

МЕЃУЗАВИСНОСТ ЕКОЛОШКИХ И ЕКОНОМСКИХ ЕФЕКТА ПРИМЕНЕ ИНОВАТИВНОГ ПОДПОВРШИНСКОГ КАПИЛАРНОГ НАВОДЊАВАЊА У ПЛАСТЕНИЧКОЈ ПРОИЗВОДЊИ ПОВРЋА¹

Лана Настић², Бојана Бекић Шарић³

Сажетак

Климатске промене, које су све израженије, утичу на растућу важност наводњавања, како у бильној производњи уопште, тако и у производњи поврћа у затвореном простору. Системи за наводњавање који се најчешће примењују у пластеницима, имају, поред позитивних и негативне ефекте. Циљ овог рада је да се утврде еколошки и економски аспекти примене иновативног подповршинског капиларног наводњавања у пластеничкој производњи у односу на већ постојеће системе наводњавања (кап по кап и орошавање). Истраживањем је утврђено да је овај иновативни начин наводњавања еколошки прихватљивији (смањује се потрошња воде, енергетски је ефикаснији и сл.) и да је економски оправданији у односу на стандардне системе наводњавања поврћа у пластеницима.

Кључне речи: наводњавање, пластеници, екологија, економски ефекти.

Увод

Системи за наводњавање који су усмерени на рационално коришћење воде од посебног су значаја за очување природе, нарочито у аридним и семиаридним областима. Иригациони системи који чувају водне ресурсе све више добијају на значају, поготово имајући у виду климатске промене, како на глобалном тако и на локалном нивоу. Садашња предвиђања климатских промена показују да се у многим крајевима Европе и света у ближој будућности могу очекивати дужи и израженији периоди суше, и последично све већи притисак на водне ресурсе (Simonovic, S. P., 2017). Све израженије

1 Резултати приказани у поглављу су и део годишњих активности ИЕП везаних за МПНТР РС, бр. Уговора 451-03-9/2021-14.

2 Др Лана Настић, научни сарадник, Институт за економику пољопривреде, Волгина 15, Београд, тел.: +381 11 69 72 852, email: lanan@iep.bg.ac.rs,

3 МSc Бојана Бекић Шарић, стручни сарадник, Институт за економику пољопривреде, Волгина 15, Београд, тел.: +381 11 69 72 852, email: bojana_b@iep.bg.ac.rs.

климатске промене подразумеваће значајне измене у погледу распореда и количине падавина у времену и простору, што ће посебно утицати на водни режим мањих површинских водотокова али и влажних станишта.

У Републици Србији, у систему наводњавања је око 3% коришћених површина, са изузетно високом и неповољном структуром коришћења подземне воде (Ронјичанин et al., 2017). Остале површине се не наводњавају, а пољопривредни произвођачи се махом ослањају на падавине за обезбеђивање довољне количине воде усевама, што је често недовољно, поготово имајући у виду све израженије климатске промене. Постављање система за наводњавање, како на отвореном тако и заштићеном простору, неопходно је да би се смањили производни ризици односно максимизовао принос, посебно када је у питању повртарска производња.

Карактеристике система за наводњавање и временски период њихове примене представљају један од значајних фактора који утичу на квалитет животне средине у подручју где су имплементирани. Утицај система за наводњавање на еколошки статус неког подручја огледа се кроз директни утицај на квалитет и квантитет површинских и подземних вода, квалитет и ерозију земљишта, биодиверзитет и изглед предела. Опсег и интензитет утицаја система за наводњавање на еколошки статус неког подручја зависи од више фактора и то (Institute for European Environmental Policy, London, 2000):

- *техничких карактеристика система* (површинско наводњавање, подповршинско наводњавање),
- *извора воде који се користе за наводњавање усева* (површински водотокови, бунари, каналска мрежа и др.),
- *временског периода употребе* (стално, повремено или привремено наводњавање), и
- *типа производње усева* (екстензивна, полу-интензивна или интензивна производња).

Као и у случају било које производне активности тако и у случају имплементације наводњавања, без обзира који тип наводњавања који се примењује, увек постоји мањи или већи утицај на подручје где се налази, као и на ближу односно даљу околину. Тако је студија о утицају наводњавања на животну средину у земљама Европске Уније показала да иако постоје велике разлике у начину наводњавања између појединачних држава, у свим случајевима долази до загађења вода и прекомерног исцрпљивања водних изворишта. Такође, у појединим земљама изражен је негативан утицај и на

земљиште у смислу његове салинизације и појачавање ерозионих процеса. Утицај на станишта и биодиверзитет у овим земљама био је и негативан и позитиван (Institute for European Environmental Policy, London, 2000). Ипак, између различитих система за наводњавање постоје и разлике у интензитету и врсти утицаја на животну средину датог подручја.

Материјал и метод

У пластеницима средње Пољопривредно-хемијске школе у Обреновцу вршен је оглед у циљу праћења резултата остварених увођењем иновативног начина подповршинског капиларног наводњавања. За оглед су коришћена три пластеника – један површине 5 ари и два пластеника површине по 1,25 ари. У пластеник површине 5 ари је постављен иновативни систем за наводњавање, док је у остала два пластеника коришћен систем за наводњавање кап по кап или орошававање (у зависности од гајене културе).

Да би се утврдили економски ефекти производње код примене иновативног начина подповршинског капиларног наводњавања и извршило поређење са резултатима добијеним применом система за наводњавање кап по кап (паприка) или наводњавање орошавањем (ротквица и млади лук), коришћен је метод марже покрића (Гогих, 2014; Марко и сар., 1998; Nastić i сар., 2014; Ивановић и Јелочник, 2016; Јелочник и сар., 2011; Јелочник и сар., 2010).

У циљу лакшег поређења остварених резултата, добијене вредности приликом обрачуна приказане су по ару, у динарима и у еврима, при чему је вредност 1 еура – 117,57 динара (по средњем курсу НБС од 18.03.2021. године). При обрачуну су коришћени подаци прикупљени у огледу, а њихова поузданост је проверена у одговарајућој литератури и релевантној бази података о ценама на тржишту (СТИПС). У току израде рада је коришћен велики број научних и стручних извора из области заштите животне средине и утицаја наводњавања на развој биљака и животну средину.

Резултати и дискусија

Утицај наводњавања на водне ресурсе

Системи за наводњавање нераскидиво и директно су повезани са природним ресурсима, највише водом али и земљиштем, ваздухом и живим организмима односно биосфером. Утицаји иригационих система на све ове сфере екосистема, посебно водне ресурсе, могу бити како позитивни тако и негативни, па је приликом њиховог одабира и пре имплементације

неопходно проценити интезитет ових утицаја и одабрати онај систем који најмање утиче на нарушавање животне средине датог подручја.

Како би се задовољиле потребе становништва за храном процењује се да ће до 2050. године светска производња хране морати да се повећа за 70%. То указује на неопходност повећања потрошње воде за 53% на глобалном нивоу (Velasco-Muñoz et al., 2019). Наводњавање кап по кап, метод је који се највише примењује у аридним и семи-аридним подручјима с обзиром да му је стопа ефикасности око 70-80% (Megersa & Abdulahi, 2015).

Дакле, притисак на водне ресурсе биће све већи, тако да се посебна пажња мора усмерити на рационалну односно „штедљиву“ употребу воде за наводњавање пољопривредних усева. Продуктивност воде дефинисан као „*принос по јединици коришћене воде*“, може се значајно побољшати повећањем ефикасности употребе воде модернизацијом иригационих система (Avellán et al., 2018). Продуктивност воде кључни је фактор у одрживој производњи усева и заштити животне средине (Michael O. Adu et al., 2019).

Генерално гледано, позитивни еколошки ефекти иригационих система односе се на ублажавање поплава и регулисање нивоа подземних вода, чиме се позитивно делује на микроклиму и кружење материје у природи неког подручја. Традиционални начини наводњавања (нпр. терасе за наводњавање, каналске мреже) могу да имају позитиван ефекат на животну средину с обзиром да обезбеђују неопходну воду у сушним областима чиме се утиче на повећање вегетационог покривача, контролисање поплава усмеравањем вода, као и фиксацију угљендиоксида (Fleming et al., 2014). Међутим, данас се за овакве системе сматра да су неефикасни са становишта штедње воде и енергије, као и да захтевају интензивну радну снагу услед чега традиционални системи губе своју функцију у смислу наводњавања и бивају замењени модернијим иригационим системима који су ефикаснији у смислу трошења ресурса.

Међутим, негативни еколошки ефекти система за наводњавање подразумевају цурење остатака пестицида и ђубрива из земљишта у воде, што мења квалитет вода и доводи до њихове еутрофикације. Велики проблем представљају пестициди, посебно органохлориди и карбамати. Као негативан пример у овом смислу може се навести подручје у Шпанији под називом Campo de Dalías, на којем постоји велика површина под пластеницима. Резидуе пестицида акумулирају се у води и утичу на микробиологију водених екосистема, а продукти микроорганизама могу бити и токсичнији од првобитно испуштене супстанце (Institute for European

Environmental Policy, London, 2000). Уколико се за наводњавање користе велике количине воде може доћи до пресушивања подземних изворишта или до значајног смањења количине воде у површинским базенима. То може имати катастрофалне последице по биодиверзитет у воденим екосистемима али и целокупан живи свет неког подручја.

Утицај наводњавања на биодиверзитет и изглед предела

Суштинске промене у екосистемима могу настати имплементацијом система за наводњавање у неком подручју. Позитивне промене огледају се у повећању вегетационог покривача односно приноса *гајене културе*, чиме се утиче на кружење материје у природи али и на изглед предела. Начин наводњавања биљака утиче на раст и смер коренског система, раст биљке у висину, изглед биљке и апсорпцију минерала из земљишта (Zijing Chen et al., 2019). Наводњавање усева, поготово врста које имају изражене потребе за водом у фази раста, развића и сазревања, као што је то случај код већине повртарских култура, од кључног је значаја за висину приноса и квалитет плодова. Потребне поврћа за наводњавањем од критичног значаја су за принос, посебно у одређеној фази развића нпр. развића главице (броколи, купус, карфиол), раста корена (шаргарепа, ротквица, кромпир), цветања и развића плода (краставац, патлиџан, диња, лубеница, паприка, парадајз) или константно током раста (спанаћ). Повртарске културе су осетљивије на недостатак воде у односу на вишегодишње културе (Michael O. Adu et al., 2019).

Када су у питању дивље врсте, односно спонтана вегетација, утицај може постојати не само на датом подручју већ и у ближој и даљој околини имплементираних система за наводњавање. Опсег утицаја се повећава са повећањем површине која се наводњава а истраживања показују да су промене углавном негативне, мада могу бити и позитивне (Institute for European Environmental Policy, London, 2000).

Посебно негативан утицај на животну средину имају иригациони системи инсталирани у еколошки осетљивим подручјима као и подручјима високе природне вредности. Ово је посебно изражено у влажним мочварним пределима значајним за многе угрожене врсте. Влажна подручја могу постати непривлачна и непогодна за гнезђење птица услед чега оне могу потпуно нестати са неког подручја. Нестанак одређених врста утиче негативно на све остале врсте у ланцу исхране тако да генерално гледано постоји негативан ефекат на биодиверзитет одређеног подручја.

Као негативни примери утицаја на биодиверзитет може се навести каналска мрежа за наводњавање и утицај на *рибљи фонд*. Сврха канала је да брзо и ефикасно испоруче воду до циља, и стога они нису погодни за насељавање од стране животиња. Штавише, веома развијена каналска мрежа може значајно утицати на промене у квантитативном и квалитативном саставу рибљег фонда у водотоковима подручја на којем се налази (King & O’Connor, 2007). Ово посебно може имати негативне последице када су у питању аутохтоне врсте риба али и других животињских врста која живе у акватичним или семиакватичним екосистемима.

Такође, иригациони системи могу негативно утицати на популацију *птица* у подручју где су инсталирани, како у погледу њихове бројности тако и у погледу замене врста. Тако је студија урађена од стране Giralt et al. (2021), показала да је у Шпанији наводњавање воћњака на већим површинама довело до повећања диверзитета врста у подручју око наводњаваног воћњака, али је дошло до негативног ефекта на аутохтону популацију птица, специјализованих на првобитне еколошке услове, где је дошло до њихове замене другим врстама којима одговара влажнија средина. На промене у екосистемима, измену изгледа или фрагментацију станишта, навише реагују врсте које су високо специјализоване за одређене природне услове, а често су у питању врсте које су аутохтоне, ендемичне или реликтне за дато подручје.

Заједнице *бескичмењака* од великог су значаја за функционисање речних екосистема, посебно у погледу циклуса нутријената и трофичких односа у површинским водама. Коришћење река за наводњавање има великог утицаја на квалитативни и квантитативни састав акватичних бескичмењака. На овакве утицаје негативно реагују првенствено најосетљивији таксони који бивају замењени толерантнијим врстама, који постају доминантни у заједницама акватичних бескичмењака. Што је веће узимање воде то је већа промена у саставу заједница и укупна бројности јединки, поготово низводно од водотока у топлијим месецима у току године (Wooster et al., 2016).

Приликом одабира система за наводњавање на неком подручју треба обратити пажњу и на *мењање изгледа предела* односно пејзажа и предност дати оним системима који имају најмањи ефекат на промену првобитног изгледа датог подручја. У овом смислу, предност свакако имају подповршински системи за наводњавање у односу на површинске иригационе системе. Негативни и позитивни ефекти коегзистирају на датом подручју и потребно је уочити који ефекти су доминанти, како би се закључило да ли имплементација система за наводњавање има позитиван или негативан ефекат по биодиверзитет и целокупну животну средину.

Утицај наводњавања на земљиште

Системи за наводњавање имају веома велики ефекат на квалитет и плодност земљишта, а опсег утицаја зависи од много фактора, највише техничких карактеристика иригационог система, површине на којој је примењен, квалитета земљишта као и времена примене наводњавања. Као и случају водих ресурса, утицаји на земљишне ресурсе могу бити и позитивни и негативни.

Наиме, нека истраживања су показала да примена система за наводњавање доводи до развоја гушће вегетације током целе године чиме се смањује губитак нутријената из земљишта цурењем и ерозија земљишта (Hamidov, 2018). Међутим, позитиван утицај на земљиште зависи од типа система за наводњавање. Тако је уочено да наводњавање браздама доводи до губитка плодног земљишта, и да његовом применом у дужем временском периоду долази до смањења плодности земљишта и опадања приноса (Mailapalli, 2009).

Неодговарајуће наводњавање усева може довести до ерозије земљишта, посебно на нагнутим теренима, што не само да смањује производни капацитет земљишта, већ утиче негативно и на квалитет воде низводно од датих терена, у којој се таложне спирани честице заједно са остацима свих супстанци које се користе у производњи, без обзира да ли су у питању конвенционалне или органске методе гајења усева. Ово је посебно изражено у брдско-планинским подручјима где се одабиром одговарајућег система за наводњавање може значајно смањити стопа ерозије плодног земљишта (Institute for European Environmental Policy, London, 2000). Такође, одговарајуће иригационе технологије утичу и на очување земљишних ресурса с обзиром да спречавају прекомерну евапорацију, а самим тим и салинизацију горњих слојева земљишта.

Увођење система за наводњавање у производне системе повезано је са интензификацијом производње, услед чега негативни еколошки ефекти наводњавања долазе до изражаја. Негативни ефекти подразумевају акумулацију штетних материја у плодном слоју земљишта као што су остаци пестицида, соли, метали итд., што временом све више долази до изражаја. Ово је посебно изражено у случају пољопривредних култура које се гаје преко целе године као што је то случај са пластеничком производњом повртарских култура. Прекомерно ђубрење повртарских култура узрокује високо испирање нутријената кроз земљиште, а *оптимално наводњавање* ефикасније је од оптималног ђубрења у погледу смањења цурења нутријената када је у

питању интензивно гајење култура. Фертилизација махом утиче на садржај нитрата, фосфора и калијума у води, док начин наводњавања има утицаја на рН, електропроводљивост, садржај P, K, Ca, Mg, Na и Cu. Оптималним наводњавањем значајно се смањује укупна количина NO₃, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu и Zn у води, у поређењу са конвенционалним наводњавањем, под истим режимом ђубрења. (Li et al., 2018). Чак и кракорочна фертилизација поврћа у заштићеном простору доводи до брзе акумулације нитрата, фосфата, и повећања салинитета и закишељавања земљишта, што је посебно изражено у току зимске сезоне производње (Shi et al., 2009).

У многим подручјима у свету је услед интензивне производње поврћа дошло до загађења земљишних ресурса. У подручјима где је дошло до деградације земљишта треба предузети одређене активности које ће довести до његове ревитализације као што су: повећање органске материје у земљишту, редукована обрада, ефикасније управљање водним ресурсима (Ali Volkan Bilgili et al., 2018).

Наводњавање и безбедност производа

За наводњавање поврћа могу се користити различити извори воде па чак и рециклиране отпадне воде, што је случај у многим државама на свету. Састав воде за наводњавање директно зависи од извора одакле се узима вода (Bonachela et al., 2013). Најчистија вода за наводњавање је подземна вода међутим у многим државама света услед њене прекомерне експлоатације за наводњавање и у друге сврхе, долази до пресушивања подземних извора а за наводњавање морају се даље користити површинске воде (Jongman & Korsten, 2018).

У последњих 20-так година широм света било је много забележених случајева избијања заразе у вези са конзумирањем микробиолошки контаминираног свежег поврћа и воћа, при чему је узрочник контаминације био у води за наводњавање. Највећи потенцијал за заражавање усева има вода за наводњавање пореклом од отпадних вода и површинских вода која се налазе у близини животињских фарми и насеља. Много безбеднија вода за наводњавање је чесмовача, подземне воде и кишница (Uyttendaele et al., 2015).

Системи за наводњавање, посебно отворени површински системи, могу имати низ негативних ефеката по безбедност произведене хране а највише у погледу извора патогених бактерија које се могу наћи у води као што су *Pseudomonas* sp., *Pectobacterium* sp., *Dickeya* sp., *Xanthomonas*

sp., *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp итд. Патогене бактерије могу се наћи у рекама, барама, подземним водама, језерима и разним вештачким резервоарима воде (Lamichhane & Bartoli, 2015; Jongman & Korsten, 2018). Након доспевања на биљку узрочник заразе може остати на производу и по неколико недеља (Uyttendaele et al., 2015). У смислу микробиолошке безбедности повртарских култура посебна пажња треба да се посвети културама које се једу свеже као што су купус, беби спанаћ и зелена салата. Такође, повртарске културе имају способност акумулације тешких метала што може утицати на безбедност ових производа за конзумирање јер потенцијално угрожава здравље потрошача (Ali Atamaleki et al., 2020).

Дакле, на појаву патогена код биљака утиче не само квалитет воде за наводњавање већ индиректно и тип иригационог система који се примењује. Наиме, болести биљака чешће су код отворених површинских система, у односу на подповршинско наводњавање где земљиште апсорбује воду тачно онолико колико је биљци потребно, па нема велике влаге на површини земљишта и тиме повољних услова за развој патогених микроорганизама.

Еколошке предности иновативног подповршинског капиларног наводњавања

Проблеми везани за одрживост пољопривредне производње и одржавање екосистемских услуга, у подручју где се одвија производња, усмерили су истраживања у правцу проналажења паметних система за наводњавање, који су аутоматизовани и прецизни. Подповршинско капиларно наводњавање усмерено је на заштиту животне средине кроз строго контролисање количине воде која се користи за наводњавање. Систем се поставља испод површине земље и омогућава оптималну влажност земљишта у зони коренског система биљке. Кроз систем се може прецизно давати оптимална количина хранива, органских и микробиолошких ђубрива, чиме се избегава нерационална употреба ђубрива у производњи, што је посебно изражено код повртарских култура.

Еколошке предности употребе система подповршинског капиларног наводњавања су вишеструки и представљени су следећим:

- *чување водних ресурса* кроз оптималну влажност зоне коренског система, без плављења, прекомерне експлоатације водних ресурса, губљења воде у систему.

- *штедња енергије* услед мале количине енергије потребне за функционисање система, и коришћење обновљивих извора енергије за рад система,
- *погодан за примену у органској и еколошкој производњи*, услед одржавања горњег слоја земљишта сувљим и на тај начин смањење раста коровских биљака, ђубрење органским или микробиолошким хранивима, смањење појаве болести и штеточина биљака,
- *постоји могућност примене на великим површинама земљишта*, без утицаја на изглед предела и негативних ефеката на биодиверзитет,
- *омогућава очување плодности, квалитета и повољне структуре земљишта* кроз спречавање ерозивних процеса и оптималну употребу биљних хранива (избегавање интензификације производње).
- *Има дуг век употребе* након постављања, без потребе да се уклања и замењује деценијама чиме се потенцијално ремети земљишна фауна и флора.

У односу на површинско наводњавање, подповршинско наводњавање има низ еколошких предности од којих је најважније вишеструко већа ефикасност искоришћења воде и самим тим очување водних ресурса. Системи за наводњавање за чији рад је потребан нижи притисак (кап по кап, распрскивачи) троше мање енергије, међутим лако се запушавају чиме се смањује њихова ефикасност (Masseroni et al., 2020). У односу на друге савремене иригационе системе, подповршинско капиларно наводњавање енергетски је најефикасније, а у конкретном случају за покретање и рад система користи се енергија ветра и сунца (преносива ветротурбина са преклопним стубом и допунски фотонапонски панели). Подповршинско капиларно наводњавање не користи капалке па нема могућности ни њиховог запушавања, односно нема испирања инсталација у систему и додатног трошења воде и осталих ресурса за ове потребе.

Економски аспекти примене иновативног подповршинског капиларног наводњавања

Економским ефектима производње у заштићеном простору (пластенику), где се користи иновативни систем за наводњавање (Агрокапиларис) бавили су се Настић и сар. (2020). Фокус овог истраживања је била еколошки усмерена производња парадајза, коју омогућава овакав вид наводњавања, а на основу калкулације варијабилних трошкова аутори су утврдили да се остварује позитивна маржа покрића.

Како подповршинско наводњавање, са еколошког становишта, има велики број предности у односу на површинско наводњавање, потребно је да се сагледа и његов утицај на пословање газдинства које га користи. Економски ефекти подповршинског наводњавања приказани су маржама покрића за три повртарске културе.

Марже покрића су обрачунате за производњу црвене паприке, производњу ротквице и производњу младог лука. Док наводњавање кап по кап и наводњавање орошавањем подразумевају конвенционалну производњу поврћа, са друге стране примена подповршинског капиларног наводњавања подразумева еколошки усмерен вид производње.

За систем наводњавања кап по кап и за орошавање користи се бензински мотор од 2,2 KW, а у близини пластеника постоји бунар из којег се користи вода за наводњавање (па трошкови воде нису укључени у обрачун). За рад иновативног подповршинског капиларног система за наводњавање је потребна пумпа мање снаге и користи се електрична пумпа од 0,5 KW.

Маржа покрића у производњи паприке, када се користи систем за наводњавање кап по кап, приказана је у *Табели 1*.

Табела 1. Маржа покрића у производњи црвене паприке у пластенику (по ару) - са системом за наводњавање кап по кап

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 м ²	Укупно EUR/100 м ²
А Приход					
Паприка	750,00	kg			
I класа (80%)	600,00	kg	105,00	63.000,00	535,85
II класа (20%)	150,00	kg	75,00	11.250,00	95,69
Укупно				74.250,00	631,54
Б Варијабилни трошкови					
Расад	400,00	kom	37,00	14.800,00	125,88
Ђубрива ¹				10.010,00	85,14
Средства за заштиту биља				1.425,00	12,12
Амбалажа ²	50,00	kom	40,00	2.000,00	17,01
Трошкови сађења расада	5,00	h	235,00	1.175,00	9,99
Трошкови везивања, заламања заперака, расипања ђубрива и прскања	13,00	h	235,00	3.055,00	25,98
Трошкови бербе и паковања	20,00	h	235,00	4.700,00	39,98

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 м ²	Укупно EUR/100 м ²
Везиво	0,75	ком	240,00	180,00	1,53
Малч фолија				2.125,00	18,07
Фолија ³				6.165,00	52,44
Капајуће траке	100,00	м	9,8	980,00	8,34
Фрезање	0,50	h	600,00	300,00	2,55
Трошкови енергије (бензински агрегат 2,2 KW) ⁴	9,70	l	153,00	1.485,00	12,63
Остали трошкови ⁵				1.250,00	10,63
Укупно				49.650,00	422,30
Ц Маржа покрића (А-Б)				24.600,00	209,24

Извор: ИЕП, 2021.

Напомена: ¹ Обједињују трошкове стајњака, минералног ђубрива и средстава за прихрану; ² Користе се каронске кутије; ³ Користи се пет година; ⁴ Трошкови горива, по цени од 153,00 РСД се везују за наводњавање; ⁵ Трошкови ситног инвентара и трошкови електричне енергије који нису везани за наводњавање.

Увођењем иновативног подповршинског сиситема за наводњавање у пластеник, дошло је до промене у висини прихода, али и у висини трошкова код производње паприке (Табела 2.). Због фактора који произилазе из начина рада овог система за наводњавање, дошло је до повећања приноса паприке. Како је у питању еколошки усмерена производња, потрошачи су спремни да више плате за такве производе, што је утицало и на повећање продајне цене. Са друге стране, као позитиван ефекат подповршинског система за наводњавање јавља се и смањена потрошње воде за наводњавање, смањена употреба ђубрива и средстава за заштиту биља (а тиме и опадање варијабилних трошкова).

Табела 2. Маржа покрића у производњи црвене паприке у пластенику (по ару) - с применом иновативног начина подповршинског капиларног наводњавања

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 м ²	Укупно EUR/100 м ²
А Приход					
Паприка	775,00	kg			
I класа (85%)	660,00	kg	125,00	82.500,00	701,71
II класа (15%)	115,00	kg	90,00	10.350,00	88,03
Укупно				92.850,00	789,74
Б Варијабилни трошкови					

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 м ²	Укупно EUR/100 м ²
Расад	400,00	kom	37,00	14.800,00	125,88
Ђубрива ¹				8.315,00	70,72
Средства за заштиту биља				820,00	6,97
Амбалажа ²	52,00	kom	40,00	2.080,00	17,69
Трошкови сађења расада	5,00	h	235,00	1.175,00	9,99
Трошкови везивања, заламања заперака, расипања ђубрива и прскања	11,00	h	235,00	2.585,00	21,99
Трошкови бербе (са паковањем)	21,00	h	235,00	4.935,00	41,97
Везиво	0,75	ком	240,00	180,00	1,53
Mulch фолија				2.125,00	18,07
Фолија ³				6.165,00	52,44
Капајуће траке	100,00	m	9,80	980,00	8,34
Фрезање	0,50	h	600,00	300,00	2,55
Трошкови енергије (електрична пумпа 0,5 KW) ⁴	50,00	KW	9,75	487,50	4,15
Остали трошкови ⁵				925,00	7,87
Укупно				45.872,50	390,17
Ц Маржа покрића (А-Б)				46.977,50	399,57

Извор: ИЕП, 2021.

Напомена: ¹ Обједињују трошкове стајњака, минералног ђубрива и средстава за прихрану; ² Користе се каронске кутије; ³ Користи се пет година; ⁴ Трошкови електричне енергије који се везују за наводњавање; ⁵ Трошкови ситног инвентара и трошкови електричне енергије који нису везани за наводњавање.

Производња паприке, као главне културе оптерећена је трошковима фолије за пластеник, док се код остале две културе (ротквице и лука) у трошковима не приказује ова ставка.

У производњи ротквице код стандарног начина производње се примењује наводњавање орошавањем. Маржа покрића код овог начина производње приказана је у *Табели 3*.

Табела 3. Маржа покрића у производњи ротквице у пластенику (по ару) - наводњавање орошавањем

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 м ²	Укупно EUR/100 м ²
А Приходи					
Ротквица	1.250,00	веза	25,00	31.250,00	265,80
Укупно				31.250,00	265,80
Б Варијабилни трошкови					
Семе	3,50	пак	1.800,00	6.300,00	53,59
Ћубрива ¹				1.095,00	9,31
Средства за заштиту биља				450,00	3,83
Расипање ѓубрива, сетва и прскање	5,00	h	235,00	1.175,00	9,99
Вађење, прање и везивање	16,00	h	235,00	3.760,00	31,98
Везиво ²	0,50	ком	240,00	120,00	1,02
Фрезање	0,50	h	600,00	300,00	2,55
Трошкови енергије (бензински агрегат 2,2 KW) ³	2,20	l	153,00	330,00	2,81
Остали трошкови ⁴				750,00	6,38
Укупно				14.280,00	121,46
Ц Маржа покрића (А-Б)				16.970,00	144,34

Извор: ИЕП, 2021.

Напомена: ¹ Обједињују трошкове стајњака, минералног ѓубрива и средстава за прихрану; ² Везиво се користи приликом паковања (везивања); ³ Трошкови енергије који се везују за наводњавање; ⁴ Трошкови ситног инвентара.

Применом иновативног начина наводњавања (подповршинског капиларног) у производњи ротквице, као и код производње паприке, остварено је повећање прихода, услед повећања приноса и цене по јединици мере (Табела 4.). Такође је остварено и смањење трошкова ѓубрива, средства за заштиту биља и трошкова енергије. Са друге стране, услед повећања приноса дошло је до повећања износа трошкова за вађење, прање и везивање ротквице. Ако се изврши поређење остварене марже покрића код примене ова два различита система наводњавања у производњи ротквице, уочава се да је знатно већи износ добијен приликом примене другог система наводњавања (подповршинско капиларно наводњавање).

Табела 4. Маржа покрића у производњи ротквице у пластенику (по ару) - с применом иновативног начина подповршинског капиларног наводњавања

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 м ²	Укупно EUR/100 м ²
А Приходи					
Ротквица	1.350,00	веза	27,50	37.125,00	315,77
Укупно				37.125,00	315,77
Б Варијабилни трошкови					
Семе	3,50	пак	1.800,00	6.300,00	53,59
Ђубрива ¹				970,00	8,25
Средства за зашпиту биља				325,00	2,76
Расипање ђубрива, сетва и прскање	4,00	h	235,00	940,00	8,00
Вађење, прање и везивање	17,00	h	235,00	3.995,00	33,98
Везиво ²	0,50	ком	240,00	120,00	1,02
Фрезање	0,50	h	600,00	300,00	2,55
Трошкови енергије (електрична пумпа 0,5 KW) ³	10,00	KW	9,75	97,50	0,83
Остали трошкови ⁴				575,00	4,89
Укупно				13.622,50	115,87
Ц Маржа покрића (А-Б)				23.502,50	199,90

Извор: ИЕП, 2021.

Напомена: ¹ Обједињују трошкове стајњака, минералног ђубрива и средстава за прихрану; ² Везиво се користи приликом паковања (везивања); ³ Трошкови енергије који се везују за наводњавање; ⁴ Трошкови ситног инвентара и трошкови електричне енергије који нису везани за наводњавање.

Слична се правилност може уочити и пластеничкој производњи лука сребрњака, при различитим начинима наводњавања, односно и код ове културе је дошло до раста марже покрића приликом примене подповршинског капиларног наводњавања у односу на наводњавање орошавањем (Табела 5 и б.).

Табела 5. Маржа покрића у производњи лука сребрњака у пластенику (по ару) - наводњавање орошавањем

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 m ²	Укупно EUR/100 m ²
А Приходи					
Млади лук	500,00	веза	30,00	15.000,00	127,58
Укупно				15.000,00	127,58
Б Варијабилни трошкови					
Садни материјал – луковице	40,00	kg	105,00	4.200,00	35,72
Ђубрива ¹				1.742,00	14,61
Средства за заштиту биља				510,00	4,34
Расипање ђубрива, садња и прскање	8,00	h	235,00	1.880,00	15,99
Брање и паковање	15,00	h	235,00	3.525,00	29,98
Амбалажа ²			350,00	350,00	2,98
Фрезање	0,50	h	600,00	300,00	2,55
Трошкови енергије (бензински агрегат 2,2 KW) ³	2,00	l	153,00	306,00	2,60
Остали трошкови ⁴				850,00	7,23
Укупно				13.663,00	116,21
Ц Маржа покрића (А-Б)				1.337,00	11,37

Извор: ИЕП, 2021.

Напомена: ¹ Обједињују трошкове стајњака, минералног ђубрива и средстава за прихрану; ² Лук се испоручује умотан у пластичну провидну фолију; ³ Трошкови енергије који се везују за наводњавање; ⁴ Трошкови ситног инвентара.

Табела 6. Маржа покрића у производњи лука сребрњака у пластенику (по ару) - с применом иновативног начина подповршинског капиларног наводњавања

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 m ²	Укупно EUR/100 m ²
А Приходи					
Млади лук	520,00	веза	36,00	18.720,00	159,22
Укупно				18.720,00	159,22
Б Варијабилни трошкови					
Садни материјал - луковице	40,00	kg	105,00	4.200,00	35,72
Ђубрива ¹				1.464,87	12,42

Опис	Количина	ЈМ	Цена по ЈМ	Укупно РСД/100 м ²	Укупно EUR/100 м ²
Средства за заштиту биља				265,00	2,25
Садња, расипање ђубрива и прскање	7,00	h	235,00	1.645,00	13,99
Брање и паковање	15,00	h	235,00	3.525,00	29,98
Амбалажа ²			350,00	350,00	2,98
Фрезање	0,50	h	600,00	300,00	2,55
Трошкови наводњавања (електрична пумпа снаге 0,5 KW) ³	9,50	KW	9,75	92,63	0,79
Остали трошкови ⁴				650,00	5,53
Укупно				12.492,50	106,26
Ц Маржа покрића (А-Б)				6.227,50	52,97

Извор: ИЕП, 2021.

Напомена: ¹ Обједињују трошкове стајања, минералног ђубрива и средстава за прихрану; ² Лук се испоручује умотан у пластичну провидну фолију; ³ Трошкови енергије који се везују за наводњавање; ⁴ Трошкови ситног инвентара и трошкови електричне енергије који нису везани за наводњавање.

За три посматране повртарске културе највећи раст марже покрића услед увођења подповршинског капиларног наводњавања остварен је код паприке (која је уједно и главни усев), затим код ротквице, док је најнижи раст постигнут у производњи лука сребрњака.

Закључак

Имајући у виду чињеницу да је у Србији наводњавање недовољно заступљено, као и да се у перспективи могу очекивати неповољне последице климатских промена на пољопривредну производњу, намеће се закључак да је наводњавање (како у производњи на отвореном, тако и у заштићеном простору) једна од кључних мера за смањење ризика. При томе треба имати у виду да наводњавање осим позитивних ефеката (у економском смислу) може имати и неке неповољне утицаје на животну средину. Због тога су у раду разматране како економске, тако и еколошке карактеристике подповршинског капиларног наводњавања. Истраживање је показало да овај начин наводњавања (у поређењу са класичним приступима) има многобројне еколошке предности. Такође је утврђено да је његова примена у пластеницима економски оправдана, јер доводи до повећања вредности производње код свих испитиваних

повртарских култура, као и до смањења најважнијих група варијабилних трошкова, као што су трошкови ђубрива, средстава за заштиту биља, трошкови енергената и сл. Тиме се увећава маржа покрића у повртарској производњи и укупни ефекти пословања газдинстава.

Литература

1. Adu, M. O., Yawson, D. O., Abano, E. E., Asare, P. A., Armah, F. A., & Opoku, E. K. (2019). Does water-saving irrigation improve the quality of fruits and vegetables? Evidence from meta-analysis. *Irrigation Science*, 37(6), 669-690.
2. Atamaleki, A., Yazdanbakhsh, A., Fakhri, Y., Salem, A., Ghorbanian, M., & Mousavi Khaneghah, A. (2020). A Systematic Review and Meta-analysis to Investigate the Correlation Vegetable Irrigation with Wastewater and Concentration of Potentially Toxic Elements (PTES): a Case Study of Spinach (*Spinacia oleracea*) and Radish (*Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus*). *Biological Trace Element Research*, 1-8.
3. Avellán, T., Ardakanian, R., Perret, S. R., Ragab, R., Vlotman, W., Zainal, H., ... & Gany, H. A. (2018). Considering resources beyond water: irrigation and drainage management in the context of the water–energy–food nexus. *Irrigation and Drainage*, 67(1), 12-21.
4. Bilgili, A. V., Yeşilnacar, İ., Akihiko, K., Nagano, T., Aydemir, A., Hızlı, H. S., & Bilgili, A. (2018). Post-irrigation degradation of land and environmental resources in the Harran plain, southeastern Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 190(11), 1-14.
5. Bonachela Santiago, Juan Melchor, Casas J., Fuentes-Rodríguez Francisca, Gallego Irene, Elorrieta María (2013): Pond management and water quality for drip irrigation in Mediterranean intensive horticultural systems, *Irrigation Science*, Vol. 31 Issue 4, pp. 769-780,
6. Chen, Z., Han, Y., Ning, K., Luo, C., Sheng, W., Wang, S., ... & Wang, Q. (2019). Assessing the performance of different irrigation systems on lettuce (*Lactuca sativa* L.) in the greenhouse. *PloS one*, 14(2).
7. Giralt D, Pantoja J, Morales MB, Traba J and Bota G (2021): Landscape-Scale Effects of Irrigation on a Dry Cereal Farmland Bird Community. *Front. Ecol. Evol.* 9:611563.
8. Gogić, P. (2014): *Teorija troškova sa kalkulacijama – u proizvodnji i preradi poljoprivrednih proizvoda*, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

9. Hamidov, A., Helming, K., Bellocchi, G., Bojar, W., Dalgaard, T., Ghaley, B. B., ... & Schönhart, M. (2018). Impacts of climate change adaptation options on soil functions: A review of European case-studies. *Land degradation & development*, 29(8), 2378-2389.
10. ИЕР (2021). *Унапређење агротехничке мере наводњавања: Примена иновативних технологија у функцији одрживог руралног развоја Србије: Производно-економски подаци*. Интерна документација, Институт за економику пољопривреде, Београд, Србија.
11. Ivanović, L., & Jeločnik, M. (2016). Uputstvo i model za izračunavanje marže pokrića na poljoprivrednim gazdinstvima. Poglavlje u monografiji: Unapređenje finansijskih znanja i evidencije na poljoprivrednim gazdinstvima u Republici Srbiji, str. 145-160, Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd, Srbija.
12. Jeločnik, M., Ivanović, L., & Subić, J. (2011). Analiza pokrića varijabilnih troškova u proizvodnji jabuke. *Škola biznisa*, 4(2), 42-49.
13. Jeločnik, M., Subić, J., Ivanović, L. (2010): *Pokriće varijabilnih troškova u proizvodnji šljive*, Zbornik radova, Prvi naučni simpozijum agronoma sa međunarodnim učešćem AGROSYM, Jahorina, 09-11. decembar, Poljoprivredni fakultet Istočno Sarajevo i Poljoprivredni fakultet Beograd, str. 198-204.
14. Jongman, M., & Korsten, L. (2018). Irrigation water quality and microbial safety of leafy greens in different vegetable production systems: A review. *Food reviews international*, 34(4), 308-328.
15. King, Alison J., O'Connor, Justin P. (2007): Native fish entrapment in irrigation systems: A step towards understanding the significance of the problem, *Ecological Management & Restoration*, Vol. 8, Issue 1, pp. 32-37.
16. Lamichhane, J. R., & Bartoli, C. (2015). Plant pathogenic bacteria in open irrigation systems: what risk for crop health?. *Plant Pathology*, 64(4), 757-766.
17. Li, Y., Li, J., Gao, L., & Tian, Y. (2018). Irrigation has more influence than fertilization on leaching water quality and the potential environmental risk in excessively fertilized vegetable soils. *PloS one*, 13(9).
18. Mailapalli, D. R., Raghuwanshi, N. S., & Singh, R. (2009). Sediment transport in furrow irrigation. *Irrigation science*, 27(6), 449-456.
19. Marko, J., Jovanović, M., Tica, N. (1998): *Kalkulacije u poljoprivredi*,

Futura publikacije, Novi Sad.

20. Masseroni, Daniele; Arbat, Gerard; de Lima, Isabel P. (2020): Editorial- Managing and Planning Water Resources for Irrigation: Smart-Irrigation Systems for Providing Sustainable Agriculture and Maintaining Ecosystem Services, *Water* 12, no. 1: 263,
21. Megersa, G., & Abdulahi, J. (2015). Irrigation system in Israel: A review. *International Journal of water resources and environmental engineering*, 7(3), 29-37.
22. Nastić, L., Jeločnik, M., & Subić, J. (2014). Analysis of Calla Lily and Cucumber Production in Greenhouse. *Ekonomika*, 60(4), 209-217.
23. Nastić, L., Jeločnik, M., Subić, J. (2020). Analiza varijabilnih troškova u proizvodnji paradajza u zaštićenom prostoru. *Agroekonomika*, 49(86):43-53.
24. Ponjičan, O., Bugarin, R., Sedlar, A., Turan, J., Višacki, V., & Stanić, N. (2017). Stanje i pravci razvoja navodnjavanja u svetu i kod nas. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 43(4), 147-157.
25. Shi, W. M., Yao, J., & Yan, F. (2009). Vegetable cultivation under greenhouse conditions leads to rapid accumulation of nutrients, acidification and salinity of soils and groundwater contamination in South-Eastern China. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 83(1), 73-84.
26. Simonovic, S.P. (2017). Bringing future climatic change into water resources management practice today. *Water Resources Management*, 31(10), 2933-2950.
27. STIPS (2021). <https://www.stips.minpolj.gov.rs/>
28. The Environmental Impact of Irrigation in the European Union, Institute for European Environmental Policy, London, 2000 (<https://ec.europa.eu/environment/agriculture/pdf/irrigation.pdf>).
29. Uyttendaele, M., Jaykus, L. A., Amoah, P., Chiodini, A., Cunliffe, D., Jacxsens, L., ... & Rao Jasti, P. (2015). Microbial hazards in irrigation water: standards, norms, and testing to manage use of water in fresh produce primary production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(4), 336-356.
30. Velasco-Muñoz, J. F., Aznar-Sánchez, J. A., Batlles-de la Fuente, A., & Fidelibus, M. D. (2019). Rainwater harvesting for agricultural irrigation: An analysis of global research. *Water*, 11(7), 1320.

31. William M. Fleming, José A. Rivera, Amy Miller, Matt Piccarello (2014): Ecosystem services of traditional irrigation systems in northern New Mexico, USA, *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 10:4, pp. 343-350,
32. Wooster, D., Miller, S. W., & DeBano, S. J. (2016). Impact of season-long water abstraction on invertebrate drift composition and concentration. *Hydrobiologia*, 772(1), 15-30.