

### Прилог анализи утицаја климатских промена на сектор пољопривреде

Процена утицаја климатских промена на сектор пољопривреде урађена је узимајући у обзир анализу климатских промена приказаних у овом програму (Поглавље 2, Прилог 1), са посебним дефинисањем климатских опасности у зависности од врста које се гаје и њихове рањивости на одређене климатске опасности и њихове промене узроковане климатским променама. За спровођење ове анализе узето је у обзир знање из претходних анализа утицаја климатских промена на пољопривреду, извађених за потребе Националних комуникација, других студија и пројеката (МЗЖС, 2010, 2017; Стричевић и др. 2019; Stričević и др. 2020; Vujadinović Mandić и др., 2022; Vuković Vimić и др., 2022, итд.).

Анализа утицаја климатских промена на пољопривреду урађена је за вишегодишње засаде, односно за воћарску и виноградарску производњу, затим за ратарску производњу и производњу везану за сточарство.

Овде су изнети прилози, односно подаци, који подржавају изведене закључке изнете у Програму и на основу којих су одређене приоритетне мере прилагођавања климатским променама у сектору пољопривреде. Приказани су резултати за промене вредности услова и ризика до краја 21. века (за последњи период узети су подаци по сценарију RCP8.5), али је процена ризика израђена узимајући у обзир промене до средине 21. века, за који период су познати највероватнији исходи, како је наведено и у анализи климатских промена у овом програму.

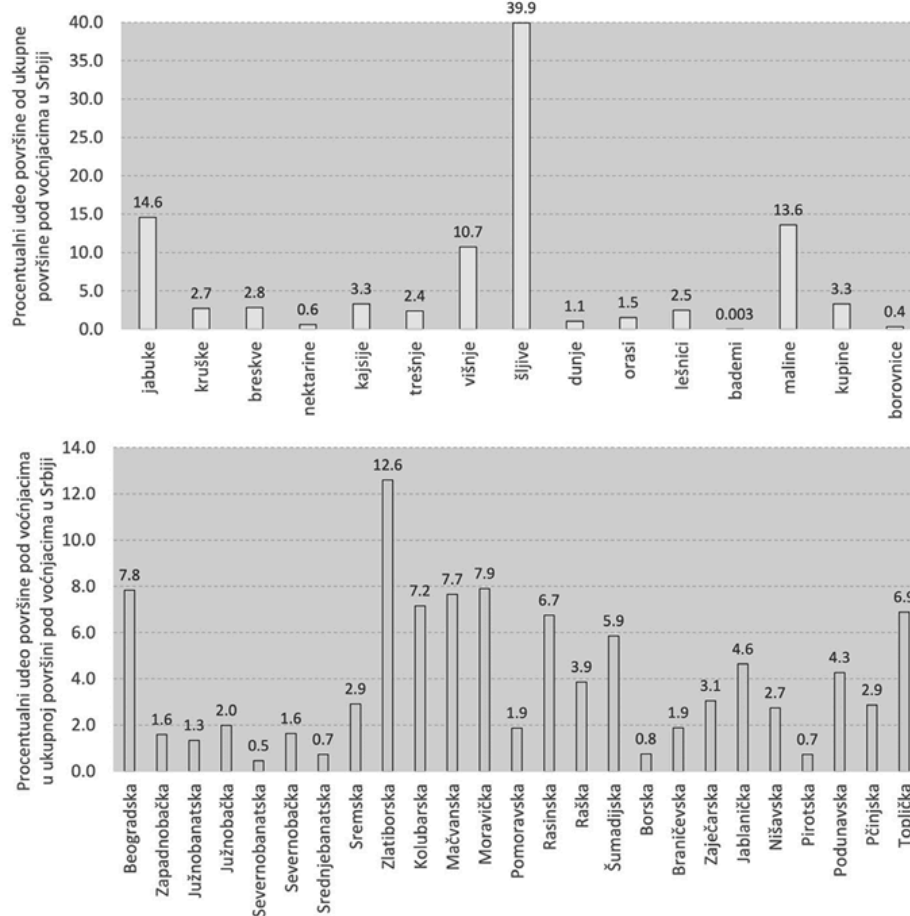
Анализе су урађене коришћењем климатских података и података о расподели гајења врста по административним областима Републике Србије. Подаци о просторној расподели парцела унутар области нису доступни, због чега приказани утицаји климатских промена одражавају ризик од промена климатских услова у областима. За детаљнију процену повољности измењених климатских услова и ризика унутар области, потребно је користити податке више резолуције због топографских карактеристика који утичу на локалне климатске карактеристике, као што је утврђено у пракси израде виноградарске и воћарске рејонизације Републике Србије.

На основу добијених резултата, узимајући у обзир ограничења урађених анализа, одређени су наредни кораци за спровођење адаптације пољопривредне производње на климатске промене.

#### П2.1 Утицај климатских промена на воћарство

Процентуални удео по врстама, по површини на којој се гаје, у односу на укупну површину под воћњацима у Републици Србији приказани су на Слици П2.1. (горњи панел). Приказани подаци су добијени из базе Републичког завода за статистику, као тренутно актуални (из 2018. године). Скоро 40% површине под воћњацима користи се за гајење шљиве, скоро 15% за гајење јабуке, затим малине (13.6%) и вишње (10.7%). Заступљеност осталих врста је знатно мања, испод 4%. Распореда површина под воћњацима приказа је такође на Слици П2.2. Највећи удео је у Златиборској области (12.6% од укупних површина воћњака Републике Србије), у Београдској области, Колубарској, Мачванској, Моравичкој, између 7% и 8%, итд. Распореда одређених врста по областима је анализирана касније, у оквиру процене ризика од утицаја климатских промена.

Посебне климатске опасности идентификоване у воћарству, за које се ризици услед будућих климатских промена повећавају, су: ризик од појаве мраза у вегетацији (периоду када обавља свој вегетативни развој и осетљива је на појаву мразних дана) и ризик од високих температура током лета. Ови ризици су идентификовани и као ограничавајући фактори за гајење појединих врста у изради рејонизације воћарских подручја Републике Србије (Djurović и др., 2020; Djurović и др., 2022). Кроз редовно обнављање рејонизације (Ђуровић и др., 2022), едукације и омогућавање доступности информација произвођачима могуће је повећати отпорност воћарске производње избором врсти и сорти (Николић, 2022), изабрати одговарајуће локације и начине гајења, као и спровести правовремене активности ради ублажавања наступајућих екстремних временских догађаја, у случају да су такве прогностичке информације на располагању.



Слика П2.1. Процентуални удео заступљености врста по површини коју заузимају у односу на укупну површину под воћњацима (горе) у Републици Србији, и расподела површина под воћњацима по областима (процентуални удео у односу на укупну површину под воћњацима у Републици Србији; панел доле). Подаци су добијени из Републичког завода за статистику (ажурирани 2018. године).

#### П2.1.1. Анализа утицаја климатских промена на промену ризика од појаве мраза у вегетацији у воћарској производњи

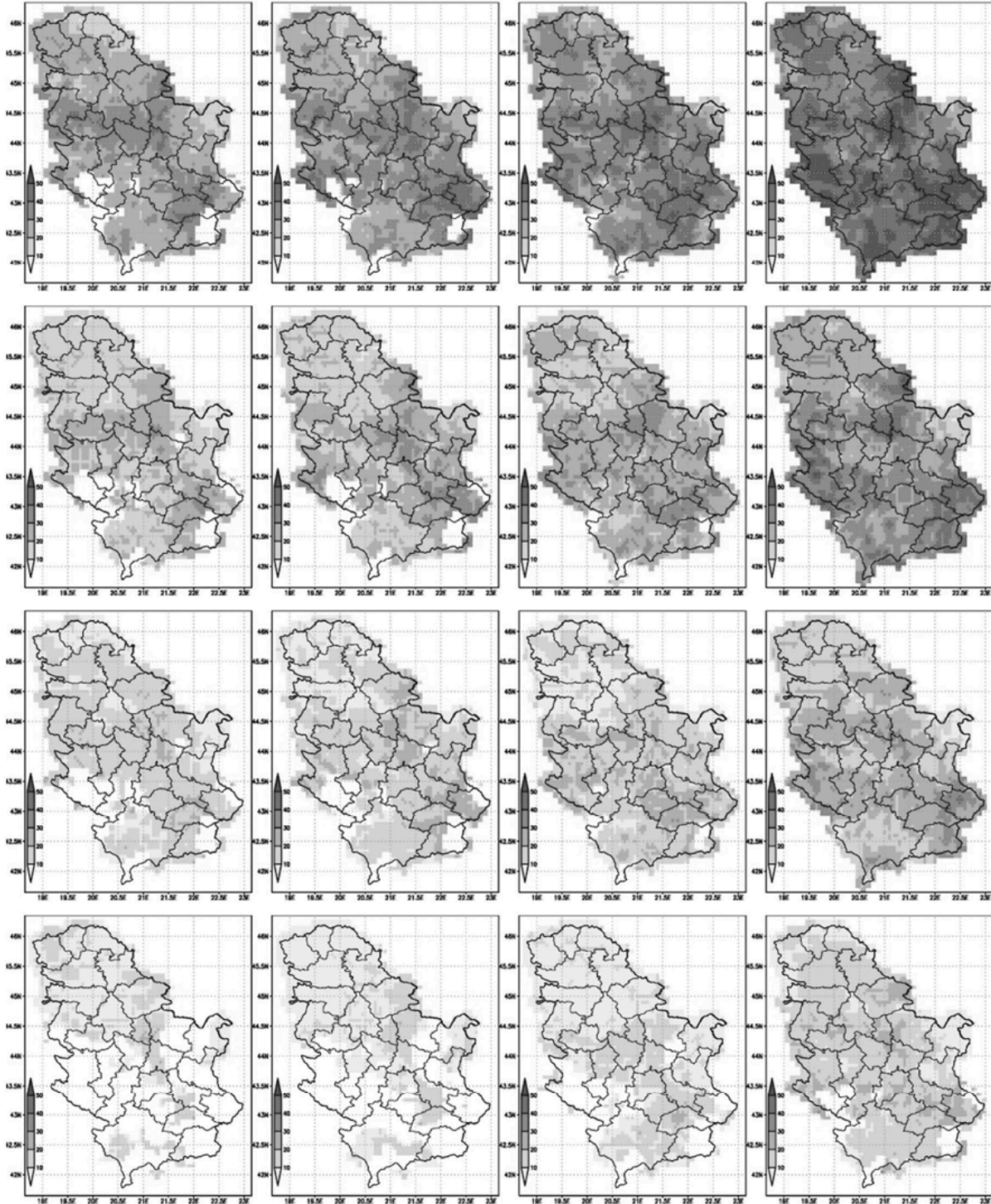
Методологија примењена у процени ризика од мраза у вегетацији подразумева одређивање процентуалног удела година у току анализираним климатском периоду када се јавља мраз након почетка вегетативног развоја биљке (вегетације). Да би се одредио почетак вегетације за сваку врсту је одређена базна температура, односно биолошки минимум. Када се први пут у току године појави период (шест узастопних дана) са средњим дневним температурама изнад вредности базне температуре, сматра се да је биљка у периоду развоја када је осетљива на појаву мраза. Ова методологија је преузета из методологије израде рејонизације воћарских подручја Републике Србије. У Табели П2.1 приказане су базне температуре по најзаступљенијим врстама, по чему су и груписане у 4 групе. За сваку групу израђене су мапе које указују на ризик од мраза у вегетацији, приказане на Слици П2.2.

Табела П2.1. Групе врста воћака по вредности базних температура. Заступљеност је изражена у односу на укупну површину под воћњацима у Републици Србији.

Групе за ризик од мраза	Опсег базних температура	Врсте	Заступљеност (%)
Група 1	9 °C–10 °C	кајсија и бадем	3,3

Група 2	10 °C–11 °C	бресква, јагода, рибизла, орах и леска*	6,9 (4,4*)
Група 3	11 °C–12 °C	шљива, вишња, трешња, малина и купина**	69,9
Група 4	12 °C ≤	јабука, крушка, дуња, боровница	18,4

\* леска је отпорна на овај ризик, иако релативно рано почиње са вегетативним развојем; процентуални удео у укупној површини је дат са и без леске;  
 \*\* малина и купина у анализи климатске опасности од високих температура сматра се да припадају групи 4.



Слика П2.2. Мапе ризика од мрза у вегетацији (преко 20% се сматра за повећани ризик). Вредности за групу 1 приказане су у првом реду, за групу 2 у другом реду, за групу 3 у трећем, и за групу 4 у последњем реду. Вредности за климатски период краја 20. века приказане су у првој колони, вредност за период блиске будућности (2021–2040) у другој колони, за период средине века (2041–2060) у трећој колони и вредност за крај века по RCP8.5 (2081–2100) у последњој колони. Извор коришћених података приказан је у методологији анализе климатских промена (Прилог 2). У складу са осматраним променама ризика (није приказано овде), приказане су вредности 75. перцентила ансамбла климатских модела.

Анализа на националном нивоу о промени заступљености ризика од мрза у вегетацији приказана је у Табели П2.2. Ризик од мрза у вегетацији расте због утицаја климатских промена, обухвата веће области и појачава се.

Табела П2.2. Процентуални удео површине у укупној површини Републике Србије са одређеним ризиком од мрза у вегетацији. Изнети резултати су добијени у складу са Резултатима приказаним на Слици П2.2. Гранична вредност за услове за гајење узета је по дужини нормалног трајања вегетације, односно колико је потребно да биљка проведе дана у вегетацији да би се нормално развијала (у зависности од врста у одређеним групама, критеријуми такође преузети из критеријума коришћених у изради рејонизације).

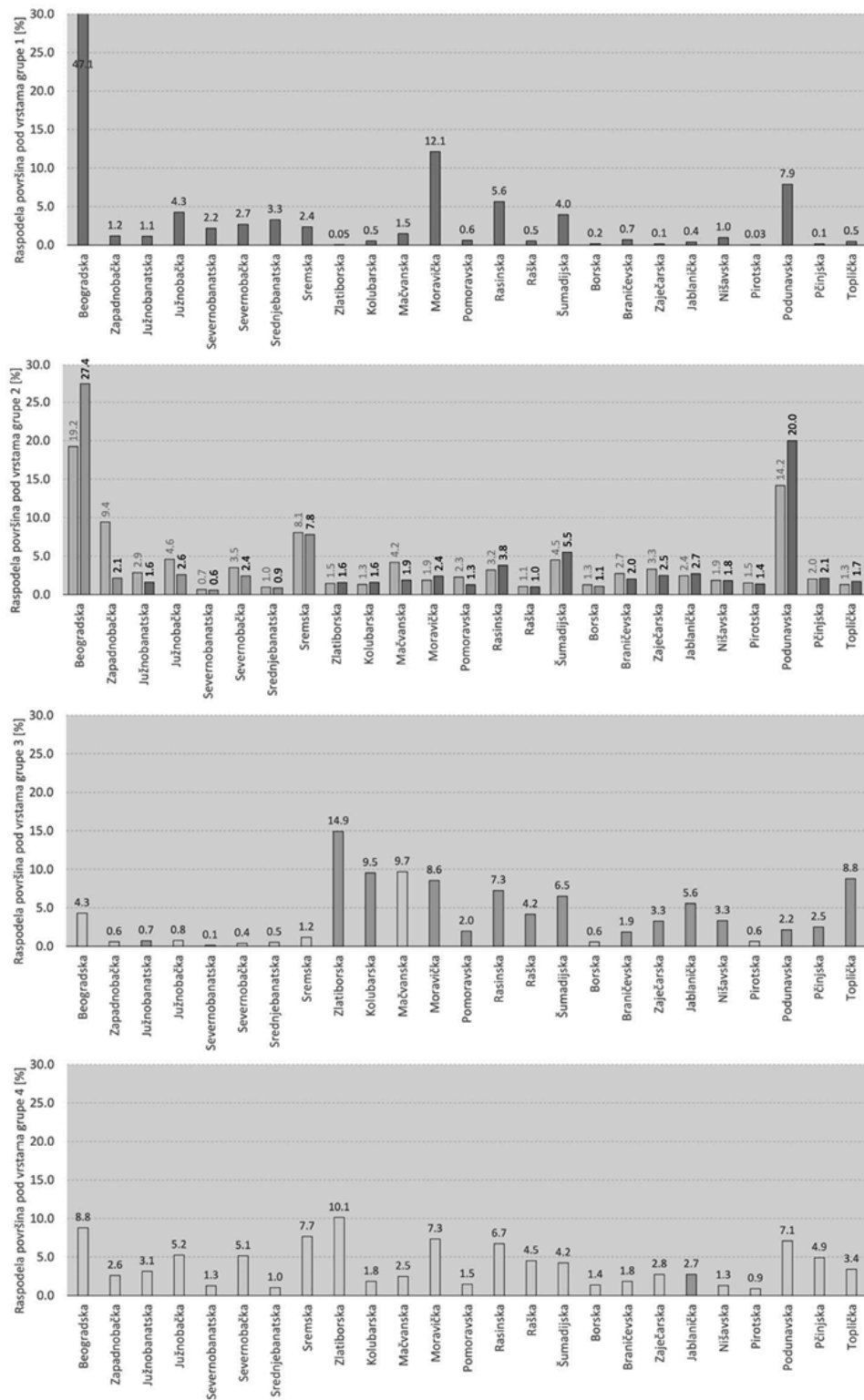
	<10%	10–20%	20–30%	30–40%	40–50%	50–60%	60–70%	нема услова
Група 1								
крај 20. века	0.9	16.3	55.4	20.3	0.8	0.0	0.0	6.3
блиска будућност	1.3	8.4	45.5	35.5	6.1	0.1	0.0	3.1
середина века	0.5	4.3	29.4	49.1	15.6	0.3	0.0	0.9
крај века	0.0	0.8	8.7	35.1	39.1	15.5	0.9	0.0
Група 2								

крај 20. века	6.6	59.6	24.3	0.5	0.0	0.0	0.0	9.1
блиска будућност	3.1	50.7	34.0	6.0	0.1	0.0	0.0	6.2
середина века	2.2	35.8	50.6	10.1	0.0	0.0	0.0	1.3
крај века	1.3	8.1	45.3	35.5	9.6	0.3	0.0	0.0
Група 3								
крај 20. века	29.8	57.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9
блиска будућност	31.2	50.9	9.0	0.1	0.0	0.0	0.0	8.8
середина века	30.9	56.2	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
крај века	5.9	47.1	42.2	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Група 4								
крај 20. века	40.7	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0
блиска будућност	52.0	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.9
середина века	62.5	21.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	16.4
крај века	25.6	61.6	6.8	0.1	0.0	0.0	0.0	6.0

Ако се усвоји категоризација нивоа климатских опасности као што је приказано у Табели П2.3, и узме у обзир просторна заступљеност врста (у хектарима, по подацима Завода за статистику из 2018. године), просторна расподела ризика заједно са заступљености врста по областима у Републици Србији приказане су на Слици П2.3.

Табела П2.3. Категоризација нивоа ризика од мраза у вегетацији.

Ниво ризика	Значење нивоа ризика	Вредност у подацима
ниво 1	низак, прихватљив, неодређен не мења се значајно до средине 21. века	у области доминира ризик нижи од 20% и не прелази у категорију вишег ризика
ниво 2	умерен, постоји повећање у будућности до средине 21. века	у области постоје делови са ризиком већим од 20% у прошлом и/или будућем периоду
ниво 3	висок, постоји повећање у будућности до средине 21. века	у значајном делу области постоји ризик већи од 20% и повећава се у будућности



Слика П2.3. Процентуална заступљеност врста по групама из Табеле П2.1 по областима Републике Србије и нивои ризика од мрза у вегетацији по регионима, дефинисаних у Табели П2.3. У групи 2, приказана је заступљеност са и без леске, јер се сматра да мраз у вегетацији не представља значајан ризик за ову врсту. За расподелу без узимања у обзир заступљеност леске, означени су нивои ризика.

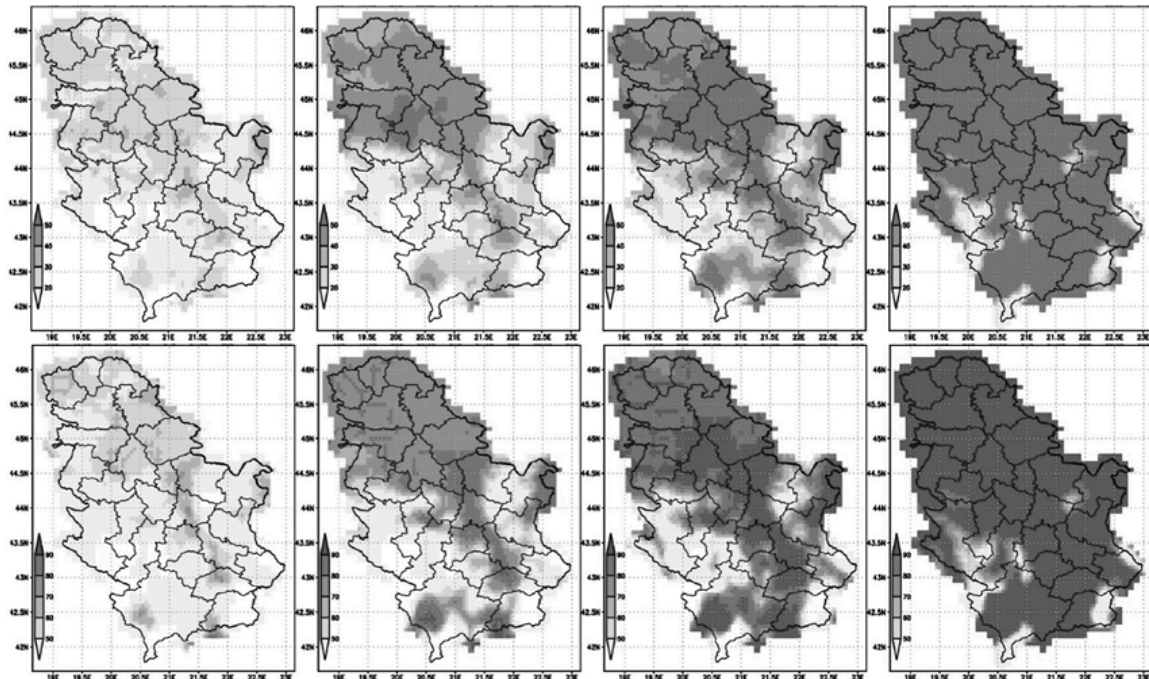
У складу са добијеним резултатима, проценује се да ће ризик од мрза у вегетацији расти у Републици Србији и да ће захватити све већи број врста воћака. Најраспрострањенији и највиши ниво ризика имају врсте групе 1 (кајсија и бадем), који и у осмотреном периоду представља висок ниво ризика који захтева предузимање мера смањења последица. Ниво ризика ће расти за врсте групе 2, код којих је такође потребно планирати мере заштите, док су ризици за врсте групе 3, а нарочито групе 4 значајно нижи. Ипак, ризици за врсте из групе 3 спадају у умерен ниво ризика у појединим регионима, због чега је потребно очекивати да се потенцијални проблеми са мразом јаве у будућем периоду и код ових врста. Ипак, појава мрза у вегетацији може бити изразито локалног нивоа, односно није је могуће прецизно проценити коришћењем података релативно грубе резолуције за ове намене. Из тог разлога потребно је урадити просторно детаљнију анализу ризика. Стварна захваћеност врста овим ризиком није позната такође и из разлога што нису доступни подаци о локацији где се гаје ове врсте.

#### П2.1.2. Анализа утицаја климатских промена на промену ризика од високих летњих температура у воћарској производњи

Високе летње температуре идентификоване су као један од највећих ризика од стране произвођача (Vuković Vimić и др., 2022), и узете су као ограничавајући фактор у воћарској рејонизацији. Дани у коме температура прелази 35 °C (тзв. „врели“ дани) се сматрају за дане у којима постоји висок ризик од штетног деловања на принос (Vujadinović Mandić и др., 2022). Највеће штете од екстремно високих температура јављају се у периоду зрења плодова. Како број појављивања ових дана драстично расте (Поглаље 2, Прилог П1.2.), сматра се да ће ризик расти за врсте које у периоду када је највећа вероватноћа појаве нису завршиле зрење.

Зрење различитих воћних врста одвија се у различитим периодима, док неке могу раније сазрети и избећи период када је највећи ризик од појаве дана са екстремно високим температурама, код других зрење се дешава управо током периода када је овај ризик највећи. Да би се одредио овај ризик, урађена је процена о учесталости појаве екстремно високих температура и период њиховог могућег јављања, као и колико се преклапа са периодом зрења различитих врста.

„Врели период“ је дефинисан као период између датума прве и последње појаве дана са максималном дневном температуром преко 35 °C у току године. Услед климатских промена, долази до продужења просечног трајања „врелог периода“, као и повећане учесталости оваквог периода. Треба имати у виду да су ове екстремне температуре биле ретке у периоду када утицају климатске промене нису имале значајан утицај (Прилог П1.2.). На Слици П2.4 приказана је промена у трајању и учесталости „врелог периода“ у будућој клими.



Слика П2.4. Просечна дужина трајања „врелог периода“ (горњи панели) и учесталост (доњи панели). Приказане вредности су за климатски период краја 20. века (прва колона), период блиске будућности 2021–2040 (друга колона), период средине века 2041–2060 (трећа колона) и крај века 2081–2100 по RCP8.5 (последња колона). Учесталост је изражена као процентуални удео година у климатском периоду, када су се јавили „врели периоди“.

Узимајући у обзир трајање вегетације, односно период развоја плодова, и период у години појаве „врелог периода“, урађена је процена за број дана када долази до преклапања ова два периода. На овај начин анализирана је затупљеност ризика од екстремно високих температура за нормалан развој плодова. Резултати анализа приказани су у Табели П2.4 и на Слици П2.5.

За врсте које најраније крећу са вегетацијом и чији плодови раније сазревају, проблеми са високим температурама биће мање изражени. Најмање проблема имаће кајсија и бадем (врсте из групе 1, Табела П2.1). Код ових врста у блиској будућности (2021–2040) број дана преклапања врелог периода и завршетка бербе већи од 50 биће на око 32% територије Србије, у периоду средине века (2041–2060) на око 25% територије, а крајем века (2081–2100) на око 32% територије Републике Србије. Код ове две врсте како се иде ка будућности највероватније неће долазити до погоршања просечних услова гајења везаних за ову климатску опасност. Разлог за ово је померање фенолошких фаза развоја услед пораста температура ка ранијем периоду, када остаје мањи ризик од ове климатске опасности.

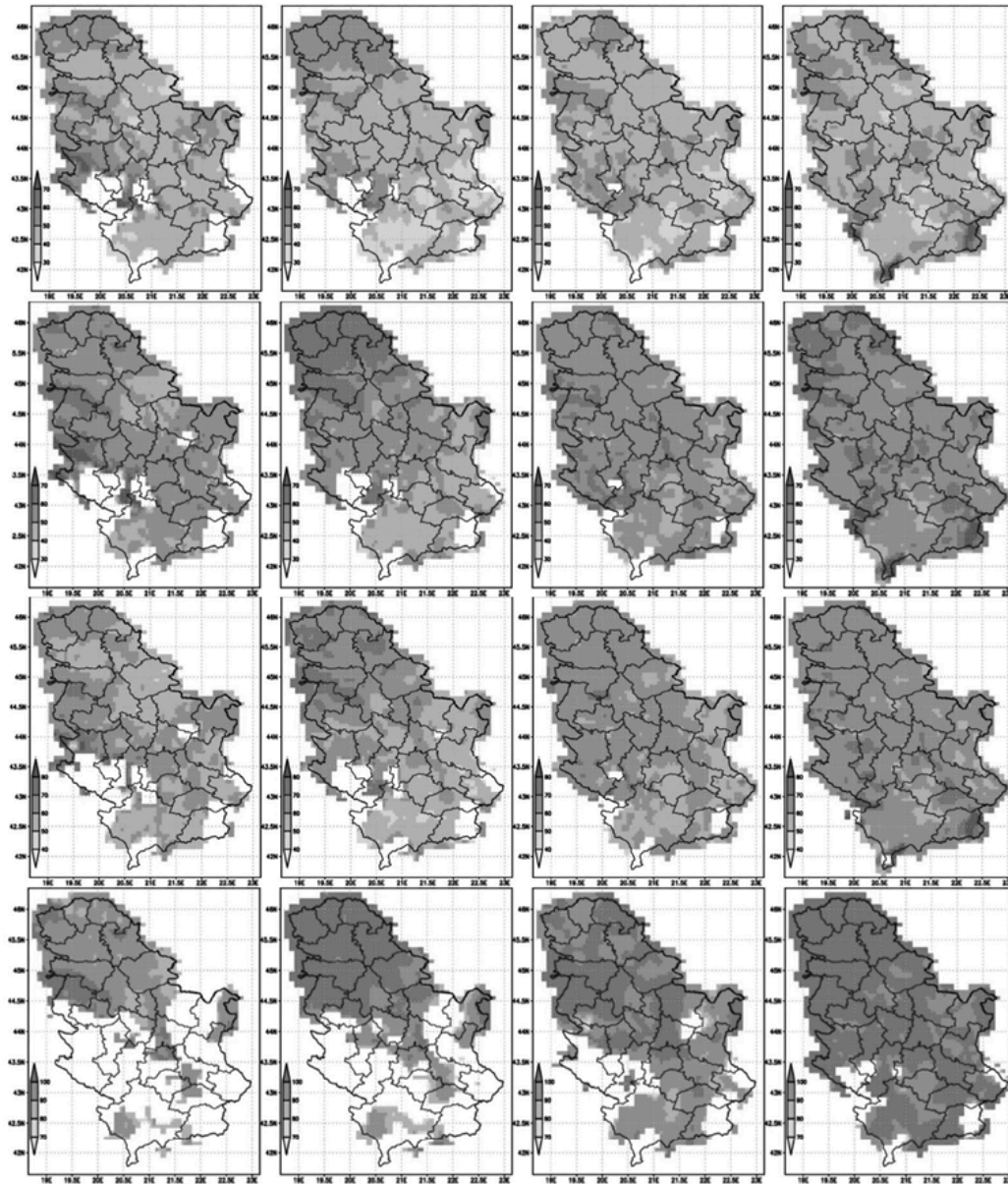
За врсте које нешто касније започињу свој период вегетације (Табела П2.1; врсте из групе 2: бресква, јагода рибизла, орах, леска), број дана преклапања врелог периода и периода до завршетка зрења у највећем делу територије биће у опсегу 50 до 70 дана (највише у опсегу 50–60 дана), за врсте са дужином периодом потребним за сазревање плодова. У периоду блиске будућности захватаће скоро 70% територије, у периоду средине века око 80%, а до краја века по RCP8.5 око 90% територије. Врсте из групе 3 (Табела П2.1; шљива, вишња, трешња) опасност од високих температура је нешто већа у највећем делу територије у опсегу 50–80 дана (највише у опсегу 60–70 дана). У свим периодима будућности заступљен у овом опсегу броја дана око или преко 90% територије, са померањем ка већем броју дана под ризиком од ове климатске опасности. У блиској будућности (2021–2040) број дана преклапања топлог периода и завршетка бербе већи од 60 биће на 54,6% територије У средњој будућности (2041–2060), на 70,7% територије, а крајем века (2081–2100) на 90,3% територије Републике Србије.

Под највећим ризиком су врсте код којих је дужи период вегетације (Табела П2.1; врсте из групе 4: јабука, крушка, дуња, као и малина и купина). Иако код свих врста долази до повећања у броју дана када се преклапају период обављања зрења и периода са могућим екстремним температурама (врелог периода), код ових врста у блиској будућности (2021–2040) број дана је већи од 90 (највише у опсегу 100–110 дана) на преко 60% територије Републике Србије, у периоду средине века (2041–2060) на око 80%, а крајем века (2081–2100) по RCP8.5 на преко 90% територије. Последице овог ризика су смањење приноса, ожеготине на плодовима и лошији квалитет приноса.

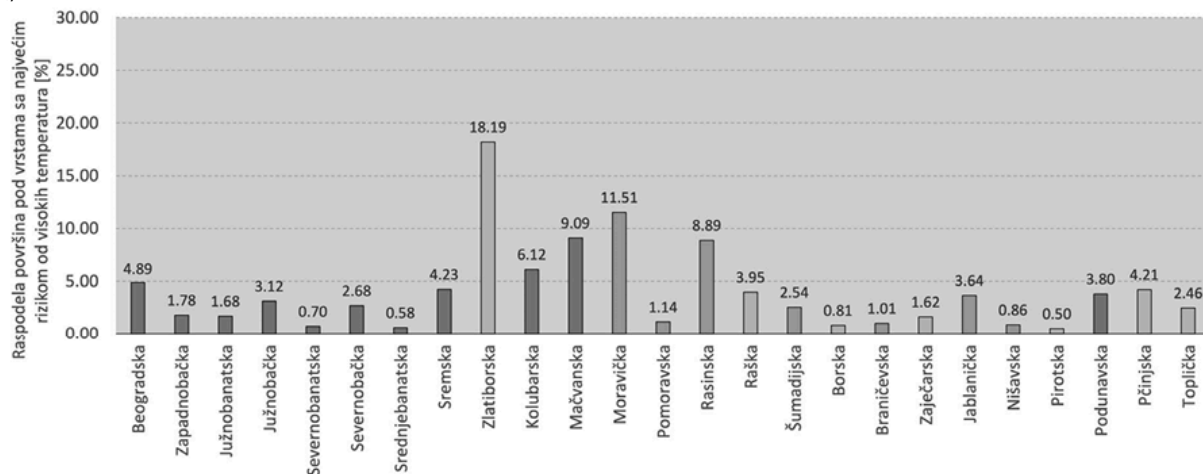
Узимајући у обзир врсте са највећим ризиком од високих температура, расподела ризика по областима Републике Србије приказана је на Слици П2.6.

Табела П2.4. Процент заступљености преклапања у одређеном броју дана врелог периода и периода вегетације за врсте различитог трајања вегетације и различитог периода зрења плодова и проценат територије на којој нема услова за гајење (н.у.). Врсте које припадају наведеним групама су приказане у Табели П2.1. За потребан период за нормално обављање вегетативног развоја подразумевају се периоди у опсегу трајања од 150 до 180 дана. Приказани резултати су добијени из ансамбла резултата климатских модела (вредност 75. перцентила) у складу са претходно изведеним закључцима о највероватнијим исходима резултата ансамбла и на основу поређења тренда осматраних промена (није приказано овде) и будућих промена.

	< 30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80	80–90	>90	н.у.
Група 1									
крај 20. века	0.0	5.2	47.6	32.0	4.2	1.2	0.0	0.0	9.9
блиска будућност	0.5	15.7	46.3	31.0	0.7	0.0	0.1	0.0	5.8
середина века	0.6	9.0	62.2	24.8	0.6	0.1	0.0	0.0	2.7
крај века	0.1	6.0	60.6	30.8	1.3	0.6	0.2	0.3	0.0
Група 2									
крај 20. века	0.0	0.9	14.9	58.1	12.2	2.3	0.5	0.0	11.2
блиска будућност	0.1	1.0	23.6	41.0	26.5	0.2	0.0	0.0	7.6
середина века	0.0	0.6	14.0	72.2	10.2	0.3	0.0	0.0	2.7
крај века	0.0	0.1	6.2	64.2	27.2	1.2	0.6	0.5	0.0
Група 3									
крај 20. века	0.0	0.2	1.8	37.3	42.3	4.8	0.5	0.1	13.1
блиска будућност	0.1	0.1	3.3	32.6	42.6	12.0	0.0	0.0	9.4
середина века	0.0	0.0	1.1	25.1	67.8	2.7	0.2	0.0	3.1
крај века	0.0	0.0	0.0	9.5	77.9	10.4	1.5	0.5	0.3
Група 4									
крај 20. века	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	11.7	41.6	46.0
блиска будућност	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.6	10.3	52.1	35.9
середина века	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	5.9	76.6	16.4
крај века	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	92.7	6.0



Слика П2.5. Број дана преклапања вегетационог периода и „врелог периода“. Приказане вредности су за климатски период краја 20. века (прва колона), период блиске будућности 2021–2040 (друга колона), период средине века 2041–2060 (трећа колона) и крај века 2081–2100 по RCP8.5 (последња колона). У редовима су дати резултати за различите групе врста (Табела П2.1) и то за групу 1 у првом реду, групу 2 у другом реду, групу 3 у трећем реду и групу 4 у последњем реду. Услов је да се врели период јавља у најмање 50% година у климатском периоду. Области без података су области у којима не постоје услови за гајење у смислу потребне дужине периода вегетације (150 до 180 дана у зависности од врста). Напомена, скале се разликују на сликама, у прва два реда су у опсегу 30 до 70, у трећем 40–80 и у последњем реду 70–100.



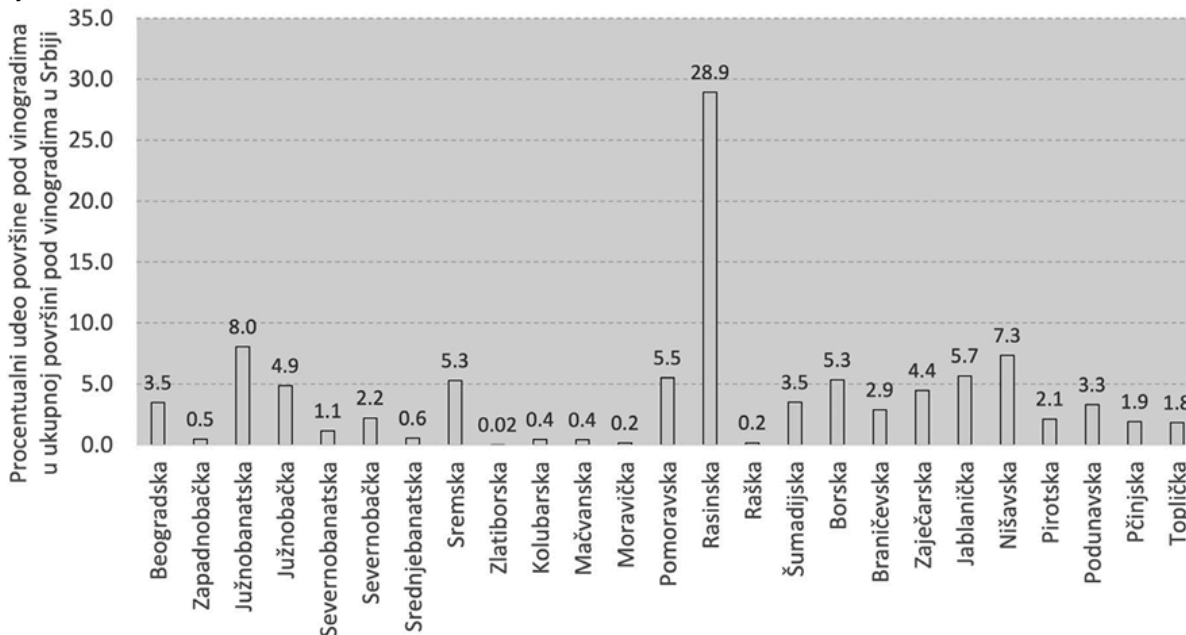
Слика П2.6. Расподела заступљености врста са највећим ризиком од екстремно високих температура (највеће преклапање вегетационог и „врелог периода“) и процена нивоа ризика у зависности од просторне расподеле и промене климатске опасности, односно ризика од високих летњих температура. Значење нивоа ризика приказано је у Табели П2.3, где је за највиши ниво ризика подразумева да постоји преклапање од најмање три месеца вегетационог и врелог периода и то у великом делу области (заступљеност је већ осмотрена или расте до значајне до средине века).

Процена ризика од екстремно високих температура, односно високих летњих температура, указује да распрострањеност и ниво ризика расту на територији Србије. Под највећим ризиком су врсте код којих се плодови развијају касније, односно у току периода у коме је велика (и растућа) вероватноћа за појаву екстремно високих температура које могу оштетити принос (смањити квалитет, изазвати раније зрење ако се јаве у дужем периоду, изазвати појаву ожеготина, итд.). Изнесени резултати

приказују оквирно расподелу растућег проблема и указују на потребу планирања за смањење негативних утицаја ове климатске опасности. Ипак, локалне карактеристике климатских услова и терена могу се знатно разликовати, односно, приказане процене се не могу сматрати репрезентативне за одлучивање на нивоу локалитета и врсте. У појединим областима (на пример Јабланичка, Нишавска, итд.) на нивоу области ова климатска опасност није у високом ризику, али у подобластима нижих надморских висина забележен је највећи пораст екстремно високих температура (Прилог П1.2.). За овакве процене потребно је урадити детаљније анализе ризика од ове климатске опасности са детаљнијом просторном резолуцијом података (на пример Vujadinović Mandić и др., 2022), да би се избегло потцењивање стварног ризика и неадекватног планирања и спровођења мера адаптације.

## П2.2 Утицај климатских промена на виноградарство

Расподела површина под виноградима у Републици Србији по областима (извор: Републички завод за статистику, подаци ажурирани 2017. године) приказана је на Слици П2.7. Највећи удео површина под виноградима је у Рашинској области (скоро 30% од укупне површине под виноградима). Између 5% и 8% површина под виноградима је у појединим областима Војводине, затим у Поморавској, Борској, Јабланичкој и Нишавској области. У осталим областима процентуални удео површина под виноградима је мањи од 5%.



Слика П2.7. Процентуални удео површина под виноградима по областима у односу на укупну површину под виноградима у Републици Србији. Подаци су добијени из Републичког завода за статистику (ажурирани 2017. године)

Климатске промене имају значајан утицај на виноградарство у Републици Србији, како је већ показано у многобројним студијама (на пример, Ruml и др., 2012; Vujadinović и др., 2018; Vuković и др., 2019; Muždalo и др., 2019; Vujadinović Mandić и др., 2022). Из овог разлога, актуелна рејонизација виноградарских подручја Републике Србије, узела је у обзир анализу климатских параметра високе резолуције ради формирања препорука и информисала о потенцијалним ризицима (Ivanišević и др., 2015; Jakšić, 2019) Осмотрене и будуће климатске промене утичу, са растућим ефектом, на винову лозу изазивајући промене у фенолошким фазама развоја винове лозе, промене у саставу грожда и вина, промене у приносу грожда, ширење винограда на подручја која раније нису била погодна за гајење винове лозе и значајна географска померања у традиционалним виноградарским рејонима. Из овог разлога, може се сматрати да климатске промене утичу на промене terroir-а виноградарских рејона (Ranković-Vasić, 2013; Ruml и др., 2016; Ранковић-Васић и др., 2022).

Израђена анализа утицаја климатских промена на виноградарску производњу указује на потребу за прилагођавањем овог сектора променљивим климатских условима, како због искоришћавања потенцијала за производњу високог квалитета тако и због повећања отпорности производње на идентификоване ризике. Обнављањем рејонизације и увођењем нових знања о климатским променама, ризицима и начинима за прилагођавање (Ранковић-Васић и др., 2022; Николић и др., 2022; Петровић и др., 2022), едукација произвођача о планирању подизања засада и ублажавању потенцијалних последица наступајућих екстремних временских услова и омогућавање ефикасног приступа информацијама од значаја, неопходни су за даљи одрживи развој овог под-сектора.

### П2.2.1. Анализа утицаја климатских промена на повољност климатских услова за гајење винове лозе

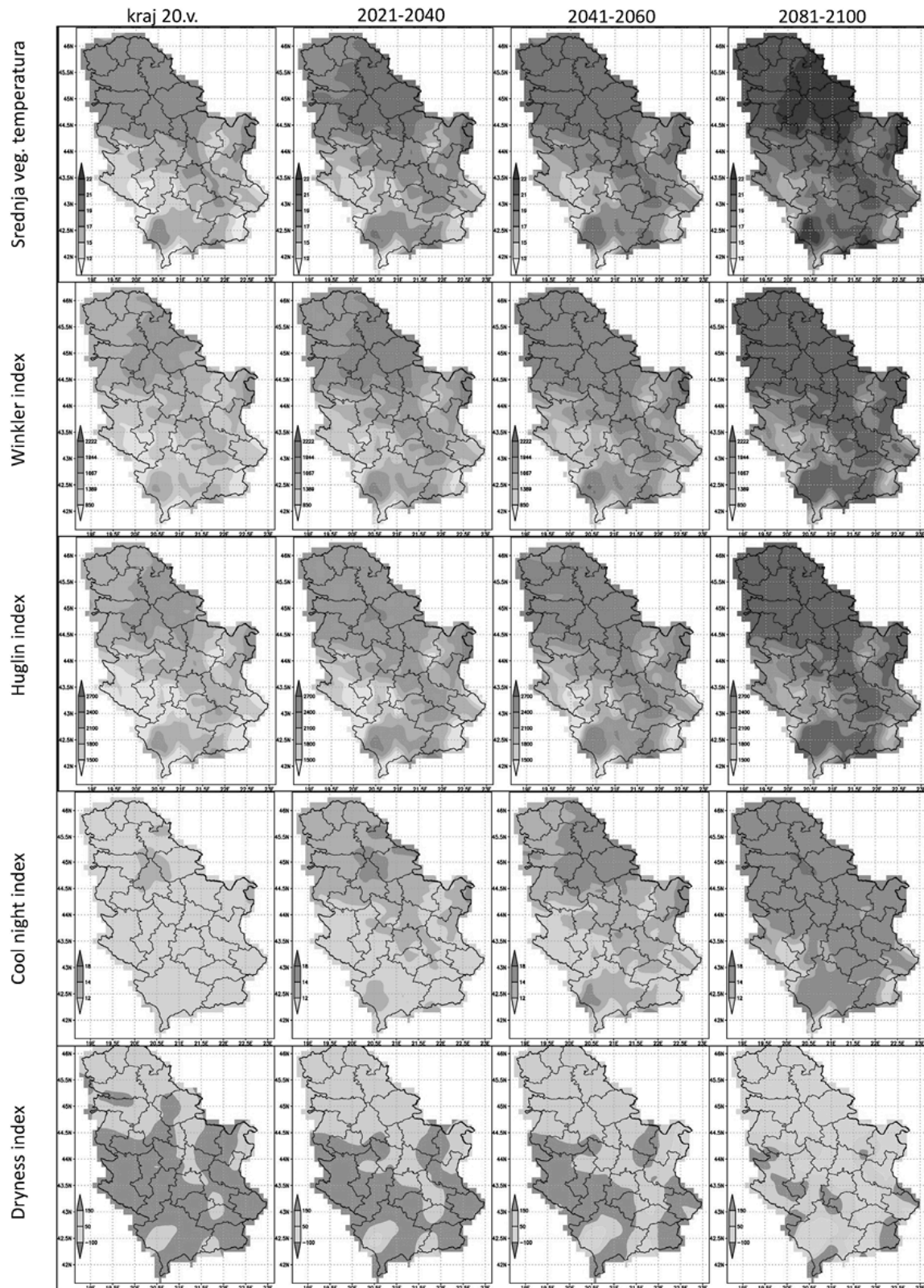
Пораст температуре утиче на продужавање периода када је могућ вегетативни развој винове лозе, због ранијег почетка и каснијег завршетке довољно топлог периода, како је приказано на Слици П2.8. Такође, пораст температуре изазива померање периода зрења ка ранијем датуму. Повећана учесталост суша и интензивирање сушних периода у случају да се јави у неповољном периоду за развој винове лозе, може имати последице по квалитет приноса. Као и у воћарству, ризик од екстремно високих летњих температура, такође може имати неповољне утицаје.

У периоду фенофаза цветања винове лозе (крај маја – почетак јуна) количина падавина има веома велики утицај на ток и динамику цветања, опрашивање, оплођење, земање бобица и принос. У виногорјима Србије количина падавина у том периоду не прелази 30 mm, док будуће климатске пројекције имају велику неодређеност за овај период, али указују на продужење сушног летњег периода и померање периода са највише падавине ка хладнијем делу године (Поглавље 2, Прилог П1.3).

Од стране International Organization of Vine and Wine прописани су индекси и климатске категорије за виноградарску производњу по њиховим вредностима (International Organization of Vine and Wine, 2012). У њих спадају Винклеров индекс (*Winkler index – WI*), Хуглинов (хелиотермички) индекс (*Huglin index – HI*), индекс свежине ноћи (*Cool night index – CI*) и индекс сувоће (*Dryness index – DI*). Анализа осматрених климатских промена указује да се десила промена климатске категорије по вредностима WI и HI (Vujadinović Mandić и др., 2022), а у појединим областима и CI. Индекс сувоће не показује значајне промене насупрот повећаној учесталости суша и продужења периода трајања сушнијег периода у току године. Услед померања одвијања фенофаза и ранијег сазревања у екстремно топлим годинама, потребно је урадити ревизију методологије за процену индекса свежине ноћи и потенцијалног ризика од недостатка падавина. Анализа осматрених промена климатских услова показала је да су је већ дошло до померања топлотних услова, израчунатих по WI, на око 200m више надморске висине, док су је у најнижим областима завладали топлотни услови који нису постојали у клими 20. века.

Промена топлотних услова по наведеним индексима у будућности приказана је на Слици П2.9. Значај ових промена је у томе што се по дефинисаним климатским категоријама ради избор сортирента, подлоге, начина гајења, итд. У производњи вина са географским пореклом, рејонизација виноградарских области и заступљених климатских услова, прописује и начине производње вина.

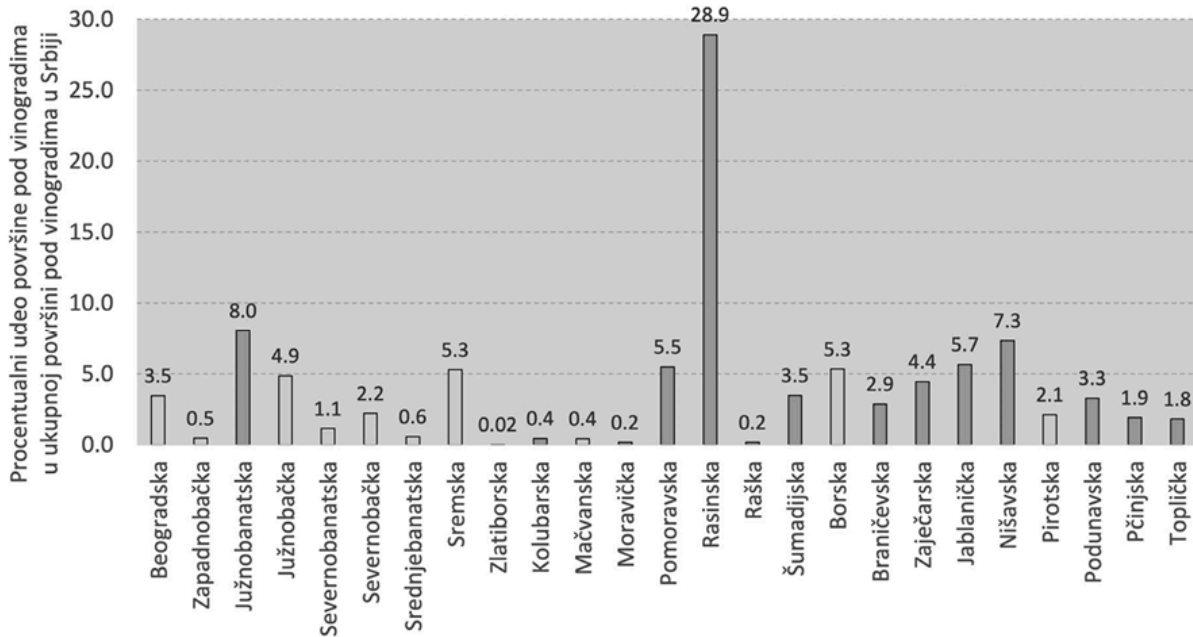
По добијеним резултатима, подручје Републике Србије великим делом територије улази у климатски оптимум (категирије III и IV по WI) за гајење винове лозе и за производњу вина високог квалитета. Средином века у појединим областима нижих надморских висина топлотни стрес може бити велики и утицати на квалитет приноса, а климатски оптимум се премешта на веће надморске висине.



Слика П2.9. Вредности OIV индекса (средња вегетациона температура, Wi, HI, DI, DI) за период краја 20 века и будуће климатске периоде. Приказани резултати су добијени по 75. перцентилу ансамбла климатских модела, по којима тренд промене одговара осматраном тренду промене (анализа осматрене промене није приказана овде).

#### П2.2.2. Анализа утицаја климатских промена на промену ризика од појава мрза у вегетацији у виноградарској производњи

Сасвим млади ластари и лишће измрзавају при појави мрза. Ниске температуре су у току овог пролећа (почетак априла месеца) у појединим виноградима изазвале значајна оштећења тек активираних окаца. Разлике између појединих сорти у овом погледу могу бити врло велике, чак и до 15 дана. СORTE које раније започињу ову фазу су више изложене овој климатској опасности. Као и у процени ризика од мрза у воћарској производњи, појава мрза се дефинише као појава дана са минималном дневном температуром нижом од  $-2^{\circ}\text{C}$ . На Слици П2.2, резултати приказани за групу 3 воћних врста (трећи ред), одговарајући су за процену ризика од мрза за винову лозу, која је приказана на Слици П2.10.



Слика П2.10. Ризик од мрза у вегетацији за винову лозу. Ниво ризика је приказан по Табели П2.3.

Процена ризика од мрза у вегетацији за винову лозу показује да су нивои ризика 1 и 2 (Табела П2.3). Ризици нивоа 2 јављају се у областима у којима је велики удео површина под виновом лозом од укупне површине у Републици Србији (на пример, Расинска, Поморavsка, Нишavsка, Јужнобанатска, итд.; Слика П2.10). Ово подразумева да је ризик умерен, односно да се може претпоставити да не наноси значајне штете, али да се повећава у будућности (до средине 21. века) толико да се може сматрати ризиком за стабилну производњу.

Приказани резултати процене ризика од мрза у вегетацији за винову лозу указују на потенцијални пораст проблема са појавом мрза у вегетацији. Како је процена овог ризика осетљива на просторни распоред винограда, што спада у информације које нису овде биле доступне, и може варирати на вишој просторној резолуцији од резолуције коришћених података, у случају потребе, процену овог ризика потребно је урадити на већој просторној резолуцији и уврстити у доношење одлука у виноградарској производњи (избор локалитета, сорте, подлоге, итд.).

#### П2.2.3. Анализа утицаја климатских промена на промену ризика од ниских зимских температура у виноградарској производњи

Пораст температуре смањује ризик од појаве ниских температура током зиме (Прилог П1.2.5.), па се ризик од ниских зимских температура смањује услед климатских промена. Међутим, због споријег пораста ниских температура у односу на високе, и повећане климатске варијабилности (Прилог П1.2.4.) овај ризик не би требало да се изостави у одлучивању о избору локације, сорте и подлоге, итд.

Ниске зимске температуре могу се јавити на локалитетима које нису по својим локалним климатским условима „видљиве“ у коришћеним климатским подацима. Најотпорније су сорте које припадају западноевропској еколошко-географској групи (*convarietas occidentalis, subconvarietas galica*), а најосетљивије су стоне сорте пореклом са истока (*convarietas orientalis, subconvarietas antasiatica*). Али и сорте које припадају истој еколошко-географској групи нису све једнаке отпорности, јер она зависи и од микроклиматских услова, заштите, исхране чокога и др. Стоне сорте су мање отпорније од винских сорти. На основу границе издржљивости сорте се могу поделити на три групе: 1) сорте које измрзавају од  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (стоне сорте: Кардинал, Аџус али, Црвени дренак и др.); 2) сорте које измрзавају од  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$  (винске и стоне сорте: Франковка, Мускат хамбург, Мерло и др.); 3) сорте које измрзавају на температури испод  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Бургундац црни, Италијански ризлинг, Траминац и др.). Док је за сорте групе 2 и 3 ризик значајно смањен, сорте групе 1 и даље могу имати ризик од учестале појаве ове климатске опасности.

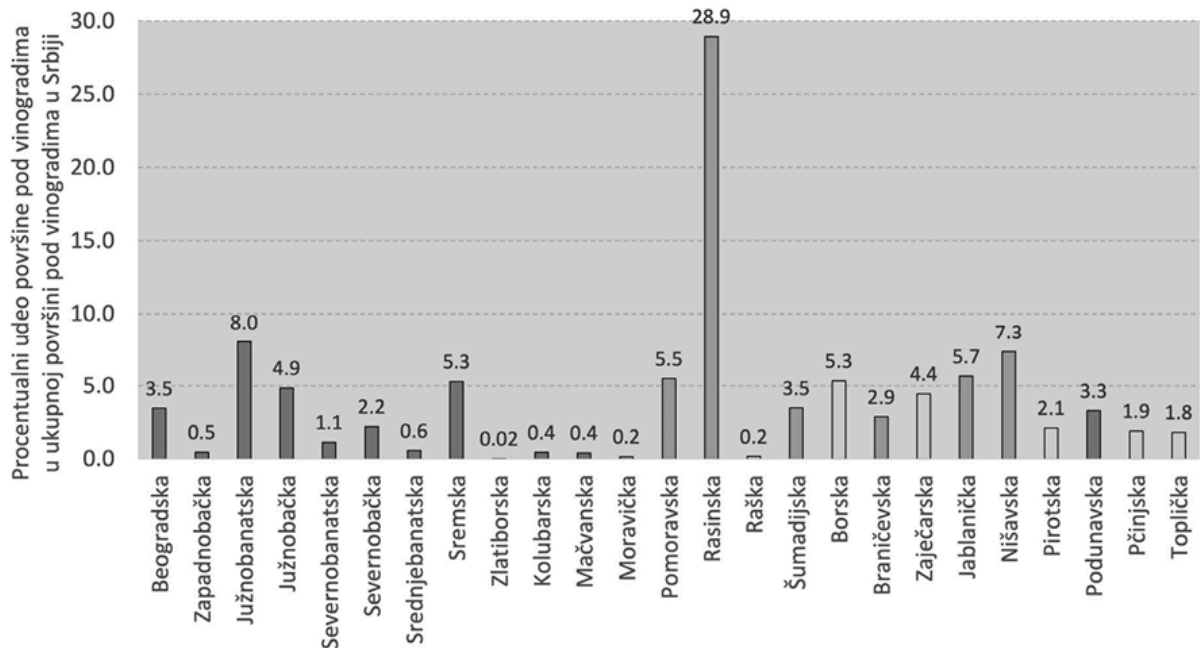
По постојећим подацима, велики ризик од ниских зимских температура имају виногорја која се налазе на ниским надморским висинама (испод 200 m). Посебно су великом ризику изложени делови Војводине (Сремски Карловци, Темерин, Баноштор, Чока, Вршац, Бела Црква и др.; Когаћ, 2012). Винова лоза је посебно осетљива на ниске температуре у фебруару месецу, на нарочито услед повећане временске варијабилности, односно смене изражено топлијег и хладног периода, за шта постоји повећана вероватноћа услед климатских промена.

#### П2.2.4. Анализа утицаја климатских промена на промену ризика од високих летњих температура у виноградарској производњи

Како је већ потврђено у различитим радовима и резултатима пројеката, високе температуре ваздуха у периоду сазревања неповољно делују на принос и квалитет грожда (на пример, Ranković-Vasić, 2013). Анализа промене климатских услова показује да постоји осматрени пораст у броју топлотних таласа и у броју дана са високим летњим температурама (Поглавље П1.2.).

Учесталост појављивања периода са ризично високим температурама у будућим климатским условима приказана је на Слици П2.11. Узимајући у обзир ове резултате и резултате о периоду преклапања периода вегетације и „врелог периода“ (за групу 4 воћних врста, која по дужини вегетационог периода одговара вегетационом периоду винове лозе, Слика П2.5 последњи ред). Процењени су нивои ризика од високих температура по областима у Републици Србији.

Узимајући у обзир пројекције трајања „врелог периода“ (период између првог и последњег појављивања максималне дневне температуре преко  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и његове учесталости у будућим климатским условима (Слика П2.3), као и резултате о периоду преклапања периода вегетације и „врелог периода“ (за групу 4 воћних врста, која по дужини вегетационог периода одговара вегетационом периоду винове лозе, Слика П2.5 последњи ред), процењени су нивои ризика од високих температура за гајење винове лозе по областима у Републици Србији. Резултати процене по областима приказани су на Слици П2.11.

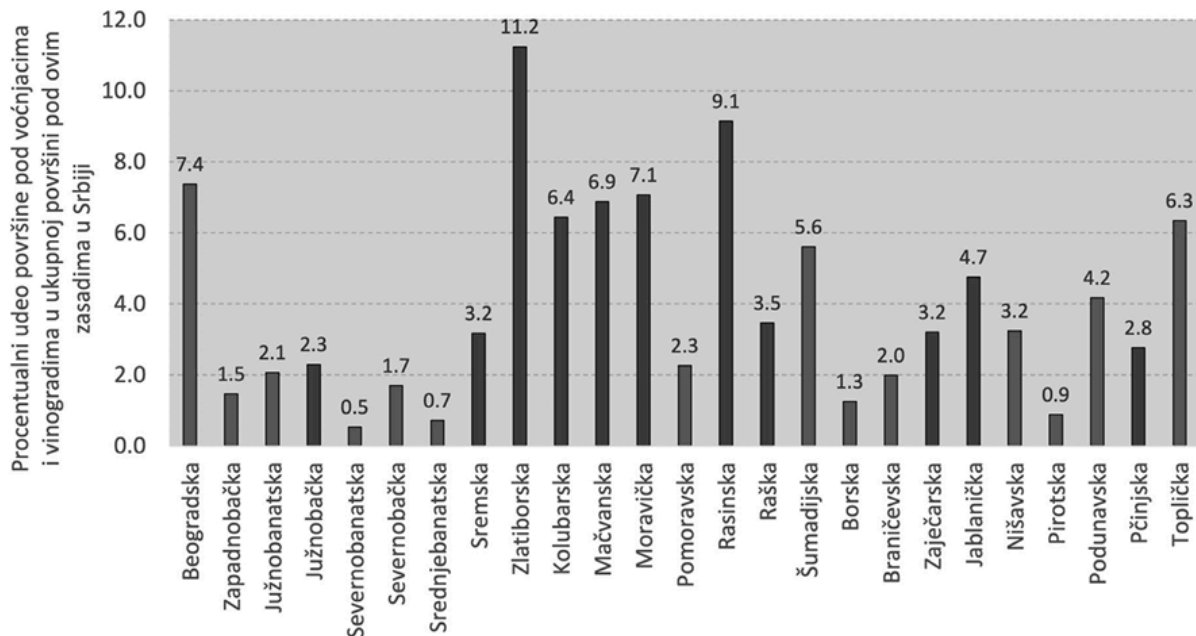


Слика П2.11. Расподела заступљености врста са означеним нивоима ризика од екстремно високих температура (највеће преклапање вегетационог и „врелог периода“ и повећана учесталост појаве „врелог периода“). Процена нивоа ризика је одређена у зависности од просторне заступљености повећаног ризика у области и његове промене до средине 21. века. Значење нивоа ризика приказано је у Табели П2.3, где је за највиши ниво ризика (ниво 3) подразумева да постоји или ће постојати у блиској будућности преклапање од најмање три месеца вегетационог и врелог периода и то у великом делу области (заступљеност је већ осматрана или расте до значајне до средине века) и где постоји висока учесталост појаве ове климатске опасности, а ниво 2 подразумева да у великом делу области постоји или ће постојати до средине 21. века преклапање од најмање 60 дана и високе учесталост појаве, а ниво 1 подразумева непостојећу или мању заступљеност овог ризика у области, просторно или по интензитету.

У областима у којима доминирају ниже надморске висине ризик од утицаја екстремно високих температура је већи, јер услед пораста температура, температуре ових области најпре прелазе граничне вредности од 35 °C. Ове области су под највишим нивоом ризика (ниво 3, црвено). Области у чијим деловима постоје повећани ризици и интензивирају се значајно у будућности до средине века представљају ниво 2 ризика. Ове две категорије нивоа ризика указују на растућу климатску опасност од екстремно високих температура за гајење винове лозе. Важно је разумети да процена на нивоу области може ублажити разумевање високих ризика који могу постојати на појединим локалитетима ових области.

### П2.3. Процена ризика од града за воћарску и виноградарску производњу

По анализама утицаја климатских промена на повећање ризика од града (Прилог П1.4.), ова климатска опасност ће се повећавати у будућности по интензитету и распрострањености. Како процене осматраних штета од града, које указују на распрострањеност појаве града на територији Републике Србије нису били на располагању, као и због локалног карактера ове појаве која је условљена факторима који утичу на генерисање релативно краткотрајних али интензивних олуја са градом, није могуће са великом поузданошћу одредити локације са повећаним ризиком. Ипак, узимајући у обзир доступне процене изнете у Поглављу о климатских чинилаца-утицаја везаних за олује и пратеће екстремне временске догађаје (Прилог П1.4.) и расподелу заступљености области под воћњацима и виноградима по областима у Републици Србији, приказана је процена ризика од града на Сlici П2.12. Ниво ризика је подељен у две групе: ниво 1 – умерен ризик (ова климатска опасност није значајна у осматреном периоду или услед недостатка података није препозната као ризична али постоји вероватноћа за пораст ризика од појаве града), и ниво 2 – висок ризик (ова климатска опасност је препозната као значајна у осматреном периоду и процењено је да ће порастати учесталост и интензитет). Низак ниво ризика није узет у обзир јер процене добијене из будућних пројекција указују на велику распрострањеност ризика од интензивних падавина које могу бити у облику града, у зависности од доба године када се јаве. Ову чињеницу потврђује и студија урађена за процену промене у појави и величини града на нивоу Европе (Radler и др., 2019).



Слика П2.12. Процена ризика од града по областима (ниво 1 – умерен ризик, приказан плавом бојом, ниво 2 – висок ризик, приказан љубичастом бојом), и његова расподела по областима у Републици Србији. Приказана процена је израђена на основу доступних података и процена израђених у Поглављу П1.4.

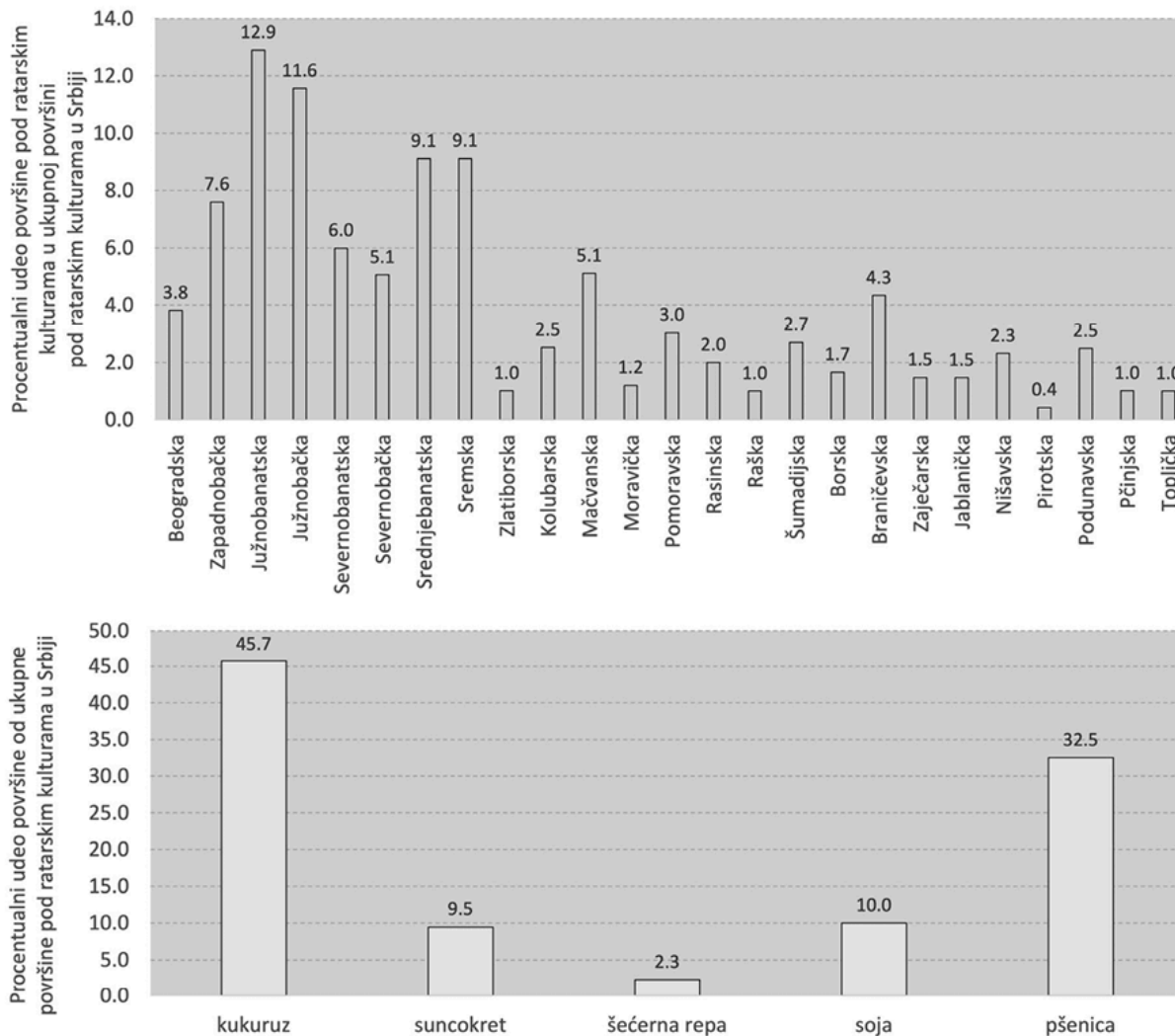
### П2.4. Утицај климатских промена на ратарство

У анализи утицаја климатских промена на ратарство узете су у обзир анализе утицаја на следеће врсте: кукуруз, пшеницу, соју и шећерну репу. Расподела заступљености ових врста по областима у Србији као и расподела по врстама приказане су на Сlici П2.13. Подаци су добијени из Републичког завода за статистику, за

категорије „пшеница и крупник“ и „дурум пшеница“ (укупна вредност је узета као заступљеност за врсту „пшеница“), „кукуруз за зрно“ (под „кукуруз“), затим површине под сунцокретом, сојом и шећерном репом. Највећа заступљеност површина под овим ратарским културама је у региону Војводине, а најзаступљеније врсте које се гаје, од наведених, су кукуруз и пшеница.

Услед пораста температуре, повећање учесталости критично високих температура, суша, промене расподеле падавина у току године и по интензитету и повећане климатске варијабилности (Поглавље 2) постоји значајан утицај климатских промена на гајење ратарских култура. Због различитих осетљивости на промене климатских услова, процена утицаја климатских промена је урађена за сваку врсту посебно, са посебно дефинисаним климатским опасностима. У Табели П2.5 приказани су климатски параметри коришћени за процену утицаја климатских промена у ратарству. Критеријуми су одређени и верификовани коришћењем расположивих података о датумима одвијања одређених фенофаза и климатских података на локалитетима са расположивим подацима.

На основу добијених података указује се потреба за применом мера адаптације ратарске производње на климатске промене (на пример, Стричевић и др. 2019; Долијановић, 2022) израдом препорука и едукација, кроз рејонизацију, израду материјала за едукацију и омогућавање ефикасног приступа информација произвођачима.



Слика П2.13. Процентуални удео укупних површина под изабраним културама (кукуруз, сунцокрет, шећерна репа, соја и пшеница) по областима у Републици Србији у односу на укупну површину под овим врстама (горњи панел), и процентуални удео под одређеним културама у односу на укупну површину под овим културама (доњи панел). Извор: Републички завод за статистику (напомена: укупна површина под категоријама „пшеница и крупник“ и „дурум пшеница“ је узета као заступљеност за врсту „пшеница“; „кукуруз за зрно“ за „кукуруз“).

Табела П2.5. Климатски параметри коришћени у анализи утицаја и ризика од климатских промена на ратарство и начин на који су рачунати, односно дефинисани. Наведени критеријуми су одређени по осматраним показатељима утицаја, а одређивање граничних вредности (посебно за падавине) могу бити осетљиви на избор извора метеоролошких података.

Параметар	Дефиниција
Оптимални датум сетве	Кукуруз: први датум од почетка године након једног дана са минималном дневном температуром изнад 10 °C и три следећа дана са средњом дневном температуром изнад 10 °C. Сунцокрет: први датум од почетка године након пет узастопних дана са средњом дневном температуром изнад 10 °C. Озими усеви: први датум у другој половини године у ком су испуњени услови да је просечна средња дневна температура током претходних 10 дана била нижа од 15 °C, да је сума падавина током претходних 20 дана већа од 10 mm и да у претходна три дана није падало више од 3 mm падавина дневно. Шећерна репа: први датум од почетка године након 4 узастопна дана са минималном дневном температуром вишом од 5 °C. Соја: први датум од почетка године након три узастопна дана са минималном дневном температуром изнад 10 °C и четвртог дана када је средња дневна температура виша од 10 °C.
Сума ефективних температура	Сума ефективних температура за базну температуру 10 °C (кукуруз, сунцокрет, соја) и 3 °C (озими усеви и шећерна репа)
Мраз у критичним фенофазама	Процент година у којима се након оптималног датума сетве јавила минимална температура нижа од -3 °C у трајању од 2 дана (кукуруз), -3 °C у трајању од два дана (шећерна репа), -4 °C у трајању дуже од једног дана (соја).
Високе летње температуре и суша у критичним фенофазама	Процент година у којима се у дефинисаним критичним фенофазама јавио број дана са високим дневним температурама уз евентуално додатни услов о количини падавина. Почетак и крај критичне фенофазе се одређује на основу суме ефективних температура израчунате од оптималног датума сетве. Озими усеви: више од 2 дана са максималним дневним температурама преко 35 °C у периоду пре пуно зрења (сума ефективних температура мања од 1700 °C). Кукуруз: хелиотермички индекс Сељанинова, у периоду када је сума ефективних температура између 430 °C и 1170 °C; учесталост вредности ниже од 0.7. Сунцокрет: више од 5 дана са максималним дневним температурама преко 35 °C и сумом падавина мањом од 100 mm када је сума ефективних температура између 850 и 1450 °C
Недостатак воде у критичним фенофазама	Процент година у којима се у дефинисаним критичним фенофазама јавила количина падавина нижа од дефинисаног прага. Почетак и крај критичне фенофазе се одређује на основу суме ефективних температура израчунате од оптималног датума сетве. Озими усеви: сума падавина мања од 50 mm када је сума ефективних температура мања од 388 °C, и сума падавина мања од 70 mm када је сума ефективних температура између 650 и 1250 °C. Сунцокрет: сума падавина мања од 100 mm када је сума ефективних температура између 150 и 1000 °C Шећерна репа: сума падавина мања од 50 mm када је сума ефективних температура између 1300 и 2000 °C.

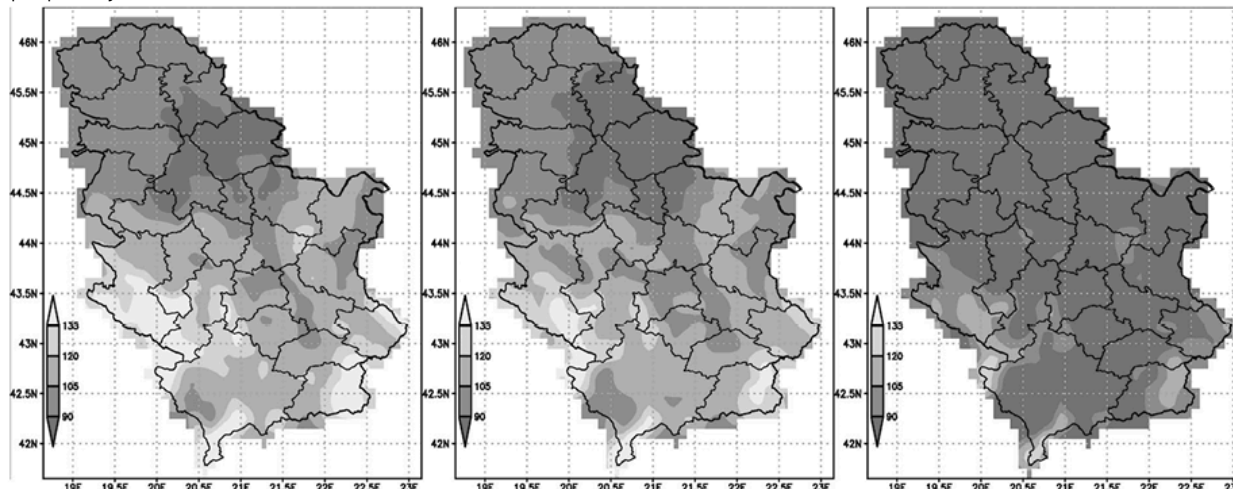
Соја: сума падавина мања од 100 mm када је сума ефективних температура између 400 и 1300 °C

У процени ризика од негативних утицаја климатских промена на ратарске културе, приоритет је био проценити негативан утицај високих температура и недостатка падавина у периодима када су биљке осетљиве на ове неповољне временске догађаје. Мањак падавина се највише одражава у критичном периоду вегетације за поједине културе (Долијановић и др., 2020). Ове климатске опасности су идентификоване као тренутно највеће и од стране произвођача (Vuković Vimić и др., 2022). Ипак, повећана климатска варијабилност у топлотним и падавинским условима може изазвати и друге ризике, као на пример вишак падавина у осетљивим периодима, ризике од нагле промене временских услова, неповољних услова у време жетве који могу спречити правовремено обављање жетве и складиштење, итд. Како је посебно наглашено у даљем тексту, свакако је потребно обавити више истраживања у процене ризика климатских промена на ратарство, од успостављања методологије, узимајући у обзир осматрене климатске опасности и утицаје које су изазвале на различите ратарске културе.

#### П2.4.1. Анализа утицаја климатских промена на кукуруз

Анализа климатских параметара/опасности које су узете у обзир за ближе одређивање утицаја климатских промена за гајење кукуруза су: оптимални датум сетве, сума температура које указују на топлоту потребну за нормалан развој биљке до зрења за различите FAO групе, ризик од високих температура и недостатка воде (падавина) који указују на топлотни стрес и стрес од суше (Табела П2.4).

Оптимални датум сетве кукуруза, по остварењу повољних топлотних услова, померио се у осматреном периоду од друге половине 20. века у највећем делу територије између пет и десет дана. Померање оптималног датума сетве очекује се да се настави у будућности. На Слици П2.14 приказани су оптимални за будуће периоде. Добијени резултати показују да постоји тенденција померања оптималног датума сетве и то ка почетку априла у највећем делу територије а у појединим областима и у период марта, до половине 21. века. До краја 21. века очекује се значајан поремећај у топлотним условима, који нису разматрани у овом документу за креирање мера прилагођавања.



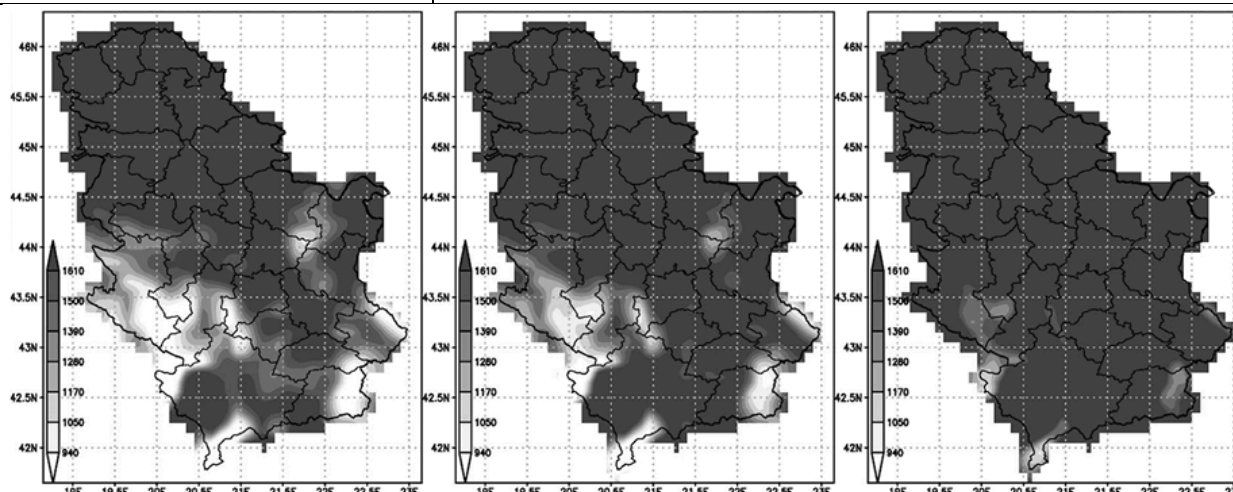
Слика П2.14. Оптимални датум сетве за кукуруз (у јединицама: дан од почетка године) у климатском периоду блиске будућности 2021–2040 (панел лево), у периоду средине века 2041–2060 (средњи панел) и у периоду краја 21. века 2081–2100 по RCP8.5 сценарију (панел десно).

Услед повећане климатске варијабилности (Прилог П1.2.4.) померање датума сетве може проузроковати повећани ризик од мрза, у случају да се он јави након што је сетва обављена по оптималном датуму сетве. Ипак, на нивоу климатског периода, овај ризик није значајан ни у једном периоду, односно његова вероватноћа јављања је највише једном у десет година.

Испуњеност топлотних услова за гајење хибрида различитих FAO група, по одређеним сумама температура за сваку групу, приказани су на Слици П2.15. Критеријуми сума температура по FAO групама приказани су у Табели П2.6. Топлотни услови за FAO групу са највишим захтевом за топлотом, односно најдужим периодом развоја до зрења, испуњени су у великом делу територије Србије, са тенденцијом даље ширења. По овим резултатима топлотни услови за развој кукуруза са високим захтевом за топлотом постају повољнији у Републици Србији.

Табела П2.6. Минималне сума ефективних температура потребне у периоду вегетације одређених FAO група хибрида кукуруза.

FAO група	Сума температура
FAO 100	940 °C
FAO 200	1050 °C
FAO 300	1170 °C
FAO 400	1280 °C
FAO 500	1390 °C
FAO 600	1500 °C
FAO 700	1610 °C



Слика П2.15. Просторна расподела испуњености топлотних услова по критеријумима FAO група наведених у Табели П2.6 у климатском периоду блиске будућности 2021–2040 (панел лево) у периоду средине века 2041–2060 (средњи панел) и у периоду краја 21. века 2081–2100 по RCP8.5 сценарију (панел десно).

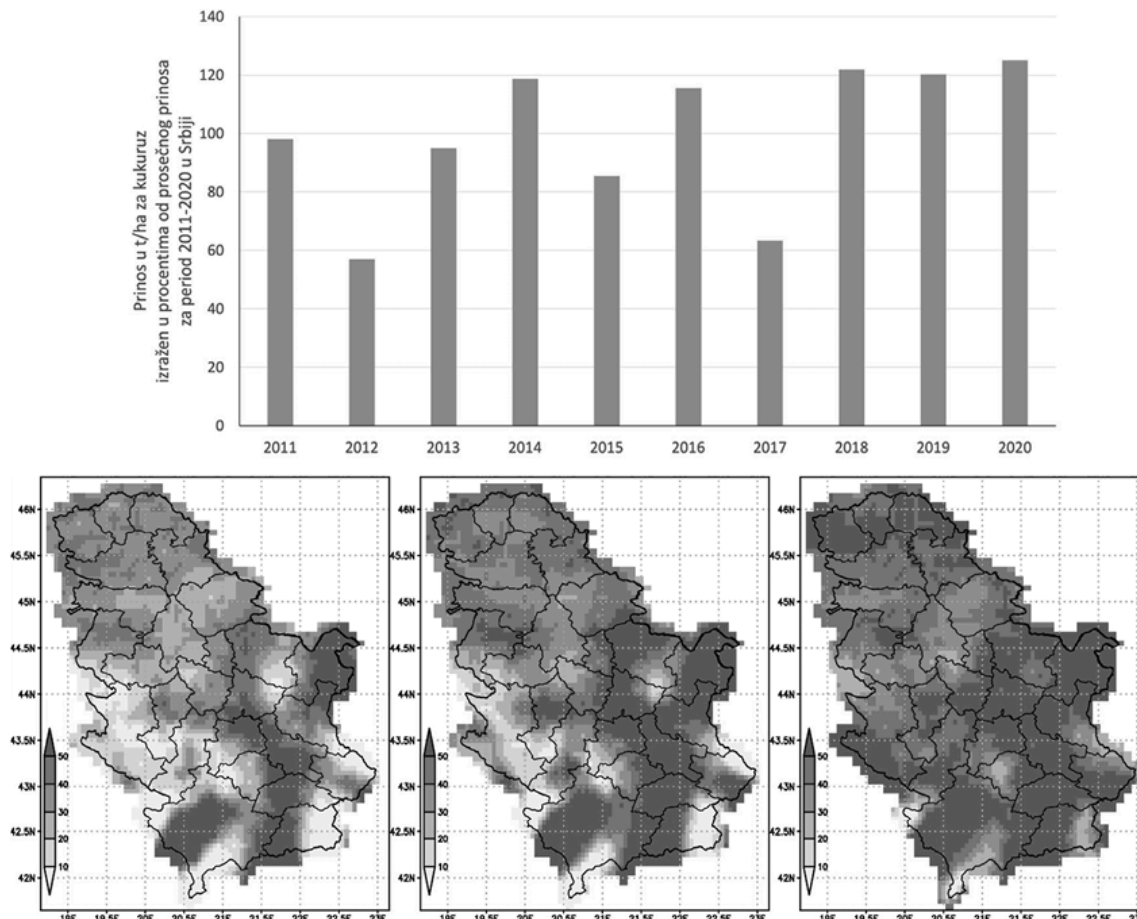
Изузетно негативан утицај климатских промена на гајење кукуруза има недостатак падавина, нарочито код FAO група са каснијим зрењем због преклапања периода за малом количином падавина и то са тенденцијом смањења услед климатских промена и високих температура од којих се ризик повећава у истом периоду. Другим речима, препрека за добар принос представљају суша и екстремно високе температуре. Вредност SPEI6a индекса суше, који се добро слаже са променом у приносу кукуруза (Прилог П1.3.3.; Đurđević, 2020) указује на значајно повећање овог ризика у будућим климатским променама.

На Слици П2.16 (горњи панел), приказане су вредности осматрених приноса у периоду 2011–2020, када је у половини година просечно на територији Републике Србије била суша по SPEI6a индексу. Године са сушом, просечно на територији Републике Србије по SPEI6a индексу су редом: 2012 са најинтензивнијом, затим 2017, 2015, 2011, 2013. У свим овим годинама просечан принос у t/ha је био нижи од просека, а нарочито 2012. и 2017. године. У овим годинама забележене су и највише температуре за посматрани период март–август, праћене дефицитом падавина.

Варијације временских услова унутар овог периода могу доста имати утицаја на развој биљака, због чега је дефинисан посебан климатски параметар (климатска опасност) од утицаја периода са високим температурама у комбинацији са недостатком падавина, како је приказано у Табели П2.5, а резултати за будуће периоде дати

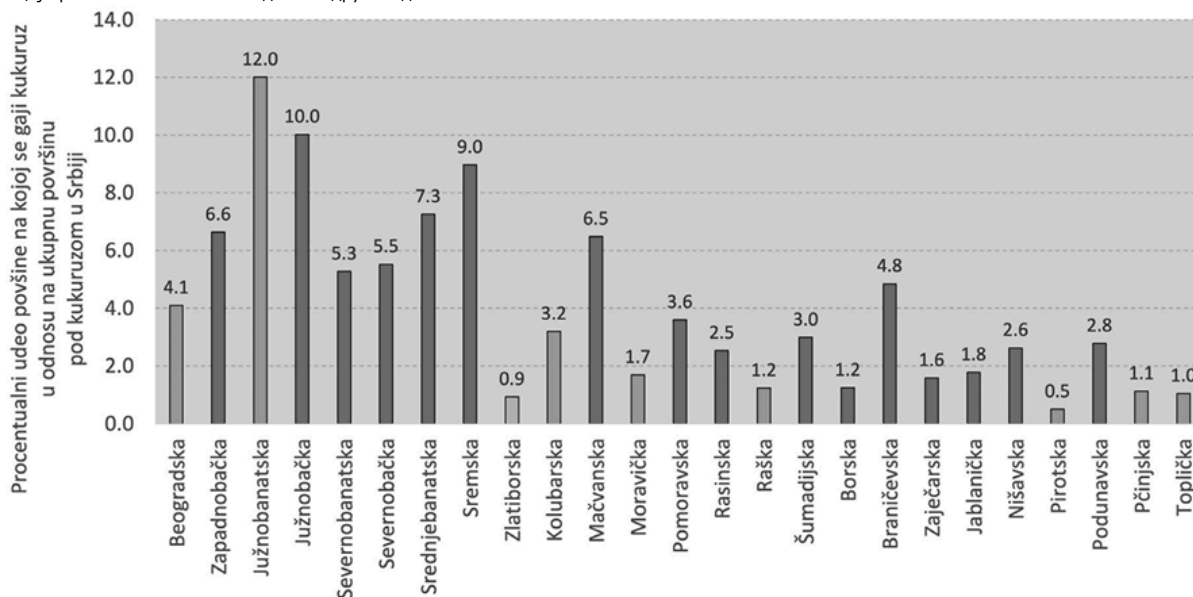
на Слици П2.16 (доњи панел). У рачуну овог параметра узета је у обзир промена динамике фенолошког развоја у топлијим будућим условима, као и прилагођавање датума сетве. Другим речима, претпостављено је да се сетва обавља по оптималном датуму сетве, односно у складу са померањем ка ранијим датумима услед пораста температуре. Узето је у обзир временско померање стадијума фенолошког развоја услед будућег загревања да би се веродостојније проценили ризици у периоду када се биљка налази у стадијуму осетљивом на високе температуре (напомена: у случају да нису узете у обзир ове промене са будућом климом, ризици су већи).

Из приказаних резултата, ако се узме у обзир да је прихватљив ризик до 30% (јављање у три од десет година), добија се да је велики део територије у ризику од ове климатске опасности, а у источној и јужној Србији чак и преко 50%. До средине века високи ризици захватају готово целу територију где постоје топлотни услови по FAO критеријумима за гајење кукуруза. Такође треба имати у виду да идентификовани ризик, по осматраним подацима, указује да штете могу бити у смањењу приноса и преко 40% у односу на вишегодишњи просек.



Слика П2.16. Процент од просечног приноса кукуруза у t/ha у периоду 2011–2020 за сваку годину на територији Републике Србије (горњи панел). Учесталост година са високим ризиком од високих температура и недостатка падавина у осетљивој фази развоја кукуруза узимајући у обзир да је сетва извршена по оптималном датуму сетве, како је дефинисано у Табели П2.5, у климатском периоду блиске будућности 2021–2040 (панел лево) и у периоду средине века 2041–2060 (средњи панел) и у периоду краја 21. века 2081–2100 по RCP8.5 сценарију (панел десно).

Приказане анализе утицаја климатских промена указују на повећање површине са топлотним условима за гајење хибрида FAO група са великим захтевима за топлотом. Међутим, услед великог ризика од високих температура и суше код ових хибрида, не може се очекивати стабилан квалитет приноса. Да би се умањило ризик од високих температура и суше, потребно је обавити сетву по оптималном датуму сетве (раније ако је могуће) и у областима са високим ризиком за гајење хибрида виших FAO група, избегавати њихово гајење. На Слици П2.17 приказа је расподела нивоа ризика по областима Републике Србије, заједно са затупљеношћу површина на којима се гаји кукуруз. Резултати показују да је кукуруз под највећим ризиком од високих температура и суше од свих гајених култура, због велике због своје велике осетљивости на ове временске услове у време њиховог појављивања. Услед климатских промена до половине века ризици расту до највишег нивоа, односно очекивани су негативни утицаји ризика ће бити чешић од сваке друге године.



Слика П2.17. Процена нивоа ризика од високих температура и суше за гајење кукуруза и заступљеност површина где се гаји кукуруз по областима у Републици Србији. Највећи ниво (црвена боја) ризика имају области у којима је ризик већи од 30%, са порастом у великом делу региона преко 40% у будућности до средине века; средњи ниво ризика (светло црвено) је у областима у којима је делом затупљен ризик нижи од 30%, али има тенденцију пораста преко 40%; најнижи ниво ризика

(наранџасто) је у области где већим делом не постоји значајан ризик (преко 30%) све до половине 21. века. Области у чијем значајном делу постоји ризик већу од 50% се сматрају такође за регионе под највишим нивоом ризика. У областима са вредностима преко 50%, треба имати у виду да ови ризици расту значајно преко 50% средином века (није приказано на слици).

По подацима о приносима 2021. и 2022. године, када су такође била екстремно топла лета у Републици Србији, забележени су нижи приноси од просека, а 2022. и преко 20% по прелиминарним подацима.

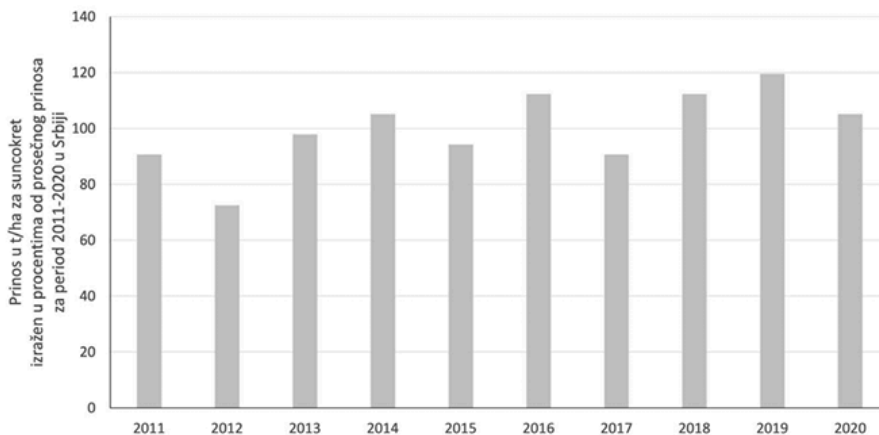
Изнете закључке потврђује и анализа појаве и повећаног интензитета суше услед климатских промена (Прилог П1.3.3.), који предвиђа да ће се јака суша на територији Републике Србије јављати у 3–4 године по декади, док се умерена суша може очекивати готово сваке године у климатском периоду половине 21. века.

#### П2.4.2. Анализа утицаја климатских промена на сунцокрет

Анализа утицаја климатских промена на сунцокрет урађена је анализом померања оптималног датума сетве, затим проценом ризика од појаве периода са високим температурама и недостатком падавина у периоду од цветања до зрења и појаве услова са недостатком падавина у периоду вегетативног пораста и цветања (Табела П2.5).

Средњи оптимални датум сетве помера се ка раније периоду (резултати нису приказани овде), као што је и очекивано због пораста температура, и до половине века у великом делу територије у период марта Сунцокрет је знатно отпорнији од кукуруза на мраз, због чега овај ризик није показао значајну вредност.

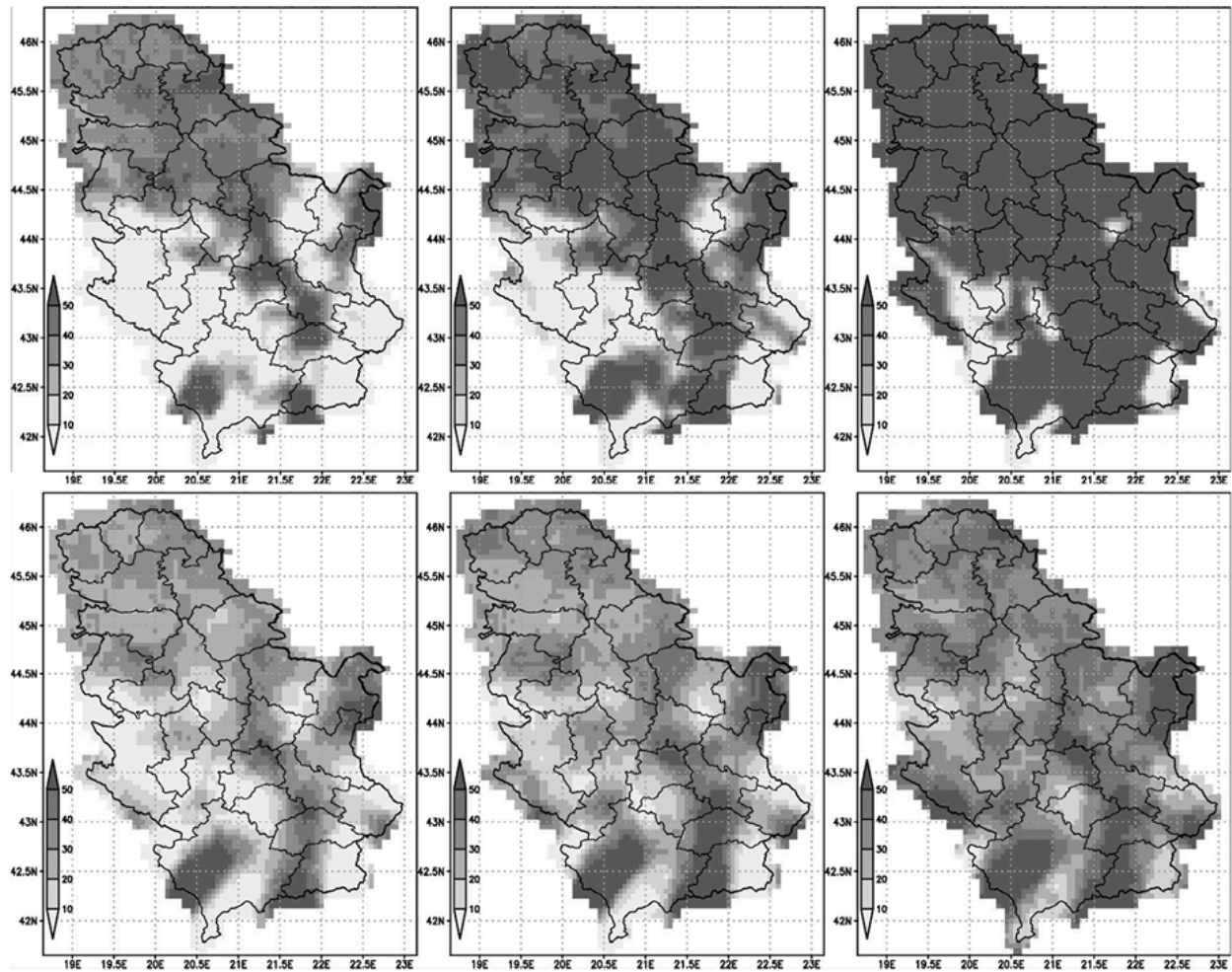
Принос сунцокрета по годинама у периоду 2011–2020 (из података о приносима у т/ха Републичког завода за статистику) у односу на просечну вредност приноса за овај период у Републици Србији, приказан је на Слици П2.18. Смањења приноса у односу на просек забележена су идентификованим годинама са сушом на територији Републике Србије (Ђурђевић, 2020; Vuković Vimić и др., 2022), као и код кукуруза. Прелиминарни подаци за 2022. годину указују на такође смањен принос у односу на просек. Ипак, смањења приноса у односу на просек нису висока као код кукуруза. На пример, 2012. године принос је био нижи за око 30% у односу на просек, а 2017. године око 10%. Сунцокрет је отпорнији на ове неповољне временске услове. Ипак, посебно су за сунцокрет дефинисане климатске опасности, како је већ напоменуто, у складу са осетљивошћу ове биљке на високе температуре и недостатак падавина. У процени треба имати у виду да идентификовани ризици не морају да узрокују смањење приноса као код кукуруза.



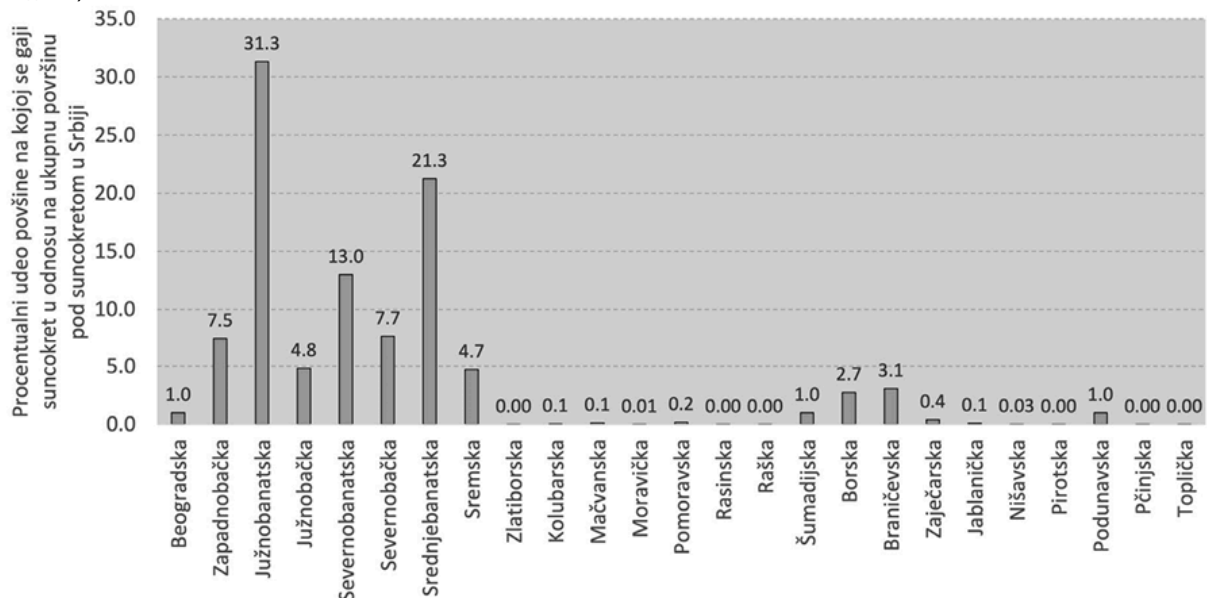
Слика П2.18. Процент од просечног приноса сунцокрета у т/ха у периоду 2011–2020 за сваку годину на територији Републике Србије.

За нормалан развој сунцокрета, услед климатских промена, идентификован је ризик од појаве периода са високим температурама током којих постоји недостатак падавина, у периоду од цветања до зрења (у даљем тексту – Р1). Појава оваквих периода у периоду краја 20. века није била значајна, односно имала је учесталост испод 30% у највећем делу Републике Србије где постоје испуњени климатски услови за гајење сунцокрета (резултати нису приказани овде). Учесталост појаве година у будућим климатским периодима са овом климатском опасношћу по сунцокрет, приказана је на Слици П2.19 – горњи панели. Највише због повећане учесталости екстремно високих температура, овај ризик се знатно повећава. Недостатак падавина представља ризик и у периоду вегетативног развоја и цветања (у дањем тексту – Р2), чија учесталост је приказана на Слици П2.19 – доњи панели. У рачуну процене ризика узет је у обзир померање оптималног датума сетве и промена динамике фенолошког развоја у будућим топлотним условима. Резултати о ризику од ових климатских опасности указују да ће сунцокрет бити под утицајем растућег ризика од климатских промена, у смислу недовољно падавина у периоду када је то потребно за нормалан развој биљке и услед учестале појаве високих температура. Резултати показују да је Р1 по својој учесталости у већини региона доминантан у односу на Р2. Ипак у појединим регионима по својој распрострањености и интензитету већи је Р2. Из овог разлога, процена ризика по регионима је урађена узимајући у обзир оба ризика.

Процена ризика по областима у Србији приказана је на Слици П2.20. Како су дефинисани ризици по осмотеним подацима, односно када су смањења приноса била највише око 30% (са мањим падом у другим неповољним годинама), мање него као код кукуруза, може се претпоставити да наносе нижу штету, због чега је снижен ниво ризика у односу на кукуруз и поред високе учесталости дефинисаних климатских опасности. У областима где је највећа заступљеност гајења сунцокрета (Регион Војводине), ризици знатно расту и у периоду блиске будућности а нарочито половином века неповољни периоди ће се јављати у више од половине година у току климатског периода. У областима са нижим ризиком није заступљено гајење сунцокрета. Треба имати у виду да у будућим климатским условима (чак и до половине 21. века), интензитет ових климатских опасности такође расте, односно јављаће се временски услови који се нису јављали на овим просторима, нарочито услед пораста високих температура и промене расподеле падавина, па се могу очекивати већи падови у приносима.



Слика П2.19. Учесталост година са појавом периода у коме се јављају високе температуре и недостатак падавина у периоду од цветања до зрења сунцокрета (горњи панели) и са појавом периода у коме постоји недостатак падавина у периоду вегетативног пораста и цветања (доњи панели), како је дефинисано у Табели П2.4, у климатском периоду блиске будућности 2021–2040 (панел лево), у периоду средине века 2041–2060 (средњи панел) и у периоду краја 21. века 2081–2100 по RCP8.5 сценарију (панел десно).



Слика П2.20. Процена комбинованог нивоа ризика од високих температура и недостатка падавина за гајење сунцокрета (ризичи P1 и P2), приказаних на Сlici П2.19 и дефинисаних у Табели П2.5, и заступљеност површина где се гаји сунцокрет по областима у Републици Србији. Ниво ризика у свим регионима где постоји гајење сунцокрета је дефинисан као ниво 2, односно средњи, јер постоји висока учесталост ризика (нарочито P1) али су идентификоване штете за сада у опсегу 10% до 30%, али имају тенденцију повећања учесталости до средине 21. века.

#### П2.4.3. Анализа утицаја климатских промена на соју

У анализи утицаја климатских промена на соју узет је у обзир померање оптималног датума сетве и опасност од појаве мрза након оптималног датума сетве, и учесталост појаве периода са високим температурама праћен недостатком падавина у периоду од цветања до земања плодова, како је дефинисано у Табели П2.5.

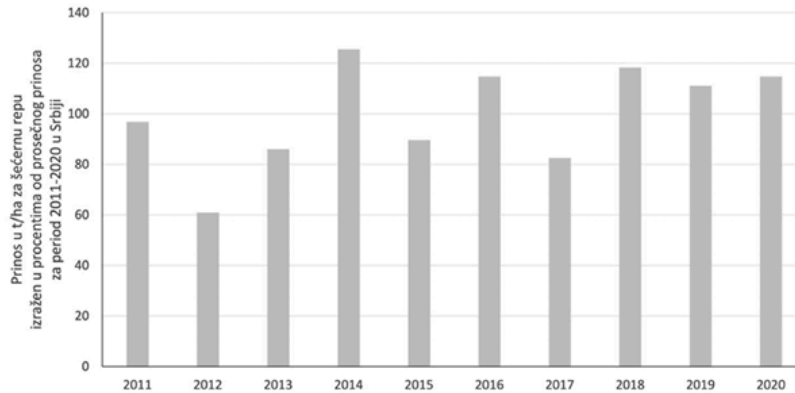
Услед пораста температуре тренд померања оптималног датума сетве се наставља у будућности, док ризик од појаве мрза након оптималног датума сетве није значајан у будућности (резултати нису приказани овде).

Приноси соје по годинама у периоду 2011–2020 (из података о приносима у t/ha Републичког завода за статистику) у односу на просечну вредност приноса за овај период у Републици Србији, приказани су на Сlici П2.21. Промене приноса указују на осетљивост према високим температурама и суши, односно смањени приноси су били 2012. године, затим 2017. године, 2013., 2015. и 2011. година, које су идентификоване године са сушом просечно на територији Републике Србије али и повећане

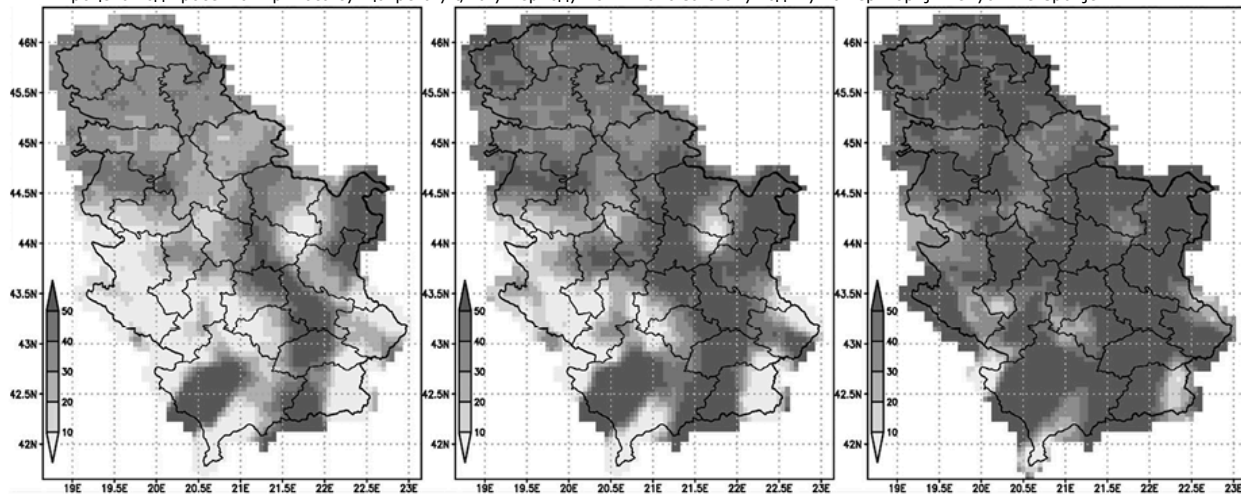
температуре (Прилог П1.3.3.). Најнижи принос (61% од просека за 2011–2020) је био 2012. године, која је била година са најинтензивнијом сушом и са високим летњим температурама у периоду вегетације а нарочито у току лета. У другој екстремној години по овим временским приликама, 2017. принос је био 82% од просечне вредности.

Учесталост периода са ризично високим температурама и недостатком падавина у периоду када је биљка осетљива, за будуће климатске периоде, приказано је на Слици П2.22. Треба имати у виду да је при рачунању овог ризика узето у обзир померање оптималног датума сетве и промена динамике фенолошког развоја услед измењених топлотних услова у будућности (напомена: ризици би узимајући у обзир фиксирани датуме ризичних периода имали веће вредности). Пораст температуре, односно повећана учесталост високих температура, је највише одговоран за промену овог ризика у будућности. Како неповољни периоди, по осматреним подацима, могу да изазову смањење приноса и око 40%, а вероватно и више под утицајем будућих интензивнијих неповољних временских екстрема, за процену нивоа ризика узима се критеријум да ако је учесталост већа од 30% (просечно три године по декади), сматра се да је ризик висок, а ако достиже ову учесталост до половине 21. века. На нивоу области, неповољна учесталост треба да заузима значајан део територије.

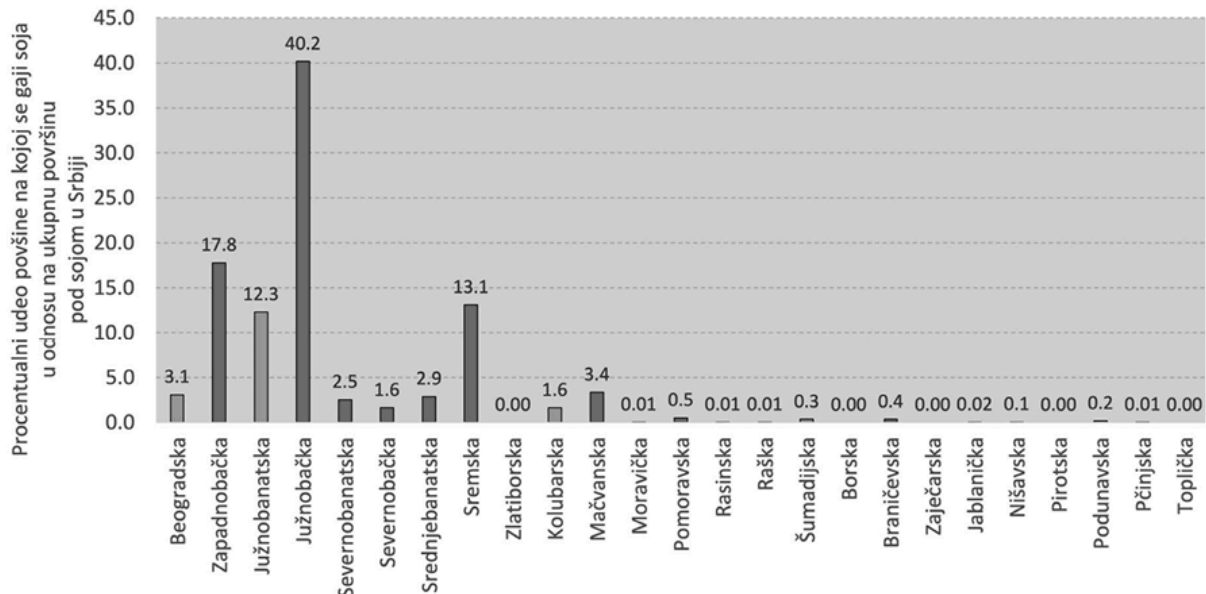
Резултати о процени ризика по областима Републике Србије приказани су на Слици П2.22. Добијена расподела нивоа ризика је слична расподели нивоа ризика климатске опасности од неповољног периода за кукуруз. Расподела заступљености ове културе указује да у три области где је преко 70% од укупних површина под овом културом у Републици Србији (три области са највећом заступљености површина под овом културом), које се налазе у региону Војводине, највиши ниво ризика од ове климатске опасности.



Слика П2.21. Процент од просечног приноса сунцокрета у т/ха у периоду 2011–2020 за сваку годину на територији Републике Србије.



Слика П2.22. Учесталост година са појавом неповољних периода за развој соје, односно периода када се јављају неповољно високе температуре и недостатак падавина у периоду од цветања до земања плодова, како је дефинисано у Табели П2.5. у климатском периоду блиске будућности 2021–2040 (панел лево), у периоду средине века 2041–2060 (средњи панел) и у периоду краја 21. века 2081–2100 по RCP8.5 сценарију (панел десно).



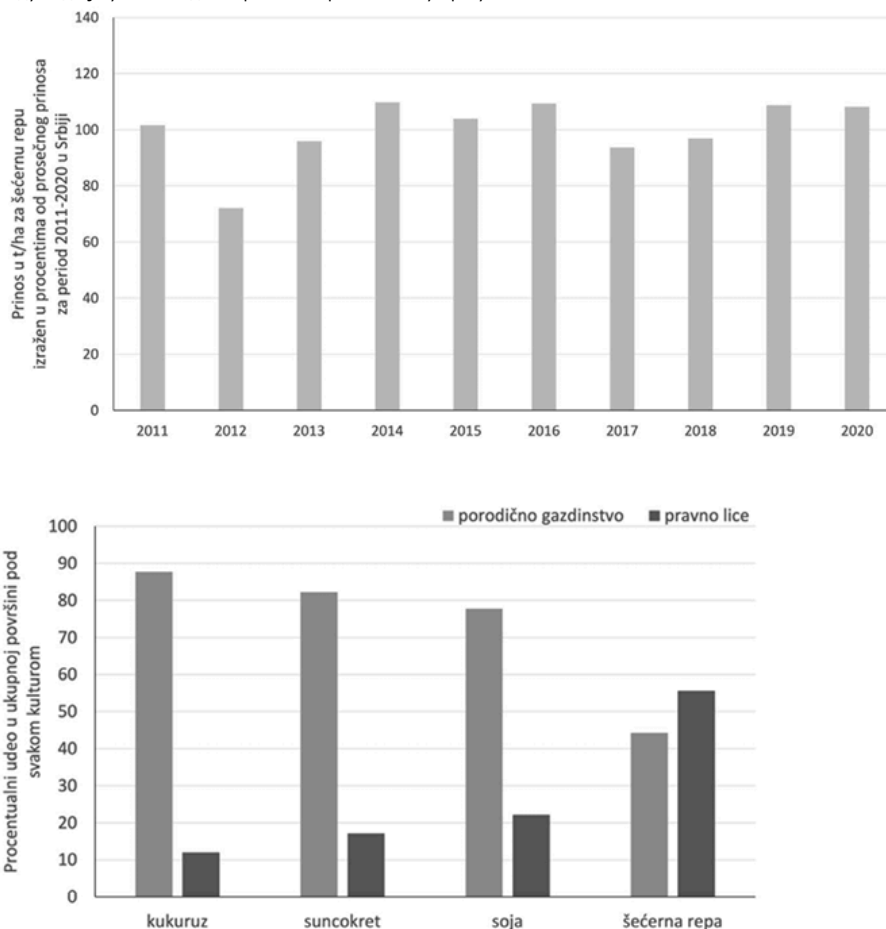
Слика П2.23. Процена нивоа ризика за гајење соје услед појаве периода са високим температурама и недостатком падавина у периоду од цветања до земања плодова, како је дефинисано у Табели П2.5, и заступљеност површина где се гаји соја по областима у Републици Србији. Критеријуми за процену нивоа ризика узети су као у Прилогу П2.4.1., где је ниво 3 (највиши ниво ризика) означен црвеном бојом, ниво 2 (умерен ризик са тенденцијом повећања до високог ризика) означен светло црвеном, а ниво 1 наранџастом (овде није видљив).

## П2.4.4. Анализа утицаја климатских промена на шећерну репу

За анализу утицаја климатских промена на гајење шећерне репе анализирано је померање оптималног датума сетве, затим ризик од појаве мраза након оптималног датума сетве и ризик од недостатка падавина у критичном периоду развоја, односно током интензивног пораста надземне масе и секундарног пораста корена, како је дефинисано у Табели П2.5.

Померање датума сетве до половине века је у готово свим областима Републике Србије (није приказано овде). Померање датума почетка периода вегетације (у случају једногодишњих биљака оптималног датума сетве) за врсте које имају у овом периоду мање захтеве за топлотом, односно могу започети вегетативни развој при нижим температурама, је веће у односу на померање средњег датума код врсти које започињу свој развој при вишим температурама. Другим речима, померање оптималног датума сетве за шећерну репу је веће него код кукуруза и сунцокрета, у периоду блиске будућности до половине века. Идентификовани потенцијални ризик је појава мраза у периоду вегетативног развоја репе, у случају да се сетва обави када се стекну топлотни услови (по оптималном датуму сетве). Како је оптимални датум сетве због померања у периоду када је и даље велика вероватноћа да се јави мраз након овог датума, па је неопходно узети у обзир овај ризик, при одлучивању о померању датума сетве. Ризик у будућности је у опсегу 10%–30% у највећем делу територије.

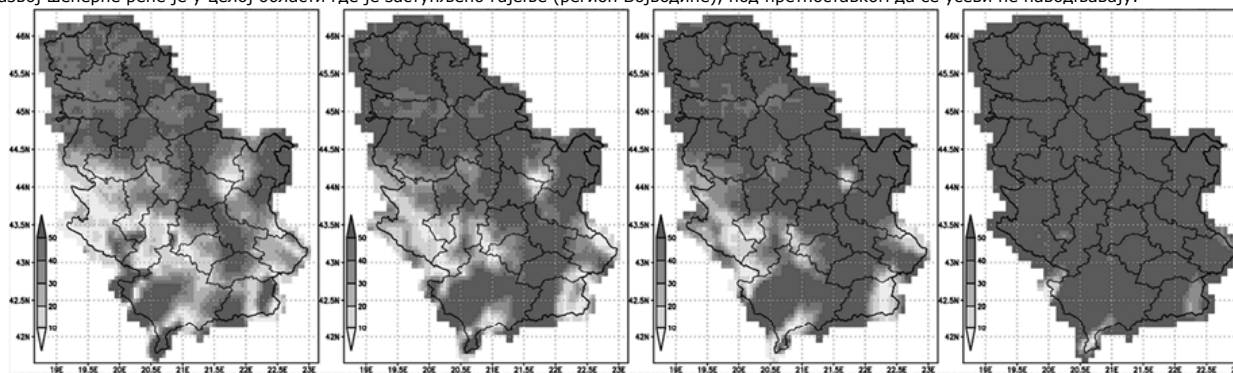
Принос шећерне репе, приказана на Слици П2.24 – горњи панел, показује осетљивост на године са сушом, које су идентификоване на територији Републике Србије по SPEIба индексу (Прилог П1.3.3.), па је принос у 2012. години био око 70% у односу на просек 2011–2020 приноса у t/ha (извор: Републички завод за статистику), док у другим годинама није било значајно смањење. Овакво одступање у смањењу приноса у другим годинама са сушом на територији Републике Србије, као што су 2017., 2015. 2013., 2011. година, у односу на смањење приноса код кукуруза и соје, али и сунцокрета који је отпорнији од претходне две културе, је могуће из разлога да се површине под шећерном репом више наводњавају и/или примењују друге мере ублажавања утицаја. На Слици П2.24 – доњи панел приказана је расподела површина за различите ратарске културе по типу газдинства (породично газдинство и правна лица, док је удео предузетника испод 1%). За разлику од осталих култура где је велика већина површина у власништву породичних газдинстава (кукуруз скоро 90%, а сунцокрет и соја око 80%), код шећерне репе преко 55% површина на којима се гаји је у власништву правних лица. На основу овога, као и због чињенице да се шећерна репа гаји на доста мањој територији у односу на остале културе (Слика П2.13 – доњи панел), у недостатку других података, претпоставља се да се површине под репом више наводњавају због чега је мањи пад приноса у неповољним годинама иако је осетљива у периоду када је учествовао идентификовани ризик за ову врсту.



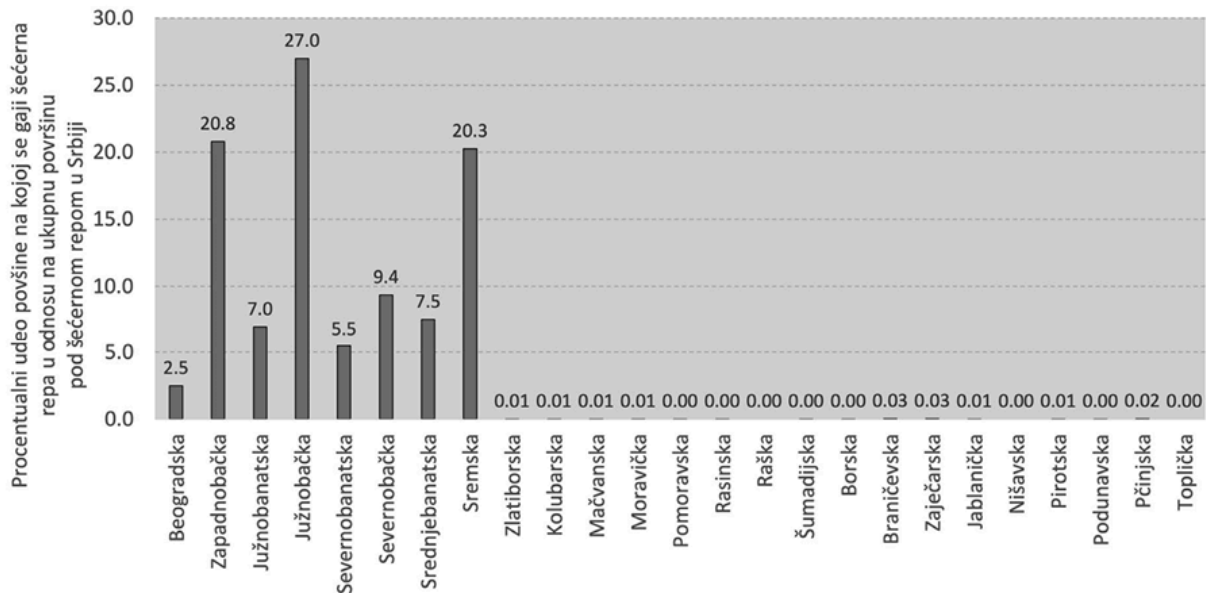
Слика П2.24. Процент од просечног приноса сунцокрета у t/ha у периоду 2011–2020 за сваку годину на територији Републике Србије (горњи панел). Удео површина под различитим културама по типу газдинства (доњи панел), за које су подаци ажурирани 2017. године.

Као највећи ризик за развој шећерне репе идентификован је недостатак падавина у периоду када је биљка осетљива на недостатак влаге, како је већ поменуто, у периоду интензивног пораста надземне масе и секундарног пораста корена. Учесталост појаве година са појавом ове климатске опасности приказана је на Слици П2.25. У рачуну овог ризика узето је у обзир померање оптималног датума сетве и промене динамике фенолошког развоја у будућим измењеним топлотним условима. Високи ризици су распрострањени у највећем делу територије где постоје оптимални услови за гајење. Учесталост ове климатске опасности је већа од 50% и ова опасност расте у будућности по распрострањености и интензитету (напомена: пораст по интензитету није јасно видљив јер су на мапама вредности преко 50% исте боје, како би се задржала конзистентност са приказаним вредностима учесталости код других култура).

Ако се претпостави да се шећерна репа већином гаји на наводњаваним површинама, и да би у одсуству наводњавања била значајна смањења у приносима (како показује вредност за 2012. годину), може се претпоставити да у областима где је у највећем делом учесталост појаве године са овом климатском опасношћу у пола или више година током климатског периода висок ниво ризика (ниво 3). По приказаним проценама ризика на Слици П2.26 високи ниво ризика од недостатка падавина за нормалан развој шећерне репе је у целој области где је заступљено гајење (регион Војводине), под претпоставком да се усеви не наводњавају.



Слика П2.25. Учесталост година у климатском периоду са појавом периода са недостатком падавина за нормалан развој репе (периоду интензивног пораста надземне масе и секундарног пораста корена), како је дефинисано у Табели П2.4 у периоду блиске будућности 2021–2040 (други панел) у периоду средине века 2041–2060 (трећи панел) и у периоду краја 21. века 2081–2100 по RCP8.5 сценарију (панел десно).



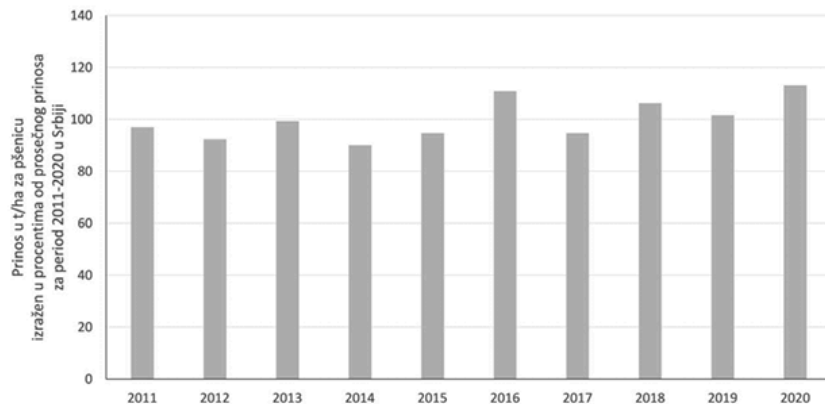
Слика П2.26. Процена нивоа ризика за гајење шећерне репе услед појаве периода са недостатком падавина у периоду током интензивног пораста надземне масе и секундарног пораста корена, како је дефинисано у Табели П2.5., и заступљеност површина где се гаји соја по областима у Републици Србији. У областима где је у највећем делу учесталост појаве године са овом климатском опасношћу у пола или више година (преко 40%) током климатског периода заступљен је висок ниво ризика (ниво 3), док су области са мање заступљеним високим ризиком али под условом његовог повећања до половине века ризика нивоа 2 (умерен), а у областима где је нижа учесталост од ризичне без значајног повећања у будућности ниво 1 (низак или непостојећи, на нивоу области). Због мале или никакве заступљености површина на којима се гаји шећерна репа у областима нижих нивоа ризика, они нису видљиви на овој слици.

#### П2.4.5. Анализа утицаја климатских промена на пшеницу и друге озиме усеве

У анализи утицаја климатских промена на озиме усеве узето је у обзир померање оптималног датума сетве, учесталост појаве високих температура, затим учесталост појаве година са недостатком падавина у периоду од ницања до краја бокорења и у периоду од класања до наливања зрна, као и учесталост појаве голомразице. Израчунавање ових климатских опасношћу за озиме усеве објашњено је у Табели П2.5.

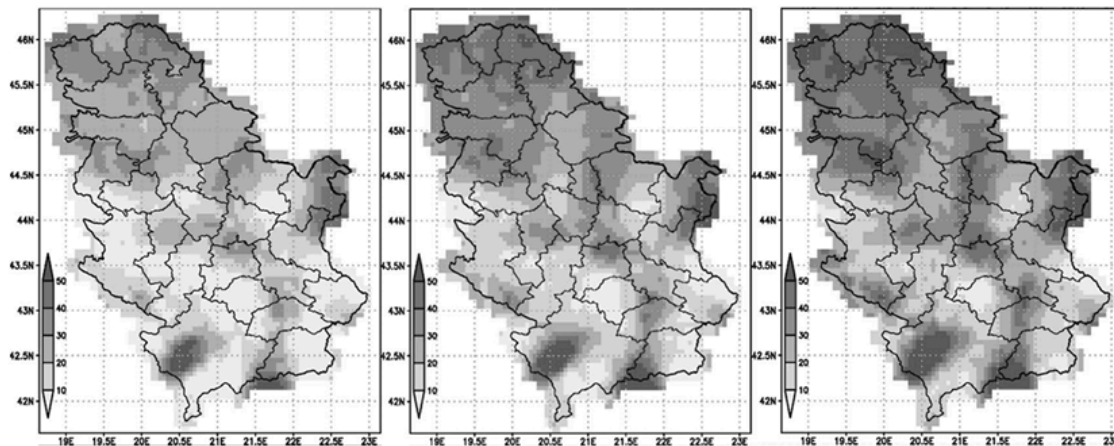
Услед значајног пораста температуре у свим сезонама (Прилог П1.2.1), померање оптималног датума сетве ка каснијем периоду ће се наставити у будућности. Ризик од голомразице, односно појаве дана са ниским зимским температурама без снежног покривача са великом вероватношћу процењен је као низак, због смањивања броја дана са ниским температурама (Прилог П1.2.5.) и услед непромењене или повећане просечне количине падавина током зиме. Ипак, због повећане временске варијабилности (Прилог П1.2.4.) смена топлијег и веома хладног времена може изазвати неповољне утицаје.

На Слици П2.27 приказан је принос пшенице, као најзаступљеније врсте озимих усева, у периоду 2011–2020. Код ове врсте није било значајних губитака у приносу у годинама код којих је било падова у приносу код јарих усева (на пример, 2012., 2017. итд., као што је дискутовано у претходним поглављима). Високе температуре у топлом периоду године и недостатак падавина нису представљале значајне ризике за озиме усеве.



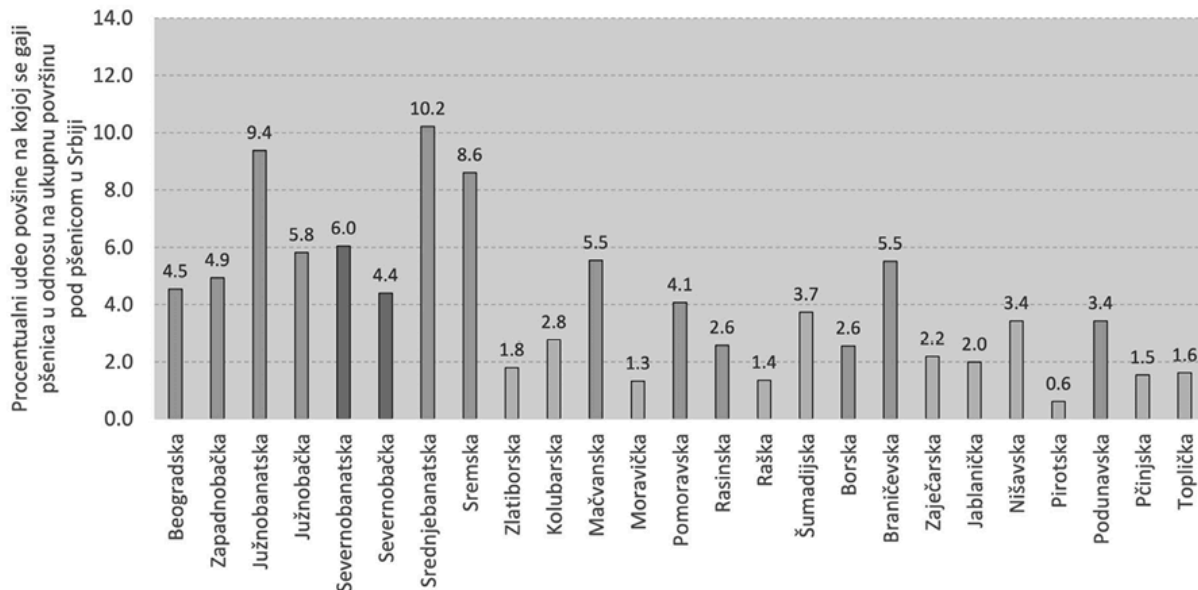
Слика П2.27. Процент од просечног приноса пшенице у т/ха у периоду 2011–2020 за сваку годину на територији Републике Србије.

Узимајући у обзир померање оптималног датума сетве, потенцијалну промену динамике фенолошког развоја, израчунате су учесталости неповољних временских услова у периодима критичним за развој пшенице. Ризик од екстремно високих температура (дефинисан у Табели П2.5) је значајно нижи за озиме усеве, у поређењу са јарим усевима за које је анализа приказана у претходним поглављима. Резултати учесталости година са неповољно високим температурама показују да је учесталост година са оваквим периодима релативно ниска, до 20% у највећем делу територије Републике Србије. Учесталост ове климатске опасношћу (резултати нису приказани овде) за пшеницу у половини 21. века је у опсегу 20%–30%, док постоји вероватноћа да ће постојати нешто виши ризик у деловима области: Поморavska, Нишavska и Јабланичка. Ризик од недостатка падавина у периоду од ницања до бокорења (резултати нису приказани овде) такође се може сматрати релативно ниским, односно до 30%. Највећи ризици су у северном делу Србије (у опсегу 20%–30%), односно у региону Војводине, а у каснијем периоду се проширује на централне и јужне пределе. На територији Републике Србије, овај ризик остаје у опсегу до 30% учесталости и на даље у будућности. Повећани ризик је од недостатка падавина у периоду од ницања до периода наливања зрна, приказан на Слици П2.28. Због велике неодређености промене падавина у овом периоду, резултати су приказани тако да обухватају највероватнији опсег ансамбла, односно опсег највероватнијих вредности. Ризик остаје релативно сличан у будућим периодима, услед промене динамике фенолошког развоја и мање заступљености недостатка падавина у овом периоду у односу на каснију, топлију сезону. Како нису забележени значајнија смањења приноса у периоду 2011–2020 са којима се могу корелисати климатске опасношћу, није могуће поуздано проценити утицај наведених климатских опасношћу на принос у будућности.



Слика П2.28. Учесталост појаве периода са недостатком падавина у периоду од класања до наливања зрна код пшенице, како је дефинисано у Табели П2.5 у климатском периоду средине века 2041–2060, за највероватнији опсег вредности, односно по вредности 25. перцентила резултата ансамбла климатских модел (панел лево), по медијани (средњи панел) и по вредности 75. перцентила (панел десно).

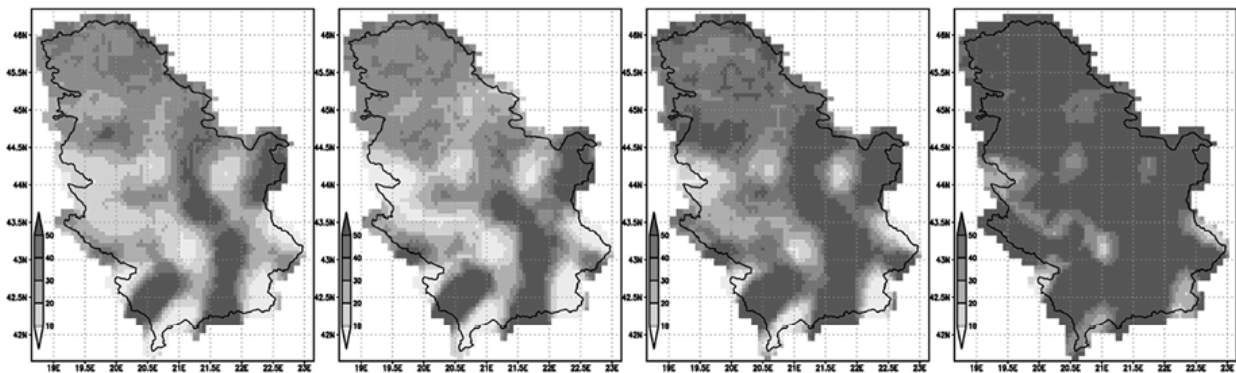
Узимајући у обзир све наведене анализе потенцијалних климатских опасности за озиме усеве, може се закључити да је најизраженији ризик од недостатка падавина у периоду од класања до наливања зрна, али да у осматраном периоду овај ризик није нанео значајна смањења приноса. Како се учесталост овог ризика до 30% јављала у највећем делу Србије у осматраном периоду (није приказано овде), ова гранична вредност ће се сматрати за граничну вредност између ниског нивоа ризика (ниво 1) и умереног нивоа ризика (ниво 2), док у областима са преко 40% учесталости (у најмање пола година) у будућности (Слика П2.28) по вредности медијане модела, је додељен највећи ниво ризика – висок ризик (ниво 3). На Слици П2.29 приказане су процене нивоа ризика по областима у Србији, заједно са процентуалном заступљеношћу површина на којима се гаји пшеница. Приказани нивои ризика указују да најугроженије области су у областима на северу Србије, док у другим областима постоји вероватноћа пораста учесталости ризика која може нанети штете у будућности. Како смањења приноса нису била значајна и нису доведена у везу са климатским опасностима, очекује се да услед интензивирања климатских опасности буде појаве више година са ризичним периодима и већим недостацима падавина услед повећане климатске варијабилности (Прилог П1.3.4.). Ипак, озими усеви, услед промене динамике фенолошког развоја у будућим топлотним условима и завршетка развоја пре периода са пројектованим највећим смањењем падавина, велика је вероватноћа да ће покореност климатским променама услед недостатка падавина бити умерена до ниска у највећем делу Србије.



Слика П2.29. Процена нивоа ризика за гајење пшеница (и других озимих усева) услед појаве периода са недостатком падавина у периоду од класања до наливања зрна, како је дефинисано у Табели П2.5, и заступљеност површина где се пшеница по областима у Републици Србији. Ниво 1 (низак ниво, наранџаста боја), да је ризик до 30% задржан у великом делу области до средине 21. века, ниво 2 (умерен ниво ризика, светло црвена) подразумева да је ризик у значајном делу територије прешао 30% половином 21. века, а ниво 3 (висок ризик, црвена боја) да је ризик у значајном делу области прешао 40% половином 21. века.

## П2.5. Утицај климатских промена на ливаде и пашњаке

Анализа утицаја климатских промена на ливаде и пашњаке је израђена у оквиру анализе утицаја на сектор пољопривреде због индиректног утицаја климатских промена на сточарство, кроз расположивост хране. Климатске опасности везане за угроженост ливада и пашњака од климатских промена су повећана учесталост и интензитет суша, као и повећање степена сушности летње (јун–јул–август, ЈЈА) сезоне (Симић и др., 2022). Поред повећање варијабилности падавинских услова, промене расподеле падавина у току године и смањење падавина током сезоне ЈЈА, на повећање недостатка влаге утиче и пораст температуре и учесталија појава екстремно високих температура (анализа ових климатских чинилаца-утицаја је приказана у Прилогу П1.2 и П1.3.). Траве имају веома различите толеранције на сушу (Staine и др. 2013). Овде, за процену климатске опасности од недостатка воде, дефинисан је ризик од недостатка довољне количине падавина у току сезоне ЈЈА као учесталост појава суме падавина за ову сезону испод дефинисане граничне вредности (150 mm и 200 mm). На Слици П2.30 приказана је учесталост појаве у климатским периодима када је сума падавина испод 150 mm током ЈЈА сезоне. Вредности добијене за учесталост појаве ЈЈА са падавинама испод 200 mm нису приказане, јер ризичке вредности захватају готово целу област до половине века осим на највећим надморским висинама, а највише у крајњим западним деловима Републике Србије.

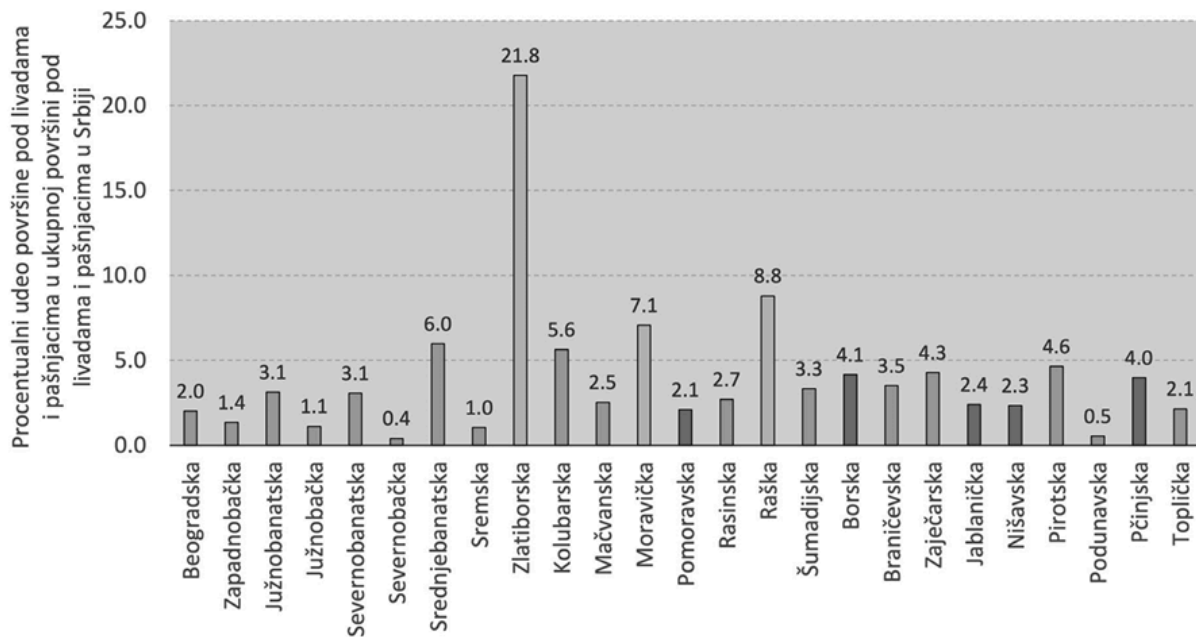


Слика П2.30. Учесталост појаве суме падавина за ЈЈА сезону испод 150 mm у климатским периодима краја 20. века (леви панел), периоду блиске будућности 2021–2040 (други панел), средине века 2041–2060 (трећи панел) и у периоду краја 21. века по RCP8.5 сценарију (десни панел). Приказане вредности су добијене из вредности резултата 75. перцентила ансамбла климатских модела, који даје промене које су у складу са осматреним трендом промена ове климатске опасности.

Узимајући у обзир промене идентификованих климатских опасности за ливаде и пашњаке, одређени су нивои ризика приказани у Табели П2.7. А процене ризика по областима Републике Србије, заједно са заступљеношћу ливада и пашњака у свакој области, на Слици П2.31.

Табела П2.7. Критеријуми за одређивање нивоа ризика и њихово значење, у одређивању ризика од негативних утицаја климатских промена на ливаде и пашњаке.

Ниво ризика	Значење нивоа ризика	Вредност у подацима
ниво 1	низак, прихватљив, неодређен, не мења се значајно до средине 21. века	у области доминира ризик нижи од 50% и већинским делом области не прелази овај ризик у будућности
ниво 2	умерен, постоји повећање у будућности до средине 21. века	у области доминира ризик нижи од 50% али прелази ризик од најмање 40% у највећем делу области у будућности
ниво 3	висок, постоји повећање у будућности до средине 21. века	у значајном делу области постоји ризик већи од 50% и повећава се просторно и по интензитету у будућности



Слика П2.31. Ризик од недостатка падавина за ливаде и пашњаке и расподела заступљености ливада и пашњака по областима у Србији. Нивои ризика су одређени по Табели П2.7.

У осматреном периоду, подручја под највећим ризиком од недостатка падавина су у области источне Србије до границе са Македонијом. Ова подручја ни у прошлости нису имала услова за интензивну ратарску производњу, па ни за производњу сточне хране и сточарство. Полазећи од овога као и конфигурације рељефа, која је углавном неодговарајућа за коришћење земљишта и интензивну обраду, у овим подручјима присутни су брдско-планински пашњаци скромног приноса травне биомасе, тако да се ова подручја не сматрају посебно рањивим. Највеће количине падавина током ЈЈА сезоне присутне су у западним подручјима Србије, од подручја Лознице на северу до Пештерске висоравни на југу. Ова подручја доминантно су оокренута говедарству и овчарству и главнина сејаних ливада и пашњака Србије налази се баш у тим подручјима. Најповољнија подручја за даљи развој сточарства и тиме и пашњака и ливада јесу: подручја западне и југозападне Србије и то око слива реке Дрине, Ваљевских планина, Таре, Златибора све до границе са Црном Гором. Такође ту су на истоку подручја око Мучња, Гоча и Жељина до Копаоника. У начелу, травњаци нижих надморских висина су смештени у северном делу Србије, имају повољније услове за развој услед различитих климатских, земљишних и социо-економских услова. Земљиште је бољих агрохемијских особина, погодно за извођење агротехничких мера (кошење, ђубрење, сузбијање непожељних врста), те је становништво очувано у сеоским заједницама и нешто боље старосне структуре него у брдско-планинском делу. С друге стране, травњаци који се налазе у централном делу Србије, на већим надморским висинама су у вишеструко неповољном положају. Природни услови су неповољнији за интензивну производњу, рељеф је стрмији, а земљиште лоших агрохемијских особина. У климатском погледу, дуже је задржавање снега у овом подручју, ветрови лако исушују плитак земљишни покривач, мада нешто веће количине падавина и ниже просечне температуре повољно делују на развој ливада и пашњака. Травњаци већих надморских висина су често непокошени или се ретко користе испашом.

Резултати процене ризика од недостатка падавина указују на растући ризик у великом делу Србије, нарочито у појединим централним, источним и јужним пределима, али и у другим областима у зависности од захтева за влагом (Слика П2.31). Пораст у распрострањености ризика и његово интензивирање указују на потребу за детаљнијом анализом овог проблема, узимајући у обзир локације ливада и пашњака и податке веће просторне резолуције, како би се просторно боље мапирани ризици и одредили оптималне мере прилагођавања као и области где је њихова имплементација ургентна. Одржање ливада и пашњака, осим за исхрану животиња, има значаја и у пружању других екосистемских услуга, као што је заштита од ерозије земљишта, одржање биодиверзитета, итд.

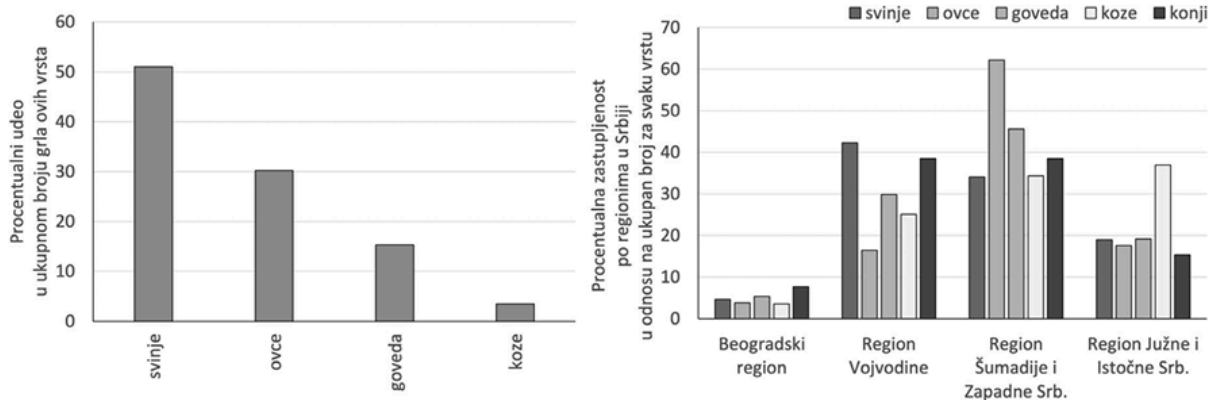
Поред недостатка падавина, потребно је имати у виду друге ризике, а то је већ поменути топлотни стрес, али и интензивирање падавина. Такође, потребно је даљом анализом утврдити да ли постоје значајни ризици од појаве инвазивних врста корова, болести и штеточина, итд. Свакако, утврђивањем климатских услова и промена, дефинисањем климатских опасности и повезаних ризика, могуће је применити мере које би обезбедиле одржање ових површина и услуга које пружају. На пример, сетва висококвалитетних врста трава, отпорних на климатске опасности, и легуминоза коришћењем сортног семена обезбеђује потребе за сеном или квалитетну испашу стоке, али и доприноси сузбијању коровске вегетације, непожељне у исхрани домаћих животиња.

## П2.6. Утицај климатских промена на сточарство

Поред процене ризика услед климатских промена на расположивост хране за стоку, директан утицај климатских промена на сточарство има повећана учесталост топлотних таласа, односно периода са високим температурама које представљају стрес за живе организме. Ове климатске опасности су препознате и у сектору здравља,

шумарства, биљној производњи. Друге климатске опасности за сточарство, за које процене климатских промена указују да ће се повећавати, су поплаве, пожари, суше (Прилог П1.6.).

На Слици П2.32 приказана је расподела удела броја стоке од укупног броја и расподела по регионима Републике Србије (извор: Републички завод за статистику, подаци ажурирани 2021. године; расподела по областима није доступна преко јавног портала Завода). Врсте које су узете у обзир су: свиње (укупно 2868 хиљада грла), овце (1695), говеда (860), козе (195). Број коња је знатно мањи (укупно 13 хиљада). Највише се гаје свиње (51%), затим овце (око 30%), говеда (15%) и козе (3%). Највећа заступљеност гајења свиња је у региону Војводине (42%), затим у региону Шумадије и Западне Србије (34%), док је у региону Источне и Јужне Србије највећи преостали део (19%). Гајење оваца је најзаступљеније у региону Шумадије и Западне Србије (62%), а затим у региону Војводине (30%) и региону Источне и Јужне Србије (19%). Заступљеност гајења коза је нешто равномерније заступљена у овим регионима. У Београдском региону је најмања заступљеност свих врста (до 5%).



Слика П2.32. Процентуални удео за сваку врсту у укупном броју животиња, које су овде узете у обзир и расподела по регионима Републике Србије. Извор: Републички завод за статистику (2021. година).

За анализу топлотног стеса на стоку коришћен је температурно-хумидни индекс (*Temperature Humidity Index – THI*), за који је утврђено да добро корелише са осматраним топлотним стресом на две фарме (студије случаја: за фарму у Војводини, Јужнобачка област, општине Бечеје, надморска висина 80 m – репрезентативно за низијске пределе; фарма у Мачванској области, општина Лозница, надморска висина 214 m – репрезентативно за брдске равничарско-брдске пределе). Узимајући у обзир средњу вредност *THI* рачунату за ове две локације, претпоставља се да је обухваћена процена ризика у највећем делу равничарских и брдских предела где је највише заступљено гајење. Просечна вредност *THI* (израчунат за топли период године април–септембар) за период блиске прошлости показује да је у последњој деценији анализираног осматреног периода, која је и најтоплија деценија у Републици Србији (Прилог П1.2.1.), је 72.1, односно премашила је критичну вредност овог индекса. До периода средине 21. века расте преко 75, а крајем века скоро до 80. Трајање периода са повећаним ризиком од стреса постаје дужи, што је у складу са порастом температуре (Прилог П1.2.). Ови резултати потврђују да ће утицај пораста температуре бити висок на стоку. Додатно, екстремно топли периоди, тј. повећана учесталост топлотних таласа и екстремно високих температура показује да ће учесталост, интензитет и трајање стреса бити веће у будућности. Последнице утицаја климатских промена на домаће животиње огледа се у смањеној продуктивности, погоршања здравља, смањене способности репродукције и може проузроковати повећање трошкова производње.

Како је заступљеност гајења домаћих животиња распрострањен на територији Србије (Слика П2.32) потребно је проценити просторну расподелу ризика од топлотног стреса, као и дефинисати друге факторе ризика од климатских промена у сточарској производњи за различите врсте.

## П2.7. Утицај климатских промена на потребе за наводњавањем

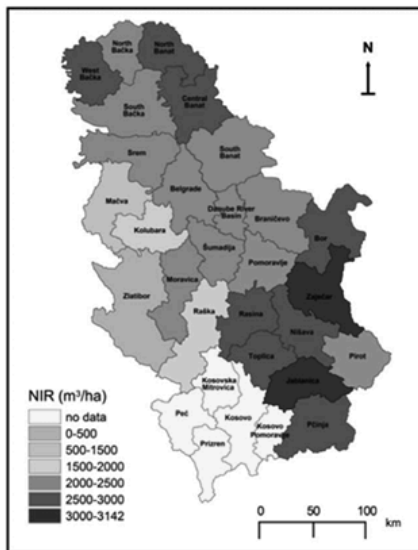
Утицај климатских промена на промену потреба за наводњавањем у будућности урађен је узимајући у обзир утицај климатских промена на промену количине и нето норме наводњавања (Стричевић и др. 2019; Ћосић и др. 2022). Ово укључује и утицај евапотранспирације и падавина, које се мењају услед климатских промена. Пораст температуре знатно утиче на повећање евапотранспирације, нарочито у топлијем делу године, када постоји и смањење падавина током сезоне јун–јул–август (ЈЈА). Да би се оквирно одредиле промене потреба за наводњавањем, јер је недостатак падавина идентификован са високим ризиком код великог броја гајених врста, узете су репрезентативне тачке за сваку област за коју је рачуната нето норма наводњавања за период од априла до септембра.

Процењене нето норме наводњавања за период блиске прошлости 2000–2019 приказане су на Слици П2.33 (ово је последњи климатски период за који су били доступни подаци у време када је рађена процена и може се сматрати репрезентативним и за период 2001–2020, који је коришћен у анализи климатских промена, Поглавље 2).

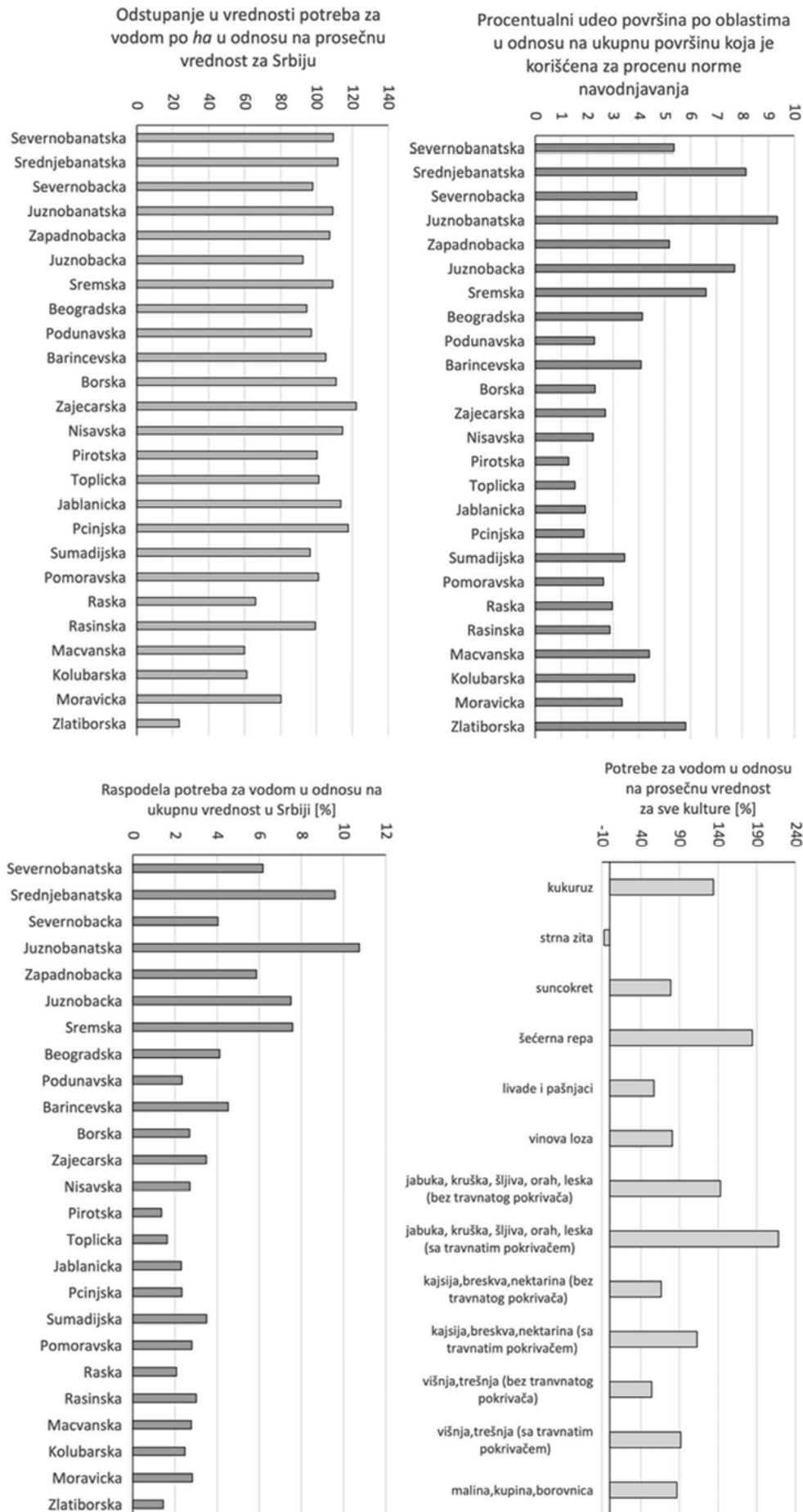
На Слици П2.34 – горњи леви панел, приказана је расподела површина по областима која је узета у обзир у овој анализи, на којој се гаје одређене културе (кукуруз, стрна жита, сунцокрет, шећерна репа, винова лоза, воћне врсте са и без травнатог покривача) и на којима су ливаде и пашњаци. За сваку групу одређене су потребе за водом по областима, а просек је приказан на Слици П2.34 – горњи десни панел. Највеће захтеве за водом због дугог периода вегетације која захвата сушнију летњу сезону, имају воћне врсте јабука, крушка и шљива, и то за 50% више ако су вољњаци са травнатим покривачем у односу на оне који нису. Кајсија, бресква и нектарина имају значајно мање захтеве за водом. Од ратарских култура највеће захтеве за водом имају шећерна репа и кукуруз. Како смањења приноса шећерне репе немају значајан пад након 2012. године, и већина засада је у власништву правних лица (Слика П2.24) претпоставља се да се узгајање ове врсте прилагођава временским приликама и другим неповољним утицајима, односно да се наводњава и примењују агротехничке мере које смањују штете за приносе. Код кукуруза је изражен утицај недостатка падавина и пораста температуре и приноси су осетљиви на овакве екстремне године (Поглавље 2.4.1.). Ови приказани резултати потврђују високе потребе за водом код ове културе. Најмање захтеве за водом имају стрна жита, која су просечно са суфицитом, односно на располагању је довољно воде за њихове потребе.

Узимајући у обзир заступљеност гајених култура и ливада и пашњака по областима и њихове потребе за водом, процењене су потребе за водом по областима у Србији односно нето норме наводњавања (Слика П2.33) и вредности *по областима по хектару* у односу на просек у Републици Србији (Слика П2.34 – доњи панел лево). Највеће потребе по хектару су у областима (поређано по опадајућим вредностима): Зајечарска, Пчињска, Нишавска, Јабланичка, Средњебанатска, Борска, Севернобанатска, Јужнобанатска, Сремска, Западнобачка, Браничевска, Топличка, Поморавска и Пиротска. У овим областима вредности *по хектару* су изнад просека за Србију. Најмања (23% од просечне) је у Златиборској области.

Узимајући у обзир површине под наведеним културама у областима Републике Србије и процене по хектару, добијена је процена потреба за водом *по областима*. Расподела потреба за водом у односу на укупну вредност у Републици Србији приказана на Слици П2.34 – доњи десни панел. По овим вредностима, највеће потребе су у областима: Јужнобанатска и Средњебанатска (по око 10% од укупне), затим Сремска, Јужнобачка, Севернобанатска, Западнобачка (у опсегу 5%–8%), итд. Док су најмање потребе у областима (поређано по растућим вредностима): Пиротска, Златиборска и Топличка (испод 2%).



Слика П2.33. Процењена вредност нето нормe наводњавања по областима у Србији, узимајући метеоролошке параметре у по једној репрезентативној локацији за сваки округ. Процењене вредности су просек за климатски период блиске прошлости, односно за 2000–2019 (до када су били на располагању подаци у време када је рађена процена).



Слика П2.34. Процентуални удео површина по областима које су узете у процени нето нормe наводњавања у односу на укупну површину узету у обзир у овој процени у Републици Србији (панел горе лево). Просечне потребе за вodom на територији Републике Србије за одређене групе култура и за ливаде и пашњаке (панел горе десно). Процентуални удео потреба за вodom по областима по хектару у односу на просечне потребе по хектару разматраних култура гајених на територији

Републике Србије (панел доле лево). Процентуални удео потреба за водом по областима у односу на укупну потребу на територији Републике Србије (панел доле десно). Ове процене су израђене за климатски период 2000–2019, где су једини временски променљиви подаци метеоролошке величине.

Под претпоставком да у будућности остане иста расподела површина под одређеним културама, као и заступљеност тих површина по областима, али узимајући будуће климатске податке за исте репрезентативне тачке по областима, урађена је процена промене нето нормe наводњавања. У овом случају, за референтни период узет је период 1986–2005 (последњи климатски период пре коришћења процена емисија са ефектом стаклене баште у климатским моделима, као што је рађено у IPCC, 2013). Процењене промене просечних вредности нето норми наводњавања (по хектару) на територији Републике Србије у будућим климатским условима (Табела П2.8) показују на значајнији пораст у периоду средине века 2041–2060, у опсегу 17%–18% у просечним потребама за водом по хектару, а крајем века по RCP8.5 сценарију чак за 44%–48%. Најмање промене очекују се у региону Војводине, док се веће промене очекују у осталим деловима Србије.

Табела П2.8. Промена просечне нето нормe наводњавања за различите климатске периоде (блиска будућност 2021–2040, средина века 2041–2060, крај века по RCP8.5 сценарију 2081–2100) у односу на вредност крајем 20. века. Опсег вредности промена одређен је узимајући у обзир резултате добијене по вредностима медијане ансамбла климатских модела и вредности 75. перцентила.

Период	Промена у односу на крај 20. века
2021–2040	2%–8%
2041–2060	17%–18%
2081–2100 (RCP8.5)	44%–48%

У приказаним проценама није узета у обзир промена оптималног датума сетве, промена фенолошког развоја биљака, као ни расподела падавина у току периода за који су рађене процене. Промена годишње расподеле падавина и расподеле падавина по интензитету услед будућих климатских промена (Прилог П1.3.) могу значајно увећати опасност од недостатка воде, односно веће потребе него што је овде процењено. Треба имати у виду да је процена рађена коришћењем по једне репрезентативне локације за сваку област, односно да није узимана у обзир просторна варијабилност метеоролошких параметара унутар једне области. Такође, прецизни подаци о расподели гајених култура и врсте покривача за потребе ове процене нису на располагању, као ни подаци о површинама које се наводњавају. Ипак, наведене процене су у складу са претходно наведеним анализама о рањивости култура и проценама ризика и потврђују повећани ризик од недостатка падавина и пораст потреба за наводњавањем како би се сачувао релативно стабилан и квалитетан принос.

Услед растућих потреба за наводњавањем и повећања угрожености водних ресурса за ове потребе (Прилог П1.5.1.), важно је да се обезбеди одрживост система наводњавања, односно да се систем наводњавања прилагоди климатским променама.

#### Литература

Craine, J.M., Ocheltree, T.W., Nippert, J.B., Towne, E.G., Skibbe, A.M., Kembel, S.W., Fargione, J.E. (2013). Global diversity of drought tolerance and grassland climate-change resilience. *Nature Climate Change*, 3(1), 63–67.

Ћосић, М., Вујадиновић Мандић, М., Вуковић Вимић, А., Сотоница, Д., Липовац, А., 2022: Водни ресурси и мере адаптације на климатске промене у пољопривреди, Саветовање „Сезонске прогнозе времена и прилагођавање пољопривредне производње на климатске промене“, Зборник апстраката, 19. мај 2022, Београд, Србија, ISBN: 978-86-7834-400-8.

Долијановић, Ж., Ковачевић, Д., Ољача С., Симић М. (2020). Адаптација агротехничких мера у ратарству на климатске промене. Научни скуп „Значај развојних истраживања и иновација у функцији унапређења пољопривреде и шумарства Србије“ Шумарски факултет Универзитета у Београду, 4. новембар 2020. године. Академија инжењерских наука Србије АИНС, Одељење биотехничких наука, Београд. Зборник радова, 60–71.

Долијановић, Ж., 2022: Посебни системи гајења у ратарској производњи у циљу адаптације на климатске промене, Саветовање „Сезонске прогнозе времена и прилагођавање пољопривредне производње на климатске промене“, Зборник апстраката, 19. мај 2022, Београд, Србија, ISBN: 978-86-7834-400-8.

Ђурђевић, В., 2020: Drought Initiative–Republic of Serbia, UNCCD. Available online:

[https://www.unccd.int/sites/default/files/country\\_profile\\_documents/NDP\\_SERBIA\\_2020.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/country_profile_documents/NDP_SERBIA_2020.pdf)

Ђуројев, Д., Вулић, Т., Велићковић, М., Опарица, Ђ., Ђуројев, Д., Милатовић, Д., Николић, Д., Зец, Г., Фортирић-Акшић, М., Ђуројев, В., et al. 2020: Zoning of Fruit Production in Belgrade, South and East Serbia; Project Report; University of Belgrade-Faculty of Agriculture: Belgrade, Serbia, 2020; p. 306. (in Serbian).

Ђуројев, Д., Вуковић Вимић, А., Вујадиновић Мандић, М., Ђуројев, В., Милатовић, Д., Зец, Г., Бошков, Д., 2022: Assessment of the risk of frost after flowering of fruit trees in future changed climatic conditions, 16th Serbian Congress of Fruit and Grapevine Producers, February 28th – March 3rd, 2022, Vrdnik, Republic of Serbia.

Ђуројев, Д., Вујадиновић Мандић, М., Вуковић Вимић, А., Ђуројев, В., Милатовић, Д., Зец, Г., Опарица, Ч., Фотирић Акшић, М., Николић, Д., Животић, Љ., Бошков, Ђ., 2022: Рејонизација воћарске производње као одговор на климатске промене, Саветовање „Сезонске прогнозе времена и прилагођавање пољопривредне производње на климатске промене“, Зборник апстраката, 19. мај 2022, Београд, Србија, ISBN: 978-86-7834-400-8.

МЗЖС, 2010: Први извештај Републике Србије према Оквирној конвенцији Уједињених нација о промени климе, Министарство заштите животне средине и просторног планирања.

МЗЖС, 2017: Други извештај Републике Србије према Оквирној конвенцији Уједињених нација о промени климе, Министарство заштите животне средине и просторног планирања.

Muždal, S., Vujadinović, M., Vuković, A., Ranković-Vasić, Z., Mircov, V.D., Dobrei, A. (2019): Climate change in vineyards of Serbian-Romanian Banat, *Research Journal of Agriculture Science*, 50: 3–8.

Николић, Д., 2022: Гајење резистентних сорти воћака и винове лозе као мера адаптације на измењене климатске услове, Саветовање „Сезонске прогнозе времена и прилагођавање пољопривредне производње на климатске промене“, Зборник апстраката, 19. мај 2022, Београд, Србија, ISBN: 978-86-7834-400-8.

International Organization of Vine and Wine, Guidelines for Vitiviculture Zoning Methodologies on a Soil and Climate Level, Resolution OVI-VITI 423-2012; International Organization of Vine and Wine: Paris, France, 2012; p. 19.

Ivanisevic, D.; Jaksic, D.; Korac, N. Atlas of Viticulture; Statistical Office of the Republic of Serbia: Belgrade, Serbia, 2015; pp. 154–196. (In Serbian).

Jakšić, D. Grape and Wine Production in Serbia; Center for Grape and Wine Production Niš: Niš, Serbia, 2019; p. 294.

Korać, N. (2012). Štete na vinovoj lozi u Vojvodini nastale smravanjem i mogućnost regeneracije čokota. Savetovanje voćara i vinogradara. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. Predavanje, mart 2012.

Петровић, А., Лисов, Н., Ранковић-Васић, З., 2022: Савремена енолошка пракса у духу климатских промена, Саветовање „Сезонске прогнозе времена и прилагођавање пољопривредне производње на климатске промене“, Зборник апстраката, 19. мај 2022, Београд, Србија, ISBN: 978-86-7834-400-8.

Rädler, A.T., Groenemeyer, P.H., Faust, E., Sausen, R., Pucik, T., 2019: Frequency of severe thunderstorms across Europe expected to increase in the 21st century due to rising instability. *npj Clim Atmos Sci* 2, 30, <https://doi.org/10.1038/s41612-019-0083-7>

Rankovic-Vasic, Z. (2013). Uticaj ekološkog potencijala lokaliteta na biološka i antioksidativna svojstva sorte vinove loze Burgundac crni (Vitis vinifera L.). Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet. Doktorska disertacija.

Ранковић-Васић, З., Вујадиновић Мандић, М., Вуковић Вимић, А., Ћосић, М., Животић, Љ., 2022: Утицај климатских промена и мере адаптације у виноградарству, Саветовање „Сезонске прогнозе времена и прилагођавање пољопривредне производње на климатске промене“, Зборник апстраката, 19. мај 2022, Београд, Србија, ISBN: 978-86-7834-400-8.

Ruml M., Vukovic A., Vujadinovic M., Djurdjevic V., Rankovic-Vasic Z., Atacakovic Z., Sivcev B., Markovic N., Matijasevic S., Petovic N., 2012: On the use of regional climate models: Implications of climate change for viticulture in Serbia, *Agricultural and Forest Meteorology*, 158, 53–62. doi: 10.1016/j.agrformet.2012.02.004

Ruml, M., Korać, N., Vujadinović, M., Vuković, A., Ivanišević, D., 2016: Response of grapevine phenology to recent temperature change and variability in the wine producing area of Sremski Karlovci, Serbia. *Journal of Agriculture Science*, 154(2):186–206.

Симић, А., Брајевић, С., Ћосић, М., Вујадиновић Мандић, М., 2022: Ризици и рањивост ливада и пашњака Србије у светлу климатских промена, Саветовање „Сезонске прогнозе времена и прилагођавање пољопривредне производње на климатске промене“, Зборник апстраката, 19. мај 2022, Београд, Србија, ISBN: 978-86-7834-400-8.

Стричевић, Р., Продановић С., Ђуројев Н., Петровић Обрадовић О. и Д. Ђуројев, 2019: Утицаји промене климе на српску пољопривреду, UNDP, ISBN: 978-86-7728-262-2.

Stričević, R.; Lipovac, A.; Prodanović, S.; Ristovski, M.; Petrović Obradović, O.; Djurović, N.; Djurović, D. Vulnerability of agriculture to climate change in Serbia–Farmer’s assessment of impacts and damages. *J. Agric. Sci.* 2020, 65, 263–281.

Vujadinovic M., Vukovic A., Jaksic D., Djurdjevic V., Ruml M., Rankovic-Vasic Z., Przic Z., Sivcev B., Markovic N., Cvetkovic B., La Notte P., 2016: Climate change projections in Serbian wine-growing regions, XI Terroir Congress, 10–14 July, Willamette Valley, Oregon, USA.

Vujadinović Mandić, M., Vuković Vimić, A., Ranković-Vasić, Z., Đurović, D., Čosić, M., Sotonić, D., Nikolić, D., Đurđević, V., 2022: Observed Changes in Climate Conditions and Weather-Related Risks in Fruit and Grape Production in Serbia, *Atmosphere* 13, no. 6: 948, <https://doi.org/10.3390/atmos13060948>.

Vukovic, A., Vujadinovic, M., Ruml, M., Rankovic-Vasic, Z., Przic, Z., Beslic, Z., Matijasevic, S., Vujovic, D., Todic, S., Markovic, N., Sivcev, B., Zunic, D., Zivotic, Lj., Jaksic, D., 2018: Implementation of climate change science in viticulture sustainable development planning in Serbia, XIIth International Terroir Congress, 18–22 June 2018, Zaragoza, Spain

Vuković Vimić, A., Djurdjevic V., Ranković-Vasić, Z., Nikolić, D., Čosić, M., Lipovac, A., Cvetković, B., Sotonić, D., Vojvodić, D., Vujadinović Mandić, M., 2022: Enhancing Capacity for Short-Term Climate Change Adaptations in Agriculture in Serbia: Development of Integrated Agrometeorological Prediction System, *Atmosphere* 2022, 13, 1337. <https://doi.org/10.3390/atmos13081337>.