vremenski dejavniki: padavine, temperatura, zračna vlaga, sončno sevanje in veter. Zadnji štirje dejavniki opredeljujejo evapotranspiracijo, ki pomeni izhlapevanje s tal in rastlin, in je ključna pri izračunu namakalnih parametrov.

3. Evapotranspiracija

Evapotranspiracija je zapleten pojav izhlapevanja vode iz zemeljske površine (evaporacija) in preko listnih rež iz rastline (transpiracija). V začetni fazi rasti rastline prevladuje izhlapevanje iz zemeljske površine, kasneje se z rastjo rastlin povečuje delež izhlapevanja iz rastline (transpiracija) in zmanjšuje izhlapevanje (evaporacija) z zemeljske površine. V zadnji fazi rasti in razvoja, ko rastlina praktično popolnoma prekrije zemeljsko površino, prevladuje transpiracija in je izhlapevanje iz zemeljske površine zmanjšano na minimum oziroma celo preneha.

Faktor, ki vrednoti deleža obeh vrst izhlapevanja (evaporacije in transpiracije) v različnih razvojnih obdobjih posamezne kulture, se imenuje *koeficient rastline* (kc) in je značilen za vsako rastlino in za vsako obdobje rasti in razvoja te rastline (podrobni podatki so v prilogi).

Rastna doba kulturne rastline je obdobje od setve oziroma presajanja do žetve ali pobiranja pridelkov. Odvisna je od vrste in sorte kmetijske kulture, vremenskih razmer in časa setve ali presajanja. Rastna doba kulturnih rastlin je različna, pri vsaki kulturi ločimo naslednje faze rasti in razvoja:

1. začetna faza, obdobje od setve ali presajanja do takrat, ko kultura prekrije približno 10 % kmetijske površine;

2. srednja (razvojna) faza, od konca začetne faze do takrat, ko kultura prekrije 70 – 80 % površine, to ne pomeni nujno, da je rastlina že dosegla maksimalno višino;
3. visoka (generativna) faza, od konca razvojne faze do formiranja zrnja ali plodov, vključuje cvetenje in nastavek ter začetek polnjenja zrnja oziroma debeljenja plodov;
4. zrela faza (ob koncu rasti), od konca prejšnje faze do žetve ali spravila plodov, vključuje obdobje od zorenja zrnja do konca spravila pridelka.

Razvojne faze so različno dolge in so različne za vsako kulturo po dnevih. Za vsako fazo so določeni koeficienti rastline (kc), i.e. za vsako rastlino različni koeficienti rastline tekom rasti in razvoja, ki so pomembni za izvedbo namakanja.

Evapotranspiracija pomeni skupno izgubo vode, izračunamo jo s pomočjo referenčne ET iz javnih podatkov ARSO in faktorja rastline kc:

ET (rastline) = $E_{To} \times kc$, kjer je
 E_{To} - ocena evapotranspiracije za določeno kulturo v mm/dan
 E_{To} - referenčna evapotranspiracija v mm/dan
 kc - faktor rastline

Tako izračunane ET nam služijo kot približna ocena izgub vode in jih je potrebno pri izvajanju namakanja prilagoditi s spremljanjem vlažnosti tal, praktičnim prstnim preizkusom vlažnosti tal in vizualno oceno stanja posevka.

4. Primer izračuna potreb po vodi pri koruzi

Koruzi je občutljiva na sušni stres, pomanjkanje vode vpliva na nižje rastline, lažja zrnja in lažje storže, ima globok koreninski sistem, ki lahko sega tudi do 2 m globine, glavna masa korenin se sicer nahaja v globini 0,8 do 1,0 m, iz katere koruzi črpa 80 % svojih potreb po vodi. Kritične faze so metličenje in cvetenje koruze ter faza polnjenja zrnja do konca vodene in začetka mlečne zrelosti. V naših podnebnih razmerah je namakanje koruze najučinkovitejše v času od junija do avgusta, z namakanjem je potrebno prenehati v fazi zorenja koruze.

V spodnji preglednici je izračun potreb po vodi za koruzo.

Preglednica 1: Izračuna skupne potencialne evapotranspiracije za koruzo (*Zea mays*)

KORUZA	1. faza	2. faza	3. faza	4. faza	Skupno
trajanje v dnevih	30	40	60	30	160
koeficient kulture po razvojnih fazah – kc	0,40	0,80	1,15	0,55	
E_{To} (povprečna referenčna evapotranspiracija) v mm/dan	3,5	4,0	4,2	2,2	
E_{Tc} (potencialna evapotranspiracija) v mm	43	128	290	36	497

1.faza: IV/3-V

2.faza: VI-VII/1

3.faza: VII/2-VIII-IX/1

4.faza: IX-X/1

Skupna potreba po vodi oziroma skupna potencialna evapotranspiracija (ET_c) znaša v vzhodnem delu Slovenije 497 mm za koruzo. Od te vrednosti moramo odšteti še padavine v mm, ki smo jih izmerili sami ali pa pridobili iz javnih podatkov ARSO. Ob tem moramo upoštevati še učinkovitost padavin, saj nekaj padavin odteče po površini ali talnem profilu, nekaj pa jih izhlapi preden jih lahko rastline porabijo. Od zgoraj izračunane količine skupnega izhlapevanja kulture odštejemo učinkovite padavine in dobimo okvirni izračun skupne potrebne količine vode, ki jo moramo dodati rastlinam v posameznih obdobjih z namakanjem.

5. Efektivne padavine

Rastline potrebujejo za svojo rast in razvoj zrak, sončno svetlobo in vodo, ki je lahko v obliki naravnih padavin ali pa jo zagotovimo z namakanjem.

Podobno kot voda, ki smo jo dodali z namakanjem, tudi vsa količina naravnih padavin rastlinam ni na razpolago za razvoj pridelka. Del padavin zaradi sile težnosti (gravitacije) namreč pronica po talnem profilu navzdol in polni podtalnico, del odteče po površini kot površinski odtok, del tudi izhlapi še preden jih rastline lahko porabijo za svojo rast in razvoj. Samo tisti del naravnih padavin, ki se zaradi vodno-zadrževalnih sposobnosti tal (oziroma vodno-retenzijske kapacitete) zbere in shrani v talnem profilu in območju koreninskega sistema, lahko rastline porabijo. Del naravnih padavin, ki je rastlinam dostopen, imenujemo **efektivne padavine**.

Na količino in delež učinkovitih padavin vplivajo različni dejavniki.



Slika: Namakanje s premakljivimi razpršilci

Naklon kmetijskih površin; zemljišča z večjim naklonom zberejo manj učinkovitih padavin, saj je infiltracija zmanjšana in se precejšen delež padavin izgubi nepovratno s površinskim odtokom, zemljišča z večjim nagibom so tudi močno podvržena vodni eroziji in izgubi najfinjših delcev tal.

Mehanska sestava (tekstura) tal in struktura; primerna tekstura tal in dobra strukturiranost zemljišča vplivata na večjo sposobnost za zadrževanje vode v tleh in s tem večji delež učinkovitih padavin.

Infiltracijska sposobnost tal; dobra vpojna (infiltracijska) sposobnost tal vpliva, da so izgube naravnih padavin manjše, ker je manj površinskega odtoka, v lažjih tleh pa lahko zaradi intenzivnejše infiltracije vode hitreje pride do pronicanja in spiranja vode v nižje - rastlinam praviloma nedostopne - plasti tal.

Vodno-zadrževalna kapaciteta tal; večja ko je sposobnost tal za zadrževanje vode v tleh, večji je delež učinkovitih padavin, ki je na razpolago rastlinam.

Talni profil, razporeditev horizontov tal; v primeru peščenih tal je količina učinkovitih padavin manjša, ker je dosti izgub naravnih padavin po talnem profilu, v primeru neprepustnih plasti v globini tal ne prihaja do izgub vode zaradi pronicanja in je delež učinkovitih padavin zato lahko večji.

Intenzivnost, količina in trajanje padavin ter prostorska in časovna razporeditev padavin; večja intenzivnost padavin vpliva na manjši delež učinkovitih padavin, saj tla zaradi omejene sposobnosti vpijanja vode, ne zmorejo sprejeti večjih količin vode, zato prihaja do večjega

površinskega odtoka in manjših učinkovitih padavin. Daljše trajanje padavin prav tako vpliva na večji površinski odtok in izgube po globini, manjši je s tem tudi delež učinkovitih padavin.

Drugi meteorološki kazalci (temperatura zraka, vlažnost, veter, sončno sevanje); v daljšem obdobju hladnega in vlažnega vremena, ko je izhlapevanje oziroma evapotranspiracija nižja, lahko že manjša količina padavin izdatno prispeva k deležu učinkovitih padavin; v daljšem obdobju suhega in vročega vremena, ko je evapotranspiracija visoka, pa manjša količina padavin hitro izhlapi in ne prispeva k večjemu deležu učinkovitih padavin, ker je temperatura tal in ozračja višja, zračna vlažnost pa nižja.

Lastnosti kmetijskih rastlin (globina koreninskega sistema, rastlinska prekritost oz. pokrovnost); rastline z globokim koreninskim sistemom (koruza, lucerna) imajo na razpolago bistveno več učinkovitih padavin kot rastline s srednje globokim (pšenica) ali plitvim koreninskim sistemom (zelenjadnice); delež pokrovnosti oziroma rastlinske prekritosti vpliva na razmerje med izhlapevanjem vlage iz tal (evaporacija) in rastlin (transpiracija), kar nam pove koeficient rastline kc.

Predhodna vlažnost tal; npr. če se padavine pojavijo takoj po obilnem namakanju, so neuporabljene oziroma neefektivne – rastline jih ne morejo porabiti.

Za izračun učinkovitih padavin obstajajo različne metode, pri tem je potrebno upoštevati kmetijsko kulturo, klimo in lastnosti tal. Po FAO se manjša količina od 5 mm praviloma ne upošteva, saj večina le-te izhlapi, preden vstopi v tla. To velja v glavnem samo za poletje z zelo vročimi in suhi dnevi in za rastline z globokim koreninskim sistemom (koruza, lucerna). Za rastline s plitvim koreninskim sistemom ali celo srednjim (pšenica) lahko 5 mm precej prispeva k potrebam rastlin po vodi, kljub temu, da majhna količina vode vlaži samo vrhnji sloj.

Poenostavljena formula za izračun učinkovitih padavin po FAO:

Efektivna količina padavin (v mm) = (izmerjena količina padavin v mm – 5) x 0,75

6. Meritve vremenskih spremenljivk v projektu

Na partnerskih kmetijah smo postavili priročne vremenske postaje Ecowitt za spremljanje osnovnih vremenskih parametrov, kot so padavine, povprečna temperatura ozračja, zračna vlaga, sončno sevanje in veter. Na podlagi stanja vlažnosti tal in meritev meteoroloških spremenljivk smo za posamezne pridelke določili čas začetka namakanja in količino vode pri obroku namakanja.

Praktični preizkus projekta je potekal v dveh pridelovalnih sezonah v letih 2023 in 2024. Leto 2023 je bilo nadpovprečno namočeno in namakanje razen redkih izjem v juniju ni bilo potrebno, leto 2024 pa je bilo v začetku leta namočeno nato pa je sledilo daljše sušno obdobje od tretje deкаде julija do konca avgusta, ko je bilo namakanje nekaterih kultur nujno potrebno. To obdobje so zaznamovali tudi t.i. vročinski valovi z dnevnimi temperaturami zraka čez 30 °C, nočnimi nad 20 °C, jugozahodnimi vetrovi in nižjo zračno vlago, kar je dodatno osušilo tla in povečalo izhlapevanje. Ob tem se je pojavil tudi t.i. vročinski stres, ki zaradi visokih temperatur vpliva negativno na rast rastlin, posledično se zmanjša količina in poslabša kakovost pridelka.



Slika: Vremenska postaja Ecowitt

6.1 Vremenske razmere v letu 2023

Leto 2023 je bilo v znamenju nadpovprečnih padavin, občasnih močnih nališov in vetrov, spomladanske pozebe, toče in poplav. Namakanje poljščin je bilo potrebno zgolj v kratkem obdobju junija, ko je nastopil prvi in edini vročinski val v tem letu, v ostalem delu sezone je bilo padavin občutno preveč, kar je vplivalo na slabše in manj kakovostne pridelke. V enem primeru so na kmetiji morali tudi ponoviti saditev krompirja, saj jim je prvo uničila prekomerna količina vode in so gomolji semenskega krompirja zgnili.

V spodnjih preglednici so prikazani zbirni podatki o padavinah in evapotranspiraciji na območju Ptuja z okolico v letu 2023.

Preglednica 2: Padavine in evapotranspiracija na območju Ptuja z okolico v letu 2023

Mesec	Padavine v mm	Povprečna ET v mm/dan	Maksimalna ET v mm/dan	Skupna ET v mm/mesec	Vodna bilanca v mm
januar	168	0,5	1,3	17	+151
februar	13	1,0	1,9	27	-14
marec	70	1,9	3,3	59	+11
april	86	2,3	3,7	69	+17
maj	209	2,9	5,1	93	+116
junij	56	4,3	5,6	127	-71
julij	149	4,4	5,8	135	+14
avgust	164	3,6	4,7	113	+51
september	31	2,6	3,7	79	-48
oktober	114	1,5	2,7	48	+66
november	103	0,7	1,3	21	+82
december	100	0,4	0,9	12	+88
SKUPNO	1.263			800	+463

Če pogledamo celotno leto 2023, je bila vodna bilanca na območju Ptuja izrazito pozitivna - višek vode v višini 463 mm. Če se omejimo na ožje časovno obdobje vegetacije od marca do septembra je bil višek vode v višini 90 mm. Še ožje časovno obdobje namakanja, ki je pri nas v tem obdobju od maja do avgusta običajno, pa je prineslo višek vode v višini 110 mm ali preračunano povprečno + 1.100 m³ vode/ha kmetijske površine.

Tudi v praksi se je pokazalo, da se je namakalo poljščine v preteklem letu samo izjemoma in sicer le nekatere kulture in to le na lažjih tleh. Ostale poljščine namakanja v letu 2023 zaradi nadpovprečnih padavin niso potrebovale.



Slika: V sezoni 2023 so bila kmetijska zemljišča pogosto poplavljena

V spodnjih tabelah so prikazani merjeni podatki iz nameščenih vremenskih postaj po KMG-jih na različnih lokacijah v primerjavi z javno objavljenimi podatki nekaterih meteoroloških parametrov ARSO. Podatki so primerljivi, nekateri parametri se ponekod tudi precej razlikujejo, kar kaže na to, da se vremenske razmere lahko spreminjajo tudi na krajših razdaljah.

KMG MITJA PIGNAR, ZAMUŠANI 16, GORIŠNICA

Mesec	Povpr. temp. v °C	Povpr. zr. vlaga v %	Povpr. sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povpr. hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
JAN	2,8	90	57	0,9	165
FEB	3	80	131	1,5	16
MAR	7,8	76	196	2	108
APR	9,5	76	294	1,7	97
MAJ	15	84	296	1,3	249
JUN	20	79	366	1,2	64
JUL	21,8	81	377	1,1	209
AVG	21	85	353	1,2	160
SEP	18	86	267	1,1	59
OKT	15	87	184	1,4	140
NOV	7	88	104	1,3	89
DEC	3	92	60	1,1	105
POVPR./SKUPAJ	12	84	224	1,3	1461

KMG VASJA MAJERIČ, MOŠKANJCI 23, GORIŠNICA

Mesec	Povpr. temp. v °C	Povpr. zr. vlaga v %	Povpr. sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povpr. hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
JAN	2,8	85	47	1,4	209
FEB	2,9	76	99	1,9	16
MAR	7,8	72	169	2,7	111
APR	9,6	72	266	2,4	108
MAJ	15	77	249	1,7	254
JUN	20,1	73	327	1,3	98
JUL	21,9	76	302	1,3	203
AVG	21	79	280	1	200
SEP	18,5	79	210	1,2	68
OKT	14,9	81	111	2,1	151
NOV	6,7	83	63	1,6	97
DEC	3,1	86	41	1,4	116
POVPR./SKUPAJ	12	78	180	1,7	1631

KMG SLAVKO LEBEN, MOŠKANJCI 16, GORIŠNICA

Mesec	Povpr. temp. v °C	Povpr. zr. vlaga v %	Povpr. sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povpr. hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
JAN	2,8	85	47	1,4	209
FEB	4,4	79	136	3,1	22
MAR	7,6	74	189	4,8	83
APR	9,5	74	274	3,7	99
MAJ	15	80	302	2,8	243
JUN	20	77	407	2,5	100
JUL	21,8	80	390	3,1	200
AVG	21,1	83	341	1,4	164
SEP	18,5	84	264	0,5	58
OKT	14,7	86	183	2,4	139
NOV	6,5	87	100	3,3	92
DEC	2,9	90	61	2,7	100
POVPR./SKUPAJ	12	82	225	2,6	1509

KMG BLAŽ NAJVIRT, LOŽANE 6, PERNICA

Mesec	Povpr. temp. v °C	Povpr. zr. vlaga v %	Povpr. sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povpr. hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
JAN	NP	NP	NP	NP	148
FEB	4,2	76	151	1,2	22
MAR	7,6	72	194	2,2	79
APR	9,6	74	264	1,7	101
MAJ	14,8	80	276	1,5	275
JUN	20	75	371	1,4	84
JUL	22,2	77	339	1,5	240
AVG	21,4	79	297	1,4	180
SEP	18,8	80	239	1,3	53
OKT	15	82	145	1,5	85
NOV	5,7	85	91	1,5	71
DEC	1,9	88	56	0,9	79
POVPR./SKUPAJ	13	79	220	1,5	1417

KMG DEJAN JAKOB, LIPOVCI 103, BELTINCI

Mesec	Povpr. temp. v °C	Povpr. zr. vlaga v %	Povpr. sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povpr. hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
JAN	1,9	87	46	1,9	125
FEB	2,6	78	115	1,9	5
MAR	7,6	72	182	2,6	68
APR	9,5	73	270	2,5	80
MAJ	15	78	285	1,7	131
JUN	20	76	353	1,3	102
JUL	22	78	356	1,5	174
AVG	21,2	73	335	1,3	154
SEP	18,8	83	278	1,2	33
OKT	14,6	85	157	1,7	78
NOV	5,8	89	73	1,4	63
DEC	-1	96	36	0,8	75
POVPR./SKUPAJ	11,5	81	207	1,7	1088

ARSO, PTUJ

Mesec	Povpr. temp. v °C	Povpr. zr. vlaga v %	Povpr. sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povpr. hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
JAN	3,2	84	NP	NP	168
FEB	2,7	70	NP	NP	13
MAR	7,4	68	NP	NP	69
APR	9,1	69	NP	NP	86
MAJ	14,7	75	NP	NP	209
JUN	19,8	70	NP	NP	56
JUL	21,7	73	NP	NP	149
AVG	21,1	73	NP	NP	165
SEP	18,4	76	NP	NP	26
OKT	14,8	76	NP	NP	84
NOV	6,3	79	NP	NP	103
DEC	2,3	84	NP	NP	100
POVPR./SKUPAJ	11,8	75	NP	NP	1227

MERITVE PADAVINE - PTUJ, POVPREČNA TEMPERATURA IN ZRAČNA VLAGA - LETALIŠČE EDVARDA RUSJANA MARIBOR

ARSO, MURSKA SOBOTA - RAKIČAN

Mesec	Povpr. temp. v °C	Povpr. zr. vlaga v %	Povpr. sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povpr. hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
JAN	0,8	81	NP	NP	134
FEB	4,2	72	NP	NP	7
MAR	4,7	56	NP	NP	55
APR	9,7	68	NP	NP	70
MAJ	17,4	71	NP	NP	126
JUN	21,7	70	NP	NP	85
JUL	21,9	65	NP	NP	164
AVG	21,5	69	NP	NP	137
SEP	15,2	80	NP	NP	32
OKT	12,4	85	NP	NP	55
NOV	6,5	88	NP	NP	86
DEC	2,1	90	NP	NP	75
POVPR./SKUPAJ	11,5	75	NP	NP	1025

MERITVE LOKACIJA MURSKA SOBOTA - RAKIČAN

6.2 Vremenske razmere v letu 2024

V letu 2024 je bila do junija uravnotežena vodna bilanca, pomanjkanje vode se je pojavilo v sredini julija in je trajalo do konca avgusta. To obdobje je trajalo okrog 40 dni, spremljali so ga večkratni vročinski valovi, ki so povzročili sušni in vročinski stres pri kulturnih rastlinah, zato je bilo namakanje nujno potrebno.

Pretekli julij je bil najtoplejši do sedaj, padlo je več kot desetino padavin manj kot normalno, bilo je več sončnega vremena, avgust je bil v primerjavi s povprečjem obdobja 1991–2020 na državni ravni za 3,3 °C toplejši in s tem najtoplejši avgust do zdaj, pa tudi najtoplejši mesec sploh. K rekordno visoki povprečni avgustovski temperaturi so najbolj prispevale izjemno tople noči. Padlo je le tri četrtine padavin kot v povprečju primerjalnega obdobja, sončnih dni je bilo za petino več kot običajno.

V spodnji preglednici so prikazani zbirni podatki o padavinah in evapotranspiraciji na območju Ptuja z okolico v letu 2024.

Preglednica 3: Padavine in evapotranspiracija na območju Ptuja z okolico v letu 2024

Mesec	Padavine v mm	Povprečna ET v mm/dan	Maksimalna ET v mm/dan	Skupna ET v mm/mesec	Vodna bilanca v mm
januar	82	0,5	1,3	15	+67
februar	23	1,2	2,3	35	-12
marec	57	1,7	3,3	53	+4
april	52	3,1	5,4	92	-40
maj	168	3,4	4,9	105	+63
junij	176	4,4	6,7	126	+50
julij	89	4,7	6,1	147	-58
avgust	63	4,2	5,2	125	-62
september	172	2,3	3,9	70	+102
oktober	92	1,2	2,6	38	+54
november	51	0,6	1,8	18	+33
december	17	0,4	1,6	12	+5
SKUPNO	1042			836	+206

Če pogledamo celotno leto 2024, je bila vodna bilanca na območju Ptuja pozitivna - višek vode v višini 206 mm. Če se omejimo na ožje časovno obdobje vegetacije od marca do septembra je bil višek vode v višini 59 mm. Še ožje časovno obdobje kmetijske pridelave od junija do avgusta, pa je prineslo primanjkljaj vode 70 mm ali preračunano povprečno – 700 m³ primanjkljaja vode na hektar kmetijske površine. Upoštevane so vse merjene padavine, če bi upoštevali učinkovite padavine (tiste padavine, ki jih rastline lahko porabijo), bi bil primanjkljaj vode še večji.

Tudi v praksi se je pokazalo, da je bilo pomanjkanje vode na kmetijskih zemljiščih opazno od druge polovice julija do konca avgusta; v tem času je bilo namakanje nujno potrebno za dober pridelek. Pri meritvah se je izkazalo, da so razlike v vremenskih parametrih lahko tudi na krajše razdalje zelo velike, zato je priporočljivo, da ima vsaka kmetija nameščeno svojo priročno vremensko postajo, s katero lahko kmet spremlja vremenske razmere in ugotavlja potrebe po namakanju.

V spodnjih tabelah so prikazani merjeni podatki iz nameščenih vremenskih postaj po KMG-jih na različnih lokacijah v primerjavi z javno objavljenimi podatki nekaterih meteoroloških parametrov ARSO. Podatki so primerljivi, nekateri parametri se ponekod tudi precej razlikujejo, kar kaže na to, da se vremenske razmere lahko spreminjajo tudi na krajših razdaljah.

KMG MITJA PIGNAR, ZAMUŠANI 16, GORIŠNICA

Mesec	Povp. temp. v °C	Povp. zr. vlaga v %	Povp. Sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povp. Hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
Januar	0,9	88	77,9	1,2	78,7
Februar	8,0	83	135,7	2,1	45,4
Marec	9,6	82	224,2	1,7	98,5
April	12,8	75	302,9	2,1	75,7
Maj	16,5	82	370,5	1,7	151,6
Junij	21,1	81	395,4	1,6	165,7
Julij	23,3	79	380,4	1,2	88,9
Avgust	23,6	81	342,9	1,1	104,1
September	16,6	86	223,3	1,3	193,3
Oktober	12,8	90	149,2	1,2	98,8
November	4,5	90	66,7	1,1	69,1
December	1,9	90	50,5	1,1	19,3
Povprečje/skupaj	12,6	83,9	226,6	1,5	1189,1

KMG VASJA MAJERIČ, MOŠKANJCI 23, GORIŠNICA

Mesec	Povp. temp. v °C	Povp. zr. vlaga v %	Povp. Sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povp. Hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
Januar	0,6	83	51,3	1,7	82,2
Februar	7,9	78	91,7	2,8	48,1
Marec	9,5	77	171,1	2,2	98,0
April	12,7	72,0	249,0	2,2	80,3
Maj	16,5	77	274,4	1,4	167,9
Junij	21,1	75	280,5	1,3	148,3
Julij	23,4	72	259,5	1,0	90,1
Avgust	23,7	74	266,1	0,8	83,3
September	16,7	78	149,3	1,4	197,9
Oktober	12,7	83	87,7	1,4	101,3
November	4,5	86	42,2	1,4	74,2
December	1,8	83	32,9	1,6	20,8
Povprečje/skupaj	12,6	78,2	163,0	1,6	1192,4

KMG SLAVKO LEBEN, MOŠKANJCI 16, GORIŠNICA

Mesec	Povp. temp. v °C	Povp. zr. vlaga v %	Povp. Sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povp. Hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
Januar	0,4	86	75,0	2,8	76,4
Februar	7,7	81	124,7	4,8	41,7
Marec	11,2	83	209,2	3,8	89,8
April	12,6	74	295,5	4,4	74,7
Maj	18,3	81	356,7	3,4	162,3
Junij	21,0	79	395,2	2,7	146,5
Julij	23,5	76	367,8	1,9	90,4
Avgust	24	77	322,1	1,8	83
September	16,7	82	202,8	2,8	211,1
Oktober	12,6	88	127,2	2,7	101,6
November	4,3	91	60,8	2,8	65,5
December	1,7	88	45,6	2,6	19,9
Povprečje/skupaj	12,8	82,2	215,2	3,0	1162,9

KMG BLAŽ NAJVIRT, LOŽANE 6, PERNICA

Mesec	Povp. temp. v °C	Povp. zr. vlaga v %	Povp. Sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povp. Hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
Januar	0,0	84,9	68,1	1,0	73,7
Februar	7,3	79,2	111,7	1,6	13,2
Marec	9,5	76,5	187,4	1,9	72,4
April	12,8	70,9	269,3	2,3	84,9
Maj	16,2	78,8	304,6	1,5	206,2
Junij	21,0	75,7	333,2	1,6	109,5
Julij	23,5	73,7	324,2	1,6	129,7
Avgust	23,8	77	290,1	1,2	78,1
September	17,6	79	200,1	1,7	228,6
Oktober	12,7	87	123,1	1,2	113,8
November	4	88	63,8	1,1	40,2
December	1,4	87	44,1	1,1	11,6
Povprečje/skupaj	12,5	79,8	193,3	1,5	1161,9

KMG DEJAN JAKOB, LIPOVCI 103, BELTINCI

Mesec	Povp. temp. v °C	Povp. zr. vlaga v %	Povp. Sončno sevanje v W/m ² v 4h	Povp. Hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
Januar	0,3	81,0	132,3	1,6	58,8
Februar	7,3	76,0	130,5	2,1	23,3
Marec	9,2	75,0	134,7	1,9	60,3
April	12,8	67,0	248,5	2,4	46,2
Maj	16,5	73,0	230,8	2,0	119,7
Junij	21,3	71,0	259,0	2,1	74,3
Julij	23,5	67,0	330,8	1,8	103,0
Avgust	24,1	78	330,1	1	44,3
September	16,9	83	219,2	1,6	149,6
Oktober	12,5	90	123,1	1,2	86,4
November	4	92	51,8	1,2	40,9
December	1,3	91	38,7	1,5	6
Povprečje/skupaj	12,5	78,7	185,8	1,7	812,8

ARSO, PTUJ

Mesec	Povpr. temp. v °C	Povpr. zr. vlaga v %	Povpr. sončno sevanje v W/m2 v 4h	Povpr. hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
JAN	0,5	78	NP	NP	82,3
FEB	7,3	73	NP	NP	22,4
MAR	9,2	72	NP	NP	56,8
APR	12,3	67	NP	NP	51,7
MAJ	16,2	72	NP	NP	168,4
JUN	21,1	68	NP	NP	175,7
JUL	23	66	NP	NP	89,2
AVG	22,9	70	NP	NP	62,9
SEP	16,7	73	NP	NP	172,3
OKT	12,8	82	NP	NP	92,1
NOV	4,1	83	NP	NP	51,1
DEC	2	79	NP	NP	16,5
POVPR./SKUPAJ	13,3	73,6	NP	NP	1041,4

MERITVE PADAVINE - PTUJ, POVPREČNA TEMPERATURA IN ZRAČNA VLAGA - LETALIŠČE EDVARDA RUSJANA MARIBOR

ARSO, MURSKA SOBOTA

Mesec	Povpr. temp. v °C	Povpr. zr. vlaga v %	Povpr. sončno sevanje v W/m2 v 4h	Povpr. hitrost vetra v km/h	Količina padavin v mm/mesec
JAN	1,7	69	NP	NP	59,4
FEB	8,8	71	NP	NP	23,3
MAR	10,3	64	NP	NP	60,3
APR	13,3	65	NP	NP	46,2
MAJ	17,4	65	NP	NP	119,7
JUN	21,5	68	NP	NP	74,3
JUL	24,2	60	NP	NP	106,3
AVG	24,3	67	NP	NP	51,4
SEP	17,2	70	NP	NP	164,3
OKT	13,2	76	NP	NP	84,7
NOV	4,7	79	NP	NP	34,4
DEC	2,5	77	NP	NP	5
POVPR./SKUPAJ	13,2	69	NP	NP	829,3

MERITVE PADAVINE LOKACIJA MURSKA SOBOTA - RAKIČAN

MERITVE POVPR. TEMP. IN ZRAČNA VLAGA - LENDAVALA

V spodnji preglednici je še primerjava podatkov o padavinah na merilnih postajah projekta in meritev ARSO.

Preglednica 4: Primerjava podatkov o mesečnih padavinah po lokacijah praktičnega preizkusa projekta in javnih podatkov ARSO (Vir: ARSO)

Mesec	PIGNAR	NAJVIRT	MAJERIC	LEBEN	ARSO PTUJ	JAKOB	ARSO MS
JAN	78,7	73,7	82,2	76,4	82,3	58,8	59,4
FEB	45,4	13,2	48,1	41,7	22,4	23,3	23,3
MAR	98,5	72,4	98,0	89,8	56,8	60,3	60,3
APR	75,7	84,9	80,3	74,7	51,7	46,2	46,2
MAJ	151,6	206,2	167,9	162,3	168,4	119,7	119,7
JUN	165,7	109,5	148,3	146,5	175,7	74,3	74,3
JUL	88,9	129,7	90,1	90,4	89,2	103,0	106,3
AVG	104,1	78,1	83,3	83	62,9	44,3	51,4
SEP	193,3	228,6	197,9	211,1	172,3	149,6	164,3
OKT	98,8	113,8	101,3	101,6	92,1	86,4	84,7
NOV	69,1	40,2	74,2	65,5	51,1	40,9	34,4
DEC	19,3	11,6	20,8	19,9	16,5	6	5
SKUPAJ	1189,1	1161,9	1192,4	1162,9	1041,4	812,8	829,3

V praksi se izkaže, da je za uspešno kmetijsko pridelavo z namakanjem nujno imeti na vsaki kmetiji nameščeno priročno vremensko postajo, s katero lahko spremljamo vremenske razmere in ugotavljamo potrebe po namakanju.

ZNAČILNOSTI KMETIJSKIH KULTUR

(Matic Leben, Marko Černe)

Potrebe rastlin po vodi so zelo različne, nekatere živijo popolnoma ali delno potopljene v vodi (t.i. hidrofiti), večina jih uspeva tam, kjer ni preveč niti premalo vode (t.i. mezofiti), nekatere rastline pa so se tudi prilagodile pomanjkanju vode (t.i. kserofiti), npr. puščavske rastline.



Slika: Večina kulturnih rastlin ima zmerne potrebe po vodi

Pri izvajanju namakanja je potrebno poznati splošne značilnosti kmetijske kulture, skupno porabo vode v vegetaciji, faze rasti in razvoja posameznih kultur ter njihovega trajanja, globino koreninskega sistema, koeficienti posameznih kultur po različnih fazah razvoja rastlin – kc, kritične faze v obdobju rasti pri posameznih kulturah, dovoljeno znižanje količine vode v tleh, da ne vpliva na padec pridelka. Za večino kmetijskih kultur je znižanje do 50 % ($p = 0,5$) sprejemljivo. Pri različnih kmetijskih rastlinah je pomembna izbira ustrezne tehnologije namakanja in vpliv namakanja na višino in kakovost pridelka teh kultur ter nekatere posebnosti namakanja posameznih kultur.

Izračuni potreb po vodi za namakanje morajo upoštevati namakalni obrok na podlagi lastnosti tal za zadrževanje vode v tleh; v začetnih fazah rasti rastline potrebujejo manj vode, v kasnejših fazah več.

Nadalje upoštevamo značilnosti posameznih kmetijskih kultur glede časa rasti v letu, skupnega trajanja vegetacije, obdobja posameznih fenofaz rastline (zgodnja faza, vegetativna rast, oprašitev, oplodnja in cvetenje, nastavek plodov ali zrnja, zrelost plodov, pozna faza). Praviloma je namakanje najpomembnejše v začetnih fazah rasti, v času cvetenja, oplodnje in začetka nastavka plodov ter polnjenja zrnja, plodov ali gomoljev. V poznih fazah rasti namakanje ni priporočljivo. Upoštevamo tudi ustaljene in uveljavljene prakse namakanja na območju pridelave.



Slika: Posevek sončnic po vzniku v mesecu maju

Velikost in tip koreninskega sistema posameznih poljščin je genetsko determiniran, pri nekaterih rastlinah seže globoko v tla (koruza, lucerna), pri drugih se razvija v širino (oljne buče). Globina koreninskega sistema se spreminja tekom razvojnih faz, kar moramo upoštevati pri izvajanju namakanja. V začetnih fazah imajo rastline nerazvit in plitev koreninski sistem, zato mora biti namakanje pogostejše in z manj vode. Prekomerno namakanje v zgodnejših fazah omejuje razvoj koreninskega sistema. V kasnejših fazah, ko imajo rastline že globok in razvit koreninski sistem, lahko namakamo z več vode. Na splošno pa rastline črpajo večino vode iz zgornje polovice koreninskega sistema.

NAMAKANJE V PRAKSI

(Matic Leben, Tamara Kekec, Marko Černe)

1. Zasnova projekta

V projektu z naslovom »Prilagoditev pridelave poljščin na klimatske spremembe in varovanje tal« smo izvedli praktični preizkus z namenom izboljšanja praks namakanja poljščin z uvedbo daljinskega zaznavanja, vpliv obdelave tal na zadrževanje vode v tleh, pomen namakanja za preprečevanje izpiranja hranil in varovanje kmetijskih tal v luči preprečevanja erozije in ohranjanja biotske pestrosti.

Na vseh kmetijah smo zastavili praktični preizkus v okviru pridelave poljščin z izboljšanjem dobrih praks namakanja ob upoštevanju lastnosti tal, vremenskih razmer, značilnosti prisotne poljščine in razpoložljive namakalne opreme na kmetiji. Poskusno mesto smo pripravili z običajno prakso obdelave na kmetiji, določene so bile ploskve različnih dimenzij, ene so bile opremljene z namakanjem, druge so bile brez namakanja. Urnik namakanja je bil optimiziran glede na poljsko kapaciteto in točko venenja tal ter dovoljenega znižanja vode v tleh in globine koreninskega sistema posamezne kmetijske kulture.

Na podlagi spremljanja vlažnosti tal z elektronskimi sondami smo določili čas začetka namakanja določene kulture in namakalni obrok glede na vodno-zadrževalno kapaciteto tal. V preizkus smo vključili tudi dron s katerim smo uvedli daljinsko zaznavanje stanja posevkov glede oskrbe z vodo ter ugotavljali sušni stres pri poljščinah ter potrebe po vodi. Na koncu preizkusa smo vrednotili pridelek posamezne poljščine in ugotavljali razlike glede na variante z ali brez namakanja. Vsi pridobljeni podatki so osnova za ugotavljanje ekonomike namakanja.

Dodatno smo na kmetiji Majerič ugotavljali kako način obdelave tal vpliva na njihove vodno zadrževalne lastnosti, spremljali smo stanje gibanja vlage v tleh pri treh različnih obdelavah, klasični z oranjem, brez obdelave oz. t.i. »no-till« sistem in plitvi obdelavi in ugotavljali razlike v pridelkih ter stanju organske snovi v tleh.

Na kmetiji Pignar smo ugotavljali kako namakanje in gnojenje z dušikom vpliva na količino in kakovost pridelka lucerne. Na kmetiji Leben smo ugotavljali kako namakanje vpliva na vsebnost dušika v različnih globinah tal. Na kmetijskem gospodarstvu Jeruzalem SAT Ormož pa smo ugotavljali kako različne rabe tal vplivajo na ohranjanje in vzdrževanje biotske pestrosti in preprečevanju erozije tal ob vodotoku.



Slika: Obdelovanje zemljišč je pomembno za preprečevanje vodne erozije

Dodatno smo na kmetiji Majerič ugotavljali kako način obdelave tal vpliva na njihove vodno zadrževalne lastnosti, spremljali smo stanje gibanja vlage v tleh pri treh različnih obdelavah, klasični z oranjem, brez obdelave oz. t.i. »no-till« sistem in plitvi obdelavi in ugotavljali razlike v pridelkih ter stanju organske snovi v tleh.



Slika: Različne obdelave tal na kmetiji Majerič in sonde za meritve vlage v tleh

Na kmetiji Pignar smo ugotavljali kako namakanje in gnojenje z dušikom vpliva na količino in kakovost pridelka lucerne. Na kmetiji Leben smo ugotavljali kako namakanje vpliva na vsebnost dušika v različnih globinah tal. Na kmetijskem gospodarstvu Jeruzalem SAT Ormož pa smo ugotavljali kako različne rabe tal vplivajo na ohranjanje in vzdrževanje biotske pestrosti in preprečevanju erozije tal ob vodotoku.

2. Tehnologije namakanja poljščin

Tekom časa so se razvile različne tehnologije namakanja, ki jih v grobem delimo v dve skupini: namakanje brez rabe pritiska in namakanje s pomočjo pritiska. Površinsko namakanje, ki ne uporablja pritiska za transportiranje vode, ampak naravni padec terena, je najpogostejša tehnologija namakanja v svetu, saj se skoraj na dveh tretjinah namakanih zemljišč v svetu uporablja tak način, bodisi s preplavno tehniko namakanja, bodisi namakanje v brazde.



Slika: Jaški za površinsko namakanje travinja

Namakanje s pomočjo pritiska, ki je pretežno uveljavljeno pri nas, je možno z različnimi tehnologijami in sistemi: cevni sistemi z razpršilci, bobenski namakalniki ali rolomati, centralni ali pivot sistemi, mini in mikrorazpršilci, podzemno namakanje ali kapljično namakanje. Vsaka od teh tehnologij ima svoje prednosti in pomanjkljivosti, uporabnik si mora izbrati tako tehnologijo namakanja, ki ustreza njegovim tlom, kmetijski kulturi in vodnemu viru za namakanje.





Slike zgoraj: Različne tehnologije namakanja poljščin

Rastline ne porabijo vso vodo, ki smo jo dodali z namakanjem, zato moramo te izgube upoštevati pri določitvi namakalnega obroka. Izgube vode so pri različnih tehnologijah namakanja različne, pri nadzemnem kapljičnem namakanju od 5 do 8 %, pri namakanju z razpršilci od 30 do 40 % in pri rolomatih celo do 50 %. Pri podzemnem kapljičnem namakanju izgub vode praktično ni.

3. Meritve vlažnosti tal

Poznavanje stanja vlažnosti tal je ključno za pravočasno izvajanje namakanja, zato jo je priporočljivo spremljati na kmetijski površini na uporaben in cenovno dostopen način. Obstajajo različne metode, ki se delijo na neposredne (gravimetrične) in posredne (senzorske). Gravimetrična metoda (neposredna) je enostavna in natančna, a za praktično uporabo na terenu ni primerna. Za terensko spremljanje vlage v tleh in začetek namakanja zato uporabljamo različne posredne metode.

Enostavni za uporabo in cenovno dostopni so tenziometri, ki delujejo na podlagi odnosa med tenzijo oziroma sesalno napetostjo in vlažnostjo. So dober pokazatelj trenutne potrebe po vodi, zlasti pri poljščinah in zelenjavi, a ne delujejo učinkovito v zelo suhih tleh (nad - 0,8 do 0,9 bara). Poznamo še različne senzorje za spremljanje vlažnosti tal, ki delujejo na različnih osnovah in so hitri, avtomatizirani in jih lahko povežemo z brezžičnimi sistemi. Možno je tudi satelitsko in daljinsko zaznavanje (npr. preko dronov ali satelitov), uporaba nevtronskih sond, a so te metode dražje in za praktično uporabo na kmetiji manj primerne.



Slika: Senzorji za spremljanje vlažnosti tal

Prednost daljinskega zaznavanja je, da lahko meri vlago na veliko večjih površinah kot običajne metode. Poleg tega satelitska tehnologija omogoča ustvarjanje zemljevidov vlažnosti tal z visoko ločljivostjo, ki omogočajo modeliranje pridelkov na posameznih območjih polja in izboljšanje splošne učinkovitosti proizvodnje. Pomanjkljivost teh sistemov pa je v tem, da so manj natančni in ne dajo vpogleda v to kakšno je stanje vlažnosti tal v globinah talnega profila.

Za kmetijsko prakso je pomembno, da je merjenje vlažnosti tal natančno, enostavno za uporabo, cenovno sprejemljivo in primerno za sprotno odločanje o namakanju.

V projektu smo za izvedbo praktičnega preizkusa uporabili senzorje podjetja xFarm Technologies SA iz Švice, ki delujejo na podlagi spremembe električne prevodnosti tal kot posledica višje ali nižje vsebnosti vlage v tleh. Senzorji so bili nameščeni na dveh globinah koreninskega sistema, na 1/3 in 2/3 globine koreninskega sistema kulture, ki je bila prisotna na njivi. Senzorji so imeli sončno napajanje in vzpostavljeno omrežno povezavo s platformo, kjer so se izpisovali podatki o trenutni vlažnosti tal in gibanju vlažnosti v daljšem obdobju. Podatki so prikazani v volumenskih deležih vode v tleh (slika spodaj). Na podlagi teh podatkov in hidravličnih lastnosti tal smo določevali čas začetka namakanja posameznih kultur.



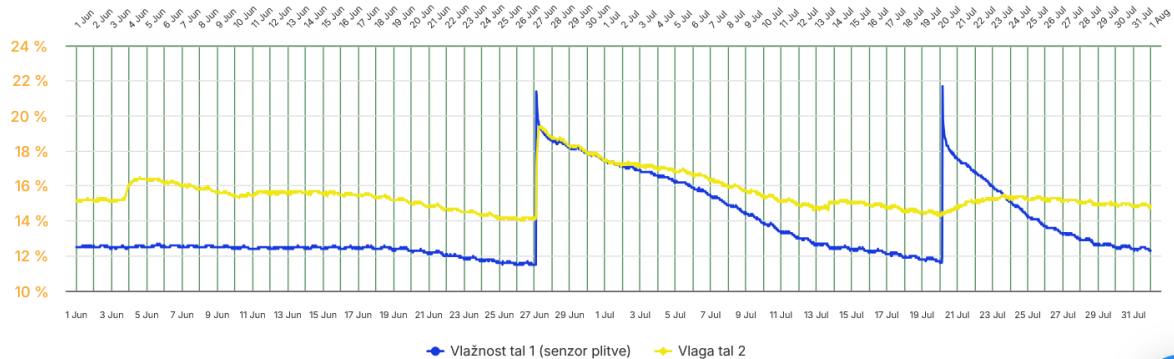
Slika: Sončno napajanje za senzorsko spremljanje gibanja vlažnosti tal.

V praksi se je izkazalo, da je delovanje senzorjev dokaj omejeno. Pred namestitvijo senzorjev jih je potrebno umeriti in izbrati primerno lokacijo ter globino namestitve. Ker so nameščeni na odprti površini so bile žične povezave s sončnim napajanjem pogosto pretrgane zaradi divjadi, glodavcev ipd. Omrežna povezava pogosto ni delovala natančno. Zaradi heterogenih lastnosti tal bi na večji površini potrebovali več senzorjev, kar pa precej podraži izvedbo. Tudi namestitev senzorjev je dokaj zamudna in zahteva izkop do primerne globine. Tovrstni senzorji

so uporabni za orientacijo glede stanja vlažnosti tal, za praktično uporabo na kmetijah pa so manj primerni in tudi cenovno manj dostopni.

Vlažnost tal (%)

01/06/2024 - 31/07/2024



Slika: Izpis stanja vlažnosti tal na dveh globinah v daljšem časovnem obdobju (Vir: xfarm)

V praksi je uporaben tudi t.i. prstni preizkus stanja vlažnosti tal, ki ga tekom uporabe na podlagi prakse izvajalec namakanje z malo spretnosti hitro usvoji in lahko s pridom uporablja. Zapletene naprave za spremljanje vlažnosti tal so lahko v pomoč, če dobro delujejo, jih je pa potrebno združiti z izkušnjami in usposobljenostjo kmeta za uporabo.

EKONOMSKA UPRAVIČENOST NAMAKANJA

(Črtomir Rozman)

1. Uvod

V projektu smo na demonstracijskih študijah primerov proučevali tudi ekonomsko upravičenost namakanja. Ekonomska upravičenost namakanja pomeni presojo, ali so koristi od namakanja (povečani donosi, stabilnost pridelka, kakovost, itd.) večje od stroškov, ki jih tovrsten poseg zahteva (naložba, obratovanje, vzdrževanje, voda, energija ipd.). Ta presoja je ključna za odločanje o izgradnji in uporabi namakalnega sistema.

Namakanje ima pomemben vpliv na pridelek, saj omogoča rastlinam stalno in zanesljivo oskrbo z vodo, kar spodbuja njihovo rast, povečuje pridelek in izboljšuje kakovost pridelka; zlasti v obdobjih suše ali nerednih padavin lahko namakanje pomeni razliko med povprečno in dobro letino. Redna oskrba z vodo pripomore k bolj enakomernemu razvoju rastlin, večjim in kakovostnejšim plodovom ter zmanjšanju tveganja zaradi vremenskih ekstremov. Pridelek je zato ne samo večji, temveč tudi stabilnejši iz leta v leto, kar je ključnega pomena za načrtovanje in ekonomsko stabilnost kmetovanja. Poleg tega namakanje omogoča pridelavo bolj zahtevnih kultur, kot so zelenjava, krompir, sladkorna pesa in določeni trajni nasadi, ki brez zadostne oskrbe z vodo ne bi bile uspešne.

Zaradi vseh teh učinkov se namakanje praviloma izkaže tudi za ekonomsko upravičeno, saj povečanje pridelka in kakovosti prinese toliko višje prihodke, da pokrije stroške investicije v namakalni sistem ter stroške obratovanja, kot so voda, energija in vzdrževanje.

Ekonomska analiza, ki vključuje primerjavo stroškov in koristi, običajno pokaže, da se investicija v namakanje v nekaj letih povrne, zlasti pri kulturah z visoko dodano vrednostjo ali v regijah s pogostimi sušami. Seveda je ključna tudi pravilna uporaba namakanja, saj lahko nepravilno upravljanje povzroči stroške brez ustreznih koristi. Kljub temu pa je ob premišljenem pristopu namakanje eden izmed najučinkovitejših ukrepov za povečanje pridelka, stabilnosti in dolgoročne donosnosti kmetijske proizvodnje.

2. Teoretične osnove

Teoretično je namakanje ekonomsko upravičeno kadar dodatni stroški namakanja ne presegajo dodatne vrednosti pridelka, ki nastane kot posledica namakanja. V Sloveniji poznamo predvsem dva tipa namakalnih sistemov, zasebni in javni, ki so zgrajeni s strani občin kot investitorjev. Posledično imamo tudi dva načina izračuna stroškov kot sta prikazana v spodnji preglednici

Preglednica: Pregled stroškovnih postavk pri namakanju pri večjih sistemih in pri lastnih (zasebnih) sistemih

Lastni sistem	Veliki sistem
Amortizacija in vzdrževanje sistema	Strošek vode (€/m ³)
Amortizacija namakalne opreme	Amortizacija namakalne opreme
Energija	
Strošek dela z namakanjem	Strošek dela z namakanjem

Pri velikih sistemih je sicer praksa večinoma zgolj zaračunavanje stroškov energije, je pa možen tudi način, da se v poračunajo tudi fiksni stroški sistema na hektar. Ta tabela prikazuje

primerjavo stroškov med lastnim namakalnim sistemom in velikim (skupnim) sistemom, kot bi ga lahko uporabljala kmetijska zadruga ali več uporabnikov z enotnim virom vode. Stroški so razdeljeni po posameznih kategorijah, ki vplivajo na skupne stroške namakanja.

Pri lastnem sistemu so stroški praviloma neposredno povezani z investicijo posameznika. Sem sodijo amortizacija in vzdrževanje celotnega sistema, vključno s cevovodi, črpalkami in nadzorno opremo. Poleg tega so vključeni stroški energije (npr. za pogon črpalk) ter stroški dela, ki nastajajo pri upravljanju in izvajanju namakanja. V tem primeru ni ločeno zabeleženega stroška za vodo, saj jo uporabnik pogosto zajema sam (npr. iz lastnega vodnjaka), vendar so s tem povezani posredni stroški (kot je energija za črpanje).

Na drugi strani veliki sistemi pogosto vključujejo skupne infrastrukture (npr. državne ali občinski namakalni sistemi), kjer si več uporabnikov deli stroške osnovne infrastrukture. V tem primeru se kot strošek posebej izkazuje strošek vode na kubični meter, saj uporabniki plačujejo za količino porabljene vode. Tudi tukaj so prisotni stroški amortizacije namakalne opreme, ki jo ima posamezni uporabnik na svoji njivi, ter stroški dela za izvajanje namakanja. Na splošno velja, da imajo veliki sistemi pogosto nižje enotne stroške na račun ekonomije obsega, a manj fleksibilnosti, medtem ko lastni sistemi omogočajo več neodvisnosti, vendar so lahko dražji na enoto pridelka.

V primeru manjšega lastnega namakalnega sistema stroške modeliramo na naslednji način:

Preglednica: Izračuni stroškov namakanja pri lastnem sistemu

Postavka	Enota	Oznaka oz. formula
Namakana površina	ha	P
Stroški ureditve sistema	€	I
Amortizacijska doba sistema	Leta	n (sistem) a (oprema)
Amortizacija sistema	€/ha	$I/(P \cdot n)$
Nabavna vrednost namakalne opreme	€	NV
Amortizacija namakalne opreme	€/ha	$NV/(P \cdot a)$
Vzdrževanje namakalne opreme	€/leto	V
Vzdrževanje namakalne opreme	€/ha	V/P
Poraba goriva	L/h	Pg
Cena goriva	€/L	c _g

3. Študije primera

V okviru projekta smo analizirali ekonomsko učinkovitost namakanja na študijskih primerih kmetij, vključenih v projekt. Pripravili smo delovni list za zbiranje ključnih podatkov, ki je vključeval naslednje kategorije:

1. Stroji

- Nabavne vrednosti (z amortizacijo, izračunano na hektar)
- Stroški vzdrževanja na ravni kmetije (na hektar)
- Poraba goriva in časa pri posameznih operacijah

2. Materiali

- Gnojilni načrt
- Škropilni program

Preglednica: Izračun stroška pridelave koruze na KMG 1

KORUZA			
KMG 1 - izračun po direktnih podatkih kmetije			
Varianta	Pridelek (kg/ha; 14% vlaga)	Lastna cena (€/t)	Indeks
Nenamakano	8.929	101,87	1,00
Nenamakano + N	10.025	105,31	1,03
Namakano	11.877	86,10	0,85
Namakano+N	12.673	92,43	0,91

Rezultati za KMG1, izračunani na podlagi direktnih podatkov kmetije, kažejo, da namakanje in dodajanje dušika (N) pozitivno vplivata na pridelek koruze. Nenamakana parcela je dosegla 8.929 kg/ha, medtem ko je nenamakana parcela z dodatkom dušika (N) povečala pridelke na 10.025 kg/ha, kar pomeni približno 12-odstotno povečanje. Namakane parcele so pokazale še večjo učinkovitost: namakana parcela je prinesla 11.877 kg/ha, namakana parcela z dodatkom dušika (N) pa 12.673 kg/ha, kar predstavlja povečanje pridelka za 33 % oziroma 42 % v primerjavi z osnovno nenamakano parcelo.

Glede na lastne cene (€/t) je najugodnejša namakana parcela (86,10 €/t), medtem ko nenamakana parcela z dodatkom dušika (N) dosega najvišjo ceno (105,31 €/t). Indeksi kažejo, da je namakanje znižalo stroške na enoto pridelka, pri čemer je najbolj ugoden indeks pri namakani parceli (0,85), kar potrjuje ekonomsko učinkovitost namakanja.

KMG 2 (Majerič)

Na kmetiji Majerič so bile poleg nenamakanih in namakanih variant tudi preizkus 3 različnih sistemov obdelave tal pri koruzi (klasična obdelava z oranjem, brez obdelave oz. t.i. »no-till« in plitva obdelava orodje »evers«). Stroški namakanja so opredeljeni v spodnjih preglednicah.

Preglednica: Izračun stroškov namakanja na KMG 3

Strošek vode	m3	1230
	€/m3	0,318
	€/ha	391,14
Strošek dela	ur	4
	€/ha	51
Skupaj	€/ha	442,14

Preglednica: Izračun stroškov pridelave koruze na KMG 2

KMG 2 - izračun po direktnih podatkih kmetije			
VARIANTA	Pridelek (t/ha, 14% vlage)	Lastna cena (€/t)	Indeks
Orano - nenamakano	6.960	152,58	1,00
Orano namakano	8.290	130,42	0,85
Direktna setev (no till) - nenamakano	7.435	123,31	0,81

Direktna setev (no till) namakano	-	11.215	125,24	0,82
Minimalna obdelava* nenamakano	-	8120	120,6256	0,79
Minimalna obdelava* nanamakano	-	10750	126,9751	0,83

Preglednica prikazuje primerjavo različnih načinov obdelave tal in namakanja pri pridelavi koruze na podlagi neposrednih podatkov kmetije. Med analiziranimi variantami je najnižji pridelek (6,960 t/ha) in najvišja lastna cena (152,58 €/t) dosežena pri oranju brez namakanja, ki je tudi referenčna vrednost (indeks 1,00). Najvišji pridelek je bil dosežen pri direktni setvi z namakanjem (11,215 t/ha), vendar ob nekoliko višji lastni ceni (125,24 €/t) in nižjem indeksu (0,82), kar kaže na večjo količinsko učinkovitost, a manjšo stroškovno konkurenčnost glede na izhodiščno varianto.

Minimalna obdelava v kombinaciji z namakanjem je prav tako dosegla visok pridelek (10,750 t/ha) in ugodno lastno ceno (126,9751 €/t), kar se odraža v relativno ugodnem indeksu (0,83). Na splošno podatki kažejo, da namakanje poveča pridelek ne glede na način obdelave, medtem ko metode z manjšo obdelavo tal znižujejo stroške pridelave, kar se odraža v nižji lastni ceni pridelka.

Statistična analiza namakanja pri koruzi

Spodnji preglednici kažeta statistično analizo razlik med namakanimi in nenamakanimi variantami in sicer za pridelek in za lastno ceno.

Preglednica: Statistična analiza namakanja pri koruzi

	NAMAKANO	NENAMAKANO		NAMAKANO	NENAMAKANO
Mean	10961,03	8293,796	Mean	112,2764	120,0509
Variance	2753367	1486806	Variance	445,9857	432,6043
Observations	5	5	Observations	5	5
Pooled Variance	2120086		Pooled Variance	439,295	
Hypothesized Mean Difference	0		Hypothesized Mean Difference	0	
df	8		df	8	
t Stat	2,89637		t Stat	-0,58649	
P(T<=t) one-tail	0,010001		P(T<=t) one-tail	0,286858	
t Critical one-tail	1,859548		t Critical one-tail	1,859548	
P(T<=t) two-tail	0,020003		P(T<=t) two-tail	0,573715	
t Critical two-tail	2,306004		t Critical two-tail	2,306004	

Rezultati primerjave pridelka in lastne cene med namakanimi in nenamakanimi površinami kažejo na pomembne razlike, zlasti pri količini pridelka.

Povprečni pridelek koruze na namakanih površinah je znašal 10.961,03 kg/ha, kar je bistveno več kot na nenamakanih površinah, kjer je povprečje znašalo 8.293,80 kg/ha. Rezultati t-testa so pokazali statistično značilno razliko med skupinama ($p = 0,02$), kar pomeni, da lahko z visoko stopnjo zanesljivosti trdimo, da namakanje pomembno prispeva k večjemu pridelku.

Po drugi strani pa analiza povprečne lastne cene pridelka ni pokazala statistično značilnih razlik. Povprečna lastna cena na namakanih površinah je znašala 112,28 €/t, na nenamakanih pa 120,05 €/t. Kljub nižji ceni pri namakanju p-vrednost ($p = 0,57$) kaže, da razlika v poskusnem letu ni statistično pomembna. To pomeni, da na podlagi razpoložljivih podatkov ne moremo z gotovostjo trditi, da namakanje zmanjšuje lastno ceno. Poleg tega je bil vzorec majhen (samo 10 vrst podatkov) in raziskava je trajala le eno leto, kar zmanjšuje zanesljivost rezultatov.

Dodatna težava je netočnost merilnega sistema za porabo vode, ki je lahko povzročila previsoke stroške in tako izkrivila rezultate. Pomemben dejavnik je tudi razlika v pogostosti namakanja - medtem ko je prva kmetija namakala samo enkrat, je druga namakala kar štirikrat, kar je lahko privedlo do neprimerljivih pogojev. Ta neenakost v režimih namakanja onemogoča jasno interpretacijo rezultatov, saj višji stroški vode pri drugi kmetiji niso nujno posledica namakanja kot takega, temveč prekomerne porabe. Za zanesljivejše ugotovitve bi bilo potrebno izvesti daljšo študijo z večjim vzorcem, standardizirati količino namakanja med poskusnimi skupinami in zagotoviti korekten izračun stroška vode. Trenutni rezultati ne omogočajo trdnih sklepov o vplivu namakanja na lastno ceno, saj so lahko razlike posledica drugih dejavnikov.

Pomembno je upoštevati, da so višji stroški vode v letu 2024, ki so nastali kot posledica okvare merilnega sistema in s tem izkrivljenega izračuna stroška vode, verjetno vplivali na rezultate. Ti stroški lahko delno pojasnijo, zakaj ni bilo zaznane statistično značilne razlike v lastni ceni med obema obravnavama.

Na podlagi navedenega lahko sklenemo, da namakanje pomembno prispeva k povečanju pridelka koruze, vendar je njegov vpliv na lastno ceno v tem primeru zaradi zunanjih dejavnikov ostal nejasen.

KMG 3 (Jakob)

Kmetija Jakob namaka okrog 20 ha površin z lastnim namakalnim sistemom. V preglednici 9 so prikazani rezultati na podlagi podatkov kmetije.

Preglednica: Rezultati preizkusa ekonomike namakanja na kmetiji 3

POR	Pridelek (kg/ha)	Lastna cena (€/kg)
NENAMAKANO	10.709	1,79
NAMAKANO	17.849	1,37

Tabela prikazuje primerjavo pridelka pora in lastne cene med nenamakanimi in namakanimi površinami, pri čemer opazimo bistvene razlike v obeh kazalnikih. Pridelek na hektar se je pri namakanju povečal z 10.709 kg na 17.849 kg, kar predstavlja znatno rast za približno 67 %, kar jasno kaže na ključno vlogo vode pri optimizaciji pridelovalnih pogojev za to kulturo. Hkrati pa se je lastna cena pridelka znižala z 1,79 €/kg na 1,37 €/kg, kar pomeni zmanjšanje za približno 23 %. To nakazuje, da namakanje ne le povečuje količino pridelka, temveč tudi izboljšuje stroškovno učinkovitost, saj lastna cena že vključuje vse proizvodne stroške, vključno s stroški namakanja.

Takšen rezultat kaže, da je namakanje pri poru ekonomsko upravičeno, saj prinaša dvakratno prednost: večji obseg pridelkov in nižjo ceno na enoto, kar lahko pridelovalcem omogoči boljšo konkurenčnost na trgu. Kljub temu je pomembno opozoriti, da so ti podatki specifični za por in navedeni poskus. Poleg tega bi bilo za popolno razumevanje ekonomske izvedljivosti potrebno upoštevati tudi dolgoročne vplive namakanja na kakovost tal, potrebe po vzdrževanju sistema in morebitne spremembe v tržnih razmerah, ki bi lahko vplivale na donosnost.

Vsekakor pa ti podatki potrjujejo, da je namakanje pri poru učinkovit način za povečanje produktivnosti in znižanje stroškov na enoto pridelka, kar je ključno za zagotavljanje trajnostnega in donosnega kmetovanja, zlasti v obdobjih suše ali na območjih z nezadostnimi naravnimi padavinami.

KMG 4 (Najvirt)

Na kmetiji smo v praktičnem preizkusu projekta proučevali vpliv namakanja na količino pridelka pri ekološki pridelavi čebule. Kapljično namakanje se je izvajalo z obrokom 60 m³/ha, lastni namakalni sistem, vodni vir je vrtina.

Preglednica: Rezultati preizkusa ekonomike namakanja na kmetiji 3

ČEBULA EKOLOŠKO	Pridelek	Lastna cena (€/kg)
NENAMAKANO	5600	0,263
NAMAKANO	7000	0,236

Pri nenamakanih površinah dosežemo pridelke 5.600 kg/ha, medtem ko namakanje pridelke poveča na 7.000 kg/ha – to pomeni 25-odstotno povečanje, kar dokazuje, da je voda ključnega pomena tudi pri ekološki pridelavi čebule. Še pomembneje pa je, da lastna cena pridelka pri namakanju znatno nižja, kar kaže na izrazito stroškovno učinkovitost. Ta kombinacija večjih pridelkov in nižjih stroškov na enoto jasno nakazuje, da je namakanje pri ekološki čebuli ne le agronomsko smiselno, temveč tudi ekonomsko upravičeno.

KMG 5 (Pignar)

Kmetija Pignar je v praktičnem preizkusu pridelovala lucerno, vrednotili smo količino in kakovost pridelka na štirih kombinacijah: namakano in nenamakano ter gnojeno z dušikom in brez gnojenja z dušikom. Rezultati so v spodnji preglednici.

Preglednica: Stroški pridelave lucerne pri različnih obravnavanjih

SAMO NAMAKANJE				
LUCERNA	Pridelek (kg/ha)	Lastna cena (€/kg)	PSB ¹⁾ (g/kg)	€/g PSB
NENAMAKANO	13965	0,059	81,3	0,0007
NAMAKANO	14566	0,057	71,4	0,0008
DOGNOJEVANJE Z DUŠIKOM				
LUCERNA	Pridelek (kg/ha)	Lastna cena (€/kg)	PSB(g/kg)	€/g PSB
NENAMAKANO	18850	0,038	74,8	0,0005
NAMAKANO	19620	0,045	80,8	0,0006

¹⁾PSB-vsebnost prebavljenih surovih beljakovin

Tabela podaja podrobno primerjavo učinkov namakanja in gnojenja z dušikom na pridelke lucerne, pri čemer analizira štiri ključne parametre: pridelke na hektar, lastno ceno, vsebnost beljakovin (PSB) in stroške na gram beljakovin. Pri obravnavi samostojnega vpliva namakanja opazimo, da namakanje pridelke lucerne rahlo poveča s 13.965 kg/ha na 14.566 kg/ha, kar pomeni približno 4-odstotno rast, hkrati pa se lastna cena rahlo zniža z 0,059 €/kg na 0,057 €/kg. Vendar pa se vsebnost beljakovin (PSB) pri namakanih površinah zmanjša z 81,3 g/kg na 71,4 g/kg, kar povzroči nekoliko višje stroške na gram beljakovin (0,0008 €/g v primerjavi z 0,0007 €/g pri nenamakanih površinah). To kaže, da namakanje sicer poveča količino pridelka, vendar lahko vpliva na kakovost krme glede vsebnosti beljakovin.

Pri uporabi gnojenja z dušikom pa so rezultati bolj izraziti. Nenamakane površine z gnojenjem dosežejo pridelke 18.850 kg/ha, kar je znatno več kot pri nenamakanih brez gnojenja, z lastno ceno 0,038 €/kg, kar je najnižja vrednost v vseh primerih. Namakanje v kombinaciji z

gnojenjem še dodatno poveča pridelke na 19.620 kg/ha, vendar se lastna cena ob tem poveča na 0,045 €/kg. Zanimivo je, da se vsebnost beljakovin pri namakanih in gnojenih površinah poveča na 80,8 g/kg v primerjavi z 74,8 g/kg pri nenamakanih gnojenih površinah, vendar so stroški na gram beljakovin še vedno nekoliko višji (0,0006 €/g v primerjavi z 0,0005 €/g).

Te ugotovitve kažejo, da je imelo gnojenje z dušikom v letu poskusa bistveno večji vpliv na povečanje pridelkov in znižanje lastne cene lucerne kot samostojno namakanje. Vendar pa je treba upoštevati tudi vpliv teh praks na kakovost krme, saj se vsebnost beljakovin in s tem stroški na gram beljakovin razlikujejo glede na uporabljeno metodo. Kombinacija namakanja in gnojenja z dušikom se zdi najbolj učinkovita za povečanje pridelkov, vendar je treba natančno pretehtati stroške in koristi, še posebej glede na cilje pridelave (količina ali kakovost krme) in okoljske vplive gnojenja. Ta analiza poudarja kompleksnost kmetijskih odločitev, kjer je treba upoštevati več dejavnikov hkrati, da dosežemo optimalne rezultate.

5. Zaključki

Namakanje ima izrazito pozitiven vpliv na pridelek, saj statistično značilno poveča količino pridelka na hektar. To potrjuje ključno vlogo vode pri optimizaciji rastnih pogojev, kar je še posebej pomembno v sušnih obdobjih ali na območjih z nezadostnimi padavinami.

Gospodarska upravičenost namakanja je odvisna od izvedbe sistema in cene vode. Primer koruze je pokazal dve različni scenariji donosnosti, vendar je bilo treba upoštevati tudi težave v sistemu namakanja med poskusom, kar je znatno vplivalo na stroške. Kljub temu lahko pravilno načrtovanje in vzdrževanje zmanjša tveganje za nepredvidene stroške.

Pozitiven učinek namakanja na lastno ceno pridelka je bil opazen pri vrtninah, kot sta por in ekološka čebula, ki sta bili vključeni v preizkus zaradi zahtev kolobarja, kar poudarja potencial namakanja za povečanje dobičkonosnosti v specifičnih pridelovalnih okoljih. Kombinacija večjih pridelkov ter stabilne ali celo nižje lastne cene na namakanih površinah nakazuje, da je namakanje ekonomsko upravičeno, zlasti pri pridelkih z visoko dodano vrednostjo ali na območjih z nizko padavinsko oskrbo.

Ključna vprašanja, ki zahtevajo nadaljnje raziskave, vključujejo učinkovitost in obseg namakanja z različnimi sistemi, kot so bobenski namakalniki, tračne naprave, kapljično namakanje, talno namakanje, potopni razpršilci, t.i. japonska cev in pivoti. Zlasti je potrebno ugotoviti, koliko hektarjev lahko optimalno namakamo z enim bobenskim namakalnikom glede na lastnosti rastline in tal, ter kako se pokritost in učinkovitost razlikujejo med posameznimi sistemi.

Nadaljnja analiza mora vključevati tako modelne izračune kot realne podatke iz projektnih poskusov, da se ovrednoti optimalen načrt namakanja za posamezno poljščino/kulturo ob upoštevanju potreb pridelkov, lastnosti tal in klimatskih razmer. Pri tem je ključno primerjati dejanske vrednosti porabe vode, energetske učinkovitosti in stroškov ter ugotoviti, ali obstajajo razlike v donosnosti glede na izbrano metodo namakanja, na primer pri uporabi različnih izvedb namakalnih sistemov.

Posebno pozornost je treba nameniti energetskim stroškom v luči novega sistema obračunavanja omrežnin, saj lahko spremembe v cenah elektrike vplivajo na ekonomsko upravičenost posameznih namakalnih sistemov. Vprašanje je, kako nov način obračunavanja vpliva na stroške energije pri različnih namakalnih rešitvah in ali postajajo določene izvedbe,

kot so nizekotlačni kapljični sistemi ali sistemi na sončni pogon, zaradi teh sprememb bolj ekonomične.

Pomembno je tudi preučiti življenjski cikel in vzdrževalne stroške različnih namakalnih sistemov, da se lahko sprejmejo informirane odločitve glede njihove dolgoročne upravičenosti.

Ta vprašanja bodo pomembno prispevala k celoviti oceni optimalne izbire namakalnega sistema, tako z agronomskega in ekonomskega vidika kot z vidika energetske učinkovitosti in trajnostnega upravljanja z viri.

VPLIV OBDELAVE TAL NA ZADRŽEVANJE VODE V TLEH IN NAMAKANJE

(Monika Žnidarič, Tamara Kekec, Matic Leben)

1. Vpliv obdelave tal na zadrževanje vode v tleh in namakanje

Način obdelave tal vpliva na različne funkcije tal, tudi na sposobnost zadrževanje vode v tleh. Na kmetiji Majerič že 15 let izvajajo poskus s tremi različnimi obdelavami: klasična obdelava z oranjem, brez obdelave tal oziroma t.i. »no-till« in plitva obdelava z orodjem »evers«. Na vseh obravnavanjih smo spremljali stanje vlažnosti tal in analizirali delež organske snovi v tleh.

V praktičnem preizkusu projekta se je izkazalo, da je vsebnost organske snovi v tleh, ki so klasično orana, nižja kot v tleh, ki se jih plitvo obdeluje ali sploh ne obdeluje. Podatki o vsebnosti celokupnega ogljika (TOC) so bili naslednji: orano: 15,71 g C/kg SS, no-till: 16,69 g C/kg SS, evers: 18,28 g C/kg SS; rezultati projekta kažejo na to, da je pri manjših posegih v tla več vezanega ogljika v tleh kot pri agresivnih posegih v tla.

Z manjšimi posegi vežemo več ogljika v tleh kot pri globokem oranju.

Glede na podatke o vodno-zadrževalnih lastnostih tal je bil določen obrok namakanja 262 m³ vode za namakanje z bobenskim namakalnikom. Meritve s senzorji so pokazali, da bilo pri plitvi obdelavi praviloma dovolj vlage v spodnjem sloju (od 20 do 40 cm), v zgornjem sloju je primanjkovalo vlage v različnih obdobjih intenzivne rasti in razvoja koruze, zato je bilo namakanje nujno potrebno. Rezultati meritev vlage v tleh so pokazali, da orana tla zadržijo manj vode v svojem talnem profilu kot drugi dve varianti, kar vpliva na boljše vodno-zadrževalne lastnosti tal s čim manj agresivnimi posegi v tla.

NAČIN OBDELAVE	TOC v g/kg s.s.	ORG.SNOV V %	PRIDELKI (kg)
ORANO	13,97	2,41	8.298
BREZ OBDELAVE	16,69	2,88	11.441
PLITVA EVERS	18,28	3,15	10.754

2. Vpliv namakanja na izpiranje nitratov

Rezultati v povezavi z vsebnostjo nitratov v tleh ter gnojenjem z dušikom in namakanjem so pokazali, da rastline porabijo dodana hranila, le če je dovolj vlage v tleh, a se ni pokazala statistično značilna razlika med ponovitvami in obravnavanji. Potrebno bi bilo izvesti vsaj petletni praktični preizkus z več ponovitvami in več lokacijami meritev ostankov nitratov v tleh, da bi ugotovili statistično povezavo med izpiranjem hranil in namakanjem.

Kljub delno pomanjkljivim rezultatom lahko utemeljeno trdimo, da dodajanje vode v času pomanjkanja padavin vpliva na porabo dodanega dušika, saj lahko rastline porabijo hranila le iz vodne raztopine.

VPLIV NAMAKANJA NA KOLIČINO IN KAKOVOST KRMNE RASTLINE

(Aleš Kirbiš, Ernest Plemenitaš)

V poskusu s krmno rastlino lucerno smo obravnavali različne kombinacije namakanja in gnojenja posevka z dušikom. Po vsakem odkosu lucerne na partnerski kmetiji smo vrednotili količino pridelka in odvzeli vzorce krme.

Lucerna (*Medicago sativa*) je visokokakovostna beljakovinska krma za govedo, ki vzpodbuja količino in kakovost mleka. Lucerna ima zelo globok koreninski sistem, tudi do 3 m v globokih tleh, je občutljiva na pomanjkanje vode predvsem po košnji, zato se v praksi pri nas takrat tudi izvaja namakanje. Na partnerski kmetiji se je izvedlo šest odkosov v sezoni in čistilna košnja, praktični preizkus je potekal na štirih obravnavanjih v kombinacijah z in brez namakanja ter dodatno gnojenje z dušikom in brez dodatnega gnojenja. Pridelki silažne lucerne v sezoni 2024 so prikazani v spodnji tabeli.

Rezultati analiz krme so pokazali, da je bil pridelek lucerne, ki je bila **namakana in gnojena z dušikom**, najvišji, silažna lucerna pa je imela višjo vsebnost magnezija, fosforja, prebavljivih surovih beljakovin, NFC (nestrukturiranih ogljikovih hidratov), škrobnih enot in neto energije, višjo energijsko vrednost silaže in več hranil na enoto mase. Silaža ki je bila pridobljena iz namakane in gnojene površine je bila bogatejša s hranili in energijo. Povečana vsebnost prebavljivih beljakovin in magnezija ter višja energijska vrednost ji omogočajo boljše zadostitev potreb krav v laktaciji.

Tabela: Pridelki silažne lucerne v sezoni 2024

PRIDELKI SILAŽNE LUCERNE 2024	NAMAKAN O +N	NAMAKANO +O	NENAMAKANO +O	NENAMAKANO +N
1.košnja: v kg/ha	3750	2920	2920	3745
2.košnja: v kg/ha	4170	3320	3330	4150
3.košnja: v kg/ha (1. namakanje)	3940	2916	2750	3610
4.košnja: v kg/ha (2. namakanje)	3840	2920	2500	3420
5.košnja: v kg/ha	2650	1750	1740	2640
6.košnja: v kg/ha	1270	740	725	1285
SKUPAJ	19620	14566	13965	18850

Pridelek silažne lucerne, ki je bila **gnojena in brez namakanja** je bil nekoliko nižji (za 6 %) od prejšnje obravnave, lucerna pa je imela nekoliko višja vsebnost vlaknin, kalija in nižjo vsebnost magnezija, vsebovala je nekoliko manj prebavljivih beljakovin, manj NFC, škrobnih enot in neto energije za laktacijo, manj energije in je manj bogata s prebavljivimi beljakovinami v primerjavi z silažo, ki je bila namakana in gnojena. Ta silaža bo prav tako kakovostna, vendar z nekoliko nižjo energijsko vrednostjo in večjo vsebnostjo vlaknin, kar pomeni, da je manj primerna za visoko produktivne krmne obroke.

Pridelek silažne lucerne, ki je bila pridobljena iz **namakane in negnojene površine** je bil opazno nižji (za 25 %) , lucerna pa je vsebovala več vlaknin in kalija, vendar manj fosforja, magnezija, škrobnih enot in neto energije za laktacijo, namakanje je povzročilo nižjo vsebnost energije v silaži, ter povečalo vsebnost vlaknin in kalija, kar je koristno za splošno zdravje in ravnovesje elektrolitov.

Silaža, ki **ni bila namakana in ne gnojena** je imela najnižji pridelek (za 30 % nižji od gnojene in namakane), imela pa je višjo vsebnost suhe snovi, surovih beljakovin, NFC, škrobnih enot, več neto energije za laktacijo in skupnih hranilnih snovi, vsebovala pa je manj vlaknin, kalija, fosforja, magnezija in kalcija v primerjavi s silažo, ki je bila namakana.

Z namakanjem in dodatnim gnojenjem z dušikom, kljub dejstvu, da je lucerna metuljnica in veže dušik iz zraka, opazno povečujemo količino pridelka in tudi izboljšujemo kakovost silažne lucerne.

UPORABA BREZPILOTNEGA LETALNIKA ZA OPTIMIZACIJO NAMAKANJA

(Matic Leben)

Eden pomembnejših ciljev projekta je bil tudi uvedba sodobnih tehnoloških pristopov v kmetijsko prakso, med katerimi izstopa uporaba brezpilotnih letalnikov oziroma dronov. Droni se v tujini že uveljavljajo kot učinkovito orodje za opazovanje stanja rastlin, v Sloveniji pa je njihova uporaba v kmetijstvu še vedno redka. Projekt EIP predstavlja pionirski korak na tem področju, saj sistematično preizkuša možnosti daljinskega zaznavanja za optimizacijo praks namakanja.

Glavni namen vključitve drona v projekt je bila možnost izboljševanja napovedovanja potreb rastlin po vodi. Z zajemanjem multispektralnih podatkov z višine se lahko z natančnostjo oceni vodni stres rastlin, kar omogoča pravočasno in količinsko ustrezno odločitev o začetku in trajanju namakanja. S tem se izognemo prepozni ali pretirani uporabi vode, kar zmanjšuje negativne vplive na okolje in izboljšuje učinkovitost rabe virov.

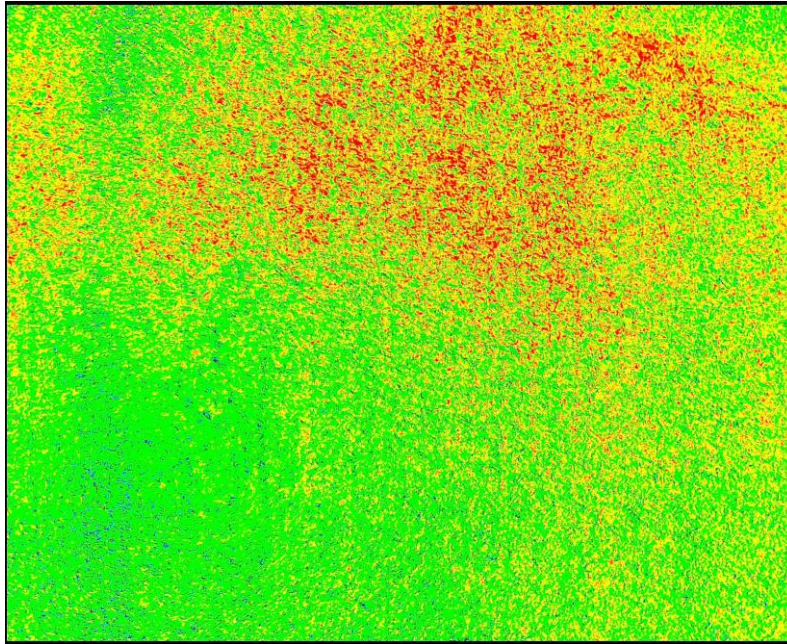
Na poskusnih parcelah smo tekom projekta uporabili dron DJI Phantom z multispektralno kamero za zaznavanje stanja posevkov glede oskrbe z vlago. Z uporabo multispektralnih kamer v kmetijstvu lahko pridobimo podatke o splošnem stanju rastlin, preskrbljenosti z vodo, fotosintezni aktivnosti, prehranjenosti, pojavu povzročiteljev bolezni in škodljivcev.



Slika: Z multispektralno kamero lahko pridobimo koristne podatke o stanju posevkov

Praktična uporaba drona je potekala na sodelujočem kmetijskem gospodarstvu Pignar, kjer smo z dronom izdelali prostorski prikaz potreb rastlin po vodi, ki so bili primerjani s podatki iz vremenske postaje in senzorjev vlage v tleh. S tem so bile potrjene zmožnosti drona kot podpornega orodja za odločanje o namakanju.

Z dronom je mogoče hitro pregledati obsežne kmetijske površine, zaznati težave in ukrepati, možno je določiti optimalne količine gnojil in vode za vsak del polja, kar omogoča bolj smotrno uporabo omenjenih sredstev in zmanjšuje negativne vplive na okolje.



Slika: Digitalni posnetki kmetijske površine glede preskrbljenosti z vodo; rdeča polja kažejo na pomanjkanje vode v tleh in potrebe po namakanju

Droni lahko v veliki meri pripomorejo k bolj trajnostni in učinkoviti kmetijski praksi. V prihodnje bo uporaba dronov v kmetijstvu predstavljala ključni del digitalne revolucije na tem področju, človeško oko namreč ne zmore zaznati zgodnjega dogajanja v listih.

Uporaba dronov v kmetijstvu ima velik potencial za različne operacije, ki so ključne za uspešno upravljanje kmetijskih površin, med drugim tudi zgodnje odkrivanje suše in zgodnje odkrivanje stresa pri kulturnih rastlinah.



Slika: Posnetek kmetijske površine z dronom

Redni pregledi z droni so nam dali vpogled v periodično spremljanje stanja vegetacije in preskrbljenosti posevka z vodo. Z letenjem nad posevki lahko tudi nadzorujemo izvajanje procesa namakanja in oroševanja v trajnih nasadih.

S pomočjo drona smo v projektu pridobili podatke, ki niso le izboljšali učinkovitosti namakanja, temveč tudi prispevali k zmanjšanju porabe vode, boljšemu izkoristku hranil in zmanjšanju tveganja za izpiranje gnojil v podtalnico. Uporaba drona se je izkazala kot tehnološka rešitev z veliko dodano vrednostjo, saj omogoča hiter, natančen in ponovljiv vpogled v stanje rastlin na večjih površinah.



Slika: Dron v praktičnem preizkusu projekta

V zaključku lahko rečemo, da uvedba daljinskega zaznavanja preko dronov predstavlja pomemben prispevek k digitalizaciji in trajnostni prenovi slovenskega kmetijstva. Pridobljeni rezultati potrjujejo, da lahko takšna tehnologija v kombinaciji s pedološkimi in meteorološkimi meritvami pomembno pripomore k zmanjšanju vpliva podnebnih sprememb na kmetijsko pridelavo in k ohranjanju naravnih virov.

VAROVANJE TAL IN OHRANJANJE BIOTSKE PESTROSTI NA KMETIJSKIH ZEMLJIŠČIH

(Jelka Brdник, Ivan Puklavec)

1. Uvod

Ustrezna raba tal ob vodotokih je ključnega pomena za preprečevanje erozije. Vodotoki s svojo naravno dinamiko oblikujejo obrežne ekosisteme, ki zagotavljajo pomembne ekološke storitve, vključno s filtracijo onesnaževal, habitatom za številne rastlinske in živalske vrste ter regulacijo vodnega režima. Neprimerna raba tal lahko vodi v degradacijo teh območij, povečano erozijo, izgubo habitatov in zmanjšano sposobnost tal za zadrževanje vode.

V zadnjih letih se soočamo z vedno večjimi izzivi, povezanimi s podnebnimi spremembami, ki prinašajo pogostejše in intenzivnejše nalive. Posledično se povečuje tudi tveganje za poplave. Poplavna območja so ključna za naravno regulacijo vodnih tokov, vendar jih neustrezno upravljanje in neprimerna raba lahko spremenita v problematična območja s škodljivimi posledicami za okoliške ekosisteme.



Slika: Zatravljen pas ob vodotoku

V tem poročilu bomo analizirali ustreznost izbrane rabe tal na poplavnem območju ob vodotoku ter ocenili vpliv različnih vrst rastlinskega pokrova na stabilnost tal, zadrževanje vode in spodbujanje biotske pestrosti. Poseben poudarek bo namenjen primerjavi naravnega rastlinskega pokrova s kmetijsko rabo.

2. Zasnova praktičnega preizkusa projekta

Praktični preizkus je bil izveden na zemljiščih Jeruzalem SAT Ormož d.o.o. v pridelovalnih sezonah 2023 in 2024, zakoličili smo poskusne parcele za tri predvidene obdelave: zatravljeno, naravna zarast in obdelano kmetijsko zemljišče s kulturo. Odvzeli smo vzorce tal za analizo

celotnega organskega ogljika (TOC), katera količina bo ključna za spremljanje vezave ogljika v tleh na različnih variantah obdelave na zemljiščih projektnega partnerja. Praktični preizkus je potekal na plitvih nerazvitih obrečnih tleh, gre za slabše kmetijsko zemljišče na ravnini s pogostimi pojavi poplavljanja in vodno-erozijskimi procesi.



Slika: Posevek ozimne pšenice na poplavnem območju

3. Metodologija

V okviru projekta smo preverili različne oskrbe tal in kakšna je biotska raznovrstnost pri posamezni oskrbi. Poskus je potekal v treh obravnavah: zatravljeno, naravna zarast in obdelano. Popis je potekal na način, da smo v letu 2023 in 2024 popisali vse rastlinske vrste znotraj določene ploskve na poskusu in jim ocenili pokrovnost v odstotkih. Za interpretiranje podatkov smo vse popisane rastlinske vrste razvrstili v tri skupine: trave (Poaceae), detelje (Fabaceae) in zeli (ostale družine popisanih rastlin). V primeru, da je bila vrsta prisotna le posamično, smo jo označili s simbolom "+", kar smo pri nadaljnji interpretaciji vrednotili kot prisotnost brez pomembnega deleža.

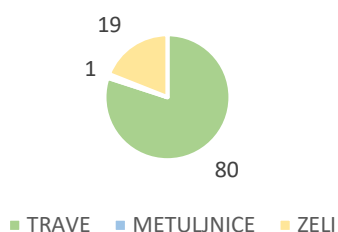
Zatravljena poskusna površina je bila obdelana 1 – 2 krat na leto, na obdelani poskusni površini so vsa opravila potekala istočasno z opravili na preostalem delu GERK-a izven poskusa, na poskusni ploskvi naravne zarasti pa se niso izvajala nobena kmetijska opravila.

4. Rezultati

Zatravljena površina

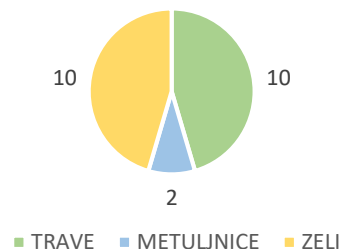
Največja biotska pestrost se je bila v letu 2023 ugotovljena na oskrbi tal z zatravljanjem, kjer smo znotraj popisne ploskve popisali 22 različnih rastlinskih vrst. Po ocenjenem deležu so prevladovala trave, sledile so zeli in metuljnice. Po številu različnih rastlinskih vrst so bile v letu 2023 enakomerno zastopane trave in zeli. Najmanjši je bil delež metuljnic, saj sta jih zastopali le dve vrsti (graf 1 in 2).

Pokrovnost v letu 2023
(%)



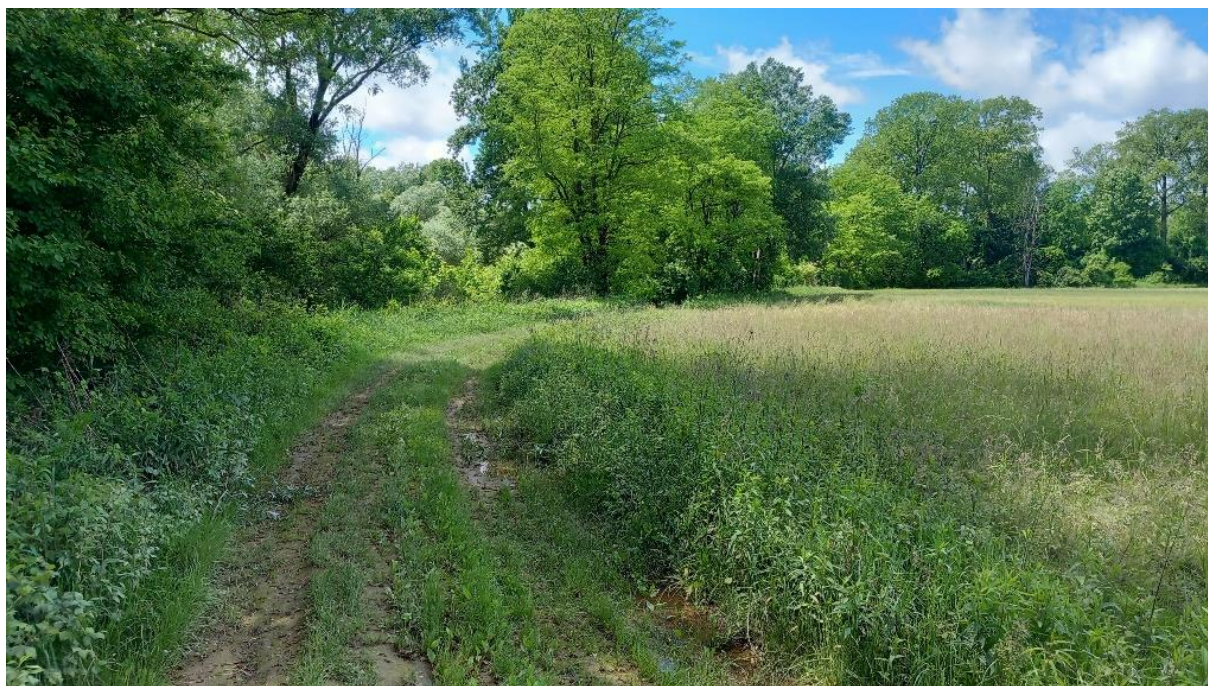
Graf 1: Delež pokrovnosti (%)

Število vrst v letu 2023



Graf 2: Število rastlinskih vrst po skupinah

V letu 2024 se je zmanjšal delež trav za 3 %, povečal pa se je delež zeli, predvsem na račun povečanja deleža zlata rozga na delu zatravljene površine ob vodotoku.



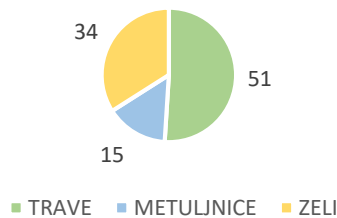
Slika: Zlata rozga je v maju leta 2024 začela prevladovati na robu poskusnega polja zatravljene površine ob vodotoku

Naravna zarast

Na območju poskusne ploskve naravne zarasti smo v letu 2023 ugotovili 15 različnih rastlinskih vrst, večinoma je šlo za plevelne vrste, močno je prevladoval muhvič z 28 %. Velik delež so predstavljale tudi invazivne tujerodne vrste pelinolistna ambrozija, kanadska in orjaška zlata rozga ter enoletna suholetnica (skupaj 23 %). Na neobdelani kmetijski površini z naravno zarastjo, ki predstavlja varovani pas ob vodotokih je bil prisoten izbruh invazivnih rastlin, kot

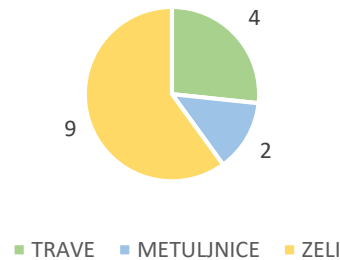
so ambrozija ali pelinolistna žvrklja (*Ambrosia artemisiifolia*), divji sirek (*Sorghum halepense*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*) in kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), ki jih bo težko odstranjevati in izkoreniniti.

Pokrovnost v letu 2023
(%)



Graf 3: Delež pokrovnosti (v %)

Število vrst v letu 2023



Graf 4: Št. rastlinskih vrst po skupinah

Na koncu poletja je prišlo tudi do semenjenja pelinolistne ambrozije, ki se je razrastla na kontrolirani površini. Posledično je že v aprilu leta 2024 prišlo do povečanega deleža ambrozije znotraj ploskve.



Slika: Ambrozija na ploskvi naravne zarasti je množično kalila že v aprilu 2024

Obdelano

Znotraj popisne ploskve območja obdelane površine smo v letu 2023 popisali le 8 različnih rastlinskih vrst zraven koruze. V vseh primerih gre za plevelne rastline, prevladoval pa je muhvič. V letu 2024 je bila na poskusni ploskvi posejana pšenica, popisa pa ni bilo mogoče izvesti zaradi obilnih poplav, ki so preprečile rast pšenice, kot njivskih plevelov.

Posejana ozimna pšenica je bila oslabela od poplav reke Drave, a se je kljub temu primerno razrastla in pokrila tla. Pokritost tal je bila manjša zaradi poplavljanja in na nekaterih delih so tla nepokrita zaradi propadanja posevka, opazna je bila tudi precejšnja zapleveljenost.



Slika: Obdelana površina v prvem letu praktičnega preizkusa

5. Vsebnost ogljika v tleh (TOC)

V vzorcih tal podjetja Jeruzalem Ormož SAT d.o.o. smo določili skupni organski ogljik (TOC). Rezultati so prikazani v spodnji preglednici.

Preglednica: Rezultati analiz vzorcev tal Jeruzalem Ormož SAT d.o.o..

	Oznaka vzorca: Jeruzalem 1*
<i>Datum vzorčenja</i>	05.04.2023 (0-25 cm)
TOC (g/kg ss)	16,24
org. snov (izračun, %)	2,80
	Oznaka vzorca: Jeruzalem 2*
TOC (g/kg ss)	9,52
org. snov (izračun, %)	1,64
	Oznaka vzorca: Jeruzalem 3*
TOC (g/kg ss)	7,35
org. snov (izračun, %)	1,27

*Dodatna razlaga: Jeruzalem 1 – travinje, Jeruzalem 2 – naravna zaraščenost, Jeruzalem 3 – kmetijsko obdelana površina, koruza.

Vsebnost organske snovi v vzorcu št. 1 je 2,80 % (TOC: 16,24 g/kg ss = 1,624 % × 1,724 = 2,80 % organske snovi snovi), kar pomeni, da gre za humozna tla.

Vsebnost organske snovi v vzorcu št. 2 je 1,64 % (TOC: $9,52 \text{ g/kg ss} = 0,952 \% \times 1,724 = 1,64 \% \text{ organske snovi}$), kar pomeni, da so tla uvrščena že med slabo humozna.

Vsebnost organske snovi v vzorcu št. 3 je 1,27 % (TOC: $7,35 \text{ g/kg ss} = 0,735 \% \times 1,724 = 1,27 \% \text{ organske snovi}$), kar pomeni, da gre za slabo humozna tla.

Povezava med različnimi obdelavami in skupnim organskim ogljikom (TOC) je šibka, potrebno bi bilo narediti več zaporednih meritev v več letih, da bi prišli do statistično značilne korelacije med različnimi obdelavami in vsebnostjo TOC v tleh.



Slika: Analiza biotske pestrosti na območju praktičnega preizkusa projekta

6. Zaključek in priporočila

Na podlagi analize stanja biotske pestrosti ob različnih načinih rabe tal na poplavnem območju ob vodotoku ugotavljamo, da ima način upravljanja tal ključen vpliv na sestavo rastlinske združbe, stabilnost tal in prisotnost invazivnih vrst. Najvišja biotska pestrost je bila dosežena na zatravljenih površinah, kjer so bile zastopane tako trave kot zeli in v manjši meri tudi metuljnice. Zatravljene površine omogočajo vzpostavitev stabilnega rastlinskega pokrova, ki prispeva k zmanjševanju erozije ter krejitvi talne strukture.



Slika: Izbruh ambrozije na neobdelani površini v juliju

Naravna zarast, kljub nižji obdelavi, ni prispevala k večji biotski pestrosti, saj so bile prisotne predvsem plevelne in invazivne vrste, kot so pelinolistna ambrozija in zlata rozga. Te vrste ne le zmanjšujejo ekološko vrednost površin, temveč lahko s svojo agresivnostjo onemogočajo razvoj avtohtone flore ter negativno vplivajo na okoliške površine. Prisotnost invazivnih vrst se je v letu 2024 dodatno povečala, kar kaže na nujnost njihovega sistematičnega nadzora in odstranjevanja.

Obdelane površine z intenzivno kmetijsko rabo so pokazale najmanjšo biotsko pestrost. Zaradi poplav v letu 2024 se vegetacija ni razvila, kar potrjuje tudi ranljivost intenzivno obdelanih tal v poplavnih območjih.

Zaradi vse večje prisotnosti invazivnih rastlinskih vrst na obvodnih pasovih je nujno vzpostaviti ustrezno in ciljno usmerjeno upravljanje vodotokov, saj invazivne rastline ogrožajo naravno biotsko pestrost in slabšajo zapleveljenost kmetijskih površin v okolici.

ZAKONSKE PODLAGE ZA UVEDBO NAMAKANJA

(Marko Černe)

Žnamakanje spada med zemljiške operacije, ki jih podrobno opredeljuje Zakon o kmetijskih zemljiščih (Uradni list RS, št. 71/11 – uradno prečiščeno besedilo, 58/12, 27/16, 27/17 – ZKme-1D, 79/17 in 44/22). Namakalni sistem je skup naprav za zagotovitev vode, njeno distribucijo in rabo z namenom zagotoviti rastlinam zadostno količino vode v tleh. Za uvedbo namakalnega sistema vlagatelj poda predlog na Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP), ki na podlagi predloga vlagatelja in vseh predloženih predpisanih prilog izda odločbo o uvedbi namakalnega sistema.

Pred vložitvijo vloge za odločbo o uvedbi namakanja je dobro pripraviti agronomske podlage za zasnovo bodočega namakalnega sistema, ki vključuje podatke o lastnostih tal na območju namakanja, pregled vremenskih razmer na področju namakalnega sistema (povprečne padavine, evapotranspiracija) in vrste ter značilnosti kmetijskih rastlin, ki jih nameravamo namakati.

Prav tako je treba predvideti primeren vodni vir, ki nam bo zagotavljal dovolj vode v času, ko jo bomo potrebovali. Za pomoč pri pridobivanju potrebnih soglasij in dovoljenj je treba pripraviti tudi idejno zasnovo namakalnega sistema, kjer opredelimo mesto odvzema vode, načrt trase predvidenih cevovodov, lokacijo hidrantov, kamor bo uporabnik priključil ustrezno opremo za namakanje, višinske razlike, konfiguracijo terena, transportne poti, prečkanja cest in druge značilnosti namakalnega območja.



Slika: Vodni zadrževalnik za namakanje

Ključni dokumenti, ki so potrebni za uvedbo namakanja so vodno dovoljenje, gradbeno dovoljenje, presoja vplivov na okolje in odločba o uvedbi namakanja.

Vodno dovoljenje

Za namakanje kmetijskih zemljišč potrebujemo kakovosten vodni vir, ki nam bo zagotavljal dovolj vode tudi v času, ko primanjkuje padavin, mi pa jo potrebujemo za namakanje pridelkov. Za rabo vode potrebujemo *vodno dovoljenje*, za poseg v vodno telo pa *vodno soglasje/mnenje o vplivu gradnje na vodni režim ali stanje voda*.

Izbira vodnega vira opredeljuje tudi potrebno dokumentacijo pri pridobivanju vodnega dovoljenja. Poznamo različne vodne vire za namakanje kmetijskih zemljišč: površinske vode (reke, potoki, jezera, kanali), podzemne vode (vrtine, vodnjaki) in vodne zbiralnike ter vodna zajetja oz. akumulacije, vodo iz javnega vodovoda in kapnico.



Slika: Črpalnice namakalnega sistema več uporabnikov

Za vsako neposredno rabo vode za namakanje (razen za deževnico) je potrebno pridobiti vodno dovoljenje. Pri vlogi za pridobitev vodnega dovoljenja za neposredno rabo vode za namakanje kmetijskih zemljišč potrebujemo podatke o mestu odvzema vode, opredelitev največjih količin odvzema vode in obdobje rabe, seznam parcel, ki se bodo namakale (morajo biti skladne z parcelami, ki spadajo v območje namakalnega sistema in bodo navedene kasneje pri vlogi za odločbo o uvedbi namakanja), lastnosti namakalnega sistema in potrebne količine vode za namakanje ter jakost namakanja v mm/h. Za rabo deževnice oziroma kapnice ne potrebujemo vodnega dovoljenja.

Raba prečiščenih odpadnih voda iz čistilnih naprav ni zakonsko urejena in zato zaenkrat ne obstajajo realne možnosti za njeno uporabo v kmetijstvu.

Gradbeno dovoljenje

Uvedba namakanja je poseg v prostor, zato je treba upoštevati tudi določbe gradbene zakonodaje (GZ-1). Za namakanje potrebujemo namreč tudi primerne objekte. Objekti se delijo na zahtevne, manj zahtevne, nezahtevne in enostavne objekte. Glede na zahtevnost gradnje se prilagaja tudi način pridobivanja soglasij in projektnih pogojev.



Slika: Vrtina za namakanje

Za zahtevne in manj zahtevne objekte je treba pridobiti *gradbeno dovoljenje*, izdelati projekt za izvedbo gradnje, na koncu pa pridobiti tudi uporabno dovoljenje. Za nezahtevne objekte je potrebno gradbeno dovoljenje v precej zoženem obsegu dokumentacije in izdelati projekt izvedbenih del, pri enostavnih objektih pa je možna gradnja brez gradbenega dovoljenja.

Namakalni sistemi (odvzemni objekt, dovodno omrežje in namakalna oprema) spadajo po uredbi o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 96/22) med enostavne objekte. Splošna merila, ki jih mora izpolnjevati tak objekt, da spada med enostavne objekte so: višina ne sme presegati 5 m, globina ne sme presegati 2 m in njegov nosilni razpon ne sme presegati 4 m.

Odvzemni objekti, dovodno omrežje in namakalna oprema morajo izpolnjevati zgolj zgoraj navedena splošna merila za enostavne objekte.

Pri zadrževalnikih za akumulacijo vode in izvedbi vrtin ter rabo podzemnih voda za namakanje kmetijskih zemljišč pa so določene omejitve.

Enostavni objekti za potrebe namakanja so vodno zajetje, objekti za akumulacijo vode in namakanje, ki imajo prostornino razlivne vode do vključno 250 m³. Nezahtevni objekti za potrebe namakanja so vodno zajetje, objekti za akumulacijo vode in namakanje, ki imajo

prostornino razlivne vode od 250 m³ do vključno 2000 m³. Objekti, ki imajo prostornino razlivne vode nad mejo 2000 m³ so manj zahtevni objekti.



Slika: Vodni zalogovnik za namakanje

Tudi črpanje podzemnih voda za namakanje (vrtine) ima določene omejitve z novim gradbenim zakonom. Do globine 10 m gre za enostavne objekte, za katere ne potrebujemo gradbenega dovoljenja, do globine 30 m so to nezahtevni objekti in nad 50 m zahtevni objekti. Vrtine globine od 30 m do 50 m so manj zahtevni objekti.

Vodni rezervoarji in cisterne za vodo za namakanje spadajo med enostavne objekte do prostornine 20 m³, med nezahtevne objekte do prostornine 100 m³, med manj zahtevne do 1.000 m³ prostornine in med zahtevne objekte prostornine nad 1.000 m³.

Presoja vplivov na okolje

Za izvedbo namakanja je potrebno vedeti tudi ali je potrebno za nameravano investicijo izvesti *presojo vplivov na okolje* (PVO), kar ureja Uredba o posegih v okolje, za katere je potrebno izvesti presojo vplivov na okolje. Ta uredba predvideva, da je PVO obvezna, če znaša površina namakanja nad 100 ha, zmogljivost objekta nad 10 milijonov m³. Če znaša površina namakanja nad 50 ha, se v predhodnem postopku (PP) ugotovi, ali je PVO potrebna ali ne. Če gre za manjše površine od 50 ha PP ni potreben.

Zaključek

Za uvedbo namakalnega sistema je treba pridobiti zgoraj omenjeno *odločbo o uvedbi namakalnega sistema*. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano na podlagi vloge za pridobitev odločbe o uvedbi namakalnega sistema in ustreznosti vseh dokazil ter preveritvi skladnosti s prostorskimi akti in drugimi omejitvami v prostoru, izda pozitivno odločbo o uvedbi namakanja.

KAKOVOST VODE ZA NAMAKANJE

(Marko Černe)

Voda je tako količinsko kot kakovostno ključnega pomena za uspeh kmetijske pridelave na prostem in v rastlinjakih, zato je pred in tudi med rabo vode za namakanje dobro preveriti njene lastnosti. Voda za namakanje ima različne lastnosti, ki vplivajo na pridelek, rodovitnost tal in okolje, ločimo fizikalne, kemične in biološke lastnosti.



Fizikalne lastnosti so temperatura vode, kalnost in vsebnost trdnih snovi. Temperatura vode je najpomembnejša fizikalna lastnost vode za namakanje, prenizke temperature neugodno vplivajo na rast in razvoj rastlin, še posebno tistih, ki imajo rade toploto. V našem okolju je to tudi večina vrtnin. Zaradi prenizke temperature podzemne vode, ki jo nameravamo uporabljati za namakanje je priporočljivo zbrano vodo iz vrtine predhodno zbrati v zbiralniku, da se segreje na primerno temperaturo.

Prehladna voda zaustavi rast in razvoj kmetijskih rastlin, posledica je zmanjšanje pridelka. Hladna voda hladi zemljišče, zmanjša mikrobiološko aktivnost tal, zmanjšuje dostopnost in sprejem potrebnih hranil. Optimalna temperatura vode za namakanje je od 24 do 28 °C. Minimalna temperatura vode za namakanje, ki jo najbolj občutljivejše rastline še prenašajo brez poškodb, je od 15 do 20 °C, maksimalna pa od 33 do 35 °C. Ostale fizikalne lastnosti so pokazatelj vsebnosti nekaterih trdnih snovi v vodi za namakanje (kalnost), ki lahko vplivajo na namakalno opremo.

Kemične lastnosti vode določajo: vsebnost natrija, klora in topljivih soli, pH vrednost, trdota, alkalnost, električna prevodnost, raztopljeni plini in težke kovine. Za namakanje ne smemo uporabljati onesnažene vode z industrijskimi odpadki (olja, maziva, barve, ipd.), ker taka voda ne škodi samo rastlini in tlom, ampak lahko škodi preko pridelkov tudi ljudem.

Visoka koncentracija topnih soli v vodi za namakanje (predvsem natrijevih, kalcijevih ali magnezijevih) vpliva na rodovitnost tal, zdravje rastlin in opremo za namakanje. Kopičenje soli v tleh lahko povzroči zaslanjevanje ali salinizacijo tal. Previsoka koncentracija soli v vodi za namakanje ovira črpanje vode in rast rastlin ter povzroča fitotoksičnost. Pojav zaslanjevanja zaenkrat pri nas še ni pereč, v nekaterih predelih Evrope (Španija, Italija, Madžarska) pa je kopičenje soli v tleh in posledično zastrupljenih in nerodovitnih tal privedlo do hudih težav v kmetijski pridelavi.

Biološke lastnosti vode za namakanje določajo število različnih vrst bakterij, virusov in praživali, prisotnost alg in drugih organizmov v vodi. Rastlinska pridelava poteka sicer v naravnem (t.j. nesterilnem) okolju, zato je popolna sterilnost vode za namakanje nesmiselna, če seveda pomislimo tudi na druge vplive (gnojenje z organskimi gnojili, ptice in druge divje živali, žuželke) v pridelavi.

POSEBNI DEL

(Matic Leben, Marko Černe)

Posebni del priročnika dobre prakse namakanja poljščin je zasnovan tako, da nudi kmetom in pridelovalcem uporabna navodila za praktično izvajanje namakanja poljščin, ki so najpogostejše prisotne na naših njivah. Strukturiran je tako, da uvodoma predstavlja kmetijske kulture glede potreb po vodi (1), sledijo predstavitev kritičnih faz rasti in razvoja posamezne poljščine ter značilnosti koreninskega sistema (2), zaključí pa se s priporočenimi praksami namakanja pri nas (3).

Ozimna žita

(1)

Namakanje ozimnih žit, pšenice (*Triticum durum* Desf. in *T. aestivum* L.), ječmena (*Hordeum vulgare*), rži (*Secale cereale*), ovsa (*Avena sativa* L.), idr., pri nas izvajamo le izjemoma, saj naravne padavine in zimska vodna zaloga v tleh praviloma zadostujeta za dober in kakovosten pridelek. V zadnjih letih sicer mile zime brez padavin tudi pri nas vplivajo na pomanjkanje vode v tleh in slabše pridelke teh poljščin, tako da se ponekod žita že občasno namakajo. Poraba vode pri žitih je pri nas povprečno od 450 do 650 mm.



Slika: Ozimna žita pri nas namakamo le izjemoma

(2)

Pri žitih ločimo začetno fazo (obdobje od setve do začetka razraščanja), vegetativno fazo (od začetka razraščanja, kolenčenja do klasenja), generativno fazo (cvetenje, razvoj zrnja) in fazo zorenja do žetve. Koreninski sistem žit sega do 1,2 m globine, glavna masa korenin se nahaja v globini od 0,3 do 0,6 m, iz katere žita črpajo 80-85 % svojih potreb po vodi. Kritične faze so razraščanje (pri velikosti okrog 15 cm), cvetenje, oblikovanje klasa in začetno polnjenje zrnja.



Slika: Namakanje ozimnega žita z dežnim topom

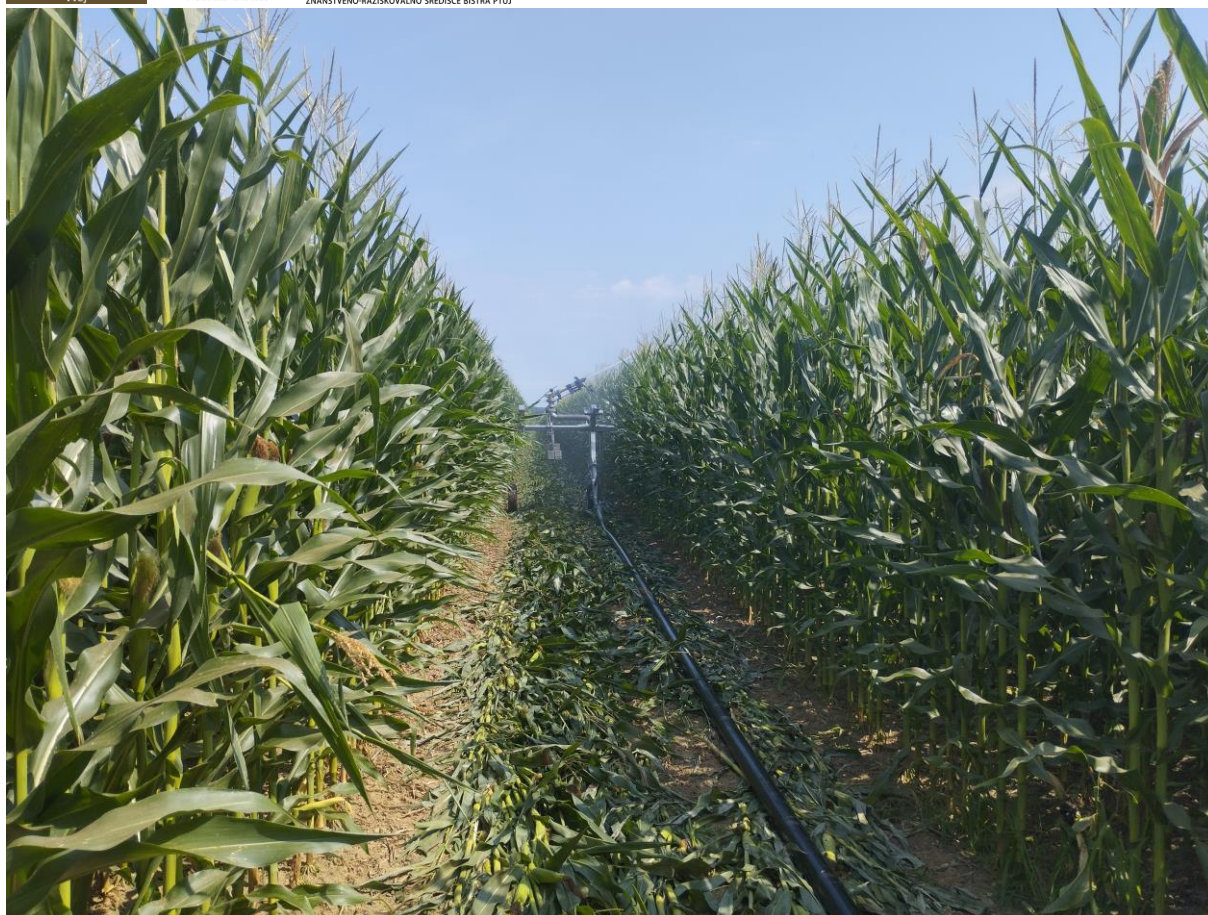
(3)

Žita se lahko namaka površinsko, z uporabo različnih prenosnih razpršilcev, z rolomati ali pivot sistemi. Pri nas ozimnih žit praktično ne namakamo. V primeru zime z malo padavinami in nastopa suše že zgodaj pomladi pa moramo žita dodatno oskrbeti z vodo z namakanjem. Z namakanjem dosežemo v povprečno sušnih letih 10 % višje pridelke žit, v izjemno sušnih letih 15 do 20 % višje pridelke.

Koruza

(1)

Koruza (*Zea mays L.*) je naša najpomembnejša poljščina, uspeva na različnih tleh in v različnih klimatskih razmerah. Koruza je občutljiva na zmrzal, še posebno v začetni fazi po kalitvi, prenaša pa visoke temperature in suho ozračje tudi do 45 °C, vse dokler je na razpolago dovolj vlage v tleh. Zaradi neustrezne razporeditve je pri nas le redko dostopna optimalna količina vode za njeno rast in razvoj ter obilen in kakovosten pridelek. Pri koruzi znaša poraba vode od 500-800 mm, je občutljiva na sušni stres, pomanjkanje vode vpliva na nižje rastline, lažja zrnja in lažje storže.



Slika: Namakanje koruze z dežnim topom in rolomatom

(2)

Pri koruzi ločimo začetno fazo, vegetativno fazo (od konca začetne faze do takrat, ko koruza prekrije skoraj celotno površino), generativno fazo (od konca vegetativne faze do formiranja zrnja, vključuje cvetenje in nastavek ter začetek polnjenja zrnja) in fazo zorenja (od zorenja zrnja do spravila). Koreninski sistem koruze sega tudi do 2 m globine, glavna masa korenin se sicer nahaja v globini 0,8 do 1,0 m, iz katere koruza črpa večino svojih potreb po vodi. Kritične faze so metličenje in cvetenje koruze (tudi 50 % nižji pridelek, če takrat primanjkuje vode) ter faza polnjenja zrnja do konca vodene in začetka mlečne zrelosti. Koruza je manj občutljiva na pomanjkanje vode v začetni fazi, ko je pri nas praviloma dovolj talne vlage in v času zorenja.

(3)

Za namakanje koruze lahko uporabljamo praktično vse tehnologije namakanja, razpršilce, bobenske namakalnike ali rolomate, pivot sisteme, površinsko namakanje, izjemoma tudi kapljično namakanje. Namakanje koruze je pri nas najpogostejše v obdobju od začetka metličenja do konca vodene in začetka mlečne zrelosti (od junija do avgusta), takrat je tudi najučinkovitejše, saj te faze sovpadajo z obdobjem oplodnje, nastavka storžev in najhitreje rasti organske mase. Z namakanjem je potrebno prenehati v fazi zorenja koruze. Z namakanjem koruze dosežemo v povprečno sušnih letih 20-50 % višji pridelek, v zelo sušnih letih tudi 60-80 % višji pridelek.



Slika: Vročinski stres in pomanjkanje padavin lahko ogrozita pridelek koruze

Sladkorna pesa

(1)

Sladkorna pesa (*Beta vulgaris L.*) je dvoletna rastlina, ki v prvem letu rasti oblikuje zadebeljen koren v zemlji, v katerem nalaga sladkor, v drugem letu pa razvije cvetno steblo, na katerem oblikuje seme. Skupna poraba vode znaša pri pridelavi sladkorne pese do 600 mm, največje potrebe za vlago ima sladkorna pesa v času intenzivne rasti, to je v obdobju od začetka junija do konca avgusta.

(2)

Pri sladkorni pesi ločimo naslednje faze rasti in razvoja: začetna faza, srednja faza, zrela faza in faza debeljenja korena do spravila pridelka. Sladkorna pesa ima v začetni fazi sladkor predvsem v listih, pred spravilom v korenu. Glavnina koreninskega sistema sladkorne pese se nahaja v globini od 0,5 do 1,0 m. Sladkorna pesa je zelo občutljiva na sušni stres, celotno rastno dobo mora biti dovolj vode na razpolago, kritična faza je predvsem vegetativna rast, preveč vode pred spravilom pa pomeni manj sladkorja, zato mora biti zadnje namakanje do 4 tedne pred spravilom, odvisno od tipa tal. Prekomerno namakanje lahko izzove nezaželeno cvetenje.



Slika: Namakanje sladkorne pese s premičnimi razpršilci

(3)

Namakalne tehnologije so razpršilci, bobenski namakalniki ali rolomati, pivot sistemi, površinsko (v brazde), redko celo kapljično namakanje. Namakanje ima zelo pomembno vlogo pri pridelavi sladkorne pese, potrebe po vodi rastejo sorazmerno s povečanjem listne mase in debelitvijo korenov. Sladkorna pesa porabi največ vode za rast listne mase (30 % vse porabe vode tekom vegetacije) in za rast korenov (60 %). Prvo namakanje se pri nas običajno izvede konec maja ali začetek junija, zadnje 4 tedne pred spravilom pridelka, če je potrebno. Prehiter začetek namakanja izzove močno rast koreninskega sistema v površinskem sloju tal, širjenje nematod, zaostanek razvoja korena in povečanje stroškov pridelave. Prepozno namakanje pa vpliva na padec sladkorja in povečanje melasotvornih (melasa je stranski proizvod pri proizvodnji sladkorja) snovi. Pridelki sladkorne pese so pri nas z namakanjem višji za 25 – 35 % v povprečno sušnih letih in za do 60 % višji v zelo sušnih letih.

Oljna ogrščica

(1)

Oljna ogrščica (*Brassica napus L. var. napus*) je poljščina, namenjena pridelavi rastlinskega olja za človeško in živalsko prehrano ter za pridelavo goriva za pogon dizelskih motorjev. Ogrščica ima globok koreninski sistem, sega od 1,0 do 1,5 m globoko, večina korenin pa seže do globine 50 cm. Pri nas jo običajno sejemo od 20. avgusta do 10. septembra, spomladanska setev pri nas ni običajna. Ozimna ogrščica raste v obdobju, ko je naravnih padavin pri nas dovolj. Žetev se izvede po ječmenu v prvi polovici julija. Za svoj rast potrebuje veliko vode, še posebej je pomembna zadostna oskrba z vodo v času podaljševanja stebela in listanja ter v

stadiju cvetenja, nastavka in polnjenja zrn. Oljna ogrščica potrebuje od 400 do 700 mm vode za normalno rast, zaradi obilne vegetativne mase je velika potrošnica vode.

(2)

Ker ima globok in tudi razvejan koreninski sistem dobro prenaša sušne razmere. Koreninski sistem oljne ogrščice sega lahko do 1,0 m ali celo do 1,5 m globine, glavna masa korenin se sicer nahaja v globini 0,3 do 0,5 m, iz katere oljna ogrščica črpa 70 % svojih potreb po vodi. Kritične faze glede pomanjkanja vode v tleh so: vznik (izjemoma), podaljševanja stebila in listanja, stadij zbitih popkov, cvetenja in polnjenja zrn.



Slika: Oljna ogrščica

(3)

Za namakanje oljne ogrščice se najpogosteje uporabljajo bobenski namakalniki ali rolomati in pivot sistemi. Namakanje oljne ogrščice se pri nas izvaja le izjemoma, saj naravne padavine in vodna zaloga praviloma zadostujeta za dober in kakovosten pridelek. Če se setev izvede v zelo suhih razmerah in med vznikom ni padavin, seme miruje in počaka na prvo vlago, da vzklije. Možno, a redko je posevek potrebno namočiti že na začetku rastne sezone. V primeru zime z malo padavinami in nastopa suše že zgodaj pomladi pa oljno ogrščico dodatno oskrbimo z vodo z namakanjem v času cvetenja, nastavka in polnjenja zrnja. Z namakanjem oljne ogrščice dosežemo v povprečno sušnih letih 10 % višji pridelek, v zelo sušnih letih 15-20 %.



Slika: Pomanjkanje padavin zelo vpliva na pridelek soje

Soja

(1)

Soja (*Glycine max* L.) je ena najpomembnejših svetovnih poljščin, pridelujemo jo za olje in beljakovine. Ker je v zadnjih letih vse več suhih in vročih obdobj v pridelovalni sezoni, je voda najpogostejši dejavnik, ki zmanjšuje pridelek soje. Soja je najbolj občutljiva na pomanjkanje vode v času cvetenja in nastavka ter polnjenja strokov. Soja porabi za svojo rast in razvoj pridelka od 350–650 mm vode, kar je primerljivo s sončnico in nekaj manj kot oljna ogrščica. Poraba vode se pri soji spreminja z razvojem pridelka. Sojina semena med kalitvijo absorbirajo približno 50 % svoje teže vode, zato je vlaga v zgornjih plasteh prsti pri kalitvi nujna. Valjanje sveže posejane njive v suhih razmerah pomaga izboljšati stik semena s tlemi in oskrbo semena z vodo iz tal. Posevek potrebuje približno 1,2–2,5 mm vode na dan med vznikom in razvojem rastlin. S povečanjem listne površine soje se povečuje poraba vode in doseže približno 2,5–5,0 mm na dan.

(2)

Korenine soje lahko sežejo od 0,5–1,2 m v tla, glavna masa korenin se nahaja v globini od 0,3 – 0,6 m, iz katere soja črpa večino svojih potreb po vodi. Soja je najbolj občutljiva na pomanjkanje vode v tleh v fazi cvetenja, za nastavek in polnjenje strokov, pomanjkanje vode v reproduktivnih fazah lahko prepreči oploditev ali povzroči odpadanje cvetov, zmanjšano število strokov, zmanjšano število semen na strok in zmanjšano velikost semena, kar pomembno vpliva na pridelek.



Slika: Namakanje soje

(3)

V svetu je najpogostejše površinsko namakanje soje v brazde, pri nas namakamo sojo s cevnimi razpršilci, manj rolomati in pivot sistemi. Pri nas namakanje soje pri spomladanski setvi v začetnem obdobju zaradi prisotnosti zimske vlage praviloma ni potrebno. V času cvetenja, oplodnje in polnjenja zrnja pa je namakanje nujno, če primanjkuje naravnih padavin, takrat je namakanje tudi najučinkovitejše. Z namakanjem dosežemo ob pomanjkanju dežja tudi do 60 % višje pridelke. Pri poletni setvi je namakanje nujno že pred in med vznikom ter razvojem rastlin, če primanjkuje naravnih padavin. Soja se na pomanjkanje vode odzove tako, da obrne spodnjo stran listov proti soncu, ker svetla barva odbija sončno svetlobo in tako zmanjšuje transpiracijo. Dolgotrajen stres zaradi suše lahko povzroči zlaganje listov, kar ohranja vlago in ščiti pridelek pred segrevanjem, hkrati pa zmanjšuje fotosintezo in zmanjšuje pridelek do 60 %. V naših vremenskih razmerah soje običajno ne namakamo prepogosto. Dovolj je eno ali več dodatnih namakanj v kritičnih obdobjih rasti, kar znatno poveča donos. Ob ustreznem namakanju soje se povečuje delež beljakovin in zmanjšuje vsebnost olja. V zadnjih fazah zorenja namakanje ni potrebno. Ko so semena popolnoma oblikovana (ko se dotikajo v stroku), namakanje vpliva negativno na zorenje in sušenje pridelka za žetev.

Oljna buča

(1)

Oljna buča (*Cucurbita pepo* L. var. *oleifera*) je poljščina, namenjena pridelavi rastlinskega olja za človeško prehrano. Oljna buča zahteva dosti sonca in relativno tople podnebne razmere, daljša padavinska obdobja vplivajo na slabšo kalitev, oprašitev in oplodnjo. Buče sicer dobro prenašajo krajša sušna obdobja, a je ustrezna preskrbljenost z vodo nujna za dobre in

kakovostne pridelke. Buče dobro uspevajo v lažjih, dobro prezračenih tleh, ki se hitro segrejejo. Optimalen čas setve je prva dekada do sredine maja, ko se tla ogrejejo na 12 °C, zgodnejša setev omogoča črpanje zimske vodne zaloge, s tem hiter in bujen rastlinski pokrov, manjšo zapleveljenost njive, preprečevanje erozije in zadrževanje vlage v tleh. Zimska vlaga in kasnejše naravne padavine lahko zadostujejo za dober in kakovosten pridelek, čeprav je v zadnjih letih zaradi pomanjkanja zimskih padavin nujno oljno bučo namakati. Oljna buča potrebuje od 300 do 400 mm vode za normalno rast, zaradi obilne vegetativne mase je velika potrošnica vode.



Slika: Daljše sušne razmere lahko ogrozijo pridelek oljne buče

(2)

Oljna buča ima globoko glavno korenino s šibko črpalno močjo ter plitve, močno razvejene stranske korenine, koreninski sistem v zgodnji rasti pogosto ostane v zgornjih 15–23 centimetrih, glavni koren pa lahko doseže globino do 60 cm. Zrele glavne korenine buče segajo globlje, sekundarne in terciarne korenine pa segajo široko od rastline. Ker ima globok in tudi razvejan koreninski sistem dokaj dobro prenaša krajša sušna obdobja, pomembna je dobra preskrbljenost tal z vodo v fazi kalitve, cvetenja, oplodnje in nastavka ter polnjenja plodov. Kritične faze glede pomanjkanja vode v tleh so: vznik, podaljševanja stebela in listanja, cvetenje, oplodnja in nastavek plodov ter začetek polnjenja plodov in zrn. Oljna buča je manj občutljiva na pomanjkanje vode v začetni fazi, če je dovolj zimskih padavin, in v času zorenja.

(3)

Najprimernejša tehnologija namakanja je uporaba premičnih cevni sistemov z razpršilci. V začetnih fazah rasti, predvsem po vzniku, lahko uporabljamo tudi bobenske namakalnike z namakalno rampo, v kasnejših fazah, ko je rastlina že bolj odporna, tudi z dežnim topom. Možno je tudi namakanje s pivot sistemi, kapljično namakanje se uporablja le redko. Če se setev izvede v zelo suhih razmerah in med in po vzniku ni padavin, je potrebno posevek

namočiti že na začetku rastne sezone. Z namakanjem oljne buče dosežemo v povprečno sušnih letih 20 % višji pridelek, v zelo sušnih letih 30-35 %, v izjemno sušnih letih do 50%. Ker imajo buče občutljivo nadzemno maso, jih je priporočljivo zalivati zgodaj zjutraj, ko se rastline preko noči ohladijo.



Slika: Oljna buča v vročinskem stresu

Sončnica

(1)

Sončnica (*Helianthus annuus L.*) ima dobro razvit in globok koreninski sistem, pri nas jo običajno sejemo od sredine aprila do sredine maja. Za svoj rast potrebuje veliko vode, še posebej je pomembna zadostna oskrba z vodo v času vznika in podaljševanja stebila in listanja ter oblikovanja koškov (glav). Med cvetenjem in zorenjem pa je ugodno bolj suho vreme z dovolj vlage v tleh. Sončnice lahko sejemo tudi kot strniščni posevek, posejati jo je potrebno nekje do 20. julija, običajno po žetvi ozimnega ječmena ali ozimne pšenice. Sončnica potrebuje od 350 do 600 mm vode za normalno rast, zaradi obilne vegetativne mase je velika potrošnica vode.

(2)

Ker ima globok in razvejan koreninski sistem dokaj dobro prenaša sušne razmere. Potrebe za vodo so največje v času hitre rasti sončnic, v fazi 4 do 6 listov, v času cvetenja, oplodnje in začetka polnjenja zrnja. Koreninski sistem sončnice sega do 1,5 m ali celo do 2 m globine, glavna masa korenin se sicer nahaja v globini 0,5 do 0,7 m, iz katere sončnica črpa 70 % svojih potreb po vodi. Kritične faze glede pomanjkanja vode v tleh so cvetenje, oplodnja in začetek faze polnjenja zrnja.



Slika: Posevek sončnice v sušnih razmerah

(3)

Najpogostejše se za namakanje sončnic uporablja površinsko namakanje v brazde in razpršilci, manj pogosti bobenski namakalniki ali rolomati, pivot sistemi in kapljično namakanje. Pri nas namakanje sončnice v začetnem obdobju zaradi prisotnosti zimske vlage praviloma ni potrebno. Čeprav je sončnica velik porabnik vode, dobro prenese tudi krajša obdobja zelo suhega in vročega vremena. Z namakanjem sončnice dosežemo v povprečno sušnih letih 10-20 % višje pridelke, v zelo sušnih letih 40-50 % višje pridelke. Pomanjkanje vode bolj zniža pridelke zrnja kot delež olja v zrnju sončnice.

Krompir

(1)

Krompir (*Solanum tuberosum* L.) je zelo občutljiv na sušo oziroma vodni stres v vseh fazah rasti in razvoja ter pozitivno reagira na ugodne talno-vodne razmere. Pomanjkanje vode v kritičnih fazah vpliva na manjši pridelek in slabšo kakovost krompirja. Pri krompirju znaša poraba vode pri nas od 400 do 450 mm.

(2)

Krompir ima plitev koreninski sistem, 70 % koreninske mase leži v globini do 0,3 m, celoten koreninski sistem pa od 0,4 do 0,6 m. Kritične faze v razvoju krompirja so: razraščanje stolonov ali živic (od kaljenja krompirja do razraščanja živic je povprečno 3 tedne, v tem času je potrebno največ vode, pri pomanjkanju vode imamo manj živic in posledično manj gomoljev krompirja), nastavek gomoljev in debelitev gomoljev. Manj kritični fazi sta začetna vegetativna rast (takrat

je običajno pri nas še dovolj talne vlage) in zorenje gomoljev. Intenzivno debeljenje gomoljev traja 5-10 tednov oziroma do konca cvetenja in do takrat je formiran pridelek do 75 %.



Slika: Krompir potrebuje namakanje za dober in stabilen pridelek

(3)

Za krompir se najpogosteje uporablja površinsko namakanje v brazde, razpršilce, bobenske namakalnice ali rolomate, tudi kapljično namakanje. V primeru pomanjkanja vode ima krompir manjše in lažje gomolje, gomolji so slabše kvalitete. Voda za namakanje ne sme biti premrzla, da ne ohladi zemlje pod optimalno temperaturo 15-18°C. Pridelki krompirja so pri nas z namakanjem višji za 20 – 30 % v povprečno sušnih letih in več kot 50 % višji v zelo sušnih letih. Krompir ne prenaša dobro visoke vlage v tleh in tudi ne v zraku. Suša in obilno gnojenje izzove preraščanje gomoljev, oziroma iz spečih očes rastejo novi gomolji; pri formiranih gomoljih se debeli lupina in pri nastopu vlažnega vremena krompir nima kam odlagati škrob, zato se formirajo novi, manjši gomoljčki na gomoljih krompirja, kar slabo vpliva na kakovost in obliko pridelka krompirja.

Lucerna

(1)

Lucerna (*Medicago sativa* L.) je visokokakovostna beljakovinska krma za govedo, ki vzpodbuja količino in kakovost mleka. Najvišje pridelke doseže v drugem letu rasti, lahko jo uporabljamo svežo ali pa jo sušimo. Lucerna porabi od 800 do 1600 mm na rastno dobo, odvisno od vremenskih razmer in dolžine rastne dobe. Faze rasti se razlikujejo od tega, koliko košenj letno imamo.

(2)

Lucerna ima zelo globok koreninski sistem, tudi do 3 m v globokih tleh. Maksimalna globina korenin nastopi po prvem letu rasti. Pretežni del vode črpa iz globine 1 do 2 m. Lucerna je občutljiva na pomanjkanje vode predvsem po košnji, v začetni vegetativni fazi za rast

koreninskega sistema in v času cvetenja. Namakanje je nujno po košnji, ki se tudi najbolj uporablja pri lucerni. Namakanje v zadnji fazi pred košnjo ni priporočljivo, saj vpliva na premokra tla in težje sušenje lucerne.



Slika: Lucerno namakamo takoj po košnji in spraviu ob pomanjkanju padavin

(3)

Pri namakanju lucerne se uporabljajo razne oblike razpršilcev, bobenski namakalniki ali rolomati, center pivot, možno je tudi površinsko namakanje. Namakanje lucerne lahko poveča pridelek od 10 -15 % v zmerno sušnih letih in od 25 do 35 % v zelo sušnih letih. Preveč namakanja vpliva na slabšo aeracijo tal in posledično nižji in manj kakovosten pridelek.

Travinje

Namakanje travnikov se pri nas praktično ne izvaja. V primeru dolgih sušnih obdobj in vročinskih valov bi bilo smiselno namakanje travnikov takoj po košnji in spraviu, če daljše obdobje ne bi bilo za pričakovati naravnih padavin. Preveč dodane vode z namakanjem vpliva na višji pridelek krme, a z manj kakovosti in hranilne vrednosti.



Slika: Suša lahko uniči pridelek travinja

Skupna poraba vode travnikov je do 700 mm na sezono. Trave so najbolj občutljive na pomanjkanje vode predvsem po košnji, v začetni vegetativni fazi za rast koreninskega sistema po setvi in v času razraščanja. Namakanje je v primeru suše nujno po košnji, kar se tudi najbolj prakticira ponekod v tujini. Namakanje v zadnji fazi pred košnjo ni priporočljivo, saj vpliva na premokra tla in težje sušenje krme. Namakamo z bobenskimi namakalniki, namakalnimi rampami ali razpršilniki.



Slika: Namakanje travinja z rolomatom

PRILOGI

Priloga 1: Podatki o globini glavnega dela koreninskega sistema in kritična obdobja za sušni stres nekaterih poljščin:

Poljščina	Globina koreninskega sistema v cm	Kritična obdobja za sušni stres	Komentar
Ozimna žita	40 – 70	razraščanje, cvetenje, oblikovanje klasa in začetno polnjenje zrnja	pri nas ozimnih žit ne namakamo, samo izjemoma
Lucerna	150	po setvi pri novem posevku, takoj po košnji	namakamo po košnji v vročih sušnih dneh
Koruza	90 – 120	metličenje in cvetenje koruze ter polnjenje zrnja do konca vodene in začetka mlečne zrelosti	namakamo po potrebi odvisno od lastnosti tal in padavin
Travinje	20 – 50	po košnji	pri nas se izvaja le izjemoma
Soja	30 – 60	kalitev, pred in med vznikom, cvetenje in nastavljanje ter polnjenje strokov	sojo redko namakamo pri spomladanski setvi, pri poletni setvi pogosteje
Krompir	50 – 80	razraščanje stolonov ali živic, nastavek gomoljev in debelitev gomoljev	ključno je namakanje v kritičnih obdobjih
Oljne buče	20 – 40	vznik, podaljševanja stebela in listanja, cvetenje, oplodnja in nastavek plodov ter začetek polnjenja plodov in zrnja	najbolj se pri nas obnese namakanje s premičnimi razpršilci
Sončnice	50 – 100	cvetenje, oplodnja in začetek polnjenja zrnja	pri nas sončnico zelo redko namakamo
Oljna ogrščica	30 – 50	vznik, podaljševanja stebela in listanja, zbiti popki, cvetenja in polnjenja zrn; pri nas jo namakamo le izjemoma	skoraj nikoli, oziroma le izjemoma
Sladkorna pesa	50 – 100	vegetativna rast	v času bujne vegetacije, če primanjkuje padavin

Priloga 2: Koeficienti rastlin (kc) po posameznih fazah rasti

Kultura	Začetna faza	Vegetativna faza	Generativna faza	Zorenje
Žita	0,30 – 0,40	0,70 – 0,80	1,05 – 1,20	0,20 – 0,30
Koruza	0,15 – 0,20	0,80	1,15	0,55
Sladkorna pesa	0,40 – 0,50	0,70 – 0,85	1,05 – 1,20	0,60 – 0,70
Oljna ogrščica	0,35	0,70 – 0,75	1,05 – 1,10	0,40 – 0,55
Soja	0,30 – 0,40	0,70 – 0,80	1,00 – 1,15	0,40 – 0,50
Oljna buča	0,15 – 0,30	0,50 – 0,60	0,95 – 1,05	0,50 – 0,70
Sončnica	0,35	0,70 – 0,80	1,00 – 1,15	0,35
Krompir	0,15 – 0,20	0,60 – 0,75	1,10 – 1,20	0,40
Lucerna	0,30 – 0,40	0,55 – 0,80	1,05 – 1,20	0,90
Trava	0,35	0,40	0,60	0,85

VIRI IN LITERATURA

Agencija Republike Slovenije za okolje. (2024). <https://meteo.arso.gov.si>

Agencija RS za okolje. (2023-2024). *Naše okolje*. Mesečni bilteni ARSO. Ljubljana: Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo RS.

Ali, M. H. in Mubarak, S. (2022). *Effective Rainfall Calculation Methods for Field Crops*. An Overview, Analysis and New Formulation. Agricultural Engineering Division, BAU Campus.

Bezdan, A. (2017). *Sistemi za navodnjavanje*. Praktikum: Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad.

Crop yield response to water. (2012). Rim: Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Land and Water Division.

Ćirić, M. (1984). *Pedologija*. Sarajevo: SOUR »Svetlost«, OOUR Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.

Černe, M. at al, (2020). *Tehnološka navodila za namakanje*. Ljubljana: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije. <https://www.kgzs.si/kgzs/kmetijsko-svetovanje/e-knjiznica/e-knjiznica-zapis/tehnoloska-navodila-za-namakanje>

Černe, M. (2020) *Tla in namakanje*. KGZS Zavod Ptuj. Dostopno na: <https://www.kgz-ptuj.si/nasveti/namakanje/ArtMID/811/ArticleID/44>

Droni v kmetijstvu. (2025). Ljubljana: One drone, d.o.o., Stegne 21c, <https://onedrone.si/tehnologije/droni-v-kmetijstvu/>

Javni pregledovalnik grafičnih podatkov Kmetijskega inštituta Slovenije E-tla (2024). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije. (<https://gis.etla.si/KIS-WebGIS/#config=JAVNI.xml>)

Fantinič, J. in Podgornik, M. (2021). *Priporočila za tolmačenje analize vsebnosti organske snovi in skupnega dušika v tleh*. ZRS Koper.

Germšek, B. in Knapič, M. (2017). *Uporaba brezpilotnih zrakoplovov v kmetijstvu*. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije.

Irrigation Guide. (1997). Washington: United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service.

Israelsen, O. W. (1950). *Irrigation Principles and Practices*. New York: John Wiley&Sons, Inc. London: Chapman&Hall, Limited.

Jesenko T., et al. (2017). *Tehnologija pridelave sončnice*. Ljubljana: KGZS.

Jukić, Ana. (2016). *Navodnjavanje soje (Glycine max.)*. Zaključna naloga, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet.

Katilović, A. (2016). *Navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta*. Diplomsko delo, Osijek: Sveučilište Josipa J. Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek.

Keršič, P. (2012). *Vpliv organske snovi na vodno zadrževalne lastnosti tal*. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Knapič, M. (2006). *Svetovalni kodeks dobre kmetijske prakse. Varovanje voda, tal, zraka in ohranjanje biotske raznovrstnosti. Namakanje*. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, s. 127-133.

Li, X., Zhang, H., Li, F., Deng, H., Wang, Z., & Chen, X. (2022). *Evaluating Effects of Regulated Deficit Irrigation under Mulched on Yield and Quality of Pumpkin in a Cold and Arid Climate*. Water, 14(10), 1563. <https://doi.org/10.3390/w14101563>

Lobnik, F. et al. (2015) *Tla Slovenije s pedološko karto v merilu 1 : 250 000*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Matičič, B. et al (1984). *Izvajanje drenažnih sistemov: Priročnik*. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Katedra za melioracije in urejanje kmetijskega prostora.

Mihelič, R. et al. (2010). *Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje*. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. (2024). <https://rkg.gov.si/GERK/WebViewer>

Oilseed Rape Irrigation Management. MAS Seeds S.A Route de Saint-Sever FR – 40280 Haut-Mauco. France. <https://masseeds.com/agro-library/rapeseed-irrigation-management/>

Oljne buče. (2024). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, Inštitut za varstvo rastlin. <https://www.ivr.si/rastlina/oljne-buce/>

Phocaides, A. (2007). *Handbook on Pressurized Irrigation Techniques*. Second Edition. Rim: Food and agriculture organization of the United Nations.

Pintar, M. (2003). *Osnove namakanja: s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v severovzhodni Sloveniji*. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Klopp, H. (2024). *Carbon to Nitrogen Ratio of Healthy Soils*. South Dakota State University Extension.

Kmetijska svetovalna služba Slovenije. (2008). *Podnebne spremembe in skupna kmetijska politika*. Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije. Bled: XXIII. Tradicionalni posvet Kmetijske svetovalne službe Slovenije: zbornik prispevkov.

Patwardhan, A.S., Nieber, J.L. in Johns, E.L. (2010). *Effective rainfall estimation methods*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. Volume 116, Issue 2. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(1990\)116:2\(182\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1990)116:2(182))

Poljedelstvo. (2025). Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano. <https://www.gov.si teme/poljedelstvo/>

Požnel, A. et al. (2024). *Proizvodni programi z oceno potreb po vodi za namakanje kmetijskih zemljišč na območju namakalnega sistema Zgornje Vipavske doline*. Nova Gorica: Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica.

Požnel, A. (2024). *Uvod v namakanje poljščin (1. del)*. Nova Gorica: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko-gozdarski zavod Nova Gorica.

Prlina D. (2015). *Agrotehnika uzgoja suncokreta*. Zaključno delo. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet.

Pušenjak, M., Jesenko, T. in Škerbot, I. (2020). *Organska snov v tleh v zelenjadarstvu*. Ljubljana: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije.

Rittler, L. in Bykova, O. (2022). *Water use and irrigation in soybean*. Donau Soja. Legumes Translated Practice Note 45. www.legumestranslated.eu

Saxton, K.E., & Rawls, W.J. (2006). *Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions*. Soil Science Society of America Journal, 70, 1569-1578.

Schumacher, B. A. (2002). *Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments*. US Environmental Protection Agency.

Setveni termini za oljno ogrščico. (2025). Saatbau. <https://www.saatbau.com/si/setveni-termin-za-oljno-ogrscico/>

Soil Hydraulic Properties. (2024). Denning Research Group. Carbon, Climate, Water, & Ecosystems. Colorado State University. <https://biocycle.atmos.colostate.edu/shiny/soils/>

Soil Hydraulic Properties Calculator. (2024). CDM Smith, 75 State Street, Suite 701, Boston, MA 02109 USA. <http://www.dynsystem.com/netstorm/soilwater.html>

Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. in Raes, D. (2012). *Crop yield response to water*. Rim: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Strokovno pravilno namakanje. SPON, sistem za podporo odločanju o namakanju. (2022). <https://spon.si/spon-sistem-za-podporo-namakanju/pravilno-namakanje/>

Šijanec, M. (2009). *Sposobnost izbranih tal za zadrževanje vode*. Diplomsko naloga, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Tla. (2025). Ljubljana: Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo. <https://www.gov.si/podrocja/okolje-in-prostor/okolje/tla/>

Travnikar T., Bedrač M., Bele S., Brečko J., Kožar M., Moljk B., Pucihar Š., Zagorc B. *Prva ocena stanja v kmetijstvu v letu 2024*. (2024) Jesensko poročilo za leto 2024. Ljubljana: Kmetijski Inštitut Slovenije.

Vrščaj, B. (2017). *Lastnosti, pestrost in ekosistemske storitve tal*. 5. december 2017, Svetovni dan tal. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor ter Kmetijski inštitut Slovenije.

Zadravec, D. (2021). *Preprečevanje posledic suše in vročinskega stresa pri poljščinah*. Maribor: KGZS Zavod Maribor.

Založnik, B. (2019). *Možnosti uporabe brezpilotnih letalnikov v kmetijstvu*. Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede.