



Климатске промјене и управљање земљиштем

Ружица Стричевић, Тихомир Предић, Михајло Марковић

Сажетак: Есенцијални ресурси за опстанак живог свијета су ваздух, вода и земљиште. Земљиште је у суштини једини необновљиви природни ресурс, са потенцијално брзом стопом деградације и са веома спорим процесом формирања и регенерације. Вода и земљиште су ресурси карактеристични за свако климатско поднебље, самим тим свака климатска промјена неминовно утиче на процесе у земљишту и на његово коришћење, чија свједочења данас можемо пратити проучавањем фосилних земљишта. Процеси у земљишту и на земљишту који су интензивирани посљедњих пар деценија широм свијета, попут ерозије, превлаживања, суше, пожара, губитка органске материје и слично, повезују се са климатским промјенама и видљиви су и на простору Републике Српске. Основни задатак данашњег човјека је да рационално користи земљиште и да га сачува за нова покољења. На основу расположивих података и климатских модела у будућности, дошло се до сљедећих закључака: коришћење земљишта се неће битније нарушити, нити ће бити угрожена ратарска производња; и даље ће владати повољни климатски услови за производњу кукуруза, пшенице, кромпира, с повећаним међугодишњим варијацијама до краја вијека; због раније сјетве биће изражени проблеми превлаживања; редовно одржавање постојећих дренажних

Цитирање: Стричевић Р, Предић Т, Марковић М (2023) Климатске промјене и управљање земљиштем. У: Трбић Г, Попов Т, Мирјанић Д (уредници) Управљање природним ресурсима у ери климатских промјена. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LIV:273–331

Cite as: Stričević R, Predić T, Marković M (2023) Climate Change and Land Management. In: Trbić G, Popov T, Mirjanić D (eds) Natural Resources Management in a Changing Climate. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LIV:273–331

система треба да обезбиједи пуну функционалност, а на угроженим мјестима треба градити нове; за развој воћарства и повртарства неопходна је изградња система за наводњавање; системско рјешавање постојећих ерозионих процеса и спречавање појаве нових такође је неопходно, јер у будућим климатским условима могу се очекивати сушни периоди већег интензитета праћени јаким кишним олујама, који услед сасушеног биљног покривача могу изазвати трајни губитак земљишта. С обзиром на то да су земљишта Републике Српске јако сиромашна хумусом, тј. органским угљеником, неопходно је примјењивати агротехничке мјере које ће повећати унос органске материје. Намјерно паљење жетвених остатака мора бити најстроже кажњавано. Такође, неопходно је континуирано праћење плодности земљишта на геореференцираним локацијама (рН, макроелемената (NPK), садржаја органске материје, воднофизичких особина земљишта) ради што бољег упоређивања података и одређивање правца утицаја било позитивног или негативног, како би се планирале и предузеле благовремене мјере заштите ради обезбјеђења правилног и одрживог коришћења земљишта и ублажавања климатских промјена.

Кључне ријечи: Земљиште, климатске промјене, деградација, ерозија земљишта, наводњавање, одводњавање, органска материја

5.1. Увод

Сав живи свијет је створен од земљиног праха, на њему битише и у њу се враћа, како наводи библијско предање. Вода и земљиште су два нераздвојна природна ресурса која се стално прожимају. Када су у равнотежи, обезбјеђује се стабилно станиште за биљке, а самим тим храна за животиње и човјека. Свако дуготрајније нарушавање овог односа неминовно утиче на земљиште, које може да иде у корист човјеку, уз примјену мелиоративних мјера, или на штету, уколико човјек не води бригу о њему. Земљиште је природни ресурс који природа ствара веома споро. Потребни су миленијуми да би се створило земљиште, које небригом човјека може да се изгуби у трену. Климатске промјене су се дешавале у природи, што потврђују фосилна земљишта која данас можемо видјети на бројним локалитетима (Marković et al. 2008; Marriner et al. 2011). Данашња бројна истраживања указују нам да смо на прагу нових климатских промјена (IPCC 2014), које су по неким истраживачима изазване човјековим дјеловањем, повећаном емисијом гасова са ефектом стаклене баште, док су по некима (Zotov et al. 2016; Tolstikov et al. 2019) услед природних сила настале ротацијом Земље. Без обзира на то ког поријекла су климатске

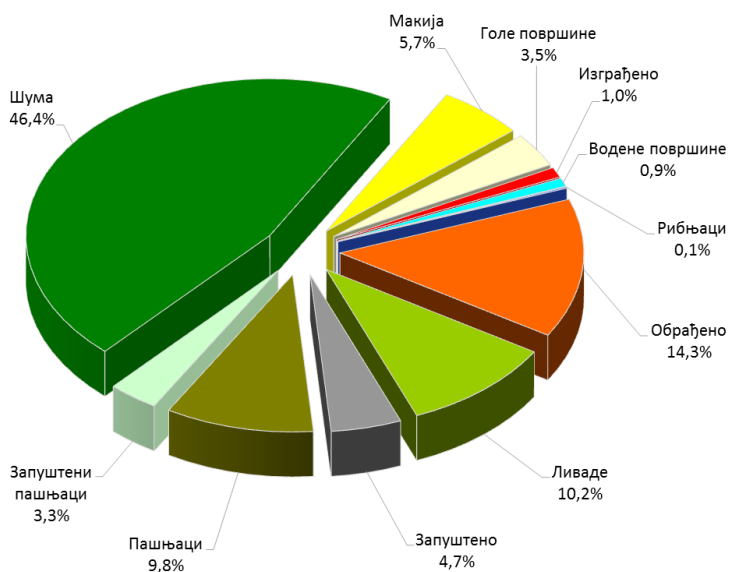
промјене, неопходно је сагледати како ће оне утицати на земљиште, а самим тим на безбједност снабдијевања човјечанства храном. Бројним истраживањима (Schils et al. 2008; Lal et al. 2011; Hamidov et al. 2018) утврђено је да климатске промјене могу дјеловати директно на земљиште преко температуре, падавина и водно-ваздушног режима земљишта, и индиректно преко мјера адаптације пољопривредне производње попут одводњавања, наводњавања, промјене плодореда, начина обраде земљишта, примјене других агротехничких мјера (Markovic et al. 2019). Чиниоци и њихов степен утицаја је карактеристичан за свако географско подручје, топографске и специфичне локалне услове. Углавном се истиче промјена садржаја органског угљеника, ерозија земљишта, збијање, дезертификација усљед недостатка падавина, салинизација, смањење плодности и нижа продуктивност итд. (Smith 2012; Colantoni et al. 2015).

Прије него што климатске промјене узму маха, неопходно је благовремено развити методе и технике адаптације, а потом донијети одлуке о њиховим приоритетним примјенама, како би се земљиште што је могуће боље очувало, с једне стране, и обезбиједило довољно хране и смањила емисија CO₂, с друге стране. С обзиром на географско подручје Босне и Херцеговине, а самим тим и Републике Српске, важни аспекти очувања земљишта којима треба посветити посебну пажњу су: правилно управљање угљеником, азотом, стајњаком, затим обезбјеђење одрживе пољопривреде, управљање пашњацима и шумама ради спречавања ерозије земљишта, обнављање деградираних земљишта, примјена агротехничких и хидротехничких мјера одводњавања и наводњавања, прецизно управљање земљиштем на нивоу поља и друго. Само добрим управљањем земљиштем и његовим очувањем могуће је обезбиједити довољно хране и опстанак свијета који познајемо.

5.2. Коришћење земљишта

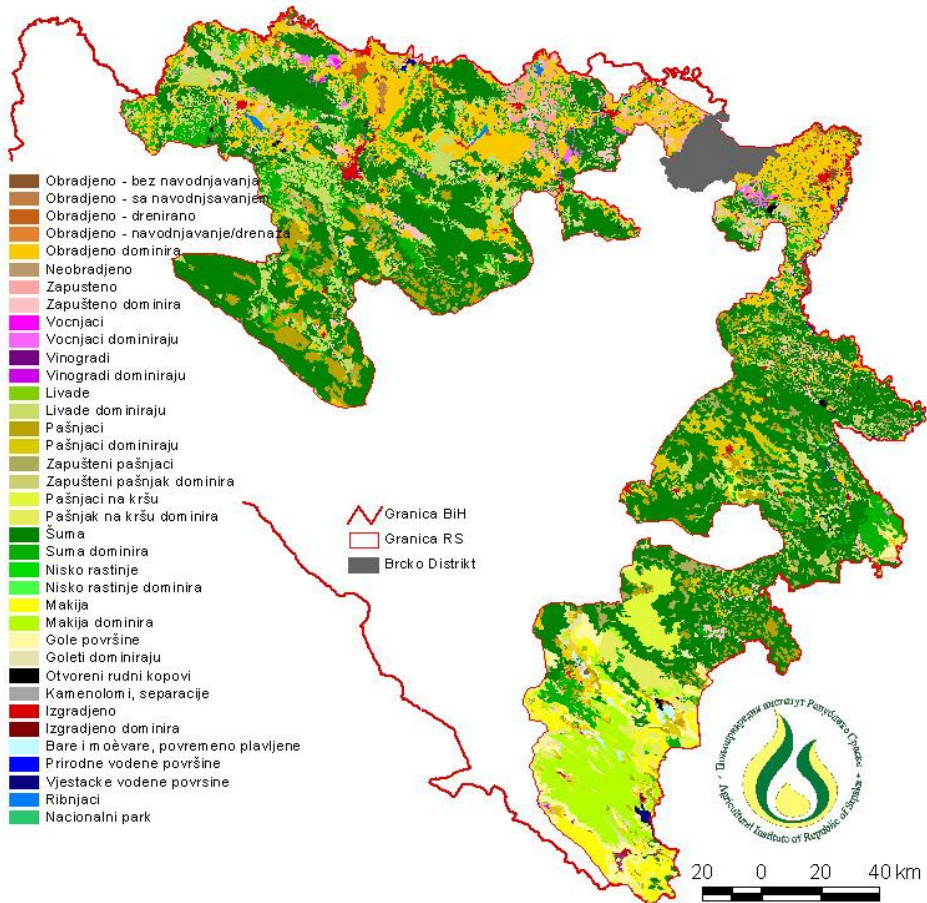
Површине пољопривредног земљишта за производњу хране, које су на располагању Републици Српској ограничене су и континуирано се смањују. Према подацима из Националног акционог плана заштите животне средине (НЕАП), само антропогеним утицајем у Републици Српској годишње се губи 1.600 ха земљишта (Федерално министарство просторног уређења и околиша и Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске 2003). Пошто сви корисници земљишта непрекидно и аргументовано претендују на коришћење земљишта, поставља се основно питање како заштитити пољопривредно земљиште од трајног губитка, тј. како произвести довољне количине хране у условима када се непрекидно смањују пољопривредне површине, а у исто вријеме повећава број људи и то у условима евидентних

климатских промјена. У наведеним околностима, спречавање деградације и одрживо контролисано коришћење земљишта треба да буду најважнији дијелови политике заштите земљишта Републике Српске (Предић и сар. 2009, 2011, 2019, 2020). Да би се та политика могла квалитетно спроводити, неопходни су релевантни показатељи стања земљишних ресурса. Из тих разлога је за потребе Владе Републике Српске и Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде 2009. године израђена Основа заштите уређења и коришћења пољопривредног земљишта Републике Српске (у даљем тексту Основа РС), која представља основну компоненту у процесу планирања коришћења земљишта. Наведени документ садржи све постојеће релевантне податке о земљишту и клими Републике Српске, тако да доносиоци одлука располажу релевантним информацијама у циљу заустављања тренда трајног губљења пољопривредног земљишта, које према стратегији Уједињених нација до 2030. године треба свести на нулу (Предић и сар. 2019, 2020). Подаци о земљишном покривачу и начину коришћења земљишта (у даљем тексту ЗПНК) представљају један од најбитнијих података који се континуирано мијења под утицајем антропогених и климатских фактора, тако да га је неопходно ревидирати у функцији времена. Тренутно је у изради стање ЗПНК за 2021. годину, а на Сл. 5.1, Таб. 5.1. и Граф. 5.1. приказане су главне класе ЗПНК за 2008. годину.



Граф. 5.1. Земљишни покривач и начин коришћења земљишта у Републици Српској (Предић и сар. 2011)

Graph. 5.1. Land cover and land use in the Republic of Srpska (Предић и сар. 2011)



Сл. 5.1. Земљишни покривач и начин коришћења земљишта Републике Српске (Предућ и сар. 2009)

Fig. 5.1. Land cover and land use in the Republic of Srpska (Preduћ u сар. 2009)

На основу података приказаних у Таб. 5.1. по номенклатури ЗПНК у Републици Српској 57,5% (1.419.021,8 ха) чине непољопривредне површине, а 42,5% (1.047.723,8 ха) представља пољопривредно земљиште. Треба напоменути да постоје различити извори података о површини пољопривредног земљишта у Републици Српској и да се ти подаци разликују у зависности од начина како су прикупљани и за које потребе су рађени. ЗПНК је рађен искључиво за потребе пољопривреде. Катастарски подаци требало би да буду најтачнији јер описују сваку катастарску парцелу, али ове податаке је тешко благовремено ажурирати, тако да се они могу користити као релевантна основа у циљу праћења промјена ЗПНК, тј. углавном смањења пољопривредних површина.

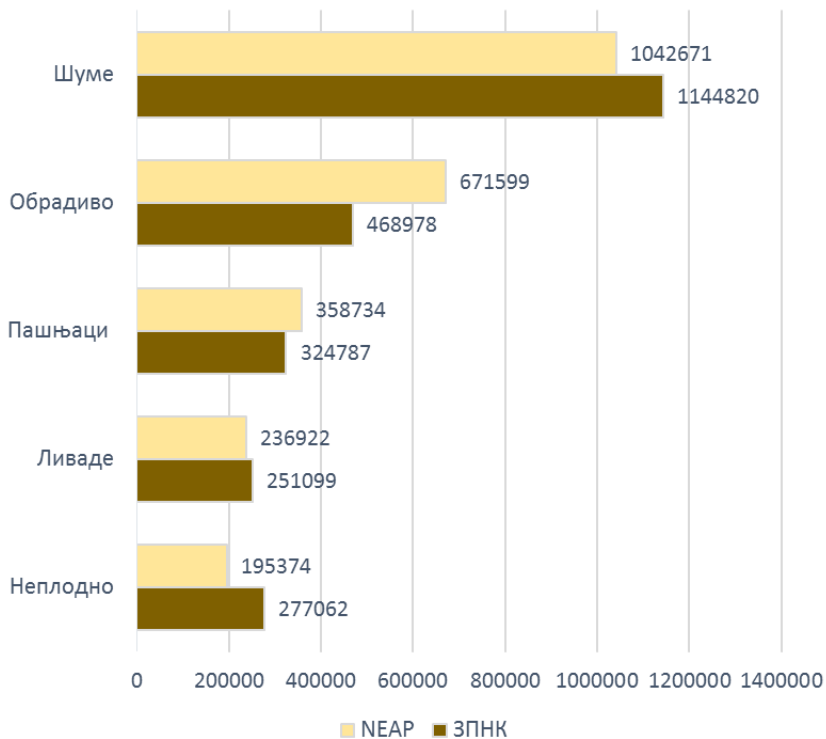
Таб. 5.1. Класе земљишног покривача и начин коришћења земљишта у Републици Српској (Предић и сар. 2011)

Table 5.1. Class of land cover and land use in the Republic of Srpska (Предић и сар. 2011)

Р.б.	Главне класе	Република Српска		Источни дио Републике Српске		Западни дио Републике Српске	
		Површина (ha)	%	Површина (ha)	%	Површина (ha)	%
1.	Обрађено земљиште	353.614,2	14,3	106.704,5	4,3	246.909,7	10,0
2.	Запуштено обрадиво земљиште	115.364,0	4,7	27.410,5	1,1	87.953,5	3,6
	Укупно обрадиво	468.978,2	19,0	134.115,0	5,4	334.863,2	13,6
3.	Ливаде	250.924,2	10,2	62.675,6	2,5	188.248,6	7,6
4.	Пашњаци	242.747,6	9,8	180.289,2	7,3	62.458,4	2,5
5.	Запуштени пашњаци	82.039,2	3,3	61430,9	2,5	20.608,3	0,8
	Укупно пашњаци (4+5)	324.786,8	13,1	241.720,1	9,8	83.066,7	3,3
6.	Шуме	1.144.820,1	46,4	557.819,0	22,6	587.001,1	23,8
7.	Макија	140.705,0	5,7	140.705,0	5,7	0,0	0,0
8.	Голе површине	86.477,7	3,5	83.040,5	3,4	3.437,2	0,1
9.	Изграђено	25.671,8	1,0	10.876,3	0,4	14.795,5	0,6
10.	Водене површине	21.347,1	0,9	12.564,2	0,5	8.782,9	0,4
11.	Рибњаци	3.034,6	0,1	0,0	0,0	3.034,6	0,1
	УКУПНО:	2.466.745,5	100	1.243.515,9	50,4	1.223.229,6	49,6
	Пољопривредно земљиште (1+2+3+4+5+11)	1.047.723,8	42,5	438.510,8	17,8	609.213,0	24,7
	Непољопривредно земљиште (6+7+8+9+10)	1.419.021,8	57,5	805.005,1	32,6	614.016,6	24,9

Катастарске класе и класе ЗПНК не подударају се у потпуности, тако да се њихово поређење може вршити само дјелимично. На примјер, површине које се по катастру воде као оранице, по начину коришћења могу бити: „обрађено“, „ливаде“ (ако су тренутно необрађене) или „запуштено“ (ако се површине не обрађују дужи низ година и већ се на њима разазнаје спорадично жбуње и

ниска вегетација...). Такође, катастарска класа „шуме“ није иста као ЗПНК класа „шуме“. Ова класа ЗПНК подразумијева све површине које су обрасле дрвећем и ниским растињем. Постоје и друге разлике између катастарских класа и класа ЗПНК, али је крајњи резултат подјеле на пољопривредно и непољопривредно земљиште упоредив. На Граф. 5.2. приказано је поређење података о површинама катастарских класа из 2002. године, који дужи низ година нису ажурирани (НЕАП; Федерално министарство просторног уређења и околиша и Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске 2003) и података ЗПНК (Основа РС; Предић и сар. 2009). На Граф. 5.2. јасно је видљиво да је дошло до повећања површина под шумском вегетацијом, неплодног земљишта (изграђених површина, голети...) и ливада, а смањења обрадивих површина и пашњака.



Граф. 5.2. Коришћење земљишта у Републици Српској: НЕАП 2003 – ЗПНК 2008 (Предић и сар. 2011)

Graph. 5.2. Land use in the Republic of Srpska by NEAP 2003 – ZPNK 2008 (Предић и сар. 2011)

По НЕАП подацима обрадиве површине заузимају 671.599 ха, а по ЗПНК је евидентирано 468.978 ха, али је од тога обрађено 353.641 ха, а 115.364 ха обрадивих површина означено је као запуштено земљиште (Таб. 5.1). Разлози за овакво коришћење обрадивих површина у то вријеме су били вишеструки: расељавање становништва усљед грађанског рата и слаб повратак, миниране површине, миграција становништва у урбане средине... (Предић и сар. 2011). Међутим, према статистичким подацима из 2018. године, наведеним у Стратегији развоја пољопривреде и руралних подручја Републике Српске 2021–2027. године, у претходном петогодишњем периоду обрађене површине су имале тренд благог повећања, а необрађене површине тренд благог смањења (Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске 2021).

До смањења површина под пашњацима је дошло због њиховог некоришћења, тј. што је због неиспаше стоке дошло до постепеног мијењања вегетације на пашњацима (папрат, жбуње...), тако да су те површине по ЗПНК означене као „запуштени пашњаци“ (82.309 ха или 3,3% територије, Таб. 5.1). Један од могућих узрока оваквог стања је и постојање минираних површина, јер је у децембру 2008. године на 1,7% површине Републике Српске (41.964,4 ха) постојао неки од три степена опасности од мина (Предић и сар. 2009). На основу података Центра за уклањање мина у Босни и Херцеговини (*Bosnia and Herzegovina Mine Action Center*, ВНАС) из 2020. године, на простору Републике Српске опасност од мина је присутна на још 119.000 ха. Повећање површина под шумом (шуме и ниско растиње) у односу на стање из 2002. године је повољно са аспекта биодиверзитета, а неповољно за пољопривреду. Ове површине су углавном резултат сукцесије и запуштања обрадивих површина (Сл. 5.2. и Сл. 5.3) и пашњака. Оваква стања су видљивија приликом израда Основа општина. Ове површине су привремено изгубљене за пољопривреду, јер ће се након повратка, крчењем и поновним привођењем култури, поново користити у пољопривреди (Предић и сар. 2020).

Поред наведених констатација, на основу резултата приказаних у Таб. 5.1. могу се упоредити површине по начину коришћења у источном и западном дијелу Републике Српске (Граф. 5.3). Подаци са Граф. 5.3. потврђују познату чињеницу о различитом коришћењу пољопривредног земљишта у источном и западном дијелу Републике Српске, које произлази из специфичности тих подручја (рељеф, клима, становништво...). У источном дијелу доминирају пашњаци, али је утврђено да је 61.431 ха (2,5%) површина под запуштеним пашњацима, док у западном дијелу доминирају обрадиве површине, али је 87.953 ха (3,6%) обрадивих површина запуштено (Предић и сар. 2011). За изналагање узрока и рјешавања утврђеног стања потребно је спровести свеобухватнију акцију свих структура власти које се баве аграрном политиком.



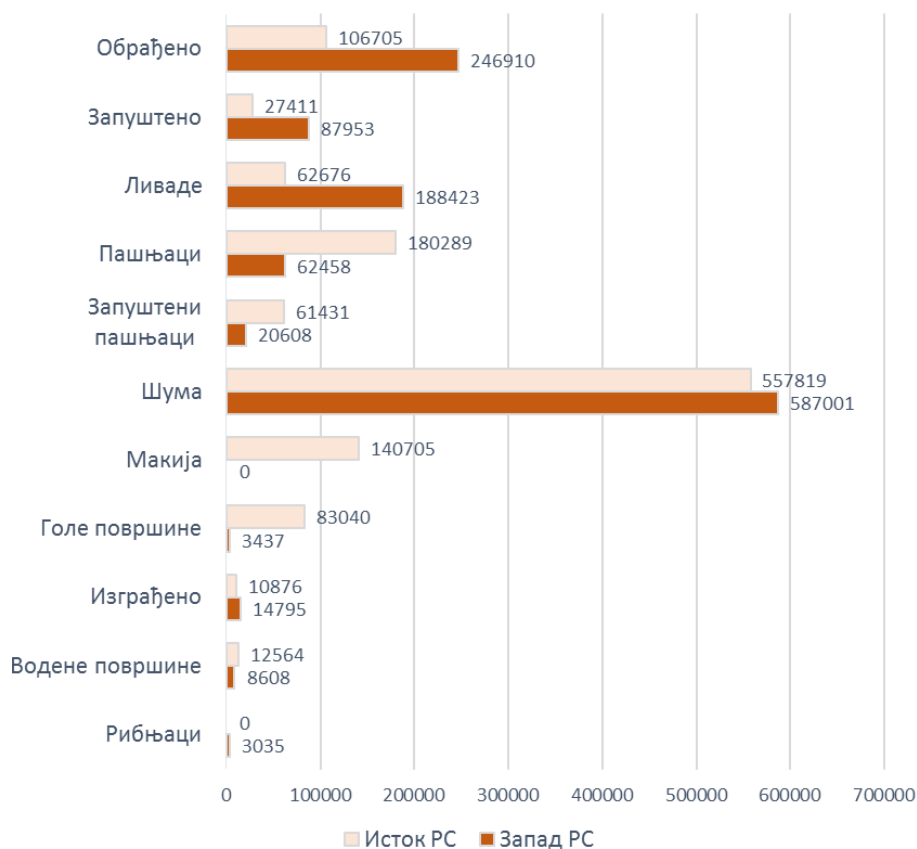
Сл. 5.2. Пољопривредне површине 2002. године, село Шушци, општина Шамац (Предић и сар. 2011)

Fig. 5.2. Agricultural area in village Šušci, Šamac Municipality, 2002 (Предић и сар. 2011)



Сл. 5.3. Шума 2019. године, село Шушци, општина Шамац (Предић и сар. 2020)

Fig. 5.3. Forest in village Šušci, Šamac Municipality, 2019 (Предић и сар. 2020)

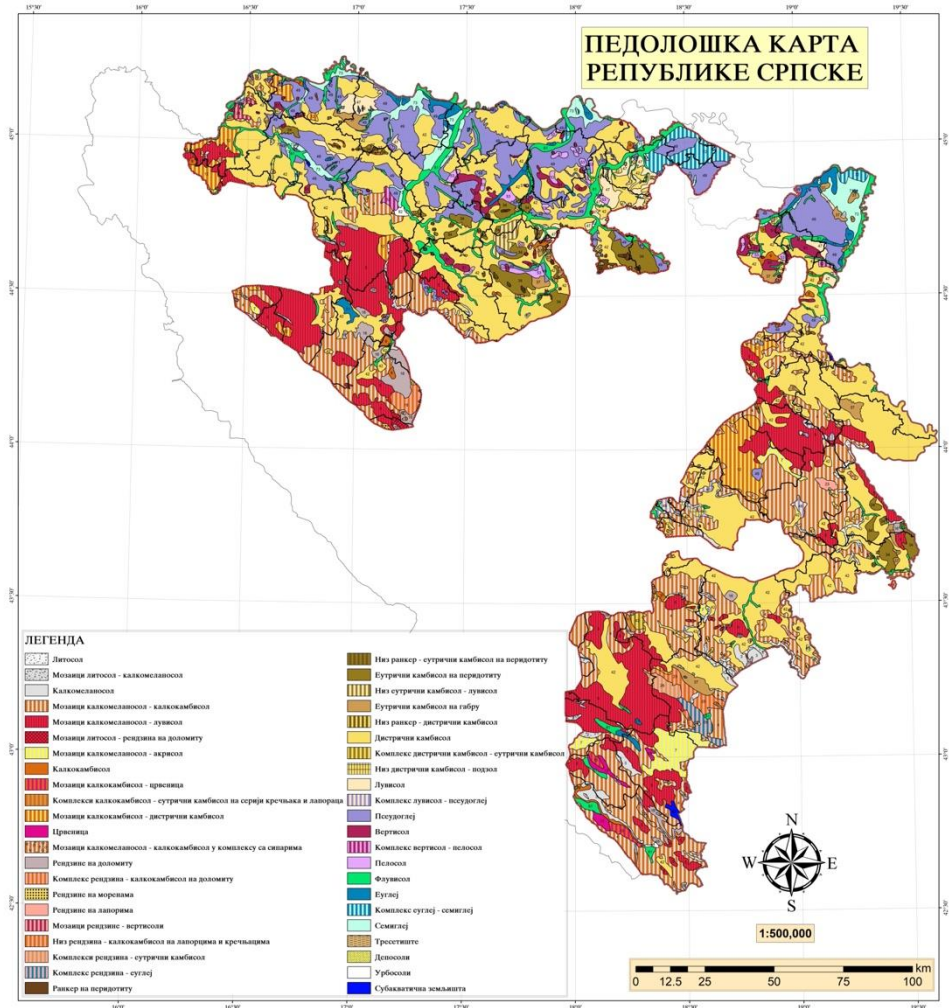


Граф. 5.3. Земљишни покривач и начин коришћења земљишта (ха) у источном и западном дијелу Републике Српске (Предић и сар. 2011)
Graph. 5.3. Land cover and land use (ha) in eastern and western part of the Republic of Srpska (Предић и сар. 2011)

На основу свега наведеног, без обзира на извор података, у Републици Српској је евидентан тренд смањења пољопривредних површина. Ову констатацију потврђују и наведени подаци, тј. према подацима из Националног акционог плана БиХ (НЕАП; Федерално министарство просторног уређења и околиша и Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске 2003), у Републици Српској је било 1.267.255 ха (50,6%) пољопривредног земљишта, према подацима из Основе РС (Предић и сар. 2009) било је 1.047.724 ха или 42,5%, а према Нацрту измјена и допуна просторног плана Републике Српске до 2025. године (Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске 2013) пољопривредне површине заузимају 981.815 ха или 40,5%.

5.3. Најзаступљенији типови земљишта

Република Српска се карактерише врло израженом хетерогеношћу земљишног покривача, како у погледу заступљености појединих педосистематских јединица (Сл. 5.4), тако и у погледу својстава (морфолошких, физичких, хемијских и биолошких) земљишта (Марковић 2008).



Сл. 5.4. Педолошка карта Републике Српске (Аутори: Марковић М и Марковић Б)

Fig. 5.4. Soil map of the Republic of Srpska (Authors: Marković M and Marković B)

То је условљено разликама у геолошкој подлози, надморској висини, рељефу, клими и вегетационом покривачу, као и различитом утицају човјека на овај природни ресурс.

У Републици Српској доминирају типови земљишта из раздјела аутоморфних земљишта, мада знатан дио територије покривају и хидроморфна земљишта, нарочито у сјеверном, равничарском и благо брдовитом дијелу Републике Српске (долина ријеке Саве и њених притока). Од аутоморфних земљишта најзаступљенији су типови: дистрични камбисол, еутрични камбисол, лувисол и земљишне комбинације: мозаици калкомеланосол–калкокамбисол, мозаици калкомеланосол–лувисол, мозаици калкокамбисол – дистрични камбисол, рендзине на различитим супстратима, лувисол и други, а од хидроморфних земљишта доминирају псеудоглеј и флувисол, семиглеј, еуглеј и њихове комбинације (Таб. 5.2).

Таб. 5.2. Заступљеност педосистематских јединица у Републици Српској (на основу педолошке карте)

Table 5.2. Representation of soil units in the Republic of Srpska (based on soil map)

Ознака на карти	Назив педосистематске јединице из легенде педолошке карте	%	ха
1	Литосол	0,48659	12.003
2	Мозаици литосол–калкомеланосол	0,672737	16.595
3	Калкомеланосол	0,896306	22.110
4	Мозаици калкомеланосол–калкокамбисол	17,61144	434.428
5	Мозаици калкомеланосол–лувисол	13,13718	324.060
6	Комплекси литосол – рендзина на доломиту	0,080291	1.981
7	Мозаици калкомеланосол–акрисол	1,330273	32.814
9	Калкокамбисол	0,604872	14.921
10	Мозаици калкокамбисол – <i>terra rossa</i>	0,186043	4.589
11	Комплекси калкокамбисол – еутрични камбисол на серији кречњака и лапораца	0,045614	1.125
12	Мозаици калкокамбисол – дистрични камбисол	2,700283	66.609
13	<i>Terra rossa</i>	0,252313	6.224
14	Мозаици калкомеланосол–калкокамбисол у комплексу са сипарима	0,062278	1.536
16	Рендзине на доломиту	1,436084	35.424
18	Комплекси рендзина – калкокамбисол на доломиту	0,304974	7.523
21	Рендзине на моренама	0,018932	467

23	Рендзине на лапорима	0,142994	3.527
24	Мозаици рендзина–вертисол	0,11737	2.895
25	Низ рендзина – калкокамбисол на лапорцима и кречњацима	0,508449	12.542
26	Комплекси рендзина – еутрични камбисол	0,253145	6.244
29	Комплекс рендзина–еуглеј	0,336164	8.292
32	Ранкер на перидотиту	0,151398	3.735
33	Низ ранкер – еутрични камбисол на перидотиту	0,01864	460
34	Еутрични камбисол на перидотиту	2,455028	60.559
35	Низ еутрични камбисол – лувисол	0,293966	7.251
37	Еутрични камбисол на габру	1,247078	30.762
41	Низ ранкер – дистрични камбисол	0,072462	1.787
42	Дистрични камбисол	31,11693	767.573
43	Комплекс дистрични камбисол – еутрични камбисол	0,106321	2.623
45	Низ дистрични камбисол – подзол	0,136741	3.373
47	Лувисол	1,511262	37.279
48	Комплекс лувисол–псеудоглеј	0,333941	8.237
49	Псеудоглеј	9,860509	243.233
51	Вертисол (смоница)	1,248278	30.792
52	Комплекс вертисол (смоница) – пелосол	0,15082	3.720
53	Пелосол	0,672573	16.591
61	Флувисол (алувијално земљиште)	4,668024	115.148
71	Еуглеј	1,120007	27.628
72	Комплекс еуглеј–семиглеј	1,144523	28.232
73	Семиглеј	2,257152	55.678
74	Тресетиште	0,007921	195
81	Депосоли	0,038307	945
82	Урбосоли	0,10441	2.576
83	Субакватична земљишта	0,100755	2.485
Укупно:		100,0014	2.466.773

5.4. Плодност земљишта

Плодност земљишта представља основну карактеристику сваког типа земљишта и то је основна особина по којој се земљиште разликује од матичног супстрата (стијене) на којем је настало. Свако земљиште има одређени ниво плодности

која представља способност земљишта да биљкама обезбиједи потребну количину хранљивих материја које ће омогућити постизање одређеног приноса уз минимално коришћење ђубрива. За праћење плодности пољопривредног земљишта у функцији климатских промјена, најважнији параметри су: реакција (pH) земљишта, садржај органске материје и хумуса, тј. садржај органског угљеника. Да би се ове промјене могле пратити неопходно је успоставити систем трајног мониторинга пољопривредног земљишта, јер је стратегија одрживог развоја пољопривреде немогућа без праћења промјена у земљишту, као интегралног дијела мониторинга животне средине. Због многобројних специфичности земљишта у односу на воду и ваздух, овај задатак је јако комплексан и изискује висока финансијска улагања, а важност заштите земљишта (из више разлога) до сада није била довољно препозната од доносилаца одлука (Predić et al. 2013). ЈУ Пољопривредни институт Републике Српске је заједно са Фондом за заштиту животне средине и енергетску ефикасност Републике Српске од 2010. године спровео неколико пројеката који за резултат имају успостављање трајног мониторинга пољопривредног земљишта. Овај процес су убрзале и посљедице климатских промјена, тј. мајске поплаве 2014. године актуализовале су неопходност успостављања система трајног праћења пољопривредног земљишта кроз успостављање трајних станица мониторинга (Predić et al. 2014б, 2014в, 2016), јер се без њих не могу пратити промјене настале климатским непогодама када се у само неколико дана или сати могу знатно промијенити основне карактеристике (функције) пољопривредног земљишта (Сл. 5.5, Сл. 5.6. и Сл. 5.7).



Сл. 5.5. Депоновани муљ након повлачења ријеке Саве, Бијељина (Фото Предић Т 2014)

Fig. 5.5. Sludge deposited after the withdrawal of the flood wave of the Sava River, Bijeljina (Photo Predić T 2014)



Сл. 5.6. Нанос дебљине 30–40 цм у пољу пшенице након повлачења поплавног вала ријеке Босне (Фото Предић Т 2014)

Fig. 5.6. Deposition 30–40 cm thick in a wheat field after the withdrawal of the flood wave of the Bosna River (Photo: Predić T 2014)



Сл. 5.7. Однесен цјелокупан слој земљишта до матичног супстрата, ријека Дрина (Фото Предић Т 2014)

Fig. 5.7. The entire layer of soil was taken to the parent substrate, the Drina River (Photo Predić T 2014)

На подручју Републике Српске, плодност обрадивих површина (оранице, баште, ливаде, воћњаци и виногради) утврђена је на основу стварних и процијењених вриједности. Стварне вриједности су добијене на основу резултата контроле плодности 4.126 просјечних узорака ораничног слоја

земљишта који су у периоду 2014–2018. године узети са 5.777 ха обрадивих површина (1% од укупне обрадиве површине Републике Српске) (Predić et al. 2019). Процијене вриједности су добијене моделирањем постојећих резултата анализа и просторних података о земљишту примјеном алата географског информационог система (ГИС) (земљишни покривач и начин коришћења, педолошка карта, типови земљишта) (Предић и сар. 2009).

5.4.1. Реакција земљишта (pH)

Реакција земљишта (pH, активна и потенцијална) основна је карактеристика сваког типа земљишта од које зависе многе физичке, хемијске, биохемијске реакције и микробиолошка активност у земљишту. Од тога, да ли се ради о киселој, неутралној или алкалној реакцији земљишта, зависи степен приступачности за биљке одређених хранљивих елемената, што је у директној вези са оствареном количином и квалитетом приноса (Predić et al. 2014a).

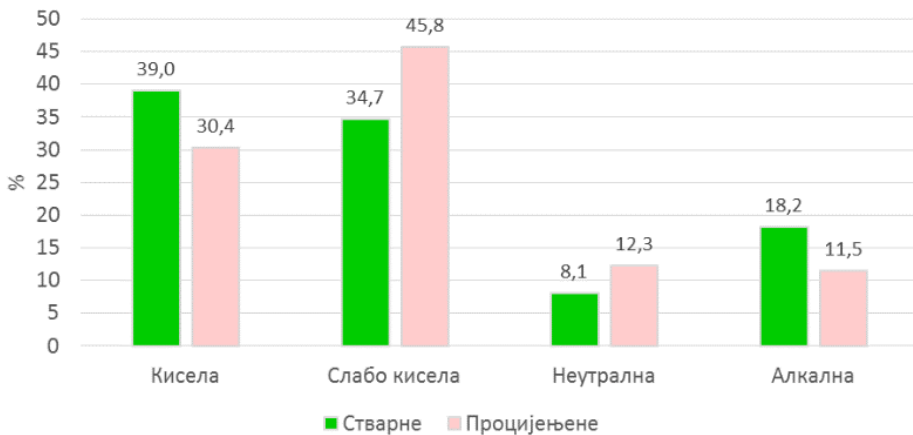
Климатске промјене углавном утичу на повећање киселости (закисељавање) земљишта и овај процес је успорен, али евидентан и зависи од количине, учесталости и pH вриједности атмосферских падавина. На промјену реакције пољопривредног земљишта у великој мјери утиче човјек примјењеним начином пољопривредне производње (учестала обрада, примјена физиолошки киселих ђубрива, неконтролисано наводњавање...), који углавном доводе до закисељавања земљишта. Међутим, правилном примјеном средстава за калцификацију у комбинацији са стајњаком, пољопривредни произвођачи врше корекцију pH вриједности киселих земљишта и доводе је у оквире који погодују гајењу планираних биљних врста. Из наведених разлога реакција (pH) обрадивих површина све мање зависи од типа земљишта, а све више од начина коришћења и од структуре биљне производње.

У Таб. 5.3. и на Граф. 5.4. приказана је заступљеност појединих класа активне реакције на обрадивим површинама Републике Српске. Просторни приказ је добијен ГИС моделирањем стварних вриједности резултата анализа (4.126 узорака) на укупну обрадиву површину Републике Српске (Сл. 5.8).

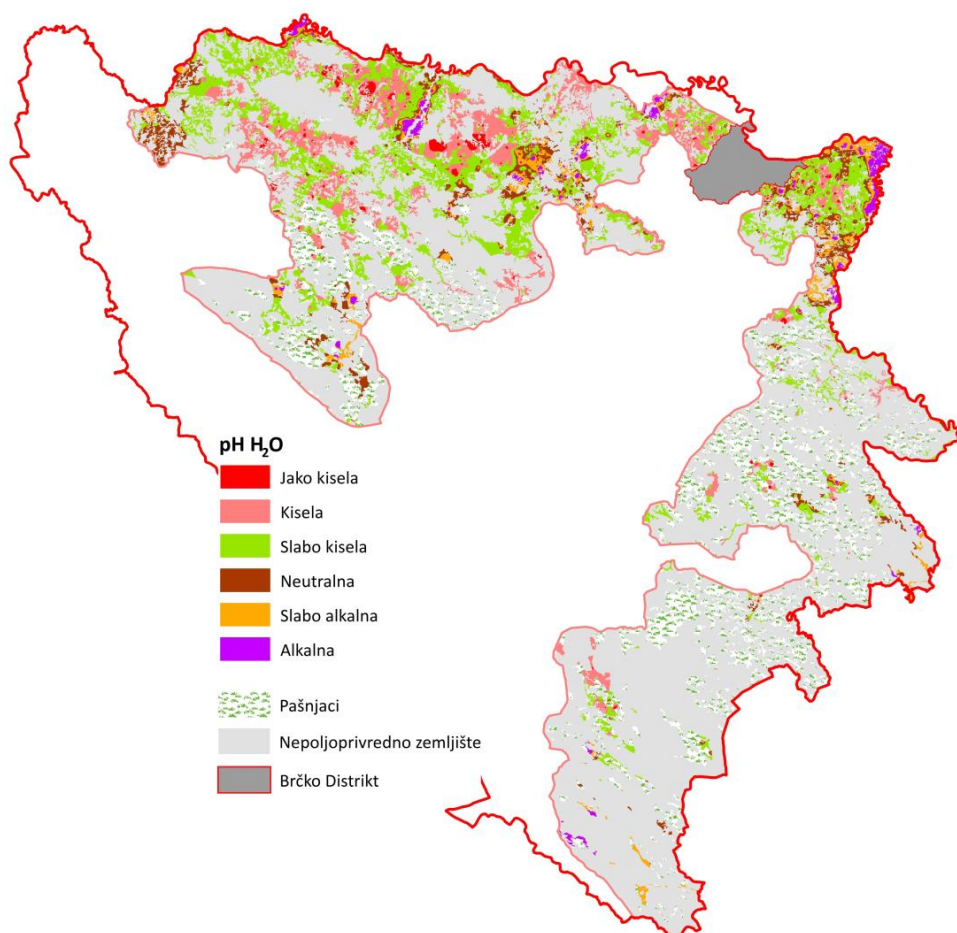
Таб. 5.3. Активна реакција земљишта (pH у H₂O) обрадивих површина Републике Српске (Предић и сар. 2009)
 Table 5.3. Active soil reaction (pH in H₂O) of arable land in the Republic of Srpska (Предић и сар. 2009)

Категорије активне реакције земљишта (pH у H ₂ O)		Стварне вриједности (%)*		Процијењене вриједности (%)**	
Кисело	Екстремно кисело	1,2	39,0	30,4	0,4
	Јако кисело	9,2			1,8
	Кисело	28,6			28,2
Слабо кисело	Слабо кисело	34,7	34,7	45,8	45,8
Неутрално	Неутрално	8,1	8,1	12,3	12,3
Алкално	Слабо алкално	6,3	18,2	11,5	7,6
	Алкално	11,9			3,9

Напомена: * На основу резултата анализа 4.126 просјечних узорака земљишта
 ** Моделиране вриједности на цијелу површину обрадивог земљишта Републике Српске (578.894 ха)



Граф. 5.4. Активна реакција земљишта (pH у H₂O) обрадивих површина Републике Српске
 Graph. 5.4. Active soil reaction (pH in H₂O) of arable land in the Republic of Srpska



Сл. 5.8. Процијењена активна реакција земљишта (pH у H₂O) обрадивих површина Републике Српске

Fig. 5.8. Estimated soil reaction (pH in H₂O) of arable land in the Republic of Srpska

На обрадивим површинама Републике Српске, и према стварним и према процијењеним резултатима, доминирају кисела и слабо кисела земљишта, док су неутрална и алкална земљишта знатно мање заступљена. Овај однос је различит у источном и западном дијелу Републике Српске (Таб. 5.4). Према процијењеним вриједностима, од 30% киселих земљишта или 175.857 ха (Таб. 5.4) 26,0% се налази у западном дијелу Републике Српске, а свега 4,3% или 25.132 ха је у источном дијелу Републике Српске.

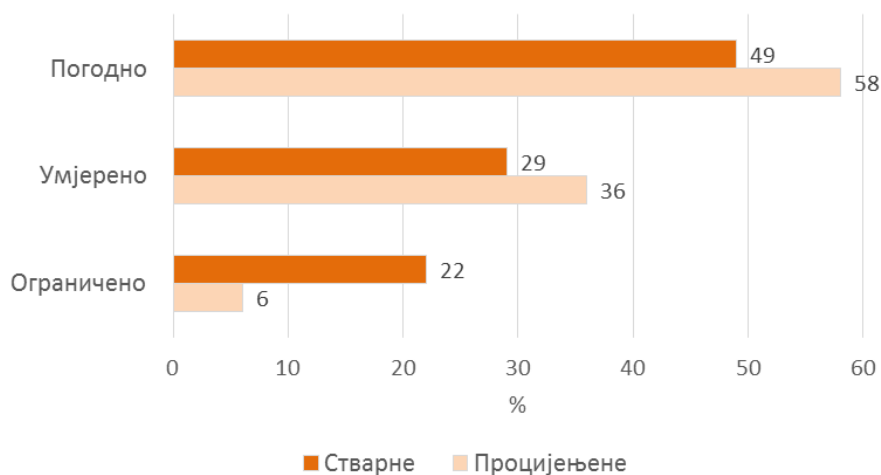
Таб. 5.4. Процијењене вриједности реакције земљишта (pH) обрадивих површина Републике Српске

Table 5.4. Estimated soil pH value of arable land in the Republic of Srpska

Категорије реакције земљишта		Република Српска		Западни дио Републике Српске		Источни дио Републике Српске	
		ха	%	ха	%	ха	%
Кисело	Екстремно кисело	1.999	0,3	1.924	0,3	74	0,0
	Јако кисело	10.588	1,8	8.922	1,5	1.665	0,3
	Кисело	163.270	28,2	139.845	24,2	23.393	4,0
Слабо кисело	Слабо кисело	265.010	45,8	196.198	33,9	68.810	11,9
Неутрално	Неутрално	71.095	12,3	45.585	7,9	25.522	4,4
Алкално	Слабо алкално	44.089	7,6	23.064	4,0	21.041	3,6
	Алкално	22.843	3,9	11.240	1,9	11.613	2,0
Укупно:		578.894	100	426.777	73,7	152.117	26,3

Свака биљна врста има одређене оптималне захтјеве за гајење. За већину пољопривредних биљних врста оптимална реакција (pH) слабо је кисела и неутрална. У јако киселим и екстремно киселим земљиштима код ових биљних врста може доћи до мањих или већих поремећаја у развоју, што директно утиче на квалитет и количину приноса. Слични поремећаји се догађају и у алкалним земљиштима. На Граф. 5.5. приказана је погодност гајења пољопривредних биљних врста у зависности од активне реакције ораничног слоја земљишта обрадивих површина у Републици Српској. На основу добијених резултата произлази закључак да у Републици Српској реакција земљишта (pH) није значајнији ограничавајући фактор гајења пољопривредних биљних врста. Међутим, код стварних показатеља на 22% испитаних парцела киселост земљишта представља ограничавајући фактор (pH < 5,20). На овим земљиштима треба гајити биљке које подносе наведене услове киселости или вршити поправке у виду примјене средстава за калцификацију у комбинацији са примјеном органских ђубрива (Predić et al. 2019, 2020).

Треба нагласити да је врло битно да се контрола плодности континуирано спроводи и да се приликом узимања узорака изврши геопозиционирање парцела. На тај начин се добија гушћа мрежа тачака, која омогућава да приказ процијењених (моделираних) података у простору буде релевантнији, што ће допринијети да предложене мјере буду ефикасније (Predić et al. 2019, 2020).



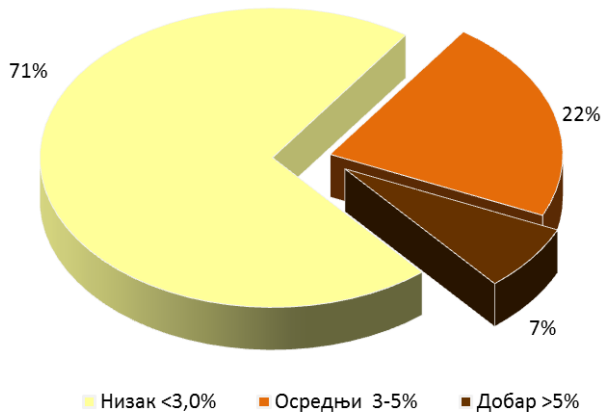
Граф. 5.5. Погодност гајења пољопривредних биљних врста у зависности од активне реакције земљишта (pH у H₂O) обрадивих површина Републике Српске

Graph. 5.5. Suitability of crop growing according to the soil reaction (pH in H₂O) of arable land in the Republic of Srpska

5.4.2. Садржај хумуса

Садржај хумуса је основни параметар плодности земљишта. Неоспорно је позитивно дејство хумусних материја на одржавање повољних водно-ваздушних и укупних биолошких својстава земљишта, а нарочито на садржај и активност тзв. хранидбеног хумуса, који има директан утицај на исхрану биљака, а у првом реду на исхрану биљака азотом. Садржај хумуса испод 2% највјероватније представља тзв. „чврсто хумусно језгро“, које је релативно стабилно и отпорно на даљњу микробиолошку разградњу, тако да се не може узимати у обзир као одређена залиха храњивих материја (Radanović 1995), али може као трајнија акумулација органског угљеника.

На основу резултата контроле плодности од 2014. до 2018. године код 71% испитиваних парцела утврђен је низак садржај хумуса (< 3%) (Граф. 5.6). Садржај хумуса у пољопривредном земљишту, поред типа земљишта, у великој мјери, као и реакција земљишта, зависи од начина коришћења, тј. типа пољопривредне производње (органска, интегрална...) и од структуре биљне производње (Predić et al. 2019).



Граф. 5.6. Садржај хумуса у испитиваним узорцима земљишта обрадивог земљишта Републике Српске (Predić et al. 2019)

Graph.5.6. Content of humus in the soil samples of arable lands in the Republic of Srpska (Predić et al. 2019)

На испитиваним парцелама (4.126 узорка) доминирају житарице (Таб. 5.5), тј. једногодишње биљне врсте код којих се обрада земљишта врши минимално једном годишње и код којих се мање користе органска ђубрива, тако да се садржај хумуса у овим земљиштима континуирано смањује.

Таб. 5.5. Структура биљне производње на парцелама код којих је вршена контрола плодности земљишта (Predić et al. 2019)

Table 5.5. Land use of the sampled soil taken for the analysis of the soil fertility (Predić et al. 2019)

Р. бр.	Усјев/засад	ха	%
1.	Житарице	4.098	71,0
2.	Поврће	190	3,3
3.	Воћњаци и виногради	423	7,3
4.	Ливаде	1.065	18,4
Укупно:		5.776	100,0

5.4.3. Садржај органског угљеника

Органску материју у земљишту чине ткива мртвих биљака и животиња која се налазе у различитим фазама разградње и чије су честице мање од 2 мм (FAO

2017). Око 95% органске материје у земљишту чини хумус, а 58% хумуса чини угљеник (Resulović 1969). Залиха органског угљеника је просторно и временски промјенљива и одређена је различитим абиотским и биотичким факторима (Weissert et al. 2016). Повећање залиха органског угљеника у земљишту доводи до смањења садржаја CO_2 у ваздуху, тако да промјене у залихама органског угљеника у земљишту (повећање или смањење) могу имати глобални значај и могу ублажити или погоршати климатске промјене (Batjes and Sombroek 1997). Да би се одредила улога земљишта у кружењу органског угљеника, потребно је процијенити његове залихе (Yang et al. 2007).

Моделирањем постојећих резултата анализа земљишта о садржају хумуса и података педолошке карте Predić et al. (2019) извршили су процјену садржаја органског угљеника у обрадивим површинама Републике Српске (578.894 ха). На основу података из Таб. 5.6. може се констатовати да се пољопривредна производња у Републици Српској на 81,5% обрадивих површина одвија на земљишту са јако ниским садржајем органског угљеника, а на 17,3% површина са ниским садржајем, што укупно представља 98,5% или 570.166 ха обрадивих површина са недовољним садржајем органског угљеника.

Таб. 5.6. Заступљеност класа садржаја органског угљеника у пољопривредном земљишту Републике Српске (Predić et al. 2019)

Table 5.6. Class of the organic carbon content in agricultural land of the Republic of Srpska (Predić et al. 2019)

Класа садржаја органског угљеника	ха	%	
Јако низак	< 1%	469.967	81,2
Низак	1,01–2,0%	100.199	17,3
Осредњи	2,01–6,0%	8.363	1,4
Висок	> 6,01%	365	0,1
Укупно:		578.894	100

Напомена: Класификација према Van Ranst et al. (1995)

Према резултатима Predić et al. (2019) процијењене залихе органског угљеника у ораничном слоју обрадивог пољопривредног земљишта Републике Српске износе 32.584.900 тона, што у просјеку износи $56,3 \text{ т ха}^{-1}$, а то по Van Ranst et al. (1995) представља низак садржај. Слични резултати су добијени и у Србији, гдје је у ораничном слоју земљишта (0–30 цм) утврђена просјечна вриједност органског угљеника од $68,99 \text{ т ха}^{-1}$ или 1,58% (Vidojević et al. 2014). Резултати овог истраживања представљају први корак ка успостављању система праћења залиха органског угљеника у пољопривредном земљишту Републике Српске и његовог утицаја на климатске промјене.

5.5. Угроженост земљишта и примарне пољопривреде у свијету и у Републици Српској

Утицај климатских промјена на примарну пољопривредну производњу, понајвише биљну производњу, проучава се већ неколико деценија широм свијета, било да се користе подаци измјерених климатских параметара или подаци регионалних климатских модела. Све анализе упућују да ће се климатске промјене манифестовати преко повишених температура ваздуха и нарушеног режима и суме падавина (IPCC 2013). Посљедице наведених поремећаја ће се манифестовати учесталим појавама суша, поплава, олуја, пожара итд, што ће се негативно одразити на плодност земљишта и плодношеће биљака (Forzieri et al. 2016; European Environment Agency 2017). Извјештај Европске комисије наводи седам главних пријетњи које узрокују деградацију земљишта у Европи: ерозија земљишта, пад садржаја органског угљеника, збијање, нарушавање биодиверзитета земљишта, заслањивање, загађење и стварање плужног ђона (European Commission 2002). Наведена становишта потврђују истраживачи из других дијелова свијета (Hatfield et al. 2020). У сваком климатском подручју степен утицаја и манифестације су другачији. Тако, на примјер, у аридним, семиаридним и сувим субхумидним условима угроженост земљишта се јавља усљед синергијског утицаја суше, смањене покривености биљним покривачем и екстремним падавинама, које стварају ризик од ерозије земљишта, затим усљед повећане салинизације, смањења органске материје и нарушавања физичких особина земљишта (Kosmas et al. 2003; Colantoni et al. 2015; Karavitis et al. 2020). У семихумидним и хумидним условима јавља се проблем ерозије усљед великих количина падавина, превлажености, збијања земљишта, губитка органске материје усљед повећаног разлагања изазваних повећаном биљном продуктивношћу и присуства довољно количина воде, а самим тим и нарушавања плодности земљишта (Neset et al. 2018; Hamidov et al. 2018).

5.5.1. Ризици од поплава, превлаживања и ерозије

Због својих географских, топографских и климатских карактеристика, земљишта Републике Српске изложена су готово свим горенаведеним ризицима. У сјеверном дијелу Републике Српске у условима умјереноконтиненталних климатских услова, земљишта су изложена превлаживању усљед високих водостаја ријека и сливања вода са виших терена као и вишкова воде усљед обилних падавина, затим све чешће појаве екстремних суша, што доводи до збијања земљишта и губитка органске материје.

Кроз историју, климатски и земљишни услови су утицали на примарну пољопривредну производњу, у којој је доминирало сточарство и узгој ратарских култура (пшенице, кукуруза, крмног биља попут дјетелине и луцерке, затим кромпира), а у мањој мјери повртарство, воћарство и виноградарство. Изградњом насипа за регулисање ријечних токова и система за одводњавање, који су започети још у XIX вијеку, а интензивније послје Другог свјетског рата, обезбијеђен је повољнији водно-ваздушни режим земљишта, а самим тим и бољи услови за развој пољопривредне производње.

Према подацима из Стратегије интегралног управљања водама Републике Српске 2015–2024. године, постоји 11 већих мелиорационих подручја (седам у сливу ријеке Саве, четири у крашким пољима јадранског слива), у оквиру којих функционише 21 мелиорациони систем, којима се штити од сувишних вода око 90.000 ха земљишта највиших бонитетних класа (Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске 2021). У оквиру тих система се око 78.000 ха одводњава примјеном пумпних станица. Највећи и функционално најзначајнији системи за одводњавање у Републици Српској су у доњим токовима притока ријеке Саве и уз њен непосредан ток. Потпуни системи основне одводње завршени су на око 48.500 ха, а дјелимично на око 52.700 ха. Детаљном одводњом обухваћено је око 18.200 ха.

У Херцеговини, у условима медитеранске климе, редовно се јавља двојак негативан утицај на земљиште: превлаживање у прољећно-јесењем периоду и редовна појава суше у љетњем периоду. Честа појава јаким љетњим пљускова, олуја и града подстиче ерозионе процесе због недовољне покривености земљишта вегетационим покривачем, што је последица неконтролисаног крчења шума у даљој прошлости, а данас најчешће усљед суша, а понекад и пожара.

У централном дијелу у условима субхумидне планинске и планинско-котлинске климе доминантан ризик за очување земљишта настаје усљед бујичних вода, стварајући ерозионе процесе и клизишта.

Према поменутом стратешком документу (Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске 2021) процјењује се да је око 85% територије Републике Српске захваћено процесима ерозије. Ти процеси су најизраженији у сливу Дрине и у сливу Јадранског мора, гдје је око 94% површине подвргнуто неком облику ерозије, док је ерозија најмање присутна у непосредном сливу Саве. Процесима ерозије већег интензитета обухваћено је само око 15% површина под ерозијом, док је највећи дио територије са slabим и врло slabим процесима, који се могу санирати превасходно биолошким мјерама заштите. Бујични сливови су најзаступљенији у сливу Дрине (преко 250 мањих сливова) и у сливовима Неретве и Требишњице (преко 200). Бујица

има и по рубном подручју непосредног слива Саве (преко 50), које изазивају велике штете, јер непосредно угрожавају долинско пољопривредно земљиште.

Досадашњи радови на заштити од ерозија и бујица углавном су имали санациони карактер на мјестима највећих штета од бујица. Биолошки радови у сливу били су много скромнији по обиму, при чему је тим радовима третирано само око 10.000 ха ерозивних површина, што је недовољно за конзервацију земљишта и биолошко уређење сливова, којим би се, поред рјешавања проблема ерозије, на третираним површинама створили повољни услови за развој пољопривреде, шумарства и других повезаних производних система.

Крашка поља се потпуно или дјелимично плаве у кишним дијеловима године, због немогућности евакуације отицаја усљед недовољне пропусне способности природних подземних одводника у карстним формацијама. Пошто се у модификованим климатским условима кише концентришу од позног јесењег периода до оквирно почетка прољећа, плављења су сезонска и доста предвидива. Поплаве у неким подручјима, попут Дабарског поља, просјечно трају око 110 дана (а максимално 216), што потпуно онемогућава коришћење земљишта и доводи до његове еколошке деструкције. У Херцеговини у другој половини XX вијека ријешени су неки горући проблеми превлаживања. Каналисањем Требишњице дјелимично је, али не и у потпуности, ријешен проблем плављења Поповог поља. Под утицајем климатских промјена, знатно је усложњена хидролошка ситуација, која се још компликује усљед промјене режима рада реверзибилне хидроелектране „Чапљина“. Додатна изградња хидроенергетских постројења могла би да ублажи ризик од поплава, али се не може искључити такав догађај у скорашњим или будућим климатским условима.

Од шездесетих година прошлог вијека дјелимично због повољних климатских услова, уређења водног режима земљишта, примјене минералних ђубрива и средстава за заштиту биља, као и уз механизовану обраду земљишта, дошло је до континуираног пораста приноса гајених усјева. На први поглед рекло би се да је интензивна пољопривредна производња само позитивно утицала на плодност земљишта. Међутим, све мањи унос органске материје путем стајњака, паљењем жетвених остатака и збијање земљишта коришћењем тешке механизације може, дугорочно посматрано, штетно дјеловати на одрживу пољопривредну производњу. Томе треба додати и чињеницу да је посљедњих година учестала појава јаких и екстремних суша, што условљава примјену наводњавања.

5.5.2. Ризици усљед суше

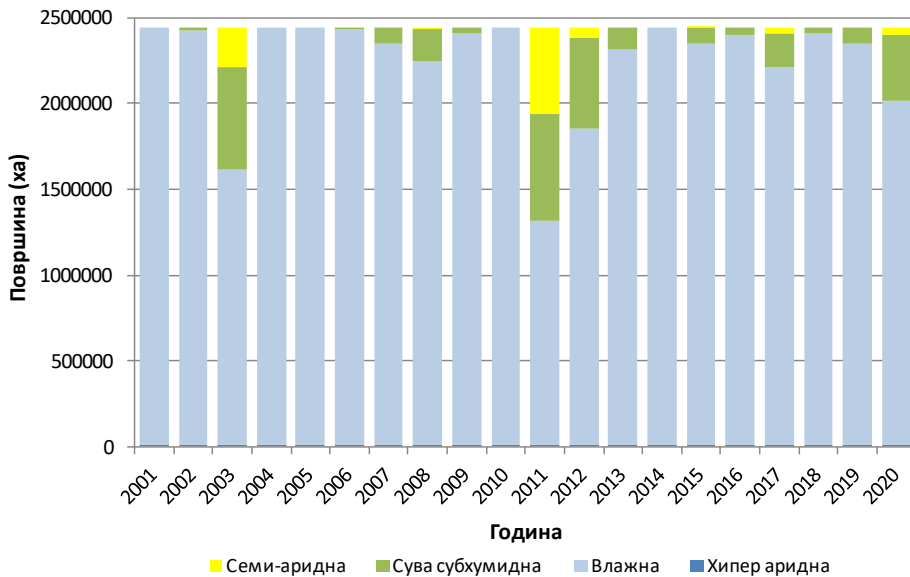
Подручје Републике Српске је у посљедњих двадесет година било под утицајем смјене сушних и влажних година. Иако су доминирале влажне године, обиљежене катастрофалним поплавама које су изазвале велике штете, није занемарљив утицај суша, од којих се издвајају оне из 2000, 2003, 2007/2008, 2011. године, а посебно 2012. године, која је по свом интензитету и захваћеној површини најсушнија за период праћења од 130 година, затим она из 2017. године, као и 2018. године, у којој је било сушно прољеће и јесен, што је условило отежану сјетву прољећних и јесењих усјева (Републичка управа цивилне заштите 2013; РХМЗРС 2021а). У Стратегији прилагођавања на климатске промјене и нискоемисионог развоја за Босну и Херцеговину наводи се да је, по процјенама Удружења пољопривредних произвођача, суша само 2012. године изазвала штете од око милијарду америчких долара (Кнежевић et al. 2013).

Утицај суше на приносе ратарских и повртарских култура је једногодишњи, у воћарству је двогодишњи, а кад је у питању очување земљишта, има вишевијековни значај. Као што је већ напоменуто, усљед суше губи се биљни покривач, који штити земљиште од бујица и ерозије, што може изазвати његов физички нестанак, затим смањује се педолошки биодиверзитет, који је важан фактор у формирању и очувању земљишта.

Процјеном утицаја суше на оствареност приноса на неким локалитетима, попут Бијељине или Бање Луке (Žurovec i Čadro 2011; Stricevic et al. 2017), утврђено је да усљед недостатка воде долази до пада приноса љетњих култура готово сваке године на плитким земљиштима (од 5% до 90%). Средње дубока земљишта обезбјеђују нешто више воде, тако да падови приноса љетњих култура не премашују 50% осим у екстремним условима суше, кад могу износити и до 80%. Дубока и плодна земљишта каква се налазе у сјеверном дијелу Републике Српске обезбјеђују велику резерву воде, чак и преко 200 мм, што омогућује да просјечни падови приноса, на примјер кукуруза, буду до 20%, па чак и у екстремним годинама не прелазе 35% (Žurovec i Čadro 2011).

По раније урађеним анализама симулације приноса пшенице, кукуруза и кромпира, као повртарске културе која се може гајити без наводњавања (Žurovec i Čadro 2011; Stricevic et al. 2017; Stričević et al. 2017), дошло се до сазнања да постоји јасна веза да просјечни приноси у највећој мјери зависе од хидролошке године. У анализираном периоду 2004–2013. процијењено је варирање смањења приноса из године у годину у опсезима: за пшеницу до 23%, за кукуруз до 41%, за кромпир 1–35% и јечам 33% у односу на просјечно добре приносе из повољне хидролошке године. Максималне вриједности

падова су углавном постигнуте екстремно сушне 2012. године, с изузетком пшенице и јечма, гдје су највећи приноси умањени усљед превлажености 2010. године. С тим у вези, процијењени су годишњи директни губици добијени као производ процијењеног годишњег пада приноса и укупне вриједности производње сваке културе (укупан принос помножен цијеном по килограму) за одговарајућу годину. Вриједности укупне производње и просјечне откупне цијене за сваку културу по години преузете су из базе података Републичког завода за статистику Републике Српске. Процијењене штете усљед неповољних хидролошких и климатских прилика у периоду од десет година (2004–2013) износе око 1,2 милијарде конвертибилних марака. Готово четвртина од процијењених штета је остварена 2012. Процијењене штете су срачунате у односу на уобичајене приносе хидролошки повољне године у реалним условима производње, а не на основу генетског потенцијала који би могао бити остварен.



Граф. 5.7. Индекс аридности на територији Републике Српске у периоду 2001–2020. године (Open Foris 2021)

Graph. 5.7. Index of aridity over the territory of the Republic of Srpska in the period 2001–2020 (Open Foris 2021)

Уколико узмемо да се степен аридности у посљедње двије деценије све чешће јавља на мањем или већем подручју, као што показују подаци аридности (Граф. 5.7) добијени сателитским снимцима (доступни на: www.openforis.org),

од семиаридних услова, сувих субхумидних до супераридних на мањим површинама, јасно је да се у будућности могу очекивати појаве суша већег или мањег интензитета, и с тим у вези коришћење и очување земљишта.

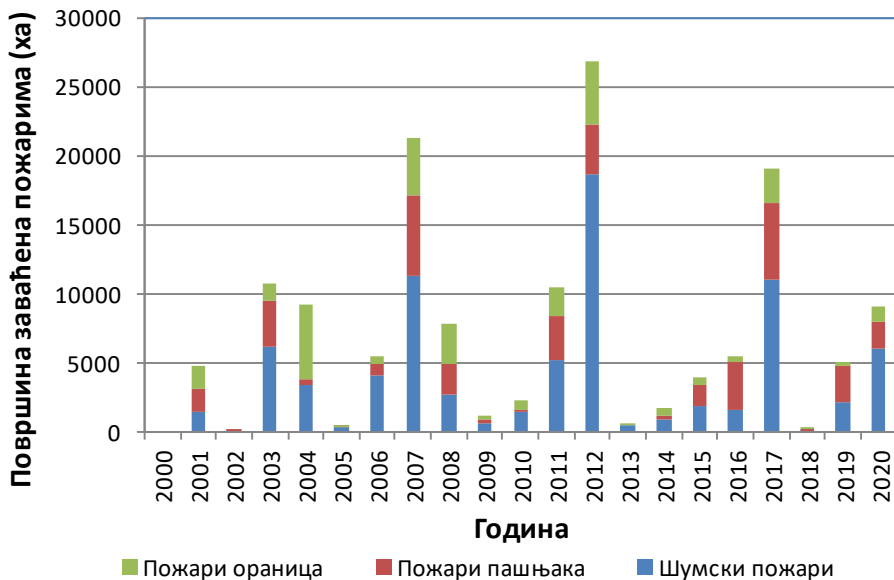
Наводњавање у климатским условима какви владају на подручју Републике Српске и какви се предвиђају у скорој и даљој будућности (Trbić et al. 2014) и даље ће представљати опциону мјеру (о чему ће касније бити ријечи), јер се биљна производња може и моћи ће се релативно успјешно одвијати на средње дубоким и дубоким земљиштима у условима природне снабдјевености водом, посебно када говоримо о најважнијим ратарским културама, попут кукуруза, пшенице, јечма, луцерке и других травнатих врста које имају дубок и разгранат коријенов систем, као и воћних засада, попут шљиве, вишње, ораха. Повртарски топлољубиви усјеви (као што су: парадајз, краставац, паприка, купусњаче) и савремени воћњаци захтијеваће примјену наводњавања (Stričević et al. 2017, 2019).

Развој наводњавања ће бити нови потенцијални ризик уколико се не буду примјењивале адекватне агротехничке мјере (контрола квалитета и количине воде и унос органске материје), којим се обезбјеђује добра структурност земљишта, конзервација влаге и топлотни режим. Наводњавањем се из земљишта много интензивније врши минерализација органске материје, па је оно подложно осиромашењу и претварању у пустиње. Да би се то спријечило, неопходно је заоравати жетвене остатке, или гајити специјалне, бујне усјеви (попут слачице) који се заоравају, или обезбиједити унос стајњака. Оптималну количину стајњака по хектару обезбјеђују 2 грла крупне стоке (говече, коњ). Европски просјек је једно грло, док је у Републици Српској свега 0,7 условних грла по хектару (Републички завод за статистику Републике Српске 2020). Дакле, да би се земљишта очувала и смањио ризик од дезертификације, паралелно са наводњавањем потребно је одржати или побољшати ниво сточарства, посебно у близини заливних поља. Нажалост, посљедње деценије примјећује се мали, али из године у годину стални пад сточарске производње, што значи и унос мање органске материје у земљиште.

5.5.3. Ризик усљед губитка органске материје и смањења плодности земљишта

Смањење плодности земљишта може се дефинисати као пропадање физичких, биолошких и хемијских својстава, што доводи до губитка његове продуктивности. Главни фактори су: смањење (или губитак) органске материје који умањује биолошку активност, погоршава структуру земљишта, погоршава интензитет инфилтрације и задржавање воде, и смањује обезбјеђење хранива

биљкама. Иако су наведени процеси одавно познати пољопривредницима и агрономима, ипак је усљед механизоване пољопривреде дошло до деградације плодности земљишта, тј. губитка органске материје на многим земљиштима широм свијета (Sekulić et al. 2010; Rhodes 2014). Усљед суше, жетвени остаци могу бити минимализовани, а највећи проблем су пожари, случајни – настали усљед високих температура, интензивног зрачења и суве подлоге (земљиште и лишће) или намјерни, када пољопривредници пале жетвене остатке, због отежаног заоравања, нарочито послије узгоја кукуруза, који представља најраспрострањенију културу у Републици Српској. На основу сателитских снимака установљена је површина на којој су се десили пожари у претходне двије деценије (Граф. 5.8).



Граф. 5.8. Спаљене површине земљишта у периоду 2000–2021. године по начину коришћења (Open Foris 2021)

Graph. 5.8. Burned soil area in the period 2000–2021 by land use (Open Foris 2021)

Јасно се види да готово нема године без пожара. Срећом, у највећем броју година спаљене површине су испод 5.000 ха, у четири године су то биле површине од око 10.000 ха, а сушних 2007, 2012. и 2017. године чак преко 20.000 ха. Земљишта на овим спаљеним површинама изложена су великом ризику од физичког нестанка усљед ерозије, поготово ако се простиру на нагнутим површинама, што је вјероватно, јер су пожари више заступљени на

шумском земљишту, мада су захваћене знатне површине под ораницама и пашњацима. С обзиром на то да резултати климатских сценарија указују да ће у будућности климатски услови бити сувљи и топлији (Trbić et al. 2014), постоје већи ризици за очување земљишта и његових производних функција.

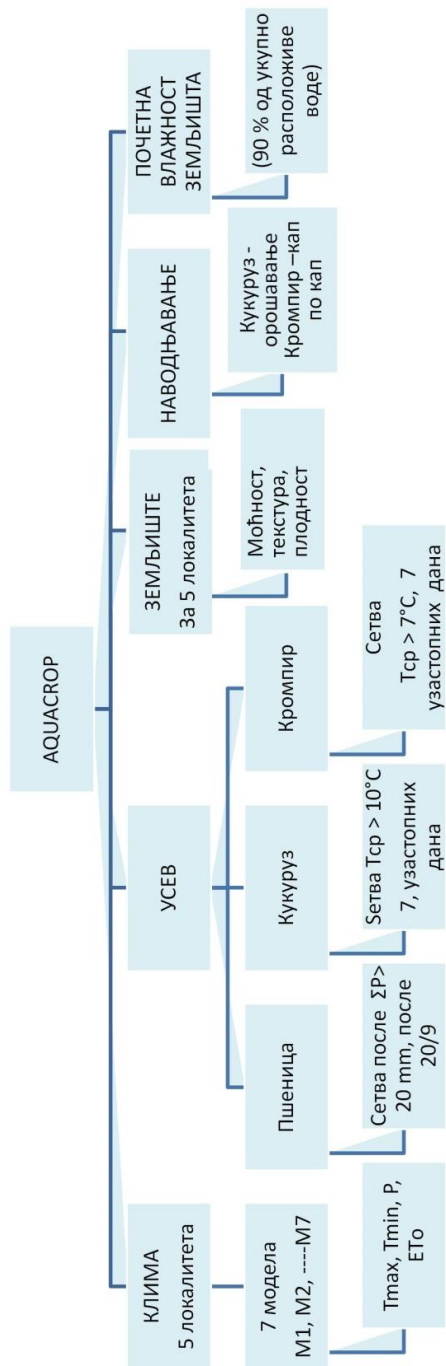
5.6. Ризици коришћења и очувања земљишта у будућим климатским условима

Претходне деценије на подручју Републике Српске засијано је око 55% укупно обрадивих површина. У структури сјетве најзаступљеније су ратарске културе: кукуруз се гаји на 43,5% засијаних површина, пшеница и јечам на 18%, затим кромпир на 4% и пасуљ на 1%. Остале културе се гаје на испод 0,5% засијаних површина. Од воћних засада најзаступљенији су засади шљиве, јабуке, малине и крушке, а на мањим површинама су остали воћни засади (Републички завод за статистику Републике Српске 2020).

Досадашња пољопривредна производња се углавном обављала у природним условима снабдијевања водом. Према Студији одрживог развоја иригационих система на подручју Републике Српске наводњавање је могуће примијенити на свега 23,5% обрадивих површина, односно на око 158.000 ха (Завод за водопривреду д.о.о. Бијељина 2008), али се оно примјењује на око 1.700 ха, са тенденцијом повећања површина под наводњавањем. Постоји оправдана бојазан са каквим ће се ризицима сусрети биљна производња у условима измијењене климе, а самим тим и одрживост земљишта. Према ранијим климатским сценаријима А1В и А2, добијеним преко регионалног климатског модела за атмосферу и океан EBU–POM (*Eta Belgrade University – Prinstone Ocean Model*), установљено је да ће крајем вијека клима у Републици Српској бити топлија и сувља у поређењу са периодом 1961–1990. године (Trbić et al. 2014). Вегетациона сезона раста биће продужена за скоро 50 дана, а рокови сјетве ће се помјерати ка раном прољећу (Stricevic et al. 2017; Lipovac et al. 2018). Отуда је разумно очекивати да ће се повећати потрошња воде од стране усјева, као и норме наводњавања. Новији климатски модели из EURO-CORDEX базе узимају другачији референтни период (1986–2005), тако да се могу пројектовати будући климатски сценарији у односу на период када су већ измјерене веће варијације климе, чији смо свјedoци били.

Да би се процијенили будући ризици од суше и превлаживања урађена је процјена мањкова воде, тј. норме наводњавања (nN), дужина вегетационе сезоне и рокови сјетве за кукуруз, пшеницу и кромпир моделом AquaCrop, за најзаступљеније и економски најзначајније културе: кукуруз, пшеницу и

кромпир. За природне травњаке (ливаде, дјетелина, смјеше трава, пашњаци) и воћне засаде јабука, крушака, вишања, трешања, затим шљива, кајсија и бресака одређени су само вишкови и недостатак воде, примјеном метода водног биланса, узимајући у обзир специфичну потрошњу воде сваке културе. Изабрано је 5 репрезентативних локалитета за Републику Српску (Бања Лука, Добој, Бијељина, Соколац и Требиње), у којима иначе владају другачији климатски услови (умјереноконтинентални, планински и медитерански), како би се вјеродостојније приказао утицај климатских промјена. Улазни климатски подаци су резултати ансамбла од седам регионалних климатских модела из EURO-CORDEX базе. За највјероватнију вриједност узета је медијана ансамбла резултата добијених за сваки члан ансамбла. Референтни (базни) период је период 1986–2005. године, будући периоди су: 2016–2035. (блиска будућност), 2046–2065. (средина вијека) и 2080–2099. (крај вијека). Калибрација модела AquaCrop v.6.1 заснована је на доступним научним истраживањима и студијама (Biancalani et al. 2004; Komljenovic et al. 2006; Ćota and Šilj 2012; Ćorić et al. 2014; Govedarica et al. 2016; Stricevic et al. 2017; Stričević et al. 2017). Усвојено је да ће се примјењивати исте агротехничке мјере и технологија гајења до краја вијека (начин обраде земљишта, ђубрења, заштите биља). Једина промјена узета у разматрање јесу рокови сјетве, који у условима климатских промјена могу бити од круцијалног значаја. Подаци са терена указују да се у садашњим условима пољопривредници руководе информацијама о топлотном режиму земљишта, ради одређивања рокова сјетве, чије податке могу преузети из фенолошког билтена који објављује Републички хидрометеоролошки завод (РХМЗРС 2021б). Уз благовремену сјетву усјеви боље искоришћавају влагу земљишта, у фенолошки осјетљивом периоду на топлотни и водни стрес, улазе у повољније метеоролошке услове. Поређење добијених резултата дато је као релативни однос, на примјер, могућ принос (или норма наводњавања) на доминантном типу земљишта на локалитету, у датим климатским условима током референтног периода и оног који се може очекивати у будућим климатским условима. Добијени приноси јесу упоредиви са стварно добијеним (Stricevic et al. 2017), али овим начином се избјегло фаворизовање, на примјер неког хибрида или сорте, који у току једне године, на једном огледном пољу, могу постићи веома различите приносе (Žurovec i Ćadro 2011; Ćota and Šilj 2012). Такав приступ користили су и други истраживачи (Bird et al. 2016; Linker et al. 2016). Подаци о земљишту (моћност, дубина хоризоната и њихов текстурни састав) преузети су из SOTER (*Soil and Terrain Database*) базе података (FAO 2021). Рокови сјетве су постављени на основу најнижих температура које не изазивају стрес.



Сл. 5.9. Шема улазних података за AquaCrop модел
 Fig. 5.9. Diagram of Aquacrop model input data

За кукуруз је установљено преко фенолошких осматрања (2004–2013) да су оптимални рокови сјетве када се средња температура ваздуха (T_{cp}) > 10 °C јавља 7 узастопних дана (Stricevic et al. 2017), почевши симулације од 1. марта, јер пољопривредници неће ранија кренути у сјетву због ризика, пошто из искуства знају да послјије првог топлотног периода, у фебруару на примјер, долази још неки хладнији талас. За кромпир је узето да су оптимални рокови сјетве када се T_{cp} > 7 °C јавља 7 узастопних дана, а сјетва пшенице ће се обавити послјије појаве падавина суме > 20 мм, почевши од 20. септембра, када почињу оптимални рокови сјетве. Наводњавање кукуруза је предвиђено методом орошавања, а кромпира методом кап по кап. Шема приказа симулације дата је на Сл. 5.9.

5.6.1. Кукуруз

У Таб. 5.7. приказани су рокови сјетве и дужина вегетационог периода кукуруза. Из добијених резултата, може се закључити да модел добро симулира оптималне рокове сјетве, јер су у сагласности са просјечним и актуелним роковима сјетве за кукуруз, који су осмотрени и доступни на сајту Републичког хидрометеоролошког завода Републике Српске.

У будућим климатским условима очекује се помјерање рокова сјетве у односу на референтни период, на свим проучаваним локалитетима од 6 до 9 дана у блиској будућности, средином XXI вијека најмање промјене се очекују на локалитету Добоја, 7 дана, а на осталим подручјима 11–14 дана, док се највеће помјерање ка раном прољећу очекује крајем вијека, од 17 до 21 дан (Таб. 5.7). Поред тога, очекује се и краћи вегетациони период. Најмање скраћење вегетационог периода очекује се у медитеранском климату, на подручју Требиња, 9, 12 и 18 дана почетком, средином и крајем вијека, редом, гдје је иначе најкраћа вегетација, јер се за краће вријеме може накупити довољна температурна сума за сазријевање кукуруза. Највеће скраћење се очекује на подручју Добоја (од 31 дан почетком вијека, па чак до 52 дана крајем вијека), јер нешто каснијом сјетвом у односу на друге локалитете, кукуруз улази у фазу сазријевања у хладнијем дијелу године, па је потребно дуже вријеме да се накупи довољна температурна сума.

Помјерање рокова сјетве, уз релативно довољно падавина у вегетационом периоду на свим локалитетима (> 300 мм) и накупљене земљишне влаге до средине вијека, утицаће да се приноси кукуруза неће битно мијењати (Таб. 5.8). У ствари, они ће остати на досадашњем нивоу са уобичајеним варијацијама (+1,6% до -5,8%).

Таб. 5.7. Симулирани рокови сјетве и дужина трајања вегетационог периода кукуруза (дани)

Table 5.7. Estimated sowing period and length of growing cycle of maize (days)

Локалитет	Бања Лука		Добој	
	Сјетва	Вег. период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	13. априла	162	11. априла	180
ст. дев.	16	27	15	70
2016–2035.	4. априла	145	5. априла	149
ст. дев.	17	25	17	39
2046–2065.	30. марта	134	4. априла	137
ст. дев.	16	12	16	10
2080–2099.	23. марта	125	25. марта	128
ст. дев.	12	11	13	10
Локалитет	Бијељина		Требиње	
	Сјетва	Вег. период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	10. априла	152	22. априла	127
ст. дев.	14	42	13	23
2016–2035.	3. априла	136	18. априла	118
ст. дев.	17	13	13	17
2046–2065.	30. марта	131	8. априла	115
ст. дев.	15	9	13	15
2080–2099.	23. марта	124	2. априла	109
ст. дев.	12	9	13	15

Таб. 5.8. Промјена приноса кукуруза (%) у односу на референтни период

Table 5.8. Change of maize yield (%) in comparison with reference period

Локалитет	Бања Лука		Добој	
	НАВ.	Без НАВ.	НАВ.	Без НАВ.
2016–2035.	-1,4	1,6	-1,9	-1,6
2046–2065.	-5,8	0,0	-4,2	-2,7
2080–2099.	-11,6	-10,6	-11,7	-9,6
Локалитет	Бијељина		Требиње	
	НАВ.	Без НАВ.	НАВ.	Без НАВ.
2016–2035.	-1,3	-2,6	-3,0	-4,7
2046–2065.	-1,5	-1,5	-3,3	-4,9
2080–2099.	-13,4	-13,4	-9,5	-17,0

Највеће варијације се очекују на подручју Требиња и Бијељине, иначе два сушнија локалитета, гдје се јавља и највећа међугодишња варијација приноса, приказана преко стандардне девијације (ст. дев.) 4,2 т ха⁻¹ и 3,9 т ха⁻¹. Иначе, у будућим климатским условима уз обезбјеђење повољних количина хранива, биће могуће остварити просјечно високе приносе од 8,7–9,2 т ха⁻¹ на подручју Требиња, 10,7–10,9 т ха⁻¹ на подручју Бијељине, 12,5–12,9 т ха⁻¹ на подручју Добоја и 12,3–12,5 т ха⁻¹ на подручју Бања Луке. Истраживањима је утврђено да се на плодним земљиштима могу постићи слични приноси без наводњавања, на примјер на подручју Бање Луке (Kotljencovic et al. 2013; Пољопривредни институт Републике Српске 2014). Крајем XXI вијека очекује се пад приноса кукуруза на свим локалитетима. Најмање ће се одразити на подручју Добоја (-9,6%), а највише на подручју Требиња, чак -17%. Сам просјечан пад приноса није проблем сам по себи, већ што ће се задржати висока међугодишња варијација приноса (ст. дев. 2,3 т ха⁻¹ до 3,2 т ха⁻¹ и то најчешће иде ка нижим приносима), што се већ уочава на подручју Градишке (Markovic et al. 2019).

Да би се осигурали стандардно високи приноси са мањом међугодишњом варијацијом, симулирани су приноси у условима наводњавања. На подручју Добоја и Бање Луке, гдје иначе падне већа количина падавина, могуће је повећати приносе у садашњим климатским условима свега 7–10,9%, док се у блиској будућности и средином вијека не постижу битна повећања, која би могла да исплате улагање у изградњу система за наводњавање, дакле свега 5,4–6,5% и нешто више до краја вијека, до 11,3% (Таб. 5.9). У Семберији (Бијељина) и у медитеранском дијелу земље (Требиње), наводњавањем се значајно могу увећати приноси од 22,8% до 36,2% у садашњим условима, односно од 28,1% до 48,6% до краја вијека, редом.

Таб. 5.9. Повећање приноса кукуруза наводњавањем (%)

Table 5.9. Maize yield increment by irrigation (%)

Период	Бања Лука	Добој	Бијељина	Требиње
1986–2005.	10,9	7,0	22,8	36,2
2016–2035.	8,1	6,6	24,4	38,6
2046–2065.	5,4	6,5	21,2	38,6
2080–2099.	9,8	11,3	28,1	48,6

Посматрајући норме наводњавања, може се закључити да неће доћи до битнијих промјена до средине вијека. Најмање су потребне на подручју Добоја и Бање Луке, испод 150 мм све до средине вијека, док су на подручју Бијељине и Требиња нешто веће и иду до око 200 мм. Крајем вијека се

очекују повећања на свим локалитетима, али неће прећи 175 мм у сјеверним дијеловима земље ни 227 мм у источном и јужном дијелу (Таб. 5.10).

Таб. 5.10. Симулиране нето норме наводњавања (nN) кукуруза (мм)
Table 5.10. Estimated net irrigation requirement of maize (mm)

Локалитет	Бања Лука		Добој	
Период	nN (мм)	Проmjена (%)	nN (мм)	Проmjена (%)
1986–2005.	146		133	
ст. дев.	102		103	
2016–2035.	133	-8,6	144	8,3
ст. дев.	93		98	
2046–2065.	143	-1,9	138	4,1
ст. дев.	82		94	
2080–2099.	167	14,8	175	31,8
ст. дев.	90		90	
Локалитет	Бијељина		Требиње	
Период	nN (мм)	Проmjена (%)	nN (мм)	Проmjена (%)
1986–2005.	197		191	
ст. дев.	92		83	
2016–2035.	209	6,1	214	12,0
ст. дев.	88		67	
2046–2065.	190	-3,6	201	5,4
ст. дев.	80		67	
2080–2099.	221	12,0	227	18,9
ст. дев.	84		67	

На основу свега наведеног, може се закључити да се очекују повољни климатски услови за узгој кукуруза на подручју Републике Српске, а да се развој наводњавања планира у Семберији и у медитеранском дијелу земље. Додатно прилагођавање климатским промјенама и ублажавање стреса изазваног сушом у узгоју кукуруза могуће је орањем у комбинацији са ђубрењем у јесен умјесто у прољеће, сузбијањем корова и узгојем хибрида отпорнијих на сушу (Ћадро et al. 2019). Спречавањем паљења жетвених остатака и њиховим заоравањем, могуће је постићи одрживо коришћење земљишта.

5.6.2. Пшеница

Симулирани рокови сјетве пшенице и дужина вегетационог периода приказани су у Таб. 5.11. Као код кукуруза и кромпира, модел веома добро апроксимира оптималне рокове сјетве пшенице, јер се добијени резултати у референтном периоду подударају са забиљеженим на свим локалитетима, као на примјер у Бијељини, 10. октобра. У Бањој Луци је симулиран нешто ранији рок сјетве, али је зато одлично процијењена дужина вегетационог периода (осмотрено 258 дана, а симулирано 253). Процијењени рокови сјетве су у границама оптималног периода. Појава падавина у јесењем периоду и повољне температуре омогућиће ницање и укорјењавање биљака прије него што уђу у период зимског мировања. Међутим, топлије прољеће утицаће на скраћење вегетационог периода пшенице на свим локалитетима. У блиској будућности може се очекивати период жетве за 8–11 дана раније, средином вијека за 20–22 дана, а крајем вијека чак 41–45 дана раније. Наравно, ови услови важе уколико се вишак воде не задржава дуже на земљишту, да се земљиште не расхлађује, што би свакако утицало на продужетак вегетације, бар за неколико дана.

Таб. 5.11. Симулирани рокови сјетве и дужина вегетационог периода пшенице (дани)

Table 5.11. Estimated sowing period and length of growing cycle of wheat (days)

Локалитет	Бања Лука	
Период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	29. септембра	253
ст. дев.	8	13
2016–2035.	29. септембра	245
ст. дев.	7	12
2046–2065.	1. октобра	233
ст. дев.	8	15
2080–2099.	1. октобра	208
ст. дев.	8	14
Локалитет	Добој	
Период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	30. септембра	256
ст. дев.	9	13
2016–2035.	30. септембра	244
ст. дев.	8	12

2046–2065.	2. октобра	235
ст. дев.	8	14
2080–2099.	2. октобра	212
ст. дев.	8	13
Локалитет Бијељина		
Период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	10. октобра	246
ст. дев.	11	14
2016–2035.	4. октобра	236
ст. дев.	9	16
2046–2065.	5. октобра	226
ст. дев.	11	13
2080–2099.	5. октобра	205
ст. дев.	9	12
Локалитет Соколац		
Период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	28. септембра	281
ст. дев.	7	15
2016–2035.	29. септембра	274
ст. дев.	8	13
2046–2065.	30. септембра	261
ст. дев.	9	13
2080–2099.	1. октобра	236
ст. дев.	8	12
Локалитет Требиње		
Период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	28. септембра	246
ст. дев.	7	10
2016–2035.	28. септембра	237
ст. дев.	7	11
2046–2065.	29. септембра	224
ст. дев.	10	13
2080–2099.	2. октобра	200
ст. дев.	8	14

У условима добре плодности и дренажности земљишта, могуће је остварити просјечно високе приносе пшенице, како у референтном тако и у будућим климатским условима, просјечно 5,6–6,2 т ха⁻¹. Добијени просјечни приноси

моделом су реални и упоредиви са оним добијеним на огледним пољима и у пракси (Biancalani et al. 2004). У блиској будућности могу се очекивати исти или нешто већи приноси на готово свим локалитетима изузев Требиња, гдје се очекује пад до 14% (Таб. 5.12). Средином вијека повољнији услови за раст пшенице могу се очекивати на подручју Сокоца, гдје је могуће повећање приноса и до 18%, затим Бијељине и Добоја (незнатно повећање до 3,5%) и нешто неповољније на подручју Бање Луке и Требиња. Краћа вегетациона сезона крајем вијека значајно ће утицати на смањење приноса на свим локалитетима (највише на подручју Бање Луке -24,1%) изузев подручја Сокоца, гдје повољнији температурни услови омогућавају пораст приноса до 4% (Таб. 5.12). Треба напоменути да су међугодишње варијације приноса у референтном периоду повољне (0,8–2,5 т ха⁻¹), али се оне погоршавају до краја вијека – у блиској будућности 1,1–3,1 т ха⁻¹, средином вијека 1,8–3,7 т ха⁻¹, да би до краја вијека та варијација прелазила 3,2 т ха⁻¹ на свим локалитетима, а нарочито у Требињу (3,8 т ха⁻¹). То све указује да ће у измијењеним климатским условима бити много више неизвјесности око остварења приноса него до сада.

Таб. 5.12. Промјена приноса пшенице (%) у односу на референтни период по локацијама

Table 5.12. Change of wheat yield (%) in comparison with reference period by location

Период	Бања Лука	Добој	Бијељина	Соколац	Требиње
2016–2035.	5,7	-1,3	4,3	9,6	-14,0
2046–2065.	-6,2	1,8	3,5	18,1	-14,2
2080–2099.	-24,1	-19,9	-5,0	4,0	-15,5

Наводњавање пшенице, због краће вегетационе сезоне, неће бити потребно, али зато је неопходно обезбиједити добру дренажност земљишта и одвођење сувишне воде. Наиме, према резултатима приказаним у Таб. 5.13. јасно се види да се вишкови воде јављају на свим подручјима. Количине воде од преко 200 мм свакако ће се процјеђивати до подземних вода (што се јавља на свим подручјима изузев Бијељине), али веће количине вишкова воде на глиновитим, глиновито-прашкастим или глиновито-иловастим земљиштима могу стварати неповољне ваздушне услове, утицати негативно на температурни режим земљишта и на крају на раст, развој и принос пшенице. Најугроженије подручје је Требиње, затим Соколац, док су Бања Лука и Добој средње угрожена подручја. У условима климатских промјена овај проблем ће се задржати, тако да ће и даље ризик нарушавања плодности земљишта усљед превлажености остати. У том смислу, неопходно је одржавати у функционалном стању дренажне системе и по потреби градити нове, на угроженим мјестима.

Таб. 5.13. Симулирани вишкови воде за пшеницу по локацијама (мм)
Table 5.13. Estimated surplus of water for wheat by area (mm)

Период	Бања Лука	Добој	Бијељина	Соколац	Требиње
1986–2005.	245	244	145	378	598
ст. дев.	67	80	59	109	143
2016–2035.	240	241	160	396	532
ст. дев.	78	79	63	92	170
2046–2065.	270	263	162	398	597
ст. дев.	71	81	60	99	169
2080–2099.	231	235	158	351	528
ст. дев.	87	97	71	102	155

5.6.3. Кромпир

У будућим климатским условима, због повећања температуре ваздуха у прољеће, очекује се помјерање рокова сјетве кромпира ка ранијем прољећу (Таб. 5.14). Упоредјујући добијене рокове сјетве у референтном периоду са осматреним фенолошким подацима (РХМЗРС 20216) за подручје Бање Луке, Добоја и Бијељине, добије се разлика од једног дана, и нешто већа на подручју Сокоца (до мјесец дана), вјероватно што модел не узима у обзир спорије отапање снијега на вишим надморским висинама. За Требиње је такође узето да прве симулације почну од 1. марта, а не раније, због могућег превлаживања. С обзиром на то да су моделом процијењени рокови тек око друге декаде марта, то значи да ће повољнији услови за сјетву кромпира бити управо тада. У сваком случају, добијени подаци су реални и репрезентативни да се процијене рокови сјетве у будућности. У блиској будућности помјерања рокова сјетве су незнатна од 2 до 5 дана, средином вијека од 6 до 7 дана, с изузетком Сокоца, гдје се очекује чак 13 дана. Крајем вијека може се очекивати почетак сјетве око средине марта на готово свим локалитетима. Из добијених података види се да постоје међугодишње разлике, које указују да ће период сјетве варирати у распону од 10–16 дана почетком вијека до 4–11 дана крајем вијека. Модел добро апроксимира дужину вегетационог периода, која се креће 114–136 дана, јер је у опсезима које су забиљежили Ćota and Šilj (2012). Може се очекивати и незнатно скраћење вегетационог периода кромпира 4–6 дана у блиској будућности, 7–9 дана средином вијека и 14–18 дана крајем вијека на свим локацијама изузев Сокоца, гдје се очекује мање скраћење за 2, 5 и 10 дана почетком, средином и крајем вијека, редом. С обзиром на то да ће кромпир ући у осјетљиву фенофазу раније, прије великих врућина, до

сушног периода може развити јачи коријенов систем и лакше пребродити неповољне временске прилике, тако да се могу очекивати повећања приноса. Та повећања су мала почетком вијека у односу на референтни период, око 10% на подручју Сокоца и Требиња, с трендом смањења идући од истока ка западу од 7,8% до 3,8%.

Таб. 5.14. Симулирани рокови сјетве и дужина вегетационог периода (дани) кромпира по локалитетима

Table 5.14. Estimated sowing period and length of growing cycle of potato (days) by location

Локалитет	Бања Лука	
Период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	26. марта	136
ст. дев.	13	13
2016–2035.	21. марта	130
ст. дев.	11	12
2046–2065.	20. марта	125
ст. дев.	12	10
2080–2099.	13. марта	118
ст. дев.	8	9
Локалитет	Добој	
Период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	27. марта	136
ст. дев.	13	13
2016–2035.	21. марта	130
ст. дев.	12	12
2046–2065.	20. марта	127
ст. дев.	12	11
2080–2099.	14. марта	118
ст. дев.	6	8
Локалитет	Бијељина	
Период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	24. марта	130
ст. дев.	12	11
2016–2035.	21. марта	126
ст. дев.	10	9
2046–2065.	17. марта	123
ст. дев.	10	9

2080–2099.	13. марта	116
ст. дев.	5	7
<hr/>		
Локалитет	Соколац	
Период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	10. априла	114
ст. дев.	16	9
2016–2035.	5. априла	112
ст. дев.	16	10
2046–2065.	28. априла	109
ст. дев.	17	9
2080–2099.	19. марта	104
ст. дев.	11	8
<hr/>		
Локалитет	Требиње	
Период	Сјетва	Вег. период
1986–2005.	20. марта	130
ст. дев.	11	11
2016–2035.	18. марта	126
ст. дев.	11	10
2046–2065.	14. марта	123
ст. дев.	8	8
2080–2099.	11. марта	116
ст. дев.	4	7

Средином вијека могу се очекивати виши приноси и то до 21,3% на подручју Бијељине, до 17,7% на подручју Сокоца и Требиња и нешто нижи (око 15% и мање) на осталим локалитетима (Таб. 5.15). Крајем XXI вијека најповољнији услови за гајење кромпира биће на подручју Требиња и Сокоца, јер ће се задржати виши приноси у односу на референтни период, али ће генерално бити повољни услови и на осталим локалитетима.

Наводњавањем кромпира је могуће повећати приносе, али не на свим локалитетима. Тако, на примјер, на подручју Сокоца могуће је повећати приносе за свега 3,7%, па је беспредметно размишљати о наводњавању на овом подручју. На подручју Бање Луке и Добоја наводњавањем могу се повећати приноси до око 15% у блиској будућности и средином вијека, и нешто више крајем вијека (19,3%). Повећање приноса наводњавањем од преко 30% може се очекивати на подручју Бијељине и Требиња, тако да се може оправдати развој наводњавања на овим подручјима (Таб. 5.16).

Таб. 5.15. Промјена приноса кромпира (%) у односу на референтни период по локалитетима

Table 5.15. Change of potato yield (%) in comparison with reference period by locations

Локалитет	Бања Лука		Добој		Бијељина		Соколац		Требиње	
	НАВ.	Без НАВ.	НАВ.	Без НАВ.	НАВ.	Без НАВ.	НАВ.	Без НАВ.	НАВ.	Без НАВ.
2016–2035.	6,8	3,8	6,2	7,9	7,8	10,0	10,2	10,7	9,6	10,3
2046–2065.	12,9	11,5	12,7	15,4	15,2	21,3	17,7	17,7	16,4	17,1
2080–2099.	12,7	8,3	11,1	10,1	14,3	15,7	18,8	19,1	18,5	19,7

Таб. 5.16. Повећање приноса кромпира наводњавањем (%)

Table 5.16. Potato yield increment by irrigation (%)

Период	Бања Лука	Добој	Бијељина	Соколац	Требиње
1986–2005.	14,5	14,6	34,7	3,7	30,7
2016–2035.	17,9	12,8	32,1	3,2	25,8
2046–2065.	15,9	11,9	28,0	3,7	25,5
2080–2099.	19,3	15,6	33,1	3,5	26,4

Норме наводњавања неће се битније мијењати у односу на референтни период, чак се могу очекивати и смањења, услед краћег вегетационог периода и ранијих рокова сјетве, поготово на подручју Бијељине (-9,4% и -9,3% средином и крајем вијека) (Таб. 5.17). Неопходно је напоменути, да се у условима наводњавања смањују међугодишње варијације приноса кромпира на свим локалитетима. Тако, на примјер, принос варира 2,0–2,4 т ха⁻¹ у условима без наводњавања, а са наводњавањем око 1 т ха⁻¹ на свим локалитетима изузев Сокоца, гдје је процијењена најмања варијација норми наводњавања у условима без наводњавања (1,1–1,4 т ха⁻¹).

Таб. 5.17. Симулиране нето норме наводњавања за кромпир (мм)

Table 5.17. Estimated net irrigation requirements for potato (mm)

Локалитет	Бања Лука	
	nN (мм)	Промјена (%)
1986–2005.	308	
ст. дев.	85	
2016–2035.	306	-0,6
ст. дев.	76	
2046–2065.	309	0,6

ст. дев.	74	
2080–2099.	306	-0,7
ст. дев.	68	
<hr/>		
Локалитет		Добој
<hr/>		
Период	nN (мм)	Промјена (%)
<hr/>		
1986–2005.	323,0	
ст. дев.	95,4	
2016–2035.	317,1	-1,8
ст. дев.	82,1	
2046–2065.	316,7	-2,0
ст. дев.	82,1	
2080–2099.	325,7	0,8
ст. дев.	69,1	
<hr/>		
Локалитет		Бијељина
<hr/>		
Период	nN (мм)	Промјена (%)
<hr/>		
1986–2005.	395	
ст. дев.	72	
2016–2035.	379	-3,9
ст. дев.	74	
2046–2065.	358	-9,4
ст. дев.	68	
2080–2099.	358	-9,3
ст. дев.	61	
<hr/>		
Локалитет		Соколац
<hr/>		
Период	nN (мм)	Промјена (%)
<hr/>		
1986–2005.	165	
ст. дев.	69	
2016–2035.	185	12,2
ст. дев.	67	
2046–2065.	162	-1,6
ст. дев.	68	
2080–2099.	194	17,4
ст. дев.	65	
<hr/>		
Локалитет		Требиње
<hr/>		
Период	nN (мм)	Промјена (%)
<hr/>		
1986–2005.	343	

ст. дев.	72	
2016–2035.	332	-3,2
ст. дев.	65	
2046–2065.	329	-4,1
ст. дев.	63	
2080–2099.	329	-4,0
ст. дев.	47	

5.6.4. Ризик од суше воћних засада и природних травњака у будућим климатским условима

Као што је напријед речено, у Републици Српској пашњаци заузимају 18,3%, а пашњаци и ливаде заједно 35,7% пољопривредних површина, самим тим представљају веома значајан биљни покривач како за обезбјеђење хране у сточарству, тако и за очување земљишта. Најчешће се гаје на плитким до средње дубоким земљиштима, чији капацитети да задрже воду често не прелази 50 мм на плитким земљиштима, до 100 мм на средње дубоким, а вегетациони период траје најчешће дужи од 250 дана од (раног) прољећа све до (позне) јесени. Стога постоји оправдана бојазан како ће климатске промјене утицати на расположивост воде, одрживост природних травњака и очување земљишта од водне и еолске ерозије.

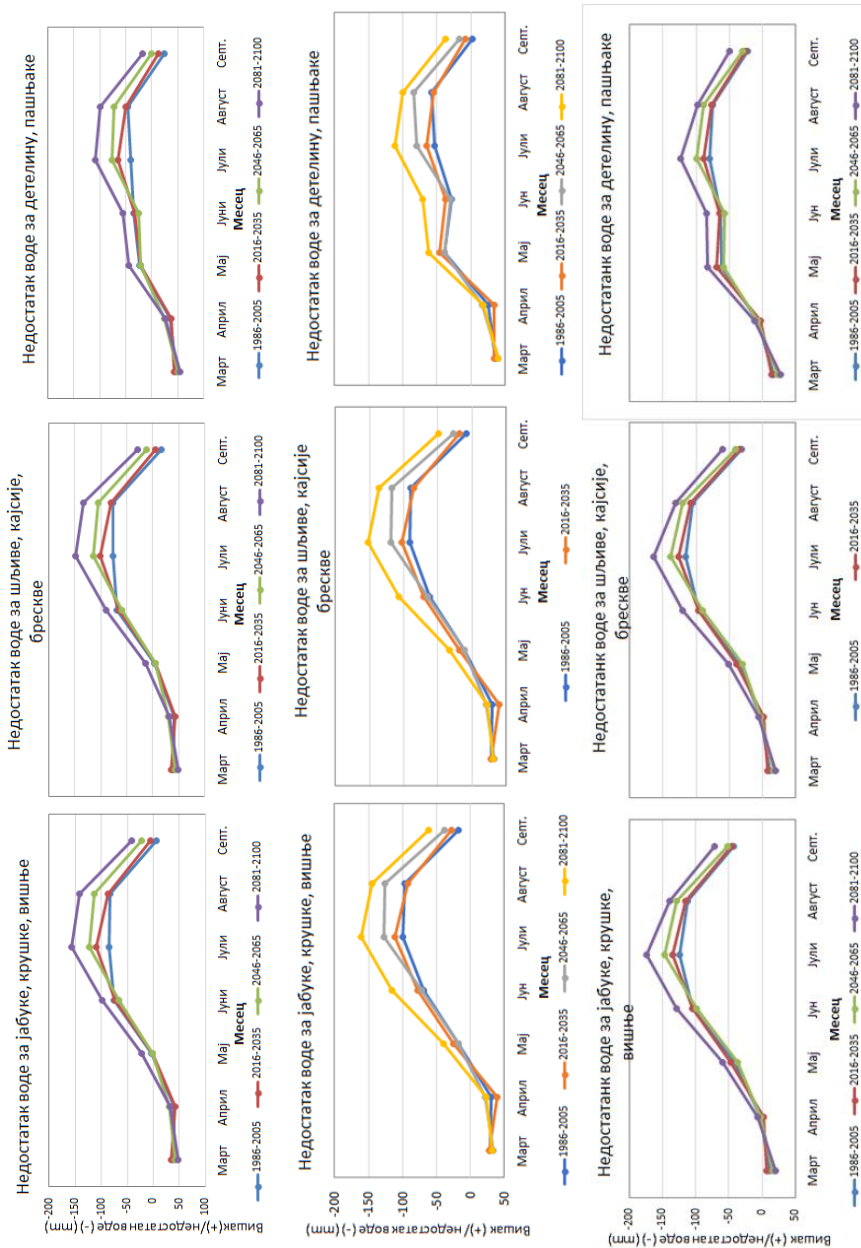
Због своје дуге вегетационе сезоне са истим проблемима ће се сусретати и воћни засади. Наиме, високе температуре и интензивнија соларна зрачења утичу на стварање ожеготина, што нарушава квалитет и класу плодова. Дужи сушни периоди изискују примјену наводњавања, које поскупљује производњу и конкурентност на тржишту. С друге стране, обилне кише у периоду цвјетања и сазријевања плодова, поготово вишања, трешања и бобичастог воћа (јагоде, купине, малине) изазивају појаву плијесни, што или ствара губитак приноса или пак захтијева јачу примјену заштитних средстава, која стварају ризик од прекомјерног остатка пестицида у плоду (и земљишту) и немогућности продаје на тржишту. Чешћа појава оштрих зима у континенталном дијелу земље може да утиче на пуцање стабала, што ствара повољне услове за развој патогена. Воћарство се обавља на 52.000 ха (Републички завод за статистику Републике Српске 2020) углавном на малим породичним газдинствима, на прилично екстензиван начин. Треба истаћи да се оно ипак развија на подручју цијеле државе. Примјењују се савремене технологије гајења које су сасвим прилагођене савременим климатским захтјевима и могу се примијенити и у будућим климатским условима.

Да би се сагледали ризици од неповољних климатских прилика, урађена је анализа вишкова односно мањкова воде на свим локалитетима, на основу разлике прихода (падавине) и расхода воде (евапотранспирација). Узето је у обзир да су воћњаци махом затрављени, да би се спријечио процес водне ерозије на нагнутим теренима, као и ради олакшаног кретања механизације и интегралне заштите биља. За потребе стратешког планирања, овакви прорачуни дају јасну слику о нивоу мјера које треба предузети у будућем периоду.

На основу анализе вишкова и мањкова воде за потребе воћних култура и вишегодишњих природних травњака на свим локалитетима јасно се уочавају периоди вишкова воде у хладнијем дијелу године, како у референтном периоду, тако све до краја вијека (позитивне вриједности) на свим проучаваним локалитетима (Граф. 5.9. и Граф. 5.10). Вишкови воде су најизразитији на подручју Требиња, односно свим херцеговачким карстним пољима, тако да је одржавање дренажне мреже основни предуслов за обављање било какве биљне производње, а поготово воћне, која захтијева много строже дренажне критеријуме.

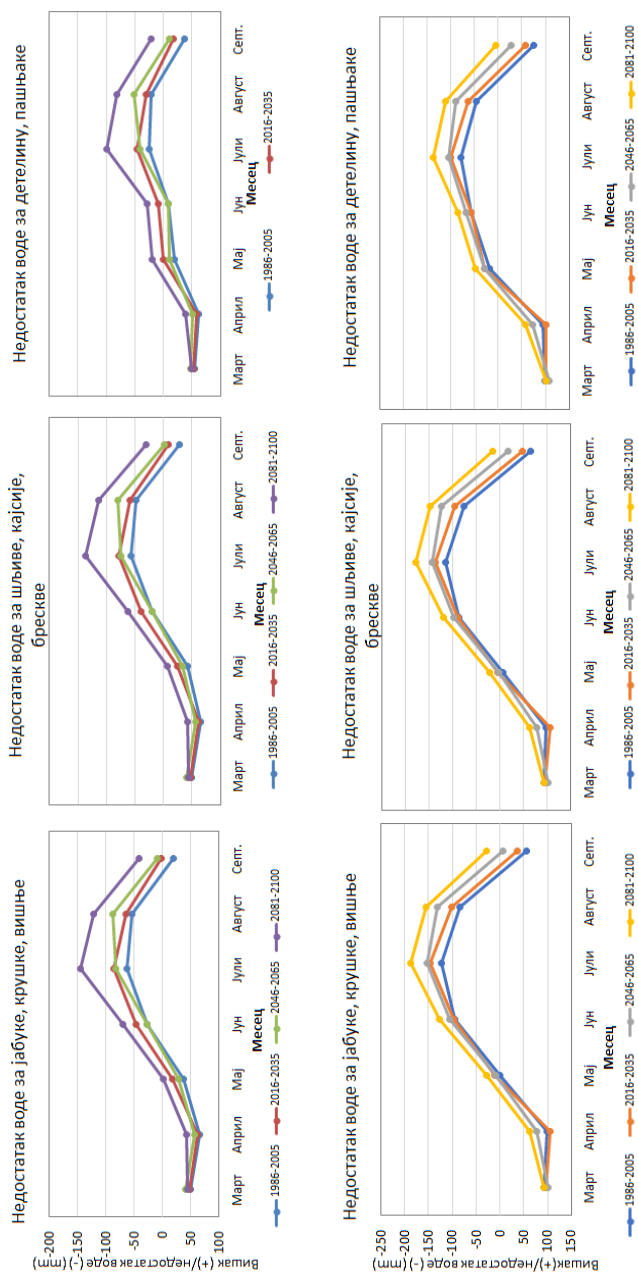
Друга непогодност јесу недостаци воде у љетњем периоду, на свим проучаваним подручјима. Први дефицити воде јављају се у мају, али захваљујући резерви воде у земљишту, прави утицај суше манифестује се у јуну, јулу и августу. Захваљујући земљишту и његовој способности да задржи до 200 мм воде до 1 м дубине, па чак и више, гајењем екстензивних засада у већем међуредном растојању, на дубоким земљиштима у великој мјери су се ублажавале посљедице суше у референтном периоду. На пливим земљиштима воћни засади су били и биће угрожени усљед недостатка воде.

Посматрајући суме мањкова воде (јун, јул и август) може се закључити да у блиској будућности неће доћи до великих одступања у односу на референтни период 4–15% на свим локалитетима изузев Сокоца, гдје се очекује повећање од 40%. На први поглед рекло би се да ће суша бити далеко јача на овом подручју него на другим. Овдје се ради о најмањим дефицитима воде (47 мм за травњаке, до 125 мм за шљиве и 145 мм за јабуке) за разлику од Бијељине, на примјер (241 мм, 317 мм и 340 мм за травњаке, шљиве и јабуке, редом), па је свако повећање велико у процентима, али у количини воде није. Свака промјена која одступа од просјечних вриједности свакако ће негативно утицати на биоценозе травњака и еколошке прилике уопште. Средином вијека могу се очекивати већи утицаји недостатка воде на свим подручјима за све воћне културе и травњаке, најмање на подручју Бијељине (до 10%, а највише на подручју Требиња и Сокоца, 30% и 42%, редом).



Граф. 5.9. Процијењени недостатак воде за воћне засаде и природне травњаке на подручју Бање Луке (лијево), Добоја (у средини) и Бијељине (десно) (мм)

Graph. 5.9. Estimated water shortage for orchards, natural grasslands and pastures in Banja Luka (left), Doboja (in the middle) i Bijeljina (right) (mm)



Граф. 5.10. Процијењени недостатак воде за воћне засаде и природне травњаке на подручју Сокоца (лијево) и Требиња (десно) (мм)
 Graph. 5.10. Estimated water shortage for orchards, natural grasslands and pastures in Sokolac (left) and Trebinje (right) (mm)

Нажалост, крајем XXI вијека укупни мањкови воде, тј. потребне норме наводњавања драстично ће се повећати, чак за 60% на подручјима Бање Луке, Добоја и Требиња, нешто мање на подручју Бијељине (30%), а чак до 150% на подручју Сокоца (од 125 мм мањка у референтном периоду до 314 мм крајем вијека за шљиве, на примјер). Највише ће бити погођени травњаци (ливаде и пашњаци), јер ће се мањак воде чак удвостручити на свим локалитетима сем Сокоца, гдје се чак могу утростручити (мањак воде у референтном периоду је свега 47 мм, а крајем вијека 180 мм).

Познато је да је воћњацима потребно мање воде уколико би се гајили без затрављивања међуредног простора. Међутим, тиме би се отворила могућност стварања ерозије, што за услове гајења на подручју Републике Српске није опција.

Дакле, може се извести закључак да ће ризици од недостатка воде за воћне културе бити све израженији, што ће изискивати примјену наводњавања и других мјера (малчовања, на примјер) ради обезбјеђења високих и стабилних приноса усјева, али и коришћења и очувања земљишта на еколошким и економским принципима.

Повећан дефицит воде свакако је посљедица виших температура ваздуха и мањих количина падавина на проучаваним локалитетима. Из тог разлога може се очекивати помјерање производње брескве, трешње, вишње и кајсије од медитеранског ка континенталним дијеловима Републике Српске, док се производња јабуке може помјерати према већим надморским висинама, уз услов да има дубоког, плодног земљишта.

5.7. Мјере ублажавања климатских промјена ради очувања земљишта

Повећане залихе угљеника у земљишту повећавају плодност земљишта, обрадивост, повећава се капацитет задржавања воде и смањује ризик од ерозије (Smith 2012). Такође утичу на смањење рањивости земљишта услед климатских промјена. Ефективним мјерама повећања органске материје у земљишту утиче се и на побољшану продуктивност биљака (путем плодореда, агротехничких мјера, од којих су најзначајније обрада земљишта, заоравање жетвених остатака, малчовање сламом, додавање органских ђубрива, затрављивање међуредног простора у воћарству, повећано гајење легуминоза и сл.).

Прилагођавање система основне обраде. Један од основних циљева обраде је побољшање водног режима земљишта, односно веће накупљање и

конзервација влаге у њему. На добро обрађеном земљишту вода лакше понире у дубље слојеве и стварају се веће залихе воде за сушне периоде. Такође, мелиоративна обрада хидроморфних земљишта, каква су заступљена у сјеверном дијелу Републике Српске, поправља вертикалну и хоризонталну дренажност, што смањује опасност од превлаживања и стварања водолежа у микродепресијама. Обрада земљишта мора бити усклађена са топографским карактеристикама подручја које је веома разнолико у Републици Српској. На блажим нагибима треба фаворизовати контурну обраду земљишта (обрада по изохипсама) ради спречавања ерозије, која може бити изазвана уколико у будућим климатским условима дође до повећања краткотрајних епизода са интензивним падавинама, на шта сценарији будуће климе указују. Затим, прављење гребенова или фашина на крајевима парцела да вода спорије отиче по парцелама. У медитеранском подручју терасирање земљишта на нагнутим теренима свакако може допринијети бољој акумулацији воде, а и спречавању/ ублажавању процеса ерозије. Воћњаци на падинама треба да буду затрављени ради спречавања водне ерозије.

Адекватно рационално ђубрење. Ова мјера доприноси бољем преживљавању усјева у сушним условима, јер се успорава процес минерализације, што доводи до смањења количине приступачних облика хранљивих материја у земљишту. Истовремено се смањује и асцендентни транспорт хранива, због чега се погоршава обезбијеђеност надземних органа минералним материјама. Бројни аутори истичу да је у сушним годинама најефикасније ђубрење фосфором, чији недостатак је иначе карактеристика већине земљишта Републике Српске (Kotljencovic et al. 2013). Недостатак фосфора у сушним условима утиче на смањење пораста коријена, надземни дио се теже снабдијева водом, појављује се хлороза, долази до изумирања секундарних изданака и прорјеђивања усјева, што утиче на смањење приноса. Калијум утиче на водни режим и транспирацију биљака. Биљке које су оптимално обезбијеђене калијумом по правилу троше мање воде за синтезу органске материје, односно имају нижи транспирациони коефицијент.

Ђубрење органским ђубривима у циљу побољшања водно-ваздушног режима земљишта. Редовно уношење стајњака, компоста, сидерата и других видова органске материје у земљиште може веома ефикасно ублажити посљедице суше. Ова мјера позитивно дјелује на одржавање хумуса, на активност микроорганизама и на стварање стабилних структурних агрегата, што се одражава на низ физичких својстава земљишта, у првом реду на његов водни, ваздушни и топлотни режим. У аридним условима најважнија улога хумуса насталог разградњом органске материје састоји се у томе што може да упије велике количине воде, чиме повећава снагу држања и садржај лако

приступачне воде, што је веома важно за боље снабдијевање биљака водом у сушним периодима.

Одводњавање. Редовно и системско одржавање система за одводњавање и изградња нових на угроженим мјестима императив је одрживости земљишних ресурса на хидроморфним земљиштима сјеверног дијела Републике Српске, као и на другим подручјима, поготово у херцеговачким пољима. На добро дренираним земљиштима биће омогућена ранија сјетва повртарских усјева (салате, кромпира, кукуруза шећерца, пасуља, бостана итд.), што ствара предности ранијег доспијевања на тржиште и бољег економског ефекта.

Наводњавање. Ова мјера је свакако најефикаснија због ублажавања ефеката суше, економске исплативости и дугорочне стратегије коришћења земљишта. Поред тога, обезбјеђује диверзификацију производње, двије жетве годишње, поготово у медитеранском дијелу земље, затим диверзификацију воћарске производње. С тим у вези омогућава и развој прехранбене индустрије, извоза пољопривредних производа, одржавање стандарда грађана и дугорочног опстанка становништва на својим огњиштима.

5.8. Закључак

На основу свега изнијетог дошло се до закључка да ће сви ризици који пријете одрживости производних функција земљишта данас, бити још присутнији у будућности. Оно што охрабрује јесте чињеница да се коришћење земљишта неће битније нарушити, нити ће бити угрожена ратарска производња.

И даље ће владати повољни климатски услови за производњу кукуруза, пшенице, кромпира, додуше с повећаним међугодишњим варијацијама до краја вијека. Због раније сјетве биће изражени проблеми превлаживања. Најугроженије подручје је Требиње, затим Соколац, док су Бања Лука, Добој и Бијељина средње угрожена подручја. Редовно и инвестиционо одржавање постојећих дренажних система треба да обезбиједи пуну функционалност, а по могућности треба градити нове на угроженим мјестима.

За развој воћарства неопходно је планирати изградњу система за наводњавање, превасходно на подручјима Бијељине и Требиња, јер ће се оно на овим подручјима најбрже исплатити. На тим подручјима наводњавањем ће се остварити добри ефекти и у повртарству, јер ће омогућити диверзификацију производње и двије жетве годишње.

Системско рјешавање постојећих ерозионих процеса и спречавање појаве нових је неопходно, јер у будућим климатским условима могу се очекивати

сушни периоди већег интензитета (већи просторни утицај) праћени јаким кишним олујама, који усљед сасушеног биљног покривача могу изазвати трајни губитак земљишта.

С обзиром на то да је око 81% обрадивог земљишта Републике Српске јако сиромашно хумусом, тј. органским угљеником, а скоро 18% сиромашно хумусом, неопходно је примјењивати агротехничке мјере које ће повећати унос органске материје. Намјерно паљење жетвених остатака мора бити најстроже кажњавано. Такође, неопходно је континуирано праћење плодности земљишта (рН, макроелемената (NPK), садржаја органске материје, те водно-физичких особина земљишта) на геореференцираним локацијама, ради што бољег упоређивања података и одређивање правца утицаја било позитивног или негативног, да се предузму благовремене мјере заштите како ради обезбјеђења коришћења земљишта тако и ради ублажавања климатских промјена.

Литература

- Batjes NH, Sombroek WG (1997) Possibilities for Carbon Sequestration in Tropical and Subtropical Soils. *Global Change Biology* 3(2):161–173. doi.10.1046/j.1365-2486.1997.00062.x
- Biancalani R, Predić T, Leko M, Bukalo E, Ljuša M (2004) Učešće u razvoju načina korišćenja zemljišta na općinskom nivou u Bosni i Hercegovini (LUT) (Project GCP/BIH/002/ITA). FAO, Rim, str 69
- Bird DN, Benabdallah S, Gouda N, Hummel F, Koeberl J, La Jeunesse I, Meyer S, Pretenthaler F, Soddu A, Woess-Gallasch S (2016) Modelling Climate Change Impacts and Adaptation Strategies for Agriculture in Sardinia and Tunisia Using AquaCrop and Value-At-Risk. *Science of the Total Environment* 543(Part B):1019–1027. doi.10.1016/j.scitotenv.2015.07.035
- Van Ranst E, Thomasson AJ, Daroussin J, Hollis JM, Jones RJA, Jamagne M, King D, Vanmechelen L (1995) Elaboration of an Extended Knowledge Database to Interpret the 1:1.000.000 EU Soil Map for Environmental Purposes. In King D, Jones RJA, Thomasson AJ (eds) *European Land Information Systems for Agro-environmental Monitoring* (EUR 16232 EN), pp 71–84. Office for Official Publications of the European Communities
- Vidojević D, Manojlović M, Đorđević A, Dimić B (2014) Estimation of Soil Organic Carbon Stocks in Agricultural Soils in the Republic of Serbia. *Proceedings of XXVIII Meeting of Agronomists, Veterinarians, Technologists and Agroeconomists* 20(1–4):139–146

- Govedarica B, Đurđić I, Milić V (2016) Stanje proizvodnje krompira u Republici Srpskoj. XXI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 11 – 12. mart 2016, Čačak, Agronomski fakultet u Čačku, Zbornik radova 1, str 137–142
- European Commission (2002) Towards a Thematic Strategy for Soil Protection. Commission of the European Communities, Brussel, pp 39
- European Environment Agency (2017) Key Observed and Projected Climate Change and Impacts for the Main Regions in Europe. Доступно на: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/key-past-and-projected-impacts-and-effects-on-sectors-for-the-main-biogeographic-regions-of-europe-3>, Приступљено: 28. новембар 2018
- Žurovec J, Čadro S (2011) Smanjenje prinosa poljoprivrednih kultura u uvjetima bez navodnjavanja na području sjeveroistočne Bosne. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture, February 14 – 18, 2011, Opatija, University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Proceedings, pp 760–764
- Завод за водопривреду д.о.о. Бијељина (2008) Студија одрживог развоја иригационих система на подручју Републике Српске – Сажетак студије. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске, Бијељина, стр 24
- Zotov L, Bizouard C, Shum CK (2016) A Possible Interrelation Between Earth Rotation and Climatic Variability at Decadal Time-Scale. *Geodesy and Geodynamics* 7(3):216–222. doi.10.1016/j.geog.2016.05.005
- IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, pp 1535
- IPCC (2014) *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part A: Global and Sectoral Aspects, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Billir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Geniova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken S, Mastrandrea PR, White LL (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, pp 1132
- Karavitis CA, Tsesmelis DE, Oikonomou PD, Kairis O, Kosmas C, Fassouli V, Ritsema C, Hessel R, Jetten V, Moustakas N, Todorovic B, Skondras NA, Vasilakou CG, Alexandris S, Kolokytha E, Stamatakos DV, Stricevic R, Chatzigeorgiadis E, Brandt J, Geeson N, Quaranta G (2020) A Desertification Risk Assessment Decision Support Tool (DRAST). *Catena* 187:104413. doi.10.1016/j.catena.2019.104413
- Кнежевић А, Каплина А, Хусика А, Карингтон Д, Арнаутовић Аксић Д, Џордан Г, Трбић Г, Стритих Ј, Табаковић Л, Котур М, Цупаћ Р (2013) Стратегија прилагођавања на климатске промјене и нискоемисионог развоја за Босну и Херцеговину. Министарство спољне трговине и економских

- односа Босне и Херцеговине, Федерално министарство околиша и туризма, Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске, UNDP, GEF, Сарајево, Бања Лука, стр 94
- Komljenovic I, Markovic M, Todorovic J, Cvijovic M (2006) Influences of Fertilization by Phosphorus on Yield and Nutritional Status of Maize in Potkozarje Area. *Cereal Research Communications* 34(1):549–552. doi.10.1556/crc.34.2006.1.137
- Komljenovic I, Markovic M, Djurasinovic G, Kovacevic V (2013) Response of Maize to Liming and Ameliorative Phosphorus Fertilization. *Advanced Crop Science* 3(3):225–232
- Kosmas C, Tsara M, Moustakas N, Karavitis C (2003) Identification of Indicators for Desertification. *Annals of Arid Zone* 42(3):393–416
- Lal R, Delgado JA, Groffman PM, Millar N, Dell C, Rotz A (2011) Management to Mitigate and Adapt to Climate Change. *Journal of Soil and Water Conservation* 66(4):276–285. doi.10.2489/jswc.66.4.276
- Linker R, Ioslovich I, Sylaios G, Plauborg F, Battilani A (2016) Optimal Model-Based Deficit Irrigation Scheduling Using AquaCrop: A Simulation Study With Cotton, Potato and Tomato. *Agricultural Water Management* 163:236–243. doi.10.1016/j.agwat.2015.09.011
- Lipovac A, Vujadinović Mandić M, Vuković A, Stričević R, Ćosić M (2018) Assessment of AquaCrop Model on Potato Water Requirements in Climate Change Conditions. 10th Eastern European Young Water Professionals Conference IWA YWP, May 07 – 12, 2018, Zagreb, University of Zagreb, IHE Delft Institute for Water Education, International Association of Water Supply Companies in the Danube River Catchment Area, Book of Proceedings, pp 70–77
- Марковић М (2008) Земљиште – ресурс Републике Српске. Научни скуп „Ресурси Републике Српске“, 17 – 18. октобар, 2007, Бања Лука, Академија наука и умјетности Републике Српске, Одјељење природно-математичких и техничких наука, Зборник радова, стр 161–174
- Markovic M, Komljenovic I, Kovacevic V, Radic V, Jovic J, Trbic G, Pesevic D, Markovic M (2019) Alleviation of Negative Climate Change Effects on Maize Yields in Northern Bosnia by Liming and Phosphorus Fertilization. In Leal Filho W, Trbic G, Filipovic D (eds) *Climate Change Adaptation in Eastern Europe – Managing Risk and Building Resilience to Climate Change*, pp 169–183. Springer
- Marković SB, Bokhorst MP, Vandenberghе J, McCoy WD, Oches EA, Hambach U, Gaudenyi T, Jovanović M, Zöllner L, Stevens T, Machalet B (2008) Late Pleistocene Loess-Palaeosol Sequences in the Vojvodina Region, North Serbia. *Journal of Quaternary Science* 23(1):73–84. doi.10.1002/jqs.1124
- Marriner G, French C, Rajkovača T (2011) Geoarchaeological Reconnaissance of the Banja Luka and Doboј Area of Northern Bosnia and Herzegovina. *Godišnjak Centra za Balkanološka ispitivanja* 40:7–44
- Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске (2013) Измјене и допуне просторног плана Републике Српске до

2025. године (Нацрт). Влада Републике Српске, Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске, Бања Лука, стр 342
- Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске (2021) Стратегија развоја пољопривреде и руралних подручја Републике Српске 2021–2027. година (Приједлог). Влада Републике Српске, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске, Бања Лука, стр 93
- Neset TS, Wiréhn L, Opach T, Glaas E, Linnér BO (2019) Evaluation of Indicators for Agricultural Vulnerability to Climate Change: The Case of Swedish Agriculture. *Ecological Indicators* 105:571–580. doi.10.1016/j.ecolind.2018.05.042
- Open Foris (2021) Earth Map. Доступно на: <https://openforis.org/tools/earth-map/>, Приступљено: 28. децембар 2021
- Пољопривредни институт Републике Српске (2014) Нови домаћи хибриди кукуруза BL 43. Доступно на: <http://www.poljinstrs.org/sr-YU/zavodzakukuruz/zk-domaci-hibrid-bl-43.html>, Приступљено: 14. новембар 2014
- Предић Т, Марковић М, Лукић Р, Никић Nauth П, Цвијановић Т, Доцић-Којадиновић Т, Лејић Т, Радановић Д, Антић-Младеновић С, Тошић Р, Максимовић С, Пивић Р, Бурлица Ч, Антоновић Г, Кадић Ј (2009) Основа заштите уређења и коришћења пољопривредног земљишта као компонента процеса планирања пољопривредног земљишта Републике Српске. ЈУ Пољопривредни институт Републике Српске, Министарство пољопривреде шумарства и водопривреде Републике Српске, Бања Лука, стр 113
- Предић Т, Никић-Nauth П, Лукић Р, Цвијановић Т (2011) Начин коришћења земљишта Републике Српске. Међународни научни симпозијум агронома „Agrosym Jahorina 2011“, 10 – 12. новембар 2011, Јахорина, Пољопривредни факултет Универзитета у Источном Сарајеву, Зборник радова, стр 147–156
- Predić T, Lukić R, Nikić Nauth P, Cvijanović T, Docić Kojadinović T, Malčić T, Jokić D, Radanović B (2013) Introduction of Continuous Monitoring of Agricultural Land of Republic of Srpska. The 1st International Congress on Soil Science, XIII National Congress in Soil Science, September 23 – 26, 2013, Belgrade, Soil Science Society of Serbia, Proceedings, pp 1–16
- Predić T, Nikić-Nauth P, Cvijanović T, Docić-Kojadinović T, Jokić D, Radanović B (2014a) Izvještaj ispitivanja plodnosti poljoprivrednog zemljišta porodičnih komercijalnih gazdinstava u Republici Srpskoj u 2014. godini. ЈУ Пољопривредни институт Републике Српске, Банја Лука, стр 76
- Predić T, Nikić-Nauth P, Cvijanović T, Docić-Kojadinović T, Jokić D, Radanović B, Sošnja S, Dragojević S (2014b) Utvrđivanje stanja загађења poljoprivrednog zemljišta poplavljenih površina u maju 2014. godine – Izvještaj. ЈУ Пољопривредни институт Републике Српске, Банја Лука, стр 33

- Predić T, Nikić-Nauth P, Cvijanović T, Docić-Kojadinović T, Jokić D, Radanović B, Sošnja S, Dragojević S (2014в) Izvještaj utvrđivanje stanja zagađenja zemljišta poplavljenih površina opštine Šamac. JU Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka, str 33
- Predić T, Nikić Nauth P, Radanović B, Predić A (2016) State of Heavy Metals Pollution of Flooded Agricultural Land in the North Part of Republic of Srpska. Agro-knowledge Journal 17(1):19–27. doi.10.7251/AGREN1601019P
- Пређић Т, Никић-Nauth П, Цвијановић Т, Танасић Б, Малчић Т, Бјелобрк Д (2019) Основа заштите уређења и коришћења пољопривредног земљишта општине Лакташи. ЈУ Пољопривредни институт Републике Српске, Бања Лука, стр 123
- Predić T, Nikić-Nauth P, Tanasić B, Vidojević D (2019) Organic Carbon Stocks in Arable Land of Republic of Srpska – Bosnia and Herzegovina. AGROFOR International Journal 4(2):70–77. doi.10.7251/AGRENG1902069P
- Пређић Т, Никић-Nauth П, Цвијановић Т, Танасић Б, Малчић Т, Бјелобрк Д (2020) Основа заштите уређења и коришћења пољопривредног земљишта општине Шамац. ЈУ Пољопривредни институт Републике Српске, Бања Лука, стр 123
- Radanović D (1995) Influence of Liming on Some Macronutrients Level in Distric Pseudogley Soil. Journal of Sientific Agricultural Research 57:69–78
- Републичка управа цивилне заштите (2013) Пројена угрожености од елементарне непогоде и друге несреће. Републичка управа цивилне заштите, Источно Сарајево, стр 440
- Републички завод за статистику Републике Српске (2020) Статистички годишњак Републике Српске 2020, Пољопривреда и рибарство. Доступно на: https://www.rzs.rs.ba/static/uploads/bilteni/godisnjak/2020/14pol_2020.pdf, Приступљено: 28. мај 2021
- Републички хидрометеоролошки завод Републике Српске (РХМЗРС) (2021а) Ратарске и повртарске културе. Доступно на: <https://rhmzrs.com/meteorologija/agrometeorologija/fenologija/ratarske-i-povrtarske-kulture/>, Приступљено: 28. мај 2021
- Републички хидрометеоролошки завод Републике Српске (РХМЗРС) (2021б) Пољски радови. Доступно на: <https://rhmzrs.com/meteorologija/agrometeorologija/fenologija/poljski-radovi>, Приступљено: 28. мај 2021
- Resulović H (1969) Pedološki praktikum, Kolorimetrijsko određivanje humusa. Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, str 145
- Rhodes CJ (2014) Soil Erosion, Climate Change and Global Food Security: Challenges and Strategies. Science Progress 97(2):97–153. doi.10.3184/003685014X13994567941465
- Sekulić P, Ninkov J, Hristov N, Vasin J, Šeremešić S, Zeremski-Škorić T (2010) Sadržaj organske materije u zemljištima AP Vojvodine i mogućnost korišćenja žetvenih ostataka kao obnovljivog izvora energije. Field and Vegetable Crops Research 47(2):591–598

- Smith P (2012) Soils and Climate Change. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4(5):539–544. doi.10.1016/j.cosust.2012.06.005
- Stricevic R, Stojakovic N, Vujadinovic-Mandic M, Todorovic M (2017) Impact of Climate Change on Yield, Irrigation Requirement and Water Productivity of Maize Cultivated Under Moderate Continental Climate of Bosnia and Herzegovina. *The Journal of Agricultural Science* 156:618–627. doi.10.1017/S0021859617000557
- Stričević R, Trbić G, Vujadinović M, Cupać R, Đurović N, Ćosić M (2017) Impact of Climate Change on Potato Yield Grown in Different Climatic Zone in Bosnia and Herzegovina. VIII International Scientific Agriculture Symposium „Agrosym 2017“, October 05 – 08, 2017, Jahorina, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Book of Proceedings, pp 596–601
- Stričević R, Trbić G, Vujadinović M, Vuković A, Lipovac A, Bogdan I, Cupać R (2019) Assessment of Climate Change Impact on Water Requirements of Orchards in Bosnia and Herzegovina. In Leal Filho W, Trbic G, Filipovic D (eds) *Climate Change Adaptation in Eastern Europe – Managing Risk and Building Resilience to Climate Change*, pp 199–211. Springer. doi.10.1007/978-3-030-03383-5_14
- Schils R, Kuikman P, Liski J, Van Oijen M, Smith P, Webb J, Alm J, Somogyi Z, van den Akker J, Billett M, Emmett B, Evans C, Lindner M, Palosuo T, Bellamy P, Alm J, Jandl R, Hiederer R (2008) Review of Existing Information on the Interrelations Between Soil and Climate Change (ClimSoil), Final Report. European Commission, Brussels, pp 208
- Tolstikov AS, Tissen VM, Simonova GV (2019) Long-Term Climate Prediction by Means of Earth Rotation Rate Adaptive Variations Models. In: Romanovskii OA, Matvienko GG (eds) *25th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics*, Volume 11208, pp 1120887. International Society for Optics and Photonics. doi.10.1117/12.2540926
- Trbić G, Đurdjević V, Bajić D, Cupać R, Vukmir G, Popov T (2014) Climate Change and Adaptation Options in Bosnia and Herzegovina—Case Study in Agriculture. The International Conference “ADAPT to CLIMATE”, March 27 – 28, 2014, Nicosia, Department of Environment Ministry of Agriculture, Natural Resources & Environment, National Technical University of Athens, National Observatory of Athens, Proceedings, http://adapttoclimate.uest.gr/full_paper/Trbic_et_al.pdf
- Ćorić R, Petrović D, Šaravanja P, Sefo E, Kajić N, Mandić A, Puljić L, Tanović N, Leto A, Hadžiabulić A, Komlen V, Šukalić A, Šupljeglav-Jukić A (2014) Inventar stanja poljoprivrednog zemljišta i njegovog korištenja u regiji Hercegovine. USAID, Mostar, str 90
- Ćota J, Šilj M (2012) Dutch Early Potato Varieties in Bosnia and Herzegovina. Third International Scientific Symposium „Agrosym Jahorina 2012“, November 15 – 17, 2012, Jahorina, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Book of Proceedings, pp 167–172

- FAO (2017) Soil Organic Carbon: The Hidden Potential. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp 77
- FAO (2021) Soil and Terrain Databases (SOTER). Доступно на: <http://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/en/c/1032175/>, Приступљено: 7. септембар 2021
- Федерално министарство просторног уређења и околиша, Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске (2003) Акциони план за заштиту животне средине Босне и Херцеговине (NEAP БиН), Сарајево, стр 137
- Forzieri G, Feyen L, Russo S, Voutsoukas M, Alfieri L, Outten S, Migliavacca M, Bianchi A, Rojas R, Cid A (2016) Multi-Hazard Assessment in Europe Under Climate Change. *Climatic Change* 137(1–2):105–119. doi.10.1007/s10584-016-1661-x
- Hamidov A, Helming K, Bellocchi G, Bojar W, Dalgaard T, Ghaley BB, Hoffmann C, Holman I, Holzkämper A, Krzeminska D, Kværnø SH, Lehtonen H, Niedrist G, Øygarden L, Reidsma P, Roggero PP, Rusu T, Santos C, Seddaiu G, Skarbøvik E, Ventrella D, Žarski J, 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. doi.10.1002/ldr.3006
- Hatfield JL, Antle J, Garrett KA, Izaurrealde RC, Mader T, Marshall E, Nearing M, Robertson GP, Ziska L (2020) Indicators of Climate Change in Agricultural Systems. *Climatic Change* 163(4):1719–1732. doi.10.1007/s10584-018-2222-2
- Colantoni A, Ferrara C, Perini L, Salvati L (2015) Assessing Trends in Climate Aridity and Vulnerability to Soil Degradation in Italy. *Ecological Indicators* 48:599–604. doi.10.1016/j.ecolind.2014.09.031
- Čadro S, Cherni-Čadro S, Marković M, Žurovec J (2019) A Reference Evapotranspiration Map for Bosnia and Herzegovina. *International Soil and Water Conservation Research* 7(1):89–101. doi.10.1016/j.iswcr.2018.11.002
- Weissert L, Salmond J, Scwendenmann L (2016) Variability of Soil Organic Carbon Stocks and Soil CO₂ Efflux Across Urban Land Use and Soil Cover Types. *Geoderma* 271:80–90. doi.10.1016/j.geoderma.2016.02.014
- Yang Y, Mohammad A, Feng J, Zhou R, Fang J (2007) Storage, Patterns and Environmental Controls of Soil Organic Carbon in China. *Biogeochemistry* 84(2):131–141. doi.10.1007/s10533-007-9109-z

Climate Change and Land Management

Ružica Stričević, Tihomir Predić, Mihajlo Marković

Summary

The essential resources for the survival of the living world are air, water and land. By its essence land is the only non-renewable natural resource, with a potentially rapid rate of degradation and a very slow process of formation and regeneration. Water and land are resources, characterized by climate, so climate variability inevitably affects the processes in the land and its use, whose testimonies today we could find through the fossil lands. Processes affecting the lands are intensified in the last few decades around the world, such as erosion, water logging, drought, fire, loss of organic matter and the like, are associated with climate change and are visible on the territory of Republika Srpska. The basic task of humans today is to use the land rationally and to preserve it for new generations. On the basis of available measured data and climate models in the future, the following conclusions came out: land use would not be significantly impaired, nor would crop production be endangered; favorable climatic conditions would continue to prevail for the production of corn, wheat, and potatoes, with increased year-on-year variations by the end of the century; due to earlier sowing, water logging would be pronounced; regular maintenance of existing drainage systems should be fully in function, and new ones to be built in jeopardized places; for the new, highly intensive orchard establishments and vegetable production, irrigation system should be designed and built; comprehensive solutions of existing erosion processes and prevention of occurrence of new ones should be envisaged, because in future climatic conditions, dry periods of higher intensity might occur, followed by strong rainstorms could cause permanent soil loss due to dried vegetation prone to erosion; considering that the soils of Republika Srpska are very poor in humus, i.e. organic carbon, it is necessary to apply agrotechnical measures to increase the intake of organic matter. Intentional burning of crop residues must be severely punished. Continuous monitoring of soil fertility on georeferenced locations is indispensable (pH, macroelements (NPK), content of organic matter, water-physical properties of soil) for better data comparison and observation of the direction of impact, whether positive or negative, in order to plan and take timely adaptation measures, ensuring proper and sustainable land use and climate change mitigation.

Keywords: Land, climate change, soil degradation, erosion, irrigation, drainage, organic matter

