



ИЗВЕШТАЈ 1

Август 2020

**АНАЛИЗА ДОСТУПНОСТИ
КЛИМАТСКИХ И СОЦИО-
ЕКОНОМСКИХ ИНФОРМАЦИЈА,
УКЉУЧУЈУЋИ КЛИМАТСКЕ
ПОДАТКЕ, ПОДАТКЕ О РИЗИЦИМА
И ПРОЦЕНАМА ПОГОЂЕНОСТИ И
ИНФОРМАЦИЈЕ О МЕРАМА
АДАПАТАЦИЈЕ**

ДВОПЕР НУШИЋЕВА 10, БЕОГРАД

Табела скраћеница

GHG	Гасови са ефектом стаклене баште
HPC	high performance computing
PXMЗ	Републички хидрометеоролошки завод
MPGs	Одлука 18/CMA.1 о модалитетима, процедурама и упутствима од енглеског Decision 18/CMA.1 on Modalities, procedures and guidelines
UNFCCC	Оквирна конвенције УН о промени климе
CMA	Конференција држава чланица која има улогу састанка држава које су чланице Споразума из Париза (<i>Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement</i>)
INC	Први извештај Републике Србије према UNFCCC
IPCC	Међународни панел о промени климе, од енглеског: Intergovernmental Panel on Climate Change
M&E	Мониторинг и евалуација
SNC	Други извештај Републике Србије према UNFCCC
SPEI6	Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index
RCM	Регионални климатски модели
RCP	Relative Concentration Pathways
TNC	Трећи извештај Републике Србије према UNFCCC
WMO	World Meteorological Organization

АУТОРИ

Доц. др Мирјам Вујадиновић Мандић, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

В. проф. др Ана Вуковић, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

В. проф. др Владимир Ђурђевић, Универзитет у Београду, Физички факултет

Проф. др Дејан Ђуровић, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Проф. др Зорица Ранковић-Васић, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Проф. др Жељко Долијановић, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Доц. др Марија Ћосић, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Доц. др Драган Станојевић, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Мастер инж. пољ. Алекса Липовац, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Проф. др Бранислав Ђорђевић, редовни члан Академије инжењерских наука Србије

В. проф. др Тина Дашић, дипл. грађ. инж, Универзитет у Београду, Грађевински факултет

Проф. др Јасна Плавшић, дипл. грађ. инж, Универзитет у Београду, Грађевински факултет

В. проф. др. Маријана Петровић, дипл. саоб. инж, Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

др Дејан Стојановић, Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину

проф. др Саша Орловић, Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину

др Марко Адамовић, Заједнички истраживачки центар Европске комисије

Проф. др Марија Јевтић, Универзитет у Новом Саду, Медицински факултет

Мастер инж. маш. Крунослав Катић

Мина Петрић, научни истраживач, Avia-GIS

Стручна подршка:

Данијела Божанић, Техничка саветница на пројекту

Садржај

I УВОД	5
II ОСМОТРЕНЕ ПРОМЕНЕ КЛИМЕ И КЛИМАТСКА СЦЕНАРИЈА	7
2.1. Претходне анализе	7
2.2. Прикупљање и доступност података	12
2.3. Кључни проблеми	14
2.4. Препоруке	15
2.5. Предлог активности	15
III ПОЉОПРИВРЕДА	16
3.1. Тренутно стање	16
3.1.1. Воћарство	20
3.1.2. Гајење винове лозе	24
Анализа утицаја климатских промена у Нишком виноградарском рејону	31
Анализа утицаја климатских промена на подручју Баната	32
3.1.3. Ратарска производња	34
3.1.4. Сточарска производња.....	38
3.2. Мере адаптације	41
3.3. Закључци и препоруке	48
IV ВОДОПРИВРЕДА И ВОДНИ РЕСУРСИ	53
4.1. Оцена погођености	53
4.1.1. Међународни и ЕУ контекст	53
4.1.2. Национални контекст.....	54
4.2. Мере адаптације	61
4.3. Закључци и препоруке	64
4.3.1. Препоруке	66
V ПРОИЗВОДЊА ЕНЕРГИЈЕ	68
5.1. Оцена погођености	68
5.1.1. Међународни и ЕУ контекст	68
5.1.2. Национални контекст.....	71
Електрична енергија	71
Топлотна енергија	72
Утицаји промене климе на производњу енергије	73
5.2. Мере адаптације	75
5.3. Закључци и препоруке	75
5.3.1.Препоруке	76
VI САОБРАЋАЈ, ИНФРАСТРУКТУРА И СМАЊЕЊЕ РИЗИКА ОД КАТАСТРОФА (DRR)	77
VI -1. САОБРАЋАЈ	77

6.1. Оцена погођености.....	77
6.1.1. Међународни и ЕУ контекст	77
6.1.2. Национални контекст	81
6.2. Мере адаптације	90
6.3. Закључци и препоруке	90
6.3.1. Препоруке	92
VI - 2. ИНФРАСТРУКТУРА	93
6.5. Закључци и препоруке	95
VI. - 3. СМАЊЕЊЕ РИЗИКА	96
6.6. Основне информације	96
6.7. Ризици и адаптација	96
VII ДОДАТАК: Сектори који нису предмет ТоR, али су предложени методологијом	100
ШУМЕ И УПРАВЉАЊЕ ШУМАМА и ЈАВНО ЗДРАВЉЕ	100
7.1. УПРАВЉАЊЕ ШУМАМА	100
7.1.1. Оцена погођености.....	103
7.1.2. Социо-екомски аспекти на нивоу управних округа.....	104
7.2. ЈАВНО ЗДРАВЉЕ	109
7.2.1. Оцена погођености.....	109
7.2.2. Препоруке	111
ПРИЛОЗИ	114
ПРИЛОГ 1. Приказ студија у сектору саобраћаја	114
Један вид превоза, један утицај - примери студија	114
Један вид превоза, више утицаја - примери студија	118
Више видова превоза, више утицаја – примери студија	120
Пројекти (реализовани и чија је реализација у току) од значаја за оцену погођености и планирање адаптације у сектору саобраћаја	124
Литература	127

I УВОД

Значајан број анализа потврђује осетљивост Европског континента на промене климе, које ће с временом бити све израженије, посебно у случају одсуства адаптације. Тако пораст средње глобале температуре за последицу има смањење радне способности, али и промену дужине зрења, периода цветања биљака, садржаја воде у земљишту и нивоа подземних вода односно низ негативних последица за пољопривредну производњу. Потребе за енергијом за грејање се смањују, а за хлађење расту са порастом средње глобалне температуре. Истовремено, промене у количини падавина могу угрозити производњу оне енергије која зависи од хлађења површинском водом (којој расте температура) и хидроенергије.

Према истим анализама јужне делове Европе, укључујући и део Србије, може погодити значајан губитак водних ресурса, а Европско тло у целини и пораст ризика од поплава. Поплаве с друге стране, посебно у приобалним подручјима Европе, угрожавају саобраћајну и другу критичну инфраструктуру. Све израженије и чешће сушење вегетације и исушивање земљишта у јужним деловима Европе доводи до повећања ризика од пожара, а топлотни таласи до пораста броја смртних случајева.

Генерално гледано, земље на југу Европе биће изложеније негативним последицама промена климе, од оних на северу.¹

Иначе, последице глобалног загревања већ су видљиве изнад Европског копна. Пораст глобалних температура одразио се и на загревање Европе последњих 50, а нарочито последњих 30 година. Значајно је да се Европско тло загрева значајно брже од глобалног просека. Климатске пројекције указују на даљи пораст температура између 1.0°C и 2.5°C у периоду 2021-2050. година и између 2.5°C и 4.0°C у периоду 2071-2100. година. Најтоплија до сада забележена година у Европи је 2019. година, а 11 од 12 најтоплијих година регистроване су након 2000. године

Према званичним подацима Републичког хидрометеоролошког завода (РХМЗ), 2019. година је била најтоплија година у Србији у периоду од 1951. године до данас, са средњом годишњом температуром ваздуха од 12,3°C (<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/2019.pdf>). У Београду, 2019. година била је најтоплија од 1888. године од када постоје мерења на станици у Карађорђевој парку. Шта више, од 15 најтоплијих година у Београду, 13 је забележено након 2000. године.

Прву половину лета 2019. године карактерисала је учестала појава бујичних поплава. Крајем јуна поплаве у Београду су довеле до колапса у саобраћају и значајних штета, посебно на стамбеним објектима. У 2019. години забележена је и најтоплија јесен икада, праћена најдужим октобарским топлотним таласом (17 дана) и екстремном сушом, која је имала значајне негативне утицаје на пољопривреду. За осам месеци просечна месечна температура била је изнад просека, у јануару и јулу просечна, а само у мају испод просека, у односу на просечне вредности за период 1981-2010. година.

У Србији су у последње две деценије забележени бројни хидролошки и метеоролошки екстреми (поплаве, мразеви, топлотни таласи, суше...), где се посебно могу истаћи: 2007. година са превазиђеним апсолутним максимумом температура, 2002, 2005, 2006, 2009, 2010. и 2014 са појавом поплава и екстремном количином падавина, године 2012, 2015. и 2017. са топлотним таласима и 2000, 2003, 2007, 2011, 2012, 2013, 2015. и 2017. као екстремно сушне године.

¹ Climate impacts in Europe, Final report of the Joint Research Center PESETA III project, 2018/Утицаји климатских промена у Европи, Финални извештај PESETA III пројекта Заједничког центра за истраживање

Анализе показују и да су средње годишње температуре од 1998. до 2017. године порасле за 0.5 – 1.5°C (у неким деловима и до 2°C), у односу на вредности за период 1961 - 1990. година. Посебно изражен тренд загревања уочава се од 2008. до 2017. године. У последњој деценији, порастао је број летњих дана (највиша дневна температура виша од 25 степени), за 25 дана, док се број хладних и мразних дана значајно смањио што сведочи о тренду промена климе. Промене климе довеле су и до промена у сезонској прерасподели и интензитету падавина. Број дана са екстремним падавинама последњих година повећао се за више од два пута, у односу на просечне вредности из средине 20. века. Поремећен режим падавина узрокује све већи ризик од поплава током пролећних и јесењих месеци и све већи ризик од суша током лета.

Уколико се не заустави повећавање концентрације гасова са ефектом стаклене баште (GHG) у атмосфери, може се очекивати даљи пораст температуре, даље учестало обарање рекорда по питању високих температура, учесталији, дужи и интензивнији топлотни таласи, учесталије и интензивније екстремне падавине и поплаве повезане са њима. Конкретно, до краја 21. века у Србији можемо очекивати пораст средње годишње температуре и за 4.3°C, у односу на период од 1961. до 1990. године, а оваква промена праћена променама у режиму падавина може довести и до:

- Веће учесталости и дужине трајања топлотних таласа и сушних периода,
- Већег ризика од поплава и губитка водних ресурса,
- Смањења доступности и квалитета воде за пиће,
- Смањења приноса пољопривредних усева,
- Веће потрошње енергије током летњих месеци,
- Оштећења и уништавања инфраструктуре и прекида функционисања производње и обезбеђења услуга,
- Веће честине појаве шумских пожара,
- Губитка биодиверзитета,
- Већих ризика по здравље људи.

Наведени подаци и информације указују на значај укључивања аспеката промена климе у стратешко планирање и инвестиције. Истовремено, како би се смањио ризик и губици који настају као последица промена климе, неопходан је ефикасан и транспарентан систем мониторинга и извештавања о променама климе и њеним утицајима, последицама и губицима по друштво и економију Србије.

Планирање и извештавање о адаптацији захтев је и Споразума из Париза прецизније Одлуке 18/CMA.1 (*Decision 18/CMA.1 on Modalities, procedures and guidelines (MPGs) for the transparency framework for action and support*), али и ЕУ релевантног законодавства, превасходно Уредбе 2018/1999 и Европског климатског закона (*REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 - European Climate Law*) који је Европска комисија објавила 3. марта 2020. године.

Иначе, основни циљ система мониторинга и извештавања јесте унапређење политика и мера адаптације односно обезбеђење потребних информација, пре свега, доносиоцима одлука. Суштина овог система јесте у:

- Систематском и систематизованом прикупљању података и информација од значаја за климатске промене, њиховој размени и доступности јавности, као и
- Капацитетима циљних група да значај и суштину података о промени климе препознају и укључе у планирање активности у области свога деловања.

Управо подаци и информације и њихова доступност односно уочене потребе јесу предмет овог извештаја. У извештају је приказано тренутно стање (претходно урађено) и листа потенцијалних анализа (препоруча), као и потреба да би оне биле реализоване. Извештај укључује и информације засноване на анализама и проценама израђеним на нивоу ЕУ. Извештај је подељен по секторима и за сваки сектор, са изузетком поглавља Осмотрене и очекиване промене климе, садржи информације које се односе на:

- 1) **Оцену погођености** – поглавље у којем су приказане основне карактеристике сектора, до сада урађено у сектору са аспекта процене погођености на међународном, ЕУ и националном нивоу, укључујући коришћене методологије, податке и изворе података, уочене проблеме и недостатке;
- 2) **Мере прилагођавања** – поглавље приказује до сада идентификоване/предложене мере и акције адаптације на измењене климатске услове, на националном и искуства на међународном и ЕУ нивоу;
- 3) **Закључци и препоруке** – који дефинишу листу потреба и посебно предлоге за даље анализе и унапређења у секторима која ће допринети ефикаснијој адаптацији, укључујући и методологију, методе и приступе у складу са расположивим информацијама а које би биле реализоване у оквиру Пројекта.

Одређене препоруке засноване су на потребама и међународним искуствима и добрим праксама, али њихова реализација зависи, у великој мери, од расположивости потребних података, као и капацитета националних институција.

У случају измена и одступања од препорука за реализацију активности у оквиру овог пројекта, у финалном извештају оне ће бити образложене.

Иначе, извештај је претежно базиран на искуствима у изради Националних извештаја према Оквирној конвенцији УН о промени климе (*UNFCCC*), првог нацрта Националног плана адаптације, секторских стратешких и планских докумената, као и истраживачког и научног рада аутора извештаја, док су за поглавље Препоруке узети у обзир захтеви Споразума из Париза, Одлуке 18/СМА.1 и релевантног законодавства ЕУ, као и примери добре праксе глобално.

II ОСМОТРЕНЕ ПРОМЕНЕ КЛИМЕ И КЛИМАТСКА СЦЕНАРИЈА

2.1. Претходне анализе

Осмотрене промене климе на територији Републике Србије анализиране су кроз сва три Национална извештаја Републике Србије према Оквирној конвенцији Уједињених нација о промени климе (*UNFCCC*).

У Првом извештају (*INC*, 2010) анализирани су трендови средњих годишњих и сезонских температура и падавина из мреже станица Републичког хидрометеоролошког завода Србије (*PXM3*) за период 1950-2004, као и аномалије истих параметара за периоде 1971-2000 и 1961-1990. У Другом извештају (*SNC*, 2017) у тачкама 25 метеоролошких станица мреже *PXM3*-а анализирани су осмотрени трендови средњих годишњих и сезонских температура и падавина, као и 17 индекса који су значајни за анализу климе и екстремних временских догађаја и препоручени од стране Светске метеоролошке организације (*WMO – World*

Meteorological Organization)². Наведене анализе урадио је РХМЗ користећи своју базу осмотрених метеоролошких података.

У Трећем извештају (Нацрт TNC, 2020) за анализу осмотрених климатских промена на територији Србије коришћени су дневни гридовани подаци о температурама и падавинама на мрежи од 10 km резолуције из база E-OBS³ и DanubeClim

E-OBS је база гридованих осмотрених метеоролошких података сакупљених од оперативних метеоролошких служби на територији Европе у оквиру пројекта European Climate Assessment & Dataset – ECA&D која се редовно ажурира. DanubeClim (*Climate of the Danube Region*) је атлас осмотрених метеоролошких података на територији слива Дунава, у оквиру кога се налазе и дневни гридовани осмотрени метеоролошки подаци за период од 1961. до 2010. године, и резултат је пројекта CARPATCLIM⁴. DanubeClim (*Climate of the Danube Region*) и CARPATCLIM (*Climate of the Carpathian Region*) су пројекти у оквиру којих је израђен атлас гридованих осмотрених метеоролошких података. У пројектима је учествовао РХМЗ⁵ па су за територију Републике Србија коришћени подаци из државне мреже синоптичких, климатолошких и падавинских станица у надлежности РХМЗ. На основу ових података израчунате су средње годишње и сезонске вредности средњих, минималних и максималних температура ваздуха и количина падавина, 15 климатских индекса за период март-август, за периоде 1998-2017 и 2008-2017. Учесталост појаве суше је анализирана помоћу вредности SPEI6 (*Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index*) индекса суше за период од марта до августа, од 1890-2017 за Београд и 1950-2017 за остале станице, осредњено за територију Републике Србије. Овај индекс се израчунава на основу података о количини падавина и евапотранспирације и представља разлику суме падавина и евапотранспирације која је представљена преко одговарајуће статистичке расподеле. Вредности разлике суме падавина и евапотранспирације могу бити акумулиране за различите временске периоде. Предност SPEI над другим индексима суше је што на једноставан начин идентификује улогу евапотранспирације и температурне варијабилности при анализи суше.

Будуће климатске промене у сва три извештаја су анализиране на основу резултата симулација регионалних климатских модела (RCM) под актуелним IPCC сценаријима за емисију гасова са ефектом стаклене баште. У Првом и Другом извештају анализирани су резултати повезаног (атмосфера-океан) регионалног модела EBU-POM (*ETA Belgrade University – Princeton Ocean Model*) под SRES (*Special Report on Emissions Scenarios*) сценаријима A1B и A2 Међувладиног панела о климатским променама (IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*). Хоризонтална резолуција коришћених података била је око 25 km. За референтни период изабран је 1961-1990 (стандардни климатолошки период), а промене климе су анализиране до краја 21. века.

У Првом извештају анализирани су само промене годишњих и сезонских температура и падавина у будућности у односу на референтни период, док су у Другом извештају резултати модела статистички кориговани како би се умањила систематска грешка која се

² WMO, 2009, Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation

³ <https://www.ecad.eu/download/ensembles/download.php#datafiles>

⁴ <http://www.carpatclim-eu.org>

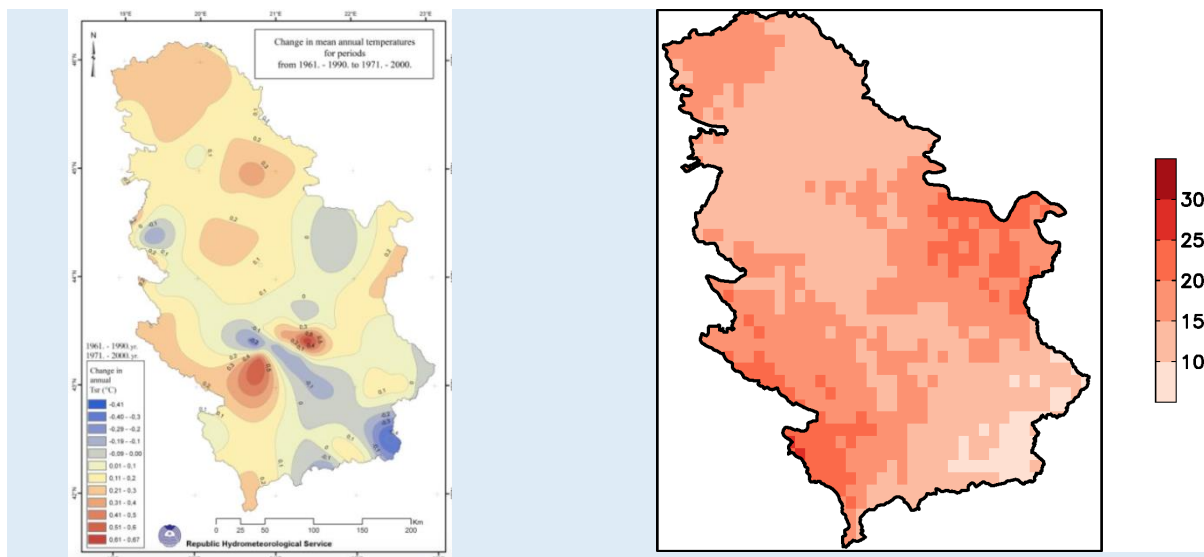
⁵ РХМЗ као координатор и извршилац Процене угрожености Републике Србије од временских елементарних непогода израдио је процену ризика на екстремне временске појаве (велика количина падавина, град, олујни ветар, снежне мећаве и наноси, поледица, топлотни и хладни таласи и суша). На нивоу општина израђују се процене ризика од временских елементарних непогода као и планови заштите и спасавања у ванредним ситуацијама.

уобичајено јавља у нумеричким климатским моделима (тзв. *BIAS*). Наиме, сви климатски нумерички модели у себи садрже грешке услед недовољног квалитета улазних података, начина параметризација комплексних физичких процеса у климатском систему и примењених нумеричких метода. Због тога је нарочито важно на који начин се интерпретирају резултати климатских симулација. Најједноставнији начин јесте приказивање промене метеоролошких параметара за одређени будући период у односу на изабрани референтни период у прошлости (тзв. делта приступ – *delta approach*). Међутим, оваквим приступом се могу показати само месечне, сезонске и годишње промене средњих температура и падавина. Да би резултати симулација могли да се користе за израчунавање различитих индекса и као улазни подаци у моделе утицаја климатских промена у различитим секторима привреде (нпр. хидролошки модели, водопривредни модели, модели време-биљка (тзв. *CROP* модели) и слични), неопходно је да буду статистички кориговани на дневном нивоу, тако што се упоређују са метеоролошким параметрима осмотреним током референтног периода. Због тога је изузетно важно располагати што већим бројем дугачких низова дневних осматрања на метеоролошким станицама широм земље.

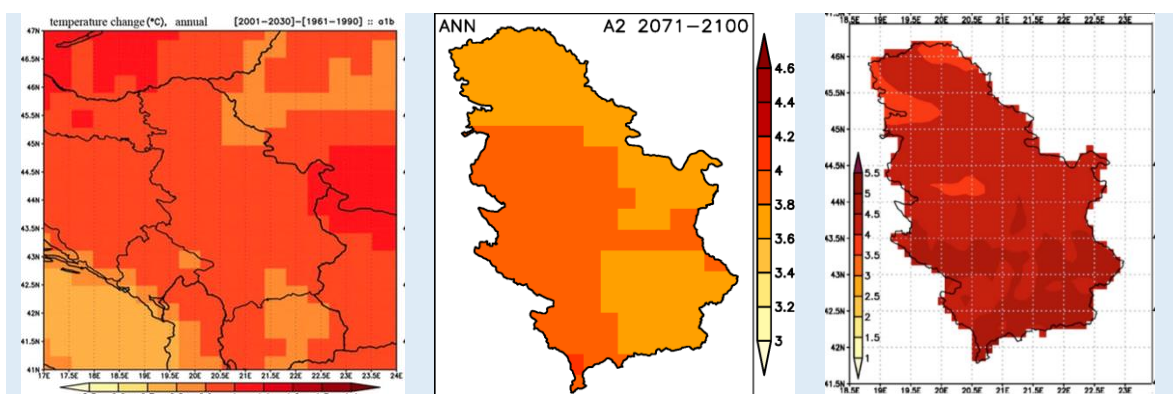
Помоћу коригованих резултата израчунате су промене 17 климатских индекса у будућности, а дневне вредности температура и падавина су затим коришћене у различитим моделима утицаја на основу којих су извршене процене рањивости у појединим секторима. Кориговани подаци симулација модела и резултати ових анализа су јавно доступни у бази података⁶. Промене средњих годишњих и сезонских температура и падавина приказане у Другом извештају су упоређене са ансамблом од 16 других RCM, јавно доступних кроз базу података ENSAMBLES пројекта, како би се утврдило да ли се резултати коришћеног климатског модела налазе у највероватнијем опсегу промена који даје ансамбл више различитих модела.

У Трећем извештају будуће климатске промене су анализиране на основу резултата ансамбла од 9 RCM из базе података EURO-CORDEX под RCP4.5 и RCP8.5 (*Relative Concentration Pathways*) IPCC сценаријима за емисију гасова са ефектом стаклене баште, на хоризонталној резолуцији од око 12km. Анализа резултата ансамбла више модела уместо само једног, као што је то био случај у прва два извештаја, омогућила је и процену неодређености резултата симулација будуће климе. Ово је нарочито важно за процену промене падавина, јер се Србија налази у прелазној области између повећања падавина на северу и смањења падавина на југу Европе. Боља резолуција коришћених симулација у односу на претходна два извештаја омогућила је детаљнију просторну анализу пројектованих промена климе, што је нарочито важно у областима са израженом орографијом (брдско-планинске области). Изабрани референтни период (1986-2005) је усклађен са Петим извештајем IPCC. Анализиране су промене средњих годишњих и сезонских температура, падавина и 17 климатских индекса, а статистички кориговани резултати модела су коришћени у моделима утицаја ради процене рањивости на климатске промене у појединим секторима привреде.

⁶ <http://haos.ff.bg.ac.rs/climatedb-srb/>



Слика 1. Пример резултата осматрених промена средње годишње температуре из Првог (лево) и Нацрта трећег извештаја (десно) РС према UNFCCC



Слика 2. Пример резултата пројекција будуће промене средње годишње температуре из Првог (лево), Другог (средина) и Нацрта трећег извештаја (десно) РС према UNFCCC

Преглед коришћених осматрених и симулираних метеоролошких података у Првом (INC), Другом (SNC) и Нацрту трећег (TNC) извештаја Републике Србије према UNFCCC приказан је у Табели 1, у наставку.

Табела 1. Преглед коришћених осматрених и симулираних метеоролошких података у Првом (INC), Другом (SNC) и Нацрту трећег (TNC) извештаја Републике Србије према UNFCCC

ОСМАТРАЊА		СИМУЛАЦИЈЕ ЗА БУДУЋНОСТ
INC	Подаци: осматрене средње месечне падавине и средње месечне температуре из мреже станица РХМЗ за период 1950-2014. година Извор: интерна база РХМЗ Резултати: трендови, аномалије, климатолошке нормале 1971-2000 и 1961-1990	Подаци: дневне Tmin, Tmax, Tsr, падавине (RR) из RCM EBU-POM, резолуција 25 km, IPCC SRES сценарија A1B, A2, референтни период 1961-1990, будући периоди 2001-2030 и 2071-2100. Извор: Институт за метеорологију, Универзитет у Београду – Физички факултет (доступни на захтев) Резултати: аномалије средњих годишњих и сезонских вредности температура и падавина на мрежи са резолуцијом 25 km
SNC	Подаци: осматрене дневне Tmin, Tmax, Tsr, RR са 25 станица мреже РХМЗ-а Извор: интерна база РХМЗ Резултати: трендови средњих годишњих и сезонских вредности и 17 климатских индекса у станицама	Подаци: дневна Tmin, Tmax, Tsr, RR из RCM EBU-POM, резолуција 25km, IPCC SRES сценарија A1B, A2, референтни период 1961-1990, будући периоди 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100. и дневне Tmin, Tmax, Tsr, RR из 20 RCM из ENSEMBLE пројекта за исте периоде и сценарија Извор: Институт за метеорологију, Универзитет у Београду – Физички факултет (доступни на захтев) ENSEMBLE пројекат (http://ensemblesrt3.dmi.dk/) Резултати: средње годишње и сезонске вредности Т и падавина и 17 климатских индекса и на мрежи са резолуцијом 25 km. Јавно доступна база података (http://haos.ff.bg.ac.rs/climatedb-srb/)
Нацрт TNC	Подаци: дневни подаци Tmin, Tmax, Tsr, RR гридовани на 10km и средњи месечни подаци о Т и падавинама на станици Београд Извор: базе података E-OBS и DanubeClim, Резултати: аномалије средње климатолошке годишње и сезонске вредности средњих, минималних и максималних Т и падавина, 15 климатских индекса, за периоде 1998-2017 и 2008-2017 у односу на референтни период 1961-1990. година, на мрежи од 10 km резолуције; годишње вредности SPEI6 индекса суше за период од 1890-2017. година за Београд и 1950-2017. година осредњено преко целе територије Србије	Подаци: дневне Tmin, Tmax, Tsr, RR из 9 RCM из EURO-CORDEX пројекта, резолуције око 12km, IPCC сценарија RCP4.5 и RCP8.5, референтни период 1986-2005. година, и будући периоди 2016-2035, 2046-2065, 2081-2100. Извор: јавно доступна база EURO-CORDEX пројекта (http://ensemblesrt3.dmi.dk/) Резултати: средње годишње и сезонске вредности Т и падавина и 17 климатских индекса и на мрежи резолуције 12km.

2.2. Прикупљање и доступност података

Према Закону о метеоролошкој и хидролошкој делатности ("Службени гласник Републике Србије", бр. 88/2010), Републички хидрометеоролошки завод Србије је, између осталог, надлежан за планирање, успостављање, одржавање и развој државне мреже метеоролошких и хидролошких станица, као и спровођење систематских метеоролошких и хидролошких мерења и осматрања у оквиру те мреже. Прикупљени подаци са мреже станица пролазе контролу квалитета, а затим се дистрибуирају, размењују, архивирају и чувају. Архивирани подаци чине фонд званичних метеоролошких и хидролошких података и информација.

Део прикупљених метеоролошких података јавно је доступан у оквиру годишњака, који се објављују на сајту РХМЗ⁷ и то средином године за претходну календарску годину. Ови годишњаци садрже дневне осмотрене вредности метеоролошких параметара за 6 главних (синоптичких) станица и средње месечне осмотрене вредности за остале станице у мрежи. Овим годишњаком нису обухваћени подаци са падавинских станица, него само са главних и обичних метеоролошких станица. С обзиром на већу просторну променљивост падавина анализа падавина захтева већи број осмотрених података, тј. мерних станица, тако да подаци доступни у годишњацима нису потпуни. Подаци су приказани табеларно, а документ је у PDF формату што отежава аутоматско преузимање података те практично њихово прекуцавање што је временски захтевно и повећава ризик од грешака и непрецизности. За период од 1949. до 1991. доступни су само скенирани годишњаци при чему је видљивост података у неким случајевима веома лоша.

Осмотрени дневни (и термински) подаци се чувају у интерној бази РХМЗ и приступ тим информацијама се наплаћује. Наплата накнаде се врши према Закону о метеоролошкој и хидролошкој делатности ("Службени гласник РС", бр. 88/2010) када се на захтев корисника издају додатне информације. Висина накнаде је утврђена Уредбом о утврђивању накнаде за пружање услуга из области метеоролошке и хидролошке делатности ("Службени гласник" бр. 37/13). Слична ситуација је и са хидролошким подацима који се објављују у хидролошким годишњацима. С друге стране већина држава чланица ЕУ и сама ЕУ имају ову врсту података јавно доступну.

Поред метеоролошких и климатолошких осматрања, на неким станицама се спроводе и агрометеоролошка и фенолошка осматрања. Историјски фенолошки подаци су делимично дигитализовани и налазе се у интерној бази података РХМЗ која није јавно доступна.

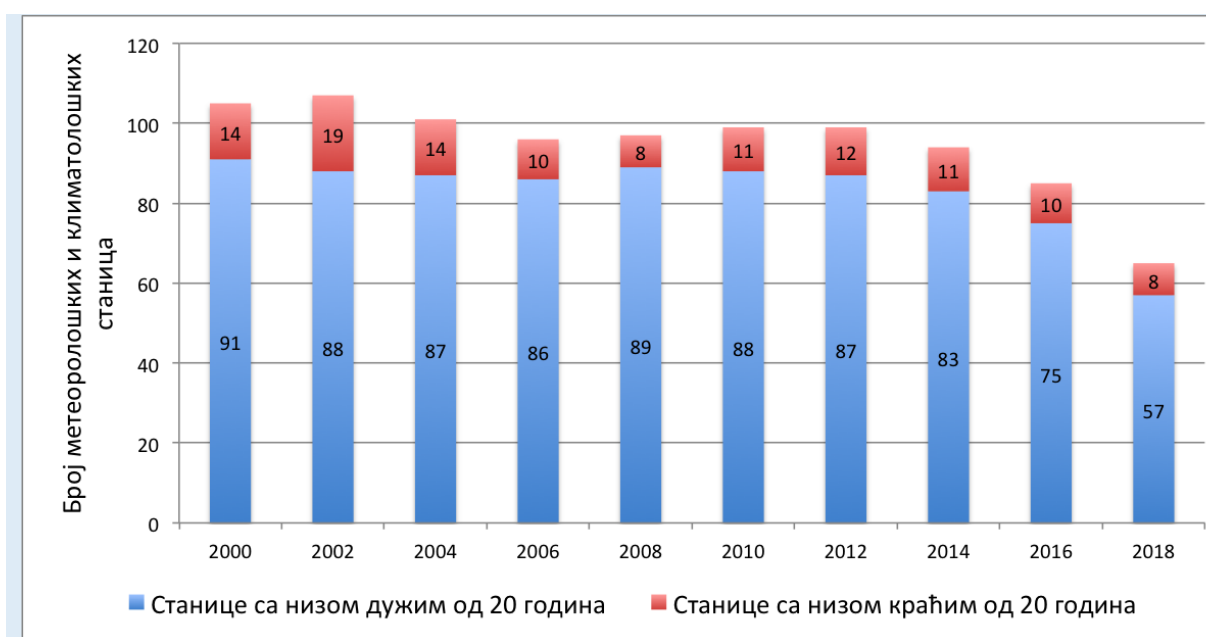
С друге стране, постоји неколико јавно доступних гридованих база података дневних метеоролошких осматрања (*E-OBS*, *DanubeClim*, *CarpathClim*) које углавном имају резолуцију од око 10 km. Важно је напоменути да су за израду последње две поменуте гридоване базе осмотрених дневних метеоролошких параметара коришћени подаци са свих метеоролошких станица из мреже РХМЗ, укључујући и падавинске које су задовољавале захтеване критеријуме расположивости тражене временске серије. Ово често није довољно за потребе истраживања, нарочито оних која обухватају области на вишим надморским висинама (процена температуре и падавина није добра). Додатно, руковање овим подацима захтева одређено познавање софтверских пакета и може представљати проблем истраживачима из појединих научних области у којима није уобичајен коришћен формат. Од набројаних база *E-OBS* редовно ажурира податке, док су друге две направљене закључно са 2010. годином.

Додатно, РХМЗ је у сарадњи са Институтом за метеорологију, Физичког факултета, Универзитета у Београду израдио климатске симулације RCM EBU-POM (хоризонтална

⁷ http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php

резолюција 25km) под IPCC сценаријима A1B и A2 који су коришћени у Првом и Другом извештају према UNFCCC, као и климатску симулацију RCM NMMB (Nonhydrostatic Multiscale Model on the B grid) под IPCC сценаријом RCP8.5 на хоризонталној резолуцији од око 8km. Резултати ових симулација су доступни на захтев и коришћени су у више истраживања у различитим секторима.

Додатан проблем, за будућа истраживања и анализе је и смањење броја мерних станица на територији Републике Србије. Од 2011. године⁸ до данас укупан број главних и обичних климатолошких станица се смањио са око 100 на око 65⁹, падавинских са око 550 на око 250, број станица на којима се врше агрометеоролошка и фенолошка мерења са око 50 на око 30, док се влажност земљишта мери на 9 метеоролошких станица. Нису познати разлози ових промена.¹⁰



Слика 3. Број главних и обичних климатолошких станица у мрежи PXM3 по годинама (анализа Метеоролошких годишњака, http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteo_godisnjaci/)

⁸ http://www.hidmet.gov.rs/podaci/download/RHMZSrbije_Godisnjak_2011.pdf

⁹ http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteo_godisnjaci/Meteoroloski%20godisnjak%201%20-%202018.pdf

¹⁰ Државне мреже метеоролошких и хидролошких станица прописане су „Уредбом о утврђивању локација метеоролошких и хидролошких станица државних мрежа и заштитних зона у околини тих станица, као и врсте ограничења које се могу увести у заштитним зонама“ ("Службени гласник РС", бр. 34/13) и „Уредбом о утврђивању државних мрежа метеоролошких станица, програма рада и начина извештавања државних мрежа метеоролошких станица“ ("Службени гласник РС", бр. 123/12), а састоје се од: 32 станице које раде по синоптичком програму осматрања (сатна мерења), 65 метеоролошких станица које раде по климатолошком програму (мерења се врше три пута дневно), 316 локација на којима се врше мерења по програму падавинских станица (једном дневно), 13 метеоролошких радара, 2 радиосондажне станице, 46 аутоматске метеоролошке станице, 47 аутоматска кишомера. У оквиру националне мреже метеоролошких станица постоје станице које раде у складу са програмом агрометеоролошких мерења и осматрања: 9 аутоматских станица за мерење влажности земљишта, 16 станица на којима се мери температура земљишта, 1 станица за мерење евапотранспирације помоћу тежинског лизиметра, 30 фенолошких станица и 5 станица које врше мерења испаравања са слободне водене површине. Хидролошки осматрачки систем се састоји од 183 хидролошке станице површинских вода, 343 станице подземних вода (три главне са 12 пијезометара, 168 станица I реда и 160 станице II реда) и 113 аутоматских хидролошких станица површинских вода и 58 станица за мерење нивоа подземних вода.

Са аспекта ЕЕА (Европска агенција за животну средину) индикатора, за индикаторе:

1. Просечна температура ваздуха
2. Интензивне падавине
3. Град
4. Јак ветар
5. Постоје потребни подаци, јер се врше континуирана мерења температуре ваздуха, падавина, ветра, снежног покривача и града кроз метеоролошки осматрачки систем РХМЗ-а. Подаци о појави града бележе се на метеоролошким станицама. С обзиром на то да на територији Србије функционише противградна заштита, прате се и површине са оштећењима од града, али ти подаци нису јавно доступни.
6. Влажност тла
 - а. У оквиру националне мреже метеоролошких станица, током 2019. године је успостављена мрежа аутоматских станица за мерење влажности земљишта. До сада је постављено 9 станица и у фази су тестирања.
7. Снежни покривач
8. Иако постоје мерења снежног покривача, потребно их је унапредити, пре свега чешћим мерењем густине снега.
9. Метеоролошка суша

У саставу хидрометеоролошког система за рану најаву и упозорења РХМЗ, развијен је национални оперативни Систем мониторинга, ране најаве и процене ризика суше који омогућава константно праћење услова влажности и издаје анализе, прогнозе и упозорења о појави, просторном обиму и интензитету суше на територији Србије. Систем мониторинга и оцене ризика суше РХМЗ представља основу националног плана за борбу са сушом који садржи три основне компоненте: праћење (мониторинг) и рану најаву, процену ризика и ублажавање последица и одговор.

Оперативни процедуре праћења услова влажности обухватају израчунавање различитих индекса суше и параметара стања влаге, као и различита мерења: Стандардизовани индекс падавина (*Standardized Precipitation Index - SPI*) и Стандардизовани индекс падавина и евапотранспирације (*Standardized Precipitation Evapotranspiration Index - SPEI*) за период од 1 до 12 месеци и више, рачуна се на крају сваког месеца, док се израчунавање за периоде од 30, 60 и 90 дана врши на дневном нивоу; Палмеров Z индекс који представља меру месечне аномалије влаге; влажност земљишта добијена мерењем; расположива влага у земљишту одређена израчунавањем водног биланса, актуелне и прогнозиране вредности референтне евапотранспирације.

РХМЗ издаје прогнозу услова влажности на основу једномесечног SPI са 10-дневним прогнозираним вредностима падавина, и двомесечног SPI са месечним прогнозираним вредностима падавина. Прогнозиране вредности падавина добијају се из прогностичких система ECMWF и РХМЗ.

Пројекције ни једног од наведених индикатора не израђују се званично у оквиру институција Владе, мада их израђује тим стручњака Института за метеорологију Физичког факултета у Београду.

2.3. Кључни проблеми

За анализу климатских промена и процену утицаја на различите секторе и системе неопходно је располагати што већим бројем дугачких низова дневних метеоролошких података на целој територији Србије. Ови подаци се осматрају на главним метеоролошким,

обичним климатолошким, агрометеоролошким и фенолошким станицама. Подаци са ових станица, као и подаци са хидролошких и станица за подземне воде сакупљају се у интерној бази РХМЗ и нису јавно доступни. Поред трошкова за добијање података, што није пракса у ЕУ нити у свету, процедуре су компликоване и дуготрајне.

Доступни метеоролошки и климатолошки подаци, као што су дневни осмотрени метеоролошки подаци, нису у форматима лаким за руковање.

Гашењем станица губи се континуитет вишегодишњег праћења климе на једном месту, што је неповољно са становишта анализа промена климе, али и процена њиховог утицаја на системе и секторе. Слична ситуација је и у случају хидролошких станица.

Израда климатских симулација захтева одговарајуће рачунарске ресурсе, због чега је неопходно улагање у такве *HPC* системе (*high performance computing*) и њихово одржавање, што није случај у РХМЗ-у. Додатно, треба имати у виду и недостатак довољно обученог кадра у РХМЗ-у који би самостално израђивао климатска сценарија.

2.4. Препоруке

Анализе промена климе и њиховог утицаја на секторе и системе у великој мери зависе од доступности података и њиховог квалитета. Од кључног је значаја и да се за различита истраживања утицаја промена климе користи иста база метеоролошких, климатолошких, хидролошких, фенолошких и агрометеоролошких података (укључујући и оне са станица Пољопривредних саветодавних и стручних служби) осмотрених и пројектованих података. Из тог разлога од основног је значаја да подаци РХМЗ буду јавно доступни, у репрезентативним низовима и форматима.

Препорука је да се уреди јавно доступна база података на националном, али и нивоу региона (административни) и рејона (секторски у зависности од климатских и других услова) и градова и општина и електронска визуелна платформа. Платформа би имала значајну улогу и у систему мониторинга и евалуације (*M&E*) на националном нивоу. Уколико не постоји могућност формирања овакве базе коришћењем података РХМЗ-а, иста би се могла израдити коришћењем неке од база јавно доступних података које су коришћене и у нацрту Трећег извештаја. База и платформа би требало да садрже и податке из климатских сценарија и то до нивоа локалних самоуправа.

У начелу, најефикасније би било постојање гридоване мреже осмотрених података на резолуцији од 1km, која би обезбедила податке и за пословну заједницу, односно за потребе анализа на нивоу пољопривредног или шумског газдинства, заштићеног природног добра, речног слива, региона, градова и насеља и друго.

Подаци који не постоје или постоје у недовољној мери, а били би корисни за истраживања утицаја климатских промена су:

- мерења влажности земљишта (успостављање мерења влажности земљишта у областима које су најпогођеније сушом и дефицитом падавина, а где је заступљена пољопривредна производња)
- фенолошки подаци (повећање броја фенолошких станица, унапређење квалитета фенолошких осматрања, потпуна дигитализација фенолошке базе података)
- мерења подземних вода (повећање броја станица на којима се врше мерења подземних вода, нарочито у областима које су највише погођене сушом)
- јавна база података о појави града и штета од града
- унапређење мерења густине снежног покривача.

2.5. Предлог активности
С обзиром да су за потребе Трећег извештаја РС према Оквирној конвенцији УН о промени климе израђене анализе осмотрених и пројекције очекиваних промена климе у сагласности

са најновијим извештајима Међународног панела о промени климе не постоји потреба унапређења истих.

Пројекат би могао да обезбеди и подршку у припреми јавно доступне базе података и платформе.

Додатно, у оквиру пројекта могла би се припремити, у сарадњи¹¹ са РХМЗ-ом, препорука за пожељан број станица у мрежи, са аспекта проучавања климатских промена и унапређење расположивости осматраних података.

III ПОЉОПРИВРЕДА

3.1. Тренутно стање

Удео пољопривреде у бруто националном дохотку, заједно са шумарством и рибарством, је између 6-6,8% (РЗС, 2018¹²), при чему 40,6% становништва живи у сеоским подручјима и бави се неким областима пољопривреде (РЗС, 2018¹³). У сектору делатности, најзаступљенија је: „Прерађивачка индустрија“ (17,2%), „Пољопривреда, шумарство и рибарство“ (14,8%) и „Трговина на велико и мало; поправка моторних возила и мотоцикала“ (14,7%). Посматрано по регионима, највише запослених у прерађивачкој индустрији имају Регион Војводине (31,0%) и Регион Шумадије и Западне Србије (31,9%). Готово половина (46,4%) свих запослених у сектору „Пољопривреда, шумарство и рибарство“ забележена је у Региону Шумадије и Западне Србије, док је највише запослених из сектора „Трговина на велико и мало“ у Београдском региону (32,2%) (Попис пољопривреде, 2012).

Подаци од значаја за пољопривредну производњу за 2018. годину (Статистички годишњак, 2019¹⁴) приказани су у Табели 2.

Табела 2. Пољопривредна производња у Републици Србији

УКУПНО КОРИШЋЕНА ПОВРШИНА ЗЕМЉИШТА ЗА ПОЉОПРИВРЕДУ (2018. год)				
3.765.847 хектара				
БИЉНА ПРОИЗВОДЊА 66,3%			СТОЧАРСКА ПРОИЗВОДЊА 33,7%	
ОРАНИЦ Е И БАШТЕ 74,1%	ЛИВАДЕ И ПАШЊАЦИ 19,4%	ВОЋЊАЦИ 5,3%	ВИНОГРАДИ 0,6%	ОСТАЛО 0,6%

Од пољопривредних култура најзаступљенији су кукуруз, пшеница, сунцокрет и соја, а од повртарских кромпир, паприка и пасуљ. Од воћарских засада доминантна је производња шљива, јабука, малина и вишања, који заузимају око 75% површина под воћем, док остали засади воћа заузимају преосталих 25% површине. Велики број нових засада користи системе наводњавања методом кап по кап и противградне мреже, односно адаптационе мере које су постале неопходне за постизање високих и стабилних приноса у дужем временском периоду.

¹¹ Планирање, успостављање, одржавање и развој државне мреже метеоролошких и хидролошких станица је у надлежности РХМЗ.

¹² <https://publikacije.stat.gov.rs/G2018/Pdf/G20182051.pdf>

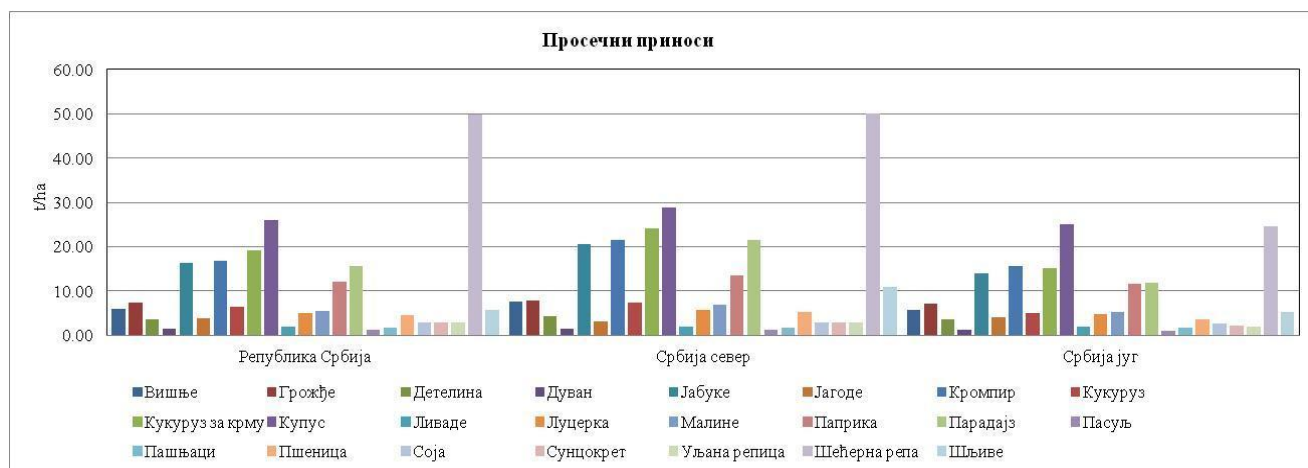
¹³ <https://publikacije.stat.gov.rs/G2018/Pdf/G20182051.pdf>

¹⁴ <https://publikacije.stat.gov.rs/G2019/Pdf/G20192052.pdf>

На основу доступних података, производња органске хране повећала се са 218 на 6154 газдинстава у периоду од 2011. до 2017. године¹⁵. Укупно обрадива површина под органском производњом је 7540 ha, а у процесу преласка на органску производњу налази се још 5919 ha. По најновијим подацим (FAOSTAT), укупна органска производња се обавља на 19200 хектара.

Број грла стоке у органској производњи говеда опала је са 283 на 87, док је стабилан број оваца (4665), коза (248) и живине (4415). Сточарска производња је присутна на свим рељефима, а доминира у планинским подручјима. Доминантна је живинарска производња, чија бројност иде преко 16,6 милиона, након ње производња свиња са преко 3 милиона, затим овчарство и говедарство. Треба напоменути да се обим сточарске производње смањило у погледу броја живине, коза, коња и свиња, а остао је на готово истом нивоу по броју говеда, коња и оваца у односу на бројност по попису пољопривреде из 2012. Изражено по условном грлу, дошло је до смањења од око 9%. Забележен је само пораст броја кошница (за око 22%).

Просечни приноси различитих пољопривредних култура за период 2016-2018. године на основу података из Статистичког годишњака 2019. године¹⁶ и података из FAOSTAT базе¹⁷ приказани су на Слици 4.



Слика 4. Просечни приноси различитих биљних култура

Начин преузимања и обраде података из FAOSTAT базе много је једноставнији у односу на годишњаке Републичког завода за статистику (РЗС). Предност података из база годишњака РЗС-а је у приказу на националном, али и на нивоу региона. Подаци на нивоу локалних самоуправа нису доступни ни у једној бази, са изузетком 2012. године, када је урађен Попис пољопривреде и ови подаци јавно су доступни (у бази РЗС-а). Додатно, често се дешава да су подаци РЗС некористени у приказивању.

Утицаји промена климе на сектор пољопривреде анализирани су у Првом, Другом и нацрту Трећег извештаја. У првом извештају углавном су приказани резултати за АП Војводину. У Другом су анализирани промене приноса најзаступљенијих ратарских култура и вегетационог периода, да би у трећем укључиле и повртарске и воћарске културе. До сада

¹⁵ <https://serbiaorganica.info/organska-poljoprivreda>

¹⁶ <https://publikacije.stat.gov.rs/G2019/Pdf/G20192052.pdf>

¹⁷ <http://www.fao.org/faostat/>

нису анализиране појаве штеточина и обољења нити су приказани трендови осматраних промена.¹⁸

Први Национални извештај према Оквирној конвенцији Уједињених Нација о примени климе констатује да ће измењени климатски услови и њихова већа променљивост утицати у будућности на стање у пољопривреди Републике Србије. Повећање температура и већа учесталост екстремних временских догађаја може довести до смањења приноса и повећања међугодишњих флукуација у приносима, уколико се на време не предузму адекватне мере прилагођавања.

Климатске промене ће највише утицати (погодити) на принос кукуруза. Уколико се не примене мере прилагођавања, до 2030. године очекује се смањење приноса кукуруза у ненаводњаваним условима од 58%.

Потенцијално смањење приноса пшенице износиће до 16% у периоду до 2030. године у зависности од региона. Очекује се и смањење производње шећера по хектару шећерне репе, а до 2100. године и смањење производње соје и винове лозе. Повећање температура изазвано променом климатских услова продужиће период вегетације озиме пшенице и скратити период вегетације соје и кукуруза, померити почетак сезоне раста унапред (у просеку између 20 и 30 дана до 2100. године), што ће утицати на временски распоред пољопривредних радова. У условима климатских промена запажају се и очекују бројне промене у погледу појава обољења и штеточина. Гљивична обољења и појава штеточина (и повезаних вирусних обољења) представљаће изазов на који ће морати да одговоре будуће мере заштите култура.

Дугорочни ефекти екстремних временских догађаја могу довести до смањења производне плодности (приносног потенцијала) појединих типова земљишта и нарушити њихове битне функције. Нарочито је потребно имати на уму ерозију услед дејства обилних падавина и огољеног тла на обронцима на нагнутим теренима (брдско- планинска земљишта).

Благовремене мера прилагођавања, међутим, од којих је најважнија повећање капацитета за наводњавање, могу за одређене културе довести и до повећања приноса, као и две годишње жетве (до 2100. године).

Према другом извештају Републике Србије према Конвенцији очекиван је пораст рањивости пољопривредне производње услед повећања брзине раста биљака. Промене датума цветања за период 2001-2030. за кукуруз, соју и озиму пшеницу износе неколико дана. Промена датума пуног зрења, која се креће од 7 до 13 дана у просеку, указује на раније зрење кукуруза, док се код озиме пшенице и соје не очекују значајније промене. За период 2071-2100. очекује се раније цветање кукуруза и соје, и то за више од две недеље. За кукуруз време пуног зрења може бити и до два месеца раније, што може значајно утицати на квантитет и квалитет приноса. За соју, време пуног зрења може бити око две недеље раније, па би слично померање датума цветања и зрења требало да допринесе задржавању уобичајене дужине вегетације. У начелу, промене у динамици вегетације могу значајно да утичу на принос ових култура и организацију радова у пољу. Истовремено, ранија сетва може да буде значајан фактор адаптације ових култура на очекиване промене климе. Процене промена очекиваног приноса озиме пшенице за период 2001-2030. указују на релативне промене приноса од приближно -16% у северозападном и северном региону, до 21% у југоисточном региону земље. Међутим, за период 2071-2100. очекује се измењена регионална рањивост: највећа релативна промена приноса у централном региону (6%) и смањење приноса на југу Србије (-10%). Очекиване промене приноса кукуруза за период 2001-2030. године имају променљиви знак у зависности од региона, са највећим могућим

¹⁸ <http://www.klimatskepromene.rs/publikacije/>

смањењем од -6%. За период 2071-2100. године очекивано смањење приноса креће се од -52 до -22% за целу територију Србије. Добијени резултати су у складу са резултатима добијеним за услове без наводњавања. Анализе показују да, уз наводњавање, принос кукуруза до средине 21. века може да се умањи и до 31%. Промене приноса соје варирају од 31% (северни регион) до 41% (јужни регион) за период 2001-2030. и од -14% до 20% за период 2071-2100. године, са очекиваним повећањем у северном и југоисточном региону Србије.

Стратегија развоја пољопривреде за период 2014 - 2024. године, констатује:

Приноси већине усева су релативно нижи у односу на развијеније земље и бележе значајне осцилације. Анализа динамике промене приноса изражених десетогодишњим просецима у току последње три деценије, указује да перманентан раст приноса има само индустријско биље и неке врсте воћа (шљиве и малине). Приноси жита још увек не достижу ниво десетогодишњег просека из предтранзиционог периода (1980-1989. године). Пшеница и кукуруз су два водећа производа по уделу у сетвеним површинама, са дугом традицијом, добрим домаћим и доступним иностраним сортиментом, те се овакав развој приноса и производње може приписати недовољној обучености произвођача, застарелој технологији и недовољној прилагођености на климатске промене.

Даље, Стратегија указује на податке из извештаја Републике Србије према Оквирној конвенцији Уједињених Нација о промени климе и наводи потребу прилагођавања на измењене климатске услове. Међутим сама не дефинише мере адаптације и не ставља их у приоритетне.

Од индикатора директно од значаја за оцену утицаја промена климе на сектор пољопривреде, ЕЕА прати трендове и припрема пројекције за следеће:

- 1) Принос усева који зависи од доступности воде;
- 2) Агрофенологија (цветање озиме пшенице);
- 3) Потребне усева за водом (дефицит у периоду раста кукуруза);
- 4) Сезона раста усева;
- 5) Садржај органског угљеника (CO₂) у земљишту (у површинском слоју); као и
- 6) Економске штете од елементарних непогода.

Иако су пројекције за индикаторе 1) – 4) и за већи број усева приказани у Првом, Другом и нацрту Трећег извештаја, а трендови се могу добити из базе података РЗС-у, не постоји систематизовано праћење промена ових величина, нити су део неке од јавно доступних база података. Подаци на нивоу локалних самоуправа нису доступни, нити је познато да их има.

Индикатор 5) прати *SEPA* (Агенција за заштиту животне средине - <http://indicator.sepa.gov.rs/pretraga/indikatori/allfind/629f8ac8c0a546818e78e466357d1de3>) и доступне су вредности из 2013. године. Потребно је изградити усклађивање са ЕЕА начином праћења и приказивања.

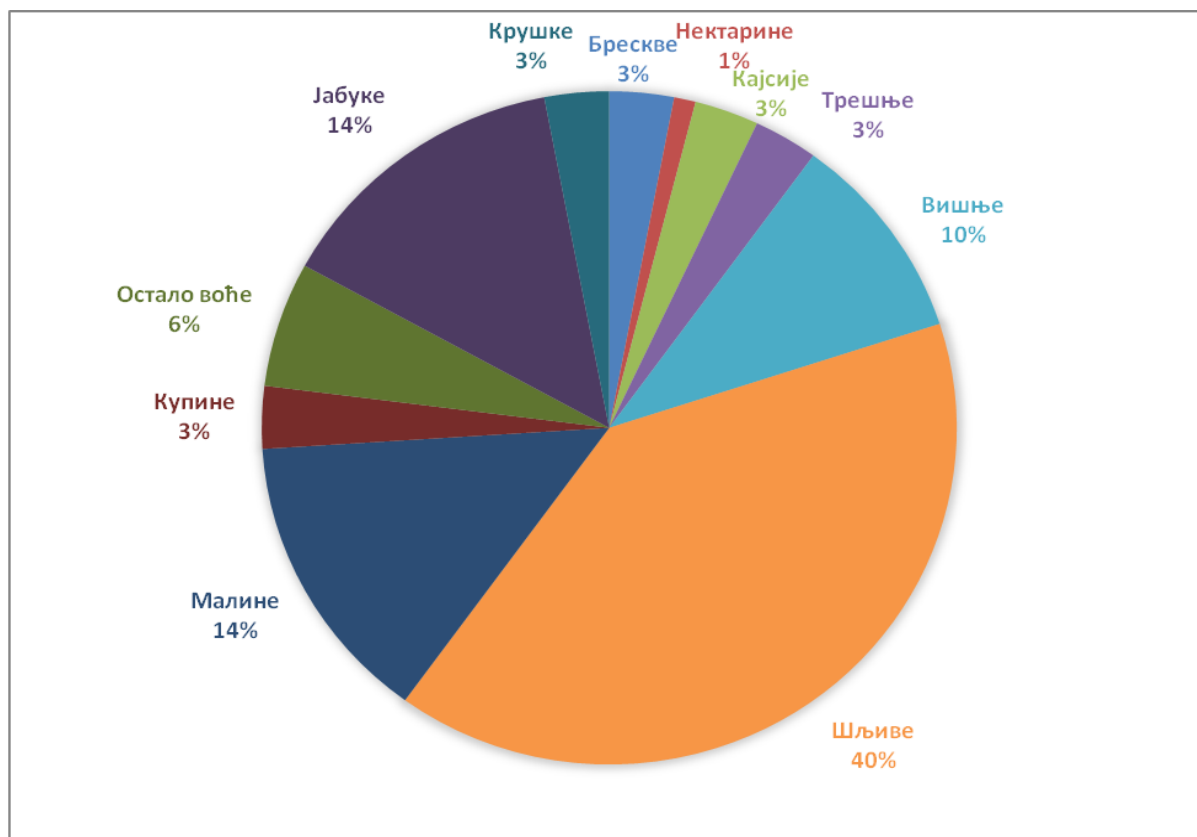
Економске штете од елементарних непогода Индикатор 6) иако повезан и са другим секторима, свакако је од великог значаја за сектор пољопривреде, која трпи велике губитке услед елементарних непогода, а пре свега суша. Пројекције промена климе, као и губитака приноса и сл. свакако воде закључку да ће ове штете бити још веће у будућности, са порастом учесталости појављивања и интензитета суша. Подаци о штетама и губицима у пољопривреди интегрални су део базе података којом управља Министарство унутрашњих послова (<https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp?countrycode=srb&continue=y>) међутим није доступна методологија процена штета и губитака у сектору пољопривреде, нити постоје подаци конкретно за сектор пољопривреде. Развој методологије и

систематизовање података с тим у вези међу кључним је приоритетима уопште у овој области.

3.1.1. Воћарство

У Србији се комерцијално гаји 16 врсти воћака: јабука, крушка, дуња, шљива, вишња, трешња, бресква и нектарина, кајсија, јагода, малина, купина, рибизла, боровница, орах, лешник и бадем. Остале воћне врсте су мање заступљене и немају већи економски значај.

Званичне податке о производњи, приносима и површинама различитих врсти воћака могу се наћи на сајту FAO организације и РЗС. Републички завод за статистику је 2018. године, на основу анкете коју је спровео на узорку изабраних породичних газдинстава и предузетника током 2017. године, објавио документ „Статистика воћарске производње - Резултати истраживања о воћњацима 2017“. Из тог документа се може видети да је укупна површина у 2017. години под воћњацима износила 183.602 ха. Структура воћарске производње приказана је на Слици 5.



Слика 5. Заступљеност воћних врста у укупним површинама под воћњацима

Ово истраживање је прво такве врсте у нашој земљи и поред површине, укупне производње и приноса, обухватило је и структуру сортимента, старост засада, као и густину садње. Следеће овако истраживање, планирано је за 2022. годину. Главни недостатак оваквих истраживања је репрезентативност узорка, односно честина (недостатак података за сваку годину), па самим тим не могу да се прецизно прате осцилације у производњи и њихова зависност од климатских услова.

С друге стране у бази података FAO (<http://www.fao.org/faostat>) доступне су годишње вредности за вишегодишњи период (Табела 3), али не и подаци за дужи низ година. Подаци за 2019. годину, још увек нису доступни на овом сајту.

Табела 3. Површина, производња и принос најзначајних врсти воћака

Врста	Годи на	Површина (ha)	Производња (t)	Принос (t/ha)	Врста	Годи на	Површина (ha)	Производња (t)	Принос (t/ha)
Јабука	2014	23.737	336.313	14,2	Бресква и нектарина	2014	8.012	91.348	11,4
	2015	24.703	431.759	17,5		2015	7.501	98.119	13,1
	2016	24.818	400.473	16,1		2016	7.244	82.795	11,4
	2017	25.134	378.644	15,1		2017	7.132	80.578	11,3
	2018	25.917	460.404	17,8		2018	7.068	73.657	10,4
	Просек	24.862	401.519	16,2		Просек	7.391	85.299	11,5
Шљива	2014	77.949	401.452	5,2	Крушка	2014	7.343	63.744	8,7
	2015	74.172	354.890	4,8		2015	6.082	71.895	11,8
	2016	73.319	471.442	6,4		2016	5.949	60.799	10,2
	2017	72.024	330.582	4,6		2017	5.703	52.291	9,2
	2018	72.224	430.199	6,0		2018	4.982	53.905	10,8
	Просек	73.938	397.713	5,4		Просек	6.012	60.527	10,1
Малина	2014	11.041	61.715	5,6	Кајсија	2014	5.290	29.655	5,6
	2015	16.211	97.165	6,0		2015	5.471	27.611	5,0
	2016	20.194	113.172	5,6		2016	5.670	25.617	4,5
	2017	21.861	109.742	5,0		2017	5.707	41.320	7,2
	2018	22.654	127.010	5,6		2018	5.860	25.414	4,3
	Просек	18.392	101.761	5,5		Просек	5.600	29.923	5,3
Вишња	2014	13.990	93.905	6,7	Јагода	2014	4.977	23.307	4,7
	2015	16.034	105.150	6,6		2015	5.077	26.036	5,1
	2016	16.797	96.769	5,8		2016	5.806	22.938	4,0
	2017	17.566	91.659	5,2		2017	7.054	30.106	4,3
	2018	18.841	128.023	6,8		2018	6.892	21.735	3,2
	Просек	16.646	103.101	6,2		Просек	5.961	24.824	4,2

Подаци који се односе на 2017. годину су индентични са подацима које је објавио завод за статистику у документу „Статистика воћарске производње - Резултати истраживања о воћњацима 2017“. На основу којих извора FAO објављује податке за остале године, није познато. Оно што се може приметити су мали просечни приноси по хектару, израчунати из односа укупне производње и укупне површине, у односу на стручну праксу. Из стручне праксе познато је да су минимални приноси који се остварују у засадама јабуке 30-40 t/ha, шљиве 15 t/ha, малине 10 t/ha, брескве и нектарине 20-30 t/ha, крушке 20 t/ha, јагоде 15-20 t/ha.

Да би подаци били прецизнији потребна је већа координација државних институција које могу дати различите потребне податке. Неки од извора тих података могу бити: остварене субвенције на годишњем нивоу за подизање вишегодишњих засада (Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде), податке о количини произведеног и продатог садног материјала, као и о количини увезеног садног материјала (Управа за заштиту биља), податке о количини извезеног свежег воћа, податке о количини увезеног воћа, податке

прерађивачких капацитета, податке о количини извезеног смрзнутог воћа (Министарство трговине).

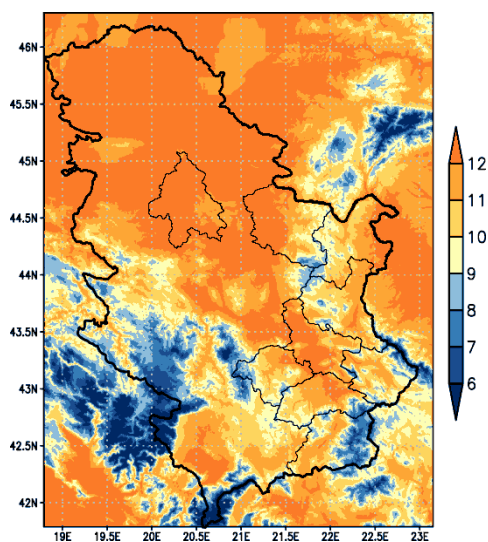
Поред података о приносима, **подаци о променама приноса услед климатских промена нису јавно доступни нити систематизовани**. Такође не постоје систематизоване базе података о штетама и губицима услед климатских промена.

Анализе појаве болести и штеточина као последице промена климе за воћарску, али и пољопривредну производњу на систематичан и систематизован начн до сада нису рађене и представљају један од изазова.

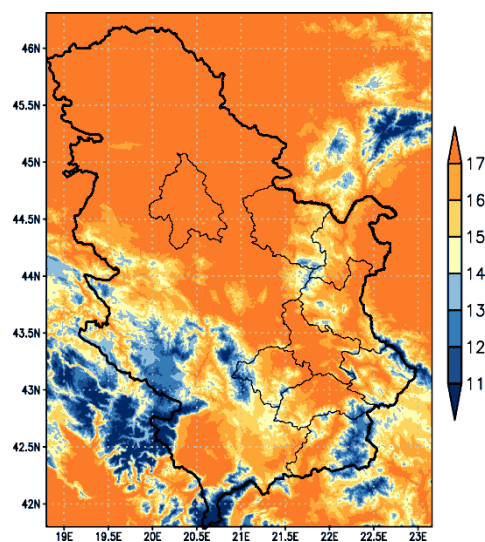
Препознајући значај рејонизације (дефинисање граница рејона који су мање или више погодни за гајење одрђене врсте воћака) одређене анализе у овом контексту су израђене. Модел топлотне повољности као индикатор опште повољности рејона садржи основне и корективне термичке показатеље. Од основних термичких показатеља (показатеља довољности или недовољности расположиве количине топлотне енергије) на конкретном простору за организовање економски оправдане производње воћа значајни су:

- Базна температура кретања вегетације
- Средња годишња температура ваздуха одређена по врстама воћака
- Средња вегетациона температура ваздуха такође одређена по врстама
- Дужина вегетације

Вредности ових термичких показатеља добијају се на основну дневних осматрања температуре ваздуха на станицама РХМЗ-а и израшунати су за период 1997-2016. година (Слике 6 и 7).



Слика 6. Средње годишње температуре ваздуха (1997-2016)



Слика 7. Средње вегетационе температуре ваздуха (1997-2016)

Задовољавајућа количина топлотне енергије на годишњем нивоу, не подразумева аутоматски и задовољавајућу количину те енергије у свим фазама годишњег циклуса раста и развоја воћака. Зато се у дати модел рејонизације морају унети, као корективни фактори, чиниоци и показатељи топлотног стреса воћака: мраз, као стресни дефицит топлотне енергије у почетним фазама вегетације, а за већину воћних врста и топлотни таласи, као стресни суфицит те енергије у критичним (летњим) месецима вегетације. Вредности

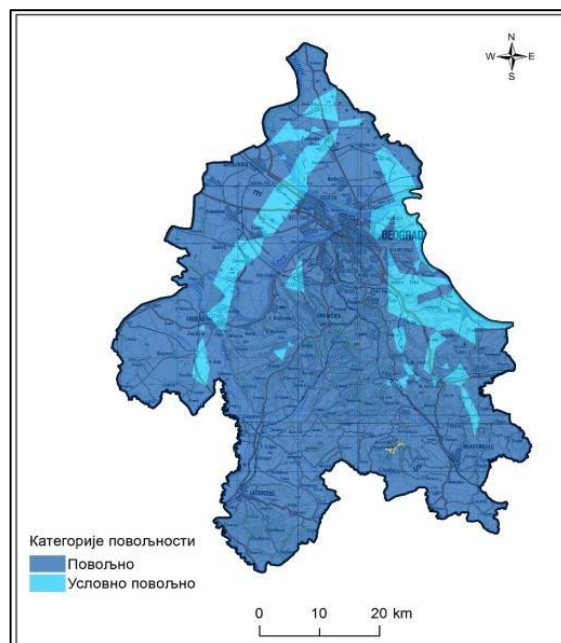
минималних топлотних параметара у зависности од врсте или групи сората приказане су у Табели 4.

Табела 4. Вредности минималних топлотних параметара по врстама

ВРСТА	Базна температура кретања вегетације °C	Дужина вегетације °C	Годишња Т ваздуха °C	Вегетациона Т ваздуха °C
Јабука ране сорте	12.0	150	9	15
Јабука касне сорте	12.0	170	9	15
Крушка ране сорте	12.0	150	10	16
Крушка касне сорте	12.0	170	10	16
Дуња	12.0	180	10	16
Мушмула	12.0	180	10	16
шљива европске сорте	11.0	150	9	15
Бресква	10.5	150	11	17
Кајсија	10.0	180	11	17
Трешња	11.0	150	10	16
Вишња	11.5	150	9	15
орех ране сорте	10.5	150	10	16
орех касне сорте	11.5	150	10	16
Леска	10.5	180	10	16
бадем ране сорте	9.0	180	11	17
бадем касне сорте	10.0	180	11	17
јагода ране сорте	10.5	90	8	14
Малина	11.0	120	8	14
Купина	12.0	120	9	15
Рибизла	10.5	140	7	13
Боровница	12.0	110	8	14
Огрозд	11.5	100	7	13

Од корективних показатеља топлотног стреса воћака, модел обухвата вероватноћу појаве пролећног мраза у почетним фазама вегетације интензитета већег од $-2,0^{\circ}\text{C}$. Уколико је та вероватноћа нижа од 20,0% (или уколико се мраз по уласку воћке у активни период јављао у 4 од 20 година) ризик од овог фактора еколошког стреса се третира као минималан, а простор који ова вероватноћа карактерише, као повољан за организовање производње воћа. Појава пролећног мраза са вероватноћом између 20,0 и 40,0% је третирана као умерено ризична, а простор са вероватноћом преко 40,0% је неповољан. Сличан однос повољности се огледа и када је у питању вероватноћа појаве топлотних таласа (број дана са температурама преко 35°C који значајно могу да редукују производњу воћа).

На основу ових термичких показатеља, посебно за сваку воћну врсту, може се извести подела рејона на повољне (вероватноћа појаве стресног фактора мања од 20%), средње повољне (вероватноћа појаве стресног фактора од 20 до 40 %) и неповољне (вероватноћа појаве стресног фактора већа од 40%) за организовање производње воћа. На Слици 8 су приказани повољни и мање повољни рејони за гајење брескве израђени за Београдски округ.



Слика 8. Топлотни услови за гајење брескве у Београдском округу

Чиниоци материјалних ресурса пољопривредних станишта, а пре свега вода и биогени елементи, такође се јављају као лимитирајући фактор организовања економски оправдане производње воћа. Уколико у одређеном рејону који је са аспекта топлотних показатеља повољан за гајење одређене воћне врсте, постоји доступни извори воде, овај проблем ће се решавати наводњавањем. Међутим, у многим деловима Србије доступност воде за наводњавање је веома органичана, а према пројекцијама биће све мања. Из тог разлога морају се примењивати алтернативни начини који ће решавати дефицит воде у одређеним фенофазама развоја воћака (избор отпорних сорти, избор подлоге, избор узгојног облика, избор врсте резидбе, начини одржавања земљишта).

3.1.2 Гајење винове лозе

У Републици Србији се под виновом лозом налази укупно око 25.000 ха, од чега је у Централној Србији и Војводини статистички укупно пописано 22.150 ха. Винске сорте се гаје на 17.483 ха, што чини 75,7% укупних површина под виноградима. Сорте чије је грозђе намењено потрошњи у свежем стању гаје се на укупно 4667 ха, односно на 24,3% укупних површина под виноградима (Попис пољопривреде, 2012).

У региону Централна Србија винова лоза се гаји на 17.118 ха, а у региону Војводине на 5032 ха. Од површина под виновом лозом које су обухваћене Пописом 2012. године, 77,3% се налази у региону Централна Србија, а 22,7% у региону Војводина. Највише винограда се налази у оквиру рејона Три Мораве, а на нивоу општина највише винограда се налази у општини Трстеник. У Централној Србији стоне сорте се гаје на чак 30,1% површина под виноградима, док се у Војводини стоне сорте гаје на 16% површина под виноградима.

Производњом грозђа бави се 80.341 пољопривредно газдинство, 12,7% од укупног броја газдинстава у Републици Србији (Табела 5).

Табела 5. Попис пољопривреде, 2012 (Извор: Виноградарски атлас, 2015)

ВИНОГРАДАРСКИ РЕГОН ЦЕНТРАЛНА СРБИЈА		Укупан број газдинста ва	Број газдинста ва са виногради ма	Виноград и (ha)	Винск е сорте (ha)	Стоне сорте (ha)
1	Поцерско-ваљевски рејон	60608	1153	190,62	96,77	93,85
2	Рејон Неготинска Крајина	6836	3555104	978,04	890,12	87,92
3	Књажевачки рејон	17733	6473	1.076,47	958,24	118,23
4	Млавски рејон	30557	6848	814,37	499,22	315,15
5	Топлички рејон	19856	5910	764,73	590,22	174,51
6	Нишки рејон	25381	8415	1.311,85	1.064,86	246,99
7	Нишавски рејон	11873	3598	470,88	433,10	37,78
8	Лесковачки рејон	11873	10863	1.459,27	1.282,49	176,78
9	Врањански рејон	22159	2613	421,31	317,73	103,58
10	Чачанско-краљевачки рејон	31935	397	64,88	44,24	20,64
11	Рејон Три Мораве	54663	18129	7.528,76	6.161,22	1.367,54
12	Београдски рејон	37246	4421	1.129,55	426,26	703,29
13	Шумадијски рејон	38954	5000	1.119,79	534,21	585,58
ВИНОГРАДАРСКИ РЕГИОН ВОЈВОДИНА						
1	Сремски рејон	31371	2200	2.215,55	1.882,30	333,25
2	Суботички рејон	10270	447	312,18	295,39	16,79
3	Рејон Телечка	16817	334	115,23	75,16	40,07
4	Потиски рејон	25651	437	227,37	173,78	53,59
5	Банатски рејон	11900	800	132,03	84,19	47,84
6	Јужнобанатски рејон	12091	786	1.730,69	1.567,07	163,62

Постоје и новији подаци о површинама и производњи грозђа и вина од оних који су добијени Пописом пољопривреде 2012. године, али нису јавно доступни. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде је на основу конкурса у складу са Законом о вину („Сл. гласник РС“, бр. 41/09 и 93/12) поверило послове везане за Виноградарски регистар Центру за виноградарство и винарство из Ниша (<https://cevvvin.rs/>). На основу Закона о вину и подзаконских аката сви произвођачи грозђа који производе грозђе на парцелама већим од 10 ари (као и на мањим ако грозђе стављају у промет) су у обавези да се упишу у Виноградарски регистар. У овом регистру се налазе ажурирани подаци о површинама, сортама, системима гајења и др. Подаци се могу добити на захтев од Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде.

На основу Студије анализе сектора производње грозђа и производње вина „Виноградарство и винарство Србије“¹⁹ коју је израдио Центар за виноградарство и винарство, 2019. године, може се закључити да је број регистрованих пољопривредних газдинстава која се баве виноградарством мањи него онај утврђен Пописом пољопривреде 2012. године. У овој Студији, могу се пронаћи подаци Управе за аграрна плаћања

¹⁹ „Виноградарство и винарство Србије“ (2019): Студија анализе сектора производње грозђа и производње вина „Виноградарство и винарство Србије. Центар за виноградарство и винарство, Ниш. Уредник: Дарко Јакшић

Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије из 2018. године о укупном броју од 47.120 регистрованих пољопривредних газдинства која поседују и обрађују винограде. Просечна површина винограда по регистрованом пољопривредном газдинству је нешто мања од 0,30 хектара, што је приближно просечној површини утврђеној Пописом пољопривреде 2012. године (0,28 ha).

У овој Студији доступан је податак и да укупан број површина виноградарских парцела које се воде у Виноградарском регистру износи 6.490,95 хектара. У оквиру свих тих виноградарских парцела које се воде у Виноградарском регистру, чак 88,79% су виногради са винским сортама. Ово је већи проценат од оног који је утврђен Пописом пољопривреде 2012. године (75,7%). Овакав податак је другачији јер се виногради са стоним сортама гаје првенствено на окућницама, мале су површине, а углавном се производи грожђе за сопствене потребе, па произвођачи не уписују такве винограде у Виноградарски регистар.

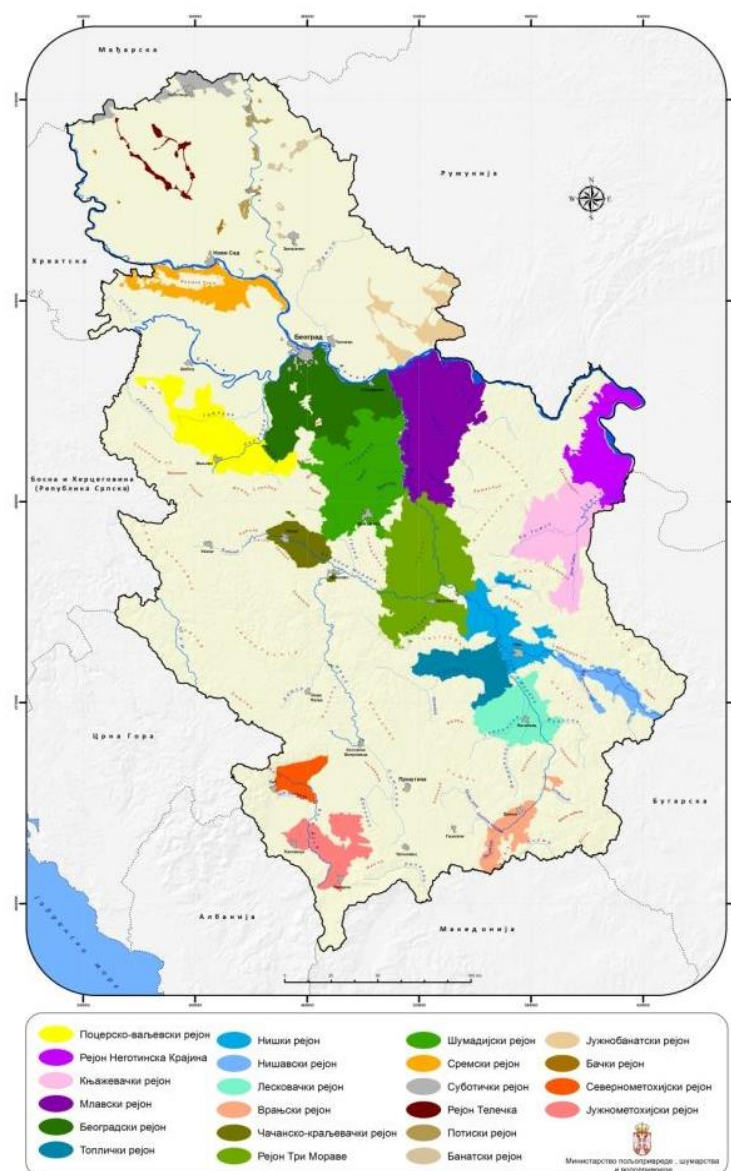
Од укупно око 200 сорти винове лозе евидентираних у виноградима који се воде у Виноградарском регистру, десет сорти чине чак 69,85% свих комерцијалних винограда. На основу површина у 2019. години, водећа винска сорта у виноградима који се воде у регистру је регионална сорта Грашевина (909,35 ha), а остале водеће сорте су претежно интернационалне (Ризлинг, Мерло, Каберне совињон, Совињон бели, Шардоне, Франковка). Једина аутохтона сорта која је у првих десет најраспрострањенијих сорти јесте Прокупац која је заступљена са 4,27% (277,30 ha), а једина домаћа новостворена широко распрострањена сорта је Жупљанка са 3,83% (248,85 ha). Најзаступљенија стона сорта је Мускат хамбург (5,42%).

Виноградарска производња у Републици Србији се одликује низом специфичности. Велики број произвођача грожђа има мале површине. Око 34% обухваћених газдинстава Пописом пољопривреде 2012. године су газдинства која имају винограде површине мање од 0,1 хектар. Према Попису пољопривреде 2012. године, свега шест винарија у Србији је имало површине винограда 100 и више хектара, са укупном пописаном површином за ове велике произвођаче грожђа од око 2.800 хектара. Подаци из Виноградарског регистра који су објављени 2019. године у горе наведеној Студији, показују одређене разлике по питању структуре уписаних произвођача грожђа, што је и разумљиво, пошто су у оквиру овог регистра уписани претежно тржишно оријентисани произвођачи грожђа. Просечна површина винограда који се воде у оквиру Виноградарског регистра по произвођачу грожђа на нивоу Републике Србије је 1,51 хектар.

Рејонизација виноградарских географских производних подручја Републике Србије завршена је 2015. године, у оквиру ЕУ Твининг пројекта (Capacity Building and Technical Support for the renewal of Viticulture Zoning and for the System of Designation for Wine with Geographical Indications). Винородна Србија обухвата територију целе Републике Србије надморске висине до 800 m, као и подручја изнад ове надморске висине уколико се она налазе на листи рејонираних. Виноградарском рејонизацијом територија винородна Србија је подељена у три виноградарска региона:

- 1) регион Централна Србија;
- 2) регион Војводина;
- 3) регион Косово и Метохија.

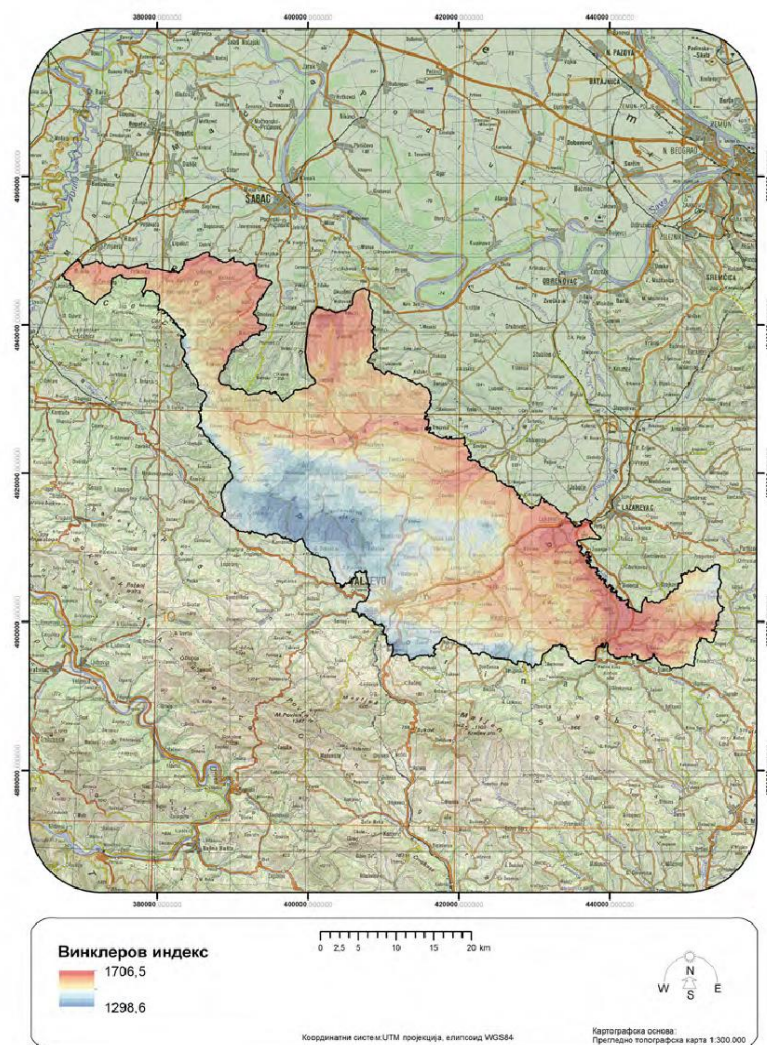
У оквиру ових региона се налази 22 рејона, 77 виногорја и већи број виноградарских оаза (Слика 9). Документ у коме се могу пронаћи подаци је објављен као Виноградарски атлас, 2015. године.



Слика 9. Рејони винородне Србије (Виноградарски атлас, 2015)

Основ за рејонизацију је била анализа чинилаца локалитета гајења винове лозе (анализа климатских и земљишних фактора), на основу којих су урађене листе дозвољених и препоручених сорти, приноса, подлога, система гајења и др.

На основу анализе најважнијих виноградарских индекса који се користе за процену погодности одређеног рејона за гајење винове лозе урађене су карте као што је дати пример за Винклеров индекс Поцерско-Ваљевског виноградарског рејона (Слика 10).



Слика 10. Винклеров индекс Поцерско-Ваљевског виноградарског рејона (Виноградарски атлас, 2015)

Климатске промене на територији Републике Србије значајно мењају топлотне услове за гајење винове лозе. Године које су биле сушне и нанеле штете у пољопривреди, као што су биле 2012. и 2017. година, показале су се изузетно повољним за прозводњу вина високог квалитета. Другим речима, вредности климатских параметара и оцене квалитета вина, показују да насупрот другим гранама пољопривреде, климатске промене могу имати позитиван утицај на виноградарство. Ипак, високе температуре (преко 30oC) у дужем интервалу могу неповољно утицати на садржај фенолних материја што се негативно одражава на квалитет грозђа и вина (Ранковић-Васић, 2013²⁰).

Значајна опасност у појединим виногорјима (север и североисток) постоји и од ниских зимских температура и ниских температура у току марта, које могу изазвати различита оштећења чокота (измрзавање винове лозе 2012. године у појединим локалитетима у Војводини²¹).

²⁰ 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.

²¹ Nada Korać (2012): „Štete na vinovoj lozi u Vojvodini nastale smrzavanjem i mogućnost regeneracije čokota”. Savetovanje voćara i vinogradara. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. Predavanje, mart 2012.

Климатски чиниоци имају различит утицај на одређене сорте и клонове винове лозе које се гаје како у истим тако и у различитим локалитетима гајења (Ранковић-Васић и сар., 2015^{22,623}). Велике количине падавина (мај-јул) могу неповољно деловати на поједине фенолошке фазе развоја (пр. цветање, заметање бобице, пораст бобица), те појачати развој болести. Ипак, највећа опасност, прети од оштећења од града, која настају услед појаве јаких олујних облака, чија се учесталост и интензитет повећавају. У виноградарству у Републици Србији није пракса коришћење противградних мрежа, због чега је винова лоза изузетно рањива на ове појаве.

Будуће пројекције климатских услова на територији Србије показују да ће се овакав тренд промена наставити (Вујадиновић и сар., 2016²⁴; Муждало и сар., 2019²⁵), али и појачати у случају глобалних емисија гасова стаклене баште без имплементације глобалних митигационих мера (IPCC, 2013²⁶; МЗЖС, 2017²⁷; Вуковић и сар., 2018²⁸) што може изазвати негативне последице на виноградарску производњу. На основу свега наведеног јасан је значај анализе виноградарске производње у функцији промена климе.

На различите виноградарске рејоне и виногорја климатски фактори и метеоролошки чиниоци у датој години имају различит утицај.

Биолошка нула (базна температура) за винову лозу износи 10°C.
--

У току 2019. године урађена је анализа утицаја климатских промена на Нишки виноградарски рејон током реализације пројекта: „Адаптација аутохтоног генофонда воћака и винове лозе на измењене климатске услове са циљем достизања одрживе производње“, финансираног од стране Министарства заштите животне средине Р. Србије. Методологија је заснована на анализи климатских виноградарских индекса који су важни за процену погодности топлотних услова за производњу грожђа и вина.

Најважнији виноградарски индекси су:

TVEG - Средња вегетациона температура (средња температура за период 1. април-31. октобар);

²² Rankovic-Vasic, Z., Nikolic, D., Atanacković, Z., Sivčev, B., Ruml, M. (20156): Characterization and adaptation of some 'Pinot Noir' clones to the environmental conditions of Serbian grape growing regions. *Vitis* (Special issue) 54:147-149.

²³ Ranković-Vasić, Z., Sivčev, B., Vuković, A., Vujadinović, M., Pajić, V., Ruml, M., Radovanović, B. (2015a): Influence of meteorological factors on the quality of 'Pinot Noir' grapevine grown in two wine-growing regions in Serbia. 11th International Conference on grapevine Breeding and Genetics. *Acta Horticulturae* (ISHS) (pp. 1082, 389-396). 29 July - 02 August, 2014, Yangling-Beijing, China.

²⁴ Vujadinović, M., Vuković, A., Jakšić, D., Đurđević, V., Ruml, M., Ranković-Vasić, Z., Pržić, Z., Sivčev, B., Marković, N., Cvetković, B., La Notte, P. (2016): Climate change projections in Serbian wine-growing regions, *Proceedings of the XI Terroir Congress* (pp. 65-70). 10-14 July, 2016, Willamette Valley, Oregon, USA.

²⁵ Muždalo, 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.

²⁶ IPCC, *Climate Change* (2013): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York, USA.

²⁷ MZŽS (2017): *Drugi izveštaj Republike Srbije prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih nacija o promeni klime*. Ministarstvo zaštite životne sredine, ISBN: 978-86-87159-15-1.

²⁸ Vuković, A., Vujadinović Mandić, M. (2018): *Study on the climate change in the Western Balkans region*. Regional Cooperation Council, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, ISBN: 978-9926-402-09-9, pp. 76.

- **Винклеров индекс (WIN)** - сума активних температура у периоду вегетације. Представља термални потенцијал локалитета и категорише климу виноградарских рејона у седам класа (Винклер и сар., 1974²⁹);
- **Хуглинов хелиотермички индекс (HI)** - изражава хелиотермички потенцијал локалитета, узимајући у обзир и температуру у периоду вегетације, али и дужину трајања обданице на одређеној географској ширини (Huglin, 1978³⁰);
- **Индекс свежине ноћи (CI)** - средња вредност минималне температуре у току месеца зрења (септембар). Ниске ноћне температуре у току зрења су од велике важности за накупљање полифенола и арома, па је помоћу овог индекса могуће проценити потенцијал виноградарског рејона за производњу висококвалитетних вина (Tonietto и Carbonneau, 2004³¹);
- **Индекс суше (DI)** - представља процену количине воде у земљишту која је на располагању виновој лози у току вегетационог периода. Помоћу овог индекса одређује се степен влажности, односно сушности климе (Riou i sar., 1994³²);
- **N35 - Број дана са изузетно високим температурама** (средњи број дана по години са $T_{x} \geq 35^{\circ}\text{C}$), указује на потенцијалан ризик од високих температура за узгајање неких сорти;
- **TXAPS - Апсолутна максимална температура** (највиша максимална дневна температура осматрана током климатског периода);
- **TNAPS – Апсолутна минимална температура** (најнижа минимална температура осматрана током климатског периода).

Сви изабрани индекси су важни за карактеризацију климе у виноградарској пракси и **често се користе при одабиру сортимената**. Индекси HI, CI и DI заједно чине Мултикритеријумски систем класификације (Tonietto и Carbonneau, 2004³³) који омогућава униформну категоризацију винограда широм света, као и међусобно поређење климатских услова у њима. Ови индекси су коришћени у изради нове рејонизације виноградарских производних подручја у Републици Србији, за оцену погодности рејона, виногорја и локалитета гајења. За њихово израчунавање коришћени су подаци из мреже станица Републичког хидрометеоролошког завода Србије.

У различитим истраживањима (научни радови, мастер радови, пројекти и сл.) у последње две године установљене су за поједине виноградарске рејоне значајне измене у вредностима виноградарских индекса. Рађене су анализе за Банат, Поцерско-ваљевски виноградарски рејон, Нишки рејон, Жупско виногорје и др.

²⁹ Winkler, A.J., Cook, J.A., Kuwe, W.M., Lider, L.A. (1974): General viticulture, University of California Press, California, USA.

³⁰ Huglin, P. (1978): Nouvelle mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. Proceedings of the Symposium International sur l'écologie de la Vigne. Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire, Contanca.

³¹ Tonietto, J., Carbonneau, A. (2004): A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. Agricultural and Forest Meteorology, 124(1/2):81-97.

³² Riou, C. (1994): The effect of climate on grape ripening: application to the zoning of sugar content in the European community (European Commission: Luxembourg), 319.

³³ Tonietto, J., Carbonneau, A. (2004): A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. Agricultural and Forest Meteorology, 124(1/2):81-97.

Анализа утицаја климатских промена у Нишком виноградарском рејону

Анализа у Нишком виноградарском рејону је обухватила анализу индекса и процену ризика од екстремних временских догађаја. За анализу осматраних промена климе коришћени су подаци са станице из Ниша, која спада у главне осматрачке станице Републичког хидрометеоролошког завода. Климатски периоди за које је рађена анализа климатских промена су 1961-1990. године (референтни период у односу на који се анализирају климатске промене) и 1998-2017. године (климатски период који одражава карактеристике садашње климе). У Табели 6. дате су вредности изабраних климатских индекса за периоде 1961-1990. и 1998-2017. године у Нишу, а у Табели 7. значења добијених вредности.

Табела 6. Вредности климатских индекса за климатске периоде 1961-1990 и 1998-2017 у Нишу и вредности индекса за Ниш за период 1961-2010³⁴

	TGOD	TVEG	WI	HI	N35	CI	TXAPS	TNAPS
1961-1990	11,8	17,4	1625,3	2291,1	4,2	11,1	42,3	-23,7
1998-2017	13,1	18,9	1923,5	2613,0	16,2	12,4	44,2	-19,0
1961-2010		17,8	1713,8	2259,7	7,7	11,3		

Табела 7. Значења добијених вредности изабраних индекса за два климатска периода за Нишки виноградарски рејон³⁵

1961-1990		1998-2017
TGOD		средња температура порасла за 1,3°C
TVEG	топло	топло (горња граница)
WI	Регион II (горња граница)	Регион III (горња граница)
HI	умерено топло	топло
N35		просечно појављивање по години повећано за 12 (4 пута)
CI	веома хладне ноћи	хладне ноћи
TXAPS		повећани екстреми високих температура
TNAPS		смањени екстреми ниских температура

Средња температура у овом рејону се променила за 1,3°C: Повећао се екстрем максималне температуре и смањено се екстрем минималне температуре. Пораст у вредности хелиотермичког индекса, као и повећање броја екстремно топлих дана, указује на повећан ризик од високих температура, због чега је потребна адаптација на измењене климатске услове (засењивање, наводњавање, избор повољнијих микролокалитета код подизања нових засада). У анализи утицаја на виноградарство добија се да се климатска група по вредности средње вегетационе температуре није променила, али је достигла вредности која се граничи са категоријом “вруће” климе. По вредности Винклеровог индекса карактеристика производње се променила из Региона II у Регион III. Регион III означава добре услове за високу производњу стандардних и квалитетних вина. Број дана са веома

³⁴ Пројекат: Адаптација аутохтоног генофонда воћака и винове лозе на измењене климатске услове са циљем достизања одрживе производње. Министарство заштите животне средине Р. Србије, 2019.

³⁵ Пројекат: Адаптација аутохтоног генофонда воћака и винове лозе на измењене климатске услове са циљем достизања одрживе производње. Министарство заштите животне средине Р. Србије, 2019.

високим температурама се повећао са 4 на просечно 16 појављивања по години. Индекс свежине ноћи указује на промену услова у доба зрења из категорије “веома хладне ноћи” у “хладне ноћи”.

Наведене промене топлотних услова за виноградарство указују да су услови постали повољнији за производњу квалитетних вина. Међутим, за поједине сорте треба имати у виду да услови могу бити превише топли са ризичним високим температурама, јер вредности Винклеровог индекса указују на прелаз ка Региону IV и број дана са изузетно високим температурама. Такође, повећала се и вредност апсолутне максималне температуре која указује на појављивање топлотних екстрема, тј екстремно топлих таласа који нису постојали у клими референтног периода. Ризик од јаким зимских мразева се смањује.

Анализа утицаја климатских промена на подручју Баната

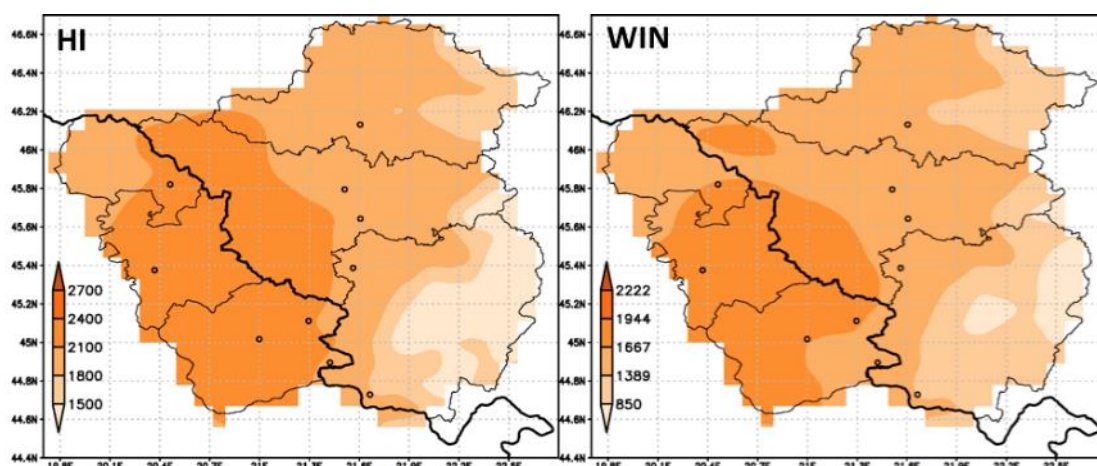
Резултати који су објављени 2019. године обухватили су анализу садашњих и будућих климатских услова за гајење винове лозе на подручју српског и румунског Баната³⁶. У овом раду су за анализу климатских услова на простору Баната у прошлости коришћени осматрени метеоролошки подаци о температури и падавинама из јавно доступне базе података E-OBS (www.ecad.eu). Ови подаци су дневни и интерполирани су на правилну мрежу тачака са просторном резолуцијом од око 10 km. Помоћу њих израчунате су средње климатолошке (нормалне) вредности температура и падавина у току године и вегетационе сезоне, као и вредности биоклиматских индекса за период од последњих 20 година (1997-2018. године). Анализа будућих климатских услова у банатским виноградима извршена је коришћењем резултата регионалних климатских модела (RCM) према сценарију RCP8.5 (IPCC, 2013³⁷) који су доступни у оквиру пројекта Euro-CORDEX (Jacob и сар., 2014³⁸). Период 1986-2005. године дефинисан је као базни (референтни) период за садашњу климу, док су за будућност посматрана три периода и то 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100. године, који редом представљају блиску будућност, средину и крај века.

У клими садашњости (базни период 1986-2005), виногради у Белој Цркви и Вршцу, припадају региону II према WIN. Клима у осталим виноградима у српском делу Баната, Кикинди, Зрењанину и Банатском Карловцу, припада WIN региону III. Према III, сви српски виногради на овом подручју, осим Беле Цркве и Вршца, падају у топлу умерену климу (Слика 11). Овај закључак се не слаже са рејонизациом виноградарске производње у Републици Србији по којој су сви банатски виногради у WIN региону II (Виноградарски атлас, 2015). Међутим, зонирање је урађено на основу климатских нормала за 50 година у периоду од 1961-2010. године, а због све интензивнијих промена климе током последњих неколико деценија, тај просек не одражава довољно добро тренутне климатске услове. Због наведеног потребно је унапредити постојећу рејонизацију, узимајући у обзир и промене климе у будућности.

³⁶ Muždalo, 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.

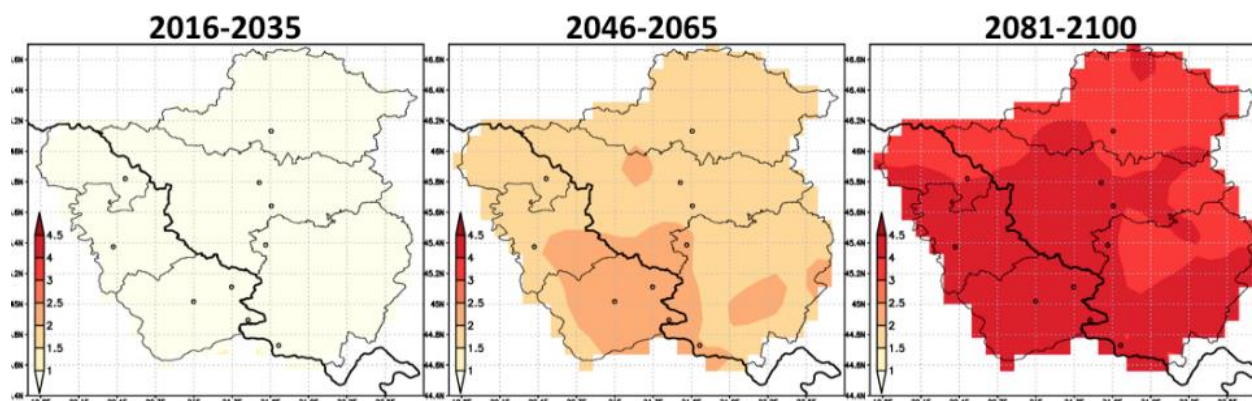
³⁷ IPCC, Climate Change (2013): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York, USA.

³⁸ Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Chtistensen, O.B., Bouwer, L.M., Braun, A., Colette, A., Deque, M., Et Al. (2014): EURO-CORDEX: New high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional Environmental Change*, 14: 563-578.



Слика 11. Нормална вредност Винклер индекса (WIN) и Хуглин индекса (HI) у Банату у садашњој клими (1986-2005)³⁹

Ако се настави тренд емисије гасова са ефектом стаклене баште, Банат ће, као и остатак света, патити од константног загревања. У блиској будућности биће и до 1°C више у односу на базни период (1986-2005) широм Баната, између 1,5 и 2,5°C средином века и од 3 до 4,5°C више до краја (Слика 12).

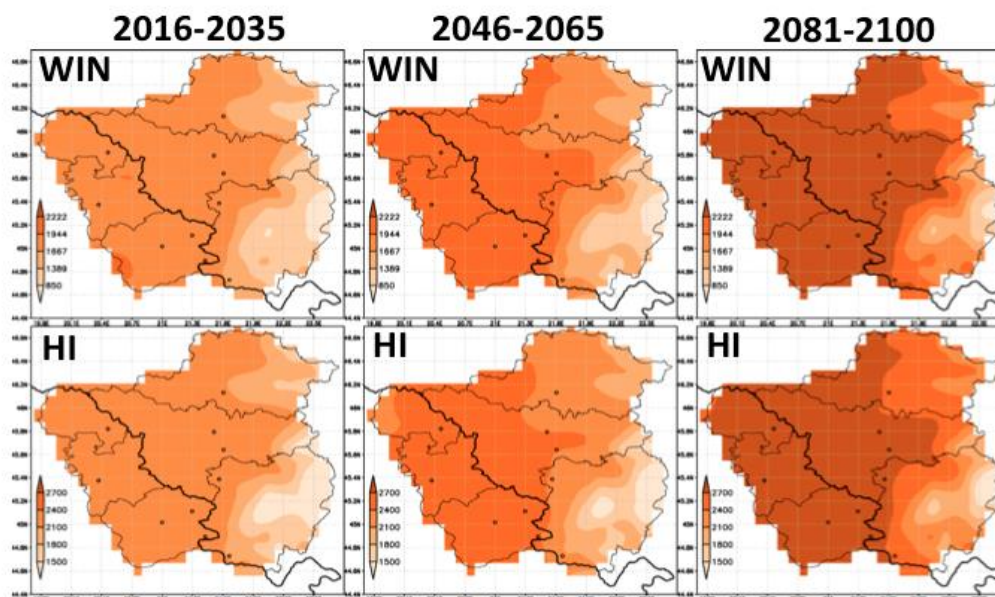


Слика 12. Нормалне вредности средње годишње температуре ваздуха у Банату у будућој клими према сценарију RCP8.5 у поређењу са базним периодом (1986-2005)⁴⁰

Средином века сви садашњи виногради српског Баната ће прећи у регион WIN IV, а до краја века у WIN регион V са веома топлом климом (Слика 13).

³⁹ Muždalo, 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.

⁴⁰ Muždalo, 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.



Слика 13. Средња вредност Винклер индекса (WIN) и Хуглин индекса (HI), у Банату, у будућој клими према сценарију RCP8.5⁴¹

Са мењањем климатских услова, доћи ће и до промене у сортименту за гајење винове лозе. Како регија буде улазила у индекс WIN 5, неће више бити оптимална за гајење сорти винове лозе намењених производњи лаганих белих вина са мањим процентом алкохола и воћним аромата и укусама. Црне винске сорте са израженим аромата и већом количином алкохола ће бити приступачније за климатске промене које долазе. Тако ће се на просторима Баната гајити сорте као што су Франковка, Прокупац и друге.

3.1.3. Ратарска производња

Ратарство као део биљне производње се односи на гајење и производњу гајених биљака у њивским условима. Њивске биљке могу се поделити према природи производа који се од њих користи на:

1. **Жита** (Зрнене скробне биљке): пшеница, јечам, овас, раж, тритикале, кукуруз, просо, сирак, рижа (пиринач) и хељда.
2. **Зрнене махунарке**: соја, пасуљ, грашак, боб, наут, грахорица, сочиво, арахис, лупине итд.
3. **Биљке за производњу уља**: сунцокрет, уљане репице, сезам, мак, рицинус итд.
4. **Биљке за производњу скроба и шећера**: кромпир, слатки кромпир, шећерна репа итд.
5. **Биљке за производњу влакна**: памук, лан, конопља, кенафа и абутилон.
6. **Лековите и зачинске биљке**: коријандер, коморач, ким, анис, мириђија, камилица итд.
7. **Остале биљке за техничку прераду**: дуван и хмељ.
8. **Биљке за производњу сточне хране**:
 - коренасто-кртоласте: сточна репа, сточна мрква, бросква, чичока итд.
 - остале биљке за исхрану домаћих животиња: сточни кељ, суданска трава, кукуруз за силажу, тикве итд.

⁴¹ Muždalo, 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.

Производња најважнијих ратарских усева, према званичним подацима из 2018. године приказана је у Табели 8.

Табела 8. Најважнији ратарски усеви, укупна производња и просечни приноси (РСЗ, 2018⁴²)

Усеви	Засејана површина (у хиљадама t)	Просечни приноси (t/ha)
Пшеница	2942	4,6
Раж	13	2,8
Кукуруз	6965	7,7
Сунцокрет	734	3,1
Дуван	7	1,2
Шећерна репа	2 325	48,3
Кромпир	488	17,3

Засејане површине јесењих и пролећних ратарских усева се мењају, како по регионима тако и по годинама (Табела 9).

Табела 9. Засејане површине у јесењој и у пролећној сетви

Република Србија							
	укупно	Србија – север			Србија – југ		
		свега	Београдски регион	Регион Војводине	свега	Регион Шумадије и Западне Србије	Регион Јужне и Источне Србије
Јесења сетва							
Засејана површина, ha	774967	453801	42003	411798	321166	162438	158728
Пшеница							
Засејана површина, ha	583319	357211	27018	330193	226108	110003	116105
Јечам							
Засејана површина, ha	104183	50807	8399	42408	53376	29218	24158
Овас							
Засејана површина, ha	15691	3353	1401	1952	12338	7714	4624
Раж							
Засејана површина, ha	4637	1872	388	1484	2765	1289	1476
Уљана репица							
Засејана површина, ha	24809	22716	983	21733	2093	798	1295
Остале засејане површине							
Засејана површина, ha	42328	17842	3814		14028	24486	13416

⁴² <https://publikacije.stat.gov.rs/G2019/Pdf/G20192052.pdf>

У пролећној сетви највише површина је под кукурузом, између 980.000 и милион хектара, под шећерном репом око 60 хиљада хектара, под сојом око 250.000 хектара, сунцокретом око 220 хиљада хектара, док је површина под јарим јечмом око 20.000 хектара.

Гледајући по регионима, кукуруз је 2018. године био најдоминантнија ратарска биљка у Поморавском округу где је посејано између 40.000 и 45.000 хектара док је соја посејана на свега 200-250 хектара, у Моравичком округу кукуруз, како силажни, тако и меркантилни, посејан је на око 18.000 хектара, на северу Војводине, у суботичком атару, од укупно засејаних 80.000 хектара највише површина заузео је кукуруз, затим следе сунцокрет и соја, као и у региону Бечеја где је посејано 35.000 хектара а од тога, под кукурузом је 18.000, сојом 6.000, сунцокретом 5.000, шећерном репом око 4.000 хектара.

Процене утицаја очекиваних промена климе на пољопривреду у Србији нису охрабрујуће. На основу неколико модела пројектован је пад приноса за скоро све ратарске гајене биљке (национални извештаји РС према Оквирној конвенцији УН о промени климе, Министарство пољопривреде и заштите животне средине, 2008 и 2015. године). Једино се код кукуруза очекује благи пораст приноса, али уз интензивирање наводњавања. Ово води даље питању анализе могућности наводњавања с обзиром на очекивану доступност водних ресурса услед очекиваних утицаја промене климе на водне ресурсе.

Повећање температуре ваздуха ће утицати на скраћење периода раста усева, чиме се потенцијално смањује принос и на тај начин прети будућој светској прехранбеној сигурности (Anwar et al., 2015⁴³). Разлог скраћења периода раста јесте убрзан развој у условима повећања температуре ваздуха праћен недостатком падавина (Wu et al., 2019⁴⁴). Петнаестогодишњи резултати наведених аутора су показали да су датуми наступања главних фенолошких фаза раста кукуруза, озиме пшенице и риже промењени, али они ипак закључују да дужина периода раста за наведене усеве због глобалног загревања вероватно неће бити скраћена онолико колико предвиђају поједини модели симулације. Краће трајање вегетационе сезоне, мањи број дана потребних од сетве до цветања и број дана од сетве до зрења последица је очекиваног повећања температуре ваздуха током године и увећање сума температура, као и наглог увећања броја летњих и тропских дана.

За територију Војводине пројектовано је да ће пораст температуре и летње суше генерално значајније угрозити приносе јарих усева него што ће то бити случај са озимим. Код озимих усева очекује се да ће позитивни ефекти (продужење вегетационе сезоне) надмашити индиректне негативне ефекте (Малешевић и сар., 2011⁴⁵; Лалић и сар., 2011⁴⁶). Наравно, ефекти климатских промена ће се различито манифестовати у различитим регионима Србије и још увек се не може поуздано говорити о различитим регионалним сценаријима. Ипак, требало би напоменути да се најзначајнији ратарски региони Србије налазе у Војводини и у долинама већих река, а управо у овим нижим деловима се очекују услови сувље климе што директно води закључку да се може очекивати да ће ове области бити и најрањивије.

⁴³ Anwar, M.R., Liu, D.L., Farquharson, R.J., Macadam, I., Abadi, A., Finlayson, J. (2015): Climate change impacts on phenology and yields of five broadacre crops at four climatologically distinct locations in Australia. *Agricultural Systems*, 132: 133-144.

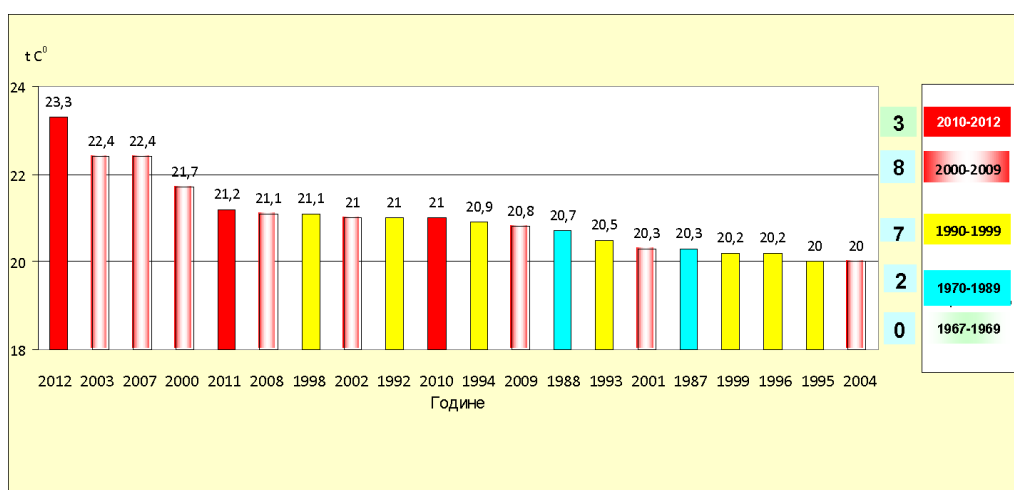
⁴⁴ Wu, D., Wang, P., Jiang, C., Yang, J., Huo, Zh., Yu, Q. (2019): Measured Phenology Response of Unchanged Crop Varieties to Long-Term Historical Climate Change. *International Journal of Plant Production*, 13: 47-58.

⁴⁵ Malešević, M., Jaćimović, G., Jevtić, R., Aćin, V. (2011): Iskorišćavanje genetskog potencijala pšenice u uslovima abiotičkih stresova. 45. savetovanja agronoma Srbije, Zbornik referata 3-14.

⁴⁶ Lalić, B., Mihailović, T.D., Podračanin, Z. (2011): Buduće stanje klime u Vojvodini i očekivani uticaj na ratarsku proizvodnju. *Ratar Povrt/Field Veg Crop Res* 48: 403-418.

Утицај метеоролошких услова на подручју Београда на кукуруз и пшеницу (1990-2012) - пример анализе за регион

На основу вишедеценијских анализа података Републичког Хидрометеоролошког Завода Србије за подручје Београда (Ковачевић и сар., 2012а⁴⁷) утврђено је да су суше на нашим просторима у последњих двадесет година учесталије. Све су учесталије године са изратито високим температурама летњих месеци и учесталим топлотним таласима који се веома неповољно одражавају на гајене усеве (Слика 14). У легенди графикана на десној страни приказани су различити периоди од 1967 до 2012. Године, из којих се види да је највећи број година са температурама тих летњих месеци изнад 20°C у новом веку, од 2000 до 2012. Године, чак 11. У првом периоду од 1967 до 1969. године (најсветлија плава боја) ни једна година није прешла 20°C. Већ ови подаци говоре о све топлијим летима. За пољопривреду је веома важно када наступа сушни период. **Ако до суше долази у време критичног периода за влагу за одређени усеви, или када се формира плод и налива зрно, тада су штете највеће.** Томе су нарочито подложни јари усеви, односно усеви пролећне сетве.



Слика 14. Средње месечне температуре три летња месеца у Србији у периоду (1967-2012)
(Ковачевић и сар., 2012а)

Ковачевић и сар. (2012а⁴⁸; 2012б⁴⁹) су анализирали метеоролошке услове за подручје Београда у периоду од 22 године (1991-2012) и дошли до закључка да су у том низу година изразито сушне биле: 1992, 2000, 2003, 2007, 2011 и 2012. година. У наведеним годинама суша је била већ у пролећном, а веома изражена у летњем периоду тако да су штетне последице по већину пролећних усева биле велике. У 2007. години биле су забележене чак и више температуре од оних у 2012. години. Реч је о температурама највишим забележеним на овом простору чак до 45°C, када су превазиђени неки историјски дотадашњи максимуми. Штете од суше које су се огледале у смањењу приноса биле су велике. Добијени су нижи приноси кукуруза у поређењу са претходном годином за 32% и сунцокрета, као отпорнијег усева на сушу, за 23%. Пролећна суша била је и у 2009. години, али је она превазиђена и не

⁴⁷ Kovačević, D., Oljača, S., Dolijanović, Ž., Milić, V. (2012a): Climate changes: Ecological and agronomic options for mitigating the consequences of drought in Serbia. In: Kovačević D (ed) Third International Scientific Symposium Agrosym, Jahorina pp 17-35.

⁴⁸ Kovačević, D., Oljača, S., Dolijanović, Ž., Milić, V. (2012a) Climate changes: Ecological and agronomic options for mitigating the consequences of drought in Serbia. In: Kovačević D (ed) Third International Scientific Symposium Agrosym, Jahorina pp 17-35.

⁴⁹ Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Oljača, M., Oljača, J. (2010b): Produžno dejstvo meliorativne obrade na fizičke osobine zemljišta u usevu ozime pšenice. Poljoprivredna tehnika XXXV(2): 45-53.

спада у јаке суше. У току вегетационог периода кукуруза запажа се све чешћа појава топлотних таласа у летњим месецима. У почетку су то били таласи у септембру, који су доприносили бржем сазревању кукуруза. Међутим, последњих година тропски топлотни таласи у којима се ноћна температура не спушта испод 20°C наилазе раније - у августу, а 2012. године било их је и у другој половини јула. Ови таласи су доприносили лошијој оплодњи, убрзаном сазревању и наливању зрна. Ово данас све више постаје проблем. Најбољи доказ за ову тврдњу су временски услови у 2017. години која је до сад врло слична временским условима који су владали 2012. године, која је окарактерисана као врло сушна.

Посебан проблем настаје када се суша пренесе у оптималне рокове за сетву озимих усева (у условима Србије октобар и до половине новембра месеца), при чему им значајно отежава и продужава ницање све до зиме. Као пример наводи се ситуацију из 2011. године када је суша била актуелна током целог вегетационог периода, а нарочито у августу и септембру, када је била најјача. После тога следио је њен наставак у октобру и новембру, због чега је земљиште било дуго без икакве влаге, што је имало утицаја на принос пшенице наредне године.

Основна карактеристика 2012. године су значајно мање падавине од просека у јуну, јулу и августу. У јуну је пало само 32% од просека, у јулу (само због кише која је пала крајем мјесеца) 86%. У августу је забележено само 5% од просека, што значи да готово и није било падавина. У ова три месеца највећи дио територије Србије добио је од 25-50% просечних падавина. **То представља јаку сушу која има утицај не само на пољопривредне усеве, већ и на водостаје река, али и на смањење количина подземних вода.**

Насупрот сушним годинама, у анализираном периоду било је и оних са обилнијим падавинама, какве су биле 1999, 2000, 2004, 2005, 2009. и нарочито 2010. година. У 2010. години било је 80% више падавина и појаве поплава. Слична је била и 2005. година. Управо влажне године са дужим периодима обилнијих киша које су смењивале сушне у Србији и региону допринеле су повољнијој ситуацији са нивоом подземних вода, које су понекад значајне као извор воде за гајење, посебно пролећних пољопривредних усева који су заступљенији у сетвеној структури Србије од озимих. Обилније падавине током зимског периода нанеле су у неким годинама, као што су биле екстремна 2010. и 2014. велике штете у виду поплава и лежећих вода на целој територији, посебно у Војводини (Малешевић и сар., 2011⁵⁰).

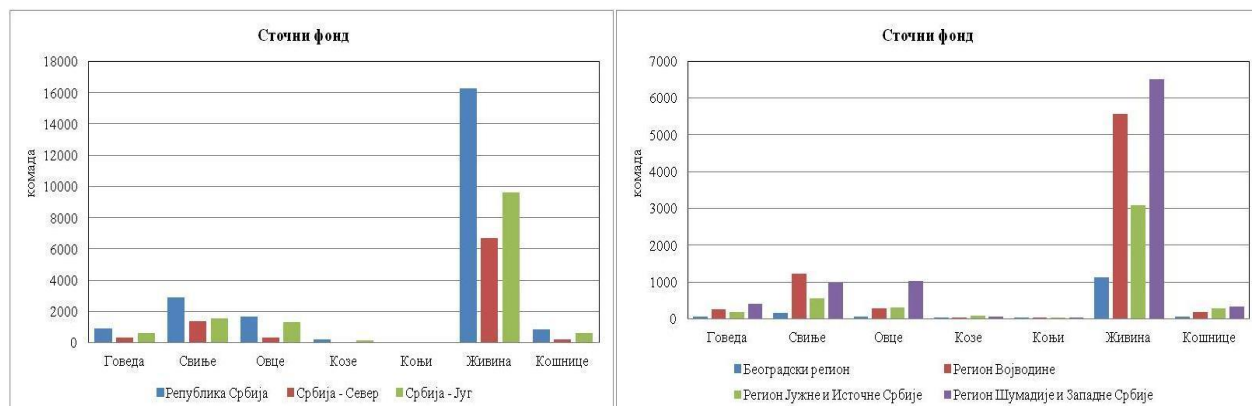
3.1.4. Сточарска производња

Удео сточарске производње у укупној пољопривредној производњи представља један од битних показатеља развијености пољопривреде уопште. Земље са вишим уделом сточарске производње у укупној пољопривредној производњи сматрају се земљама са вишим нивоом развијености. Сточарска производња у Републици Србији у последњих 10 година, чини 35-40% вредности укупне пољопривредне производње, што је далеко мање од земаља са развијеним сточарством, попут Холандије, где сточарство има удео од преко 60% у вредности укупне пољопривредне производње.

У 2018. години у Србији се гајило 878 000 говеда свих категорија, што је на нивоу од 50% у односу на број грла гајених почетком 90-тих година 20. века. Број свиња износи око 2,8 милиона и у благом је паду у односу на петогодишњи просек. Број живине је релативно стабилан у дужем временском периоду и просечно се у Републици Србији гаји око 16

⁵⁰ Malešević, M., Jaćimović, G., Jevtić, R., Aćin, V. (2011): Iskorišćavanje genetskog potencijala pšenice u uslovima abiotičkih stresova. 45 savetovanja agronoma Srbije, Zbornik referata 3-14.

милиона грла (Слика 15⁵¹). Повећање броја грла присутно је само у овчарској производњи, где број грла расте за око 2% на годишњем нивоу. Повећање обима производње присутно је и у пчеларству.



Слика 15. Сточни фонд за период 2016-2018. година

Број условних грла гајене стоке има тренд опадања од почетка 90-тих година 20. века који је и до данас присутан. За ово постоји више разлога. Пре свега то су економски разлози, који леже у основи транзиције и промене тржишних односа. Остали разлози се тичу демографског пражњења села, неповољне структуре газдинстава која се баве сточарством, што је представљало препреку у специјализацији, као битном предуслову за повећање продуктивности и конкурентности газдинстава која се баве сточарском производњом. Упркос смањењу броја грла повећала се производња свих сточарских производа, као резултат повећања продуктивности грла која се гаје.

Сточарска производња је под великим утицајем климатских промена и технологија свих видова сточарске производње захтева континуирано прилагођавање. Прилагођавање на измењене климатске услове захтева већа материјална улагања са једне стране, а са друге стране губици расту, што доводи у питање профитабилност и одрживост сточарске производње. Последице наведеном социо-економске прилике се мењају у срединама где се доминантно одвија сточарска производња, долази до демографског пражњења, па и престанка бављењем сточарском производњом. Ово се посебно односи на маргинална, брдска и планинска подручја, где је ово традиционално примарни и доминантни извор прихода.

Утицај климатских промена на сточарску производњу може посматрати на два начина:

- директни (непосредни) утицај;
- индиректни (посредни) утицај.

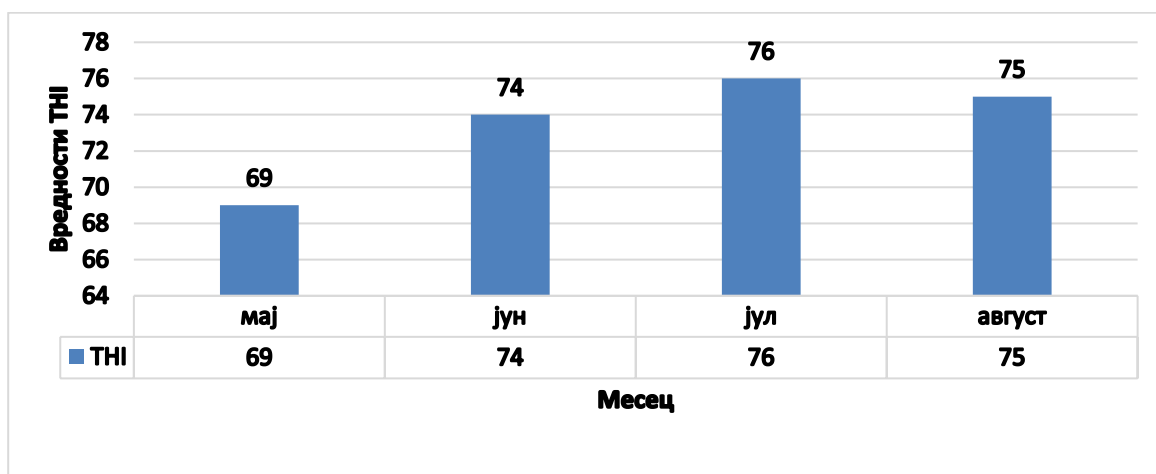
Директни утицај се огледа кроз негативан утицај неповољних вредности температуре и влажности ваздуха на грла, услед чега се јавља топлотни стрес који смањује отпорност и продуктивност грла. Такође не смемо занемарити и утицај на смањење квалитета добијених сточарских производа, попут смањене суве материје млека, што ограничава употребну вредност млека. Директан утицај на животињу се огледа кроз заједнички утицај температуре и влажности ваздуха. Комбинација та два ефекта посматра се кроз вредност која се назива температурно-хумидни индекс (ТНХ индекс), који је под директним утицајем спољашњих климатских чинова. За сваку врсту домаћих животиња постоји зона комфора,

⁵¹ Статистички годишњак (2019): <https://publikacije.stat.gov.rs/G2019/Pdf/G20192052.pdf>

односно оптималне вредности овог индекса које имају повољан утицај на производњу и здравље грла. Тако на пример оптималне вредности ТНІ индекса за млечне краве, односно зона комфора износи до 70, негативан ефекат се јавља већ на 72 а ако вредности ТНІ пређу 90, јављају се озбиљни поремећаји па чак и угинућа грла.

Пошто у Србији нису постојали подаци о вредностима микроклиме у објектима у којима се гаје животиње, већ је било покушаја да се искористе званични подаци РХМЗ са станице која је најближа фарми (који су такође тешко или готово никако доступни), међутим то се показало као доста непрецизно услед великог утицаја типа објекта, броја грла у објекту као и утицаја микроклимата где се објекат налази. Од 2014. године тај проблем је превазиђен, у оквиру пројекта „Оптимизација технолошких поступака и зоотехничких ресурса на фармама у циљу унапређења одрживости производње млека“ (ТР31086) под покровитељством Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

У оквиру истраживања је изабрано 8 фарми различитог капацитета и примењене технологије и нивоа производње, на којима се гаје млечне краве и постављени су даталогери који мере температуру и влажност ваздуха на сваких сат времена (24 пута у току дана). На основу ових вредности су израчунате вредности ТНІ индекса и утврђен је стварни утицај на грла. Претпоставка на почетку истраживања била је да је негативан присутан у току летњих месеци (јун, јул, август). Истраживања су показала да се вредности ТНІ које имају негативан утицај на продуктивност и здравље грла јављају од друге половине априла па све до прве половине октобра, што значи да скоро 6 месеци у нашим климатским условима постоји опасност од негативног ефекта климатских чинилаца на сточарску производњу, пре свега кроз смањење производње и веће трошкове лечења, што значајно доприноси смањењу профитабилности производње (Слика 16.).



Слика 16. Просечне вредности ТНІ у летњим месецима

У будућности овај период ће се проширити, са климатским променама, те ће се и повећати и сами негативни ефекти на производњу. Три летња месеца се представљају озбиљан проблем, јер просеци ТНІ за ова три месеца прелазе 72, односно може се сматрати да у ова три месеца не постоји дан у којем не постоји негативан ефекат микроклиме на продуктивност и здравље, бар у одређеном периоду дана. У току је израда методологије којом би се могли проценити губици у продуктивности, као и економски губици услед ових негативних ефеката. Примена ове методологије може се очекивати у наредним годинама, кроз реализацију различитих пројеката укључујући и овај.

Индириектан утицај се огледа кроз утицај климатских промена на ратарску производњу, као битан сегмент у ком се одвија производња сточне хране. Ти ефекти се огледају кроз количину и квалитет сточне хране. Повећање учесталости екстремних климатских догађаја, попут суша, поплава, града, смањује се пре свега количина сточне хране коју произвођачи могу спремити а таква ситуација се врло често одрази и на цену, пре свега кроз повећање цене хране која се може купити на тржишту, што негативно утиче на економску одрживост саме производње. Поред количине и цене хране, битан сегмент јесте и квалитет произведене сточне хране. У овако стресним условима за биљку, сам квалитет припремљене хране може бити упитан. У прилог овоме иде и појава афла-токсина у зрну кукуруза 2012. године, као последица суше и дејства неких штеточина, што је изазвало велике поремећаје на тржишту млека.

Такође у екстремним климатским условима није могуће обавити све поступке правовремено, попут убирања култура у оптималној фенофази, као и изнуђене поступке у припреми хране, што утиче на квалитет и на цену тако произведене хране.

Не сме се занемарити ни утицај нових болести које се јављају услед климатских промена и ширења ареала узрочника ових болести. Тако данас у нашој земљи се јављају болести попут: афричке куге свиња, заразне квргавости коже код говеда, болести плавог језика, које наносе велику штету и представљају велику претњу нашем сточарству. Податке о овим болестима прикупља и обрађује Управа за ветерину у оквиру Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, међутим ови подаци нису доступни широј стручној јавности, што би свакако било неопходно ради процене опасности и брзине ширења ових болести у зависности од климатских промена, као и правовременом реаговању у случају избијања локалних жаришта.

3.2. Мере адаптације

У пољопривреди се мере прилагођавања могу реализовати на националном, регионалном и нивоу пољопривредних произвођача (фармера) (Smit и Skinner, 2002⁵²). Међу значајним мерама адаптације је и успостављање ефикасности система ране најаве на националном/регионалном нивоу и шема управљања ризиком и других техничких мера на нивоу пољопривредних газдинстава. У наставку (Табела 10) су наведене потенцијалне мера адаптације на националном, регионалном и нивоу пољопривредних газдинстава, на основу међународних добрих пракси и искустава.

Табела 10: Потенцијалне мере адаптације на измењене климатске услове

Национални / Регионални ниво	- Рана најва и упозорење на временске услове - Системи осигурања од елементарних непогод и природних катастрофа - Унапређење ефикасности инфраструктуре за наводњавање - Управљање и превенција од поплавама	
- На нивоу фарми: - Пољопривредни усеви - Сточарство - Виноградарство	- Одводњавање - Побољшање ефикасности наводњавања	- Разноликост и ротација усева (плодоред) - Узгој стоке са већом толеранцијом и продуктивношћу - Побољшање управљања пашом и испашом (ливада и пашњака)

⁵² Smith, B., Skinner, M. (2002): Adaptation options in agriculture to climate change: A topology, Mitigation and Adaptation Strategies for Global. Climate Change, 7: 85-114.

- Хортикултура (биљна производња)	• Еколошка или органска пољопривреда • Модификација календара усева - Покровни усеви • Употреба адаптираних (толерантних) култура • Прилагођање термина и врсте радова	• Побољшање услова узгоја животиња • Превенција болести стоке изазване климатским променама • Модификација примене ђубрења и прскања у једногодишњим и вишегодишњим засадама • Помотехничке и ампелотехничке мере у воћњацима и виноградима • Постављање пластеника • Диверзификација пољопривредних активности
--------------------------------------	---	--

С друге стране анализе утицаја промена климе на сектор пољопривреде у Првом и Другом националном извештају основ су за листу препоручених мера адаптације на измењене климатске услове (Табела 11).

Табела 11. Предложене мере адаптације на националном нивоу

Мере прилагођавања у сектору пољопривреде	
Смањење ризика	-Промена времена извођења радова у пољу; -Правовремено обављање обраде земљишта и сетве, оптимална густина сетве, увођење минималног заоравања земљишта и/или редукване обраде; -Селекција и увођење у производњу сорти отпорних на сушу и високе температуре; -Гајење сорти ранијег зрења у регионима са израженим сушним летом и без наводњавања; -Гајење приноснијих сорти (као што су Ц-4 биљке); -Повећање заступљености озимних усева; -Ротацијом обезбедити више усева годишње како би се искористило продужење вегетационог периода; -Рационална и ефикасна употреба ђубрива; -Повећање органског садржаја у земљишту, посебно у неким деловима Војводине; -Заоравање биљних остатака у земљишту; -Унапређење ефикасног коришћења водних ресурса; - Унапређење ефикасности наводњавања и коришћења воде за добијање одговарајућег приноса оптимизацијом техника и метода наводњавања; -Значајнија употреба противградних мрежа; -Увођење алтернативних, раних и стоних сорти, посебно у западној Србији; -Ефикаснија примена техника заштите винове лозе од раних јесењих и касних пролећних мразева; -Формирање тераса за производњу на падинама; -Унапређење метода заштите од водне ерозије унапређивањем техника за акумулацију воде у земљишту; -Унапређење пошумљавањем ради заштите земљишта од ерозије.
Политике	-Обезбеђивање законских оквира за имплементацију мера адаптације и ублажавања ефеката климатских промена у пољопривреди; -Јачање институционалних мера за успешно успостављање везе између различитих актера и експерата (нпр. обезбеђивањем неопходних капацитета у пољопривредним истраживачким и саветодавним службама, успостављање система мониторинга и упозоравања за потребе пољопривреде; -Обезбеђивање субвенција за имплементацију мера адаптације и/или ублажавања;

	-Имплементација прилагођених законских мера за специфично проблеме животне средине, као што су заштита квалитета водних ресурса ограничењем ђубрења или рестриктивним коришћењем земљишта; -Подржавање едукације произвођача на различите начине, што обухвата и финансијску потпору; -Одрживо коришћење пољопривредног земљишта, органска производња, агроеколошке мере, добра пољопривредна пракса.
Праћење и истраживање	-Праћење: развоја капацитета за спровођење мера прилагођавања на климатске промене, финансијске ефикасности примењених мера, промена у политици пољопривредног осигурања, времена и места појаве штетних организама, унапређења свести произвођача, едукације свих учесника у спровођењу мера прилагођавања, рада пољопривредних саветодавних служби ; -Истраживања: селекција сорти отпорних на стрес и сушу, развој и унапређење техника за смањење евапотранспирације, очување воде у земљишту и повећану ефикасност наводњавања, ефикасније коришћење резултата моделирања (нпр. коришћење нумеричке прогнозе времена у комбинација са већ развијеним агрономским моделима у циљу предвиђања штетних појава и ублажавања њихових ефеката).
Развој капацитета и свести	-Едукација пољопривредника везана за нове технологије и управљање; -Потпора и савети за произвођаче директни маркетинг ; -Обезбеђивање доступности саветодавних служби за све ; -Пружање атрактивних могућности едукације за млађе произвођаче; -Спајање малих фарми у средња и велика газдинства; формирање задруга где год је то могуће; -Одржавање баланса између ратарске и сточарске производње да би се избегло повећање садржаја гасова стаклене баште на локалном, а потом и на глобалном нивоу.
Стрна жита	-Развој нових генотипова са адаптивношћу на абиотичке и биотичке факторе или прилагођавање постојећих генотипова на будуће услове; -Детаљна процена ризика заснована на метеоролошким и биолошким осматрањима у широком региону неопходна је за превенцију појаве болести и епифитоција.
Кукуруз	-Промена датума сетве, селекција толерантних хибрида и наводњавање у циљу смањења укупног стреса (у будућности ће бити потребно да се троши више воде за наводњавање на већим површинама него до сада); -Замена актуелних сорти онима које касније сазревају и које су отпорне на више температуре; -Ротација усева како би се умањили напади штетних организама; -Мониторинг појаве болести и штеточина те прогноза (не само за кукуруз) ојачавају ефикасну заштиту усева и смањују ризик од пропадања.
Шећерна репа	-Наводњавање; -Ранија сетва; -Одлагање вађења репе, што представља продужење продукције и излагање биљке спољашњим условима за још најмање месец дана; -Селекција толерантних хибрида и утврђивање региона у којима владају повољни услови за гајење.
Грожђе и вина	-Узимање у обзир очекиваних агроклиматских услова при подизању нових воћњака и винограда; -Правовремено ђубрење, наводњавање, постављање противградних мрежа, контрола корова, стално резивање, уклањање опалог лишћа.

Предложене мере адаптације не дефинишу приоритетне потребе, нити оптимална решења за одређене регионе/области, локалне самоуправе и сл већ су, у складу са природом документа (национални извештаји), листа могућности и потенцијалних решења. Зато је потребно дефинисати мере адаптације на нивоу нижем од националног. У том контексту неопходно је утврдити погођеност пољопривредне производње на нивоима нижим од

националних, што опет захтева систематско и континуирано праћење основних параметара пољопривредне производње, праћење болести и штеточина и слично.

Воћарство

Метеоролошке појаве које негативно утичу на воћке, последице које оне изазивају и оптимална мера адаптације за конкретни узрок и последицу по воћке приказане су у Табели 12. Јасно је да је најчешће предложена мера адаптације на измењене климатске услове: **правилан избор терена, врсте, сорте и подлоге**. Другим речима **рејонизација је кључна мера адаптације на измењене климатске услове**, које ће бити све израженија у будућности (Ђурђевић и сар., 2018⁵³). Из тог разлога рејонизацију је неопходно припремити узимајући у обзир очекиване промене климе, односно климатске пројекције.

Табела 12. Фактори промена климе које наносе штету воћкама и потенцијалне мере адаптације

Метеоролошка појава	Последице на воћку	Мере адаптације
Појава екстремно ниских температура током зимског периода	Измрзавање делова или целих биљака	Избор сорти и подлога, избор терена
Колебања температура током зимског периода (смена топлих и хладних периода)	Појачана осетљивост појединх органа воћака на мраз	Избор сорти и подлога, избор терена
Изостанак формирања снежног покривача	Измрзавање корена или кореновог врата код воћака	Избор сорти и подлога, избор терена
Велике температурне осцилације у пролеће (појава позних пролећних мразева)	Измрзавање цветова и тек заметнутих плодова	Избор сорти које касније цветају, избор терена, постављање „анти фрост“ система, осигурање воћњака
Формирање снежног покривача након листања	Ломљење грана	Избор сорти који касније крећу са вегетацијом
Обилне падавине током зрења плодова	Пуцање плодова, труљење плодова	Избор отпорних сорти, постављање заштитних мрежа
Подизање нивоа подземних вода (забаривање)	Сушење целих стабала	Избор подлоге, дренажа земљишта, избор терена
Суша	Смањење приноса, лошији квалитет плода, изостанак рода у наредној години	Наводњавање, избор сорте и подлоге
Високе температуре у периоду вегетације	Појава ожеготина на плодоваима, смањена фотосинтеза, појава дуплих плодова наредне године	Избор сорти, постављање мрежа за засену, правилна резидба
Јак ветар	Ломљење стабала, опадање плодова, опадање лишћа	Постављање ветро заштитних појасева, правилан распоред воћака у реду, избор положаја
Појава града	Оштећења на стаблима, листовима и плодовима	Постављање противградних мрежа, коришћенеј противградних ракета, осигурање воћњака

Додатно треба имати у виду да се неке од наведених метеоролошких појава (град и поплаве) региструју на нивоу локалних самоуправа и када је проглашено ванредно стање процењују се штете настале као последица појаве. Међутим, као што је наведено не постоји интегрална

⁵³ Ђурђевић, В., Вуковић, А., Вујадиновић Мандић, М. (2018): Извештај о осматраним променама климе у Србији и пројекцијама будуће климе на основу различитих сценарија будућих емисија, Трећа национална комуникација о климатским променама, Београд.

методологија процене штета, нити потпуно јавно доступно систематизовано прикупљање података о елементарним непогодама.

Виноградарска производња

Потенцијалне мере адаптације у виноградарству приказане су у Табели 13.

Табела 13: Потенцијалне мере адаптације у виноградарству

Мере адаптације у виноградарству
Правилан одабир локалитета гајења и померање винограда на веће надморске висине
Природно засењивање винограда (гајење на северно оријентисаним странама)
Адекватна одбрана од болести и штеточина услед учесталијих непогодних временских прилика (пролеће-лето)
Адекватна одбрана од екстремних догађаја (суше, поплаве)
Осигурање винограда
Постављање противградних мрежа
Адекватан избор сортимената
Примена одговарајућих агро и амелотехничких мера (одржавање земљишта, систем гајења, резидба и др.)
Обезбеђење субвенција укључујући климатск факторе
Стварање нових сорти винове лозе које су толерантне на различите биотичке и абиотичке стресогене факторе

Ратарска производња

У значајне мере адаптације у ратарској производњи спадају **агротехничке мере којим се влага задржава и спречавају губици влаге уз подстицање њеног ефикаснијег и економичнијег коришћења**. Агромелиоративном обрадом ствара се слој у земљишту који је у стању да прими и спроведе, односно акумулира довољне резерве влаге из периода када је има више, као и да их стави биљкама на располагање у њиховим критичним периодима за влагу (Ковачевић и сар., 2010⁵⁴). Отуда је **непроцењив значај јесењег дубоког орања** за све, а нарочито јаре усева. Све мере **предсетвене обраде** као и **мере неге** које имају за циљ пресецање капиларитета и очување влаге су добродошле у ове сврхе (дрљање, међуредна култивирања и окопавања). За отклањање различитих неповољних абиотичких утицаја који своје непосредне утицаје остављају на самом земљишту и стварање повољних услова за гајене биљке користе се различите мере неге усева, пре свега механичке природе: дрљање, ваљање и међуредно култивирање са окопавањем и огртање (Ковачевић и сар., 2017⁵⁵).

Са аспекта сетве, значајан је **избор сората/хибрида**, адаптабилних на сушу, технологија (*high* или *low input*), очекивани метеоролошки условима колико је то унапред уопште на основу неких индикатора могуће предвидети, густини биљака и дубини сетве, односно количини семена (Симић и сар., 2018⁵⁶).

⁵⁴ Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Jovanović, Ž., Kolčar, D. (2010): Uticaj produžnog dejstva meliorativne obrade zemljišta na razvoj korenovog sistema, morfološke i produktivne osobine ozime pšenice. Poljoprivredna tehnika XXXV(2): 37-44.

⁵⁵ Kovačević, D., Momirović, N., Dolijanović, Ž., Poštić, D. (2017): Modern approach to soil tillage in Serbia: from productivity and energy efficiency towards agroecosystems resilience and sustainability. 3rd International Scientific Conference Sustainability challenges in agroecosystems, Osijek, Croatia p 29.

⁵⁶ Simić, M., Kresović, B., Dragičević, V., Tolimir, M., Brankov, M. (2018): Improved maize cropping technology to reduce the impact of climate changes. Proceedings of the IX International Agricultural Symposium "Agrosym 2018", Jahorina pp 263-270. <http://www.agrosym.unssa.rs.ba>.

Смањење штете од последица суше на највећим површинама под кукурузом могуће је постићи и одређеним **агротехничким мерама**, избором хибрида и сетвом у препорученим густинама по јединици површине. Број биљака по јединици површине највише утиче на принос кукуруза у временски повољним годинама. Међутим, у годинама са смањеним количинама падавина или њиховим неповољним распоредом веома је ризично гајити хибриде у великим густинама јер долази до појаве јалових биљака (биљке без клипа). Хибриди кукуруза створени у нашој земљи боље су адаптирани на сушу у овим крајевима. Поред тога, наши хибриди имају способност да у условима мањег броја биљака по јединици површине у временски повољним условима дају високе приносе док у сушним годинама боље подносе сушу. Да би се што боље искористиле залихе влаге у земљишту и да би се што боље спречила евапорација, ради се на стварању хибрида погодних за врло рану сетву, већ почетком априла у нашем поднебљу.

Земљиште под широкоредним усевима дуго времена је незаштићено, зато се препоручује међуредно култивирање, са култиваторима намењеним само за такве сврхе, земљиште се подсеца и растреса између редова. **Малчирање** (настирање) смањује евапорацију на тај начин што је мања површина изложена сунцу и ветру. Сунчеви зраци се више одбијају од светлије површине (малч је свјетлији од земљишта) што утиче на смањење температуре. Исецкани материјали или ситније материје употребљене за малч боље упијају воду и онемогућавају њено отицање или испаравање. Површина испод малча је порознија без покорице и може да упије више влаге. Из наведених разлога земљиште је снабдевеније влагом.

Поред наведеног значајан адаптивни капацитет могу имати и мере проређивања усева, ђубрење, наводњавање, плодоред (двопољни: озима пшеница - кукуруз, али и све више трополни у чији састав, поред озиме пшенице и кукуруза, улази и соја). Када су у питању саме биљке треба поменути да поред избора врста треба гледати и сорте (хибриде) код једне врсте. Неке су толерантније на сушу и адаптивније на такве околности, а неке су опет врло интензивне, са јако високим захтевима за свим чиниоцима, почев од хранива па до воде (Долијановић и сар., 2014⁵⁷).

Другим речима, у адаптацији на сушу користе се редовне и посебне агротехничке мере уз адекватан сортимент гајених биљака са већом толеранцијом на сушу. Од редовних мера долазе у обзир **обрада земљишта, ђубрење, сетва, мере неге усева, плодоред**, а од посебних, **задржавање снега, малчирање и антиевапоранти**. Примењују се све оне агротехничке мере којим се влага задржава и спречавају губици влаге уз подстицање њеног ефикаснијег и економичнијег коришћења (Ковачевић и сар., 2013b⁵⁸). Поред наведених мера ту је и **наводњавање као најдиректнија мера** за ратарске културе. Међутим, наводњавањем се у суштини мењају битно сви услови у једном систему биљне производње, тако да само за себе представља једну посебну меру са далекосежним утицајем, о чему треба водити посебно рачуна. Све наведене истовремено су и потенцијалне мере адаптације, а њихова ефикасност зависи од укључења промена климе (осмотрених и очекиваних) у процес планирања. Не треба сејати осетљиве биљке на сушу иза предусава који су већ претходне године потрошили доста влаге. Сунцокрет, шећерна репа, луцерка су управо такви усеви.

⁵⁷ Dolijanović, Ž., Kovačević, D., Momirović, N., Oljača, S., Jovović, Z. (2014): Effects of crop rotations on weed infestation in winter wheat. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 20(2): 416-420.

⁵⁸ Kovačević, V., Kovačević, D., Pepo, P., Marković, M. (2013b): Klimatske promjene u Hrvatskoj, Srbiji, Mađarskoj i Bosni i Hercegovini: Usporedba vegetacije kukuruza 2010. i 2012. godine. *Poljoprivreda* 19(2): 16-23.

Супротно од суше, у годинама са више падавина наступају проблеми друге врсте, нарочито на тежим земљиштима. Хидроморфна земљишта су карактеристична по вишку воде, било повремено или током целе године (Ковачевић и сар., 2010⁵⁹). Тежа земљишта захтевају агромелиоративну обраду да би била боље пропусна нарочито у влажнијим годинама, а како не би дуже лежала вода на истој непропусној површини и стварала водолежи које убрзо угуше усеv. У овом случају захтеване мере које се истовремено могу третирати ии као мере адапације су:

- **Правилно постављени плодоређи** са већом диверсификацијом усева обезбеђује се боље подношење екстремних услова влаге, што је нарочито случај код пшенице односно правилним распоредом усева у плодоређу може се значајно смањити екстремни утицаји топлоте и падавина,

- **Стварање нових сорти гајених биљака** толерантније на водне и друге стресне услове (у међувремену користити сорте односно хибриде који су искуствено до сада најбоље адаптирани).

- **Повећње бројности усева** како би се боље искоришћавале резерве влаге у земљишту и који ће бити у пољу током јесени и зиме а неће ометати сетву јарих усева

- **Подизање пољозаштитних појасева** како би се смањила брзина ветра, затим малчирање земљишта и др.

Одржива пољопривреда је важан елемент укупног напора да се хуманост учини компатибилном са захтевима земљишног екосистема.

Сточарство

Интензивна сточарска производња, пре свега свињарство и живинарство, биће прилично под негативним директним и индиректним утицајем климатских промена у Републици Србији. Планирање и спровођење адаптације у сектору сточарства у вези је и са мерама од значаја за ратарство, али и директним мерама адаптације. Међу значајне мере адаптације за сточарство спадају:

- У живинарству и свињарству, у интензивној производњи која се одвија у затвореним објектима, могуће је делимично контролисати микроклиматске улове и њихов негативан утицај на ове видове сточарске производње.
- Производња млека, пре свега крављег, је потенцијално најугроженија делатност у оквиру сточарске производње. У овом сегменту сточарске производње неопходно је **прилагодити технологију производње (начин исхране, састав obroка...), као и уграђивање опреме за вентилацију и орошавање унутар објекта**. За фарме које се граде неопходно је водити рачуна при пројектовању објеката, о њиховој запремини, оријентацији, као и материјалима од којих се граде. Добра мера прилагођавања јесте коришћење испуста са хладовином и орошивачима.
- Када је реч о овчарској производњи она се мора прилагодити пре свега **количини доступне паше**, ради економске одрживости, као и могућношћу коришћења споредних производа ратарске производње за исхрану оваца, у најинтензивнијим ратарским регионима.
- Код свих врста домаћих животиња **неопходно је спроводити селекцију** у циљу добијања генотипова са повећаном отпорношћу на топлотни стрес, односно

⁵⁹ Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Jovanović, Ž., Kolčar, D. (2010): Uticaj produžnog dejstva meliorativne obrade zemljišta na razvoj korenovog sistema, morfološke i produktivne osobine ozime pšenice. Poljoprivredna tehnika XXXV(2): 37-44.

створити генотипове који могу успешно производити у измењеним климатским условима.

- **Прелазак једног дела сточарске производње у оквиру еколошке и органске производње**, у којима се гаје генотипови који су отпорнији на негативне ефекте климатских чинилаца и добијају производи више биолошке вредности.
- **Производња сточне хране**, као битног сегмента успешне сточарске производње, треба да буде базирана на традиционалним културама попут кукуруза, јечма и других култура, чија се технологија мора прилагодити климатским променама (ранија сетва, употреба наводњавања...). Такође треба уводити и нове културе или ширити површине под културама попут сточног сирка и суданске траве, које могу бити одличан извор квалитетне хране за домаће животиње а добро подносе измењене климатске прилике.
- **Усклађивање са реонизацијом ратарске производње**, као битног предуслова за одрживу сточарску производњу.

Генерално гледано за комплетан сектор пољопривредне производње, али и остале секторе и мере адаптације на измењене климатске услове, два су кључна недостатака за која је потребно предложити решења:

- (1) идентификација активности и мера на нивоима нижим од националног (регионима, рејонима, локалним самоуправама) и
- (2) мониторинг и извештавање о спроведеном, проблемима и баријерама у имплементацији.

3.3. Закључци и препоруке

На основу претходне анализе јасно је да ефикасно планирање и спровођење адаптације у сектору пољопривреде захтева:

- Успостављање система праћења одговарајућих индикатора (ЕЕА индикатори) и њиховог приказивања на заједничкој платформи (која може бити интегрални део МРВ националног система);
- Упостављање систематског и континуираног прикупљања података о производњи, приносу и др (на годишњењем и нивоу локалних самоуправа) и њихова доступност заинтересованим странама;
- Усклађивање јавно доступних података и унапређење квалитета података (посебно подаци о приносима) нпр, FAOSTAT и података РЗС –а;
- Обезбеђење јавно доступних података о осмотреним и очекиваним променама климе, али и других података којима располаже, пре свега, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде и јавна предузећа односно друге институције којима су поверени послови из делокруга надлежности. Посебно на нивоу региона односно рејона и локалних самоуправа и у формама лаким за употребу;
- Припрема методологије за процену штета и губитака услед елементарних непогода и природних катастрофа изазваних променама климе. Посебно на нивоу региона односно рејона и локалних самоуправа;
- Израда водича и препорука за локалне самоуправе по питању прикупљања и систематизовања података и информација, јер оцена погођености, а пре свега планирање адаптације зависи од пореба градова и општина;

- Укључивање климатских пројекција (што није случај ни у националној процени ризика од елементарних непогода и катастрофа) и друштвено-економских аспеката у процену погођености сектора (што није случај ни у националним извештајима) и планирање мера адаптације;
- Мониторинг и процена утицаја промена климе на појаву болести и штеточина;
- Рејонизација на основу осматраних и очекиваних промена климе, топографских и карактеристика земљишта;
- Популаризација резултата рејонизације, кроз израду публикација, брошура, информатора и слично за појединачне циљне групе и заинтересоване стране, али и кроз обуку запослених у надлежном Министарству и стручњака, пре свега, пољопривредних стручних служби.

Са аспекта адаптације значајно је анализирати погодности и могућности за примену одређених агротехничких мера. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде (Управа за пољопривредно земљиште) је годинама уназад финансирала Студијско истраживачке радове који су се бавили **погодношћу земљишта за наводњавање по одређеним регионима, доступност ових података** од значаја је за организације пољопривредне производње.

У начелу за прилагођавање сектора пољопривреде од кључног значаја је оцена и могућности изградње и одржавања канала и акумулација двоструке намене (у сезонама када се јављају велике количне падавине да послуже да одводе и задржавају вишкове воде, а да се у сезони наводњавања та вода користи за наводњавање). Потребно је детаљно анализирати потребе усева за водом и на основу тога одредити време и норме заливања у циљу ефикасног трошења воде.

Зато је препорука да се користи модел *AquaCrop* за симулацију приноса, трајање фенофаза, померање вегетације стратешких ратарских, повртарских и воћарских култура на основу осматраних (мерених) података и њиховим очекиваним вредностима у будућности по различитим регионима Републике Србије. Такође модел може да симулира и потребе за водом, на тај начин би се дефинисали региони по могућносима за гајења одређене биљне врсте. Овај модел коришћен је за израду националних извештаја.

Потребни подаци за модел: Локација, Географска ширина, Надморска висна; Климатски подаци; $T_{\max}$, $T_{\min}$, брзина ветра, падавине, трајање сунчевог сјаја у току дана (инсолација часова) - било би идеално, дневне вредности, ако не бар месечне. Минимално што је потребно је $T_{\max}$, $T_{\min}$ и падавине;

Земљиште - Тип земљишта, Водне карактеристике земљишта (ПВК (пољски водни капацитет) и ВВ (влажност венућа) рб (запреминска маса земљишта) ово је минимум, а ако нема бар тип земљишта и на ком је подручју;

Агротехника; Наводњавање - Датуми наводњавања и примењена количина воде (време и норма заливања); Ђубрење - Датуми и норме ђубрења (врста хранива);

Биљка – Приноси сува и свежа маса приноса (плодова) ($t \cdot ha^{-1}$), укупна биомаса (свежа и сува $t \cdot ha^{-1}$). Велики број модела као и овај предвиђа (симулира) суву масу и суву биомасу (ако не располагете тим подацима мора се знати проценат воде у плоду, листу...да би се прерачунало), Датуми и почетка и трајање појединих фенофаза (садња, расађивање (уколико се заснива засад) листање, цветање, плоносење, сазревање); Пораст током појединих фенофаза (покривност) колико биљка у покрива површину у појединој фенофази, густина садње, сетве, расађивања (број биљака - садница по ha), Да ли је у питању C3 или C4 биљка. Ово су основни подаци који су потребни. Наравно ако се врше и друга адекватна мерења могу се укључити у модел.

Орјентациона потреба за водом током вегетационог периода може се одредити као просечна потрошња воде на процес евапотранспирације (ЕТо) помножена са бројем дана у месецу. Међутим, свака култура има своју специфичност (коефицијент културе (k_c) који се разликује по фенофазама сваке културе) па се потреба културе за водом добија као производ евапотранспирације и коефицијента културе (Табела 14).

Табела 14. Потребне за водом у климатским условима Републике Србије током вегетационог периода (април - октобар)

Месец	Просечна ЕТо ($\text{mm} \cdot \text{dan}^{-1}$)	Месечна потреба за водом (mm)
Април	2-2,5	60-75
Мај	3	90
Јун	3,5-4	105-120
Јул	4,5-5	135-150
Август	4-4,5	120-135
Септембар	2,5-3	75-90

Поред потреба за водом, инвестиције у системе двоструке намене, а посебно када је у питању изградња, одређује и расположивост водама одређеном рејону. Препорука је да се мере адаптације које подразумевају ове системе у обзир узму и резултати оцено утицаја промене климе на водне ресурсе и расположивост водом. Овај аспект требало би, у складу са могућностима, инкорпорирати и у оцено погођености.

Такође, са аспекта планирања биљне производње важно је познавати оптималне температуре за почетак појединих фенофаза развоја биљака као и трајање сваке фенофазе које управо зависе од температурних сума.

На основу претходних анализа могуће је оценити потребе за субвенцијама и припремити препоруке у том контексту (Субвенције Министарства пољопривреде, ИПАРД фондови и др.). С друге стране треба имати у виду да је планирање ове мере адаптације зависно од расположивости воде, односно и од интегралног управљања водама што није предмет овог извештаја, али је од кључног значаја за наредне фазе.

С обзиром да не постоји систематизовано прикупљање података о спровођењу и спроведеним мерама адаптације, а што је захтев и нацрта Закона о климатским променама, потребно је правно уредити ову област.

3.3.1. Препоруке

У оквиру пројекта се предлаже да се:

ВОЋАРСТВО

- Утврде промене у вредностима основних и корективних термичких показатеља (на основу сценарија о климатским променама за наредних 100 година, Ђурђевић и сар., 2018⁶⁰) у односу на садашње вредности и на основу тих показатеља одредити повољност за гајење одређених врсти воћака у ближој и даљој будућности.
- На основу тих анализа, дати процену о повећању или смањењу површина у којима се може успешно организовати воћарска производња и обиму и врстама различитих мера адаптације воћака у односу на садашње стање.
- Утврдити у будућности по регионима који је ниво погођености и које би се врсте гајиле, које сорте, која би се технологија примењивала у зависности од климатских промена, доступности воде, могућности давања субвенције и слично.

⁶⁰ Ђурђевић, В., Вуковић, А., Вујадиновић Мандић, М. (2018): Извештај о осматраним променама климе у Србији и пројекцијама будуће климе на основу различитих сценарија будућих емисија, Трећа национална комуникација о климатским променама, Београд.

- Изградити карте садашњих и будућих рејона повољности гајења одређених врсти воћака.

ВИНОГРАДАРСКА ПРОИЗВОДЊА

- Утврдити промене у вредностима виноградарских индекса за виноградарске рејоне у односу на оне израчунате и дате у актуелној рејонизацији, а које ће узети у обзир и пројектоване промене климе.
- Ради израчунавања виноградарских индекса и оцене погодности неког локалитета неопходни су одговарајући подаци са станица РХМЗ-а. Такође, подаци о карактеристикама земљишта које поседује Управа за пољопривредно земљиште као и Институт за земљиште, могу бити од значаја. Неопходни су и подаци о површинама, сортној заступљености, производњи грожђа, старости винограда, примењеној агро и ампелотехници и сл. којима располаже Центар за виноградарство и винарство из Ниша (<https://cevvin.rs/>).

РАТАРСКА ПРОИЗВОДЊА

- Утврдити по регионима који је тренутни и очекивани ниво погођености ратарске производње и које би се врсте гајиле, које сорте и хибриди, која би се технологија примењивала у зависности од климатски промена, доступности воде, могућности државе како би се смањила рањивост сектора на измењене климатске услове.
- За овај рад неопходни су одговарајући подаци са станица РХМЗ-а, као и подаци о карактеристикама и стању земљишта које поседује Управа за пољопривредно земљиште при Министарству пољопривреде Републике Србије као и Институт за земљиште.

СТОЧАРСТВО

- Процена директних утицаја климатских промена, пре свега на квантитет и квалитет сточарских производа, као и потенцијалну рејонизацију у складу са рејонизацијом ратарске производње као битног предуслова за економичну сточарску производњу.
- Извршити процену губитака у сточарској производњи, за шта су неопходни подаци са станица РХМЗ-а, као и климатске пројекције за исте станице ради повезивања са локацијом фарме и израчунавања температурно-хумидног индекса. Такође неопходна је доступност и података о агроеколошким условима, како би се рационално заснивала производња сточне хране.
- Процена опасности појаве и брзине ширења нових болести у области сточарске производње и повезивање истих са променама климе, а као основ правовременог реаговања у случају избијања локалних жаришта. Податке о овим болестима прикупља и обрађује Управа за ветерину у оквиру Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде.

ОПШТЕ

- Припремити базу јавно доступних података од значаја за праћење површина, приноса различитих пољопривредних култура, примене и оцене мера адаптације са препорукама за гајење. Платформа може бити коришћена за анализу производње, као и препоруке за будућу пољопривредну производњу. Основна карактеристика коју ова платформа треба да задовољи је лака доступност пољопривредним произвођачима. Повезивањем са платформом која ће садржати податке о осматраним и очекиваним променама климе обезбедила би се доступност свих релевантних информација на једном месту. Она би могла бити и место ране најаве и

упозорења на појаве које могу изазвати негативне последице на пољопривредну производњу.

- Извршити анализу појава болести и штеточина, као последица промена климе, и последица по пољопривредну производњу с тим у вези, или припрема препорука за потребни мониторинг и систематизовање података, како би оваква анализа била урађена.
- Припремити листу мера адаптације и заједничких мултисторских мера адаптације за секторе: управљања водама, управљања шумама и пољопривреду.
- Припремити листу релевантних модела и методологија за процену утицаја промена климе на сектор пољопривреде.
- Припремити препоруке за: листе индикатора, у складу са ЕЕА индикаторима; институционалну надлежност и одговорност за прикупљање података и индикаторе.
- Подршка у припреми методологије за процену штета и губитака услед елементарних непогода и природних катастрофа.

IV ВОДОПРИВРЕДА И ВОДНИ РЕСУРСИ

4.1. Оцена погођености

4.1.1. Међународни и ЕУ контекст

Коришћење воде за пиће, хигијену, рекреацију, транспорт, пољопривредну, индустријску и производњу енергије и др значајно утиче на расположивост и квалитет водних ресурса, а овај притисак свакако расте са интензивирањем промена климе. Утицаји климатских промена на сектор управљања водама на глобалном нивоу приказани су у 5. извештају Међународног панела о промени климе и посебном делу, тачније у делу извештаја Климатске промене 2014 – Утицаји, адаптација и погођеност⁶¹, док је нови извештај овог типа у припреми и очекује се његово публиковање 2021. године.

С једне стране промене климе утичу на повећање потреба за водом, а с друге смањују њену доступност. Анализе из 2018. године за област басена реке Дунав показале су да промена намене земљишта и коришћење воде доприноси са свега 10-20%, очекиваним променама доступности и квалитета водних ресурса, док су климатске промене одговорне за 80-90% ових промена.

Према претходним ЕУ анализама, већ 2020. године могуће је очекивати значајно смањење доступности воде, посебно током летње сезоне и у јужним и југоисточним деловима Европе. До 2080. године, може се очекивати да ће 14 - 38% популације Медитеранских држава живети у регионима са значајним недостатком воде. До краја века у Грчкој се може очекивати да ће се суше која су се дешавале једном у 100 година појављивати једном у 10-40 година. Истовремено, у земљама централне Европе, као што је Мађарска, може се очекивати значајно смањење летњих падавина са израженим негативним последицама по екосистеме и пољопривреду. У источној (зимске) и северној (зимске и пролећне) Европи пораст ризика од поплава је међу највећим ризицима климатских промена.

Најновије ЕУ анализе потврђују да ће промене климе утицати на повећање губитка водних ресурса, у областима која су већ изложена проблемима са водоснабдевањем. У ЕУ+УК око 51.9 милиона људи и економске активности у вредности од 995 милијарди евра већ сада су изложени проблемима са снабдевањем водом, од чега чак 3.3 милиона људи и пословање у вредности од 75 милијарди евра је изложено великим проблемима са снабдевањем водом.

Истовремено, појаве стогодишњих поплава ће се јављати чешће у највећем делу Европе (изузетак су само северна Европа, јужни делови Шпаније и Турска), као и поплаве изазване екстремним интензитетима падавина. Заправо, према проценама, појаве речних поплава међу највећим су узроцима губитака и штета у Европи. У случају раста глобалне средње температуре преко 2⁰ С, штете директно изазване поплавама услед климатских промена, без адаптације могу бити и утростручене. Реално је очекивати слична сценарија и за Србију.

У периоду 1980-2017. година, закључно са 2017. годином, 83% укупних новчаних губитака ЕУ (око 426 милијарди евра) су они изазвани временским и климатским екстремима.

У начелу, анализе утицаја промена климе на водне ресурсе у Европи (претежно укључују ЕУ) укључују процене утицаја на:

⁶¹ Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf

- ◆ годишње и сезонске протицаје и доступност воде;
- ◆ високе (од значаја за поплаве) и мале воде;
- ◆ потребе за и истовремену доступност воде;
- ◆ популацију погођену недостатком воде;
- ◆ влажност земљиша;
- ◆ потребе за наводњавањем, хлађењем, производњу;
- ◆ производњу енергије из хидропонтенцијала и хлађење у производњи енергије из угља (укључују и регион Србије)⁶²;
- ◆ подземне воде; и
- ◆ водоснабдевање у урбаним срединама.

Додатно, ЕЕА индикатори од значаја за праћење утицаја климатских промена на водне ресурсе и ефикасност мера адаптације су:

- (1) Хидролошка суша
- (2) Речни протицај

Подацима за осмотрене трендове располаже РХМЗ, док су пројекције у делу израђене у националним извештајима, међутим подаци нису систематизовани нити јавно доступни.

- (3) Поплаве
- (4) Економске штете и губици изазвани елементарним непогодама и природним катастрофама

Подацима о поплавама располаже РХМЗ, али и Министарство унутрашњих послова (МУП), као институција одговорна за смањење ризика и превенцију у случају елементарних непогода и природних катастрофа. Из истог разлога МУП располаже и подацима о штетама и губицима, иако добар основ база података је непотпуна (као што је наведено у поглављу: Пољопривреда).

На крају треба имати у виду да се улога сектора вода у погођености климатским променама, огледа кроз директне последице у овом сектору, али и индиректне у другим секторима, као што су: пољопривреда, производња енергије, инфраструктура, људско здравље и екосистеми (нпр. повећање честине и интензитета поплава, чиме се смањује квалитет доступне воде, али и уништење инфраструктуре поплавама).

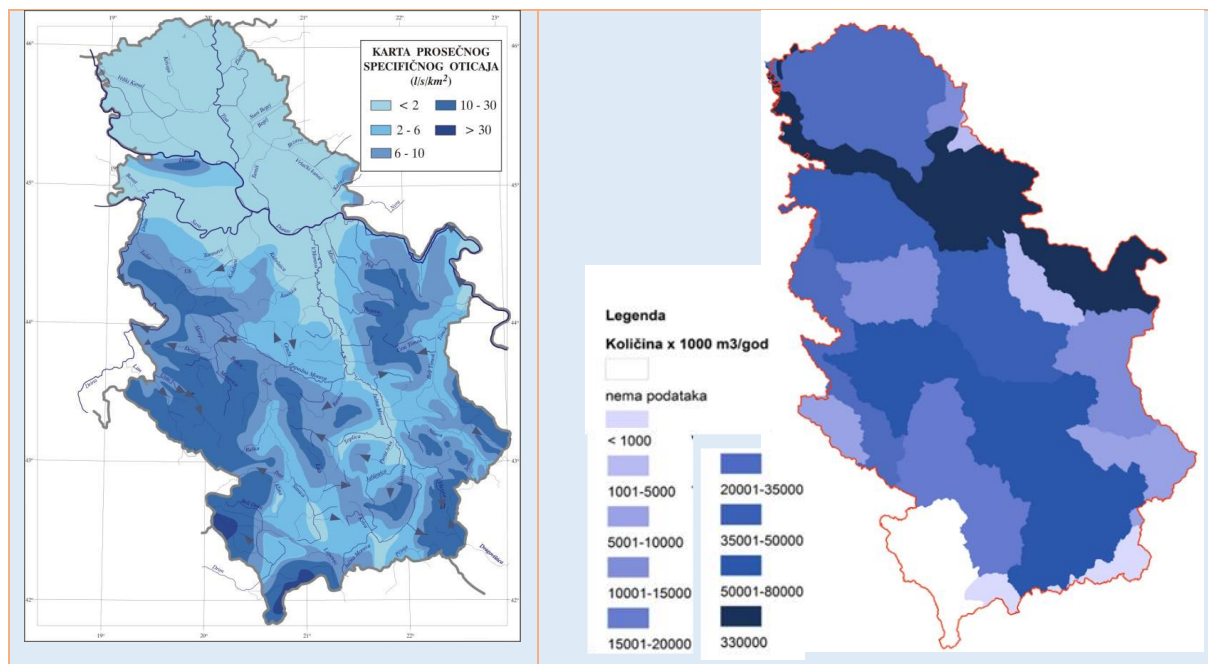
4.1.2. Национални контекст

Расположивост домаћим водама (које настају на територији државе) Србију сврстава већ сада у водом сиромашније земаље Европе. Домаћих вода има мање од 1 500m³ по становнику годишње (потребан минимум за нормалан самодовољни развој, око 2 500m³ по становнику годишње), а у зони великих градова и зонама које имају потребу наводњавања (Војводина, Шумадија, сливови Колубаре, Ситнице, Поморавље) домаћих вода има испод 500 m³ по становнику годишње.

Стање је много неповољније када се узме у обзир расподела домаћих вода по територији. Тада се уочава 'ресурсни парадокс' да воде има најмање тамо где је најпотребнија (зоне највећих насеља и најквалитетнијих земљишта које треба наводњавати). То се исказује и

⁶² Impact of a changing climate, land use, and water usage on Europe's water resources, A model simulation study, JRC Technical Report, 2018

преко специфичног отицања (слика 17), које је у просеку око $5,7 \text{ L/s} \cdot \text{km}^2$, али варира од око $1 \text{ L/s} \cdot \text{km}^2$ па и мање од тога у деловима Војводине, а пење се на преко $30 \text{ L/s} \cdot \text{km}^2$ у планинским зонама (Мокра Гора, Проклетије, Шара). На неким подручјима специфична расположивост домаћих вода спушта се испод 500 m^3 по становнику годишње (Војводина, Шумадија, сливови Ситнице, Колубаре, Поморавље). У тим зонама се потребе за водом не могу подмирити без коришћења транзитних вода и/или довођења воде са већих удаљености.



Слика 17. Карта специфичних отицања ($\text{L/s} \cdot \text{km}^2$) територије Србије (лево) и количина захваћене воде за пиће у Србији по сливовима⁶³ (десно)

Воде Србије карактерише и велика просторна и временска неравномерност и све израженије смањење протока у периодима малих вода и повећање врхова таласа у периодима великих вода. Тенденције повећања врхова таласа великих вода на већим транзитним рекама захтевају да се преиспитује степен заштите од великих вода на деоницама у близини градова и технолошких система који су рањиви на плављење (пример: ТЕ Костолац, басен Колубара).

Квалитет воде за пиће у великом делу Војводине (посебно у Бачкој и Банату), Поморављу, деловима Шумадије и бројним мањим општинама је неодговарајући. Проблем са неодговарајућим квалитетом воде је присутнији у мањим срединама, док се неадекватна заштићеност изворишта јавља независно од величине система.

Ситуација са подземним водама је слична и код њих се такође уочава смањење доступности и квалитета. Примера ради, у Војводини је већ дошло до великих обарања нивоа подземних вода, на неким местима и преко 50 до 60 m.

⁶³ http://www.sepa.gov.rs/download/Odrzivo_koriscenje_WEI.pdf

Евидентно је да већ лошу ситуацију додатно погоршава утицај промена климе. Процена погођености климатским променама сектора управљања водама доступна је у Првом⁶⁴, Другом⁶⁵ и нацрту Трећег извештаја РС према Оквирној конвенцији УН о промени климе.

Процене се углавном свODE на утицаје климатских промена на протицаје одређеног броја токова. У циљу процене утицаја промене климе на водне ресурсе за потребе Другог извештаја, анализиране су промене трендова протока река, са 18 одабраних хидролошких станица у централној Србији. Резултати ових анализа показали су да је просечан дугорочни тренд на домаћим рекама око -30%/100 година, док просторни распоред варира. Дугорочни тренд за реке Дунав и Саву на територији Србије је око -10%/100 година и док максималне дневне вредности показују значајан опадајући тренд протока за скоро све реке (изузетак су Дунав и Тиса са врло благим порастом), минималне дневне вредности имају врло променљив тренд.

За екстремно мале и велике воде, на већим рекама се углавном бележи опадајући тренд, док мање реке бележе врло различите резултате. Сценарија будућних климатских услова указују на даљи пад протока, посебно у периоду 2071-2100. У смислу величине промена, сливови Колубаре у централној Србији и Топлице у јужној Србији, биће најподложнији променама и до -40% у периоду 2071-2100. у односу на период 1961-1990. За два слива у западној Србији, реке Дрине и Лима, могу се очекивати умерене промене. За ближу будућност промене протока су у оквиру неколико процената, а ређе прелазе 10%.

За подземне воде уочен је опадајући тренд расположивости, али мањи него у случају површинских вода. Ово се посебно односи на дубоке издани. Треба имати у виду да, када је реч о детаљној анализи расположивости подземних вода и утицају промене климе на њих, постоји проблем недостатка дугих низова података. Овај проблем је идентификован и у поглављу 1: Осмотрене промене климе и климатска сценарија, овог Извештаја.

У сливовима Велике Мораве, Јужне Мораве и Западне Мораве се, услед пораста температуре воде, посебно за време малих вода, уочава негативан тренд квалитета вода и може се очекивати и у будућности. Период малих вода може бити посебно критичан за квалитет вода на сливовима, као што су сливови Мораве и Тисе, и на мањим водотоцима у источној Србији, као што су реке Нишава, Тимок, Млава.

Други извештај утврђује значајан притисак у погледу сигурности водоснабдевања у будућности и то, посебно, у великим градовима и на југоистоку, истоку, па у централном и северном деловима земље.

Нацрт Трећег извештаја приказује утицај климатских промена на **просечне годишње, просечне месечне и просечне дневне протоке** за Дунав, Саву, Дрину, Колубару, Велику Мораву, Јужну Мораву - доњи слив и горњи слив, Западну Мораву, Ибар, Тимок, Тису и Тамиш и то очекиване промене протока за периоде 2011-2040 (2020), 2041-2070 (2050) и 2071-2100 (2080) у односу на период 1971-2000. година. За приказивање ових резултата коришћени су подаци са јавно доступних база података и платформи.⁶⁶ Методологија за анализу утицаја будућних климатских промена на овај сектор је заснована на анализама резултата вишемоделског ансамбла климатских модела повезаних са хидролошким

⁶⁴ <https://unfccc.int/resource/docs/natc/srbnc1.pdf>

⁶⁵ https://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2017/12/SNC-Eng_Serbia.pdf

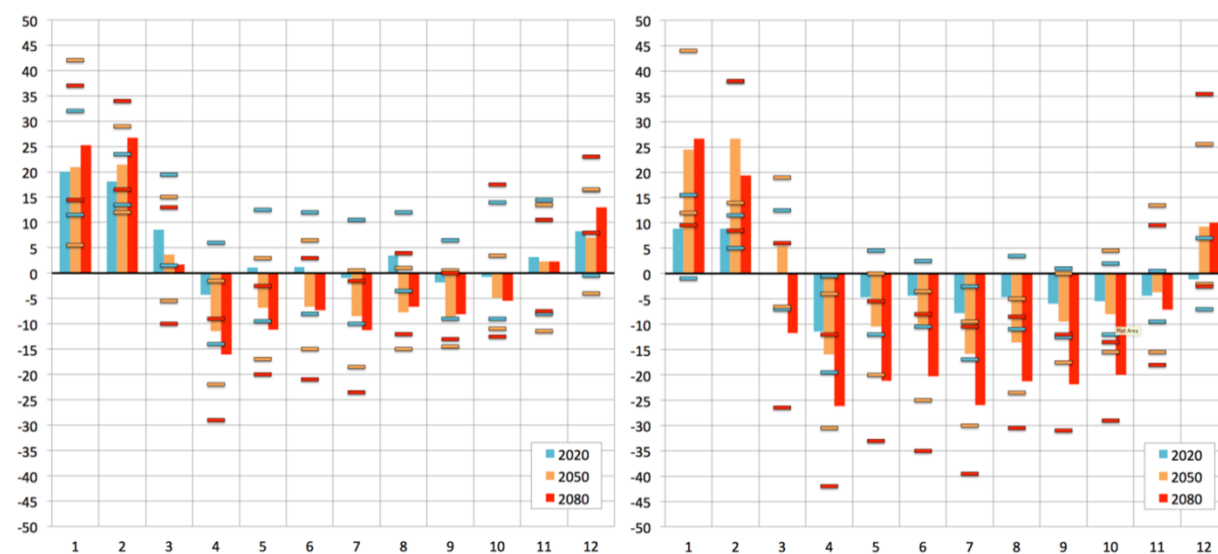
⁶⁶ <https://cds.climate.copernicus.eu>

моделима. Коришћена су два извори података: SWICCA (Service for Weather Indicators in Climate Change Adaptation; swicca.eu) и EDgE (End-to-End Demonstrator for improved decision-making in the weather sector in Europe; edge.climate.copernicus.eu) пројекат Коперникус програма Европске Уније. Резултати модела покривају област Европе, што значи да је обухваћен утицај климатских промена у регионима целих сливова већих река које делом пролазе кроз Републику Србију. Резиме ових анализа приказан је у Табели 15.

Табела 15. Промене средњег годишњег протока (%) за изабране речне сливове за периоде 2011-2040 (2020), 2041-2070 (2050) и 2071-2100 (2080) у односу на период 1971-2000

	RCP4.5			RCP8.5		
	2020	2050	2080	2020	2050	2080
Дунав	7	4	3	1	5	-1
Сава	8	7	3	-1	1	-9
Тиса	12	2	1	-2	2	-5
Тамиш	8	2	2	-2	1	-7
Дрина	4	0	-1	-4	-4	-10
Колубара	9	3	2	-1	1	-3
Велика Морава	2	-2	1	-2	-6	-11
Западна Морава	3	-2	0	-2	-6	-7
Јужна Морава (доњи ток)	4	-4	-1	-3	-5	-13
Јужна Морава (горњи ток)	4	-5	1	-3	-6	-13
Ибар	2	-3	-3	-5	-8	-17
Тимок	9	-2	-3	-2	3	-8

Додатно, протоци у маловодном и топлом периоду године (за већину река период јун – октобар) додатно се смањују. У односу на референтни период очекује се смањење средњих месечних протока у периоду од априла до октобра (Слика 18). Са друге стране, током децембра, јануара, фебруара, за неке реке и марта, очекује се повећање средњих месечних вредности протока. Значи, период са већим средњим месечним вредностима протока помера се према почетку године, према зимским месецима. Према сценарију RCP8.5 очекује се израженија унутаргодишња неравномерност, односно повећање протока у зимском периоду и смањење протока у пролећном и летњем периоду. Посебно је изражено смањење минималних дневних протока за Тамиш, које износи од 55% за RCP4.5 до скоро 80% за RCP8.5.



Слика 18. Средња вредност промене средњих месечних речних протока у Србији за три будућа периода 2011-2040 (означено са 2020), 2041-2070 (2050) и 2071-2100 (2080) приказана хистограмом и одговарајуће максималне и минималне вредности означене цртама; на левом графику су резултати добијени по RCP4.5 сценарију, а на десном по RCP8.5 сценарију. Одступања су дата у процентима у односу на одговарајуће вредности референтног периода 1971-2000⁶⁷

Средња промена расподеле дневних протицаја по сценарију RCP4.5 показује да у периоду 2011-2040 долази до позитивне промене (повећања) највећих дневних протицаја, док се у даљој будућности градијент тих промена смањује. Према сценарију RCP8.5 током периода 2011-2040 не очекују се значајније промене највећих дневних протицаја, али се очекује смањење интензитета дневних протицаја мањих од 70-ог перцентила, а за најмање дневне протицаје то смањење износи и до 20%. У периоду после 2040. очекује се пораст највећих дневних протицаја за око 15% и пад најмањих протицаја за око 25%. Такав развој процеса – повећање великих вода, а тако драстично смањење малих протока (за 1/4) је веома неповољно по обе класе водопривредних система – регионалне системе за снабдевање водом насеља и за речне системе, из којих се водом снабдевају и највећи потрошачи, пољопривреда и индустрија.

У водопривредном смислу, са гледишта планирања поузданих водопривредних система наведене тенденције су врло неповољне. Оне указују да ће се **повећавати таласи велики вода**, јер се због бујичних режима велики протоци реализују у виду таласа великих вода, док ће се **смањивати мале воде и значајно продужавати њихова трајања**. Значи, и онако веома неповољни водни режими река у Србији, постајаће још неравномернији. При чему је веома битно да се те промене одигравају на најнеповољнији начин са гледишта конзума: до повећања протока долази у зимском периоду, када нема наводњавања као будућег највећег потрошача воде, а протоци се значајно смањују у вегетационом делу године, и то највише у кризном, најтоплијем делу (јуни-септембар), када су потребе за водом највеће и у пољопривреди, али и у свим осталим делатностима. Једини, заиста **једини управљачки одговор на такву тенденцију су акумулације са годишњим регулисањем**, које једине могу да изврше неопходно прерасподелу воде током године, на начин који одговара и свим корисницима / потрошачима, али и свим екосистемима, и воденим и копненим.

Са аспекта подземних вода, значајно је да се њихов квалитет креће од вода изузетног квалитета, до вода које захтевају сложене поступке пречишћавања. На квалитет воде у највећој мери утиче загађење из: нетретиране индустријске и комуналне отпадне воде, оцедне и процедне воде са депонија, дренажне воде из пољопривреде, као и термичко загађење водама из система за хлађење термоелектрана и загађење везано за пловидбу рекама. Очекиване промене климе према RCP8.5 сценарију утицаће на смањење укупних количина подземних вода и то до око -10% у ближој будућности и -50% до краја века. Ове промене биће израженије у источним и југоисточним, а најмање изражене у западним и југозападним крајевима.

Утицај промена климе на водне ресурсе, прецизније мере адаптације које истовремено доприносе и смањењу емисија гасова са ефектом стаклене баште (ГХГ) обрађене су и у националној Стратегији ниско-угљеничног развоја са Акционим планом. Питања адаптације у сектору вода део су Оквира за планирање адаптације⁶⁸, али с обзиром да су

⁶⁷ Ђурђевић В., А. Вуковић, М. Вујадиновић Мандић (2018): Извештају о осматраним променама климе у Србији и пројекцијама будуће климе на основу различитих сценарија будућих емисија, Трећа национална комуникација о климатским променама, Београд

⁶⁸ Projekat „Strategija klimatskih promena sa Akcionim planom“, <http://www.klimatskastrategija.eu/>

заснована на мерама и активносима већ приказаним у Другом извештају према Конвенцији, неће бити поновно детаљно обрађена овде.

Додатно, у оквиру научног пројекта Министарства за науку и технолошки развој „Оцена утицаја климатских промена на водне ресурсе Србије“ (ТР37005) развијана је методологија за оцену промена хидролошког режима услед климатских промена. Пројекат је почео 2011. године и још увек није формално завршен. У оквиру пројекта највише се радило на истраживањима у два правца. Први правац се фокусирао на анализу стохастичке структуре хидролошких временских серија за потребе идентификације нестационарности тј. дугорочних трендова и цикличности⁶⁹. Други правац истраживања се бавио методологијом за израду хидролошких пројекција на основу климатских пројекција, где је значајна пажња посвећена адекватној примени хидролошких симулационих модела⁷⁰. Као резултат рада на пројекту објављен је велики број научних радова, где је предложена методологија примењивана на појединачне сливове у Србији (примери су реке Колубара⁷¹, Млава, Топлица, Нишава⁷², Црница⁷³, Моравица, Тимок⁷⁴). Резултати ових истраживања према сценарију А1Б су углавном показивали релативно мало смањење просечних протока на ових рекама (до око 20%) до краја 21. века уз потенцијалне веће варијације у сезонској расподели вода.

Међународни пројекат CCWaters⁷⁵ се у периоду 2009-2012 бавио утицајем климатских и других промена на водне ресурсе у Југоисточној Европи, са акцентом на ресурсе воде за пиће. Резултати овог пројекта су варирали од незнатних промена до значајног смањења ресурса воде за пиће од 50% до краја 21. века.

У Републичком хидрометеоролошком заводу је 2013. године, у сарадњи са Директоратом за воду и енергију Норвешке (NVE), урађена анализа утицаја климатских промена на воде Колубаре и Топлице⁷⁶, где је оцењено да ће на оба слива до краја 21. века доћи до смањења просечних протока за 30-40%. Резултати овог пројекта интегрисани су у Националну процену ризика од катастрофа.

Пројекат Светске банке WATCAP⁷⁷ (Water and climate adaptation plan for the Sava River Basin), реализован за цео слив реке Саве у периоду 2012-2014, први је пројекат у коме су пројекције хидролошког режима на сливу Саве искоришћене и за оцену утицаја климатских промена на четири (водо)привредна сектора: заштита од поплава, пловидба,

⁶⁹ Stojković, M., Ilić, A., Prohaska, S. and Plavšić, J. (2014) Multi-Temporal Analysis of Mean Annual and Seasonal Stream Flow Trends, Including Periodicity and Multiple Non-Linear Regression. *Water Resources Management*, 28(12): 4319–4335

⁷⁰ Todorović A., Plavšić J. (2016) The role of conceptual hydrologic model calibration in climate change impact on water resources assessment. *Journal of Water and Climate Change*, 7(1): 16-28.

⁷¹ Todorović A., Plavšić J. (2015) Uticaj klimatskih promena na hidrološke režime Kolubare, Toplice i Mlave, 17. Savetovanje SDHI i SDH, str. 315-330.

⁷² Prohaska S., Ilić A., Tripković V., Đurđević V. (2015) Preliminarna projekcija stanja vodnih resursa u slivu Nišave u uslovima promenjene klime. 17. savetovanje SDHI i SDH, str. 424-433.

⁷³ Tripković V., Ilić A., Prohaska S., Blagojević B. (2015) Poređenje različitih pristupa za sagledavanje uticaja klimatskih promena na vodne resurse u slivu reke Crnice, 17. savetovanje SDHI i SDH, str. 341-356

⁷⁴ Plavšić J., Muhić F., Petrović A., Todorović A. (2015) Problemi u proceni uticaja klimatskih promena hidrološkim modeliranjem: primeri slivova Moravice i Crnog Timoka, 17. Savetovanje SDHI i SDH, str. 303-314.

⁷⁵ www.southeast-europe.net/en/projects/approved_projects/?id=65

⁷⁶ Langsholt, E., Lawrence, D., Wong, W. K., Andjelic, M., Ivkovic, M., & Vujadinovic, M. (2013). *Effects of climate change in the Kolubara and Toplica catchments, Serbia*. Report No. 62, NVE, Oslo, Norway.

⁷⁷ www.savacommission.org/project_detail/18/1

хидроенергетика и пољопривреда. Пројекције за климатски сценарио А1Б до 2070. године су показале да су промене просечних протока мале, али да би могло да дође до значајније унутаргодишње прерасподеле вода, док је оцењено да се може очекивати интензивирање поплава и у смислу учесталости и у смислу већих великих вода. У том смислу је оцењен и утицај на поменуте секторе и предложене су мере адаптације.

У оквиру пројекта Светске банке „Подршка интегралном управљању водним ресурсима на сливу Дрине“⁷⁸ у периоду 2014-2017 формиран је детаљни хидролошки модел за слив Дрине, на основу којег су добијене хидролошке пројекције до краја 21. века за климатске сценарије RCP 4.5 и 8.5. За потребе интегралног сагледавања целог слива Дрине као сложеног водопривредног система формиран је и детаљни водопривредни модел (у софтверу WEAP) у коме је анализиран утицај климатских промена на расположивост водних ресурса у хидроенергетици, снабдевању насеља, индустрије и пољопривреде водом, као и на могућности за задовољење еколошки одрживих протока. Све анализе су урађене за три развојна сценарија слива (без промене, са умереним хидроенергетским искоришћењем и са максималним хидроенергетским искоришћењем). Утицај климатских промена на разматране водопривредне гране се у овој студији показао значајним у другој половини 21. века.

За потребе Дирекције за воде Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, 2018. године развијен је прелиминарни водопривредни модел (такође у софтверу WEAP) за слив Велике Мораве, али помоћу њега није разматран утицај климатских промена на водне ресурсе и водопривредне гране на овом сливу.

Да би се могле анализирати климатске промене и њихов утицај на различите области водопривреде неопходно је располагати што дужим низовима дневних хидролошких и метеоролошких података на целој територији Србије. Ови подаци се осматрају на преко 200 хидролошких станица површинских вода (од чега је преко 150 станица поред летве опремљено и лимниграфима за континуирано праћење нивоа) и преко 400 станица подземних вода. Сакупљају се у интерној бази РХМЗ-а и нису јавно доступни у погодној форми (одређени подаци могу се наћи у годишњацима, али нису доступни као базе података које је једноставно преузети). То је највећи проблем не само за оперативно управљање, већ и за планирање система. Поред података хидролошких мерења, за оперативно управљање водопривредним системима (а нарочито за одбрану од бујица и поплава, као и за потребе пољопривреде) и њихово планирање, од великог су значаја и подаци о падавинама, чије је мерење у надлежности метеоролошког сектора РХМЗ, и који нису јавно доступни за највећи број мерних места. Други климатолошки подаци (температура ваздуха, влажност ваздуха, брзина ветра и сл.) такође имају значај за развој и оперативну примену хидролошких модела, а генерално нису доступни за највећи број мерних места. Проблем са подацима РХМЗ-а детаљно су анализирани у поглављу 1: Осмотрене промене климе и климатска сценарија.

Испитивање квалитета воде врши Агенција за заштиту животне средине (мониторинг квалитета некада је био у надлежности РХМЗ). Ови подаци нису јавно доступни. Парадоксално је да се чак ни подаци о квалитету воде и хаваријским или другим загађењима, који су потребни за доношење управљачких одлука у времену од неколико минута (искључење водозавода за водоводе, налог да се испушта из акумулација потребна

⁷⁸ www.wb-drinaproject.com/index.php/en/

количина воде за санацију еколошких последица), не могу добити из Агенције или се добијају након дугих административних процедура.

Подаци о коришћењу вода, заштити вода и заштити од вода налазе се у базама података различитих институција. Подаци о јавним водоводима и другим објектима водоснабдевања нису обједињени у јединствену базу података. Годишње податке о раду јавних комуналних предузећа водовода и канализације прикупља Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре, као и Републички завод за статистику. Податке о квалитету воде углавном испитују заводи за јавно здравље, а обједињује их Институт за јавно здравље Србије "Др. Милан Јовановић Батут". Подацима о хидроенергетском коришћењу вода располаже ЕПС, односно његови пословни системи Хидроелектране "Бердап" и Дринско-Лимске хидроелектране. И ти подаци су потпуно неоперативни, тако да се не могу користити ни у периодима одбране од поплава, када се неке одлуке о управљању на бранама хидроелектрана (нпр. одлуке о динамици отварања евакуационих органа) морају доносити са оперативношћу која се мери само са неколико минута.

Евентуална јавна доступност наведених података, заправо је приказ трендова и екстрема у оквиру годишњих извештаја институција које их прате или обједињују. С друге стране базе мерених података, углавном, нису или су јавно доступне у тешко искористивим форматима. Због тога би требало, ове базе података/информационе системе објединити у јединствено и јавно доступну базу података, која би укључила и индикаторе за праћење утицаја промена климе и адаптацију од значаја за сектор управљања водама.

4.2. Мере адаптације

Коришћење воде у будућности и очување њеног квалитета и квантитета као водног ресурса, захтева хитно предузимање одговарајућих мера и активности. Мере адаптације на очекиване промене климе за сектор вода приказане у Другом извештају приказане су у Табели 16.

Табела 16: Потенцијалне мере адаптације

Мере прилагођавања у сектору хидрологије и водних ресурса		
См ањ ењ е риз ика	Коришћење вода	-Повећање ефикасности водоснабдевања (смањење губитака на оптимални ниво, економска цена воде за пиће, организациона оптимизација водовода); -Примена најбољих доступних техника за наводњавање, сарадња са узводним земљама; -Превођење вода из области које су богате водама у области у којима постоји дефицит воде.
	Квалитет вода	-Примена најбољих доступних техника за расута загађења која већином потичу од пољопривреде; -Изградња заштитних зелених појасева уз речне токове.
	Заштита од штетног дејства вода	-Израда планова заштите од поплава за међународне реке и велике речне сливове; -Очување постојећих плавних зона; -Редовно одржавање и реконструкција инфраструктуре за заштиту од поплава и дренажних система; -Забрана изградње нових објеката у плавним зонама;

		-Интегрални присуп и хармонизоване активности надлежних институција и организација на локалном, регионалном и националном нивоу.
	Вишенаменске мере	-Повећање капацитета акумулација; -Превођење вода из области које су богате водама у области у којима постоји дефицит вода.
Законодавни оквир		-Стратегија управљања водама; -Планови управљања водама; -Остала планска документа предвиђена Законом о водама, планови заштите вода од загађења, планови заштите од поплава, итд.
Мониторинг и истраживање		-Унапређење мониторинга и осталих неинвестиционих мера ради борбе против суша; -Унапређење мреже хидролошког мониторинга; -Унапређење система раног упозоравања на екстремне климатске и временске догађаје; -Унапређење истраживања везаних за утицај климатских промена на водне ресурсе; -Унапређење мултидисциплинарних истраживања климатских промена; -Унапређење истраживања у области нумеричког моделирања хидролошких процеса.
Изградња капацитета и подизање свести		-Побољшање координације и усаглашавање активности надлежних институција и организација на локалном, регионалном и националном нивоу; -Јачање капацитета државних институција; -Јачање капацитета локалних заједница; -Јачање капацитета истраживачких и образовних институција; -Унапређење сарадње међу секторима.

Мере адаптације детаљно су разматране и у оквиру Трећег извештаја и укључују:

- 1) Изградња вишенаменских акумулација** као дела интегралних водопривредних система. Акумулације су елементи који могу да изврше временску прераспodelу вода, а њихов значај и могућност ублажавања негативних последица климатских промена се повећава са повећавањем релативне корисне запремине (однос корисне запремине и просечног годишњег дотока воде у акумулацију).
- 2) Смањење губитака у водоводним системима** је мера адаптације у области снабдевања водом насеља, коју свакако треба спровести пре или заједно са другим мерама. За спровођење ове мере углавном се не захтевају тако велика инвестициона улагања, а због рационалнијег коришћења и мањих губитака чува/штеди се вода као важан природни ресурс.
- 3) У области заштите од поплава** неопходно је **одредити стварне степене заштите** брањеног подручја, посебно у зонама великих градова и важних технолошких система, и где је то потребно применити одговарајуће мере активне и пасивне заштите како би се остварили захтевани степени заштите. Примењене мере треба да се заснивају на принципу **обезбеђивања довољно простора за прихватање**

повећаних великих вода (надвишење насипа, продубљивање корита, проширивање корита за велику воду, уклањање препрека из корита, формирање ретензионих простора и бајпасова), а не на принципу што бржег спровођења великих вода у низводна подручја (која би с таквим мерама постала још угроженија).	
4)	Изградња бујичних преграда , заједно са антиерозионим радовима у сливу могу значајно да смање бујичне поплаве, количину наплавина, али исто тако и засипање акумулација.
5)	Повећање капацитета и ефикасности система за одводњавање значајно је у циљу смањења штета од поплава унутрашњим водама, које ће због предвиђеног повећања интензитета падавина бити све чешће и интензивније. Из истих разлога, само за урбана подручја (насељена места) значајно је повећање капацитета канализационих система , посебно система кишне канализације.
6)	Изградња средњих и великих хидроенергетских објеката , који би били део интегралног коришћења вода, заштите вода и заштите од вода.
7)	Изградња малих хидроелектрана уз постојеће водопривредне објекте (броне) , којима би се могао енергетски искористити проток који се мора испуштати низводно од таквих објеката и пад који је већ концентрисан постојећим објектом.
8)	Израда и примена оперативних математичких модела за управљање акумулацијама омогућава флексибилније управљање корисном запремином акумулације, већу поузданост испоруке воде корисницима и бољу заштиту низводног подручја од поплава.
9)	Хидролошки модели за предвиђање протока и системи за рано упозоравање на могуће поплаве имају значајну улогу у борби са поплавама и смањењу штета од поплава јер се њиховом применом добија извесна предност у односу на природу и могућност правовременог реаговања.
10)	Изградња постројења за пречишћавање отпадних вода у циљу заштите квалитета воде.
11)	Дефинисање методологије за одређивање еколошког протока и неопходност испуштања одговарајућих количина воде низводно од преградног објекта неопходно је да би се обезбедио опстанак и развој акватичних система, али и неометан и неометан живот људи у насељима крај реке низводно од објекта.
12)	Заштита акумулација од еутрофикације веома је важан задатак јер су акумулације незаменљиви објекти који интегрални систем чине управљивим. Због тога је изузетно важно да се све акумулације штите од процеса еутрофикације, који могу да доведу до њихове еколошке деструкције, али и до смањења њихове употребљивости за водопривредне потребе.

Истовремено, нацрт Трећег извештаја наводи мере приказане у Табели 17, као приоритетне и најзначајније.

Табела 17: Најзначајније мере адаптације на климатске промене

Област	Мера адаптације
Коришћење вода	Изградња вишенамених акумулација којима се обезбеђује вода различитим корисницима система (становништво, индустрија, пољопривреда, хидроенергетика и др.) (Прилог 1)
	Смањење губитака у водоводним система
	Редукција специфичне потрошње воде за домаћинства, наводњавање и индустрију
	Вишекратно рециркулационо коришћење пречишћених вода
	Изградња средњих и великих хидроенергетских објеката

	Изградња малих хидроелектрана уз постојеће водопривредне објекте (броне)
Квалитет вода	Изградња постројења за пречишћавање отпадних вода
	Унапређење мониторинга квалитета вода у рекама и језерима и заштита акумулација од еутрофикације
	Примена најбољих техника за смањење загађења из пољопривреде, индустрије и из урбаних средина
Заштита од вода	Изградња бујичних преграда, заједно са антиерозионим радовима у сливу
	Повећање капацитета и ефикасности система за одводњавање у циљу смањења штета од поплава унутрашњим водама
	Повећање капацитета канализационих система у насељеним местима, посебно система кишне канализације, узимајући у обзир промене у интензитетима падавина
	Одређивање стварних степена заштите брањеног подручја, посебно у зонама великих градова и важних технолошких система, и где је то потребно применити одговарајуће мере активне и пасивне заштите како би се остварили захтевани степени заштите
	Обезбеђивање довољно простора за прихватање повећаних великих вода (надвишење насипа, продубљивање корита, проширивање корита за велику воду, уклањање препрека из корита, формирање ретензионих простора и бајпасова), уз примену решења заснованих на природи
Управљање водама	Израда и примена оперативних математичких модела за управљање акумулацијама који омогућавају флексибилније управљање корисном запремином акумулације, већу поузданост испоруке воде корисницима и бољу заштиту низводног подручја од поплава
	Израда хидролошких модела за предвиђање протока и системи за рано упозоравање на могуће поплаве
	Израда методологије за одређивање еколошког протока
	Заштита водног земљишта да би се омогућиле повремене интервенције у циљу повећања стапена заштите линијских система заштите
	Израда карата угрожености и ризика од поплава и планове управљања ризицима од поплава (нарочито у подручјима великих насеља, великих индустријских и других објеката, највећих термоелектрана)

У оквиру ЕУ техничких документа могу се наћи и следеће потенцијалне мере адаптације, које нису разматране ни у једном од документа који су се бавили адаптацијом на измењене климатске услове у Србији:

- Унапређење ефикасности система за наводњавање (оптимизација потрошње воде). Ефикасан начин за постизање је и увођење посебних цена за коришћење воде за наводњавање;
- Коришћење пречишћене отпадне воде за наводњавање;
- Прелазак са конвенционалних извора енергије (угаљ) на обновљиве изворе што би смањило потрошњу воде за хлађење система за производњу;
- Зелени градови (зелени кровови, зидови, изолација и зелене површине, паркови,) чиме се смањује пореба за енергијом хлађења и повећава испаравање, успорава површински отицај (смањују градске поплаве).

4.3. Закључци и препоруке

Полазећи од анализа осматрених и очекиваних промена климе за Републику Србију и извршених анализа јасно је да постоје утицаји промена климе на сектор управљања водама

које за последицу имају значајно смањење протока на водотоцима, посебно у појединим сезонама.

Највише ће бити погођени јужни и источни делови земље (слив све три Мораве, Ибра, Дрине, Тимока), који су и до сада били оскудни водним ресурсима. Поред тога, очекује се још неповољнија унутаргодишња прерасподела падавина и протока са највећим смањењем у вегетационом делу године, посебно у маловодним месецима (од јула до октобра), док у зимским периодима долази чак и до извесног повећавања у односу на садашње вредности, због чега се могу очекивати чешће и интензивније поплаве. Што се поклапа и са резултатима налаза рађених за потребе и област ЕУ.

Због смањења падавина очекује се и значајно смањење интензитета обнављања подземних вода (чак и преко 50%, зависно од подручја земље и периода) и то највише у јужном и источном делу земље.

Са друге стране, повећане температуре и евапотранспирације утицаће на пораст потреба за водом у свим областима, а посебно у области пољопривреде/наводњавања.

Да би се у таквим условима могле задовољити потребе за водом свих корисника, њихова заштита од разорног дејства воде и заштита квалитета воде, неопходно је предузети читав низ мера којима ће се ти негативни утицаји ублажити.

Полазећи од до сада израђених документа и извештаја (Први и Други извештај Републике Србије према Оквирној конвенцији Уједињених нација о промени климе, нацрт Трећег, Оквир за планирање прилагођавања) утицаји промена климе на протицаје водотокова и предлог потенцијалних мера адаптације је углавном су детаљно израђени. Како би се постигла одређена унапређења у процени утицаја промена климе на водне ресурсе и водопривреду потребно је:

- Анализирати остале утицаје промена климе на сектор управљања водама и водопривреде;
- Успостављање система праћења одговарајућих индикатора (ЕЕА индикатори) и њиховог приказивања на заједничкој отвореној платформи (која може бити интегрални део МРВ националног система);
- Интегрисање постојећих база података и информационих система и јавна доступност тих података;
- Успостављање базе података о системима наводњавања и корисницима, на националном и нивоу локалних самоуправа;
- Унапредити систем прикупљања података о штетама и губицима изазваним поплавама и хидролошким сушама, ерозијама и бујицама;
- Прикупљање података на нивоу локалних самоуправа;
- Укључивање климатских пројекција (што није случај ни у националној процени ризика од елементарних непогода и катастрофа) и друштвено-економских аспеката у процену погођености сектора (што није случај ни у националним извештајима) и планирање мера адаптације;
- Унапређење мера адаптације и припрема предлога мултисекторских мера адаптације за секторе: управљања водама, управљања шумама и пољопривреду;
- Развијање одговарајућих управљачких – симулационих и оптимизационих математичких модела (ММ), без којих се не може замислити управљање водама у условима погоршаних водних режима;

- Анализа драстичног смањења интензитета обнављања подземних вода на развој система за наводњавање;
- Разматрање и предлог приступа за одређивање поузданости испоруке потрошачима, што је од посебне важности, имајући у виду да бројни системи (насеља, индустрије, енергетика) имају све строжије захтеве у погледу захтеване поузданости добијања воде без редукације;
- Предлог приступа за одређивање еколошких протока низводно од акумулација и водозавхвата;
- Разматрање методолошких оквира за оптимизацију дугорочног управљања вишенаменским акумулацијама. У условима погоршаних хидролошких прилика дугорочно управљање акумулацијама постаје изузетно важно, као мера за најрационалније коришћење и испоруку вода, али и за реализацију других веома важних циљева: ублажавање поплавних таласа, побољшање водних режима у све дужим периодима трајања малих вода, итд.
- Јачање националних капацитета у сектору управљања водама, укључујући државне службенике, али и научну и стручну јавност, посебно за коришћење модела којима се процењује утицај промена климе на сектор и тумачење резултата који они дају.

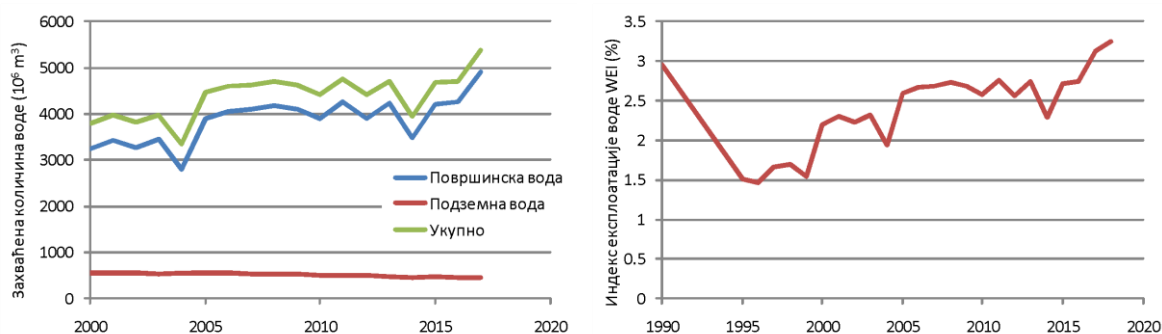
4.3.1. Препоруке

Мултисекторска природа сектора управљања водама и индиректни утицаји промена климе на друге секторе услед промена у сектору вода захтева низ активности, како би се интегрално управљање водама реализовало у условима измењене климе и њених очекиваних промена. Полазећи од потреба и реалних могућности у оквиру пројекта, а узимајући у обзир и расположиве националне капацитете предлаже се да се у оквиру пројекта;

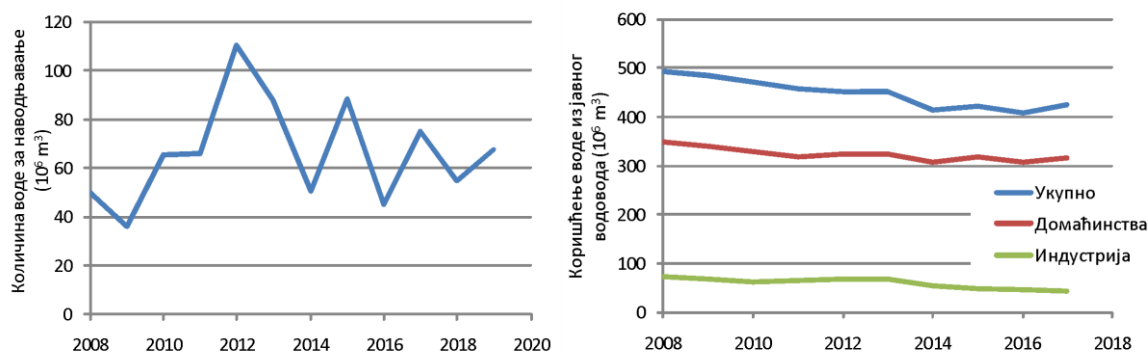
- (1) Утврде могућности и припреми процена утицаја промена климе на: високе (од значаја за поплаве) и мале воде; потребе за и истовремену доступност воде; популацију погођену недостатком воде; влажност земљиша; потребе за наводњавањем, хлађењем, производњу; производњу енергије из хидроптенцијала и хлађење у производњи енергије из угља (укључују и регион Србије)⁷⁹; подземне воде; и водоснабдевање у урбаним срединама или идентификују недостаци у подацима за реализацију ових анализа.
- (2) У оквиру процене предлаже се и прорачун **индекса експлоатације воде (WEI)** по сезонама и за карактеристичне сликове. Један од показатеља (индикатора) погођености сектора вода климатским променама је WEI индекс. WEI (Water Exploitation Index), односно индекс експлоатације воде представља индикатор притиска на одрживо коришћење обновљивих водних ресурса. Одређује се као однос укупне годишње количине захваћеног водног ресурса и обновљивих водних ресурса. Вредност WEI индекса указује на озбиљност проблема са водом, односно „водни стрес“ неког подручја. У случајевима када та вредност прелази 20% сматра се да постоји водни стрес, а у случајевима када је изнад 40% ради се о подручју са екстремним водним стресом. Иако је вредност овог индекса за Србију релативно

⁷⁹ Impact of a changing climate, land use, and water usage on Europe's water resources, A model simulation study, JRC Technical Report, 2018

ниска (слика 19), треба напоменути да је она одређена са укупним расположивим количинама воде (заједно са транзитним водама), као и да се ради о просечним годишњим вредностима, не узимајући у обзир временску неравномерност. Јасно је да би се у летњим периодима добиле знатно веће вредности WEI индекса, с обзиром да су то периоди са малим протоцима, а великим потребама за водом. На слици 8 приказана је промена WEI индекса за период 1990-2017. После значајног пада вредности индекса 90-тих година, уочава се тренд постепеног повећавања, тако да се вредност индекса вратила на ниво из 90-тих година и наставља да расте.



Слика 19. Захваћене годишње количине воде (лево) и WEI индекс (десно) (урађено на основу података Републичког завода за статистику)



Слика 20. Коришћење воде из јавног водовода и за наводњавање (урађено на основу података Републичког завода за статистику)

- (3) Припрема препорука за успостављање и унапређења мреже мерења од значаја за подземне воде.
- (4) Припрема листе доступних и водопривредних модела којима се може сагледати утицај промена хидролошког режима на поједине водопривредне гране, у случају доступности потребних података.
- (5) Припрема листе доступних методологија од значаја за идентификацију погођености, али и планирање и праћење успешности мера адаптације у сектору.
- (6) Припрема препорука за: листе индикатора, у складу са ЕЕА индикаторима; институционалну надлежност и одговорност за прикупљање података и индикаторе;
- (7) Припрема препорука за интегрисање постојећих база података и информационих система и укључење података из ЕПС, значајних за наводњавање и о наводњавању и корисницима, података локалних самоуправа и др;
- (8) Припреми листа мера адаптације и заједничких мултисекторских мера адаптације за секторе: управљања водама, управљања шумама и пољопривреду.

V ПРОИЗВОДЊА ЕНЕРГИЈЕ

5.1. Оцена погођености

5.1.1. Међународни и ЕУ контекст

Промене у температури, количини и интензитету падавина, као и честини и интензитету елементарних непогода и природних катастрофа утичу на производњу и потрошњу енергије, која у Србији представља и значајан извор емисија гасова са ефектом стаклене баште.

Глобалне анализе показују да промене климе већ утичу и наставиће да имају тренд повећања потрошње енергије за хлађење у летњој сезони (потрошња може бити значајно виша од просечне и од оне током зимских месеци) и смањење потрошње за грејање у зимској сезони. Оваква прерасподела производње/потрошње свакако ће утицати на додатне инвестиције у инфраструктуру, а како би снабдевање, посебно током топлотних таласа, било могуће и стабилно.

Промене климе утичу на производњу енергије и кроз утицај на водне ресурсе. Смањење расположивости и повећање температуре воде, услед климатских промена, утиче на:

- ◆ Доступност воде за производњу енергије са аспекта обезбеђења других потреба;
- ◆ Неповољну хидролошку ситуацију за производњу енергије;
- ◆ Доступност воде за хлађење реактора за производњу енергије из нуклеарних и фосилних горива.

Конкретни утицај на термо-енергетику (од значаја и за Србију) огледа се кроз смањење топлотне ефикасности, због пораста температура, као и смањење ефикасности хлађења, услед смањења доступности и пораста температура воде, у оближњим рекама и језерима. Тако ће се производња енергије у термоелектранама суочити са новим изазовима, који ће захтевати структуралне и оперативне промене⁸⁰.

У 2016. години укупни удео енергије произведене глобално из обновљивих извора енергије (ОИЕ) износио је 24%, од чега хидроенергија 16%, енергија из ветра 4%, соларна 1% и остали ОИЕ 3%.⁸¹ Према пројекцијама Међународне агенције за енергетику у 2040. години ОИЕ чиниће 66% глобално произведене енергије, од чега из хидроенергије 19%, енергије ветра 21%, соларне енергије 17% и других извора 8%. Јасно је да ће овакав удео ОИЕ у укупној глобалној производњи електричне енергије у великој мери зависити и од климатских услова, као и да инвестиције у ОИЕ захтевају озбиљну анализу очекиваних промена климе и утицаја на производњу енергије, како би инвестиције биле одрживе и како би се избегли губици и штете.

Анализе утицаја и потенцијали прилагођавања на глобалном нивоу и за сектор енергетике даје Међународни панел о промени климе, у извештају: "Климатске промене 2014 – Утицаји, адаптација и погођеност"⁸², док је нови извештај овог типа у припреми и очекује се његово публиковање 2021. године. Према последњем доступном извештају, утицаји промена климе на сектор енергетике зависе од врсте извора (угаљ, водни ресурси, соларна енергија), процеса производње и локације производног капацитета (нпр. плавна зона), али

⁸⁰ Adapting the energy sector to climate change, IEA, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1847_web.pdf

⁸¹ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, World Energy Outlook 2018, IEA, Paris (2018).

⁸² Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf

свакако се може очекивати да докоде до повећања ризика за одрживу производњу и сигурност снабдевања енергијом. Диверсификација извора енергије представља једну од значајних мера адаптације у сектору енергетике.

Климатске промене и екстремне временске прилике све више утичу на све елементе енергетског система ЕУ, укључујући: изворе енергије, трансформације, трансмисију, дистрибуцију, складиштење и потрошњу енергије. Ови утицаји различити су у зависности од елемента енергетског система и региона ЕУ. Сектор енергетике јужног дела Европе најугроженији је услед пораста топлотних таласа и смањења доступности воде.

Углавном економски негативни, појединачни утицаји промена климе могу за последицу имати и економску добит као нпр смањење трошкова за енергију грејања. У начелу, адаптација подразумева акције које воде смањењу утицаја на енергетску инфраструктуру и функционисање у систему енергетике.⁸³

Утицаји промене климе на сектор енергетике ЕУ, углавном, се прате и изражавају кроз промене количине енергије потребне за грејање и хлађење. Процене су да ће се, услед промене климатских услова, укупна количина енергије за потребе грејања и хлађења смањити за 32% до 2100. године у односу на 2010, као резултат значајног повећања употребе енергије за хлађење (која ће се у истом периоду удвостручити) и смањења употребе енергије за грејање од 37%. Оваква промена потреба за енергијом утицаће на стабилност производње енергије и водиће промени расподеле производње у односу на садашње. Генерално, повећање енергетске ефикасности: клима уређаја може имати значајне позитивне ефекте на потрошњу енергије за хлађење, а зграда и за грејање и за хлађење.⁸⁴

Анализе показују да је број дана у којима постоји потреба за грејањем (Heating degree days – HDDs) на годишњем нивоу смањен за 6 % у периоду 1981–2017. година у односу на вредност у периоду 1950–1980. година, што одговара смањењу од 6.5 HDDs у просеку годишње. Највеће смањење типично је за северну Европу и Италију. Број дана у којима постоји потреба за хлађењем (Cooling degree days - CDDs) повећао се за 33 % у периоду 1981–2017. година у односу на просечну вредност за период 1950–1980. година и износио је у просеку 0.9 HDDs годишње. Највећи пораст типичан је за јужни део Европе. Пројекције указују на наставак оваквог тренда до краја 21. века, а повећање броја CDDs свакако ће вишеструко увећати трошкове, с обзиром да се за хлађење готово у потпуности користи електрична енергија. Овакав сценарио указује и на могућу нестабилност мреже дистрибуције електричне енергије, посебно током топлотних таласа и у случају одсуства мера адаптације.⁸⁵

Индикатор који се прати на нивоу ЕУ, у сегменту адаптације на измењене климатске услове, а у вези је са производњом енергије (ЕЕА индикатор) је:

- 1) Промена броја дана у којима постоји потреба за грејањем, односно хлађењем (Heating degree days – HDDs и Cooling degree days - CDDs).

ЕЕА дефинише HDDs и CDDs у односу на базну температуру, тј. спољашњу температуру испод које је потребно простор грејати (HDDs), односно изнад које је потребно простор

⁸³ Adaptation challenges and opportunities for the European energy system Building a climate-resilient low-carbon energy system, EEA Report No 01/2019

⁸⁴ Climate impacts in Europe, Final report of the JRC PESETA III project, European Commission, 2018

⁸⁵ Индикатори за адаптацију на климатске промене европске Агенције за животну средину, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/heating-degree-days-2/assessment>

хладити (CDDs). Базна температура, која узима у обзир минималне и максималне дневне температуре, за HDDs је 15.5°C, а за CDDs је 22°C.

PXM3 врши сатна мерења и приказује максималне и минималне дневне температуре, тако да за праћење овог индикатора постоје потребни улазни подаци (максимална и минимална дневна температура).

2) Економске штете од елементарних непогода

Иако везан и са другим секторима, овај индикатор свакако је од великог значаја за сектор енергетике, која трпи значајне губитке и захтева значајне инвестиције, пре свега у инфраструктуру.

Доступност електричне енергије један је од кључних предуслова за дистрибуцију и прераду воде, док је доступност водних ресурса значајна за производњу енергије, али и друге секторе и потребе. Због тога је све већи број анализа за територију ЕУ и њених држава чланица које повезују расположивост водних ресурса и производњу енергије.

Према овим анализама у периоду до 2050. године, као резултат декарбонизације, очекивано је смањење потрошње воде у сектору енергетике за 38%, са 74 милијарди m³ у 2015. години на 46 милијарди m³. Постројења за трансформацију енергије (рафинерије и постројења за производњу енергије) представљаће највеће потрошаче енергије (76%), а преостали део биће углавном коришћен у рудницима угља и нафтним бушотинама. Кључни разлог овог смањења потрошње воде је затварање рудника угља, као последице декарбонизације.

Веза ова два сектора и потреба заједничког деловања односно пехус приступ, готово деценију предмет је проучавања на међународном нивоу. Тако је у оквиру специјалног извештаја Међународне агенције за енергетику, 2017. године, констатовано да политике и технологије за смањење коришћења енергије и вода већ постоје и дефинишу питања од значаја, као и могућности које воде ефикаснијем међукоришћењу. Како би до тога и дошло, те како би се смањили међусобни негативни утицаји неопходно је за почетак интегрисати енергетске и политике управљања водама.⁸⁶

ЕУ је препознала да постизање амбициозних циљева декарбонизације, може бити значајно нарушено уколико дође до значајног смањења доступности воде, што захтева пехус приступ како би се повећала енергетска ефикасност у сектору вода и повећала ефикасност коришћења водних ресурса у производњи енергије. Из наведених разлога инициран је Water Energy Food and Ecosystem Nexus (WEFE) пројекат, који је реализовао Joint Research Centre. У оквиру пројекта анализирана је на интегралан начин, међузависност и међусобно деловање водних ресурса, енергетике, пољопривреде и животне средине. Између осталог, стратешке и оперативне мере за припрему енергетика-управљање водама међусекторских политика резултата су овог пројекта.⁸⁷

На крају треба имати у виду да кључне ЕУ политике у области климатских промена и енергетике промовишу укључење адаптације на измењене климатске услове у енергетске политике. Ове политике укључују ЕУ стратегију адаптације, Уредбу о механизмима управљања Енергетском унијом и климатским променама ('Governance Regulation'),

⁸⁶ <https://www.iea.org/reports/water-energy-nexus>

⁸⁷ <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/water-energy-nexus-europe>

дугорочну стратегију: "Чиста планета за све" ('A Clean Planet for All') и Уредбу о приправности сектора електричне енергије на ризике (Regulation (EU) 2019/941 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on risk-preparedness in the electricity sector and repealing Directive 2005/89/EC). Енергетска унија и посебно Уредба о механизмима управљања, захтева израду интегралних националних планова за климу и енергетику (integrated national energy and climate plans - NECPs) за период до 2030. и дугорочне стратегије за период до 2050. године, а узимајући у обзир митигацију и адаптацију. Компоненту адаптације односно утицаја промена климе на сектор потребно је приказати кроз димензију: Сигурност. Техничко упутство које ће у више детаља разрадити овај захтев (иначе захтев члана 17. Уредбе) је у припреми.

5.1.2. Национални контекст

Електрична енергија

Укупна нето инсталисана снага електрана у Србији је 8.274 MW⁸⁸. ЈП Електропривреда Србије (ЈП ЕПС), као доминантни произвођач електричне енергије, управља капацитетима за производњу електричне енергије укупне снаге од 7.741 MW. Систем ЈП ЕПС-а се састоји од 6 термоелектрана на лигнит, укупне снаге 4.429 MW, 3 термоелектране-топлане на природни гас или мазут, укупне снаге 330MW и 16 хидроелектрана, укупне снаге 2.982 MW. Преостали капацитети за производњу електричне енергије укључују ветроелектране и мале електране независних произвођача.

У Србији је у 2019. години произведено 34,83 TWh електричне енергије, док је бруто потрошња била 33,8 TWh. Крајњи купци су у укупној потрошњи учествовали са 85,8%, док је остатак потрошен у процесу производње енергије и за надокнаду губитака у мрежама за пренос и дистрибуцију. Према подацима снабдевача електричном енергијом, у 2019. години је увезено 4,3 TWh, а извезено 3,9 TWh.

Као последица највеће месечне потрошње, мање производње у термоелектранама и смањене хидрологије, највећи увоз остварен је у јануару када је увезено 643 GWh електричне енергије (око два пута више него у било ком другом месецу). Извоз електричне енергије је био изражен у марту, када је извезено 932 GWh, што је била готово четвртина од укупне извезене електричне енергије током целе године. Највећа дневна бруто потрошња од 121.468 MWh је остварена 10. јануара 2019. године, а истог дана у 18 сату остварено је и максимално сатно оптерећење од 5.472 MW.

У последњих десет година, ЈП ЕПС је, као доминантни произвођач, достигао максималну производњу електричне енергије од готово 37,5 TWh у 2013. години. У 2019. години је у производним капацитетима ЈП ЕПС произведено нешто више од 33,5 TWh електричне енергије, од чега 69% из термоелектрана на угаљ. Због лоше хидролошке ситуације у целој 2019. години, производња хидроелектрана је била 10,4 % мања него у 2018. години.

Иако је снабдевање електричном енергијом у 2019 години било стабилно, подаци указују да производња електричне енергије у периодима високе потрошње није била довољна да подмири потребе за електричном енергијом, него се недостатак надокнађивао из увоза. Такође, капацитет који чине хидроелектране је додатно осетљив на климатске промене, јер

⁸⁸ <http://www.aers.rs/Files/Izvestaji/Godisnji/Izvestaj%20Agencije%202019.pdf>

неповољна хидролошка ситуација већ директно утиче на смањење производње. Због тога су мере адаптације и нарочито мере за повећање енергетске ефикасности, које доводе до смањења потрошње енергије, кључне за одржавање стабилности снабдевања електричном енергијом.

Топлотна енергија

У Републици Србији, 57 градова/општина има системе даљинског грејања, укупног номиналног инсталисаног капацитета од 6.700 MW. Просечна старост котлова, подстаница и дистрибутивне топловодне мреже је око 30 година. У 2015. године, читав систем даљинског грејања користио је фосилна горива, и то: природни гас са уделом од 48%, угаљ од 23% и течна горива од 29%.⁸⁹ Додатни проблем представљају високи губици у дистрибутивној мрежи и паушални начин наплате топлотне енергије (по квадратном метру грејане површине). Стратегија развоја енергетике процењује укупне трошкове за модернизацију система даљинског грејања, укључујући производњу, дистрибуцију и наплату топлотне енергије по утрошку, на 370 милиона евра до 2025, односно 550 милиона евра до 2030. Процењени удео горива у систему даљинског грејања за 2025. годину је 17% течна горива, 53% природни гас, 18% угаљ и 12% биомаса.

Законом о енергетици („Службени гласник РС”, бр.145/14 и 95/18 - др. закон) прописано је да је област топлотне енергије у надлежности јединица локалне самоуправе, односно Града Београда. То значи да надлежност над радом система даљинског грејања имају њихови оснивачи, тј. градови и општине. Пословно удружење “Топлане Србије”, које окупља све системе даљинског грејања, служи као платформа за размену информација и координацију активности, и објављује годишњи Извештај о раду даљинског система грејања у Републици Србији.

Према извештају за 2018 годину⁹⁰, на систем даљинског грејања била је прикључена четвртина домаћинстава у Србији. Укупна грејана површина из система даљинског грејања била је око 43 милиона m², од тога 80% стамбеног простора. Укупна просечна ефикасност производног система свих топлана у Србији износила је 88%, што је у рангу европског просека. Стварно учешће енергената за производњу топлотне енергије у 2018. години било је: 73.5% природни гас, 11% мазут, 15% угаљ и 0.5% биомаса. У системима даљинског грејања произведено је око 27% од укупне топлотне енергије потребне за грејање станова у Републици Србији.

На основу наведених података, може се закључити да постоји доста простора за повећања броја домаћинстава прикључених на градске топлане, у смислу инсталисања додатних капацитета, али и прикључивања већег броја домаћинстава на постојеће. За то је потребно заменити најстарија постројења на угаљ и мазут, чиме би се повећала ефикасност производње енергије, уз истовремено смањење емисија загађујућих материја и гасова са ефектом стаклене баште. Такође, увођење мера као што су наплата топлотне енергије по

⁸⁹ Стратегија развоја енергетике 2015-2025, са пројекцијама до 2030, “Сл. Гласник РС бр. 101/2015”

⁹⁰ Извештај о раду система даљинског грејања у Републици Србији за 2018. годину, Топлане Србије; https://www.toplanesrbije.org.rs/uploads/ck_editor/files/izvestaj%20o%20radu%20SDG%20u%20RS%20za%202018%20pdf.pdf

у трошку и компаративно мања цена даљинског у односу на индивидуалне начине грејања становиштва, додатно би повећало интересовање за прикључење на градске систем грејања.

Значајно је да ове, као и мере повећања енергетске ефикасности поред компоненте адаптације, представљају и меру смањења емисија ГХГ која је једна од најзаступљенијих у Стратегији ниско-угљеничног развоја РС (у нацрту).

Утицаји промена климе на производњу енергије

Иако у највећој мери зависна од производње енергије из хидро и термо постројења, који су значајно погођени и захтевају детаљно планирање функционисања и унапређења и изградње инфраструктуре, како би се смањили или избегли утицаји, Србија не располаже анализама утицаја промена климе на сектор енергетике.

Последице утицаја промена климе на сектор енергетике, могу се видети и из примера поплаве која се 2014. године десила у Србији. Према званичном извештају ЕПС-а "Остварена производња електричне енергије у 2014. години, од 32.014 GWh, је најнижа остварена у последњих 10 година, пре свега због смањене производње блокова ПД ТЕНТ и ПД „ТЕ-КО Костолац“ услед катастрофалних поплава које су погодили Србију. Само су хидроелектране ПД „Ђердап“ надмашиле производњу из 2013. године. Производња угља у 2014. години од 29,2 милиона тона била је мања за 26% од оне у претходној години. Као резултат поплава које су погодили Србију у мају, дошло је до плављења копова „Велики Црљени“, „Тамнава-Западно поље“ и „Дрмно“, и до привременог или трајног обустављања производње угља на овим коповима. Приход од угља за индустрију и широку потрошњу био је за 54% мањи у односу на остварени у претходној години".

Истовремено према извештају урађеном за потребе Владе⁹¹, укупна штета у сектору енергетике се процењује на 21.218,7 милиона динара. Преко 90% штета је причињено секторима који се баве ископавањем угља и производњом струје, па затим сектору који се бави снабдевањем електричном енергијом. Извесна штета је причињена и делу преноса електричне енергије, природног гаса и топлана.

Иста расподела је и губитака по подсекторима, тј. 95% у сектору производње угља и производње струје и 5% на системе за снабдевање. Укупна вредност губитака износила је 35.670,7 милиона динара. Од ове цифре, приходи који су изгубљени до краја 2014. године износили су око 70% (79,7 милиона динара), а за остале је било очекивано да ће настати до средине 2015. године, када се очекује да ће се сви сектори опоравити и доћи на ниво који је постојао пре поплава.

Шта више, одмах после поплавног таласа више од 110,000 потрошача (углавном домаћинства) су остала без струје. Иначе, сва велика предузећа која су била погођена поплавама су у стопроцентном власништву државе. Оваква ситуација би требала да олакша унапређење планирања рада и инвестиција у унапређења, укључујући и инфраструктурна, у сектору енергетике.

⁹¹ Поплаве у Србији 2014, Београд 2014, <http://www.obnova.gov.rs/uploads/useruploads/Documents/Izvestaj-o-proceni-potreba-za-oporavak-i-obnovu-posledica-poplava.pdf>

Један научни рад⁹² бави се утицајем промене климе на сектор енергетике, кроз анализе очекиваних промена броја HDD и CDD дана (на основу A1B and A2 сценарија). Резултати овог научног рада (који нису јавно доступни нити део званичних база података) за случај Србије потврђују, као и у случају ЕУ, смањење HDD са 2675 дана у периоду 1971–2000. година на 1 877 дана у периоду 2071–2100. година према A1B сценарију. Према A2 сценарију ово смањење је на 1 743 дана. Највеће смањење очекује се на јужим (планинским) деловима.

Број CDD дана раста са 365 у 1971–2000. година на 823 у периоду 2071–2100. година према A1B, односно на 894 дана према A2 сценарију.

Према истој анализи у будућности (2041–2070 и 2071–2100. година) у поређењу са вредностима у референтном периоду (1971–2000.) број HDD ће се смањивати, а CDD расти у свим месецима и према оба сценарија.

Србија не располаже анализама које одређују међусобну условљеност сектора енергетике и производње воде нити утицајима промене климе на ту везу.

Индикатор који се прати на нивоу ЕУ (ЕЕА индикатор) је:

- 1) Промена броја дана у којима постоји потреба за грејањем, односно хлађењем (Heating degree days – HDDs и Cooling degree days - CDDs).

Базна вредност за HDDs је 15.5°C, а за CDDs је 22°C. С обзиром да РХМЗ врши сатна мерења и приказује максималне и минималне дневне температуре, праћење овог индикатора могло би се једноставно остварити. У начелу требало би преиспитати вредности базних температура, уважавајући национално законодавство које дефинише доњу температуру почетка сезоне грејања.

- 2) Економске штете од елементарних непогода

Иако везан и са другим секторима, овај индикатор свакако је од великог значаја за сектор енергетике, која трпи значајне губитке и захтева значајне инвестиције, пре свега у инфраструктуру (као што се може видети из поплаве 2014. године).

Као што је наведено, подаци о штетама и губицима приказани су у бази података којом управља Министарство унутрашњих послова (<https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp?countrycode=srb&continue=y>), ипак недостаје методологија процена штета и губитака. Развој методологије и систематизовање података с тим у вези међу кључним је приоритетима уопште у области.

⁹² Future climate change impacts on residential heating and cooling degree days in Serbia Aleksandar Janković, Zorica Podražćanin and Vladimir Djurdjevic, Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service Vol. 123, No. 3, July – September, 2019, pp. 351–370

5.2. Мере адаптације

С обзиром да анализа процена утицаја промена климе на сектор енергетике Републике Србије нису званично рађење, нису развијане ни анализиране опције адаптације на измењене климатске услове.

Глобално идентификоване мере адаптације укључују:

- ◆ Повећање енергетске ефикасности/изолација зграда и уређаја (посебно клима уређаја);
- ◆ Диверсификација извора енергије;
- ◆ Планирање коришћења ОИЕ уважавајући климатске пројекције, како би се обезбедила одрживост производње (нпр. избор локација за хидроелектране на основу промена расположивости воде услед климатских промена);
- ◆ Планирање енергетске инфраструктуре у складу са климатским пројекцијама, укључујући за производњу, дистрибуцију и складиштење енергије;
- ◆ Укључење промена климе у планирање производње;
- ◆ Интегрисање политика и мера у области управљања водама и енергетике;
- ◆ Укључење климатских пројекција у НЕСР и унапређење националног законодавства;
- ◆ Унапређење ефикасности коришћења водних ресурса.

5.3. Закључци и препоруке

Узимајући у обзир енергетски микс у Републици Србији и циљеве повећања удела ОИЕ у укупној потрошњи јасна је рањивост сектора енергетике на промене климе. Међутим Србија не располаже анализама утицаја промена климе на сектор енергетике.

Због тога је потребно изградити ове процене за шта је препоручљиво коришћење:

(1) LISFLOOD хидролошког модела; и

(2) LISENGY модела

јер су они коришћени у анализама за ЕУ, а у неким је укључена и Србија Коришћењем ових модела добили би се подаци комплементарни са подацима ЕУ. С друге стране треба имати у виду да је (1) јавно доступан, што није случај са (2). Модели су развијени у оквиру Центра за заједничка истраживања на нивоу ЕУ и, потенцијална, формална сарадња са овим Центром могла би обезбедити коришћење наведених модела.

Иначе, резултати модела указали би на расположивост хидропотенцијала за производње енергије у зависности од промена климе, али и доступност воде за хлађење постројења за производњу енергије из угља. Свакако потребно је утврдити утицаје промена климе, најмање на, производњу енергије и промене дана са потребним грејањем и хлађењем. Ови резултатаи би обезбедили основ за даље процене економских потреба и штете.

Шта више, основно интегрално управљање водама још увек изостаје на националном нивоу, а укључење очекиваних климатских промена у планирање секторских политика није на агенди ресорних министарстава

Такође:

- 1) Не прати се веза промена пикова производње енергије и метеоролошких и хидролошких параметара;
- 2) Очекиване промене климе не узимају се у обзир у случају планирања изградње нових постројења или њихове локације (нпр термо због поплава или израда катастра малих хидроелектрана) нити планирања производње.

Предлог мера адаптације могуће је израдити тек након процене утицаја промена климе на сектор енергетике, што сада није случај.

Додатно треба имати у виду да постојећи циљеви повећања енергетске ефикасности обезбеђују основ за део акција адаптације. С друге стране неопходно је стандарде изградње и енергетске ефикасности зграда прилагодити и очекиваним променама климе, добар начин мође бити енергетска класификација зграда на основу финалне потрошње енергије за хлађење.

Анализе су показале да додатна изолација може да смањи потребу за грејањем и хлађењем простора и да обезбеди уштеду енергије и до 40%. Због тога се препоручује прописивање амбициозних захтева за изолацију простора, чиме овај сектор постаје много отпорнији на климатске промене. Додатне мере за унапређење енергетске ефикасности, као што су повећање енергетске ефикасности расхладних система, LEED сертификација зграда и увођење пореских олакшица за побољшање енергетске ефикасности објеката, могу бити и мере митигације, јер смањење потрошње односно производње енергије директно утиче на смањење емисије гасова са ефектом стаклене баште.

Србија располаже потребним подацима за оцену утицаја промена климе на сектор енергетике (РХМЗ – просечне, минималне и максималне температуре и падавине, протоци, температуре воде, ЕПС-производња енергије, инсталирани хидроенергетски капацитет, минимални и максимални капацитет турбине, ефикасност хидроелектрана и сл) они нису систематизовани, обједињени, нити јавно доступни.

Индикатори који би обезбедили праћење утицаја промене климе на српски сектор енергетике нису развијени, али је праћење промене броја дана у којима постоји потреба за грејањем, односно хлађењем (Heating degree days – HDDs и Cooling degree days - CDDs) једноставно успоставити уз директну сарадњу са РХМЗ.

Иако постоји основ опсег рада и истраживања превасходно зависи од доступности релеванних података.

5.3.1.Препоруке

С обзиром да је процена утицаја промена климе на сектор енергетике у иницијалној фази, предлаже се да се у оквиру пројекта:

- (1) Израде процене утицаја промена климе на производњу енергије, користећи LISFLOOD хидролошки и LISENGY модел или неки други доступни модел. На овај начин био би процењен утицај промена климе на највећи део извора енергије (хидро и термо-постројења);
- (2) Припреме листе доступних модела којима се може сагледати утицај промена климе и енергетику;

- (3) Научни радови интегришу у званичне податке и унапреде постојеће анализе броја дана који траже грејање и хлађење;
- (4) Припреми препорука за: листе индикатора, у складу са ЕЕА индикаторима; институционалну надлежност и одговорност за прикупљање података и индикаторе;
- (5) Припреми препорука за интегрисање постојећих база података и информационих система, укључујући податаке ЕПС, РХМЗ и др;
- (6) Припреми листа мера адаптације и заједничких мултисекторских мера адаптације за секторе: управљања водама, производња хране и енергетику.

VI САОБРАЋАЈ, ИНФРАСТРУКТУРА И СМАЊЕЊЕ РИЗИКА ОД КАТАСТРОФА (DRR)

VI -1. САОБРАЋАЈ

6.1. Оцена погођености

6.1.1. Међународни и ЕУ контекст

Екстремни временски догађаји, најчешће, за последицу имају оштећења саобраћајне инфраструктуре и успоравање или обустављање протока саобраћаја. Иако је инфраструктура пројектована и изграђена на начин да издржи различите утицаје временских непогода (базирано на подацима из низа догађајау прошлости), повећање њиховог интензитета и честине убрзава њено пропадање. Суштински проблем код утицаја промена климе на саобраћајну инфраструктуру (и инфраструктуру уопште) лежи у чињеници да је њен дизајн (планирање и изградња) заснован на историјским подацима (100-годишњи догађај) који због промена климе више не спадају у поуздане (појава 100-годишњих догађаја сада је много чешћа). Примера ради, догађаји као што је ураган Катрина и Савршена олуја (која је 1991. године проузроковала штете веће од 200 милиона УСД и усмртила 13 људи) по дефиницији спадају у 100-годишње догађаје, а њихово појављивање спада је у просеку на 7 година.

Због тога је неопходно у стандарде пројектовања и изградње инкорпорирати пројекције промена климе.

Разлози и потребе анализе утицаја климатских промена на саобраћајну инфраструктуру и њено дизајнирање у складу са очекиваним променама климе јасни су из просечних периода "живота" инфраструктуре:

- ◆ Аеродороми: 70 година;
- ◆ Луке: 100 година;
- ◆ Путеви: 10-25 година.

Различити ризици повезани са променама климе утичу на аеродороме, међу којима су највећи притисци они који узрокују раст нивоа мора и промене карактеристика ветра. Ризике по луке повећава раст нивоа мора, поплаве, екстремни ветрови и олује, а на водни саобраћај суше и поплаве. У начелу, неки од потенцијалних климатских утицаја на посебне видове саобраћаја су:

- (1) **Авио саобраћај:** поплаве, раст нивоа мора, олује – које могу довести до оштећења објеката и успорити или зауставити функционисање; екстремне температуре и

топлотни таласи – могу довести до кашњења и отказивања летова и ограничења по питању превоза робе.

- (2) **Водни саобраћај:** поплаве, пораст нивоа мора и олује – могу условити потребу подизања и ојачавања лука и инфраструктуре.
- (3) **Железнички саобраћај:** високе температуре – могу довести до ширења и деформисања пруга, што би даље условљавало ограничења брзине и инвестиције у поправке и замене.
- (4) **Путеви:** топлотни таласи и висока влажност ваздуха може довести до прекида изградње, повећања цена изградње и одржавања путне инфраструктуре; поплаве и екстремни снежне падавине – могу значајно скратити "животни век" аутопутева и путева; екстремне падавине – могу довести до потпуног уништења и прекида у саобраћају у руралним и изолованим, посебно планинским пределима. Трошкови за поправке и поновну изградњу, посебно у случају руралних подручја, се вишеструко увећавају последњих година, а посебно у случају радова без укључивања климатских пројекција.

Додатно, услуге у сектору саобраћаја морају бити организоване на начин који узима у обзир могуће застоје и несреће услед елементарних непогода и природних катастрофа.

Ово посебно може бити значајно у градским и урбаним срединама и то како у организацији рада и пружања услуга јавног превоза, тако и других јавних служби (комунална, здравствене услуге/хитна помоћ и др), али и организације рада приватних предузећа (посебно служби за испоруку).

Другим речима, саобраћај као област од интереса у контексту адаптације на климатске промене има две перспективе сагледавања: као економска активност и као део критичне инфраструктуре.

Саобраћај је изведена активност, која проистиче из других активности. Једноставно само кретање није сврха већ је сврха долазак на локацију од интереса. У том смислу фактори који утичу на његово функционисање (од продуженог времена путовања па до екстремних ситуација немогућности кретања) имају значајан утицај на функционисање привреде и друштва (економске активности пре свега). Распољивост (доступност) и безбедност саобраћајне инфраструктуре високо зависи од метеоролошких и климатских утицаја (као што си поплаве и бујични токови, суше, хладни и топли таласи, ветар, шумски пожари).

Специфичност DRR и ССА у саобраћају је питање два „мулти“ у једној студији, мулти-модални (више видова превоза), мулти-хазард (више метеоролошких/климатских утицаја). Треба имати у виду да када говоримо о саобраћају неког подручја говоримо о различитим видовима превоза (друмски, железнички, водни, ваздушни), али и мултимодалним/интермодалним опцијама (учешћу два или више видова транспорта у једном транспортном току). Исти утицај може бити већа претња за један у односу на други вид превоза. Даље и у оквиру једног вида саобраћаја утицаји се разликују зависно од елемената система (саобраћајнице, возила, терминали) (Табела 18). Према налазима, на пример луке су осетљивије на ветар у односу на терминале друмског или железничког саобраћаја. Присуство различитих видова превоза на једном подручју одређује и његову укупну угроженост, нпр. уколико на разматраном подручју постоји аеродром, путеви који су копнена веза аеродрома са опслужним подручјем добијају на значају, односно критичности.

Табела 18: Осетљивост различитих видова превоза на климатске утицаје у Европи (на сонову ставова експерата)

	Топли таласи	Хладни таласи	Суше	Шумски пожари	Поплаве река	Удари ветра
Локални путеви	Средња	Средња	Нема	Средња	Средња	Ниска
Путеви од националног значаја	Средња	Средња	Нема	Средња	Средња	Ниска
Ауто-путеви	Средња	Средња	Нема	Средња	Средња	Ниска
Железничке пруге	Средња	Средња	Нема	Средња	Висока	Ниска
Унутрашњи пловни путеви	Ниска	Средња	Висока	Ниска	Висока	Средња
Луке	Ниска	Средња	Ниска	Ниска	Висока	Средња
Аеродроми	Ниска	Средња	Нема	Ниска	Средња	Средња

Дакле, начин и интензитет утицаја промена климе на сектор саобраћаја зависе од врсте саобраћаја, али и региона односно области. У сваком случају промене климе захтевају промене у планирању, изградњи, организацији и начину пружања услуга, и то углавном више као последица поплава и олујних непогода, него као последица промена температуре и количине падавина. Шта више, искуства на међународном нивоу показују да је функционисање саобраћаја много осетљивије на промене климе, него што је то инфраструктура.

Анализе утицаја промене климе на аеродороме, луке и пловне путеве израђење за потребе ЕУ⁹³ потврђују глобалне анализе показујући да утицаји и последице могу бити⁹⁴:

- (1) Пораст летњих температура (пројектовани за целу територију Европе):
 - Утиче на перформансе летелица, доводи до ограничења у превозу робе, промена путања лета, кашњења и отказивања летова;
 - Доводи до оштећења саобраћајне инфраструктуре/опреме/терета;
 - Повећава потрошњу енергије за хлађење путника и терета;
 - Смањује ниво воде изазивајући ограничења у пловидби и повећање потрошње горива;
 - Доводи до повећања броја несрећа;
 - Смањује трошкове за чишћење снега и леда.
- (2) Повећање интензитета и количина падавина:
 - Плављење аеродрома, лука, путева;
 - Доводи до оштећења инфраструктуре, објеката и опреме за утовар терета;
 - Смањује могућност транспорта рекама, језерима и морима (током летње сезоне нордијске земље очекује значајан пораст падавина, а јужне делове суше).
- (3) Повећање честине екстремних ветрова:
 - Доводи до оштећења инфраструктуре лука и аеродрома (очекује се значајан пораст у северним и централним деловима Европе, посебно на Британским острвима и Северном мору током периода типичних за појаву ветра);

⁹³ Impacts of climate change on transport, A focus on airports, seaports and inland waterways, 2018, JCR Science for Policy Report

⁹⁴ Приказани су резултати од значаја и за Србију

Анализе утицаја промене климе на путни саобраћај у ЕУ⁹⁵ показују да је изградња и поправка путева, уз уважавање климатских пројекција, предуслов за одрживост и обезбеђење потребних услуга. Ипак, треба имати у виду да улагање у делове инфраструктуре, на овај начин, неће бити економски оправдано, ни изводљиво.

Даље, резултати анализе показују да трошкови одржавања путне инфраструктуре у Европи, представљају 30%-50% укупних трошкова одржавања (8 до 13 милијарди евра годишње), од чега је 10% (~0.9 милијарди евра годишње) последица екстремних временских догађаја (пре свега интензивних падавина и поплава). Такође, у ЕУ27 у просеку, повећање честине екстремних падавина и речних и поплава унутар насеља водиће додатним трошковима у периоду 2040-2100. година, за путну инфраструктуру у износу од 50-192 милиона евра годишње. С друге стране ублажавање зимских временских услова водиће смањењу трошкова за путну инфраструктуру од -170 до -508 милиона евра годишње (у случају промена климе по А1В сценарију).

Детаљне анализе трошкова односно економских губитака у саобраћају који настају као последица екстремних временских прилика приказане су у Табела 19⁹⁶.

Табела 19: Годишњи трошкови екстремних временских прилика у Европи (у милионима евра)

Екстремни временски догађај		Средства за инфраструктуру (m€)	Ремонти инфраструктуре (m€)	Средства за возила (m€)	Ремонти возила (m€)	Време корисника (m€)	Здравље & живот (m€)	Укупно (m€)
Олуја	Путни ⁽¹⁾	76,10	22,60	5,10	1,40	63,00	5,90	174,10
	Железнички ⁽²⁾	0,07		12,05		6,28		18,39
	Морски ⁽⁵⁾			2,10	17,98			20,08
	Интермодални ^{(6) (7)}	0,53					0,72	1,25
	Ваздушни ⁽⁸⁾			53,80	34,30	38,40	28,30	154,80
Зима	Путни ⁽¹⁾	248,80	126,30	81,30	12,50	125,50	164,90	759,30
	Железнички ⁽²⁾⁽³⁾	0,04		3,38		1,60		5,02
	Интермодални ^{(6) (7)}	0,21					0,21	0,42
	Ваздушни ⁽⁸⁾		11,20	12,00	57,70	64,60	1,90	147,40
Поплава	Путни ⁽¹⁾	630,10	21,90	24,40	30,01	93,70	21,50	821,61
	Унутрашњи пловни путеви ⁽⁴⁾					4,87		4,87
	Железнички ⁽²⁾	103,66		111,60		67,30		282,55
	Ваздушни ⁽⁸⁾			3,20	26,50	29,60	0,20	59,50
	Интермодални ^{(6) (7)}	0,32					0,10	0,42

⁹⁵ Impacts of Climate Change on Transport, A focus on road and rail transport infrastructures, 2012, JRC Scientific and Policy Report

⁹⁶ WEATHER (2011). Deliverable 2 - Vulnerability of Transport systems, http://www.weather-project.eu/weather/downloads/Deliverables/WEATHER_Deliverable-2_main-report_20110614.pdf, стр. 93.

Топлота и суша	Путни ⁽¹⁾						46,90	46,90
Укупно		1059,82	182,00	308,92	180,39	494,84	270,63	2496,60

(1) Просечно за године 2000-2010; (2) Просечни годишњи подаци 1999-2010; (3) Лавине, зимске олује и догађаји екстремне топлоте нису укључени; (4) Просечни годишњи подаци 2003-2009, трошкови пружалаца услуга; (5) Просечни подаци урагана Kyrrill 2007 из студија случаја, теретни превоз; (6) Просечни подаци 2009 теретни превоз без АТ, СН, I, CZ, DE (већ укључено у железнички); (7) укључујући екстремне температуре (топлота) (8) Просечни годишњи подаци

С обзиром на висину додатних трошкова, као и могуће последице промена климе на саобраћајну инфраструктуру, евидентна је потреба утврђивања тзв **критичне инфраструктуре** у условима будуће климе, укључујући путеве, мостове, тунеле, луке и др. Јасно је да је за дефинисање критичне инфраструктуре неопходно постојање комплетних и јавно доступних база података постојеће инфраструктуре и њених карактеристика.

Епитет *критична* у контексту саобраћајне инфраструктуре упућује да оцена рањивости мора узети у обзир значај линка или чвора транспортне мреже за економију и друштво. У извештају WMO из 2013. године⁹⁷ где је ваздушни саобраћај оцењен као *осетљивији* од друмског, водног и железничког, наводи се да је већа осетљивост последица комбинација високе зависности од метеоролошких утицаја и високог економског значаја сектора (удела у БДП).

Детаљније анализе по питању саобраћајне инфраструктуре приказане су у наредним поглављима, док је у овом сегменту фокус на функционисању саобраћаја, које је и осетљивије на промене климе у краткорочном периоду од инфраструктура.

6.1.2. Национални контекст

Саобраћајни систем Републике Србије одликује присуство различитих видова превоза, доминантна заступљеност друмског саобраћаја и недовољно развијен интермодални транспорт.

Примарну мрежу путева РС чини око 15 000 км државних путева од чега је 741 км са профилом аутопута. Укупна вредност је процењена на око 13 милијарди долара. Поред тога мрежу чини и преко 25 000 км локалних путева. На мрежи путева РС постоји 2.921 мост и 92 тунела. Према важећем законском оквиру (Закон о путевима) државним путевима управља Јавно предузеће „Путеви Србије“ (у даљем тексту ЈППС) док је управљање локалним путевима поверено локалним самоуправама. Од 2009 године пројектовање и изградња аутопутева је у надлежности преузећа „Коридори Србије“. Одржавање путева у РС се реализује кроз уговоре о приватно-јавном партнерству. Последња детаљна оцена квалитета инфраструктуре је рађена пре више од десет година. Према подацима WEF-а из 2017-18. године Србија се према квалитету путева налази на 100 месту од 137 ранжираних

⁹⁷ WMO/UNCCD/FAO & UNW-DPC. (2013). Country Report. Drought conditions and management strategies in Serbia. Initiative on “Capacity Development to support National Drought Management Policy”. Belgrade. 12 pp. http://www.droughtmanagement.info/literature/UNW-DPC_NDMP_Country_Report_Serbia_2013.pdf

земаља света са оценом 3.6 (на скали од 1 до 7).⁹⁸ Од ЕУ земаља нешто нижу оцену имају Бугарска, Летонија, Малта и Румунија.

Железничку мрежу РС чини око 3.800 км линија од чега је 1.247 км електрифицирано. У регионалном контексту најважнији део мреже чини коридор Х са 827 км линија. На мрежи линија постоји 690 станица/стајалишта, 3.803 пропуста, 334 тунела, 981 мост и 2.135 прелаза. Иако је систем пројектован за веће брзине, услед недостатака у одржавању током времена само на 3-4% колосека возови саобраћају брзином преко 100 км/час. Више од пола (55%) свих пруга изграђено је у 19. веку, а просечна старост колосека је око 43 године, електротехничких постројења између 30 и 40 година. Према подацима из 2017. године Србија се према квалитету железничке инфраструктуре налази на 71 месту од 101 рангиране земље, док су земље Европе и Централе Азије рангиране изнад 40-тог места (медијана).⁹⁹ Управљање железничком инфраструктуром је према важећем законском оквиру поверено предузећу „Инфраструктура Железница Србије“, а.д.

Укупна дужина водних путева у РС износи око 1500 км, од чега 588 км чини река Дунав, око 200 км река Сава, око 167 км река Тиса и око 600 км пловни канали у оквиру Хидросистема Дунав-Тиса-Дунав (ХДС ДТД). На Дунаву постоји шест међународних лука, (Београд, Нови Сад, Апатин, Смедерево, Панчево и Прахово) и још три националне (Беоцин, Бачка Паланка и Богојево). Поред ових на мрежи водних путева РС има још четири луке (на Сави Шабац и Сремска Митровица, на Тиси Сента и на ХДС ДТД Сомбор). Водни путеви у РС су део Рајна–Дунав европског коридора, једног од коридора европске TEN-T мреже. Поред ресорног Министарства носиоци стратешког планирања у водном саобраћају Републике Србије су као државна тела Дирекција за водне путеве „Плов Пут“ и Агенција за управљање лукама, а у регионалном контексту Међународна комисија за слив реке Саве (Савска комисија) и Дунавска комисија. Застарелост флоте (просечно преко 35 година) и лучке инфраструктуре, осетљивост на хидрометеоролошке услове као и административни проблеми су међу најважнијим препрекама развоју водног саобраћаја РС.

Систем ваздушног саобраћаја РС чине аеродроми и хелиодроми (два имају статус међународних аеродрома: „Никола Тесла“ у Београду и „Константин Велики“ у Нишу); авиокомпаније (доминатно Air Serbia), Агенција за контролу летења Србије и Црне Горе (од 2005. члан EUROCONTROL) и Директорат цивилног ваздухопловства Србије. Саобраћај како путнички тако и теретни се доминатно (преко 90%) реализује преко аеродрома у Београду, али капацитет аеродрома није у потпуности искоришћен. Према подацима из 2017. године Србија се према квалитету инфраструктуре ваздушног саобраћаја налази на 76 месту од 137 ранжираних земаља, док су земље Европе и Централе Азије рангиране изнад 60-тог места (медијана). РС је гледано у односу на 2013 годину када је имала ранг 121, значајно поправила своју позицију¹⁰⁰

Интермодални транспорт у Републици Србији није развијен. „Железничко интегрални транспорт“ (ЖИТ) д. о. о. Београд и Лука „Београд“ а. д, су опремљени за опслугу

⁹⁸ https://reports.weforum.org/pdf/gci-2017-2018-scorecard/WEF_GCI_2017_2018_Scorecard_EOSQ057.pdf
⁹⁹

https://tcdata360.worldbank.org/indicators/h403e9361?country=SRB&indicator=540&viz=line_chart&years=2009,2017

¹⁰⁰

https://tcdata360.worldbank.org/indicators/hf15b0fde?country=SRB&indicator=544&viz=line_chart&years=2007,2017

стандардног контејнерског транспорта али не могу се окарактерисати као интермодални терминали.

Снага даљег развоја саобраћаја у РС пре свега лежи у повољном географском положају и интеграцији трансевропску транспортну мрежу. Модернизацију саобраћајног система РС *коче* низак квалитет инфраструктуре као последица вишедеценијског неадекватног одржавања, необнављања возног парка, скромних иновација (пре свега у домену интелигентних транспортних система), али и многи други. Посебан проблем је недостатак интеграције и координације различитих видова превоза као и интегрисаног планирања на свим нивоима¹⁰¹. Ово се рефлектује и на адаптацију на климатске промене као област од интереса.

У РС још увек не постоји *кровни* секторски документ у контексту саобраћаја и адаптације на климатске промене. У неким под-секторима (железница) је ово виђено као један од главних разлога за одсуство активности и иницијатива у овој области.¹⁰² Помак је направљен у водном саобраћају где се у актуелној стратегији (за период од 2015-2025) истиче проблем зависности пловидбе од хидрометеоролошких услова и позива у препорукама на редовну израда процена ризика од елементарних непогода. Поред тога дају су и начелни предлози за адаптивне мере (базени, зимовнице, склоништа, набавка ледоломаца и сл).

У постојећим крос-секторским документима саобраћај фигурише врло скромно (нпр. у постојећем нацрту НАП из 2015. године се појављује спорадично у контексту: путне инфраструктуре као критеријум за оцену угрожености у шумарству; у оквиру оцене утицаја поплава и слично)¹⁰³. Исто важи и за Националне комуникације¹⁰⁴ где сектор саобраћаја није укључен у део *рањивост на климатске промене и адаптационе мере*.

Иако постоје примери студија које настоје да дају свеукупну анализу узимајући у обзир све видове саобраћаја (пројекат WEATHER¹⁰⁵) па и на нивоу укупне критичне инфраструктуре (ENHANCE¹⁰⁶), у већини анализа фокус је на: конкретан вид превоза или путни правац и више утицаја (нпр. угроженост пловидбе дуж Саве услед климатских промена) или један утицај за један вид превоза (нпр. утицај поплава на путеве). Ови закључци се могу пренети и на Србију (Табела 20). Процене ризика/угрожености су усмерене на конкретан вид превоза или чак конкретну деоницу и њихова поставка зависи од наручиоца овакве процене, региона за који је рађена процена, али и тима који је у њеној изради учествовао (у смислу избора методологије).

Табела 20. Фокус анализираних студија у области Саобраћаја (наручилац, време реализације)

¹⁰¹ Овде је важно подсетити да климатске промене у саобраћај генеришу два поља истраживања: митигација (пре свега у домену смањења емисија гасова са ефектом стаклене баште) и адаптација (осигурање отпорности на утицаје који су последица климатских промена кроз оцену рањивости и ризика). За разлику од адаптације у делу митигација РС је у великој мери у сагласности са ЕУ у смислу транспозиције законодавства, пре свега у контексти обавезних анализа у контексту утицаја на животну средину у оквиру процеса планирања.

¹⁰² Jeremić, M. (2017). Railway infrastructure in the Republic Of Serbia, PPP at the Workshop How to develop resilient infrastructure (Global SDG 9), Ljubljana Slovenia, https://transport.danube-region.eu/wp-content/uploads/sites/2/sites/2/2019/09/Experiences-M-Jeremic_Serbia_.pdf

¹⁰³ UNDP (2015). Први национални План адаптације на измењене климатске услове за Републику Србију - Н а ц р т

¹⁰⁴ Second national communication of the Republic of Serbia under the United Nations framework convention on climate change, http://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2017/09/SNC_eng.pdf

¹⁰⁵ WEATHER - Weather Extremes: Assessment of Impacts on Transport Systems and Hazards for European Regions, <http://www.weather-project.eu/weather/index.php>

¹⁰⁶ ENHANCE: "Enhancing risk management partnerships for catastrophic natural hazards in Europe" (2007- 2013); <http://enhanceproject.eu/>

	Један утицај	Више утицаја
Један вид превоза	- Угроженост путева од поплава (ЈППС, 2017, 2018) - Угроженост путева од снежних наноса (ЈППС, 2016.)	Адаптација на климатске промене на реци Сави – део пловидба (2012-15, Светска Банка, Савска Комисија) Адаптација на климатске промене у Београду (укључује и транспорт, 2015, ГИЗ и Град Београд) Угроженост путева од климатски условљених природних хазарда Ваљевског региона (део пројекта о развоју методологије за мулти-хазард оцену угрожености путева и адаптације на климатске промене, Светска Банка, 2017-18)
Више видова превоза	/	Адаптација на климатске промене на делу коридора Оријент/источни Медитеран и делу коридора ТЕН-Т Рајна-Дунав који пролази кроз Србију (2016, REC, RCC, SEETO) [□]
□ одвојена анализа поменутих коридора применом исте методологије		

Имајући у виду да је 15,8 % површине Србије подложно клизиштима, 20,72% сушама и 17.20% поплавама¹⁰⁷, као и промене у интензитету и распореду падавина као последица климатских промена (више падавина током топлих летњих дана, више дана са екстремним падавинама током године)¹⁰⁸ рањивост транспортног сектора Србије на климатске промене се може оценити као веома висока. Међутим, за разлику од европских пројеката студије овог типа у Србији су мање свеобухватне односно фокусирају се или на конкретан хазард или на конкретан подручје (деоницу) а најчешће важи обоје (више у прегледу студија односно наредном поглављу). У Табели 21. су дате само основне назнаке на основу расположивих података. Иако се ради само о илустративном сумирању јасно је да се као и на нивоу Европе разликују утицаји зависно о ком виду превоза говоримо или о коме елементу подсистема.

Табела 21¹⁰⁹: Осетљивост различитих видова превоза на климатске утицаје у Србији (оквирни преглед на основу резултата расположивих студија)

Вид превоза/елемент система	Осетљивост
Локални путеви	Нема података осим за Београд али није дата оцена према врсти путева
Путеви од националног значаја	Висока: Бујичне поплаве, клизишта. Средња: поплаве, снег/лед, пожари Ниска: удари ветра, суше
Ауто-путеви	Само за коридор 10: Висока: Бујичне поплаве, клизишта, одрони; Средња: поплаве река и језера, снег/мећава
Железничке пруге	Нема података
Унутрашњи пловни путеви	Само за Саву и Дунав: Висока: смањење водостаја услед виших температура, суша, поплава и промене у интензитету и дистрибуцији падавина, средња: лед, екстремни ветар

107 Novkovic, I., Dragicevic, S., & Manic, E. Natural Hazards and Vulnerability to Natural Disasters: The Case of Serbia. Risk Measurement and Control in Insurance; Kocovic, J., Jovanovic Gavrilovic, B., Rajic, V., Eds, 41-62.

108 Second national communication of the Republic of Serbia under the United Nations framework convention on climate change, 2017, http://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2017/09/SNC_eng.pdf

109 Студије: CLIMACOR, Mainstreaming CCR in Road transport in Serbia, CCA and VA for Belgrade,

Луке	Висока: екстремни ветар Средња: поплаве и бујичне поплаве
Аеродроми	Нема података

Изостанак *крвног* документа а самим тим и свеобухватне анализе на нивоу сектора најбоље је видљив у разлици Табеле 19 и Табеле 21. За разлику од европског приступа (Табела 19) где можемо свеобухватно сагледати па и поредити угроженост појединих транспортних опција и/или елемената система, а затим и основано говорити о акционом плану за адаптацију (приоритетизацији пре свега), у РС имамо неконзистентност у приступу (па чак и ситуацију да се за исти тип оцене угрожености користи различита методологија, пример анализе угрожености путева од поплава у два различита слива).

Подаци за Србију нису систематизовани на овај начин. У појединим студијама се могу наћи спорадични подаци:

- губици у транспортном сектору настали као последица поплава током 2014. године процењени су на 166 милиона евра¹¹⁰ од чега јеукупна директна штета на путној инфраструктури 96 милиона евра а 70 милиона евра чине индиректни губици¹¹¹. У Процени ризика од катастрофа у РС последице у оквиру појединих подручја (пример Обреновац) укупна материјална штета од поплава на критичној инфраструктури је карактерисана са највишим степеном – катастрофална (>5% буџета).¹¹²
- средњи годишњи економски губици у сектору одржавања путева у РС, односно неповољних временских појава (снежни наноси и поледица) износе око 3 милиона евра¹¹³. Поређења ради у америчкој студији која била методолошка основа за студију у РС се дискутују утицаји на безбедност саобраћаја - у време снежних падавине до 25% незгода се дешава у областима без заштитних ограда у односу на 11% у областима где ове ограде постоје.¹¹⁴ Дискусије овог типа нису дате у студији путева у РС.
- у Процени ризика од катастрофа у РС¹¹⁵ фигурише у делу *Објекти и друга инфраструктура од посебног значаја (критична инфраструктура)*. У појединим сценаријима (пример поплава) се појављује као део ризика по економске активности (јавни превоз) и категоријама остало (нпр. оштећења аутобуске станице). На пример у делу Утицај на штићене вредности за СПНМП Колубара-Обреновац процењује се 12,5 милиона динара штете у домену *Јавни и други превоз у току догађаја* (на основу 2014. год) али није јасно у којој мери осликава губитке превозника због прекида саобраћаја, а у којој мери санацију инфраструктуре. Овде треба имати у виду и да саме транспортне активности представљају ризик (нпр. незгоде у превозу опасних материја).

¹¹⁰ GFDR&WB (2018). *Mainstreaming climate resilience in the road transport management in Serbia*.

¹¹¹ Радић, З., Радић, З., & Ђурић, У. (2017). Санација клизишта на путевима Србије средствима из Фонда солидарности ЕУ и буџета Републике Србије. *Пут и саобраћај*, 63(3), 13-20.

¹¹² Процена ризика од катастрофа у Републици Србији, стр.270-271, <http://prezentacije.mup.gov.rs/svs/HTML/licence/Procena%20rizika%20od%20katastrofa%20u%20RS.pdf>

¹¹³ из студије ЈПСС о утицају снежних наноса а на основу налазе студије Светске Банке „Study on Economic Benefits of RHMS of Serbia“ из 2005 године

¹¹⁴ Tabler, R. D. (2003). *Controlling blowing and drifting snow with snow fences and road design* (No. NCHRP Project 20-7 (147)). <https://sicop.transportation.org/wp-content/uploads/sites/36/2017/07/NCHRP-20-07147-Controlling-Blowing-Snow-Snow-Fence-Tabler-2003.pdf>

¹¹⁵ Процена ризика од катастрофа у Републици Србији, <http://prezentacije.mup.gov.rs/svs/HTML/licence/Procena%20rizika%20od%20katastrofa%20u%20RS.pdf>

Узимајући у обзир наведено потребно је постојећу методологију за процену ризика од катастрофа¹¹⁶ допунити делом о процени штета и губитака у саобраћају како би постојао конзистентан приступ.

Полазећи од листе студија дате у Табели 20, у Прилогу 1 дат је детаљнији преглед ових студија, а у наставку сумарни приказ према следећим карактеристикама: коришћена методологија и изазови реализације; укљученост социо-економских показатеља; ниво анализе (да ли су рађене на регионалном и нивоу градова и општина); адаптационе мере и мониторинг. Ове теме су затим детаљније коментарисане у посебним под-поглављима.

Сумарни преглед студија је дат у Табели 22. док су у наредним под-поглављима поједини аспекти детаљније коментарисани,

¹¹⁶ РС(2019) Упутство о Методологији израде и садржају процене ризика од катастрофа и плана заштите и спасавања, <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/ministarstva/uputstvo/2019/80/1/reg>

Табела 22. Сумарни преглед реализованих студија у сектору Саобраћаја

Табела 22: Сажетак прегледа реализованих студија у сектору саобраћаја								
	Хазард	Подручје анализе	Методологија	Укљученост пројекција промене климе	Оцена угрожености	Укљученост социо-економске анализе	Мере адаптације	Мониторинг
Студије JPCC	Поплаве Бујичне поплаве	Државни путеви I и II реда у Сливу Колубаре Сливу Јужне Мораве У току израда студија за још три слива	Различита зависно од слива. Нпр. за Слив Колубаре коришћен FFI а за слив Јужне Мораве не	Не	Листа и мапа угрожености деоница	Не	да	не
	Снежни наноси	Државни путеви у Србији	На бази америчког модела (Tabler, 2003) ¹¹⁷	Не	Листа и мапа угрожености деоница	Не	Да уз препоруку да се у наредном периоду изради акциони план	Делимично у смислу предлога чек листа за предузећа која одржавају путеве
Climacor	40 претњи које су последица климатских према сценарију ЕЕА за SEE	Пловни путеви (Сава и Дунав кроз Србију) и друмско железнички Коридор 10	На бази RoadAdapt (који је део Climate-Adapt). У основи је експертска оцена.	Да до 2050.	Листа и мапа претњи са највећим степеном ризика	Делимично у смислу утицаја на расположивост и доступност путног правца	да	не
WATCAP	Промене у нивоу водостаја и леда	Ток реке Саве (мултисекторска анализа укључује пловидбу)	Хидролошке симулације	Да	На бази резултата хидролошког модела	Делимично у виду смерница	Да	/
Mainstreaming climate resilience in RTM of RS	Поплаве Бујичне поплаве Клизишта Шумски пожари Лед/снег	Државни путеви на територији општине Ваљево (пилот студија)	На бази IPCC AR5	Да до 2100 укључујући два периода пројекције (2020-2050 и 2040-2070)	Мулти-хазард индекс ризика по деоницама са мапом	Да	Да уз трошкове санације и акциони план	да
CCAWB	Последице утицаја топлих таласа, суша, интензивних падавина олуја, екстремне хладноће	Београд (мултисекторска анализа укључује и друмски градски саобраћај)	FUTURE CITIES Adaptation Compass	Да	Степен угрожености за сваки климатски утицај	Да	Да	Да

¹¹⁷ Tabler, R. D. (2003). *Controlling blowing and drifting snow with snow fences and road design* (No. NCHRP Project 20-7 (147)).

На основу претходне анализе јасно је да се методолошки приступи разликују од студије до студије, па чак и у случају када се ради о истом типу студија као што је угроженост путева поплавама.

У студијама су комбиноване квалитативне експертске оцене и подаци из различитих база. CLIMACOR је показао да када се добро осмисли укључивање експерата резултати могу комплементирати озбиљнијим моделима у смислу брзе претходне оцене утицаја климатских промена када је информациона основа незадовољавајућа.

Пројекције климатских промена не фигуришу у свим студијама. На пример студије ЈППС о угрожености путева су само на основу осматраних вредности. Разлог неукључивања је био „није превиђено тендером наручиоца студије“ иако су постојали капацитети (подаци и компетенције чланова тима) да се пројекције укључе.

Методолошки најближа европским и светској пракси је студија: "*Mainstreaming climate resilience in the road transport management in Serbia.*"

Проблем недостатака података идентификован је у свим студијама. У MCRRTM која се односила на путеве истиче се да је мање проблем у томе што не постоје подаци већ у томе што нису доступни, односно нису систематизовани на једном месту и што су недоговарајућег квалитета (посебно се односи на саме путеве и RAMS¹¹⁸). У овој студије је показано на који начин се могу превазићи проблеми недостајућих података *проху* показатељима.

У студијама ЈППС се говори о проблемима у доступности података. Пример су подаци прикупљени од предузећа за одржавање путева који су неконзистентни и за које је дата препорука у виду чек листи.

Подаци о угрожености од поплава су јавно доступни за два слива (и то само у форми коначних резултата, pdf фајл) иако су, према наводима из билтена ЈППС, студије рађене и за друге сливове. За угроженост државних путева снежним наносима постоје ГИС мапе¹¹⁹, али нису јавно доступне. Део студије MCRRTM (о угроженим деоницама путева на територији Ваљева) је доступан преко академске мреже само у форми коначне мапе (pdf формат).

Подаци о критичним локацијама дуж Саве и Дунава и дуж коридора Оријент/Источни медитеран (студија CLIMACOR II) су доступни табеларно. На Google мапама за пловне путеве постоје подаци о дужинама на основу базе "Плов Пута". Неки од података који би могли бити од користи у даљим анализама су база података о клизиштима BEWARE¹²⁰ у контексту ризика и база ЈППС о путевима¹²¹ на основу кога би се уз примену нових методологија¹²² могао моделирати обим прекида или успоравања саобраћаја.

¹¹⁸ Road Asset Management System

¹¹⁹ Билтен ЈП Путеви Србије вол 22/23, април 2019. <https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/publikacije/bilten22-23.pdf>

¹²⁰ <http://geoliss.mre.gov.rs/beware/webgis/>

¹²¹ Годишње табеле просечног годишњег дневног саобраћаја на путевима I и II реда доступне у excel формату на сајту ЈППС за период 2013-19.

¹²² Ивановић, И. Д. (2017). Моделирање оптерећења уличне мреже за различите временске прилике (Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет). <http://uvidok.rcub.bg.ac.rs/bitstream/handle/123456789/1742/Doktorat.pdf?sequence=2>

Степен детаљности сваке будуће анализе зависи од квалитета и доступности података (нпр. да ли се постојеће анализе у домену безбедности саобраћаја могу укључити¹²³), као и могућности комбиновања различитих извора просторних података (нпр. ГИС "Поште Србија" за локалне путеве).

Обједињавање или повезивање постојећих база података и њихова униформност у приказивању (јавно доступне информационе основе), први је корак у проценама утицаја промена климе и планирању адаптације на сектор саобраћаја.

Посебан изазов у погледу информационе основе представља недостатак података о ваздушном¹²⁴ и железничком саобраћају. Према тренутним сазнањима не постоје студије о климатским утицајима нити план адаптације у железничком саобраћају, али је 2017. године најављена припрема регистра инфраструктуре (енгл. *Infrastructure Database - IDB*)¹²⁵. У домену ваздушног саобраћаја основа коју даље треба анализирати су базе података *EUROCONTROL* у који је укључена Агенција за контролу летења Србије и Црне Горе.

Додатно, социо-економски подаци су неопходни да би се оценила критичност дела инфраструктуре или дела система односно у смислу његове важности за друштво и економију. У основи, они се свде на демографске и економске показатеље. Критичност зависи од нивоа на коме се прикупљају подаци односно од тога у којој мери они могу бити сведени на деоницу или елемент система који се анализира. Како за сада базе о елементима инфраструктуре не прате социо-економски подаци, тешко је оценити њихову критичност. Као алтернатива (предлог у студији *MCRTM*) може се користити вишекритеријумска анализа. *CLIMACOR* је једини пример анализе која поред расположивости укључује и утицај на безбедност саобраћаја (на нивоу експертске оцено), што је такође европска пракса, а за шта постоји извесна информациона основа у оквиру мреже савета за безбедност друмског саобраћаја на локалном нивоу које координира Агенција за безбедност саобраћаја (државно тело). У методолошком смислу *предњаче* две студије: *Mainstreaming climate resilience in the road transport management in Serbia* и *CLIMACOR*. Разлог је што су обе настале *позајмљивањем* од признатих методологија у области, прва користи за основу *IPCC AR5*, а друга *RoadAdapt* (наставак европског *Climate-Adapt*). Предност прве је што је

¹²³ У студији The World Bank. (2005). *Study on Economic Benefits of RHMS of Serbia*. Belgrade. Serbia. се наводи да годишњи губици људских живота на аутопутевима, регионалним и локалним путевима проузроковани лошим временом годишње се крећу од 105 до 131, може се претпоставити да постоји нека врста информационе основе. Прелиминарне оцено утицаја метеоролошких услова су дате у Pešić, D., Smailović, E. (2017). The impact of weather conditions on the occurrence of road accidents with fatalities, Paper presented at the 6th IRTAD Conference "Better road safety data for better safety outcomes" 10-12 October 2017, Marrakech, Morocco

Смаиловић, Е., Пешић, Д., Марковић, Н., (2018). Утицај временских услова на настанак саобраћајних незгода са погинулим лицима. 13. Међународна Конференција - Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Копаоник.

¹²⁴ Слично као за безбедност у студији The World Bank. (2005). *Study on Economic Benefits of RHMS of Serbia*. Belgrade. Serbia се наводи да средњи годишњи економски губици услед неповољних хидрометеоролошких догађаја у ваздушном саобраћају износе од 54 до 72 у милиона динара па се може се претпоставити да постоји нека врста информационе основа.

¹²⁵ Jeremić, M. (2017). Railway infrastructure in the Republic Of Serbia, PPP at the Workshop How to develop resilient infrastructure (Global SDG 9), Ljubljana Slovenia, https://transport.danube-region.eu/wp-content/uploads/sites/2/sites/2/2019/09/Experiences-M-Jeremic_Serbia_.pdf

детаљна и свеобухватна у смислу информационе основе, али самим тим захтевна за примену. Такође, уско је фокусирана само на путеве. Са друге стране CLIMACOR ураво превазилази проблем методолошке захтевности, може се проширити на ниво целог система али са друге стране представља *pre-scanning* оцену и као таква може послужити као прва смерница ка даљим и детаљнијим анализама на подсекторском нивоу.

6.2. Мере адаптације

Утицај промена климе на саобраћај у великој мери зависи од локалних карактеристика, како климатских услова и очекиваних промена, тако и карактеристика инфраструктуре и организације саобраћаја. Због тога је планирање адаптације на измењене климатске услове у великој мери одређено локалним потребама и могућностима, али је опште потребно:

- (1) Укључити климатске пројекције у дефинисање техничких захтева за рехабилитацију и изградњу инфраструктуре, као и функционисање и организацију услуга; односно
- (2) Ревидовати стандарде изградње важавајући климатске пројекције и процене ризика.

У начелу адаптација на климатске промене захтева:

- ◆ Успостављање услуга подршке и начина функционисања;
- ◆ Изградњу баријера од поплава на начин који узима у обзир климатске пројекције;
- ◆ Повећање дебљине слојева при изградњи путева и прилагођавање одводних/кализационих система на путевима;
- ◆ у неким случајевима и измештање путне инфраструктуре.

Такође, предлажу се два приступа планирању прилагођавања на измењене климатске услове:

- **Управљање адаптацијом** – планирање мера адаптације за краћи временски период (нпр. 10 година). Предност овог приступа је смањење ризика великих инфраструктурних инвестиција, с обзиром на прецизност климатских пројекција и расположивост и прецизност социоекономских података за дугорочни период.
- **Једнократна адаптација** – планирање мера прилагођавања за дугорочни период.

6.3. Закључци и препоруке

Имајући у виду комплексност сектора саобраћаја у смислу више видова превоза, различити елементи инфраструктуре и последично различит ниво рањивости, не може се уопштено говорити о мерама адаптације. Нарочито ако узмемо у обзир да нису рађене студије на секторском нивоу односно да за поједине видове (подсистеме) као што је железница и ваздушни саобраћај у РС нису идентификоване мере адаптације.

У овом тренутку могуће је реферисати на релевантне изворе о мерама адаптације који би били основа за овај вид анализе у РС.

На секторском нивоу то је посебан извештај у оквиру пројекта *WEATHER*,¹²⁶ а на нивоу појединих видова превоза то су: за друмски саобраћај - *RoadAdapt*; Железнички саобраћај-

¹²⁶ WEATHER (2011) Adaptation Strategies in the Transport Sector, http://www.weather-project.eu/weather/downloads/Deliverables/WEATHER-D4_Revision-2011-12-14_unapproved-draft.pdf

Mowe-it guidebook;¹²⁷ Ваздушни саобраћај - *EUROCONTROL* (2013), *Climate Change Risk and Resilience*¹²⁸; за Водни саобраћај - *WATCAP* и *ECONET* пројекат¹²⁹.

Једном када се створи добра информациона основа и ојачају капацитети заинтересованих страна, могу се даље конкретније анализирати могућности примене европских решења у националним оквирима. Шанса РС у овом контексту лежи у интегрисаности у трансевропске мреже и учешћу у европским иницијативама за адаптацију на климатске промене, чиме се ублажава зависност од националних капацитета.

Дефинисање адаптационих мера уз мониторинг њихове имплементације није конзистентно заступљено у досадашњим анализама. Многе анализе су новијег датума па је још увек рано говорити о ефектима имплементације. Тамо где оне постоје (нпр. акциони план у студији за град Београд) нису директно везане за адаптацију већ се односе на митигацију климатских промена којима саобраћај несумњиво доприноси. У неким студијама су дате смернице (*WATCAP*), док се у неким најављује акциони план као наставак анализе угрожености (пример утицаја снежних наноса на путеве).

У овом делу такође предњачи студија *Mainstreaming climate resilience in the road transport management in Serbia* која се у складу са европском и светском праксом завршава поглављем посвећеном мониторингу и имплементацији мера, те може бити пример добре праксе за планирање адаптације.

Истовремено, треба имати у виду да ни ЕУ нема посебних индикатора за праћење утицаја промена климе на сектор саобраћаја, односно успешност мера адаптације. Једини релевантни ЕЕА индикатор, био би:

(1) Економске штете од елементарних непогода,

који ће бити детаљније разрађен кроз наредна под-поглавља овог поглавља.

На основу прегледа реализованих студија у РС и европских искустава, закључак је да у методолошком смислу *предњаче* две студије: *Mainstreaming climate resilience in the road transport management in Serbia (MCRRTM)* и *CLIMACOR*. Њихова предност је пре свега у томе што су настале *позајмљивањем* од признатих методологија у области. Прва користи за основу *IPCC AR5*, а друга *RoadAdapt* (који је проистекао из *Climate-Adapt*). Предност *MCRRTM* је што је детаљна и опсежна у смислу информационе основе, али самим тим захтевна за примену. Захтева ангажовање великог броја чланова тима, теренска осматрања, дуг период за реализацију и оно што је посебно важно истаћи, односи се само на путеве. Са друге стране *CLIMACOR* приступ је управо дефинисан како би се превазишли проблеми методолошке захтевности, а досадашња искуства указују да се може применити на различите видове превоза (пример је *CLIMACOR II* где је приступ за путеве проширен на железницу и пловне путеве). Иако са потенцијалом свеобухватнију *CLIMACOR*

¹²⁷ Mowe-it (2014). Guidebook for Enhancing Resilience of European Rail Transport in Extreme Weather Events, http://www.mowe-it.eu/wordpress/wp-content/uploads/2013/02/02-Move_it_railway_guidebook_for-A5-printing_v2-8_10_20141.pdf

¹²⁸ EUROCONTROL (2013), Climate Change Risk and Resilience, <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/article/content/documents/official-documents/reports/201303-challenges-of-growth-2013-task-8.pdf>

¹²⁹ ECONET (2011), <https://trimis.ec.europa.eu/project/effects-climate-change-inland-waterway-and-other-transport-networks>, детаљније о адаптационим мерама у Hendrickx, C., & Breemersch, T. (2012). The effect of climate change on inland waterway transport. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 48, 1837-1847.

представља *pre-scanning* анализу која, пре свега, даје смернице ка даљим и детаљнијим анализама на подсекторском нивоу.

Имајући у виду да је овај пројекат усмерен ка планирању адаптације на националном нивоу, предлог је да се да предност свеобухватности у о детаљности, како би се пре свега уважила заступљеност различитих видова превоза на територији РС. У методолошком смислу то имплицира да се за основу користи CLIMACOR II¹³⁰.

6.3.1. Препоруке

Полазећи од претходних анализа и искустава на међународном и ЕУ нивоу, препорука је да су у оквиру овог пројекта:

- Припреми препорука за интегрисање постојећих база података и информационих система, релеватних за процену погођености и планирање адаптације;
- Идентификују елементи саобраћајног система РС за које ће се радити оцена погођености и план адаптације укрштањем две линије анализе: елементи транспортног система (*transportation assets*) и климатске претње;
- Припреме листе могућих претњи, по могућству (у зависности од доступности података) за све елементе система за које је претходно утврђена импликација рањивости;
- Оцени степен ризика идентификованих претњи на нивоу елемената, под-система и система на основу вероватноће појаве последица на расположивост и безбедност саобраћаја, узимајући у обзир два сценарија: актуелне метеоролошке услове и услове који се очекују као последица климатских промена при актуелним временских приликама и оним које се очекују као последица климатских промена;
- Приоритизација претњи са највишим степеном ризика (уз евентуално укључивање социо-економских података ради оцене критичности) и њихово мапирање на транспортној мрежи;
- Идентификује критична инфраструктура, у складу са могућностима;
- Припреми листа потенцијалних мера адаптације за претње са највишим степеном ризика и/или детаљнијих анализа;
- Припреме листе доступних модела којима се може сагледати утицај промена климе на сектор саобраћаја, на основу међународног искуства;
- Припреми препорука за: листе индикатора, у складу са ЕЕА индикаторима; институционалну надлежност и одговорност за прикупљање података и индикаторе.

¹³⁰ сама методологија је детаљније описана у прегледу студија)

VI - 2. ИНФРАСТРУКТУРА

6.4. Процене погођености и адаптација

Независно од предузетих и планираних мера митигације и адаптације, промене климе већ утичу, а очекиване промене климе у будућности могу довести до значајних поремећаја, оштећења и уништења инфраструктуре, било да је у питању саобраћајна, енергетска, стамбена или било који други вид инфраструктуре. Генерално гледано, утицај промена климе на инфраструктуру може бити:

- ◆ Привремен – плављење путева, пруга, објеката, домаћинства, водовода, рудника, брже пропадање асфалта и слично; и
- ◆ Трајни – рушење објеката и водовода, система за пренос енергије и водоснабдевање, оштећења јаким ветровима у дугорошном периоду и сл.

Кључна претња за инфраструктуру, свакако су елементарне непогоде и природне катастрофе, чији интензитети и честине расту са променама климе, а неки од ризика с тим у вези су угроженост:

- ◆ Сигурносних перформанси насипа - повећање интензитета падавина доводи до пораста нивоа воде у рекама што може довести до овог ризика; или
- ◆ Стабилности енергетске мреже – услед чешћених појава олуја.

Истовремено нова истраживања указују на утицаје других последица промена климе (раст температуре и влажности ваздуха¹³¹) на одрживост инфраструктуре у дугорочном периоду.

Независно од типова промене климе на инфраструктуру, кључне активности за њихово смањење могу се сврстати у:

- (1) Повећање отпорности инфраструктуре и система управљања;
- (2) Укључење отпорности у стандарде изградње и одржавања инфраструктуре;
- (3) Обезбеђење средстава за рехабилитацију постојеће и изградњу нове климатски адаптивне инфраструктуре.

(1) и (3) су апсолутно локалног карактера, док је (2) питање, пре свега, међународних и ЕУ стандарда и основ је повећања отпорности инфраструктуре на измењене климатске услове.

Технички стандарди се користе у свим фазама изградње, рехабилитације и одржавања инфраструктуре и имају утицаја на отпорност производа, процеса и изградње. Због тога је у техничке стандарде неопходно укључити аспекте остотрених и очекиваних промена климе.

- ISO стандарди (остављени у оригиналним називима на енглеском језику, како би се избегла импровизација) релевантни за област климатских промена су:
- ISO 14030 *Green Bonds* (Зелене обвезнице) – дефинише перформанске заштите животне средине за пројекте и активности;
- ISO 14080 *Greenhouse gas management and related activities* (Управљање гасовима стаклене баште и сродне активности) – оквир и принципи методологија за смањење емисија;
- ISO 14090 *Adaptation to climate change* – основни принципи захтева и упутства у вези са адаптацијом;

¹³¹ Expected implications of climate change on the corrosion of structures, JRC Technical report, 2020

- ISO 14091 *Adaptation to Climate Change* – погођеност, утицаји и процена ризика;
- ISO/ TS 14092 *Greenhouse gas management and related activities* (Управљање гасовима стаклене баште и сродне активности);
- ISO 14097 *Investments, financing and climate change* (Инвестиције, финансирање и климатске промене).

Од наведених стандарда једино ISO 14090 има изражени утицај на инвестиције у адаптацију на измењене климатске услове.

За ЕУ приоритетни сектори за које је потребно прилагодити техничке стандарде променама климе су:

- ◆ Саобраћајна инфраструктура;
- ◆ Енергетске инфраструктура; и
- ◆ Зграде/грађевина.

У том контексту стандарди EN 1990 – EN 1999, имају кључну улогу за изградњу и грађевинске радове и с њима у вези мапе термалних зоне које су употреби у ЕУ засноване су на климатолошким подацима 10 до 15 година старим и не узимају у обзир промене климе и потенцијалне утицаје.¹³² Европски стандарди (*Eurocodes*) заправо укључују 10 стандарда у области изградње, који су у измени како би интегрисали климатске пројекције. ЕУ стандарди од значаја за изградњу и климатске промене су они из групе EN 1990 и EN 1991. Конкретно по секторима:

(1) ЕУ стандарди за област **грађевинарство/изградња** (као и у случају међународних стандарда називи су остављени у оригиналу на енглеском језику) су:

- EN ISO 15927-4 *Hygrothermal performance of buildings* (хигротермалне перформансе зграда) – Прорачун и представљање климатолошких података, у делу 4: сатни подаци потребни за прорачун годишње потрошње енергије за грејање и хлађење;
- EN 16798-1 и -3; -2 и -4 *Energy performance of buildings* (енергетске перформансе зграда), део 1: Унутрашњи параметри животне средине за дизајн и оцену енергетских перформанси зграда - Модул М1-6; и Део 3: *Ventilation for non-residential buildings* (вентилација за нестамбене зграде) – захтеви перформанси за вентилацију и хлађење просторија;
- EN 16309 *Sustainability of construction works* (одрживост грађевинских радова) – процена социолошких перформанси зграда – методологија за прорачун;
- EN ISO 52000-1 *Energy performance of buildings* (енергетске перформансе зграда) – укупна потрошња енергије и дефиниција енергетског оцењивања;
- У припреми је стандард за грађевинске радове отпорне на климатске потребе.

(2) Стандарди за **сектор енергетике**

- EN 16348 и EN 15399 *Gas infrastructure* – (гасна инфраструктура) систем сигурносног управљања;
- EN 1473 *Installation and Equipment for Liquefied natural gas (LNG)* (инсталације и опрема за течни нафтни гас (ТНГ)) – дизајн и инсталисање.

(3) Стандарди за **сектор саобраћаја**

¹³² Thermal design of structures and the changing climate, JRC Technical report, 2020

- EN 206 *Concrete Specification, performance, production and conformity* (Спецификација бетона, перформансе, производња и усклађеност);
- EN 15723 *Closing and locking devices for payload protecting devices against environmental influences* (Уређаји за затварање и закључавање уређаја за заштиту терета од утицаја околине);
- EN 50125-1, -2 и -3 *Railway applications* (примене на железници);
- EN 1915-1 и -2 *Aircraft ground support equipment*.

6.5. Закључци и препоруке

Не постоји велики број конкретних процена утицаја климатских промена на инфраструктуру, како на међународном, тако ни на ЕУ нивоу. Закључци су засновани на претходном искуству са елементарним непогодама и природним катастрофама. Додатно, ове анализе и рад у области на националном нивоу у потпуности изостају у области адаптације на измењене климатске услове. Одређени помаци видљиви су како у начиним истраживањима, тако и самој пракси када је у питању смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште (већином услед постављања стандарда енергетске ефикасности за нове зграде).

Дакле, основ процене утицаја промена климе на инфраструктуру у Србији који се предлаже и за реализацију у оквиру овог пројекта:

- (1) Идентификација критичне инфраструктуре по секторима (енергетика и саобраћај на првом месту) и потенцијалних жаришта;
- (2) Провера примене стандарда EN 1990 – EN 1999, који су усвојени у РС, и припрема за измену/припрему мапа термалних зона које би узеле у обзир актуелне климатолошке податке и климатске пројекције на националном нивоу.

По питању адаптације инфраструктуре на измењене климатске услове, приоритет је укључење климатских пројекција и потреба за адаптацијом у постојеће програме капиталних инвестиција.

Конкретно у случају Србије, приоритетно и најефикасније било би укључење утицаја климатских промена и мера адаптације, односно потреба прилагођавања на измењене климатске услове у инвестициони програм "Србија 2025".

Истовремено, треба имати у виду да адаптационе мере и активности подразумевају:

- (1) "hard" опције, као што су подизање мостова, промена садржаја асфалта, начина изградње дренажних и канализационих система и слично; и
- (2) "soft" опције, које укључују промене пракси и начина одржавања инфраструктуре, промене зона поплава укључујући пројекције климе, и др.

Тако би за критичну инфраструктуру, у оквиру пројекта, могле да буду припремљене мере смањења ризика и погођености кроз оба типа претходно наведених мера и активности.

Штавише, значајан аспект смањења ризика за сектор енергетике било би укључивање климатских пројекција и смањења ризика од промена климе у *NECP* (као што је објашњено у поглављу овог извештаја, које се односи на сектор енергетике).

Потребне су консултације са ресорним министарствима (министарством надлежним за питање климатских промена и енергетике) како би се испитале могућности и опције за обезбеђење подршке у овом контексту, а у оквиру пројекта.

За област саобраћајне инфраструктуре, у оквиру пројекта потребно је са ресорним Министарствима (надлежним за питање пољопривреде, руралног развоја и грађевине) дефинисати могућности процене утицаја промена климе на руралну инфраструктуру.

Аспекти утицаја промена климе на изградњу, великим делом, могу бити регулисани и кроз укључење у законодавство које се односи на стратешку и процену утицаја на животну средину. Ови аспекти детаљније ће бити обрађени у наредном извештају у оквиру овог Уговора.

Изостанак анализа и активности које се односе на утицај промене климе на инфраструктуру указује на потребу јачања капацитета с тим у вези., Значајну улогу у овом контексту свакако има и Комисија за капиталне инвестиције, која је формирана на националном нивоу и одговорна је за спровођење инвестиционог програма "Србија 2025".

VI. - 3. СМАЊЕЊЕ РИЗИКА

6.6. Основне информације

Смањење ризика од катастрофа (СРК) и Адаптација на измењене климатске услове (АКП) две су концепта и праксе које се баве решавањем повећаног ризика од катастрофа изазваних променама климе. Оба концепта за циљ имају повећање отпорности заједница, па је неопходно њихова координација и заједничко деловање. Међутим оно и даље изостаје узрокујући дуплирање напора, ресурса и стварање конфузије, посебно на локалном нивоу где се активности најпотребније.

У својој публикацији: “Заједнички елементи Париског споразума и Сендаи оквира – адаптација и смањење ризика од катастрофа” (2019), OECD наводи да је су за синергију потребни следећи елементи:

1. Политичка опредељеност и спремност свих нивоа владе;
2. Стварање централизованих платформи које ће генерисати податке од значаја за адаптацију и смањење ризика, на једном месту;
3. Идентификовање циљева и акционих планова укључујући оба концепта;
4. Успостављање заједничких механизма финансирања;
5. Успостављање система извештавања о ефикасности спровођења акционих планова.

6.7 Ризици и адаптација

Закон о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама ("Службени гласник РС", број 87 од 13. новембра 2018.) је направио отклон од дотад уобичајеног дефинисања оваквих закона на темељу искључиво „заштите и спасавања“ односно „цивилне заштите“, па је као такав укључивши синтагму „смањења ризика од катастрофа“ постао обухватнији. Међутим, и у таквом „ширем“ закону за који се, истину говорећи, мора рећи да је „напреднији“ од сличних закона земаља у региону, изостављени су аспекти промена климе.

Не залазећи у анализу законодавства, која ће бити предмет следећег извештаја, ниша за повезивање два концепта могла би бити:

Унапређење националне процене ризика од елементарних непогода и катастрофа, на начин који укључује климатске пројекције, што тренутно није случај; Реализација пилот пројекат који би обезбедили повезивање два концепта на нивоу локалних самоуправа или нивоу речних сликова. Могућност би била израда процене ризика у коју би биле укључене и климатске пројекције.

Опционо, у програм израде могле би да уђу и неке од локалних самоуправа које су препознале значај климатских промена, те израдиле Локалне планове адаптације (уз помоћ UNDP) или су приступиле “Споразуму градоначелника за климу и енергију” (*The Covenant of Mayors for Climate and Energy*) и у процедури су израде одређених докумената за потребе учешћа у иницијативи (Београд, Прибој, Сомбор, Кула, Петровац на Млави, Ивањица, Врбас, Жабал, Варварин, Тител, Темерин, Врање, Ниш и Зрењанин). Предлог је да се за неку од наведених општина и градова у оквиру пројекта изради процена ризика која ће укључити и пројекције климе.

Укључење аспеката промене климе у Националну платформу за смањење ризика од катастрофа. Национална платформа је Чланом 14 Закона о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама дефинисана као „платформа за разматрање и дефинисање питања од највећег значаја за систем смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама, која обезбеђује размену мишљења, знања, иновација, и искустава из области смањења ризика, предлаже мере и активности политике смањења ризика од катастрофа и управљања ванредним ситуацијама, разматра развојне стратегије, планове и програме који су од интереса за смањење ризика и управљање ванредним ситуацијама и јача механизме сарадње и координације на националном и међународном нивоу.”.

Реализација неке од или свих наведених могућности у оквиру овог пројекта зависи преваходно од UNDP-а и Министарства, као носиоца пројекта, јер су у питању активности од националног интереса. Нарочито узевши у обзир да је на основу садржаја наведених докуманата и концепта активности у везу с њима, евидентан недостатак разумевања и капацитета институција надлежних за питања смањења ризика (Министарства унутрашњих послова и Канцеларије за управљање јавним улагањима).

Експерти ангажовани на пројекту могу обезбедити информације од значаја за јачање капацитета, али не и спремност институција да у овом процесу учествују. У начелу предлог је да се у оквиру пројекта припреме препоруке по питањима (1) до (3).

Додатно, посебна могућност унапређења сарадње од значаја за два концепта и типа активности (смањење ризика и адаптација) је успостављање система за прикупљање података и извештавање о економским штетама од елементарних непогода, а као ЕЕА индикатор у области адаптације на измењене климатске услове.

Овај ЕЕА индикатор један је од ретких показатеља релеватних за праћење погођености и успешност мера адаптације у готово свим секторима и сегментима друштва.

Подаци о штетама и губицима део су базе података којом управља Министарство унутрашњих послова (<https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp?countrycode=srb&continue=y>), а према захтевима Сандеи оквира. Прегледом базе уочава се низ недостатака у квантитету, али и квалитету података које је неопходно превазићи. Ово, између осталог, јер су подаци о штетама и губицима основа за финансијску помоћ из међународних фондова одређених

за помоћ земљама у развоју под окриљем Оквирне конвенције УН о промени климе (Зелени климатски фонд).

Разлог непотпуности поменуте базе података, може бити и недостатак методологије за процену штета и губитака, као и секторских методологија.

Предлаже се да се у окву пројекта помогне припрема опште или неке од секторских методологија, у складу са потребама.

Све то довело би до ефикасније борбе против климатских промена, а самим тим смањило и потребу за издвајањем великих средстава у одговору на катастрофе, јер би кроз адекватно коришћење акција адаптације потребе опоравка након катастрофа биле смањене.

Са аспекта израде методологија, значајна је и чињеница да се тема социјалне рањивости, као једног од кључних фактора потребних за одређивање и рачунање нивоа ризика од катастрофа, не обрађује на одговарајући начин у документацији која се тиче подручја цивилне заштите у Републици Србији.

У том смислу постоји потреба да се развије и методологија социјалне рањивости за подручје Републике Србије, а која би се користила као алат у изради процена ризика на националном нивоу односно нивоима локалних самоуправа. Коначно, алати за процену социјалне рањивости морају да се одаберу за тачно одређене програмске или инвестицијске одлуке и самим тим могу да буду другачије. Предлаже се да и ова методологија буде припремљена у оквиру пројекта и припремљена на националном нивоу. Резултата примене методологије био би идентификација области различитог нивоа социјалне погођености (пример као на Слици 21).

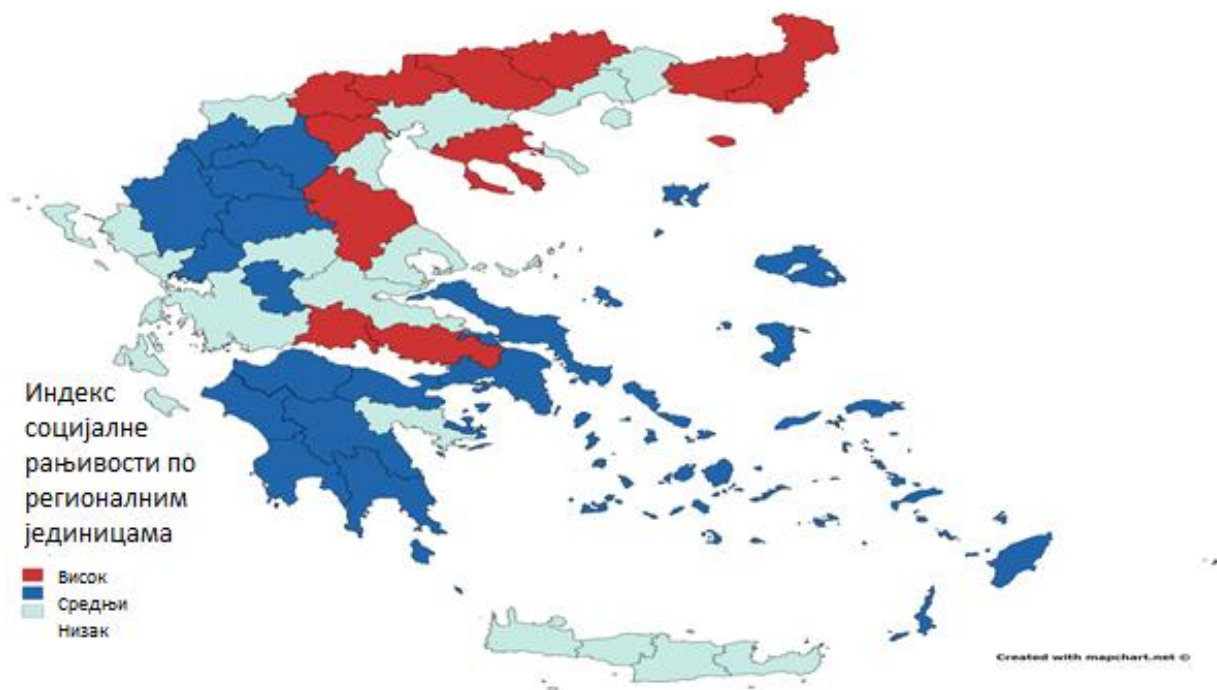
Међутим, оно што треба имати у виду да методологија социјалне рањивости неће бити успешна, ако не буде системски интегрисана у целокупни процес управљања ризиком од климатских промена и катастрофа.

Оно што се уобичајено догађа је да многи документи који би требали да буду "процене ризика" попут Процене ризика од катастрофа Републике Србије не иду даље од "процене хазарда" јер им недостају стандардизоване, упоредиве и мерљиве димензије социјалне рањивости.

Доступност података о социјалној рањивости (на основу пописа становништва, истраживања пре и након катастрофе, јавних истраживања итд.) и величина узорка на ком се реализује студија социјалне рањивости (појединци, заједница, град, општина итд.) кључни су параметри који одређују успешност процене социјалне рањивости за програме адаптације и смањења ризика од катастрофа.

Различите заједнице и појединци изложени су различитим опасностима, чак и унутар истог подручја. Ипак, статистика катастрофа последњих година показује повећани проценат жена, деце и других социјално рањивих група међу жртвама катастрофа у Републици Србији. Према томе, јасно је да су социјално рањиве особе изложеније и погођеније утицајима климатских промена.

Коначни подаци требају бити у бројчаном облику и мапирани (визуални приказ, као на Слици 21).



Слика 21. Пример мапирања – визуелног приказа социјалне рањивости према географским нивоима (фиктивни резултати преузети с mapchart.net)

Са аспекта смањења ризика и адаптације на измењене климатске услове, значајно је и да постојеће законодавство (Закон о смањењу ризика и управљање ванредним ситуацијама и Закон о климатским променама) обавезује локалне самоуправе да припремају планове смањења ризика и заштите и спасавања, те да извештавају о последицама елементарних непогода и природних катастрофа, односно о спроведеним мерама адаптације. Препорука је и да се испитају могућности да се ове активности локалних самоуправа искоординирају и направе заједничким делом пакета за извештавање, као и да се у плановима на нивоу локалних самоуправа укључе аспекти промена климе. Детаљни предлог у овом смислу садржаће наредни извештај предвиђен овим Уговором.

У овом контексту неходно је припремити базу података о осмотреним и очекиваним променама климе, која би била јавно и једноставно доступна. С друге стране, неопходно је направити и листу могућих мера адаптације, а као смернице за локалне самоуправе.

Јачање капацитета циљних група на нивоу локалних заједница од кључног је значаја, јер обе области заправо захтевају акције на нивоу локалних самоуправа као предуслов ефикасности.

VII ДОДАТАК: Сектори који нису предмет ToR, али су предложени методологијом

ШУМЕ И УПРАВЉАЊЕ ШУМАМА и ЈАВНО ЗДРАВЉЕ

Иако иницијално нису предвиђени секторским анализама, препознајући значај адаптације у сектору управљања шумама, као и у сектору јавног здравља ови сектори биће укључени и анализирани у мери у којој је то могуће с обзиром на доступност података и потребе за оптималном реализацијом активности у претходно наведеним секторима.

Предлаже се да се сектор шумарства и управљања шумама укључи, барем, у дефинисање заједничких мера адаптације за сектор управљања водама пољопривреду и шумарство.

За сектор јавног здравља могуће је припремити листу потенцијалних ризика и листу потенцијалних мера адаптације, а на основу међународних и искустава на ЕУ нивоу.

7.1 УПРАВЉАЊЕ ШУМАМА

Шумарства је сектор који је у великој мери погођен климатским променама. Пролонгирани сушни периоди заједно са екстремним догађајима (поплаве, јаки ветрови, касни мразеви, итд.) нарушавају стабилност шумских екосистема. С тим у вези долази до поремећаја у плановима газдовања и нарушавања очекиваног циклуса обнове шума, што уводи несигурност у економски модел пословања предузећа који газдују шумама у Србији.

Јавна предузећа која су највећи субјекти којима су шуме поверене на управљање (ЈП „Србијашуме“, ЈП „Војводинашуме“, ЈП НП „Фрушка гора“, ЈП НП „Тара“, ЈП НП „Бердап“, ЈП НП „Копаоник“) и задужена су за највећа подручја под шумама односно под неким видом заштите. Мали шумовласници, иако су по броју и површини шума коју поседују значајан чинилац сектора шумарства у Србији, нису међусобно организовани, те се у највећој мери у смислу газдовања ослањају на капацитете јавних предузећа и приватног сектора.

Велики чинилац у привредној грани заснованој на шумарству је и прерада дрвета, која је доминантно у приватном власништву.

У протеклој деценији, која се сматра најтоплијом глобално у протеклих 140 година од кад се врше мерења, забележени су сушење и опадање виталности храстова у Војводини због дугих сушних периода, девастација шумских подручја услед ледолома у Источној Србији, и сушење смрче у четинарским подручјима након изражено топлих и сувих година. Бележе се и напади штеточина (поткорњаци, губар, храстова стеница, лисни дефолијатори, итд.) који су блиско повезани са опадањем виталности шума које је условљена екстремним догађајима.

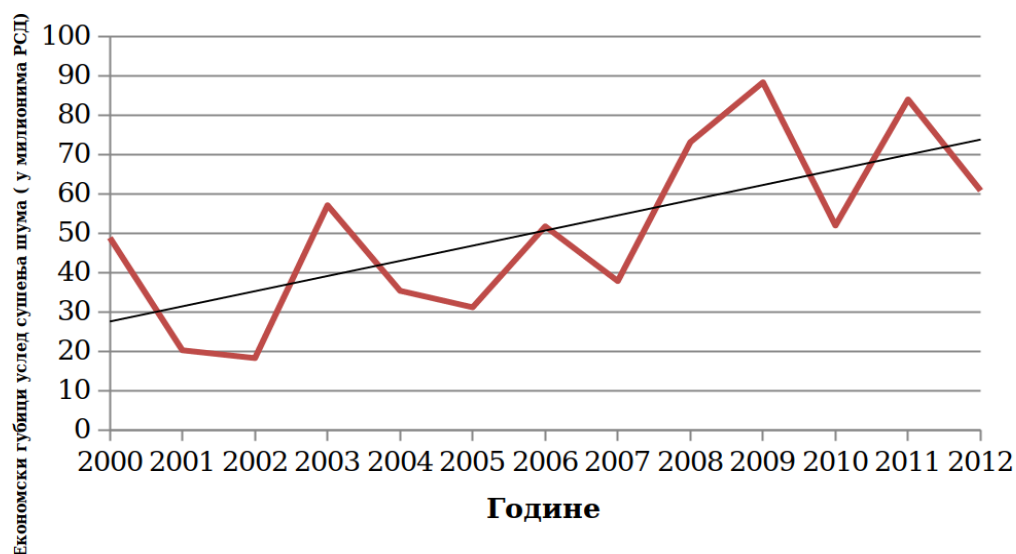
Питање тренда промене степена шумовитости је од великог значаја за стратешко планирање у шумарству као и за адаптацију и митигацију у односу на будуће промене климе. На основу истраживања¹³³ степен шумовитости се у периоду 2000-2013. године смањео у Војводини и на Косову и Метохији, док се у Централној Србији повећао. Сумарни приказ промене шумског покривача у Србији је дат у Табели 21. Највећа релативна смањења су забележена у Сремском, Пећком, Западнобачком и Косовско-Поморавском округу, док је највеће повећање забележено у Златиборском, Рашком, Пчињском и Моравичком округу.

¹³³ Стојановић, Д.Б., Матовић, Б., Орловић, С. (2015): Трендови промене степена шумовитости у Републици Србији. Шумарство (3): 89-98

Табела 22. Преглед површине прекривене шумским дрвећем и промене на нивоу Републике, регија и управних округа у периоду 2000-2013. Сивом бојом су назначени окрузи у којима је забележено смањење шумског покривача.

Округ	Површина округа (ha)	Шумски покривач 2000. годи на (%)	Повећање (2000 - 2013) (%)	Смањење (2000 - 2013) (%)	Сумарна промена (2000- 2013) (%)	Апсолутна промена на покривача (2000- 2013) (ha)
БОРСКИ	351733	38,618	0,002	0,004	-0,002	-789
БРАНИЧЕВСКИ	386780	38,410	0,003	0,002	0,001	481
ГРАД БЕОГРАД	323713	16,612	0,004	0,006	-0,002	-796
ЗАЈЕЧАРСКИ	363255	39,293	0,002	0,003	0,000	-88
ЗАПАДНОБАЧКИ	248456	6,555	0,002	0,006	-0,004	-1031
ЗЛАТИБОРСКИ	616114	43,389	0,011	0,002	0,008	5165
ЈАБЛАНИЧКИ	276826	42,601	0,006	0,004	0,002	656
ЈУЖНОБАНАТСКИ	424254	8,009	0,003	0,003	-0,001	-293
ЈУЖНОБАЧКИ	402448	6,957	0,003	0,006	-0,003	-1273
КОЛУБАРСКИ	247463	29,777	0,002	0,002	0,000	-14
КОСОВСКИ	312447	29,033	0,004	0,007	-0,003	-797
КОСОВСКО-МИТРОВАЧКИ	205430	35,979	0,006	0,005	0,001	192
КОСОВСКО-ПОМОРАВСКИ	142930	26,562	0,009	0,012	-0,003	-484
МАЧВАНСКИ	326808	26,600	0,002	0,002	0,000	-22
ВИЧКИ	302495	46,162	0,008	0,002	0,006	1798
НИШАВСКИ	273459	32,558	0,003	0,003	0,000	70
ПЕЋКИ	255971	22,962	0,006	0,010	-0,004	-1140
ПИРОТСКИ	276296	41,139	0,005	0,003	0,001	334
ПОДУНАВСКИ	124187	9,569	0,001	0,000	0,001	89
ПОМОРАВСКИ	259805	37,019	0,002	0,002	0,001	152
ПРИЗРЕНСКИ	174889	21,568	0,002	0,004	-0,003	-442
ПЧИЊСКИ	351215	41,404	0,013	0,007	0,006	2246
РАСИНСКИ	266537	40,048	0,007	0,001	0,005	1431
РАШКИ	392680	48,732	0,011	0,003	0,008	3094
СЕВЕРНОБАНАТСКИ	233036	1,710	0,001	0,002	-0,001	-205
СЕВЕРНОБАЧКИ	178148	1,790	0,001	0,001	0,000	-11
СРЕДЊЕБАНАТСКИ	326286	2,430	0,001	0,002	-0,001	-290
СРЕМСКИ	347827	15,011	0,003	0,009	-0,006	-2030
ТОПЛИЧКИ	220999	45,583	0,004	0,003	0,001	274
ШУМАДИЈСКИ	237925	28,843	0,001	0,001	0,000	-10
РЕПУБЛИКА СРБИЈА	8850414	28,454	0,005	0,004	0,001	6047
АП ВОЈВОДИНА	2160456	6,718	0,002	0,005	-0,002	-5123
ЦЕНТРАЛНА СРБИЈА	5598291	37,277	0,005	0,003	0,002	13959
АП КОСОВО И МЕТОХИЈА	1091667	27,411	0,005	0,008	-0,002	-2668

Сумарно посматрано, Република Србија је у периоду 2000-2013. године увећала површину под шумама за 6000 ha, међутим, посматрајући то у контексту 2,5 милиона ha колико износи степен шумовитости, повећање износи само 0,001 %. Забрињава податак да се у 2/3 округа у нашој земљи бележи смањење шумског покривача (сива поља у табели 21) укључујући и све округе у АП Војводини. Један од главних узрока смањења шумског покривача је и повећан број санитарних сеча настао услед интензивног сушења. Сушење шума се доводи у везу са појавом екстремних догађаја, пре свега екстремних суша (2000, 2003, 2007, 2011 и 2012. године), као и ветролома, ледолома, пожара и напада штеточина и болести. Подаци о санитарним сечама у ЈП „Србијашуме“ говоре да се њихов повећани интензитет јављао две до три године након великих суша. Такође, значајан допринос долази и од интензивних пожара посебно из 2007 и 2012. годин, што су такође биле године великих суша. Поред сушних услова и пожара, велику штету шумама у Србији и значајан допринос у смањењу виталности шума и њиховом каснијем сушењу имао је и губар (*Lymantria dispar* L.). Масовнија појава губара забележена је 2004, као и 2013 и 2014. године. Коначно као пример економских губитака услед сушења шума и других неповољних утицаја може да послужи тренд пораста губитака у пословању ЈП „Војводинашума“ (Слика 22) од 2000. године. Просечни годишњи губици у овом периоду превазилазили су 50 милиона динара. Процењена директна и индиректна штета од пожара у ЈП „Србијашуме“ у периоду 2000-2009. године је износила 36.454.762.406,56 динара¹³⁴. С обзиром да се на основу климатских сценарија предвиђају дужи сушни периоди и фреквентнији екстремни догађаји за очекивати је да се процеси везани за сушење шума у будућности интензивирају.



Слика 22. Процењени економски губици настали сушењем шума у шумама којим газдује ЈП „Војводинашуме“ у периоду 2000-2012¹³⁵

Досадашња улагања у сектору у правцу подизања адаптивног капацитета на промену климе је рађено у сегменту нових пошумљавања, неге шума, изградње шумских путева, производње семена, садног материјала, истраживања, заштите шума и осталих активности. Управа за шуме, Министарства пољопривреде и заштите животне средине,

¹³⁴ Алексић, П., Јанчић, Г. (2011) Заштита шума од шумских пожара у Јавном предузећу „Србијашуме“. Шумарство, 95-109.

¹³⁵ Извор: Управа за шуме

субвенционирало је заштиту и унапређење шума са оквирно 33 милиона евра у периоду 2004-2013 (Табела 23).

Табела 23. Субвенције шумарству (средства за заштиту и унапређивање шума) у периоду 2004 - 2013. године¹³⁶

Година	Садња на државном земљишту		Приватно пошумљавање		Нега		Изградња шумских путева		Производња шумског семена		Производња садница		Развојно истраживачки рад	Заштита	Остало (ед.прог)	УКУПНО
	ha	€	ha	€	ha	€	km	€	kg	€	kom	€	€	€	€	€
2013	33	31.512	801	260.085	0	0	114	1.264.288	16.838	10.482	0	0	163.388	450.920	520.014	2.700.689
2012	297	282.018	407	117.963	1.904	434.356	167	1.656.510	7.037	29.631	3.628.955	192.343	235.049	176.523	307.602	3.431.995
2011	472	516.460	767	267.548	2.270	564.874	171	1.424.675	6.577	22.486	4.692.690	242.230	198.550	159.197	168.767	3.564.787
2010	921	586.314	1.155	258.112	2.053	476.716	157	963.996	283.234	88.805	2.937.177	174.750	176.095	189.468	183.938	3.098.194
2009	785	549.463	1.318	358.323	870	144.044	140	1.184.382	256.059	84.867	3.157.357	182.407	196.591	258.502	35.025	2.993.604
2008	485	349.007	749	277.070	2.909	527.978	161	1.580.500	7.410	51.988	6.914.800	312.649	256.638	709.162	458.322	4.523.314
2007	1.571	1.448.133	1.441	477.888	3.087	501.334	127	1.165.581	38.750	44.985	7.360.384	303.224	252.906	112.673	309.087	4.615.811
2006	1.010	431.757	1.043	220.918	3.060	266.340	59	319.580	126.599	79.702	4.941.079	131.177	188.231	960.829	223.531	2.822.065
2005	961	319.188	1.036	213.016	2.958	236.935	76	241.792	4.229	35.185	4.981.732	134.385	96.735	1.627.530	169.287	3.074.053
2004	1.418	285.435	1.263	297.333	3.883	307.416	57	192.232	24.760	37.385	8.047.500	167.110	124.575	621.256	224.840	2.257.582
УКУПНО	7.951	4.799.287	9.981	2.748.256	22.994	3.459.993	1.230	9.993.536	771.493	485.516	46.661.674	1.840.275	1.888.758	5.266.060	2.600.413	33.082.094

Циљеви одрживог развоја шума и шумарства у Републици Србији засновани су на стратешким циљевима ЕУ и обухватају: подршку руралним и урбаним заједницама, подстицање конкурентности и одрживости индустрија које се темеље на шумама, биоенергији, очувању и јачању капацитета шума за отпорност и прилагођавање климатским променама, посебно укључујући превенцију пожара и друга решења за прилагођавање и ублажавање климатских промена, заштиту биодиверзитета, заштиту шума и побољшање екосистемских услуга, борбу против смањења шумовитости и деградације шума у циљу умањења негативних ефеката услед климатских промена.

7.1.1. Оцена погођености

Прва (иницијална)¹³⁷ и друга национална комуникација¹³⁸, као и Први национални план адаптације на измењене климатске услове за Републику Србију¹³⁹ бавиле су се сектором шумарства.

Прва национална комуникација наводи да је опште стање шума незадовољавајуће и да га карактерише: недовољан производни фонд, неповољна старосна структура, незадовољавајућа обраслост и шумовитост, неповољно састојинско стање и незадовољавајуће здравствено стање.

Друга национална комуникација потврђује налазе из Прве националне комуникације, посебно истичући рањивост најзначајнијих шумских врста: храста лужњака, букве, храста китњака, цера, јеле и смрче, које по свом економском и еколошком значају, али просторној распрострањености представљају темељ шумарства у Републици Србији.

Постојећа истраживања представљена у Другој националној комуникацији указују да је храст лужњак највише изложен негативном утицају климатских промена. Његова рањивост проистиче и из чињенице да је он завијан и од подземних вода које доживљавају општи

¹³⁶ Извор: Управе за шуме

¹³⁷ Initial National Communication of the Republic of Serbia under the United Nations Framework Convention on Climate Change, ed. D. Bozanic and M. Gasperic, The Ministry of Environment and Spatial Planning of Republic of Serbia, p.150.

¹³⁸ Second National Communication Report of RS to UNFCCC

¹³⁹ Први национални План адаптације на измењене климатске услове за Републику Србију - Нацрт

пад у последњих неколико деценија у храстовим стаништима у Србији (подаци из РХМЗ Србије), али и да повишене температуре негативно утичу на његов прираст. За храст китњак, храст цер, јелу, смрчу и букву можемо рећи да ће највероватније њихова дистрибуција бити измењена пре краја 21. века. На основу прорачуна добијених помоћу индекса суше и података за будућу климу у случају неповољних сценарија будуће климе може се закључити да ће најмање повољни услови за шуме у 20. веку одговарати оним најповољнијим у периоду 2071-2100. Црни и бели бор, као и храст медунац, који су већ присутни у сушним областима, биће најмање погођени променом климатских услова

Први национални план адаптације наводи да су главни изазови са којим се сектор шумарства суочава лоше стање шума (велики удео шума изданачког порекла, низак запремински прираст, неповољна старосна структура), неравномерна дистрибуција шумског покривача, лоша путна инфраструктура битна за искоришћавање и заштиту шума и организациони проблеми у газдовању везани за велики број приватних шумовласника.

Међу наведним изазовима, од великог значаја за шумарство, а истовремено значајно за целокупно друштво, је повећање шумског покривача и његова оптимизација. Повећање шумског покривача у делу који се тиче заштитне функције шума је можда од највећег значаја. Подизање нових шума и појасева која ће штитити од еолске и водне ерозије може допринети адаптацији више сектора друштва истовремено. Подизање ветрозаштитних појасева доприноси смањењу негативног утицај ветрова на пољопривредне усеје са једне стране, са друге стране спречава затрпавање канала за одводњавање и наводњавање, док са треће стране подиже удео укупног шумског покривача који је изузетно низак у неким деловима Србије. Новоподигнуте шуме подстичу опште корисне и привредне функције у регионима у којима се подижу, као што су развој локалних заједница, развој ловног, сеоског и екотуризма, унапређење животне средине, стварање повољних услова за здравље људи, повољан утицај на климу, као и очување биодиверзитета.

7.1.2. Социо-екомски аспекти на нивоу управних округа

Пораст температуре и промена фреквенције и интензитета падавина имаће директан или индиректан утицај на све сегменте друштва. У случају Србије очекиван је утицај на шумарство, пољопривреду, саобраћај, јавно здравље, заштиту природе и економију уопште. Међутим, одређени региони у Србији могу се наћи под већим притиском узрокованим не искључиво будућим пројектованим променама климе. Основни циљ анализе предложених мера био је ефикасна адаптација на климатске промене кроз процену регионалних особености на територији Србије. Анализа ефикасности мера фокусирана је на избор региона у односу на критеријуме према којима су региони ранжирани по степену угрожености са аспекта шумарства. Критеријуми су одабрани како би се сагледали шири контекст угрожености, поред угрожености од могућих будућих промена климе, кроз процену тренутног стања шума, економских и демографских карактеристика као и додатних бенефита у другим секторима, као што су пољопривреда, водни ресурси и заштита природе, а у односу на предложене мере адаптације. Десет критеријума на основу којих је урађена приоритизација региона представљено је у табели 24. Сваком од предложених критеријума била је придружена гео-референцирана карта која квантификује задати критеријум било да се ради о тренутном стању или пројектованим вредностима за будућност.

Табела 24. Критеријуми за одређивање приоритетних региона за спровођење мера адаптације у Србији.

Критеријуми	Одговарајућа гео-референцирана мапа за територију Р. Србије
-------------	---

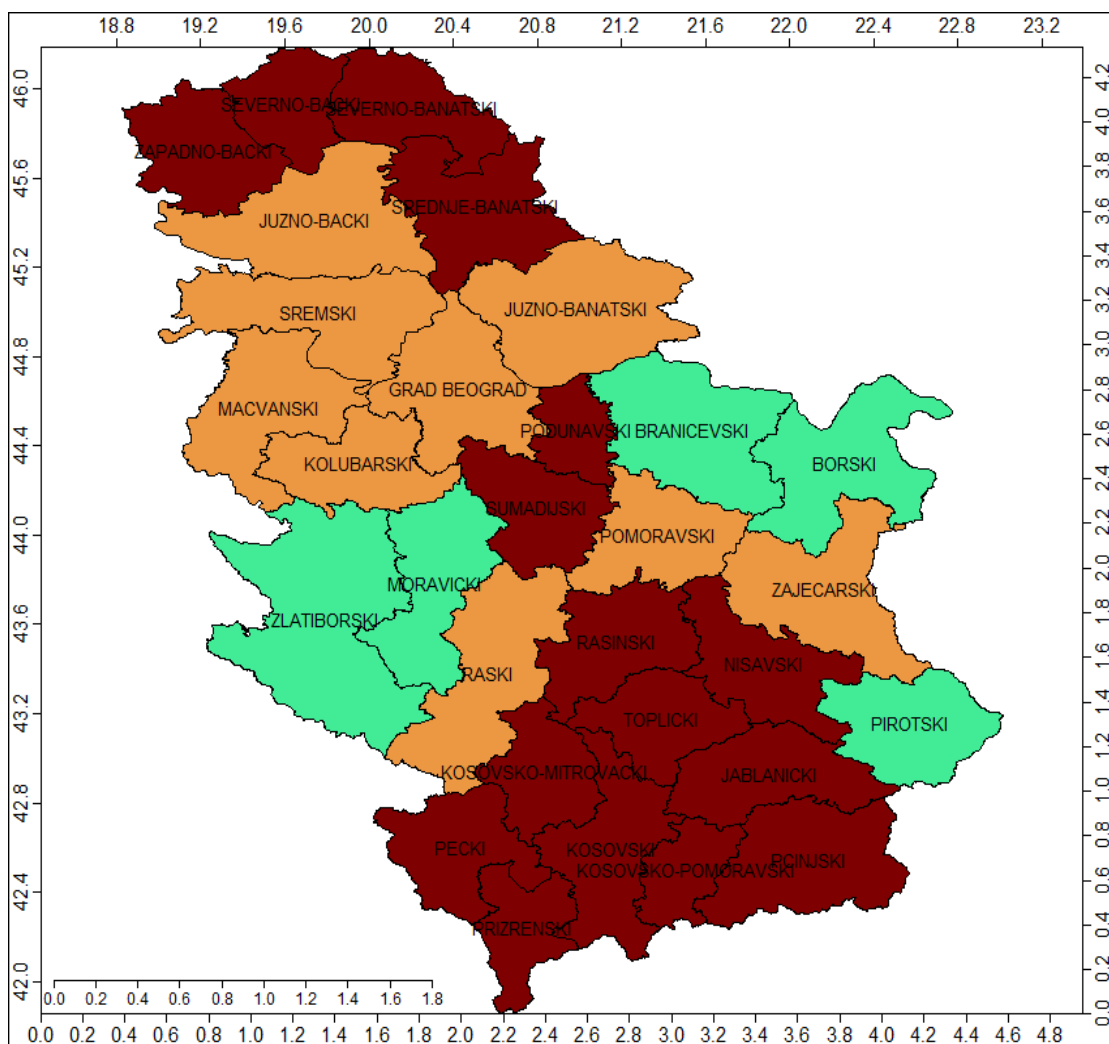
1.	Површина под шумама	Стање на основу [4]
2.	Квалитет шума (конверзија издначких у високе шуме)	Стање на основу Националне инвентуре шума [2])
3.	Путна инфраструктура	Тренутно стање (путна мрежа на основу Дигиталне карте Србије у векторском формату 1:300000 Војногеографског института)
4.	Популација округа	Стање на основу Пописа становништва, домаћинства и станова 2011. у Републици Србији
5.	Стопа незапослености	Тренутно стање
6.	Просечна зарада	Тренутно стање
7.	Буџетски суфицит / дефицит	Тренутно стање
8.	Промена климе (температура и падавина)	Пројектоване вредности
9.	Ерозија (водна и еолска)	Мапа није била доступна
10.	Заштита природе (еколошка мрежа)	Тренутно стање

Сваки од критеријума је оцењен у односу на његов тренутни утицај на опште стање у сектору шумарства или кроз његов утицај на адаптивни капацитет предложених мера у односу на будуће климатске промене. Ради постизања робусности резултата критеријуми су оцењени кроз анкетирање експерта из различитих области (климатологија, шумарство, економија, пољопривреда, водопривреде и заштита природе) и различитих организација (министарстава, завода, јавних предузећа, факултета и института) а коначно рангирање је извршено помоћу методе аналитичких-хијерархијских процеса (Табела 24). Резултат коначног рангирања дат је у табели 25.

Табела 25. Рангирани критеријуми од стране експерата по важности за регионалну адаптацију на климатске промене

Критеријуми	Ранг	Тежинске вредности
Промена климе (температура и падавина)	1	14,9%
Заштита природе (еколошка мрежа)	2	11,8%
Стопа незапослености	3	11,3%
Ерозија (водна и еолска)	4	10,1%
Просечна зарада	5	9,9%
Буџетски суфицит / дефицит	6	9,7%
Површина под шумама	7	9,2%
Популација округа	8	8,7%
Квалитет шума (конверзија издначких у високе шуме)	9	8,4%
Путна инфраструктура	10	6,0%

Као коначан резултат добијена је мапа угрожености појединих региона као пондерисана средња вредност припремљених мапа, користећи пондере добијене предходним рангирањем критеријума. На основу резултата можемо закључити да су најугроженији региони: Западнобачки, Севернобачки, Севернобанатски, Средњобанатски, Подунавски, Шумадијски, Расински, Нишавски, Топлички, Јабланички и Пчињски округ (Слика 23). Иако приказани на карти, већина података за округе у АП Косову и Метохији нису били доступни.



Слика 23. Угроженост региона у Републици Србији на основу девет критеријума: површина под шумама, квалитет шума, путна инфраструктура, популација округа, стопа незапослености, просечна зарада, буџетски суфицит / дефицит, промена климе, површина заштићених добара. Прво ранжирани као најугроженији – тамно црвено, друго ранжирани – наранџасто, треће ранжирани – зелено. Напомена: За АП КиМ нису били доступни сви подаци.

Најугроженија подручја на утицај климатских промена по изложеној методологији су она која су по више критеријума била истакнута као угрожена. Највећа очекивана промена климе заједно са лошим економским показатељима су били пресудни за истицање 11 округа обележених тамно црвеном бојом. Популација округа је разматрана на начин да што неки округ има више становника, то је његова угроженост већа односно број људи који потенцијално може бити угрожен је већи. Међутим, највећи тежински утицај у оваквом избору критеријума су имали промена климе и економски показатељи. Претпоставка је била да економски развијени окрузи, као и грађани који располажу са више новца имају више могућности за адаптацију и ублажавање негативних утицаја климе. Такође, с обзиром да шуме повољно утичу на микроклиму, рачунато је да су подручја са више шума и шума бољег квалитета у повољнијем положају у односу на она која заостају у том погледу.

Такође је битно да су подручја, у којима се очекује да климатске промене буду најизраженије већ угрожена са аспекта пошумљености и остваривања добробити од екосистемских услуга које шуме могу да пруже. С тога, повећање шумског покривача и његова оптимизација у смислу пошумљавања обешумљених подручја и подизања

заштитних шума треба да буде приоритет у адаптацији целокупног друштва на промену климе. Увећана активност везана за подизање нових шума и унапређење постојећих ће довести и до увећања економске активности у угроженим подручјима.

Будуће очекиване промене климе ће утицати и на шуме у Србији. На вишим надморским висинама, тај утицај може бити чак и позитиван, међутим у низијама, у којима се налази и највећи део популације и где се одвија највећи део привредних и социјалних активности, очекиване промене су негативне.

Пројекције промене надморске висине за најзаступљенију шумску врсту

Буква у Србији је заступљена са оквирно 30% површине под шумама (660400 ha)¹⁴⁰ и представља најзаступљенију и економски најзначајнију шумску врсту. Ранија истраживања су утврдила да постоји могућност да се оквирно 50% букових шума у Србији нађе у зони која неће погодовати опстанку постојећих шума до краја 21. века¹⁴¹, као и да шуме храста лужњака, китњака, цера, јеле и смрче могу бити значајно угрожене¹⁴², што сугеришу и забележене епизоде сушења и губитка виталности поменутих врста у протеклих десет година. Скорија истраживања која су поред температура и падавина узела у обзир и неке орографске, педолошке и сложеније биоклиматске индексе, сугеришу да ће буква, као најзаступљенија дрвенаста врста у Србији, бити принуђена на смањење своје дистрибуције и потенцијално повлачење на више надморске висине (Слика 18.)¹⁴³.

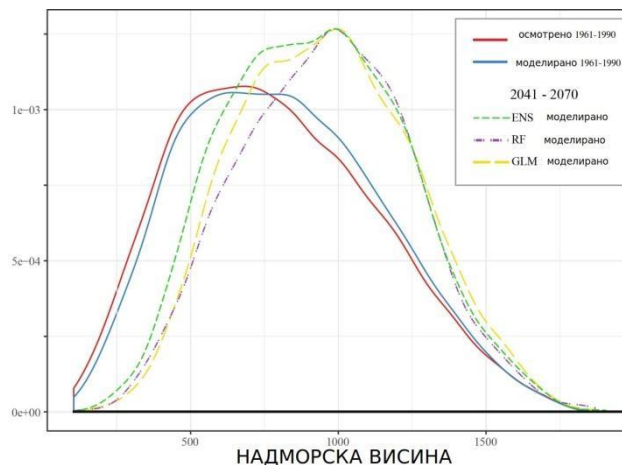
Данас се буква доминатно налази на надморским висинама у интервалу од 500 до 1000 метара (икс оса, црвена линија, Слика 27.). На тим надморским висинама су услови за раст букве били најповољнији у периоду 1961-1991. године. Очекује се да ће у периоду 2041-2070 по А2 сценарију доћи до померања оптималних станишта на начин да ће оптимум букве бити у интервалу од 750 до 1250 метара надморске висине. С обзиром да у тако кратком временском периоду буква не може да мигрира на више надморске висине, очекивано је смањење прираста, сушење и губитак станишта букве на нижим надморским висинама.

¹⁴⁰ Банковић, С., Медаревић, М., Пантић, Д., & Петровић, Н. (2009): Национална инвентура шума Републике Србије—Шумски фонд Републике Србије. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде-Управа за шуме, Београд.

¹⁴¹ Stojanović, D. B., Kržić, A., Matović, B., Orlović, S., Duputic, A., Djurdjević, V., ... & Stojnić, S. (2013). Prediction of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) xeric limit using a regional climate model: An example from southeast Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 176, 94-103.

¹⁴² Stojanović, D., Matović, B., Orlović, S., Kržić, A., Trudić, B., Galić, Z., Stojnić, S., Pekeč, S. (2014) Future of the Main Important Forest Tree Species in Serbia from the Climate Change Perspective. *SEEFOR* 5(2).

¹⁴³ Pavlović, L. M., Stojanovic, D. B., Mladenovic, E., Lakicevic, M., & Orlović, S. (2019). Potential elevation shift of the European beech stands (*Fagus sylvatica* L.) in Serbia. *Frontiers in Plant Science*, 10, 849.



Слика 24. Предвиђен губитак станишта букве на нижим надморским висинама на основу модела заснованог на машинском учењу

Поред климе која пресудно утиче на распрострањење и виталност шума, орографске и педолошке карактеристике станишта су фактор од велике важности. Досадашња истраживања на подручју Србије нису узимала у обзир станишне карактеристике изузев климатских услова.

Неопходно је употпуњавање досадашњих предвиђања потенцијално погодних услова за главне врсте дрвећа у светлу климатских промена, коришћењем напредних статистичких алата које обухватају и методе машинског учења, а који ће у обзир узети и факторе као што су: надморска висина, експозиција, нагиб, дубина земљишта, физичко-хемијска својства земљишта на различитим дубинама, сателитска осматрања у различитим деловима спектра, и омогућити доносиоцима одлука да сагледају све на регионалном и локалном нивоу.

Потребно је довести прираст шума у везу са влагом у земљишту, као једним од најзначајних фактора за екологију шумских екосистема, а која се може добити помоћу метода даљинске детекције.

Како би додатне процене у том контексту биле израђене потребно је обезбедити податке из Националне инвентуре шума који су добијени коришћењем мреже мерених места у распореду од 4 x 4 km.

Републички завод за статистику издаје Билтен Шумарство у Републици Србији на годишњем нивоу. Иако су подаци које билтени приказују врло прецизни и исцрпни, да би нашли своју примену и у креирању конкретних мера ублажавања и адаптације утицаја климатских промена на шумске екосистеме, неопходно је сагледати и њихову просторну компоненту. Конкретно, потребни су просторно дефинисани подаци који ће пратити статистику у шумама.

Тренутно постоје врло корисне информације као што је: дрво посечено у шумама, штете у шумама, итд. међутим, постојећа просторна одредница се односи само на регионе (Војводина, Јужна и Источна Србија, итд.), што није довољно за прецизније анализе које су неопходне с обзиром да се ради о регионима који просторно покривају милионе хектара, већи број типова шума, еколошких и административних целина.

Потребне су геореференциране састојинске мапе газдовања за све шуме у Србији које обједињује Управа за шуме користећи податке различитих правних субјеката (најчешће јавних предузећа) који газдују шумама.

Потребно је обезбедити мапе које покривају статистику у шумама за последњих 10 година. Такве мапе би омогућиле моделирање утицаја промена климе и других дистурбанци на сушење шума, предвиђање будућих ризика и доношење мера за њихово ублажавање.

Улагање у праћење прираста и виталности шума помоћу даљинске детекције (мултиспектрални снимци, подаци осматрања помоћу лидара и радара) може се вишеструко исплатити кроз допринос бољем управљању шумским ресурсима и уштеде са тим у вези.

Потребно је подржати истраживања везана за теренска мерења и мониторинг шумских екосистема, генетичка и дендроеколошка истраживања која доприносе разумевању погођености шумских екосистема.

7.2. ЈАВНО ЗДРАВЉЕ

7.2.1. Оцена погођености

Утицај климатских промена на здравствени сектор је вишеструк и огледа се у:

- Утицају на здравље појединца и популације;
- Утицају на здравствене системе и захтеве за одређеним услугама;
- Припремљености здравственог сектора да се адаптира на сложене утицаје климатских промена.

Уколико се не примене правовремене мере прилагођавања, климатски услови утицаће на јавно здравље **посредно и непосредно**. Непосредно, кроз утицај виших температура и екстремних временских догађаја на стопе обољевања ризичних група, а посредно, кроз ширење такозваних векторских заразних болести.

Неке од мера усмерених на праћење (мониторинг) и рано обавештавање реализују се у сарадњи Републичког Хидрометеоролошког Завода, Института за јавно здравље Србије и мреже локалних установа јавног здравља (рана најава и упозорење топлотних таласа), као што је наведено у Другом извештају. Међутим оне су недовољно ефикасне и видљиве. Одређена упнапређења у овом смислу могла би се реализовати у сарадњи са Министарством здравља.

Истовремено, не постоје систематизовано и систематско праћење и прикупљање података од значаја за процену утицаја промена климе и планирање адаптације.

Одређене анализе од значаја за оцену утицаја топлотних таласа на стопу смртности, односно њену промену у односу на просечне вредности израђене су али на локалном нивоу (за град Београд).

Постојеће информације и подаци, као ни резултати малобројних анализа нису доступни, нити део званичних база података и платформи.

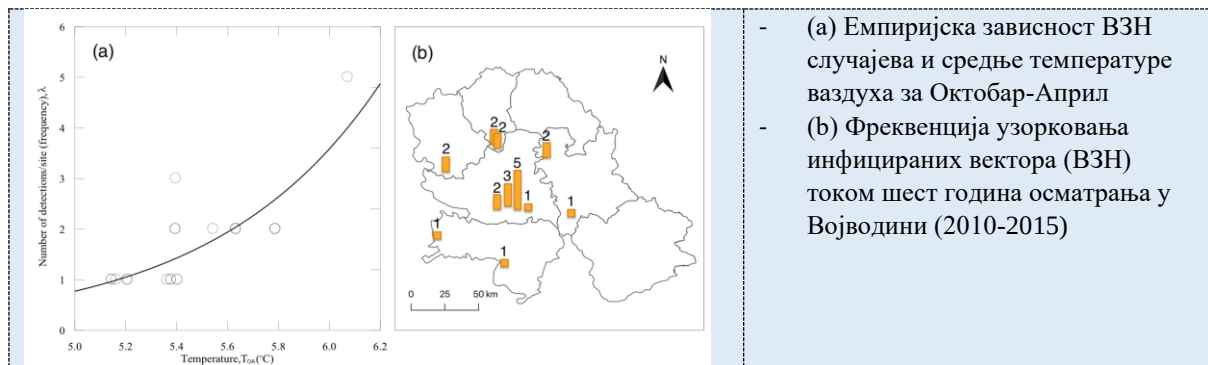
Истовремено, ЕЕА индикатори од значаја за сектор здравља укључују:

- (1) Болести изазване лошим квалитетом или смањеном доступношћу воде и хране – који није у потпуности одређен ни за ЕУ (само за Балтичке земље је доступан) и заснива се на мониторингу патогена изазивача;
- (2) Екстремне температуре и здравље;
- (3) Поплаве и здравље;
- (4) Векторски преносиве болести;
- (5) Квалитет ваздуха условљен озоном: утицај климатских промена на здравље.

Ниједан од наведених индикатора се не прати. Такође, нису доступни ни подаци, нити је систематизовано и системско њихово прикупљање, намењени израчунавању индикатора.

Такође израђене су одређене анализе које се тичу утицаја промена климе на јавно здравље са фокусом на векторске болести и то:

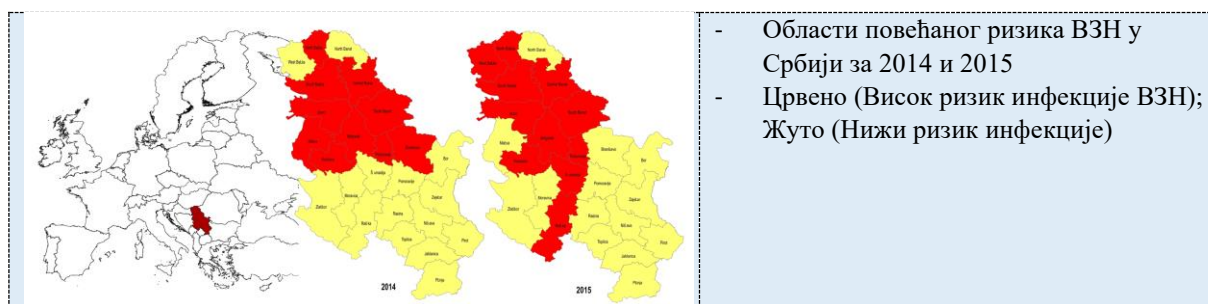
- **Анализа утицаја климатских промена на векторе Маларије *Anopheles hyrcanus*, Вирус Западног Нила, и инциденције меланома у Војводини.**¹⁴⁴ Део истраживања је реализован у оквиру *EurNegVec COST*, Акције (TD1303).



- **Моделирање регионалног утицаја климатских промена на активност азијског тиграстог комарца (*Aedes albopictus*) у Србији.** Истраживање је обављено у оквиру пројекта “*Studying climate change and its influence on the environment: impacts, adaptation and mitigation*” Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (III 43007) и *EurNegVec COST* акције (TD1303).
- **Утицај глобалног загревање на климатске промене у Србији за период 1961-2100.године.**Истраживање је реализовано у оквиру пројеката III43007, TR37005, и ОП76013 Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Битни подаци за анализу утицаја климатских промена на векторске болести прикупљени су у оквиру следећих истраживања:

- **Методе и резултати ВЗН програма мониторинга у Србији** [15]. Истраживања су реализована у оквиру пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (TR31084 и III43007).



¹⁴⁴ D. T. Mihailović et al., “Assessment of climate change impact on the malaria vector *Anopheles hyrcanus*, West Nile disease, and incidence of melanoma in the Vojvodina Province (Serbia) using data from a regional climate model,” *PloS one*, vol. 15, no. 1, p. e0227679, 2020.

- **Мониторинг и циркулација ВЗН у Војводини** [16]. Истраживања су реализована у оквиру пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (TR31084 и III43007).

Посебни изазови у изучавању утицаја климатских промена на здравље односе се на системско прикупљање – евиденцију података у здравству – који су од посебног значаја – а подразумевају повезаност примарног, секундарног и терцијарног нивоа здравствене заштите кроз одговарајуће протоколе и обавезујуће евидентирање података који се односе на индивидуу - пацијента).

Значајан изазов је и планирање људских ресурса у здравству у односу на потребе за адаптацијом и повећаним потребама за здравственим услугама које су последица климатских промена (нпр дуготрајних топлотних таласа).

Осим тога, недовољна повезаност приватног и државног здравства има за последицу недовољно прецизне податке о здравственом стању и здравственим последицама, услед деловања различитих спољних чинилаца, а према томе и климатских промена и недовољне спремности за адекватан одговор.

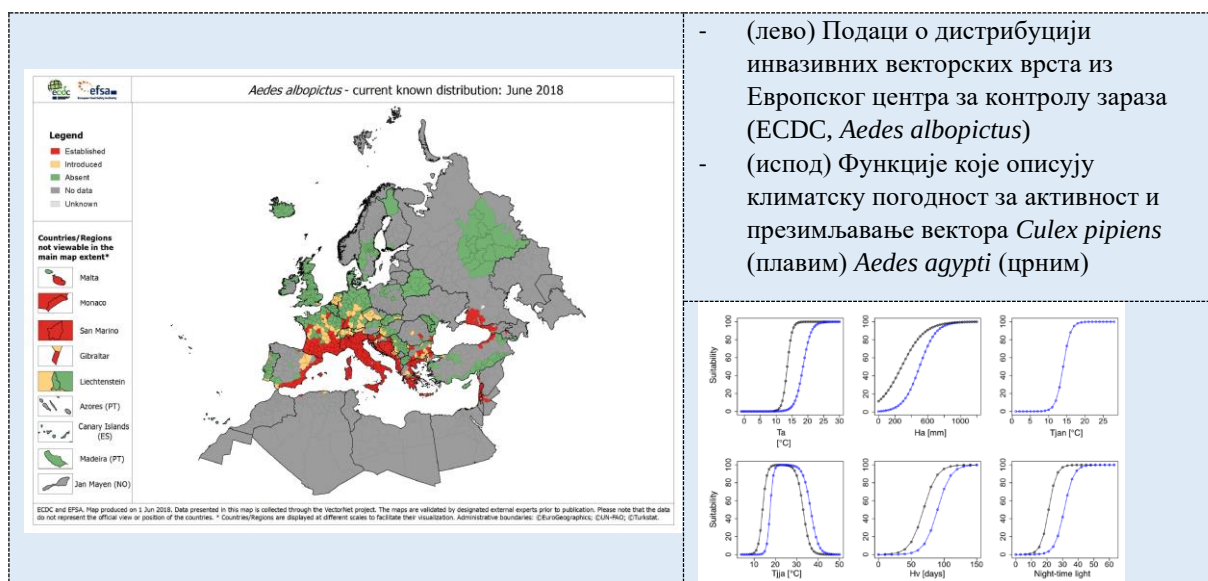
7.2.2. Препоруке

У оквиру пројекта предлаже се да се уради:

- (1) Просторна анализа утицаја климатских промена на ризик векторских болести на нивоу државе;
- (2) Регионална анализа утицаја климатских промена на ризик векторских болести и идентификација главних тачака интродукције;
- (3) Протокол идентификације и праћења главних климатских индикатора у оквиру здравственог сектора;
- (4) Предлог протокола мониторинга инвазивних векторских врста на националном нивоу у сврху усмеравања планског одговора на повећани ризик трансмисије векторских болести услед промене климе.

Просторна анализа утицаја климатских промена на ризик векторских болести на нивоу државе ће у оквиру пројекта бити обављена употребом Модела Вишекритеријумске Оптимизације (МВО). МВО је софистикован метод анализе доприноса више улазних фактора на исход, као и његове осетљивости на различите сценарије и конфигурације улазних вредности. Често се користи као алатка за критичку анализу административних одлука, илустровање алтернативних сценарија и компромиса, формулацију акција и тестирање њихове робусности. Типични МВО процес се састоји из (а) контекстуализације проблема, (б) нумеричке анализе и симулације излаза, (в) предлога корективних акција.

Нумеричка анализа климатске погодности за активност вектора се састоји из конструкције серије сигма функција одређених емпиријским праговима који описују граничне вредности метеоролошких величина за развој/активност/презимљавање вектора.



Релевантни климатски индикатори за активност вектора су: (i) Средња годишња температура ваздуха (Ta), (ii) Годишња количина падавина (Ha); (iii) Средња температура ваздуха за јун-јул-август (Tjja), (iv) Средња температура ваздуха најхладнијег месеца (Tjan); (v) Годишња фреквенција падавина (Hv); (vi) Густина популације (NTL).

Овако одређена погодност се користи за формулацију ризика настањивања вектора и трансмисије векторске болести. Ризик ће бити презентован категорички са 10 нивоа ризика за сваку НСТЈЗ јединицу. Коначни резултати анализе ће садржати: (i) Индикаторе процента популације изложене ризику заразе од векторске болести, (ii) ниво ризика за НСТЈЗ област, (iii) Регионалну просторну анализу ризика са индикацијом потенцијалних улазних тачака (регионална осетљивост).

МВО анализа ће бити извршена за следеће векторске врсте и векторске болести:

Врста вектора	Векторска болест	Анализа климатских промена и потенцијалног ризика на националном или покрајинском нивоу	МВО анализа на националном нивоу
1 <i>Culex pipiens</i>	Вирус Западног Нила	[16]	Не постоји
2 <i>Aedes albopictus</i>	Денге вирус, Чикунгуња, Зика грозница	[13]	Постоји [13]
3 <i>Anopheles hyrcanus</i>	Маларија	[6]	Не постоји
4 <i>Ixodes spp.</i>	Лајмска борелиоза	Не постоји	Не постоји

Подаци који су потребни за анализу:

Назив	Сврха
1 Подаци из мреже станица РХМЗ-а за Србију	Улазни параметри за МВО
2 Пројекције регионалног климатског модела ЕБУ-РОМ	Улазни параметри за МВО
3 Тренутна густина насељености и пројектовани број становника из републичког завода за статистику	Улазни параметри за МВО
4 Ентомолошки подаци о присуству/одсуству вектора у НСТЈЗ административној јединици	Подаци за калибрацију и валидацију МВО модела

- ◆ Препорука је и да се израде препоруке за прикупљање података од значаја за наведене ЕЕА индикаторе, као и њихово праћење на националном нивоу.
- ◆ Опционо, пројекат би могао да помогне и испуњењу циљева из Плана за здравље и заштиту животне средине, који је тренутно у изради, у вези са актиностима које се тичу климатских промена.
- ◆ Препорука је и да се уради истраживање о потребама и могућим алатима за рану најаву топлотних таласа, која би се у здравственом систему учинила ефикасном.

ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ 1. Приказ студија у сектору саобраћаја

Један вид превоза, један утицај - примери студија

Као управљач државном путном инфраструктуром и предузеће одговорно за изградњу и реконструкцију путева на територији РС, ЈП "Путеви Србије" је према наводима из њиховог билтена¹⁴⁵ закључно са 2018. годином реализовало пет студија угрожености државних путева од појава поплава и бујичних токова и то за сливове река Саве, Колубара, Ибар, Западна Морава и део Јужне Мораве. На сајту ЈП "Путеви" Србије доступне су две: *Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова у сливу Колубаре* (из 2017. године) и *Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова у сливу Јужне Мораве* (2018)¹⁴⁶. Јавно је доступан рад који је вероватно проистекао из сличне студије за Слив реке Ибар¹⁴⁷. Поред утицаја поплава ЈППС има и студију из 2016. године о утицају снежних наноса.

На подручјима РС потенцијално угроженим поплавама налази се 680 km железничких пруга и око 4.000 km путева¹⁴⁸. Путеве су угрожени од две врсте поплава: поплаве од већих (алувијалних) водотока (река и њене притоке) и бујичне поплаве. У студији ЈППС за слив Колубаре¹⁴⁹ се објашњава да бујичне поплаве представљају већи ризик за саобраћај, због тога што долазе нагло после јаких киша и не остављају довољно времена за одбрану, већ се реакција своди на спасавање. Оно што додатно појачава овај ризик су утицаји климатских промена у смислу трендова падавина, њиховог просторног и временског распореда као и појаве екстремних падавина¹⁵⁰. За разлику од бујичних поплава поплаве великих река се ређе дешавају и уз благовремену најаву метеоролошких служби. Такође смањењем ризика од бујичних поплава доприноси се и смањењу ризика изливања речних токова. Поред неповољних климатских трендова угроженост путева је висока и због стања коловозних конструкција као и због лошег одржавања пропуста (нпр. 42% пропуста у сливу Колубаре је високо угрожено¹⁵¹).

С обзиром да су студије рађене за ЈП „Путеве Србије“ јасно је да су усмерене на смањење штета (финансијских губитака) у домену одржавања. Примера ради у одржавање државних путева I и II реда у 2016. године уложено је 20,2 милијарде динара, од чега је 1,3 милијарде

¹⁴⁵ Билтен ЈП Путеве Србије вол 22/23, април 2019. <https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/publikacije/bilten22-23.pdf>, стр 13.

¹⁴⁶ ЈППС (2017). *Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова у сливу Колубаре*. https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/studija_ugrozenosti_dp_I_II_reda_od_poplava_sliv_Kolubare.pdf
ЈППС (2018). *Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова у сливу Јужне Мораве*. https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/studija_ugrozenosti_puteva_J_Morava.pdf

¹⁴⁷ Драгићевић, С., Костадинов, С., Новковић, И., Момировић, Н., Стефановић, Т., Радовић, М., & Јеличић, М. (2019). Бујичне поплаве као фактор ризика за путну мрежу у сливу Ибра. Десети научно-стручни скуп са међународним учешћем Планска и нормативна заштита простора и животне средине, Палић-Суботица, 9-11. мај. 2019. стр. 261-266. https://www.researchgate.net/publication/333079617_BUJICNE_POPLAVE_KAO_FAKTOR_RIZIKA_ZA_PUTNU_MREZU_U_SLIVU_IBRA

¹⁴⁸ Процена ризика од катастрофа у Републици Србији, <http://prezentacije.mup.gov.rs/svs/HTML/licence/Procena%20rizika%20od%20katastrofa%20u%20RS.pdf>

¹⁴⁹ ЈППС (2017). *Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова у сливу Колубаре*. https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/studija_ugrozenosti_dp_I_II_reda_od_poplava_sliv_Kolubare.pdf

¹⁵⁰ Unkašević, M., Tošić, I. (2011): A statistical analysis of the daily precipitation over Serbia: trends and indices. *Theoretical and Applied Climatology*, 106:69–78

¹⁵¹ ЈППС (2017). *Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова у сливу Колубаре*. https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/studija_ugrozenosti_dp_I_II_reda_od_poplava_sliv_Kolubare.pdf

динага уложено у санацију 60 деоница путних праваца и објекта оштећених током поплава 2014 и 2015. године.¹⁵²

Угроженост државних путева од поплава и бујичних токова у сливу Колубаре и Јужне Мораве

Наручилац: ЈПСС, **Реализација:** Институт за шумарство, Београд (за слив Колубаре), Институт за водoprивреду „Јарослав Черни“ (за слив Јужне Мораве)

Сврха: оптимизација улагања у одржавање путева

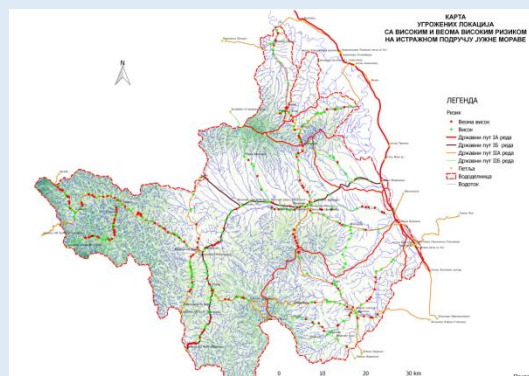
Публикације: доступне на web страници ЈПСС у pdf формату¹⁵³

Обим анализе: 1155,93 km путева I и II реда у сливу Колубаре); 792 km у сливу Јужне Мораве

Методологија: Слив Колубаре - Места угрожена поплавама већих река на основу плавних зона за максималне протоке водотока повратног периода 100 и 1000 година¹⁵⁴. Процена угрожености од бујичних поплава на основу вредности –, дефинисане четири класе подложности врло висока, висока, средња и ниска. Слив Јужне Мораве - четири категорије угрожености од поплава кореспондирају са четири нивоа ризика квантитативно изражена кроз број поена (0-100). За добијање категорије угрожености коришћена су три критеријума, где сваки има дефинисан допринос укупном броју поена. Критеријуми су 1) хидролошка анализа велики вода¹⁵⁵ (10-35 поена); анализа пропусне моћи пропуста и отвора мостова на путевима¹⁵⁶ (10-30 поена); 2) количина наноса, вегетације и отпада у зони укрштања путева са водотоковима¹⁵⁷ (5-30 поена).

Резултати: Пораст обима угрожености од поплава великих река у сливу Колубаре са 28,04 km поплавлених путева у случају стогодишње воде на 36,67 у случају хиљадугодишње воде. Бујичне поплаве су већи ризик за путеве, 304 од 523 анализираних локација у сливу Колубаре је веома високо и високо угрожено бујичним поплавама. Приказ резултата табеларно и на мапи одвојено за поплаве и бујичне поплаве. У сливу Јужне Мораве 425 локација од 449 анализираних врло високо и високо угрожено од поплава и бујичних поплава (једна мапа). У обе студије табеларно је приказана угрожености пропуста.

Локације на путевима I и II реда са категоризацијом угрожености од поплава у сливу Колубаре (лево) и сливу Јужне Мораве (десно)



Извор: Студија угрожености путева I и II реда од појаве бујичних токова и поплава у сливу Колубаре, ЈП "Путеви Србије", 2017, стр.200-201 (слика лево), Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова у сливу Јужне Мораве, ЈП "Путеви Србије", 2018, стр.138 (слика десно)

Предлог мера: Поред општих мера, (нпр. у домену ерозије ретенциони радови) за Слив Колубаре посебно су дате мере за заштиту путева од утицаја воде и то у фази изградње и у фази експлоатације, као и идејно решење за заштиту за слив реке Обнице. За слив Јужне Мораве дефинисано је пет различитих мера, а затим табеларно и на мапи за свакој локацији додељена мера за смањење ризика

¹⁵²Билтен ЈП Путеве Србије вол 16/17, фебруар 2017. Доступно на: <https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/publikacije/bilten16-17.pdf>

¹⁵³ https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/studija_ugrozenosti_dp_I_II_reda_od_poplava_sliv_Kolubare.pdf , https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/studija_ugrozenosti_puteva_J_Morava.pdf

¹⁵⁴ извор података ЈВП "Србијавода", "Студија унапређења заштите од вода у сливу реке Колубаре", Институт "Јарослав Черни", 2016.

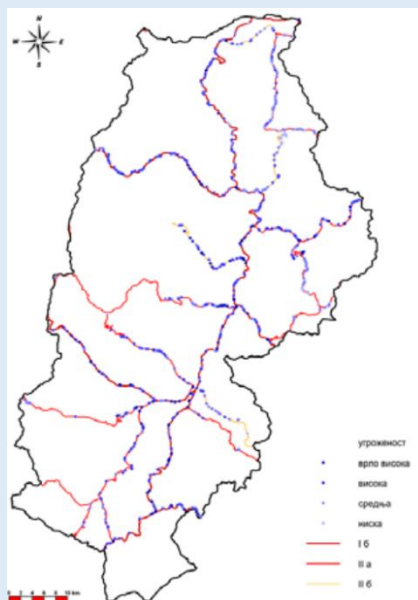
¹⁵⁵ вероватноће појаве $Q_{max}(1\%)$ односно повратни период од 100 година

¹⁵⁶ Оцена на основу површине попречног пресека отвора пропуста и мостова, која је процењена на терену и класификована у три категорије

¹⁵⁷ на основу теренског истраживања

Резултати указују да је у категорији врло високе и високе угрожености од бујичних токова близу 60% локација (укрштања водотокова и путева) у сливу Колубаре, а преко 90% локација у сливу Јужне Мораве од поплава и бујичних поплава. Важна напомена је да ово не значи да је слив Јужне Мораве угроженији јер ове две студије не користе исту методологију и начин приказивања резултата. У поменутом раду који се бави угроженошћу путева I и II реда у сливу реке Ибар коришћена је методологија као и у студији за слив Колубаре (плавне зоне и Метода индекса потенцијалних бујичних поплава – *FFI*). Налази указују да је 12,52% слива реке Ибар врло високо подложно бујичним поплавама, а око 62,09% локација укрштања водотокова и путева у класи веома високе и високе угрожености.¹⁵⁸ што је сличан проценат као за слив Колубаре.

Угрожености путева I и II реда бујичним поплавама у сливу Ибра (локације према категорији угрожености)



Извор: Драгићевић, С., Костадинов, С., Новковић, И., Момировић, Н., Стефановић, Т., Радовић, М., & Јеличић, М. (2019). Бујичне поплаве као фактор ризика за путну мрежу у сливу Ибра, Десети научно-стручни скуп са међународним учешћем Планска и нормативна заштита простора и животне средине, Палић-Суботица, 9-11. мај. 2019, стр. 265.

Студија утицаја снежних наноса је конципирана на сличан начин и усмерена на оптимизацију одржавања путева у зимском периоду. Ова студија је виђена као увод у дефинисање Акционог плана по потенцијално критичним деоницама са снежним наносима на основу кога би ЈП "Путеви Србије" планирао финансирање одговарајућих мера заштите. У току израде студије о снежним наносима уочени су недостаци у прикупљању и евиденцији података и сходно томе предложене чек листе за оцену проблематичних локација које би убудуће требало да користе предузећа за одржавање путева. Као проблем се наводе и недостајући подаци, које нису доставила поједина предузећа за одржавање путева.

¹⁵⁸ Драгићевић и сарадници (2019), стр. 261.

Угроженост државних путева од снежних наноса

Наручилац: ЈПСС, Реализација: Институт за путеве А.Д., Саобраћајни институт ЦИП

Сврха: оптимизација улагања у одржавање путева у зимском периоду

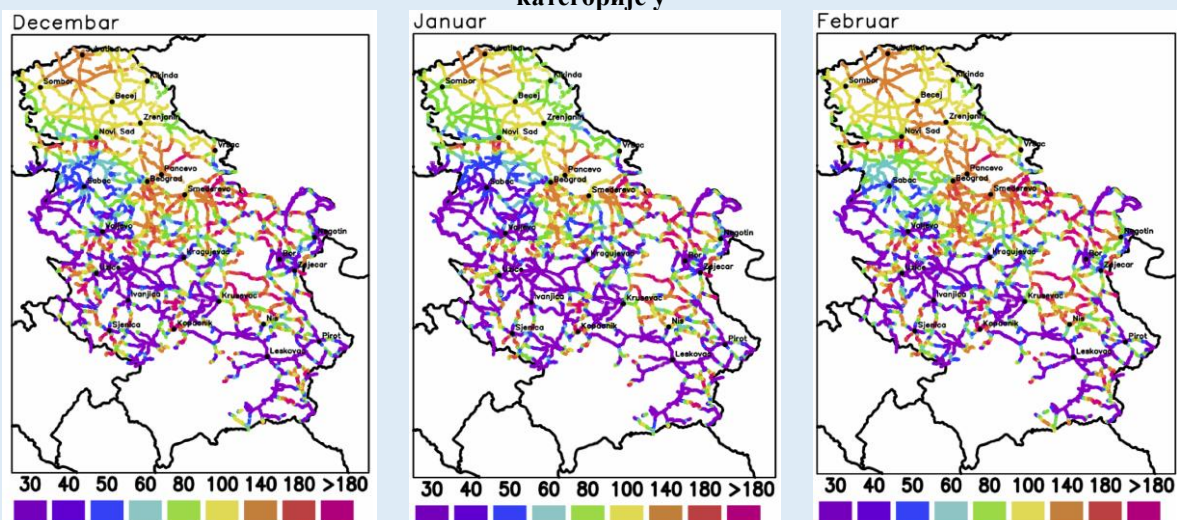
Публикација: доступна на web страници ЈПСС у pdf формату¹⁵⁹

Обим анализе: 4.802,38 km путева I реда

Методологија: Уз помоћ постојећих података (осмотрених вредности) и наменски креираног софтвера за моделовање снежних наноса у зависности од изгледа попречног профила пута је дефинисана просторна и временска расподела места са појавом снежних наноса. Подаци о појави снежних наноса прикупљени од предузећа која су била ангажована на одржавању путева у зимском периоду. Вредност брзине ветра из базе података *Wind Atlas Balkan* (<http://balkan.wind-index.com>), мапа путева прве и друге категорије из базе података *Open Street Map* (<http://download.geofabrik.de>). Подаци моделирани на основу приступа развијеног у оквиру пројекта *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*¹⁶⁰. Предвиђања формирања снежних наноса дата на основу карактеристика терена (нагиб и сл.).

Резултати: укупна дужина снежних наноса на државним путевима I реда износи 678,082 km. Резултати у форми табеларних прегледа одсека на мрежи саобраћајница на којима је учестала појава снежних наноса, и карте са означеним местима на којима се јављају снежни наноси за зимске месеце (новембар-март), на нивоу РС и на нивоу подручја које одржава ангажовано предузеће. Високим и врло високим транспортом снега ветром се сматрају вредности изнад 140 и 180 kg/дан/m респективно (од наранџасте боје на мапама) на основу чега се могу идентификовати подручја и деонице путева са већим ризиком. Сродни прикази су дати и за транспорт снега релокацијом, а вредности које указују на високу и врло високу релокацију снега су 270 kg/дан/m и 330 kg/дан/m респективно.

Могући транспорт снега ветром у kg/дан/m на путевима прве и друге категорије у



Извор: Студија истраживања снежних наноса на државним путевима I реда, ЈП "Путеви Србије", 2016, стр.104-105

Предлог мера: Дате смернице за пројектовање путева на основу којих се смањује могућност формирања снежних наноса (укључујући и идејно решење за типске мере заштите - оградe и вегетација).

Поменуте студије ЈПСС укључујући и рад везан за слив Ибра су на бази регистроване учесталости (података из прошлости) и не укључују климатске пројекције. Такође социо-економски фактору нису укључени у оцену угрожености. Критичност путних

¹⁵⁹ https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/studija_istrazivanja_snezni_nanosa_na_drzavnim_putevima_i_reda_finalno.pdf

¹⁶⁰ Tabler, R. D., (2003), Controlling blowing and drifting snow with snow fences and road design. National Cooperative Highway Research Program Project.

праваца и озбиљности последица на расположивост (прекиди саобраћаја од неколико сати или више од месец дана) и безбедност путних праваца (настрадали, материјална штета) нису разматрани. У студији за слив Колубаре је дата дужина путева угрожених поплавама али се наводи да није било могуће приказати дужину угрожених путева у случају бујичних поплава. Исти проблем је поменут и у студији за слив Јужне Мораве. У обе студије није дато образложење.

Један вид превоза, више утицаја - примери студија

Ове студије имају за циљ да испитају утицај више климатских претњи на један вид превоза или конкретан путни правац. Оне могу бити део студија укупних утицаја климатских промена у неком региону па сходно томе укључити и саобраћај. Пример овакве анализе у којој је учествовала и Србија је пројекат „*Water and climate adaptation plan for the Sava river basin - WATCAP*“ чији је носилац Савска Комисија, а који је финансиран од стране Светске Банке (2012-15)¹⁶¹. Резултат је Хидролошки модел слива реке Саве, Извештај о утицајима и Смернице за прилагођавање на климатске промене за пловидбу, хидроенергију, пољопривреду и заштиту од поплава, као и Смерница о економској процени утицаја климатских промена у сливу. Пројекат је географски ограничен на ток реке Саве. У делу пловидбе методолошки је везан за хидролошке симулације (нивоа водостаја – низак, висок и леда). Закључак је да је низак водостај највећи проблем и да се очекује да ће и убудуће (за разлику од високог водостаја) представљати један од узрока прекида пловидбе (повећање од 2-3 дана у ближој будућности (2011-2040) и око 13 дана у даљој (2041-20170). Актуелна стратегија развоја водног саобраћаја препознаје проблем ниског водостаја као основни проблем пловидбе који ће се интензивирати под утицајем климатских промена¹⁶². Нешто другачија је ситуација у контексту леда. У извештају WATCAP¹⁶³ се закључује да, с обзиром на општи тренд пораста температура, се може очекивати смањење формирања леда дуж целог пловног дела Саве. Последично, то би на годишњем нивоу водило ка смањењу броја дана обуставе пловидбе на реци Сави због леда (у Србији је овај закључак демонстриран за Сремску Митровицу). С друге стране, Стратегија развоја водног саобраћаја у РС 2015-25 наводи да „...учестале непредвидиве климатске појаве изискују набавку нових ледоломаца.“¹⁶⁴ Треба имати у виду да је WATCAP анализа ограничена на ток Саве. Поред леда, који је препознат као утицај који је даље потребно истражити у предложеним мерама, се појављује и магла. WATCAP се ослања на велики пројекат ECCONET,¹⁶⁵ а претходио му је Пилот пројекат о климатским променама који није укључивао саобраћај односно пловидбу. Пројекат WATCAP садржи посебан водич за адаптацију у домену пловидбе (анекс 4). Мере су посебно дефинисане за инфраструктуру пловног пута и за пловила. У приоритизацији мера учествовали су представници седам заинтересованих страна који су оцењивали приоритетност сваке мере (1, 2, и 3 односно, висок, средњи и низак приоритет).

¹⁶¹ World Bank, (2015). *Water and climate adaptation plan for the Sava river basin (Vol. 6): Annex four - guidance note on adaptation to climate change for navigation*. <http://documents.worldbank.org/curated/en/422871468180255819/pdf/100525-v-6-WP-P113303-PUBLICBox393236B-Sava-Navigation-Guidance-Note-annex-4.pdf>

¹⁶² у делу који се односи на поштовање принципа Луксембуршке декларације - Декларација о ефикасном одржавању инфраструктуре на Дунаву и његовим пловним притокама” коју су земље ЕУ потписале 2012.

¹⁶³ http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/public/projects/watcap/endorsed_version.rar

¹⁶⁴ Навод из стратегије „С обзиром на изразито лоше стање домаћих пловила – ледоломаца на укупној и густој мрежи пловних путева, а узимајући у обзир учестале непредвиђене климатске појаве на територији Републике Србије и региона, новим програмом набавке флоте треба предвидети одговарајући број ледоломаца у циљу заштите пловних путева и објеката на њима“.

¹⁶⁵ <https://www.tmlleuven.be/en/project/econet>

Мере су рангиране према средњој вредности додељених приоритета. Најважније су: Боље праћење водостаја као и метеоролошких параметара који се односе на лед и маглу и даље унапређења RIS-а у контексту прогнозирања. У овој студији утицај ветра није посебно анализиран, мада се појављује у листи приоритета. У каснијим студијама (CLIMACOR) овај утицај је идентификован као важан нарочито за луке.

Још једна студија која је међусекторска проистекла је из пројекта „*Climate Change Adaptation in Western Balkans (CCAWB)*“¹⁶⁶. Један од извештаја из 2015. године се односи на Београд¹⁶⁷, а саобраћај је анализиран у делу Критична инфраструктура. Коришћен је *FUTURE CITIES Adaptation Compass* приступ¹⁶⁸. Рањивост је оцењивана на основу матрице која укршта изложеност утицајима и капацитет за адаптацију. Саобраћај у Београду је оцењен као високо рањив на интензивне падавине и поплаве, хладне таласе, средње рањив на топлотне таласе и олује и ниско рањив на суше. Резултати анализе се односе на друмски градски саобраћај. Разматрано је укључивање железничког и авио саобраћаја, али је оно изостало услед недостатка података. На основу експертске процене представника градског секретаријата за саобраћај, представника ГСП Београд и статистичких података (интензитет саобраћаја и сл.) утврђени су и најугроженији путни правци. На бази анализе рањивости предложен је адаптациони план за Београд, односно сет мера које су поред општих елемената карактерисане и нивоом приоритетности. У овим мерама саобраћај фигурише у домену ублажавања (митигације). Последишно, и активности које су проистекле из овог плана усмерене су ка митигацији¹⁶⁹.

Једна од скоријих студија је „*Mainstream Climate Resilience in the Road Transport Management in Serbia*“ (2016/18, Светска банка¹⁷⁰). Циљ овог пројекта је био да се развије методологија за оцену рањивости путева на климатске промене којима ће се повећати капацитети ЈППС и МГСИ за планирање адаптације и адекватног одговора на могуће ризике у оквиру система управљања путном инфраструктуром ЈППС. Конкретна процена ризика је урађена за путеве на ширем подручју града Ваљева (пилот подручје је захватило већи део западне Србије), и обухватала је утицај поплава, бујица, клизишта, тецишта, одрона, природних пожара и снежних наноса, на 43 деонице државних путева (око 500 km путева I и II категорије). Урађене су GIS карте изложености подручја природним хазардима¹⁷¹ које су преклопљене са мапом путева у региону како би се идентификовале деонице које пролазе кроз угрожена подручја. Као улазни подаци коришћени су подаци теренских-инжењерских записника за све елементе пута који могу бити угрожени наведеним хазардима са предлозима адаптације/санације (косине, насипи, мостови, пропусти), чиме је оформљена и

¹⁶⁶ <https://www.giz.de/en/worldwide/29000.html>

¹⁶⁷ Grad Beograd, Sekretarijat za zaštitu životne sredine, (2015). Climate Change Adaptation Action Plan and Vulnerability Assessment, dostupno na: [https://www.giz.de/en/downloads/Report%20e2%80%93%20Climate%20Change%20Adaptation%20Action%20Plan%20and%20Vulnerability%20Assessment%20for%20Belgrade%20Serbia%20\(2015\).pdf](https://www.giz.de/en/downloads/Report%20e2%80%93%20Climate%20Change%20Adaptation%20Action%20Plan%20and%20Vulnerability%20Assessment%20for%20Belgrade%20Serbia%20(2015).pdf)

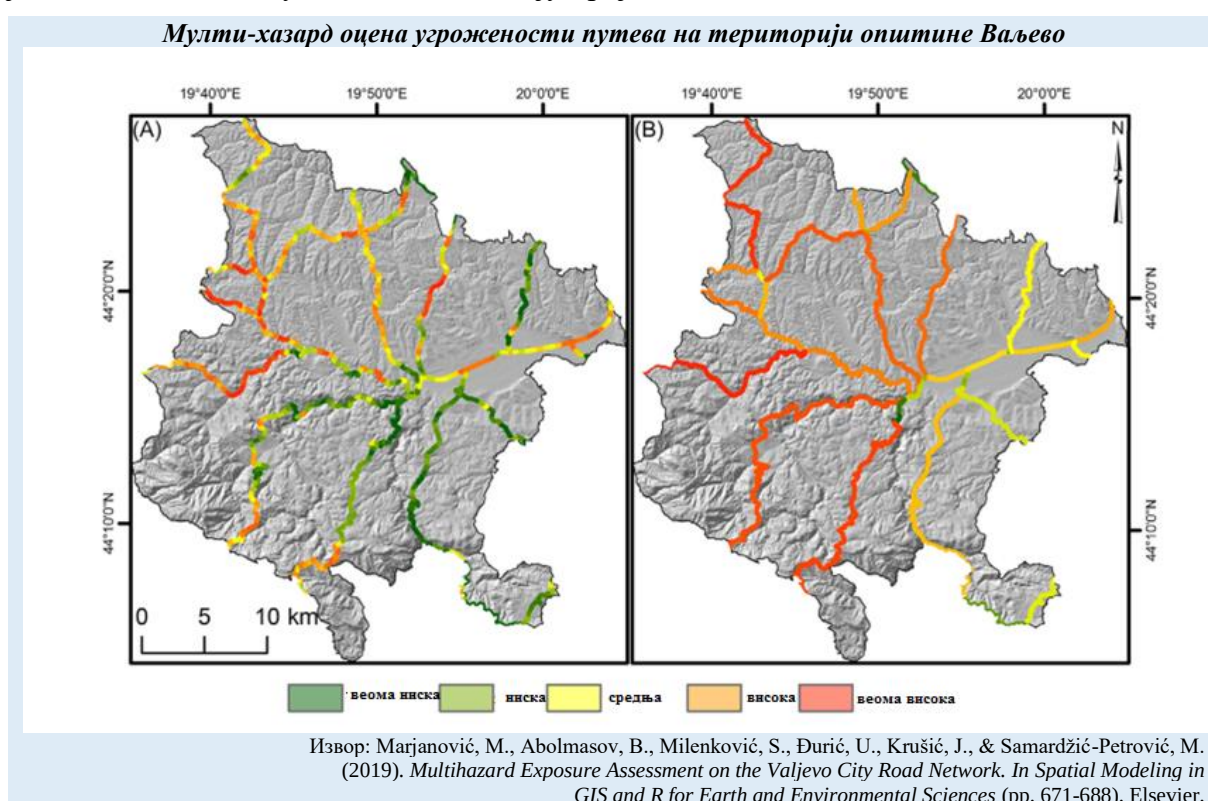
¹⁶⁸ Овај приступ се наводи као препорука у „Приручнику за планирање прилагођавања на измењене климатске услове у локалним заједницама у Србији“, Стална конференција градова и општина, 2018. http://www.skgo.org/storage/app/uploads/public/157/071/948/1570719485_Planiranje%20prilagodjavanja%20na%20izmenjene%20klimatske%20uslove-web.pdf

¹⁶⁹ једна од таквих активности је набавка електричних аутобуса за које се прате ефекти експлоатације (више у Mišanović, S., Živanović, P., Savković, D., Krstić, P., Ivanov, S., Stević, S., & Since, S. (2019). Two-year successful exploitation of the electric buses in Belgrade. *Mobility & Vehicle Mechanics*, Vol. 45, No. 1, pp 17-27)

¹⁷⁰ World Bank: Mainstreaming Climate Resilience in road Transport Management in Serbia (#1233872). Више на: <http://documents.worldbank.org/curated/en/368251527152815053/pdf/126556-23-5-2018-15-26-58-FINALResilientTransportBelgradeTKXReportFinalDPforWebsite.pdf>

¹⁷¹ за клизишта коришћена база BEWARE <http://geoliss.mre.gov.rs/beware/>. Саджи недостајуће податаке

просторна база података у GIS окружењу. Обрасци теренских записника су прилагођени за формирање просторних база података и комуникацију у GIS окружењу, као и за коришћење у RAMS-у (*Road Assets Management System*). За процену нивоа изложености одређеном hazardу коришћена је комбинација статистичких и квалитативних оцена и виšekритеријумски АНР¹⁷² приступ. Затим је извршена процена ризика на путевима за садашње стање (енг. *Baseline*), као и за ризике које настају у различитим сценаријима промене климе за пресеке 2011-2040 и 2041-2070, на основу националних сценарија промене климатских параметара добијених од стране РХМЗ-а. Коначну оцену чини *multi-hazard multi-climate* индекс. Резултати су показали да је 50% деоница на територији Ваљева са веома високим ризиком, 22% са високим и 13% са средњим нивоом ризика према овом индексу. У оквиру овог пројекта су укључени значајност путева у социо-економском смислу, инжењерска оцена рањивости, трошкови санације и, на крају, више критеријумска приоритизација и инвестициони план. У опису пројекта се наводи да је методологија универзална и примењива на сваку путну мрежу. Методолошка основа је *IPCC AR5*,¹⁷³ што је детаљно описано у главном извештају пројекта.¹⁷⁴



Више видова превоза, више утицаја – примери студија

Пример студије која је мулти-хазард а усмерена само на саобраћај али на два вида превоза је проистекао из регионалног пројекта *CLIMACOR (Assessment of Climate Impacts on Transport Corridors)* II¹⁷⁵ коју су другој половини 2016. године реализовали *RCC, SEETO* и

¹⁷² Analytical Hierarchical Process

¹⁷³ Field, C.B., et al.: Technical summary. In: *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 35-94, 2014.

¹⁷⁴ GFDR&WB (2018). *Mainstreaming climate resilience in the road transport management in Serbia*.

¹⁷⁵ извештаји доступни на http://documents.rec.org/projects/Annex1_OrientEast-MedCorridorAssessment.pdf и http://documents.rec.org/projects/Annex2_Rhine-DanubeInternationalWaterwayAssessment.pdf. Детаљније о

REC¹⁷⁶. Овај пројекат почиње након самита земаља Западног Балкана у Паризу (јул 2016. године) када је покренут заједнички акциони план ових држава. Он, између осталог, укључује израду *Network Resilience plans and the Identification of interventions for climate mitigation and increased network efficiency, and preparation of draft plans for their implementation* (Планови отпорности мреже и Идентификација интервенција за ублажавање климатских утицаја и повећање ефикасности мреже и припрема нацрта планова за њихову имплементацију) (координатор *SEETO*, подршка *WB*). Пројекат је везан за активности у вези са стратегијом SEE 2020, део саобраћај. Земље укључене у анализу: Србија (одвојено анализирано Косово), Хрватска, БИХ и Северн Македонија. *CLIMACOR II*¹⁷⁷ одвојено анализира утицај климатских промена на секције коридора *TEN-T* Рајна-Дунав (ток Саве и Дунава) и секције друмско-железничког коридора Оријент/Источни Медитеран (коридор 10). Резултати су дати одвојено без укрштања.

У оквиру пројекта је примењена *CLIMACOR* методологија која се односи на скенирање утицаја климатских промена на поменуте коридоре и то у контексту: идентификације најважнијих претњи, оцене степена ризика које имају на безбедност и расположивост постојећих праваца, мапирање претњи дуж коридора и предлога мера за смањење ризика/последица. Оно што посебно издваја овај приступ је што су климатски утицаји *преведени* у претње на друмски, железнички саобраћај и пловне путеве (иницијална листа од 40 претњи). Методологија је тако дефинисана да за сваку претњу узима у обзир ниво утицаја/последица (на расположивост и безбедност путног правца) и вероватноћу појаве последица при актуелним метеоролошким условима и при условима климатских промена (узимајући у обзир сценарије климатских промена до 2050. године које је дала ЕЕА). Улазни подаци за прорачун су биле оцене 12 експерата (по шест са стране саобраћаја и 6 експерата из области метеорологије и климатских промена) и укључивала је представнике доносилаца одлука (представници министарства, града и сл.), руководиоце из области инфраструктуре (нпр. Агенција за управљање лукама, Путеви Србије и сл.), извршиоце (као што су капетани бродова), представнике научне заједнице и представнике организација цивилног друштва. Подаци су прикупљени путем наменски креираних упитника, уз претходни интервју експерта пројекта са испитаницима. Овај интервју је подразумевао објашњења о пројекту и самом упитнику. На основу прикупљених података израчунати су индекси ризика.

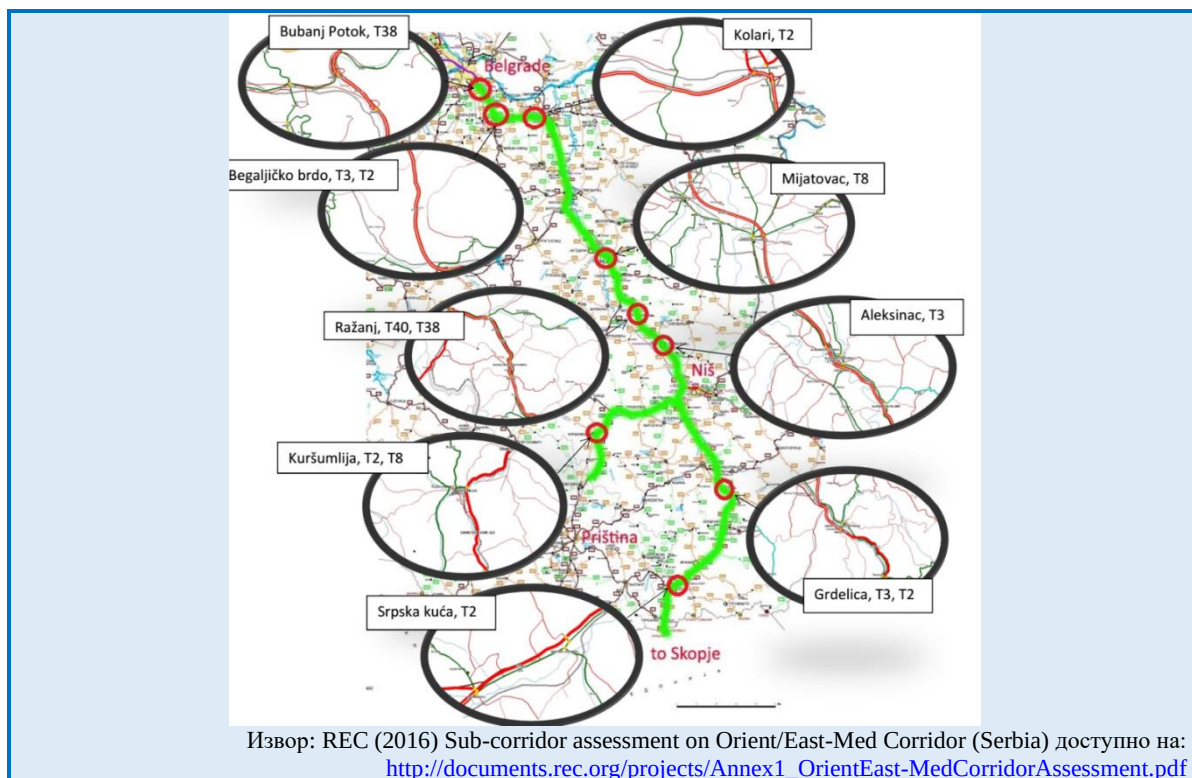
Претње (климатски утицаји) са највећим степеном ризика у домену пловидбе дуж Саве и Дунава у РС са мапом критичних локација

1. Смањење водостаја услед климатских промена (више температуре, суше, поплаве и промене у интензитету и дистрибуцији падавина) (Т□).
2. Оштећење система за снабдевање енергијом, комуникационих мрежа у саобраћају, прекид саобраћаја услед екстремног ветра (Т24)
3. Смањење слободног габарита испод моста услед повећања просечних сезонских падавина (Т12)
4. Неуспешност система одбране од поплава на рекама и језерима услед дуготрајних киша у сливном подручју (Т8)
5. Процеси седиментације у лучким/навигационим каналима; немогућност да се пристане у луку услед олујних удара (Т36); Оштећења дизалица, складишта и терминала услед екстремног ветра (Т31); Плављење река услед обилних падавина (површинско плављење услед обилних падавина и пораст нивоа подземних вода) (Т5)

методологији у Petrović, M. (2017). Pre-scanning climate change impacts on transport corridors -the case of Serbian waterways, In Proceedings of the 6th International Conference Transport and Logistics „TIL 2017“, 25th-26th May, 2017, Faculty of Mechanical Engineering, University of Niš, Serbia, pp. 197-204.

¹⁷⁶ Regional Cooperation Council, South East Europe Transport Observatory, Regional Environmental Centre

¹⁷⁷ II (два) јер се ослања на прву CLIMACOR иницијативу из 2016. године Кијеву, Кишињеву, Лисабону и Мадриду



Резултати такође указују да зависно од вида саобраћаја (у овом конкретном случају пловни путеви у односу на друмске саобраћајнице) различити климатски утицаји се издвајају. Неуспешност система одбране од поплава на рекама и језерима услед дуготрајних киша у сливном подручју (T8) је једина претња која је заједничка за оба коридора и још једном потврђује утицај поплава као најкритичнији. Што се разлика тиче, пловни путеви су осетљиви на ветар а друмски коридор на снег. Утицај ветра је везан за луке и пристаништа као и за ефекат заносења и кривудања пловила. Овде треба додати и да се кроз овај пројекат показало да се претње разликују зависно од земље тј секције коридора. Оно што је у Републици Србији већа претња не мора бити и за секцију истог коридора у другој земљи. CLIMACOR методологија има и предности и недостатке. Предност је у брзој оцени и укључивању свих заинтересованих страна. Један од закључака радионице пројекта је био да су од непроцењиве важности прилике које окупљају представнике свих инстанци метеорологије и саобраћаја који заједнички треба да делују у анализи климатских промена. Томе треба додати важне инпуте које су дали они који непосредну утичу у транспортном процесу. На пример, то су у случају пловних путева били капетани бродова и радници у лукама са 20 година искуства у раду. Недостатак приступа је што поједини аспекти оцене не одговарају знањима експерата. Упитник је био исти и за метеорологе и представнике саобраћаја. У току обуке за попуњавање представници саобраћаја нису могли дати довољно добре оцене у домену вероватноће појаве неке последице услед утицаја климатских промена, као што метеоролози нису могли бити довољно прецизни у оцени последица ових промена на саобраћај.

Пројекти (реализовани и чија је реализација у току) од значаја за оцену погођености и планирање адаптације у сектору саобраћаја

Анализе садашње и пројекција будуће климе:

2011-2019 Истраживања климатских промена и њиховог утицаја на животну средину – праћење утицаја, адаптација и ублажавање, III 43007, Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије

2011-2019 Оцена утицаја климатских промена на водне ресурсе Србије, TR37005, Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије

2017 *Study on Environmental and Climate Challenges for West Balkan Countries, Regional Cooperation Council*

2016 – 2017 *Analysis of Climate Risks to Road Transport Infrastructure in the Western Balkans, EBRD*

2014-2017 *Support to Water Resources Management in the Drina River Basin, World Bank*

2014-2015 *Climate change adaptation in the Western Balkans - Integrating climate change adaptation strategies in urban planning for Belgrade, German Fed. M. for Economic Cooperation and Development, GIZ*

2012-2014 *Vegetation modelling in forest ecosystems under climate change scenarios, project financed by the Republic ministry for agriculture, forestry and water resources, Serbia.*

2012-2014 *SEERISK – Joint Disaster Management risk assessment and preparedness in the Danube macro-region, EU*

2011-2014 *DRIHM – Distributed research infrastructure for hydrometeorology study, European Commission under the 7th Framework Programme (FP7).*

2010-2013 *CARPATHECLIM – Climate of Carpathian Region, Joint Research Center, European Commission.*

2009 – 2012 *Drought Management Center for South East Europe, EU*

2009-2012 *Water and Adaptation Plan for the Sava River Basin, World Bank,*

2006-2008 *SINTA - Simulations of climate change in the Medimerranean area, financed by the Italian Ministry for the Environment, Land and Sea.*

2005-2010 Прогноза времена и климе у Србији, Министарство просвете, науке и технологије Републике Србије

Утицаји промена климе на пољопривредну производњу:

1. „Формирање индикатора одрживог развоја“, Министарство за науку и заштиту животне средине. Одговорна институција: Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2004);
2. Подршка и едукација пољопривредних произвођача у општини Љиг. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије. Пољопривредни

- факултет, Београд-Земун (2005);
3. „Рекултивација земљишта у Лазаревцу-Колубара услуге“. Одговорна институција: Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2005-2006);
 4. Едукација воћарско-виноградарске саветодавне службе Републике Србије. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије. Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2005-2006);
 5. Едукација воћарско-виноградарске саветодавне службе Републике Србије-наставак пројекта. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије. Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2006-2007);
 6. Подршка и едукација пољопривредних произвођача у општинама Централне Србије. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије. Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2006-2007);
 7. Формирање огледних воћњака и винограда на територији општине Смедерево за потребе саветодавне службе Републике Србије. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије. Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2006-2007);
 8. Едукација чланова задруга и удружења воћара и повртар Србије. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије. Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2007-2008);
 9. Јачање капацитета воћарско-виноградарске саветодавне службе Републике Србије кроз коришћење демонстрационих воћњака и винограда. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије. Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2007-2008);
 10. Едукација произвођача воћа на територији града Београда. Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2008-2009);
 11. „Увођење интегралне и органске биљне производње и добре пољопривредне праксе - програм едукације пољопривредних произвођача“. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде. Одговорна институција: Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2006);
 12. „Могућности искоришћавања брдско-планинског подручја Србије за органску ратарску производњу“. Пројекат технолошког развоја који је финансирало Министарство за науку и технологију Републике Србије. БТР 20069 Одговорна институција: Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2008-2010);
 13. „Унапређење органске ратарске производње у брдско-планинским регионима Србије“. Пројекат реформе пољопривреде у транзицији (СТАР пројекат). Одговорна институција: Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2010 -2011);
 14. „Рејонизација виноградарских географских производних подручја. „*Capacity Building and Technical Support for the renewal of Viticulture Zoning and for the System of Designation for Wine with Geographical Indication*“. ЕУ и Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Р. Србије (2010-2015);
 15. „Истраживања климатских промена и њиховог утицаја на животну средину - праћење утицаја, адаптација и ублажавање“. Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (2011-);
 16. „Оптимизација технолошких поступака и зоотехничких ресурса на фармама у циљу унапређења одрживости производње млека“. Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (ТР31086) (2011-);
 17. „Савремено оплемењивање стрних жита за садашње и будуће потребе“ којим руководи Научни институт за ратарство и повртарство, Завод за стрна жита – Нови Сад. Пројекат технолошког развоја који финансира Министарство за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије. Број пројекта БТР 31066 (2011-);

18. „Оцена утицаја климатских промена на водне ресурсе Србије“. ТР37005 (2011-);
19. „Интегрални системи гајења ратарских усева: очување биодиверзитета и плодности земљишта“ којим руководи Институт за кукуруз „Земун поље“. Пројекат технолошког развоја који финансира Министарство за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије. Број пројекта БТР 31037 (2011-);
20. „Трансфер знања од Пољопривредног факултета ка пољопривредним произвођачима - заједно до безбедних и конкурентних производа - Отворена врата“. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Р. Србије (2017-2018);
21. „Адаптација аутохтоног генофонда воћака и винове лозе на измењене климатске услове са циљем достизања одрживе производње“. Министарство заштите животне средине Р. Србије (2019);
22. „Извештаји утицаја осматраних климатских промена на пољопривреду у Србији и пројекције утицаја будуће климе на основу различитих сценарија будућих емисија“. Стричевић, Р., Продановић, С., Ђуровић, Н., Петровић-Обрадовић, О., Ђуровић, Д. Програм уједињених нација за развој (2019);
23. „Одрживи развој“. Министарство просвете, науке и технолошког развоја Р. Србије (2020);
24. Рејонизација воћарског подручја У Београду, Јужној и Источној Србији-руководилац Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије. Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2018-2020);
25. ПРОМИС Пројекат. „Интегрисани систем за агрометеоролошке прогнозе“. Фонд за науку. Одговорна институција: Пољопривредни факултет, Београд-Земун (2020-2022);
26. Пројекат санације и фиторемедијације у производном комплексу „ЕcoMet Reciklaža“ КО Зајача, Лозница (у фази израде).

Литература

- Dolijanović, Ž., Kovačević, D., Momirović, N., Oljača, S., Jovović, Z. (2014): Effects of crop rotations on weed infestation in winter wheat. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 20(2): 416-420.
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Kovačević, D., Simić, M., Momirović, N., Jovanović, Ž. (2013): Dependence of the productivity of maize and soybean intercropping systems on hybrid type and plant arrangement pattern. *Genetika* 45(1): 135-144.
- FAO -Food and Agriculture Organization (2018): World Food and Agriculture Statistical Pocketbook FAO, Rome <http://www.fao.org/3/CA1796EN/ca1796en.pdf>.
- FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- Huglin, P. (1978): Nouvelle mode d'évaluation des possibilités climatiques d'un milieu viticole. *Proceedings of the Symposium International sur l'écologie de la Vigne*. Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire, Contanca.
- IPCC, Climate Change (2013): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York, USA.
- IPCC, 2014. In: Climate Change (2014): Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1132.
- Ivanišević, D., Jakić, D., Korać, N. (2015): Vinogradarski atlas. Zavod za statistiku Republike Srbije, Beograd, Srbija.
- Janošević, B., Dolijanović, Z., Dragičević, V., Simić, M., Dodevska, M., Đorđević, S., Moravčević, Đ., Miodragović, R. (2017): Cover crop effects on the fate of N in sweet maize (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.) production in a semiarid region. *International Journal of Plant Production* 11(2): 285-294.
- Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Jovanović, Z., Simić, M., Milić, V. (2012b): Climate change in Serbia dependence of maize yield on temperatures and precipitation. In: Kovačević D (ed) Third International Scientific Symposium Agrosym, Jahorina pp 263-270. <http://www.agrosym.unssa.rs.ba:263-270>.
- Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Jovanović, Ž., Kolčar, D. (2010): Uticaj produžnog dejstva meliorativne obrade zemljišta na razvoj korenovog sistema, morfološke i produktivne osobine ozime pšenice. *Poljoprivredna tehnika* XXXV(2): 37-44.
- Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Oljača, M., Oljača, J. (2010b): Produžno dejstvo meliorativne obrade na fizičke osobine zemljišta u usevu ozime pšenice. *Poljoprivredna tehnika* XXXV(2): 45-53.
- Kovačević, D., Momirović, N., Dolijanović, Ž. (2013a): Tillage systems in winter wheat production as a challenge to mitigate global climate changes. *Proceedings of 2nd International Scientific Conference Soil and Crop Management: Adaptation and Mitigation of Climate Change*, Osijek, Croatia pp 73-83.
- Kovačević, D., Momirović, N., Dolijanović, Ž., Poštić, D. (2017): Modern approach to soil tillage in Serbia: from productivity and energy efficiency towards agroecosystems resilience and sustainability. 3rd International Scientific Conference Sustainability challenges in agroecosystems, Osijek, Croatia p 29.
- Kovačević, D., Oljača, S., Dolijanović, Ž., Milić, V. (2012a) Climate changes: Ecological and agronomic options for mitigating the consequences of drought in Serbia. In: Kovačević D (ed) Third International Scientific Symposium Agrosym, Jahorina pp 17-35.

- Kovačević, V., Kovačević, D., Pepo, P., Marković, M. (20136): Klimatske promjene u Hrvatskoj, Srbiji, Mađarskoj i Bosni i Hercegovini: Usporedba vegetacije kukuruza 2010. i 2012. godine. *Poljoprivreda* 19(2): 16-23.
- Lalić, B., Mihailović, T.D., Podrašćanin, Z. (2011): Buduće stanje klime u Vojvodini i očekivani uticaj na ratarsku proizvodnju. *Ratar Povrt/Field Veg Crop Res* 48: 403-418.
- Malešević, M., Jaćimović, G., Jevtić, R., Aćin, V. (2011): Iskorišćavanje genetskog potencijala pšenice u uslovima abiotičkih stresova. 45 savetovanja agronoma Srbije, Zbornik referata 3-14.
- Momirović, N., Oljača, S., Dolijanović, Ž., Simić, M., Oljača, M., Janošević, B. (2015): Productivity of intercropping maize (*Zea mays* L.) and pumpkins (*Cucurbita maxima* Duch.) under conventional vs. conservation farming system. *Turkish Journal of Field Crops* 20(1): 92-98
- Muždalo, 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.
- MZŽS (2017): Drugi izveštaj Republike Srbije prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih nacija o promeni klime. Ministarstvo zaštite životne sredine, ISBN: 978-86-87159-15-1.
- МЖСПП- Министарство животне средине и просторног планирања (2010) Initial National Communication of the Republic of Serbia under the UN (2008) South Eastern European Disaster Risk Mitigation and Adaptation Initiative. Risk Assesment for South Eastern Europe. Desk Study Review. UN ISDR. The World Bank.<http://www.unisdr.org/files/1741SouthEasternEuropeDRMitigatin.pdf>.
- Olesen, E.J., Trnka, M., Kersebaum, K.C., Skjelvåg, A.O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, F., Kozyr, J., Micale, F. (2011): Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy* 34: 96-112.
- Oljača, S., Oljača, M., Kovačević, D., Dolijanović, Ž. (2019): Čiste tehnologije i očuvanje životne sredine u poljoprivredi. Naučno-stručni skup Obnovljivo korišćenje prirodnih resursa u seoskim područjima Srbije, Odbor za poljoprivredu SANU, Beograd, Knjiga CLXXIX, Odeljenje hemijskih i bioloških nauka Knjiga 14, Zbornik radova, str. 35-53.
- Pecelj, M., Milica, Z., Lukić, D., Filipović, J., Branko, M., Protić, B. (2019): Summer variation of the UTCI index and Heat Waves in Serbia. <https://doi.org/10.5194/nhess-2019-270>.
- Rankovic-Vasic, Z., Nikolic, D., Atanacković, Z., Sivčev, B., Ruml, M. (20156): Characterization and adaptation of some 'Pinot Noir' clones to the environmental conditions of Serbian grape growing regions. *Vitis (Special issue)* 54:147-149.
- Ranković-Vasić, Z., Sivčev, B., Vuković, A., Vujadinović, M., Pajić, V., Ruml, M., Radovanović, B. (2015a): Influence of meteorological factors on the quality of 'Pinot Noir' grapevine grown in two wine-growing regions in Serbia. 11th International Conference on grapevine Breeding and Genetics. *Acta Horticulturae (ISHS)* (pp. 1082, 389-396). 29 July - 02 August, 2014, Yangling-Beijing, China.
- RHSS - Republic Hydrometeorological Service of Serbia (2012) Meteorological data and information Republic Hydrometeorological Service of Serbia. http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php, last access: 10 August 2012.
- RZS (2013). Попис пољопривреде 2012: пољопривреда у Републици Србији. Београд: Републички завод за статистику Републике Србје.
- Републички завод за статистику, Р. Србије. Анкета о структури пољопривредних газдинстава, (2018.): <http://publikacije.stat.gov.rs/G2019/pdf/G20196003.pdf>
- Републички завод за статистику, Р. Србије. Попис пољопривреде, књига 1, (2012): <https://pod2.stat.gov.rs/ObjavljenePublikacije/Popis2012/PP-knjiga1.pdf>

- Републички завод за статистику, Р. Србије. Статистички годишњак (2018): <https://publikacije.stat.gov.rs/G2018/Pdf/G20182051.pdf>
- Републички завод за статистику, Р. Србије. Статистички годишњак (2019.): <https://publikacije.stat.gov.rs/G2019/Pdf/G20192052.pdf>.
- Serbia Organica, <https://db.serbiaorganica.info/>
- Simić, M., Kresović, B., Dragičević, V., Tolimir, M., Brankov, M. (2018): Improved maize cropping technology to reduce the impact of climate changes. Proceedings of the IX International Agricultural Symposium "Agrosym 2018", Jahorina pp 263-270. <http://www.agrosym.unssa.rs.ba>.
- Stričević, R., Srdjević, Z., Lipovac, A., Prodanović, S., Petrović-Obradović, O., Ćosić, M., Djurović, N. (2020): Synergy of experts' and farmers' responses in climate-change adaptation planning in Serbia. Ecological Indicators Volume 116, September 2020, 106481. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106481>.
- Стричевић, Р. (2007): Наводњавање - основе пројектовања и управљања системима. Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду, Република Србија.
- Стричевић, Р., Продановић, С, Ђуровић, Н., Петровић Обрадовић, О., Ђуровић, Д. (2019): Утицаји промене климе на српску пољопривреду. Програм Уједињених нација за развој.
- Todorović, M., Tanasijević, L., Saadi, S., Pereira, S.L., Lionello, P. (2014): Impact of climate change on crop evapotranspiration and irrigation requirements in the Mediterranean with a special focus on the countries of former Yugoslavia. In: Kovačević D (ed): Fifth International Scientific Agricultural Symposium Agrosym pp 51-60.
- Vujadinović, M., Vuković, A., Jakšić, D., Đurđević, V., Ruml, M., Ranković-Vasić, Z., Pržić, Z., Sivčev, B., Marković, N., Cvetković, B., La Notte, P. (2016): Climate change projections in Serbian wine-growing regions, Proceedings of the XI Terroir Congress (pp. 65-70). 10-14 July, 2016, Willamette Valley, Oregon, USA.
- Vuković, A., Vujadinović Mandić, M. (2018): Study on the climate change in the Western Balkans region. Regional Cooperation Council, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, ISBN: 978-9926-402-09-9, pp. 76.
- Vuković, A., Vujadinović M., Rendulić S., Djurdjević V., Ruml M., Babić V., Popović D. (2018) Global warming impact on climate change in Serbia for the period 1961-2100. Thermal Science 22(6A) 2267-2280.
- Ševarlić, M. (2015): Poljoprivredno zemljište. Beograd: Republički zavod za statistiku Republike Srbije.
- Winkler, A.J., Cook, J.A., Kuwe, W.M., Lider, L.A. (1974): General viticulture, University of California Press, California, USA.
- ВОС (2001): Водопривредна основа Републике Србије (2001), Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду, Институт за водопривреду 'Јарослав Черни', Београд
- Blagojević, J. i drugi (2018): Analiza srednjih voda u Srbiji na osnovu digitalnih karata padavina i temperatura. Vodoprivreda, Vol. 50 (2018) No. 294-296 p. 177-187.
- Dašić, T. i drugi (2016): Razvoj metoda za upravljanje vodama i uređenje teritorije u zoni sistema osetljivih na poplava – Na primeru RiTE Gacko. Vodoprivreda, N° 282-284, Beograd, s. 137-146.
- Dašić, T. i drugi (2019): Mogućnosti aktivne odbrane od poplava upravljanjem uz primenu matematičkih modela – na primeru akumulacije Bočac na Vrbasu. Vodoprivreda, Beograd, Vol. 51, N° 297-299, s. 69-84.
- Đorđević, B. (1990): Vodoprivredni sistemi, Naučna knjiga, Beograd.

- Đorđević B., T. Dašić, N.Sudar (2012): Povećanje efikasnosti upravljanja akumulacijama u periodu odbrane od poplava. *Vodoprivreda*, 255-257, s. 43-58.
- Đorđević, B. i T. Dašić (2015): Eksperti sistem za planiranje i operativno sprovođenje odbrane od poplava, *Vodoprivreda*, Beograd, Vol. 47, No 276-278, s. 187-202
- Đorđević, B. (2017): Razvoj hidrotehničke infrastruktura – najvažnije i najosetljivije komponente razvoja zemlja, *Izgradnja*, 11-12, s.379.
- Đorđević, B. (2019): Smer razvoja hidrotehničke infrastrukture u procesu transformacije naselja u 'pametne' gradove, *Vodoprivreda*, Beograd, Vol. 51, N^o 297-299, s. 31-54.
- Đorđević, B i T. Dašić (2019): Ekologija vodoprivrednih sistema. Monografija. Izdavači: Građevinski fakultet u Beogradu i Akademija inženjerskih nauka Srbije, s. 450.
- Ђурђевић В., А. Вуковић, М. Вујадиновић Мандић (2019): Извештај утицаја осматраних климатских промена на водне ресурсе у Србији и пројекције утицаја будуће климе на основу различитих сценарија будућих емисија, Трећа национална комуникација о климатским променама, Београд
- Ђурђевић В., А. Вуковић, М. Вујадиновић Мандић (2018): Извештају о осматраним променама климе у Србији и пројекцијама будуће климе на основу различитих сценарија будућих емисија, Трећа национална комуникација о климатским променама, Београд
- Јаћимовић, N. i drugi (2015): Razvoj distribuiranog modela za hidrološke simulacije oticaja na slivovima u karstu, *Vodoprivreda*, Beograd, God.47, N^o 273-275, s. 29-40.
- Јаћимовић, N. et al. (2018): Water balance analysis of the Karst Polje by distributed hydrological modeling., *Symposium Karst 1018 – Expect the Unespected*, Trebinje., s.317-327.
- Опрковић, S. (1986): Вишекритеријумска оптимизација, *Научна knjiga*, Beograd.
- Plavšić, J. i drugi (2016): Startistička analiza velikih voda u prisustvu izuzetaka. *Vodoprivreda*, Vol. 48, N^o. 279-281 p. 5-17.
- Plavšić, J i drugi (2017): Modeliranje vodoprivrednog sistema sliva Drine i analiza izabranih razvojnih i klimatskih scenarija. *Vodoprivreda*, Vol. 49, No 285-287, p.125-137.
- Плавшић Ј. (2019): Инжењерска хидрологија, Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Београд
- ППРС (2010): Просторни план Републике Србије (2010), Службени гласник, Београд.
- Правилник о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања, Сл. гласник РС, бр. 92/2008
- Стратегија управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године, Службени гласник РС, бр 3/2017
- Dragičević, S., Kostadinov, S., Novković, I., Momirović, N., Stefanović, T., Radović, M., & Jeličić, M. (2019). Bujične poplave kao faktor rizika za putnu mrežu u slivu Ibra. Deseti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine, Palić-Subotica, 9-11. maj. 2019. str. 261-266. dostupno na https://www.researchgate.net/publication/333079617_BUJICNE_POPLAVE_KAO_FAKTOR_RIZIKA_ZA_PUTNU_MREZU_U_SLIVU_IBRA
- EEA (2014). Adaptation of transport to climate change in Europe, Challenges and options across transport modes and stakeholders, Report No 8/2014, url: <https://www.eea.europa.eu/publications/adaptation-of-transport-to-climate>
- ENHANCE: "Enhancing risk management partnerships for catastrophic natural hazards in Europe" (2007- 2013); <http://enhanceproject.eu/>
- Grad Beograd, Sekretarijat za zaštitu životne sredine, (2015). Climate Change Adaptation Action Plan and Vulnerability Assessment, dostupno na:

[https://www.giz.de/en/downloads/Report%20%e2%80%93%20Climate%20Change%20Adaptation%20Action%20Plan%20and%20Vulnerability%20Assessment%20for%20Belgrade%20Serbia%20\(2015\).pdf](https://www.giz.de/en/downloads/Report%20%e2%80%93%20Climate%20Change%20Adaptation%20Action%20Plan%20and%20Vulnerability%20Assessment%20for%20Belgrade%20Serbia%20(2015).pdf)

Hoxha, N. (2017). Development of Resilient Transport Networks in Western Balkans 6, PPP at the Workshop How to develop resilient infrastructure (Global SDG 9), Ljubljana Slovenia, https://transport.danube-region.eu/wp-content/uploads/sites/2/sites/2/2019/09/N-Hoxha_Development-of-Resilient-Transport-Networks-in-Western-Balkans-6_.pdf

Jeremić, M. (2017). Railway infrastructure in the Republic Of Serbia, PPP at the Workshop How to develop resilient infrastructure (Global SDG 9), Ljubljana Slovenia, https://transport.danube-region.eu/wp-content/uploads/sites/2/sites/2/2019/09/Experiences-M-Jeremic_Serbia_.pdf

JPPS (2016). Studija istraživanja snežnih nanosa na državnim putevima I reda, dostupno na: https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/studija_istrazivanja_sneznih_nanosa_na_drzavnim_putevima_i_re_da_finalno.pdf

JPPS (2017). Bilten JP Putevi Srbije vol 16/17, februar 2017. Dostupno na : <https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/publikacije/bilten16-17.pdf>

JPPS (2017). Studija ugroženosti puteva I i II reda od pojave poplava i bujičnih tokova u slivu Kolubare. https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/studija_ugrozenosti_dp_I_II_reda_od_poplava_sliv_Kolubare.pdf

JPPS (2018). Studija ugroženosti puteva I i II reda od pojave poplava i bujičnih tokova u slivu Južne Morave. https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/studija_ugrozenosti_puteva_J_Morava.pdf

JPPS (2019). Bilten JP Putevi Srbije vol 22/23, april 2019. <https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/publikacije/bilten22-23.pdf>

Kolaković, S. (2018). Upravljanje poplavama na velikim rekama kroz istoriju i nove strategije u svetlu klimatskih promena. Vodoprivreda, 50 (1), 21-29. dostupno na: http://www.vodoprivreda.net/wp-content/uploads/2019/01/3-Srdjan-Kolakovic-i-saradnici_R.pdf

Mišanović, S., Živanović, P., Savković, D., Krstić, P., Ivanov, S., Stević, S., & Since, S. (2019). Two-year successful exploitation of the electric buses in Belgrade. Mobility & Vehicle Mechanics, Vol. 45, No. 1, pp 17-27). DOI: [10.24874/mvm.2019.45.01.02](https://doi.org/10.24874/mvm.2019.45.01.02)

MUP RS (2019). Procena rizika od katastrofa u Republici Srbiji, dostupno na: <http://prezentacije.mup.gov.rs/svs/HTML/licence/Procena%20rizika%20od%20katastrofa%20u%20RS.pdf>

Pešić, D., Smailović, E. (2017). The impact of weather conditions on the occurrence of road accidents with fatalities, Paper presented at the 6th IRTAD Conference "Better road safety data for better safety outcomes" 10-12 October 2017, Marrakech, Morocco

Petrović, M. (2017). Pre-scanning climate change impacts on transport corridors -the case of Serbian waterways, In Proceedings of the 6th International Conference Transport and Logistics „TIL 2017“, 25th-26th May, 2017, Faculty of Mechanical Engineering, University of Niš, Serbia, pp. 197-204.

Radić, Z., Radić, Z., & Đurić, U. (2017). Sanacija klizišta na putevima Srbije sredstvima iz Fonda solidarnosti EU i budžeta Republike Srbije. Put i saobraćaj, 63(3), 13-20. dostupno na: <http://147.91.1.105/bitstream/handle/123456789/1089/1087.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- REC (2016). CLIMACOR II (Assessment of Climate Impacts on Transport Corridor) – Orient East-Mediterranean Corridor Assessment, dostupno na: http://documents.rec.org/projects/Annex1_OrientEast-MedCorridorAssessment.pdf
- REC (2016). CLIMACOR II (Assessment of Climate Impacts on Transport Corridor) – Rhine-Danube International Waterway Assessment, dostupno na: http://documents.rec.org/projects/Annex2_Rhine-DanubeInternationalWaterwayAssessment.pdf
- RS (2014). Strategija razvoja vodnog saobraćaja Republike Srbije od 2015. do 2025. godine. Dostupno na: <https://www.mgsi.gov.rs/sites/default/files/STRATEGIJA%20razvoja%20vodnog%20saobracaja%20Republike%20Srbije%20od%202015.pdf>
- SKGO (2018). „Priručnik za planiranje prilagođavanja na izmenjene klimatske uslove u lokalnim zajednicama u Srbiji“, Stalna konferencija gradova i opština, dostupno na: http://www.skgo.org/storage/app/uploads/public/157/071/948/1570719485_Planiranje%20prilagodjavanja%20na%20izmenjene%20klimatske%20uslove-web.pdf
- Tabler, R. D., (2003), Controlling blowing and drifting snow with snow fences and road design. National Cooperative Highway Research Program Project.
- UNDP (2015). Prvi nacionalni Plan adaptacije na izmenjene klimatske uslove za Republiku Srbiju - Nacionalni, dostupno na: <http://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2017/09/NAP-UNDP-2015-srpski.pdf>
- Unkašević, M., Tošić, I. (2011): A statistical analysis of the daily precipitation over Serbia: trends and indices. Theoretical and Applied Climatology, 106:69–78
- Vukanovic, S. (2017). Climate and disaster resilient Transport Infrastructure, PPP at the Workshop How to develop resilient infrastructure (Global SDG 9), Ljubljana Slovenia, dostupno na: https://transport.danube-region.eu/wp-content/uploads/sites/2/sites/2/2019/09/S-Vukanovic_Climate-and-Disaster-Resilient-Transport-Infrastructure_.pdf
- WEATHER - Weather Extremes: Assessment of Impacts on Transport Systems and Hazards for European Regions, <http://www.weather-project.eu/weather/index.php>
- WMO/UNCCD/FAO & UNW-DPC. (2013). Country Report. Drought conditions and management strategies in Serbia. Initiative on “Capacity Development to support National Drought Management Policy”. Belgrade. 12 pp. http://www.droughtmanagement.info/literature/UNW-DPC_NDMP_Country_Report_Serbia_2013.pdf
- World Bank (2015). Water and climate adaptation plan for the Sava river basin (Vol. 6): Annex four - guidance note on adaptation to climate change for navigation, dostupno na: <http://documents.worldbank.org/curated/en/422871468180255819/pdf/100525-v-6-WP-P113303-PUBLIC-Box393236B-Sava-Navigation-Guidance-Note-annex-4.pdf>
- World Bank (2017). Second technical knowledgeexchange on resilient transport (Mainstreaming Climate Resilience in road Transport Management in Serbia), dostupno na: <http://documents.worldbank.org/curated/en/368251527152815053/pdf/126556-23-5-2018-15-26-58-FINALResilientTransportBelgradeTKXReportFinalDPforWebsite.pdf>
- World Bank. (2005). Study on Economic Benefits of RHMS of Serbia. Belgrade
- Stojanović, D., Levanič, T., Matović, B., Stjepanović, S., & Orlović, S. (2018). Growth response of different tree species (oaks, beech and pine) from SE Europe to precipitation over time. *Dendrobiology*, 79, 97-110

Pavlovic, L., Stojanovic, D., Cukanovic, J., Lakicevic, M., Mladenovic, E., Hiel, K., & Orlovic, S. (2018, April). Influence of pedological and hydrological factors on the spatial distribution of European beech (*Fagus sylvatica* L.). In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (Vol. 20, p. 653).

Pavlović, L. M., Stojanovic, D. B., Mladenovic, E., Lakicevic, M., & Orlović, S. (2019). Potential elevation shift of the European beech stands (*Fagus sylvatica* L.) in Serbia. *Frontiers in plant science*, 10, 849.

Banković, S., Medarević, M., Pantić, D., & Petrović, N. (2009). Nacionalna inventura šuma Republike Srbije–Šumski fond Republike Srbije. *Beograd: Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije-Uprava za šume*

Банковић, С., Медаревић, М., Пантић, Д., & Петровић, Н. (2009). Национална инвентура шума Републике Србије–Шумски фонд Републике Србије. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде-Управа за шуме, Београд

Stojanović, D. B., Kržič, A., Matović, B., Orlović, S., Duputic, A., Djurdjević, V., ... & Stojnić, S. (2013). Prediction of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) xeric limit using a regional climate model: An example from southeast Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 176, 94-103.

Stojanović, D. B., Matović, B., Orlović, S., Kržič, A., Trudić, B., Galić, Z., ... & Pekeč, S. (2014). Future of the main important forest tree species in Serbia from the climate change perspective. *South-east European forestry*, 5(2), 117-124.

Pavlović, L., Stojanović, D., Kresoja, M., Stjepanović, S., Orlović, S., & Bojović, M. (2017). Razvoj modela potencijalne distribucije vrsta pomoću metoda mašinskog učenja/Development of a species distribution model using machine learning methods. *Topola/Poplar*.

Просторни план Републике Србије од 2010. до 2020. године. Службени гласник Републике Србије Број 88/10.

Регионални просторни план Аутономне Покрајине Војводине до 2020. године. Завод за урбанизам Војводине, 2009.

Stojanović, D., Levanič, T., Matović, B., & Bravo-Oviedo, A. (2015). Climate change impact on a mixed lowland oak stand in Serbia. *Annals of Silvicultural Research*, 39(2), 94-99.

Ellenberg, H., 1988. *Vegetation Ecology of Central Europe*, fourth ed. Cambridge University Press, Cambridge

Führer E., Horváth L., Jagodics A., Machon A., Szabados I. (2011): Application of new aridity index in Hungarian forestry practice. *Időjárás* 115 (3), 205-216.

Шумарство у Републици Србији, 2018. Билтен 649 (2019), Република Србија, Републички завод за статистику.

Министарство заштите животне средине (2006) СТРАТЕГИЈА РАЗВОЈА ШУМАРСТВА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Regional Spatial Plan of the Autonomous Province of Vojvodina to 2020th (srb. *Regionalni prostorni plan Autonomne Pokrajine Vojvodine do 2020. godine*) (Urban and Spatial Planning Institute of Vojvodina, 2012). http://www.zavurbvo.co.rs/images/planovi/rppapv/RPP_APV-za_Web.pdf

National Forest Inventory of the Republic of Serbia (*srb. Nacionalna inventura šuma Republike Srbije*) (Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management-Forest Directory, 2009)
<http://www.mpt.gov.rs/download/sume01.pdf>

National Strategy for Sustainable Use of Natural Resources and Goods (*srb. Nacionalna strategija održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara*) (RS Official Gazette, No. 33/12)
<http://www.gs.gov.rs/doc/strategije/Strategija%20odrzivog%20koriscenja.docx>

Forestry development strategy of the Republic of Serbia (*srb. Strategija razvoja šumarstva Republike Srbije*) (RS Official Gazette, No. 05/06)
<http://www.minpolj.gov.rs/download/Strategija.pdf>

Просторни план Србије 2010-2020 (Службени гласник Републике Србије број 88/10)
Банковић, С., Медаревић, М., Пантић, Д., & Петровић, Н. (2009): Национална инвентура шума Републике Србије—Шумски фонд Републике Србије. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде-Управа за шуме, Београд.

Регионални просторни план Аутономне Покрајине Војводине до 2020. године. Завод за урбанизам Војводине, 2009.

Стојановић, Д.Б., Матовић, Б., Орловић, С. Трендови промене Степена Шумовитости У Републици Србији. Шумарство. У штампи.

Stojanović, D., Matović, B., Orlović, S., Kržič, A., Trudić, B., Galić, Z., Stojnić, S., Pekeć, S. (2014) Future of the Main Important Forest Tree Species in Serbia from the Climate Change Perspective. SEEFOR 5(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.15177/seeфор.14-16>

Stojanović, D., Levanič, T., Matović, B. Uticaj različitih klimatskih faktora na prirast hrasta cera (*Quercus cerris* L.). Topola. U štampi.

Stojanović, D., Levanič, T., Matović, B., Bravo-Oviedo, A. Climate change impact on mixed lowland oak stand in Serbia. Annals of Silvicultural Research. U štampi.

Закону о шумама. Службени гласник Републике Србије број 30/10.

Алексић, П., Јанчић, Г. (2011) Заштита шума од шумских пожара у Јавном предузећу „Србијашуме“. Шумарство, 95-109.

Saaty, T. L. (1988): What is the analytic hierarchy process? (pp. 109-121).

Springer Berlin Heidelberg.

Goepel, K., D. (2013) АНП Analytic Hierarchy Process. Excel sheet.

<http://bpmsg.com/wp-content/uploads/2013/05/АНPcalc-v08-05-13.pdf>

Програма развоја шумарства на територији Републике Србије за период од 2011. до 2020. године. Службени гласник Републике Србије број 9/10.

ЗАКОН О ШУМАМА ("Сл. гласник РС", бр. 30/2010, 93/2012, 89/2015 и 95/2018)

Стратегија биолошке разноврсности Републике Србије за период од 2011. до 2018. („Службени гласник РС”, број 13/2011)

A. Costello *et al.*, “Managing the health effects of climate change: lancet and University College London Institute for Global Health Commission,” *The Lancet*, vol. 373, no. 9676, pp. 1693–1733, 2009.

- D. T. Mihailović, B. Lalić, N. Drešković, G. Mimić, V. Djurdjević, and M. Jančić, “Climate change effects on crop yields in Serbia and related shifts of Köppen climate zones under the SRES-A1B and SRES-A2,” *International Journal of Climatology*, vol. 35, no. 11, pp. 3320–3334, Sep. 2015, doi: 10.1002/joc.4209.
- Z. Deljanin and Z. Veličković, “Potential expansion of tropical viruses in Serbia and Europe,” *Acta Medica Medianae*, vol. 54, no. 4, pp. 64–71, 2015.
- Y. Proestos, G. K. Christophides, K. Erguler, M. Tanarhte, J. Waldock, and J. Lelieveld, “Present and future projections of habitat suitability of the Asian tiger mosquito, a vector of viral pathogens, from global climate simulation,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 370, no. 1665, pp. 20130554–20130554, Feb. 2015, doi: 10.1098/rstb.2013.0554.
- Caminade *et al.*, “Suitability of European climate for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: recent trends and future scenarios,” *Journal of the Royal Society Interface*, vol. 9, no. 75, pp. 2708–2717, 2012.
- D. T. Mihailović *et al.*, “Assessment of climate change impact on the malaria vector *Anopheles hyrcanus*, West Nile disease, and incidence of melanoma in the Vojvodina Province (Serbia) using data from a regional climate model,” *PloS one*, vol. 15, no. 1, p. e0227679, 2020.
- A. Vakali *et al.*, “Malaria in Greece, 1975 to 2010,” *Euro Surveill.*, vol. 17, no. 47, Nov. 2012.
- N. Wilson, “Meteorological and climate change themes at the 2010 International Conference on Emerging Infectious Diseases,” p. 3.
- M. Calzolari *et al.*, “West Nile virus surveillance in 2013 via mosquito screening in northern Italy and the influence of weather on virus circulation,” *PLoS One*, vol. 10, no. 10, p. e0140915, 2015.
- Z. Apalla, A. Lallas, E. Sotiriou, E. Lazaridou, and D. Ioannides, “Epidemiological trends in skin cancer,” *Dermatology practical & conceptual*, vol. 7, no. 2, p. 1, 2017.
- M. Jovanović, G. M Bogdanović, V. Mijatović Jovanović, P. Jeremić, and E. Ac Nikolić, “Analysis of cutaneous melanoma in the province of Vojvodina,” *Journal of B.U.ON.: official journal of the Balkan Union of Oncology*, vol. 14, no. 3, pp. 441–6, 2009.
- J. B. Kerr and G. Seckmeyer, “Surface ultraviolet radiation: past and future Scientific Assessment of Ozone Depletion 2002,” Geneva, 47, 2003.
- M. Petrić, B. Lalić, E. Ducheyne, V. Djurdjević, and D. Petrić, “Modelling the regional impact of climate change on the suitability of the establishment of the Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) in Serbia,” *Climatic Change*, vol. 142, no. 3–4, pp. 361–374, Jun. 2017, doi: 10.1007/s10584-017-1946-8.
- A. J. Vuković *et al.*, “Global warming impact on climate change in Serbia for the period 1961–2100,” *Thermal Science*, vol. 22, no. 6 Part A, pp. 2267–2280, 2018.
- T. Petrović *et al.*, “Methodology and results of integrated WNV surveillance programmes in Serbia,” *PLOS ONE*, vol. 13, no. 4, p. e0195439, Apr. 2018, doi: 10.1371/journal.pone.0195439.

D. Petrić *et al.*, “West Nile virus ‘circulation’ in Vojvodina, Serbia: Mosquito, bird, horse and human surveillance,” *Mol. Cell. Probes*, vol. 31, pp. 28–36, 2017, doi: 10.1016/j.mcp.2016.10.011.