

Извештај о утицају климатских промена на сектор ПОЉОПРИВРЕДЕ, са предлогом мера адаптације*

АКТИВНОСТ 1:

Процена ризика и рањивости – осмотрене: појаве,
утицаји и нивои погођености у оквиру

Аутори:

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

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

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

Проф. др Александар Симић, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

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

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

Проф. др Ана Вуковић Вимић, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Доц. др Љубомир Животић, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

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

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

*Напомена:

Процена утицаја климатских промена на сектор пољопривреде у будућности са предлогом мера адаптације биће реализована кроз Активност 2 и 3.

Списак скраћеница

E-OBS	Дневни скуп података за посматрање са мрежом за падавине, температуру и притисак на нивоу мора у Европи
FAO	Организација Уједињених нација за храну и пољопривреду
IDP	Документ о наводњавању и дренажи (Irrigation and Drainage Paper)
IPCC	Међувладин панел о климатским променама
NIWR	Нето потреба за водом из наводњавања
RCP	Пут релативне концентрације (Relative Concentration Pathway)
RH	Релативна влажност ваздуха изражена у процентима
THI	Температурно-хумидни индекс
UNDP	Програм Уједињених нација за развој

САДРЖАЈ

СПИСАК СКРАЋЕНИЦА.....	2
1. УВОД.....	4
2. МЕТОДОЛОГИЈА.....	5
3. ОПШТИ РИЗИЦИ, РАЊИВОСТИ И РАЗЛИЧИТИ НИВОИ ШТЕТА У ПОЉОПРИВРЕДИ.....	15
3.1 Ризици у вези са водом и потребе за водом у пољопривреди.....	15
3.1.1 Неуједначене падавине и сушни периоди.....	15
3.1.2 Последице суше – Микотоксини у светлу климатских промена.....	17
3.1.3 Потребе за водом у сектору пољопривреде.....	19
3.2 Употреба минералних и органских ђубрива у пољопривредној производњи и гасови са ефектом стаклене баште.....	27
4. СПЕЦИФИЧНИ РИЗИЦИ И РАЊИВОСТ У БИЉНОЈ ПРОИЗВОДЊИ.....	30
4.1 Процена ризика и рањивости у воћарству.....	30
4.2 Процена ризика и рањивости у виноградарству.....	35
4.2.1 Климатски услови у рејонизацији винородне Србије.....	38
4.2.2 Карактеристике садашње климе у виноградарским рејонима.....	50
4.3 Утицај климатских промена на ратарску производњу - осматрене појаве и нивои погођености.....	54
4.4 Ливаде и пашњаци – процена ризика и нивои погођености.....	67
5. СПЕЦИФИЧНИ РИЗИЦИ И РАЊВОСТИ У СТОЧАРСТВУ.....	71
РЕФЕРЕНЦЕ.....	75

1. Увод

Од Париског споразума из 2015. године, свет је доживео својих пет најтоплијих година. Организација за храну и пољопривреду (ФАО) упозорила је да је производња хране изузетно осетљива на климатске промене¹. Позната је чињеница да је између 1950. и 2017. године девет од десет најтоплијих година регистровано после 2000. године. Са друге стране, важна је процена да ће се глобална популација до 2050. године повећати на више од девет милијарди. ФАО прогнозира да ће производња хране морати да се повећа за око 70 одсто².

Ситуација у Републици Србији је такође за посматрање, праћење и реаговање. Подаци ЕМ-ДАТ базе показују да је највећи број природних катастрофа у Србији за период 2010-2015. године био због екстремних температура, поплава и земљотреса³.

Минимални губитак од суше у 2007. години био је око 600 мил. ЕУР, а за три епизоде 2003, 2012, и 2017. године, губици су вероватно били већи од 1 милијарде ЕУР. То наводи на закључак да просечан годишњи губитак од 2000. године може се проценити на неколико стотина милиона евра. Доступни подаци^{4,5}, доводе до врло сличног великог износа губитака услед суша у економији у Републици Србији.

Појава повећања приноса код већег броја пољопривредних култура, захваљујући значајним помацима у сфери оплемењивања и примени агротехничких мера, условило је проблеме у погледу деградације земљишта и животне средине уопште, чиме се дугорочно негативно утиче на одрживост пољопривреде, а са друге стране, повећавају се и негативни утицаји услед утицаја климатских промена. Због тога је потребно обезбедити већи степен одрживости пољопривреде, а један од предуслова за то је проценити ризике и рањивост на промене климе.

Процена ризика и рањивости сектора пољопривреде на климатске промене урађена је коришћењем Оквира за планирање прилагођавања⁶ израђеног у процесу израде Стратегије нискоугљеничног развоја са Акционим планом Републике Србије, као и Методолошког упутства за процену ризика у сектору пољопривреде Светске Банке⁷.

1 <http://www.fao.org/3/aq191e/aq191e.pdf>

2 <http://www.fao.org/land-water/water/drought/en/>

3 http://www.emdat.be/country_profile/index.html

4 Serbia's first national adaptation plan: <http://www.klimatskepromene.rs/wpcontent/uploads/2017/04/NAP-UNDP-2015.pdf>

5 https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/country_profile_documents/NDP_SERBIA_2020.pdf%20

6 Оквир за планирање прилагођавања, Стратегија климатских промена са Акционим планом Републике Србије, бр. пројекта EuropeAid/1365966/DH/SER/RS, 2018.

7 Agricultural Sector Risk Assessment: Methodological Guidance for Practitioners, World Bank, 2016.

2. Методологија

Процене ризика и рањивости сектора пољопривреде на климатске промене заснована је на Оквиру за планирање прилагођавања⁸ који је предложен у при изради Предлога Стратегије климатских промена са Акционим планом Републике Србије, као и Методолошког упутства за процену ризика у сектору пољопривреде Светске Банке⁹.

Корак 1: Дефинисање потенцијално опасних метеоролошких појава

На основу литературе и стручног знања потребно је издвојити метеоролошке појаве које потенцијално могу изазвати значајније штете и губитке, односно које су у прошлости доводиле до већег смањења квалитета и/или висине приноса релевантних пољопривредних култура, или негативно утичу (директно или индиректно) на здравствено стање стоке. Поред екстремних метеоролошких појава, то могу бити и споронаступајуће промене изазване променама климе, као што су повећање средње сезонске и годишње температуре ваздуха и унутаргодишња прерасподела падавина. Опасне појаве везане за климатске промене и екстремне метеоролошке појаве издвојене у овој Студији, као и њихови потенцијални утицаји приказани су у табели 1.

Табела 1. Издвојене потенцијално опасне појаве везане за климатске промене и екстремне метеоролошке промене и њихови утицаји на пољопривредну производњу

Споронаступајуће промене	Утицаји
Повећање средње сезонске и годишње температуре ваздуха	Загревање током свих сезона доводи до ранијег почетка и касније завршетка вегетације, убрзавања појединих фенофаза и утиче на квалитет приноса. Ранији почетак вегетације повећава ризик од пролећног мрза.
Прерасподела падавина	Промена унутаргодишњег режима падавина може довести до дефицита или вишка падавина током критичних фаза развоја биљке.
Екстремне појаве	Утицаји
Високе летње температуре	Температуре ваздуха преко 35°C доводе биљке и животиње у стање температурног стреса. Могу изазвати ожеготине на биљкама и плодовима, нарочито уколико се јаве у периоду зрења. Често се јављају у комбинацији са недостатком падавина што доводи биљке у стање температурног и водног стреса.
Пролећни мраз	Температуре ваздуха испод -17°C, нарочито ако се јављају без снежног покривача, могу негативно утицати на винову лозу, траве и озиме усеве.
Spring frost	Ниске температуре током пролећа негативно утичу на воћке, винову лозу и ратарске културе. Температурна граница, као и период у ком су биљке осетљиве на мраз се разликује од културе до културе.

⁸ Процене ризика и рањивости сектора пољопривреде на климатске промене заснована је на Оквиру за планирање прилагођавања који је предложен у при изради Предлога Стратегије климатских промена са Акционим планом Републике Србије, као и Методолошког упутства за процену ризика у сектору пољопривреде Светске Банке .

⁹ Agricultural Sector Risk Assessment: Methodological Guidance for Practitioners, World Bank, 2016.

Суша	Суша доводи биљке у стање водног стреса и изазива смањење приноса и квалитета скоро свих ратарских култура.
Интензивне падавине	Интензивне падавине доводе до превлаживања земљишта, што ствара неповољне услове за клијање и развој корена. Уколико се јаве у време опрашивања могу смањити оплодњу, а тиме и принос. Поспешују ерозију земљишта. Повећана влажност погодује развоју биљних болести.
Поплаве	Поплаве могу у потпуности уништити приносе ратарских култура, изазвати помор животиња и оштетити пољопривредну инфраструктуру.
Град и олује	Град и олује праћене јаким ветром могу физички оштетити биљке и плодове.

Корак 2: Анализа података о осмотреним и пројектованим климатским променама

Анализа осмотрених и пројектованих климатских промена подразумева просторну анализу учесталости појављивања потенцијално опасних појава које су дефинисане у кораку 1 током дефинисаних периода у прошлости и будућности.

Због драстично смањеног броја активних климатолошких станица у осматрачкој мрежи Републичког хидрометеоролошког завода Србије (са укупно 99 синоптичких и климатолошких станица 2010. године на укупно 66 станица 2019. године³) и јавне недоступности дневних осмотрених података за већину станица, у овој Студији коришћен је алтернативни извор метеоролошких осматрања – просторно интерполирана поља дневних минималних и максималних температура и дневних падавина на резолуцији од око 10 km из базе података E-OBS⁴. Као референтни период дефинисан је период од последњих 20 година за које су били доступни подаци, односно период 2000-2019. године.

За анализу климатских промена у будућности важно је изабрати акутелне и релевантне резултате климатских пројекција, што подразумева адекватан избор једног или више сценарија гасова са ефектом стаклене баште и одговарајућих интеграција климатских модела са што већом просторном резолуцијом. У овој Студији изабран је сценарио RCP8.5 (Relative Concentration Pathway) из Петог извештаја⁵ Међувладиног панела о климатским променама (IPCC). Иако овај сценарио не предвиђа примену митигационих мера, те се може сматрати "најгором опцијом", Србија је већ достигла вредности промене температуре које он предвиђа током следећих 20 година, па би избор блажих сценарија у овом случају био неадекватан.

Избор интеграција климатских модела преузет је из пројекта "Развој интернет апликације и платформе за процене рањивости на климатске промене и адаптацију" који се реализује у оквиру UNDP пројекта "Унапређење средњорочног и дугорочног планирања адаптације у Републици Србији"⁶ и подразумева ансамбл од 8 регионалних климатских модела са просторном резолуцијом 0.1° (око 12 km) из базе EURO-CORDEX пројекта⁷ (табела 2). У сагласности са поменутиим пројектом, изабран је референтни период 1986-2005 и три двадесетогодишња будућа периода, 2021-2040, 2041-2060 и 2081-2100.

Избор интеграција климатских модела преузет је из пројекта "Развој интернет апликације и платформе за процене рањивости на климатске промене и адаптацију" који се реализује у оквиру UNDP пројекта "Унапређење средњорочног и дугорочног планирања адаптације у Републици Србији"⁶ и подразумева ансамбл од 8 регионалних климатских модела са просторном резолуцијом 0.1° (око 12 km) из базе EURO-CORDEX пројекта⁷ (табела 2). У сагласности са поменутиим пројектом, изабран је референтни период 1986-2005 и три двадесетогодишња будућа периода, 2021-2040, 2041-2060 и 2081-2100.

Табела 2. Изабране комбинације глобалних и регионалних климатских модела

Регионални климатски модел	Глобални климатски модел
CCLM4-8-17	ICHEC-EC-EARTH
CCLM4-8-17	MOHC-HadGEM2-ES.rcp85
CCLM4-8-17	MPI-M-MPI-ESM-LR
HIRHAM5	ICHEC-EC-EARTH
RACMO22E	ICHEC-EC-EARTH
RACMO22E	MOHC-HadGEM2-ES
REMO2009	MPI-M-MPI-ESM-LR
REMO2009	MPI-M-MPI-ESM-LR

На основу издвојених потенцијално опасних појава, формулисани су биоклиматски индекси, чије се израчунавање и у прошлости и у будућности, може извршити помоћу дневних вредности минималних и максималних температура и падавина. Листа ових индекса са објашњењима је дата у табели 3. За оне опасне појаве за које није било могуће формулисати биоклиматске индексе, као што су појава града и поплава, користиће се подаци из објављене научно-стручне литературе.

Табела 3. Биоклиматски индекси

ВОЋАРСТВО	
Датум почетка вегетације	Шести дан након првог појављивања пет узастопних дана са средњом дневном температуром већом од базне температуре (Т _б , биолошки минимум). За различите воћне врсте изабране су следеће базне температуре: 9°C (бадем и кајсија), 10°C (бресква, орах, леска, јагода, рибизла), 11°C (шљива, вишња, трешња, малина), 12°C (јабука, крушка, дуња, купина)
Касни пролећни мраз	Проценат година у којима се минимална дневна температура (Т _п) испод -2°C појавила у периоду након почетка вегетације.
Високе летње температурае	Број дана преклапања климатолошки просечног топлог периода и завршетка бербе плодова. Почетак климатолошки топлог периода се одређује као просечан датум првог појављивања максималних дневних температура виших од 35, у оним тачкама у којима се овакве температуре јављају у више од 10 година (50% од укупно 20 година). Климатолошки датум бербе плодова се израчунава додавањем 150 (бадем, кајсија, бресква, трешња, шљива, вишња) или 180 (јабука, крушка) дана на претходно израчунати датум почетка вегетације који је одређен на основу базне температуре.
ВИНОГРАДАРСТВО	
Средња температура у периоду вегетације (Tveg) (AWEG)	Просечна средња дневна температура за стандардни период вегетације од 1. априла до 31. октобра <13oC Врло хладно 13-15oC Хладно 15-17oC Средње 17-19 C Топло 18-21oC Вруће 21-24oC Веома вруће >24oC Превише вруће
Средња количина падавина у периоду вегетације (Rveg)	Просечна количина падавина за стандардни период вегетације од 1. априла до 31. октобр
Винклеров индекс (WIN)	Сума ефективних температура за стандардни период вегетације од 1. априла до 31. октобра. Регион I <1389 Регион II 1389-1667 Регион III 1668-1944 Регион IV 1945-2222 Регион V 2223-2700
Хуглинов хелиотермички индекс (HI)	Хуглинов хелиотермички индекс за стандардни период вегетације од 1. априла до 31. октобра.8 >3000 Веома топло (HI+3) 2400-3000 Топло (HI+2) 2100-2400 Умерено топло (HI+1) 1800-2100 Умерено (HI-1) 1500-1800 Хладно (HI-2) <1500 Веома хладно (HI-3)
Индекс свежине ноћи (CI)	Просечна минимална температура у септембру. <12 веома хладне ноћи 12-14 хладне ноћи 14-18 умерене ноћи >18 топле ноћи
Индекс суше (DI)	Количина расположиве влаге у тлу на крају септембра месеца. 9 <100- врло суво (DI+2) 100-50 – суво (DI+1) 50-150 – субхумидна (DI-1) >150 – хумидна (DI-2)
Средњи датум почетка вегетације	Датум шестог дана након првог појављивања пет узастопних дана са средњом дневном температуром већом од 10°C од почетка године.

Средњи датум краја вегетације	Датум шестог дана након првог појављивања пет узастопних дана са средњом дневном температуром нижом од 10°C у другој половини године.
Средња дужина трајања вегетације	Број дана од почетка до краја вегетације.
Сума ефективних температура (GDD)	Сума ефективних температура од израчунаог датума почетка до датума краја вегетације.
Средњи датум зрења раних и касних сорти винове лозе	Датум до кога је сакупљена сума активних температура 2800°C за ране и 3500°C за касне сорте винове лозе.
Касни пролећни мраз	Проценат година у којима се минимална дневна температура (Tn) испод -2°C појавила у периоду након пет узастопних дана са средњом дневном температуром већом од 11°C.
Ниске зимске температуре (NTN15)	Број дана са минималном дневном температуром нижом од -15°C.
Високе летње температуре (NTX35)	Број дана са максималном дневном температуром вишом од 35°C.
РАТАРСТВО	
Оптимални датум сетве	Кукуруз: први датум од почетка године након једног дана са минималном дневном температуром изнад 10°C и три следећа дана са средњом дневном температуром изнад 10°C. Сунцокрет: први датум од почетка године након пет узастопних дана са средњом дневном температуром изнад 10°C. Озими усеви: први датум у другој половини године у ком су испуњени услови да је просечна средња дневна температура током претходних 10 дана била нижа од 15°C, да је сума падавина током претходних 20 дана већа од 10 mm и да у претходна три дана није падало више од 3 mm падавина дневно. Шећерна репа: први датум од полетка године након 4 узастопна дана са минималном дневном температуром вишом од 5 Соја: први датум од почетка године након три узастопна дана са минималном дневном температуром изнад 10°C и четвртог дана када је средња дневна температура виша од 10°C.
Сума ефективних температура	Сума ефективних температура за базну температуру 10°C (кукуруз, сунцокрет, соја) и 3°C (озими усеви и шећерна репа)
Пролећни мраз у критичним фенофазама	Проценат година у којима се након оптималног датума сетве јавила минимална температура нижа од -3°C у трајању од 2 дана (кукуруз), -3°C у трајању од два дана (шећерна репа), -4°C у трајању дуже од једног дана (соја).
Високе летње температуре и суша у критичним фенофазама	Проценат година у којима се у дефинисаним критичним фенофазама јавио одређени број дана са високим дневним температурама уз евентуално додатни услов о количини падавина. Почетак и крај критичне фенофазе се одређује на основу суме ефективних температура израчунате од оптималног датума сетве. Озими усеви – више од 2 дана са максималним дневним температурама преко 35°C у периоду пре пуног зрења (сума ефективних температура мања од 1700°C) Кукуруз – хелиотермички индекс Сељанинова, у периоду када је сума ефективних температура између 430 и 1170°C Сунцокрет – више од 5 дана са максималним дневним температурама преко 35°C и сумом падавина мањом од 100 mm када је сума ефективних температура између 850 и 1450°C

Недостатак воде у критичним фенофазама	Проценат година у којима се у дефинисаним критичним фенофазама јавила количина падавина нижа од дефинисаног прага. Почетак и крај критичне фенофазе се одређује на основу суме ефективних температура израчунате од оптималног датума сетве.
	Озими усеви – сума падавина мања од 50 mm када је сума ефективних температура мања од 388°C, и сума падавина мања од 70 mm када је сума ефективних температура између 650 и 1250°C.
	Сунцокрет – сума падавина мања од 100 mm када је сума ефективних температура између 150 и 1000°C
	Шећерна репа – сума падавина мања од 50 mm када је сума ефективних температура између 1300 и 2000°C
	Соја- сума падавина мања од 100 mm када је сума ефективних температура између 400 и 1300°C
ЛИВАДЕ И ПАШЊАЦИ	
Појава голомразице са веома ниским температурама	Проценат година у којима се у току зиме јавила најмање три дана са минималном дневном температуром нижом од -17 након 5 узастопних дана без падавина.
Критично мала количина падавина током летње сезоне	Проценат година у којима је укупна количина падавина током летњих месеци (јун, јул, август) нижа од 150 mm.
ЗЕМЉИШТЕ	
Интензивне падавине	Број дана са падавинама преко 20 mm укупна количина падавина у току таквих епизода.

За анализу потребе за водом пољопривредних култура коришћени су подаци са локација 27 метеоролошких станица у оквиру сваког административног округа Републике Србије. У табели 4 приказан је списак локација са процентом од укупног пољопривредног земљишта по округу који је обухваћеног анализом.

Табела 4. Метеоролошке станице и удео пољопривредног земљишта укључених у анализу

Регион	Управни округ	Локација	Географска ширина	Надморска висина (m)	Пољопривредно земљиште обухваћено анализом
Регион Војводине	Севернобанатски	Киkinда	45° 51' N	81	96
	Средњебанатски	Зрењанин	45° 24' N	80	98
	Севернобачки	Палић	46° 06' N	102	89
	Јужнобанатски	Банатски Карловац	45° 03' N	90	94
	Западнобачки	Сомбор	45° 46' N	87	92
	Јужнобачки (Северни Срем)	Нови Сад	45° 19' N	86	89
	Сремски	Сремска Митровица	45° 01' N	81	91

Београдски Регион	Град Београд	Сурчин	44° 49' N	99	90
		Сопот*	44° 31' N	214	
Регион источне и јужне Србије	Подунавски	Смедеревска Паланка	44° 22' N	121	86
	Браничевски	Велико Градиште	44° 45' N	80	86
	Борски	Неготин	44° 14' N	42	93
	Зајечарски	Зајечар	43° 53' N	144	95
	Нишавски	Ниш	43° 20' N	202	86
	Пиротски	Димитровград	43° 01' N	448	88
	Топлички	Куршумлија	43° 08' N	384	89
	Јабланички	Лесковац	42° 59' N	231	94
	Пчињски	Врање	42° 33' N	433	88
Регион Шумадије, централне и западне Србије	Шумадијски	Крагујевац	44° 02' N	185	90
	Поморавски	Ђуприја	43° 56' N	123	81
	Рашки	Краљево	43° 43' N	219	90
	Расински	Крушевац	43° 34' N	163	95
	Мачвански	Лозница	44° 32' N	121	83
	Колубарски	Ваљево	44° 17' N	174	92
	Моравички	Пожега	43° 51' N	311	97
	Златиборски	Ужице	43° 53' N	822	91
		Златибор*	43° 53' N	1029	

*Подаци за Златибор су коришћени за анализу потребе за водом ливада и пашњака које су доминатне културе у брдско – планинским подручјима, док је локација Ужице коришћена за анализу потребе за водом ратарских и воћарских култура чија се производња доминантније и са већим успехом одвија на нижим надморским висинама. За Београдски Регион такође су коришћене две локације; Сурчин, за анализу потребе ратарских култура, ливада и пашњака, док је за анализу потреба за водом воћарских засада коришћена локација Сопот.

На основу вредности температура и падавина на изабраним локацијама, одређени су дефицити воде који се јављају у биљној производњи и хидромодули система за наводњавање. Ефективне падавине су усвојене као 90% од дневних падавина (P_e^{10}). Коришћењем FAO IDP (Irrigation and Drainage Paper) 56 методологије¹¹ израчуната је референтна евапотранспирација и евапотранспирација култура које су највише заступљене у анализираним управним окрузима.

10 Стратегија управљања водама на територији Републике Србије, Нацрт, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, (2015): <http://www.rdvode.gov.rs/javne-rasprave.php>

11 Стричевић, Р., Продановић, С., Ђуровић, Н., Петровић Обрадовић, О., Ђуровић, Д. (2019). Утицаји промене климе на српску пољопривреду. Програм Уједињених нација за развој https://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2019/11/e-pub_Uticaji-promene-klime-na-srpsku-poljoprivredu.pdf

Као разлика између референтне евапотранспирације и ефективних падавина добијен је дефицит воде у сваком округу. Анализом структуре биљне производње наведених управних округа направљен је плодоред у систему за наводњавање кога чине најзначајније ратарске културе, ливаде и пашњаци, винова лоза и воћарски засади. Подаци о површинама коришћеног пољопривредног земљишта и структури биљне производње преузети су из статистичких годишњака Републичког завода за статистику Републике Србије¹².

У табели 4 је приказан проценат од укупног пољопривредног земљишта који је обухваћен анализом. Проценат покривености биљне производње анализом се креће од 81% (у Севернобанатском округу) до 98% у Средњебанатском округу.

Евапотранспирација културе је одређена као производ референтне евапотранспирације и коефицијента културе. Разлика између евапотранспирације културе и ефективних падавина даје нето дефицит воде за дате биљне врсте (културе) (I_n). За одређивање хидромодула наводњавања потребно је одредити бруто дефицит воде (I_b) у периоду вршне потрошње који зависи од ефикасности система за наводњавање. Ефикасност је највећа код система капања, а најнижа код гравитационих система¹³. У нашим климатским условима период вршне потрошње се најчешће јавља у јулу месецу.

Хидромодул система за наводњавање се израчунава коришћењем следеће једначине:

$$q_s = \frac{I_b \cdot 10000 \cdot 24 \cdot 30}{86400 \cdot t \cdot n}$$

Где је: q_s - хидромодул система ($l \cdot s \cdot 1 \cdot ha^{-1}$); I_b - бруто дефицит воде (mm); 10000 број m^2 у једном хектару; 24 – број часова у дану; 30 – број дана у месецу; 86400 – број секунди у дану; t – радно време система у току дана (одређује пројектант); n – број радних дана система у току месеца (одређује пројектант).

Ниво изложености топлотном стресу домаћих животиња процењен је помоћу температурно-хумидног индекса (THI₁₄) који је израчунат на 10 изабраних фарми на којима постоје вишегодишњи измерени подаци о амбијеталној температури и влажности ваздуха. Фарме су изабране како би се обухватило највећи број производних услова и примењених технологија за производњу млека¹⁵. Формула за израчунавање THI индекса је:

$$THI = 1.8 \times AT - (1 - RH) \times (AT - 14.3) + 32$$

Где је измерена просечна дневна амбијентална температура - AT изражена у $^{\circ}C$, и RH – релативна влажност ваздуха изражена у процентима. У зависности од вредности THI формиран су интервали који карактеришу изложеност млечних крава топлотном стресу: зона комфора ($THI < 72$), низак топлотни стрес ($72 < THI < 78$), умерен ($79 < THI < 88$), јак ($89 < THI < 98$) и веома јак топлотни стрес ($THI > 98$).

¹² https://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2019/11/e-pub_Uticaji-promene-klime-na-srpsku-poljoprivredu.pdf

¹³ Savić, Z., Dudaš, T., Loc, M., Grahovac, M., Budakov, D., Jajić, I., Krstović, S., Barošević, T., Krska, R., Sulyok, M., Stojšin, V., Petreš, M., Stankov, A., Vukotić, J., Bagić, F. (2020). Biological control of aflatoxin in maize grown in Serbia. *Toxins*, 12(3), 162.

Због немогућности пројекције вредности амбијеталне температуре и влажности ваздуха унутар фарме, није могуће израчунати пројекције будуће вредности овог индекса.

Корак 3: Процена изложености

Процена изложености подразумева процену фреквенције, односно учесталости појављивања дефинисаних потенцијално опасних појава везаних за климатске промене и екстремне временске појаве у прошлости и будућности. Скала вероватноће и учесталости појављивања опасних догађаја дата је у табели 5.

Табела 5. Скала вероватноће и учесталости појављивања опасних догађаја

Вероватноћа догађаја	Учесталост појављивања
Мала	једном у 20 година
Умерена	једном у 10 година
Велика	једном у 4 године
Веома велика	једном у 2 године

Корак 4: Процена рањивости

Процена рањивости подразумева процену тежине социо-економских последица који дефинисане опасне појаве могу да имају према скали датој у табели 6.

Табела 6. Скала степена последица опасних догађаја

Рањивост	Степен последица
Мала	без или са мало негативних последица
Умерена	са негативним последицама које могу довести до мањих економских губитака
Велика	са негативним последицама које могу довести до значајних економских губитака и/или могу утицати на поједине социјалне категорије
Веома велика	тешке негативне последице које могу довести до великих економских губитака и/или социјалне нестабилности

Корак 5: Процена ризика

Квантификација ризика врши се на основу процена степена изложености и рањивости у претходна два корака. Према матрици ризика датој у табели 7, низак ризик имају они догађаји који се дешавају са малом или умереном вероватноћом и изазивају мале или

умерене последице. Умерен ризик имају они догађаји који се дешавају са малом или умереном вероватноћом и изазивају велике или критичне последице, као и они који се дешавају са великом или веома великом учестаношћу, а изазивају мале или умерене последице. Висок ризик имају они догађаји који се јављају са великом или веома великом вероватноћом и изазивају велике или критичне последице.

Табела 7. Квантификација категорије ризика

Изложеност/ Рањивост	Мала	Умерена	Велика	Критичне
Мала	НИЗАК	НИЗАК	УМЕРЕН	УМЕРЕН
Умерена	НИЗАК	НИЗАК	УМЕРЕН	УМЕРЕН
Велика	УМЕРЕН	УМЕРЕН	ВИСОК	ВИСОК
Веома велика	УМЕРЕН	УМЕРЕН	ВИСОК	ВИСОК

Корак 6. Предлагање мера прилагођавања и њихова приоритизација

За ризике који су у претходном кораку оцењени као умерени или високи, на основу литературе и стручног знања предлажу се одговарајуће мере прилагођавања, које се затим приоритизују методом вишекритеријумске анализе. За потребе примене овог метода дефинисани су критеријуми и систем бодовања од 1 до 5, где је 1 најслабија, а 5 најјача оцена. Након приоритизације, за мере са највишим оценама потребно је проценити потребна средства, дефинисати индикаторе којима се може пратити њихова имплементација и идентификовати одговорне институције.

Table 8. Criteria for prioritizing adaptation measures

Критеријум	Објашњење
Делотворност	Колико је предложена мера делотворна за смањење утицаја
Исплативост	Да ли су користи примене предложене мере веће од процењених трошкова за њено спровођење
Применљивост	Да ли је предложена мера у складу са важећим законима, програмима, стратегијама и сл.
Хитност	Да ли се већ трпе штете и губици од појаве на коју се предложена мера односи
Мултифункционалност	Да ли предложена мера има и друге користи (нпр. прилагођавање у другим секторима, смањење емисије гасова са ефектом стаклене баште, очување животне средине, итд.)

3. Општи ризици, рањивост и различити нивои штета у пољопривреди

3.1 Ризици у вези са водом и потребе за водом у пољопривреди

3.1.1 Неуједначене падавине и сушни периоди

На подручју Србије периодично се јављају сушни периоди и периоди са вишковима воде. Запажа се неравномерност појаве падавина (превлаживања) у зимско-пролећном периоду и суше у летње – јесењем периоду, што доводи до потребе уређења водно- ваздушнoг режима земљишта како би се обезбедили услови за стабину пољопривредну производњу. Превлаживањем је стално или повремено угрожено око 2,6 милиона ha пољопривредних земљишта, док се без примене система за одводњавање може користити око 955.000 ha.¹⁰ Наведени подаци говоре да постоји потреба за добрим уређењем и одржавањем мелиорационих система пре свега система за одводњавање.

Штете од превлаживања најчешће се огледају на индиректан начин за разлику од штета од суше. Уколико се превлаживање, односно вишкови воде јаве у дужем периоду (посебно у пролеће), онемогућена је правовремена примена агротехничких мера (обрада и припрема земљишта). Због тога касни сетва, садња и расађивање што значајно утиче на кашњење вегетације биљака, које могу ући у осетљиву фенофазу у неповољном делу године, (појава суше када је већина култура најосетљивија - период цветања и плодоношења) што касније утиче на количину и квалитет остварених приноса. Уколико се биљна производња организује на неравним теренима, у депресијама које су најзаступљеније на најнижим деловима поља, долази до задржавања воде, биљке се услед недостатка ваздуха гуше што додатно утиче на смањење приноса. На земљиштима која су стално и повремено склона превлаживању, онемогућена је примена наводњавања а самим тим искључује се могућност друге сетве што значајно утиче на економичност пољопривредне производње. Такође, онемогућена је сетва култура осетљивих на превлаживање као што су вишегодишње траве (луцерка) и озима жита, што уводи само летње усеве у систем производње. Овакав начин биљне производње је такође неповољан са еколошког аспекта и чињенице да услед климатских промена постоји велики ризик угрожености због повећања температуре и учесталих сушних периода.

Штете у приносима/приходима се пореде у односу на године у којима су остварени добри или уобичајени приноси тзв. „добре године“. Посебно је важно истаћи ризик за производњу стратешких култура – најзначајнијих ратарских биљака (кукуруз, пшеница, сунцокрет и соја) и повртарских биљака (паприка, парадајз, кромпир, купус и пасуљ), јер би ризик производње могао утицати на нестабилност исхране становништва и угроженост економије у Републици Србији. На основу анализе спроведене у оквиру Програма Уједињених нација 2019.¹¹ запажа се повећање учесталости “лоших година”, са значајним смањењем просечних приноса поменутих ратарских и повртарских биљака (Табела 9).

Табела 9. Штете од неповољних утицаја климе на приносе култура у ратарству и повртарству, губитак на нивоу Републике Србије

Година	Биљна врста (култура)	Смањење приноса (t/ha) у односу на просек*	Сетвена површина (ha)	Произвођачка цена по kg**	Процена штета (у милионима динара) на нивоу РС
2010	Лечам	0.6	89,937	16.06	867
2012	Кукуруз	2.2	976,020	16.19	34764
2012	Шећерна репа	11.6.	69,069	4.24	3397
2012	Сунцокрет	0.4	185,918	33.22	2470
2012	Кромпир	2.1	52,035	22.78	2489
2012	Паприка	1.2	11,906	54.34	776
2012	Соја	1.0	162,714	45.02	7325
2014	Кромпир	2.0.	51,987	22.78	2369
2015	Пшеница	1.2	589,922	16.77	11872
2015	Луцерка	1.0	109,230	11.51	1257
2015	Детелина	1.2	76,625	11.60	1067
2017	Пшеница	1.1	556,115	16.77	10259
2017	Кукуруз	2.1	1,002,319	16.19	34078
2018	Дуван	0.4	5,762	205.15	473

*Одступање приноса у наведеној години од линије регресије просечних приноса у РС за период 1947-2018, према подацима РЗСС.

**Произвођачке цене у 2017. години, према подацима РЗСС.

На основу планских јединичних цена, анализе стања објеката и потребе за обезбеђењем функционисања водних објеката на којима се то не остварује редовним одржавањем, израђује се програм радова на инвестиционом одржавању водних објеката у јавној својини. Средства предвиђена 2017. године програмом управљања водама за уређење водотокова и заштиту од штетног дејства вода у износу од 1.220.333.000 динара су недовољна за санацију новонасталих оштећена и не могу обезбедити ефикасно финансирање мера одбране од поплава. Иако су након поплава 2014. године извршени значајни санациони радови, смањењем обима редовног одржавања у 2016. години стање заштитних и регулационих објеката не обезбеђује неопходну поузданост заштите у условима великих вода. И поред евидентних и ургентних потреба развојни планови су потпуно обустављени због недостатка техничке документације. Наведено ће утицати на спремност за коришћење значајних средстава из иностраних извора финансирања, чија висина би омогућила реализацију изградње капиталних заштитних објекта. Из наведених разлога, јасно је да се ризик од нових поплава и других видова штетног дејства вода повећава.

3.1.2 Последице суше – Микотоксини у светлу климатских промена

Још један механизам путем којег климатске промене могу негативно да утичу на здравље животиња и људи огледа се у томе да високе температуре и влага могу имати позитиван ефекат на раст гљивица које продукују микотоксине, што је случај у скоро свим земљама света, па и у Србији. Раст ових гљивица и производња микотоксина уско су повезани са температуром околине и степеном влаге, који зависе од временских услова у жетви и технике сушења и складиштења зрна. Микотоксини могу изазвати епизоде акутних болести када животиње конзумирају критичне количине инфициране сточне хране.

У последње време променљиви климатски услови пружају све више могућности за загађење кукуруза афлатоксинима у Србији и другим европским земљама¹³. *Aspergillus flavus* и сродне врсте производе афлатоксине, који су секундарни метаболити са негативним утицајем на здравље људи и сигурност хране у подручјима пољопривредне производње са топлим климатом^{14, 15}. Афлатоксини су снажни канцерогени који се јављају природним путем и који могу сузбити имуни систем, уз изазивање хепатоцелуларног карцинома, са смртним исходом код људи и стоке^{16, 17}.

Еколошки и биолошки фактори, као што су повећане температуре, суше, штете изазване разним врстама штеточина, осетљивост домаћина на инфекцију и потенцијал гљива који производе афлатоксине, заједно су подигли ниво загађења афлатоксином изнад прописаних граница^{18, 19}. Загађење афлатоксином може се десити након сазревања усева када су усеви изложени високим температурама и нивоима влажности, што погодује гљивичним инфекцијама и може резултирати повећањем накопљања афлатоксина.²⁰ Према томе, контаминација афлатоксинима може започети и наставити се након гајења, али и током складиштења, транспорта, прераде и руковања²¹.

14 Cotty, P.J., Bayman, P., Egel, D.S., Elias, K.S. (1994). Agriculture, aflatoxins and *Aspergillus*. In *The Genus Aspergillus: From Taxonomy and Genetics to Industrial Application*; Powel, K.A., Renwick, A., Peverdy, J.F., Eds.; Plenum Press: New York, NY, USA. pp. 1–27.

15 Bandyopadhyay, R., Ortega-Beltran, A., Akande, A., Mutegi, C., Atehnkeng, J., Kaptoge, L., Senghor, A.L., Adhikari, B.N., Cotty, P.J. (2016). Biological control of aflatoxins in Africa: Current status and potential challenges in the face of climate changes. *World Mycotoxin J.*, 1–20.

16 Liu, Y., Wu, F. (2010). Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: A risk assessment. *Environ. Health Perspect.*, 118, 818–824.

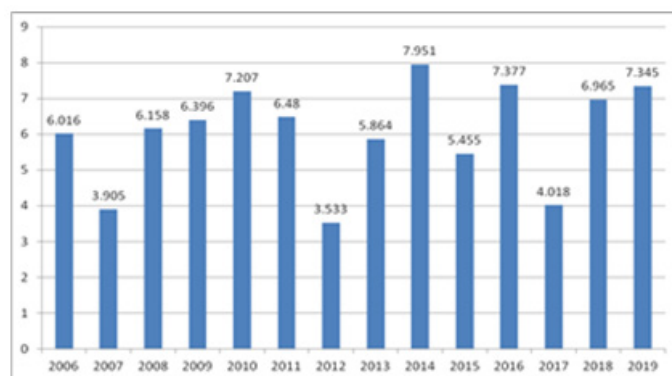
17 Wu, F. (2015). Global impacts of aflatoxin in maize: Trade and human health. *World Mycotoxin J.*, 8, 137–142.

18 Mehl, H.L., Jaime, R., Callicott, K.A., Probst, C., Garber, N.P., Ortega-Beltran, A., Grubisha, L.C., Cotty, P.J. (2012). *Aspergillus flavus* diversity on crops and in the environment can be exploited to reduce aflatoxin exposure and improve health. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1273, 7–17.

19 Williams, W.P. (2006). Breeding for resistance to aflatoxin accumulation in maize. *Mycotoxin Res.*, 22, 27–32.

20 Cotty, P.J. (2001). Cottonseed losses and mycotoxins. In *Compendium of Cotton Diseases*; Kirkpatrick, T.L., Rothrock, C.S., Eds.; The American Phytopathological Society: Saint Paul, MN, USA, pp. 9–13.

21 Cotty, P.J., Mellon, J.E. (2006). Ecology of aflatoxin-producing fungi and biocontrol of aflatoxin contamination. *Mycotoxin Res.* 22, 110–117.



Графикон 1. Производња кукуруза у Србији током последњих 15 година (000 t)

У Републици Србији током лета 2012. године појава *A. flavus* (AFB1) у кукурузу је била резултат изузетно стресних услова околине, који су укључивали високе температуре ваздуха и мало падавина, а пријављена је као нова опасност за људску и храну за животиње (Графикон 1). Уочава се више него двоструко варирање производње најважнијег усева Србије, где кукуруз у 2012. години једва да је постигао род од 3,5 милиона тона, док се у повољним годинама производња ближи количини од 8 милиона тона. Са ценом која се креће око 200 долара по тони на светским берзама током задњих година, види се да временске прилике могу створити разлику од 900 милиона долара, између повољне и неповољне године за гајење кукуруза.

Као последица појаве афлатоксина AFB1 у силажи целе биљке и зрну кукуруза у пролеће 2013. године јавио се проблем са концентрацијом афлатоксина AFM1 (метаболит AFB1) у млеку код крава храњених овим хранивима. У истраживању је утврђено да је од 281 узорака сточне хране њих 67 (23,8%) имало концентрацију AFB1 изнад максималне дозвољене границе и то пре свега услед контаминације кукуруза, јер у другим хранивима која су анализирана није нађен овај микотоксин²². У истом истраживању аутори су испитивали концентрацију афлатоксина AFM1 у млеку крава храњених овим хранивима и утврдили да су од 2045 испитаних узорака млека, њих 934 (45,7%) имали концентрацију овог микотоксина изнад максималне дозвољене вредности. Све ово довело је до озбиљне кризе у снабдевању и потрошњи млека услед неповерења потрошача, што је условило кризу у индустрији млека од које се читав сектор опорављао неколико наредних година.

У веома повољној 2020. години је производња кукуруза била преко 8 милиона тона, што је за око 10% било више у односу на производњу остварену у претходној години.

Природне појаве афлатоксина су неуобичајене у типичним климатским условима Србије, али пошто је појава микотоксина зависна од климе²³, недавне климатске промене постале су значајни узрочници за питање безбедности људске и хране за животиње^{24,25}.

22 Spirić, D.M., Stefanović, S.M., Radičević, T.M., Stojanović, J.M.Đ., Janković, V.V., Velebit, B.M., Janković, S.D. (2015). Studija o nalazu aflatoxina u hrani za životinje i sirovom mлеку u Srbiji tokom 2013. godine. Hemijska Industrija, 69(6), 651–656

23 Battilani, P., Toscano, P., Van der Fels-Klerx, H.J., Moretti, A., Leggieri, M.C., Brera, C., Robinson, T. (2016). Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. Sci. Rep., 6, 24328.

24 Lević, J., Gošić-Dondo, S., Ivanović, D., Stanković, S., Krnjaja, V., Bočarov-Stančić, A., Stepanić, A. (2013). An outbreak of Aspergillus species in response to environmental conditions in Serbia. Pestic. Phytomed., 28, 167–179.

25 Kos, J., Mastilović, J., Janić Hajnal, E., Šarić, B. (2013). Natural occurrence of aflatoxins in maize harvested in Serbia during 2009–2012. Food Control, 34, 31–34.

3.1.3 Потреbe за водом у сектору пољопривреде

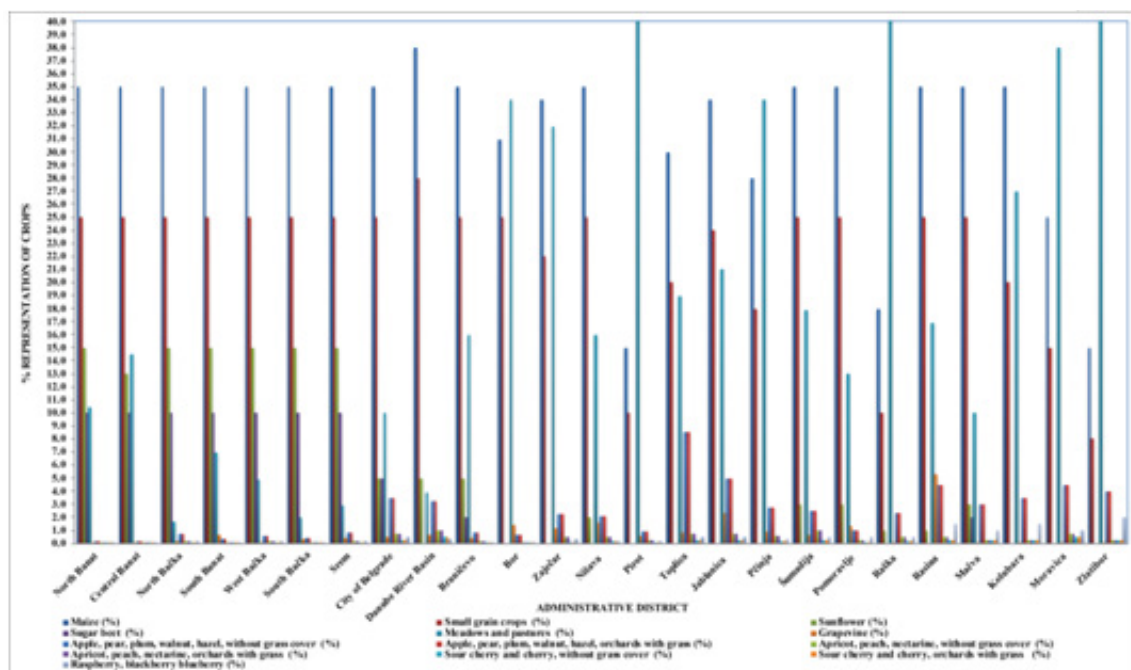
Како би се утврдила погођеност сектора пољопривреде климатским променама (суше, поплаве...) извршена је анализа потребе за водом.

Нема сумње да ће тренутне климатске прилике утицати на смањење квалитета и висине приноса. Наиме, како смо сведоци све чешћих појава суше, непоходно је извршити детаљну анализу потребе за водом у биљној производњи, како би се оценила рањивост исте у сектору пољопривреде. Прецизне потребе биљних култура за водом допринеће правилном развоју стратегије у борби против климатских промена. Добро управљање водним ресурсима је од немерљивог значаја за одрживост сектора пољопривреде.

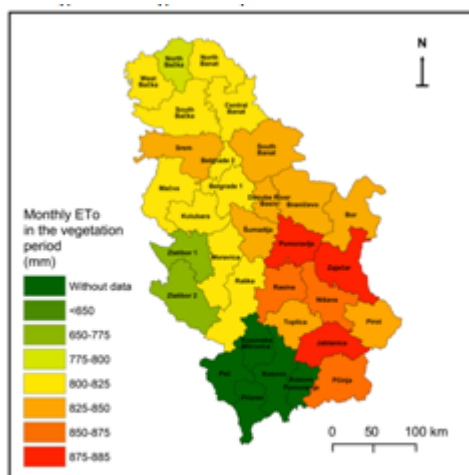
Извршена анализа приказује потребу за водом на нивоу Управних округа Републике Србије који су саставни делови Региона. Територија Републике Србије је подељена на 25 Управних округа без Косова и Метохије.

На Графикону 2 дат је графички приказ заступљености пољопривредних култура по окрузима.

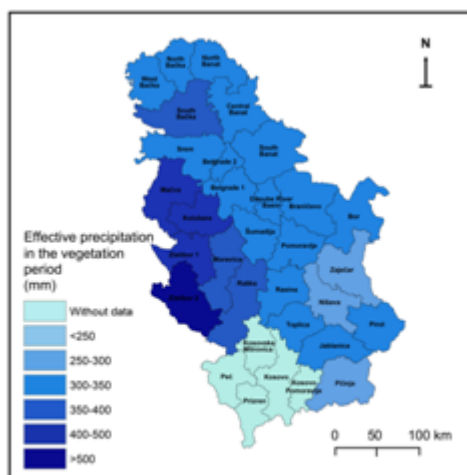
Графикон 2. Процентуална заступљеност пољопривредних култура по Управним окрузима



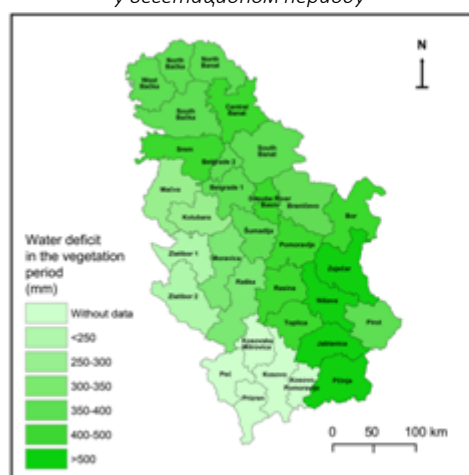
На Сликама 1, 2, 3, 4, 5 и 6 приказане су просечне месечне вредности референтне евапотранспирације, ефективних падавина и дефицита воде по управним окрузима Републике Србије током вегетационог (април, мај, јун, јул, август и септембар) и ванвегетационог периода (октобар, новембар, децембар, јануар, фебруар, март).



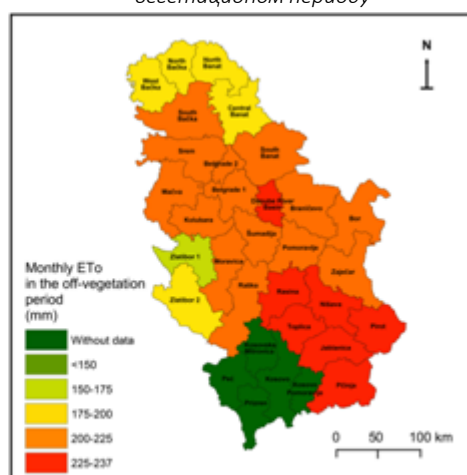
Слика 1. Референтна евапотанспирација у вегетационом периоду



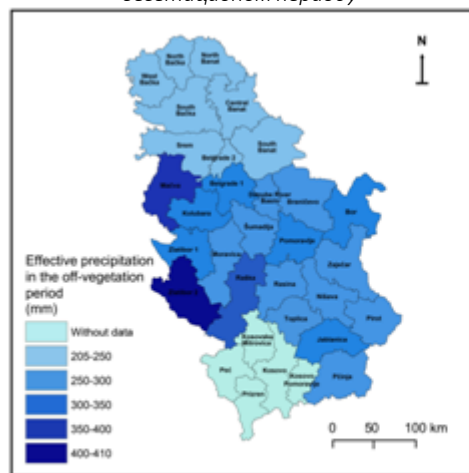
Слика 2. Ефективне падавине у вегетационом периоду



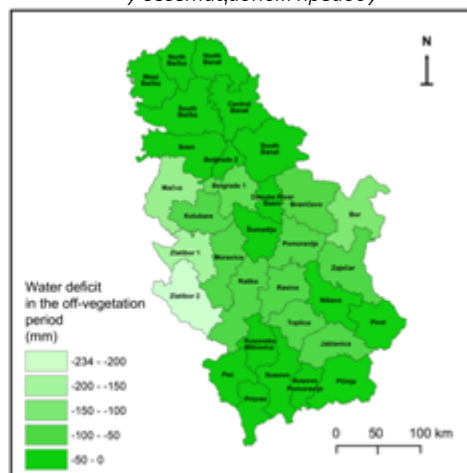
Слика 3. Водни дефицит, Слика у вегетационом периоду



Слика 4. Референтна евапотанспирација у вегетационом преиоду



Слика 5. Ефективне падавине у вегетационом периоду

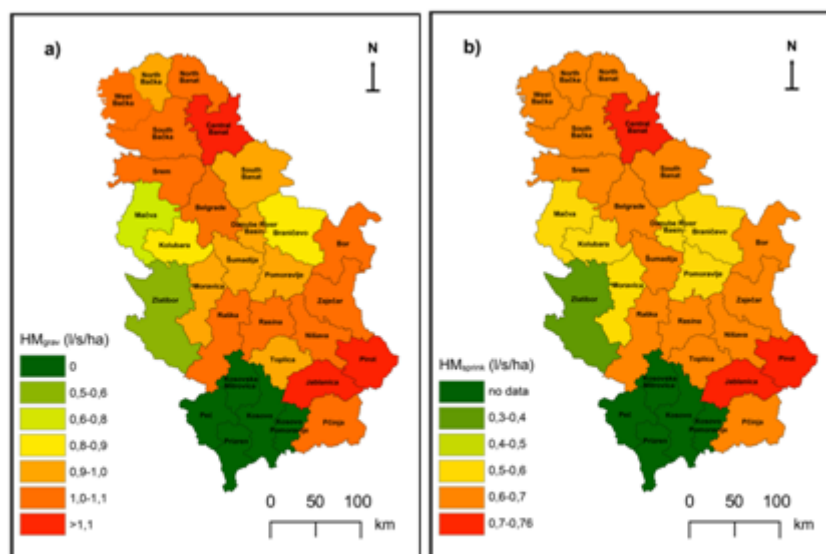


Слика 6. Водни дефицит у вегетационом периоду

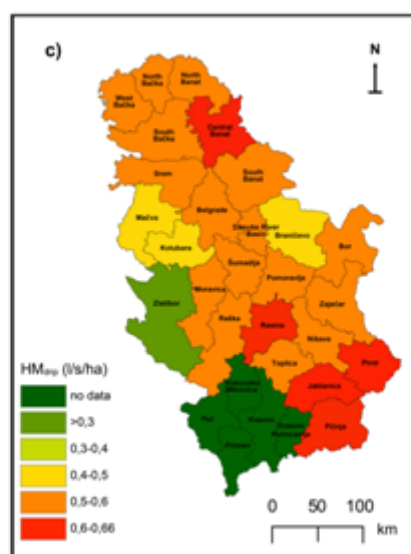
Просечна годишња вредност референтне евапотранспирације на територији Републике Србије износи 1031 mm. У вегетационом периоду просечна вредност референтне евапотранспирације износи око 820 mm (највише у Јабланичком округу 885 mm, најмање у Златиборском округу 658 mm), док вредности у ванвегетационом периоду износе просечно 212 mm (највише у Јабланичком 237 mm, најмање у Златиборском округу 172 mm). Просечне годишње ефективне падавине износе 624 mm. У вегетационом периоду просечно износе

349 mm (највише у Златиборском округу 526 mm, а најмање у Пчињском управном округу 282 mm), а просечне вредности ефективних падавина у ванвегетационом периоду износе 275 mm (највише у Златиборском округу 410 mm, а најмање у Севернобанатском управном округу 206 mm). Вредност просечног годишњег нето дефицита воде износи 425 mm. Просечна вредност нето дефицита воде током периода вегетације износи 482 mm (највиши дефицит се јавља на подручју Борског округа 832 mm, а најнижи у Златиборском округу 131 mm). У ванвегетационом периоду нето дефицит воде варира од -72 mm у Борском округу до -234 mm у Златиборском округу, просечно -57 mm.

На Слици 7 а, б, ц приказане су вредности хидромодула наводњавања за системе гравитације, орошавања и капања у периоду вршне потрошње.



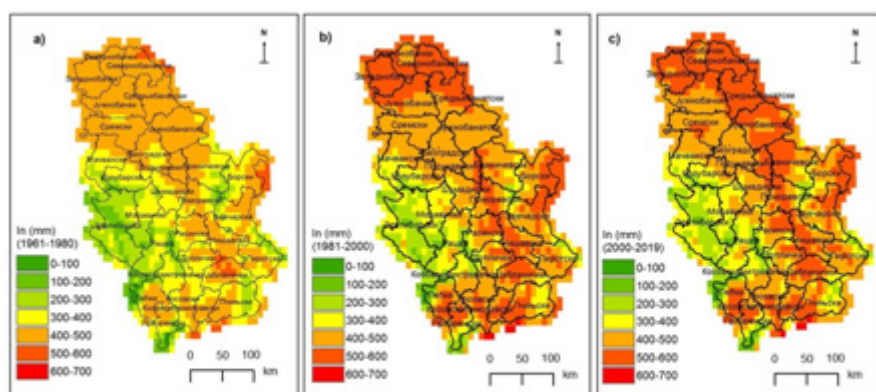
Слика 7. Хидромодел а) гравитационог система; б) система орошавања за период 2000-2019. година



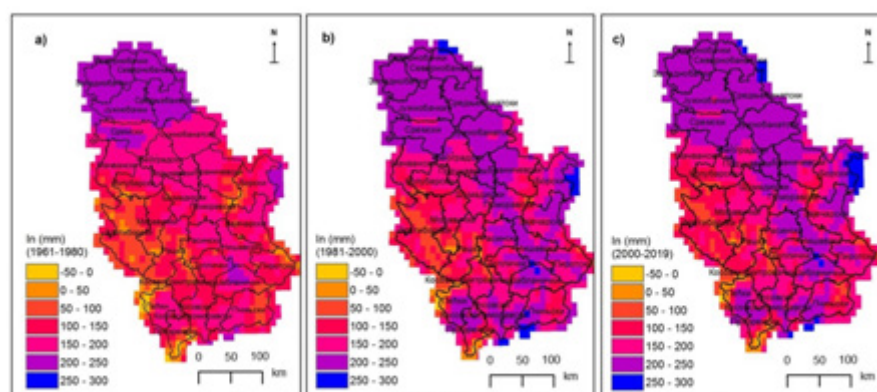
Слика 7ц. Хидромодел система капањем за период 2000-2019. година

У осмотреном периоду месец највећих потреба за водом је јул, изузев у Златиборском, Рашком, Борском и Пиротском округу, где је период вршне потрошње у августу. Просечна вредност хидромодула система за наводњавање гравитацијом износи $0,98 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$ (од $0,52 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$ у Златиборском округу до $1,18 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$ у Јабланичком округу). Хидромодул система орошавања варира од $0,33 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$ у Златиборском до $0,76 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$ у Јабланичком округу, са просечном вредношћу на нивоу Републике Србије $0,63 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$. Просечна вредност хидромодула система капањем износи $0,55 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$ и креће се од $0,29 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$ у Златиборском округу до $0,66 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$ у Јабланичком округу.

На Сликама 8 и 9 приказани су нето дефицити воде за вегетациони и ванвегетациони период израчунати на 10 km^2 . Нето дефицити су приказани и поређени за период 1961-1980, 1981-2000, 2000-2019. година. Запажа се да долази до повећања дефицита воде посебно у вегетационом периоду за период 2000-2019. године у поређењу са периодом 1981-2000 и 1961-1980.



Слика 8. Просечни дефицит воде у вегетационом периоду
a) 1961-1980; b) 1981-2000; c) 2000-2019. година



Слика 9. Просечни дефицит воде за ванвегетациони период
a) 1961-1980; b) 1981-2000; c) 2000-2019. година

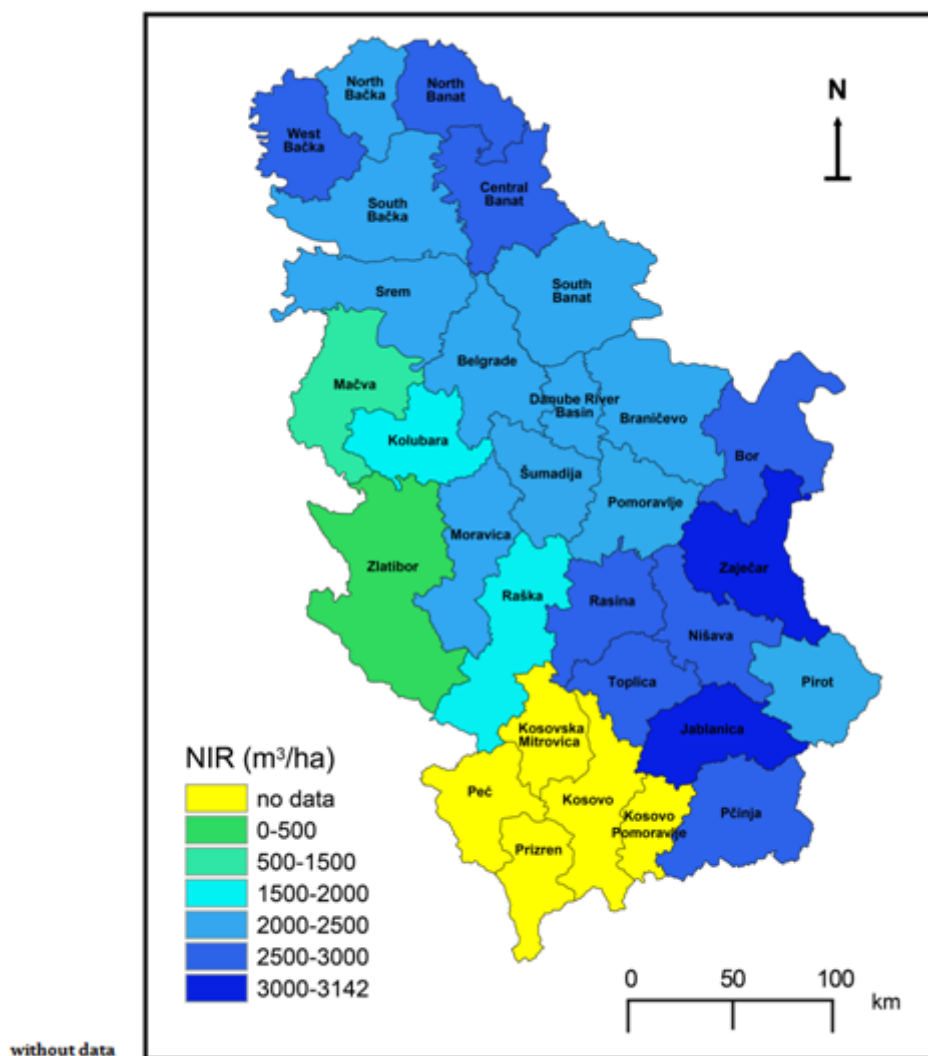
У Табели 10 приказане су нето и бруто норме наводњавања зависно од избора метода наводњавања по управним окрузима за осмотрени период (2000-2019. година). Просечна нето норма наводњавања (NN) у Републици Србији за осмотрени период износи $232 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$ ($2320 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$), највише норме наводњавања потребне су на подручју Зајечарског округа, $314 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$ а најмање у Златиборском округу, свега $33 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$.

Управни округ	Период	Нето норма наводњавања ($\Sigma \text{in mm}\cdot\text{m}^{-2}$)	Нето норма наводњавања ($\Sigma \text{in m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$)	Бруто норма наводњавања ($\Sigma \text{lb mm}\cdot\text{m}^{-2}$) гравитација	Бруто норма наводњавања ($\Sigma \text{lb m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$) гравитација	Бруто норма наводњавања ($\Sigma \text{lb mm}\cdot\text{m}^{-2}$) орошавање	Бруто норма орошавање ($\Sigma \text{lb m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$) орошавање	Бруто норма наводњавања ($\Sigma \text{lb mm}\cdot\text{m}^{-2}$) капање	Бруто норма наводњавања ($\Sigma \text{lb m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$) капање	Укупно пољопривредно земљиште обухваћено анализом (ha)
Регион Војводине										
Севернобанатски	2000-2019	265.7	2656.7	531.3	5313.5	379.5	3795.3	332.1	3321.1	169633
Средњебанатски	2000-2019	270.1	2700.5	540.1	5401.1	385.8	3857.9	337.6	3375.7	257234
Севернобачки	2000-2019	218.0	2180.0	436.0	4359.9	311.4	3114.2	272.5	2725.0	123967
Јужнобачки	2000-2019	247.5	2475.1	495.0	4950.1	353.6	3535.8	309.4	3093.8	295704
Западнобачки	2000-2019	253.9	2538.6	507.7	5077.2	362.7	3626.6	317.3	3173.3	164049
Јужнобачки	2000-2019	203.9	2038.5	407.7	4077.0	291.2	2912.2	254.8	2548.2	243619
Сремски	2000-2019	246.2	2462.0	492.4	4924.0	351.7	3517.1	307.8	3077.5	208636
Просек	2000-2019	244	2436	487	4872	348	3480	305	2627	208977
Град Београд										
Град Београд	2000-2019	235.2	2351.7	470.3	4703.4	336.0	3359.6	294.0	2939.6	130980
Регион источне и јужне Србије										
Подунавски	2000-2019	219.5	2194.6	438.9	4389.2	313.5	3135.1	274.3	2743.3	72364
Браничевски	2000-2019	218.3	2183.0	436.6	4366.0	311.9	3118.6	272.9	2728.8	129163
Борски	2000-2019	271.6	2716.3	543.3	5432.6	388.0	3880.4	339.5	3395.4	73108
Зајечарски	2000-2019	314.2	3141.9	628.4	6283.8	448.8	4488.4	392.7	3927.4	85686
Нишавски	2000-2019	262.6	2626.3	525.3	5252.5	375.2	3751.8	328.3	3282.8	70887
Пиротски	2000-2019	236.0	2359.9	472.0	4719.8	337.1	3371.3	295.0	2949.9	41004
Топлички	2000-2019	272.9	2729.4	545.9	5458.7	389.9	3899.1	341.2	3411.7	48490
Јабланички	2000-2019	303.8	3037.7	607.5	6075.3	434.0	4339.5	379.7	3797.1	61019
Пчињски	2000-2019	289.3	2893.1	578.6	5786.1	413.3	4132.9	361.6	3616.3	59398
Просек	2000-2019	265	2654	531	5307	379	3971	332	3317	71235
Регион Шумадије, централне и западне Србије										
Шумадијски	2000-2019	238.2	2381.7	476.3	4763.3	340.2	3402.4	297.7	2977.1	109205
Поморавски	2000-2019	221.2	2211.8	442.4	4423.5	316.0	3159.7	316.0	3159.7	83414
Рашки	2000-2019	184.9	1849.0	369.8	3697.9	264.1	2641.4	231.1	2311.2	93945
Расински	2000-2019	266.9	2668.5	533.7	5337.0	381.2	3812.2	333.6	3335.6	91128
Мачвански	2000-2019	134.2	1341.6	268.3	2683.1	191.7	1916.5	167.7	1677.0	139322
Колубарски	2000-2019	165.5	1654.7	330.9	3309.3	236.4	2363.8	206.8	2068.3	121533
Моравички	2000-2019	217.7	2176.8	435.4	4353.6	311.0	3109.7	272.1	2721.0	106079
Златиборски	2000-2019	32.6	326.0	65.2	652.0	46.6	465.7	40.7	407.5	183866
Просек	2000-2019	183	1826	365	3652	261	2609	233	2332	116062
Просек Републике Србије	2000-2019	232	2316	463	4632	331	3308	291	2793	126537

На Слици 10 дата је просторна расподела нето норми наводњавања (NN).

У Табели 10 приказане су нето и бруто норме наводњавања зависно од избора метода наводњавања по управним окрузима за осматрени период (2000-2019. година). Просечна нето норма наводњавања (NN) у Републици Србији за осматрени период износи $232 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$ ($2320 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$), највише норме наводњавања потребне су на подручју Зајечарског округа, $314 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$ а најмање у Златиборском округу, свега $33 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$.

На Слици 10 дата је просторна расподела нето норми наводњавања (NN).



Слика 10. Нето норма наводњавања по управним окрузима Републике Србије за период 2000-2019. године

За Регион Војводине NN износи $244 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$, највише у Средњебанатском ($270 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$) а најмање у Јужнобачком округу ($204 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$). Код региона источне и јужне Србије NN варира од $218 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ у Браничевском округу до $314 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ у Зајечарском округу, са просеком од $265 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ за цео регион. У региону Шумадије, централне и западне Србије просечна NN износи $183 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$, од $33 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ у Златиборском округу до $267 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ у Расинском округу. Узимајући у обзир NN и површину коришћеног пољопривредног земљишта, највеће потребе за водом се јављају на подручју Јужнобанатског округа (731896970 m^3), док се најмање потребе јављају на подручју Златиборског округа (59940316 m^3). Добијени подаци о нето и бруто нормама наводњавања су у сагласности са резултатима који су приказани у Стратегији управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године²⁶. Међутим, оно што и даље представља велики проблем јесу количине захваћене воде и расположиви водни ресурси за наводњавање. Тамо где има довољно воде, нерационално се рукује системима за наводњавање, што доводи до деградације земљишта, загађења подземних вода и прекомерног трошења воде. У Стратегији управљања водама на територији Републике Србије нема јасног податка

26 Стратегија управљања водама на територији Републике Србије до 2034. Службени гласник Републике Србије, број 3 од 18. Јануара 2017.

о расположивим количинама воде за сектор пољопривреде, као ни податка о томе колико пољопривреда тренутно захвата воде, посебно за потребе наводњавања. Дакле, нема јасног податка да ли на основу израчунатих потреба има довољно ресурса. За количине захваћене воде на водном подручју Доњи Дунав за систем у јавној својини нема података. Површине које се наводњавају приказане су по Регионима, а не по управним окрузима. Неопходно је да се у комуникацији са Водопривредним предузећима и Пољопривредним саветодавним и стручним службама на нивоу локалних самоуправа изврши анализа расположивих водних ресурса, као и тренутно стање наводњаваних површина. Овде је врло значајно истаћи и (не) доступност података од Пољопривредних саветодавних и стручних служби и Републичког завода за статистику о структури биљне производње. За анализу утицаја климатских промена и предлог мера адаптације веома је значајно познавање структуре биљне производње, јер све културе немају исте захтеве и нису у истој мери угрожене утицајем стресних фактора климатских промена. Званичне републичке институције дају податке који су, пре свега, на нивоу региона што је недовољно. Такође, сврставају све културе у четири групе (оранице и баште (где су све ратарске, повртарске, лековито и ароматично биље), ливаде и пашњаци, воћњаци и виногради). Примера ради, само у оквиру воћарских засада постоји бар седам група које се разликују како по трајању вегетације тако и по осетљивости и потребама. Како бисмо применили адекватне мере адаптације мора се порадити на овим проблемима који су лако решиви уз успостављање јасне методологије рада.

У Табели 11 приказане су сезонске потребе за водом (Норме наводњавања или сезонски In) (методологија рачунања дата у Поглављу 2) пољопривредних култура које су укључене у анализу за осматрени период (2000-2019).

Период	Сезонски дефицит воде	Култура													
		Кукуруз	Стрна жита	Сунцокрет	Шећерна репа	Ливаде и пашњаџи	Винова лоза	Јабука, крушка, шљива, орах и леска вођњак без травног покривача	Јабука, крушка, шљива, орах и леска затрављен вођњак	Кајсија, бресква, нектарина вођњак без травног покривача	Apricot, peach, nectarine orchard with grass	Sour cherry, cherry orchard without grass cover	Вишња, трешња затрављен вођњак	Малина, купина, боровница	Average
Севернобанатски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	360.9	40.9	218.5	495.5	168.5	237.7	392.4	579.9	191.5	308.5	160.5	255.2	241.2	280.9
Средњебанатски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	360.1	34.2	228.1	500.8	179.3	240.7	397.2	586.4	204.8	322.6	168.1	263.7	254.9	287.8
Севернобачки															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	324.1	2.8	195.5	450.8	145.2	201.8	351.0	532.1	175.0	288.3	143.3	235.2	225.6	251.6
Јужнобанатски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	349.3	22.7	217.6	490.9	162.7	223.7	383.4	576.6	205.0	325.0	169.1	266.3	252.5	280.4
Average															

Западнобачки															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	369.0	24.7	209.3	511.2	161.7	227.8	391.9	588.9	177.8	298.7	149.6	247.3	228.6	272.1
Јужнобачки															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	310.8	-17.7	178.7	446.9	131.4	187.2	343.1	531.1	154.1	270.8	128.1	222.7	202.2	237.7
Сремски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	356.5	20.6	216.9	499.3	169.7	232.6	392.9	586.0	194.7	315.0	158.5	256.0	244.8	280.3
Београдски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	337.4	4.7	200.5	471.6	154.9	181.3	337.3	525.9	151.7	269.7	114.9	210.6	200.2	243.1
Подунавски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	359.1	-17.6	212.2		157.4	217.1	381.3	579.0	180.1	302.3	145.8	244.8	233.3	249.6
Браничевски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	357.8	-19.8	206.4	499.9	150.6	218.9	381.6	578.8	187.6	309.9	153.0	251.7	238.9	270.4
Борски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	396.2	-33.6			197.2	262.7	424.0	619.4	214.6	335.5	178.2	276.0	263.8	307.9
Зајчарски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	423.9	21.8			209.1	294.4	463.9	668.7	232.7	359.0	195.4	297.3	285.6	313.8
Нишавски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	414.0	6.7	251.7		201.3	284.0	452.5	655.0	213.1	337.2	174.1	274.5	268.0	294.3
Протски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	357.4	-12.9			156.8	223.3	387.7	584.7	174.6	295.0	142.7	240.1	287.0	257.9
Топлички															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	369.0	24.7			161.7	227.8	391.9	588.9	177.8	298.7	149.6	247.3	228.6	256.1
Јабланички															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	415.2	-17.2			193.2	279.4	451.2	657.0	204.1	329.9	166.4	268.2	260.8	291.6
Пчињски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	420.4	8.3			205.0	291.2	457.8	657.4	219.2	340.6	179.5	277.6	270.1	302.5
Шумадијски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	350.9	1.6	209.8		160.1	213.0	374.2	568.2	178.8	298.7	147.1	244.3	228.2	247.9
Поморавски															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	383.2	-38.5	217.1		163.7	241.7	411.3	615.4	181.8	307.6	148.2	249.9	236.1	259.8
Рашки															
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	276.3	-81.6	141.5		89.7	124.9	281.0	468.9	106.3	222.3	80.6	174.4	154.5	169.9

Расински														
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	369.7	-19.2	213.3		161.6	234.2	399.4	597.8	180.6	302.8	145.5	244.5	234.3 255.4
Мачвански														
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	238.2	-149.7	118.4	362.5	68.2	77.4	232.5	419.1	85.5	202.2	61.2	156.1	132.1 154.1
Колубарски														
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	248.8	-86.1			75.4	98.5	253.8	440.2	98.3	214.4	74.8	169.1	143.1 157.3
Моравички														
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	297.6	-38.7			116.8	154.4	313.9	505.5	139.2	258.6	118.5	215.5	188.1 206.3
Златиборски														
2000-2019	ΣNI-WR(mm)	154.0	-166.4			-77.8	3.3	131.0	285.3	30.4	126.3	18.7	96.4	68.6 60.9

Table 11. Net Irrigation Water Requirement of crops included in the analysis

Просечни сезонски I_n борског округа 60.9 mm, док се највећи I_n , 313.8 mm запажа у Зајечарском округу. Највећи I_n израчунат је за воћарске засаде (јабука, крушка, шљива) у затрављеним воћњацима око 560 mm, док се код стрних жита углавном запажа суфицит воде просечно -23 mm. Иако су I_n највећи код воћарских засада са травним покривачима треба истаћи да затрављивање има позитиван ефекат на микроклиматске услове у воћњацима, што позитивно утиче на квалитет плодова, а такође штити земљиште од ерозије и деградације.

3.2 Употреба минералних и органских ђубрива у пољопривредној производњи и гасови са ефектом стаклене баште

Минерална ђубрива су хранива која се ђубрењем уносе у земљиште у облику неорганских соли, а добијају се екстракцијом, физичким и/или хемијским индустријским поступцима.

Према подацима Републичког завода за статистику Републике Србије²⁷, укупна производња минералних ђубрива је у 2019. години износила 550 хиљада тона и била је за 14% већа од остварене производње у 2017. години. У 2017 и 2018. години 40% укупне производње ђубрива чинила су остала азотна ђубрива, 51-56% су чинила комплексна ђубрива, док су остале врсте ђубрива имале маргиналан удео у производњи. У 2019. години комплексна ђубрива су чинила 75% укупне производње ђубрива, 15% су чинили амонијумфосфати, а 10% остала азотна ђубрива. Око 75% ђубрива се користи за четири најважније ратарске културе: кукуруз, пшеницу, шећерну репу и соју.

Минерална ђубрива се претежно увозе из Русије (око 60%), док се далеко мање количине увезу из Европске уније, и то углавном Хрватске, Аустрије, Мађарске и Румуније. У посматраном трогодишњем периоду, увоз из ових пет земаља чинио је 92% укупног увоза минералних ђубрива. По годинама, у 2017. години је увезено 800 хиљада тона, у 2018 нешто преко 500

²⁷ Извештај о анализи стања конкуренције на тржишту трговине на велико вештачким ђубривима на територији Републике Србије у периоду 2017-2019. година (2020).- <http://www.kzk.gov.rs/kzk/wp-content/uploads/2020/12/Izve%C5%A1taj-o-sektor-skoj-analizi-na-tr%C5%BEi%C5%A1tu-mineralnog-C4%91ubriva.pdf>.

хиљада тона, да би у 2019. години било увезено преко хиљада тона. Према подацима старим више од деценију, а што се ни данас није значајно изменило, Србија има просечну употребу ђубрива на нашим обрадивим пољопривредним површинама испод 80 kg/ha активне NPK материје, што је за око три пута нижа него у развијеним пољопривредним земљама и око 1/3 у односу на период пре 1990. године у Србији²⁸. Захваљујући томе види се зашто су приноси многих гајених култура, посебно житарица, на доњој граници рентабилности.

Органска ђубрива, су производ органског порекла, биљног и животињског, код којих су хранљиви елементи у саставу органских једињења, а добијају се ферментацијом биљних и животињских остатака. Најпознатији и највише коришћен је стајњак. Његова количина у Србији може се обрачунати према условном грлу (УГ), а његов састав и квалитет зависе пре свега од животињске врсте од које потиче. Такође, на састав стајњака може да утиче конзумација хране, количина мокраће, као и врста и количина простирке која се користи. Течни стајњак, као и чврсти има своју одређену вредност као ђубриво. На основу броја грла гајених на крају 2020. године и њиховог прерачунавања на условна грла телесне масе од 500 килограма и дневне продукције течног стајњака по врсти²⁹ и процењена је количина произведеног стајњака која је дата у Табели 12.

Табела 12. Процена произведеног стајњака 2018. године у Републици Србији на основу броја грла гајених у току 2020 године

Врста	Број грла	Бр. условних грла	Количина течног стајњака у t
Говеда	886 127	886 127	14421150
Свиње	2 983 102	596 620	6132000
Овце	1 684 613	168 461	2187080
Козе	202 325	16 186	200312
Живина	15 248 808	60 995	1168000
Коњи	15000	12000	175200
Укупно		1740390	24283742

Годишње се у нашој земљи према овако изведеној процени произведе 24,3 милиона течног тона стајњака. Ако се користи 50 тона по једном хектару, произведена количина је довољна за ђубрење око 485 600 хектара обрадиве површине. Вредност добијеног стајњака за производњу ратарских култура, као и за ливаде и пашњаке, је ограничена, јер не садржи сва неопходна хранива у адекватним количинама, отежана је манипулација и неравномерно је распоређен по подручјима, тј. места интензивне производње стајњака се не поклапају увек са местима интензивне примене. Неправилна начин припреме и примена стајског ђубрива могу довести до загађења вода и земљишта, а на другу страну је стајњак

28 Стевановић, Д., Кресовић, М., Стојановић, М., Грубишић, М. (2009). Стање производње и проблеми примене минералних ђубрива у Србији. Саветовања агронома, ветеринара, технолога и агроекономиста, Института ПКБ Агроекономик, 15, стр 169-175.

29 Радивојевић, Д., Тописировић, Г., Станимировић, Н. (2004). Механизација сточарске производње, Универзитетски уџбеник, Пољопривредни факултет, Београд.

оплеменењивач земљишта ако се правилно користи, повећава плодност и благотворно утиче на биљни и животињски свет агрофитоценоза.

Однос употребе минералних и органских ђубрива у 2012. години је изгледао овако: Површина на којој се употребљава минерално ђубриво износила је 2.298.574 хектара, односно 67% укупне површине коришћеног пољопривредног земљишта. Чврсти стајњак је употребљавало 49% газдинстава на површини од 373.871 хектара, што је 11% укупне површине коришћеног пољопривредног земљишта³⁰.

Сектор пољопривреде је један од највећих извора емисија гасова са ефектом стаклене баште који је у земљама ЕУ у 2015. години износио 10%³¹. Емисије угљен-диоксида, метана и азот-субоксида из сектора пољопривреде чине скоро петину укупних емисија гасова са ефектом стаклене баште. Уколико се узме у обзир и промена намене земљишта, укључујући сагоревање биомасе и деградацију земљишта, укупни удео ових гасова расте и до једне трећине. Један од гасова са ефектом стаклене баште је и N₂O који се ослобађа у атмосферу најчешће као резултат микробске трансформације азотних ђубрива у земљишту. Настајање N₂O у пољопривреди представља више од половине од укупне емисије из пољопривреде. Укупна потрошња минералних ђубрива у Србији се повећава из године у годину, што показује да се пољопривредна производња интензивира. У 2012. години у Србији је укупно потрошено око 400.000 t минералних ђубрива, док је 2019. године потрошња била дупло већа. Ова чињеница, са аспекта просперитета пољопривреде делује добро, међутим са гледишта заштите животне средине она је забрињавајућа. Посебно треба имати у виду да се исхрана биљака, нарочито на мањим производним површинама, спроводи без доказа да је потребна и у којој мери (без хемијских анализа земљишта).

Сточарство и климатске промене су повезани јаком узајамном везом. Како климатске промене утичу на сточарску производњу, тако и сточарска производња утиче на климатске промене путем емисије гасова са ефектом стаклене баште попут угљен диоксида, метана и азотних оксида. Процена је да 14,5% антропогене продукције гасова са ефектом стаклене баште потиче од сточарске производње³². Исти аутори наводе да 44% емисије метана долази из сточарске производње и то пре свега из сектора говедарства (товног и млечног) као последица ферментације биљне хране у бурагу. Код емисије гасова са ефектом стаклене баште не треба занемарити ни депоновање и манипулацију стајњаком који учествују са 25,9% у укупној емисији сточарске производње. Индиректна емисија гасова са ефектом стаклене баште је последица припреме сточне хране, као и превођење земљишта које није имало ту намену и шума у пољопривредно земљиште.

30 Попис пољопривреде 2012. Пољопривреда у Републици Србији <https://publikacije.stat.gov.rs/G2013/Pdf/G201314002.pdf>

31 <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/16817.pdf>

32 Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Faluccci, A., Tempio, G. (2013). Tackling Climate Change Through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities FAO, Rome.

4 Специфични ризици и рањивост у биљној производњи

4.1 Процена ризика и рањивости у воћарству

У Србији се комерцијално гаји 16 врста воћака: јабука, крушка, дуња, шљива, вишња, трешња, бреска и нектарина, кајсија, јагода, малина, купина, рибизла, боровница, орах, лешник и бадем. Остале воћне врсте су мање заступљене и немају већи економски значај. На првом месту по укупној годишњој производњи налази се јабука, а иза ње долазе шљива, малина и вишња³³. На основу површина под засадима, на првом месту је шљива, а иза ње јабука и малина (Табела 13).

Шљива се гаји на територији целе Србије, али се ипак издвајају подручја Западне Србије, Шумадије и део јужне Србије око Прокупља. Водеће општине по површинама су Ваљево (4006 ha), Краљево (2351 ha), Крагујевац (2330 ha), Осечина (2265 ha) и Прокупље (2049 ha). Највеће површине под јабуком налазе се у општинама Суботица (1596 ha), Смедерево (1340 ha), Гроцка (1219 ha), Чачак (831 ha) и Ариље (778 ha). Значајне површине су и у Срему, деловима Шумадије и Јужном Банату. Производња малине је концентрисана у Западној Србији и у неким деловима јужне Србије. Највеће површине под малином су у општинама Ивањица (1249 ha), Ариље (1226 ha), Крупањ (759 ha), Брус (705 ha) и Бајина Башта (694 ha)³⁴.

Табела 13. Површина, производња и принос најзначајних врсти воћака у Србији у периоду 2014-2018. година

Врста	Година	Површина (ha)	Производња (t)	Принос (t/ha)	Врста	Година	Површина (ha)	Производња (t)	Принос (t/ha)
Јабука	2014	23,737	336,313	14.2	Бреска 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

33 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

34 Кесеровић, З., Магазин, Н., Курјаков, А., Дорић, М., Гошић, Ј. (2012). Попис пољопривреде 2012 ПОЉОПРИВРЕДА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ- ВОЋАРСТВО. Републички завод за статистику, 1-94.

Као вишегодишње културе, воћке су осетљивије на климатолошке факторе у односу на друге биљне врсте. Најзначајнији фактори који утичу на осцилације приноса су велике температурне осцилације у пролеће (појава позних пролећних мразева), високе температуре у периоду вегетације и суша. Поред ових фактора, значајан утицај на воћне врсте има и изненадна појава олуја (јак ветар и град) који могу да нанесу велику штету воћњацима.

Воћне врсте се међусобно разликују. Са аспекта отпорности на климатолошке услове, те разлике се пре свега огледају у потребним температурама за кретања вегетације (базне температуре или биолошки минимум- ТБ), дужини вегетације, моменту зрења плодова итд.

Све воћне врсте у зависности од момента кретања вегетације могу се поделити у четири групе:

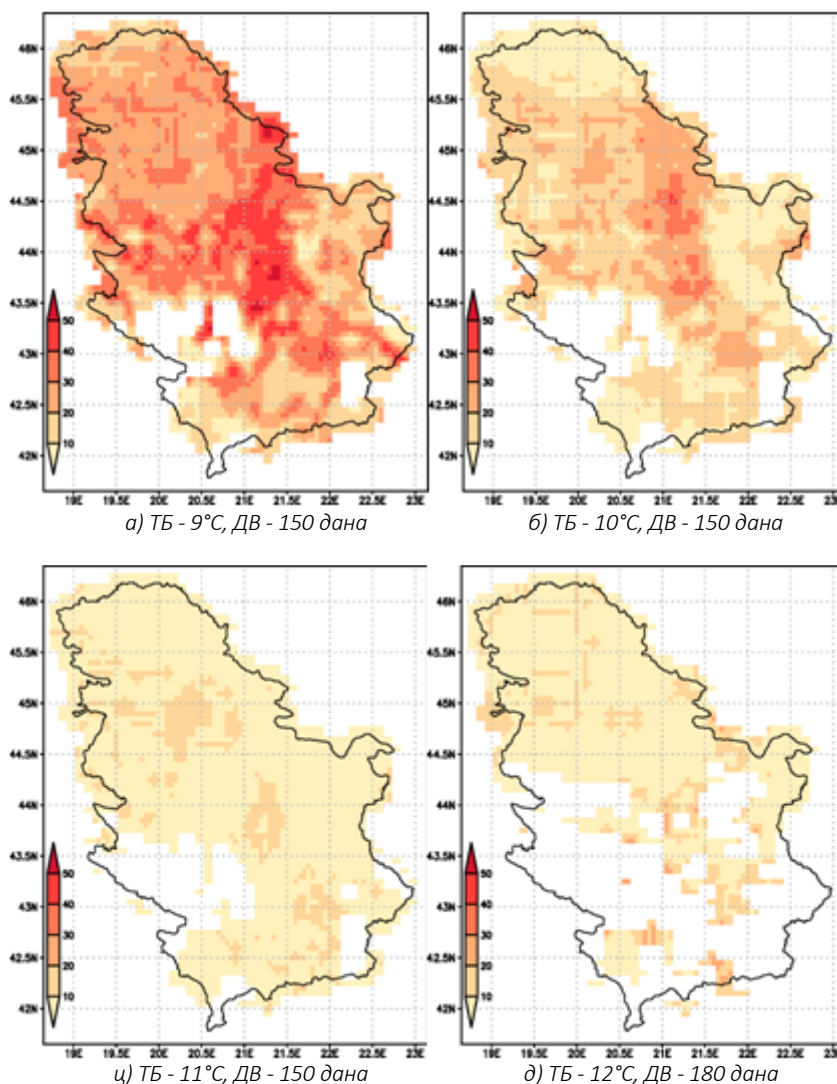
- Врсте које крећу са вегетацијом при средњим дневним температурама од 9°C (бадем и кајсија).
- Врсте које крећу са вегетацијом при средњим дневним температурама од 10°C (бресква, орах, леска, јагода, рибизла).
- Врсте које крећу са вегетацијом при средњим дневним температурама од 11°C (шљива, вишња, трешња, малина).
- Врсте које крећу са вегетацијом при средњим дневним температурама од 12°C (јабука, крушка, дуња, купина).

Код врста које крећу са вегетацијом на нижим температурама, вероватноћа од оштећења позним пролећним мразом је већа.

Поред мраза, ограничавајући фактор за успешно и економски исплативо гајење одређених врста на одређеним локалитетима у Србији је дужина периода вегетације (ДВ), односно период од кретања вегетације до зрења плодова³⁵. Према том критеријуму најкраћи период развоја плода има јагода (90 дана), а најдужи неке сорте јабуке, крушке, дуње, бадема, леске и ораха (180 дана). Период развоја плода код шљиве и брескве је 150 дана. На локалитетима у Србији где је период трајања температура које су ниже од базних температура, дужи од периода вегетације (ДВ), плодови не могу да дозру и те врсте су непогодне за гајење на том подручју. Ово се обично дешава на теренима са већом надморском висином.

На слици 11а, б, ц, д је приказана вероватноћа појаве мраза ($T_n < -2^{\circ}\text{C}$) након кретања вегетације на различим локалитетима у Србији. Воћке након кретања вегетације, постају остљиве на мраз, односно на температуре испод -2°C . Уколико се на одређеном локалитету у периоду након цветања, мраз јавља често (више од три године у десетогодишњем периоду) тај локалитет није погодан за гајење одређене врсте воћака.

³⁵ Пројекат: Рејонизација воћарског подручја у Београду, Јужној и Источној Србији. Министарство пољопривреде шумарства и водопривреде Републике Србије, 2018-2020.



Слика 11 (а, б, ц, д). Учесталост појављивања ($T_n < -2^\circ\text{C}$) на почетку вегетације воћака у зависности од базне температуре (T_B)

Поред тога на истој слици су приказани и терени на којима одређене врсте воћака не могу да успевају због дужине вегетације (бела боја).

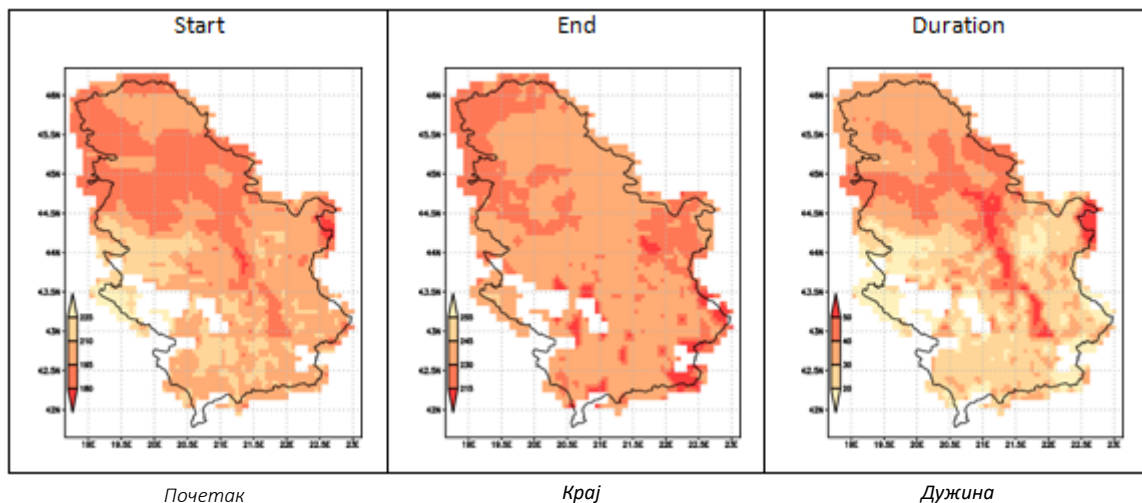
Са аспекта недовољно дугачке вегетације на 33,3% територије Србије или трећини подручја не могу да се гаје врсте које касније крећу ($T_B = 12^\circ\text{C}$) и код којих је потребно 180 дана да плодови сазру. То су јабука, крушка, дуња, орах, лешник. Ови локалитети се налазе у западној, источној и јужној Србији на надморском висинама већим од 700 мнв. Врсте код којих је T_B 11°C и где вегетација траје 150 дана, не могу да се гаје на 11,7% територије Републике Србије. Врсте са T_B 10°C и вегетацијом од 150 дана не могу да се гаје на 9,31% територије Србије. Ови локалитети се налазе на надморском висинама већим од 1000 m (Копаоник, Пештер, Златибор, Голија итд). Са становишта довољне дужине вегетације, на територији Србије највише могу да се гаје касија и бадем ($T_B = 9^\circ\text{C}$, ДВ - 150 дана). Ограничавајући фактор за гајење ових врсти је висок проценат ризика од мраза (вероватноћа појаве мраза већа од 30% јавља се на преко 60% територије Србије (Табела 14). Територије Србије где је недовољна дужина вегетације, не улазе у % територије Србије где се јавља различита вероватноћа појаве мраза.

Табела 14. Проценти територије Републике Србије у зависности од дужине периода вегетације и ризика од мраза

Врсте воћака	% територије Србије где је недовољна дужина вегетације	% територије Србије где се јавља различита вероватноћа појаве мраза					
		<10%	<20%	<30%	<40%	<50%	<60%
ТБ- 9°C, ДВ – 150 (бадем, кајсија)	6.10	8.61	24.18	35.05	20.11	5.63	0.31
ТБ- 10°C, ДВ – 150 (бресква, трешња)	9.31	39.98	36.15	13.07	1.49	0	0
ТБ- 11°C, ДВ – 150 (шљива, вишња)	11.74	83.26	5.01	0	0	0	0
ТБ- 12°C, ДВ – 180 (јабука, крушка)	33.26	55.09	9.94	1.64	0.08	0	0

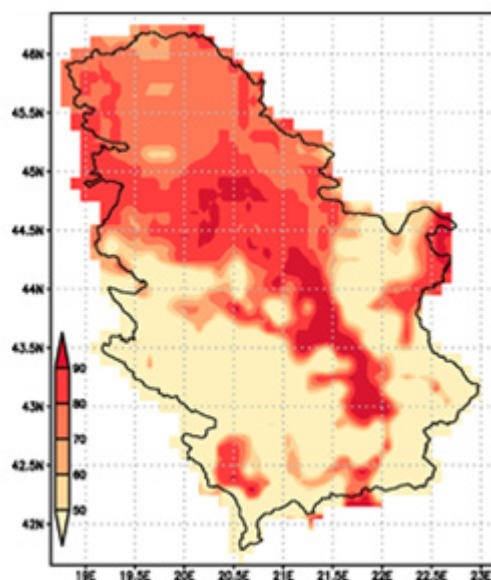
Поред горе наведених ограничавајућих фактора за успешно гајење различитих врсти на територији Републике Србије према тренутним климатским параметрима је и појава врелих периода, односно дана са температурама преко 35°C. Највеће штете од екстремно високих температура јављају се у периоду зрења плодова.

На Слици 12 приказан је средњи датум почетка, краја и дужине трајања топлог периода у коме се јављају $T_x > 35^\circ\text{C}$.



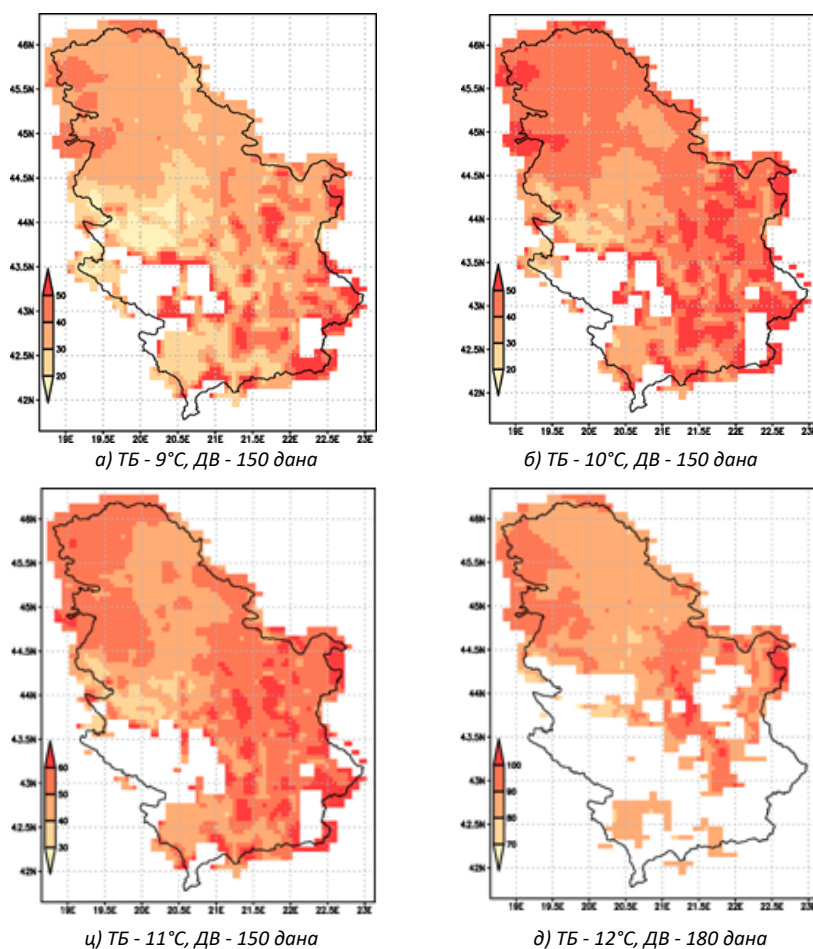
Слика 12. Средњи датум почетка, краја и дужине трајања топлог периода у коме се јављају $T_x > 35^\circ\text{C}$

Високе температуре на територији Републике Србије се релативно често јављају. На слици 13 приказан је проценат година у којима се макар једном појави $T_x > 35^\circ\text{C}$.



Слика 13. Процент година у којима се макар једном појави $T_x > 35^\circ\text{C}$

Високе температуре су нарочито штетне у периоду сазревања плодова. На слици 14 приказан је број дана поклапања периода зрења плодова и појаве топлог периода у различитим локалитетима за одређене врсте. Што је тај број већи, проблеми са високим температурама су израженији.



Слика 14 (а, б, ц, д). Број дана поклапања периода зрења плодова и појаве топлог периода у зависности од базне температуре и дужине вегетације

Табела 15. Проценати територије Републике Србије у зависности од дужине вегетације и броја дана преклапања топлог периода и завршетка бербе плодова за области у којима се јавила минимум у 10 година од посматраних 20 година.

Врсте воћака	1. ¹	Број дана преклапања топлог периода и завршетка бербе плодова										
		10%	<20%	<30%	<40%	<50%	<60%	<70	<80	<90	<100	<110
ТБ- 9°C, ДВ – 150 (бадем, кајсија)	6.96	0.08	2.82	15.02	35.92	8.53	0.57	0	0	0	0	0
ТБ- 10°C, ДВ – 150 (бресква, трешња)	9.70	0	0	2.19	18.31	36.15	6.18	0	0	0	0	0
ТБ- 11°C, ДВ – 150 (шљива, вишња)	12.0	0	0	0	2.74	25.43	31.61	3.05	0	0	0	0
ТБ- 12°C, ДВ – 180 (јабука, крушка)	33.3	0	0	0	0	0	0	0.16	2.82	37.56	18.70	1.88

1- % територије Србије где је недовољна дужина вегетације + плус области које немају $T_{x>35}$

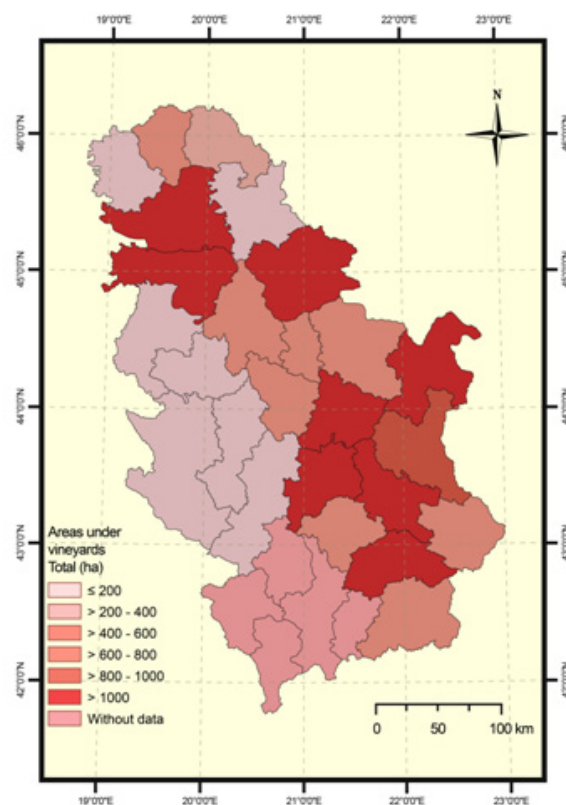
Код врсти воћака које касније крећу са вегетацијом (ТБ – 12°C) и код којих је потребно 180 дана да плодови сазру (јабука, крушка, дуња), број дана преклапања топлог периода и завршетка бербе плодова већи од 90, јавља се на 56,34% територије Србије (Табела 15), што значи да се на више од пола територије Србије, јављају проблеми са високим температурама у периоду сазревања плодова (стварају се ожеготине на плодовима, плодови неправилно сазревају итд.). Врсте које рано крећу са вегетацијом (ТБ – 9°C) и код којих је потребно 150 дана да плодови сазру (бадем, кајсија) број дана преклапања топлог периода и завршетка бербе плодова већи од 50, јавља се на 9,10% територије Србије.

Највећи проблеми са високим температурама у периоду сазревања плодова, налазе се на територији Војводине и деловима јужне Србије (долине река). Управо на овим теренима, нарочито у Војводини, једна од обавезних мера је постављање мрежа за засену у циљу спречавања негативног дејства високих температура на воћке.

4.2 Процена ризика и рањивости у виноградарству

Сектор производње грожђа у Србији је врло специфичан, јер га карактерише велики број произвођача грожђа са малим површинама винограда. На основу Пописа пољопривреде из 2012. године, 80.341 газдинство поседује винограде, што је око 13% од укупног броја наведених газдинстава (621.445 пописаних газдинстава). На основу Пописа пољопривреде (2012), највеће површине винограда (од 1.000 ха и више) налазе се у Јужнобачком (у делу који географски припада Срему), Сремском, Јужнобанатском, Борском, Поморавском, Расинском, Нишавском и Јабланичком округу (Слика 15)³⁶.

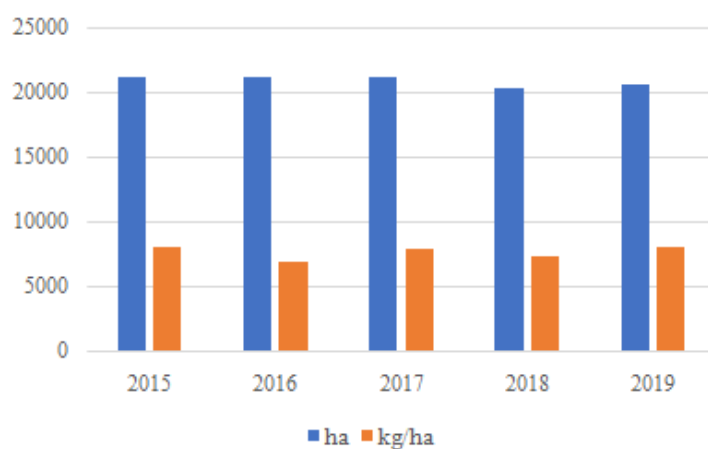
36 Виноградарство и винарство Србије. (2019). Студија анализе сектора производње грожђа и производње вина. Центар за виноградарство и винарство, Ниш. Уредник: Дарко Јакшић.



Слика 15. Дистрибуција винограда по окрузима; 2012.
Извор: РЗС, Попис пољопривреде (Мапа: ЦЕВВИН)³⁷

У Републици Србији се под виномом 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 последњих пет година (2015-2019) забележен је благи пад површина под виномом лозом и укупне производње грозђа са 21.201 ха и 8049 т/ха (2015) на 20.501 ха 7976 т/ха (2019) (Графикон 2).³⁸

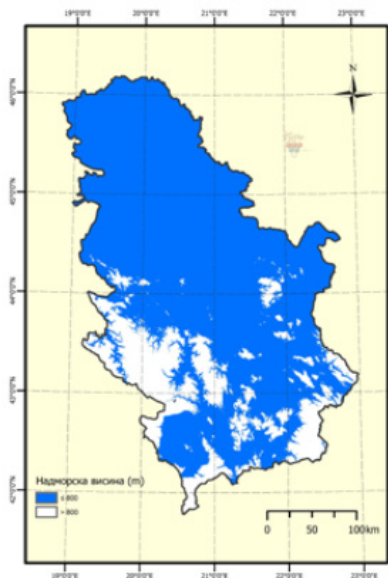


Графикон 2. Површине винограда и производња грозђа у Републици Србији у периоду 2015-2019 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>)

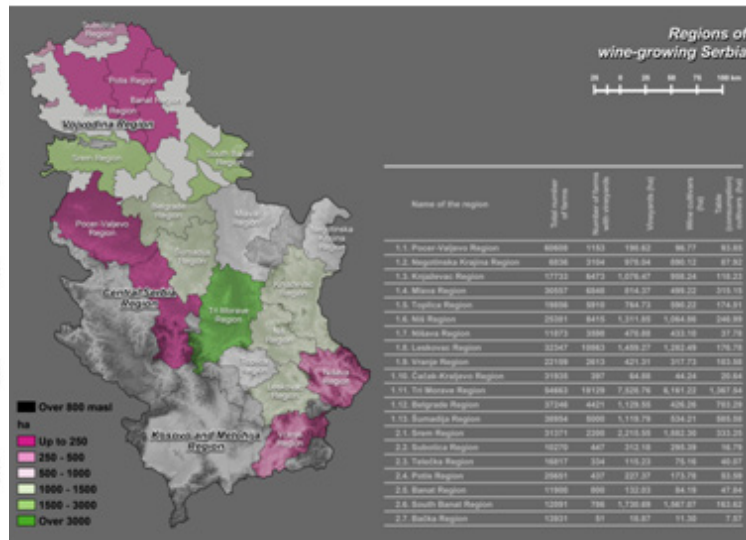
37 Виноградарство и винарство Србије. (2019). Студија анализе сектора производње грозђа и производње вина. Центар за виноградарство и винарство, Ниш. Уредник: Дарко Јакшић.

38 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Рејонизацијом виноградарских географских производних подручја, винородна Србија обухвата територију Републике Србије надморске висине до 800 m (Слика 16)³⁹, као и подручја изнад ове надморске висине уколико се она налазе на листи рејонираних подручја са већом надморском висином. У оквиру појединих рејона постоје делови територије са надморском висином већом од 800 m (Слика 17)⁴⁰.



Слика 16. Винородна Србија; 2019.
Извор: ЦЕВВИН⁴¹



Слика 17. Рејони винородне Србије⁴²

Највећи број виноградарских парцела који је уписан у Виноградарски регистар се налази на надморској висини у интервалу од више од 100 m до 200 m (39,54% од укупног броја виноградарских парцела), а затим у интервалу од више од 200 m до 300 m (27,32%). Виногради, који се налазе на надморској висини изнад 300 m представљају 26,80% тренутних виноградарских парцела уписаних у Виноградарски регистар. Мањи број винограда је на већим надморским висинама (преко 500 и више метара)⁴³.

У оквиру рејонизације виноградарских подручја издвојена су три виноградарска региона (Војводина, Централна Србија и Косово и Метохија) у оквиру којих се налазе укупно 22 рејона са 77 виногорја и више виноградарских оаза са својим специфичним климатским и земљишним карактеристикама.

39 Виноградарство и винарство Србије (2019). Студија анализе сектора производње грожђа и производње вина. Центар за виноградарство и винарство, Ниш. Уредник: Дарко Јакшић.

40 Драгослав Иванишевић, Дарко Јакшић (2014). Виноградарство Србије кроз статистику и рејонизацију.

41 Виноградарство и винарство Србије (2019). Студија анализе сектора производње грожђа и производње вина. Центар за виноградарство и винарство, Ниш. Уредник: Дарко Јакшић.

42 Драгослав Иванишевић, Дарко Јакшић (2014). Виноградарство Србије кроз статистику и рејонизацију.

43 Виноградарство и винарство Србије (2019). Студија анализе сектора производње грожђа и производње вина. Центар за виноградарство и винарство, Ниш. Уредник: Дарко Јакшић.

У оквиру региона Централна Србија се налази 13 рејона (Слика 17):

1. Поцерско-ваљевски рејон,
2. Рејон Неготинска Крајина,
3. Књажевачки рејон,
4. Млавски рејон,
5. Топлички рејон,
6. Нишки рејон,
7. Нишавски рејон,
8. Лесковачки рејон,
9. Врањски рејон,
10. Чачанско - краљевачки рејон,
11. Рејон Три Мораве,
12. Београдски рејон,
13. Шумадијски рејон.

У оквиру региона Војводина се налази 7 рејона (Слика 17):

1. Сремски рејон,
2. Суботички рејон,
3. Рејон Телечка,
4. Потиски рејон,
5. Банатски рејон,
6. Јужнобанатски рејон,
7. Бачки рејон.

На Слици 17 приказани су подаци по рејонима прикупљени Пописом пољопривреде 2012. године. Наведени подаци односе се на број газдинстава који се у оквиру одређеног рејона баве производњом грожђа, укупна површина винограда као и заступљена сортна структура. Највише винограда се налази у оквиру виноградарског рејона Три Мораве (7.528,76 ха, код 18.129 газдинстава), а на нивоу општина највише винограда је пописано у општини Трстеник. Најмање винограда евидентирано је у Бачком рејону (18,87 ха; 51 газдинство са виноградима).

4.2.1 Климатски услови у рејонизацији винорodne Србије

Климатски услови и одговарајући избор сорти грожђа су међу најважнијим чиниоцима за успех производње грожђа и вина⁴⁴. Промене у фенолошким фазама многих белих и црних сорти винове лозе забележене су у неким виноградарским регионима у Србији, углавном као последица промене топлотних услова. Цветање, сазревање и берба грожђа значајно су померени, док је мања промена уочена код пупљења⁴⁵.

44 Vujadinovic, M., Vukovic, A., Jaksic, D., Đurdjevic, V., Ruml, M., Rankovic-Vasic, Z., Przic, Z., Sivcev, B., Markovic, N., Cvetkovic, B., La Notte, P. (2020). Climate change projections in Serbian wine-growing regions. IVES- International viticulture and enology society, 65-70.

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

Анализа климе ради идентификације хомогених климатских зона, а у циљу рејонизације виноградарских географских производних подручја у Републици Србији је урађена на основу дневних података из метеоролошких станица за период од 50 година. Коришћени су дневни подаци за период 1961-2010. године са 103 станице. Индекси су израчунати за сваку годину посебно, а затим осредњени по броју година са расположивим подацима⁴⁶.

На основу анализе најважнијих биоклиматских виноградарских индекса (AVG, WIN, HI, CI, DI, N0, N35, N15) извршена је оцена погодности рејона за гајење винове лозе (поглавље 2). У рејонизацији, анализа климатских промена рађена је за период 1961-2010. година, на основу података добијених са станица РХМЗ-а Србије⁴⁷. На основу тих обрађених података, у збирној Табели 16 приказани су израчунати виноградарски индекси за 20 рејона винорodne Србије, а вредности Винклеровог индекса су приказане преко карата (Слике 18)⁴⁸.

Table 16. Results for viticultural indices (1961-2010)

Станица	AVG	WIN	HI	CI	DI	N0	N35	N15
Поцерско-Ваљевски рејон								
Шабач	17.4	1640.0	2183.9	10.9	187.1	3.6	4.5	1.9
Ваљево	17.0	1559.1	2092.6	10.8	246.2	4.6	3.3	2.2
РЦ Ваљево	17.4	1659.7	2051.0	13.1	221.4	2.4	3.0	0.4
Рејон Неготинска крајина								
Неготин	17.8	1717.9	2278.1	11.5	127.5	3.8	4.6	2.8
Ђердап	18.0	1750.4	2198.2	13.5	159.9	0.6	1.1	0.4
Текија	17.4	1624.2	2157.6	12.0	189.9	1.3	2.2	0.4
Доњи Милановац	16.8	1501.5	2044.2	11.7	124.9	1.4	1.8	0.6
Књажевачки рејон								
Knjaževac	16.8	1524.8	2167.1	9.3	150.7	9.2	7.0	2.2
Zaječar	16.8	1517.9	2142.3	9.7	151.8	8.1	5.1	3.1
Млавски рејон								
Кучево	17.8	1717.9	2278.1	11.5	127.5	3.8	4.6	2.8
РЦ Петровац	18.0	1750.4	2198.2	13.5	159.9	0.6	1.1	0.4
Велико Градиште	17.4	1624.2	2157.6	12.0	189.9	1.3	2.2	0.4
Жагубица	16.8	1501.5	2044.2	11.7	124.9	1.4	1.8	0.6

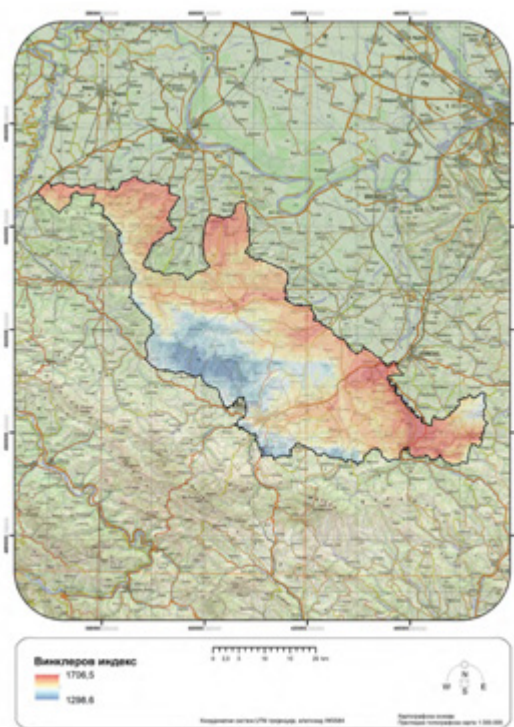
46 Виноградарски атлас, 2015.

47 Виноградарски атлас, 2015

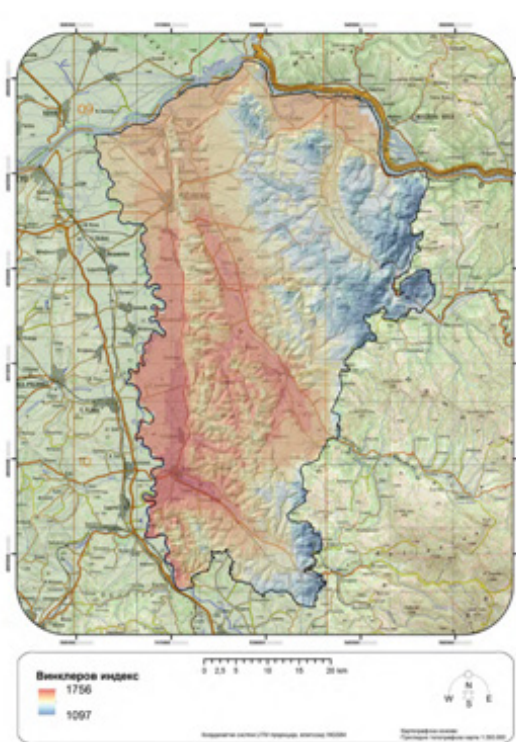
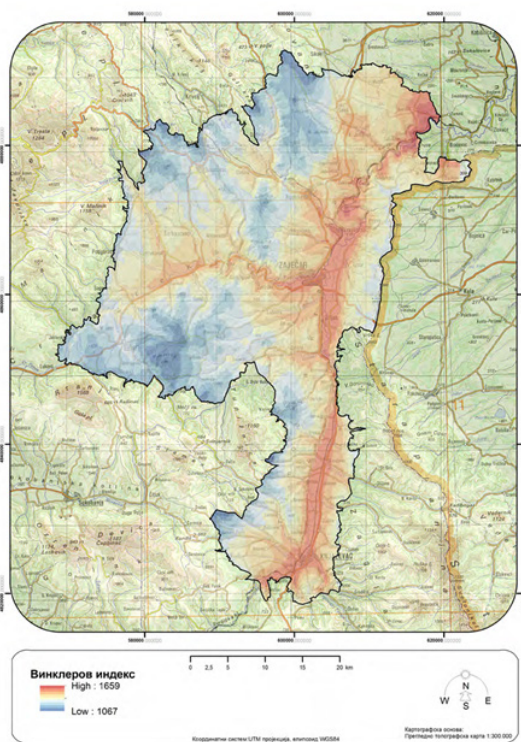
48 Виноградарски атлас, 2015

Station	AVG	WIN	HI	CI	DI	N0	N35	N15
Нишки рејон								
Алексинач	17.6	1676.4	2220.7	11.0	141.5	3.2	6.0	1.3
Ниш	17.8	1713.8	2259.7	11.3	138.0	3.6	7.7	1.2
РЦ Ниш	15.0	1208.8	1572.6	10.8	217.6	6.4	0.5	1.6
Сокобања	16.2	1415.9	1993.7	9.5	180.3	7.3	3.2	2.3
Нишавски рејон								
Бабушница	16.0	1363.7	1952.6	9.0	189.2	7.9	4.2	4.1
Бела Паланка	17.2	1596.1	2187.6	10.3	163.2	5.2	6.8	2.0
Димитровград	16.0	1357.3	1935.1	9.3	195.7	7.7	2.1	2.4
Пирот	16.5	1464.9	2042.2	9.7	170.1	6.9	4.1	2.0
Лесковачки рејон								
Лесковац	17.0	1548.4	2143.8	9.9	153.8	6.8	5.8	3.1
Власотинце	17.7	1703.0	2244.6	11.4	185.5	1.9	7.7	1.7
Врањски рејон								
Бујановац	16.4	1432.1	2056.2	9.0	163.8	7.8	3.9	2.5
Врање	16.8	1512.1	2064.1	10.4	154.0	4.7	3.3	1.4
Прешево	16.8	1511.4	2018.6	11.0	152.9	3.1	2.3	1.0
Чачанско- Краљевачки рејон								
Врњачка Бања	16.8	1523.2	2064.3	10.7	235.8	4.2	4.3	1.9
Краљево	17.1	1575.6	2108.4	10.8	220.5	4.1	3.4	1.7
Рејон Три Мораве								
Александровац	16.8	1520.0	1990.5	11.0	166.3	2.7	1.5	2.0
Алексинач	17.6	1676.4	2220.7	11.0	141.5	3.2	6.0	1.3
Брус	15.3	1232.8	1857.4	8.1	203.7	12.9	3.0	4.5
Ђуприја	17.0	1553.3	2140.5	10.1	183.9	7.9	5.9	2.5
Јагодина	17.6	1680.6	2229.0	11.0	149.2	3.3	6.3	1.9
РЦ Крушевац	17.1	1571.5	2130.0	10.4	173.5	5.5	4.9	2.9
Рековац	16.8	1521.2	1899.7	12.0	180.7	2.7	1.4	0.6
Крушевац	17.1	1571.5	2130.0	10.4	173.5	5.5	4.9	2.9

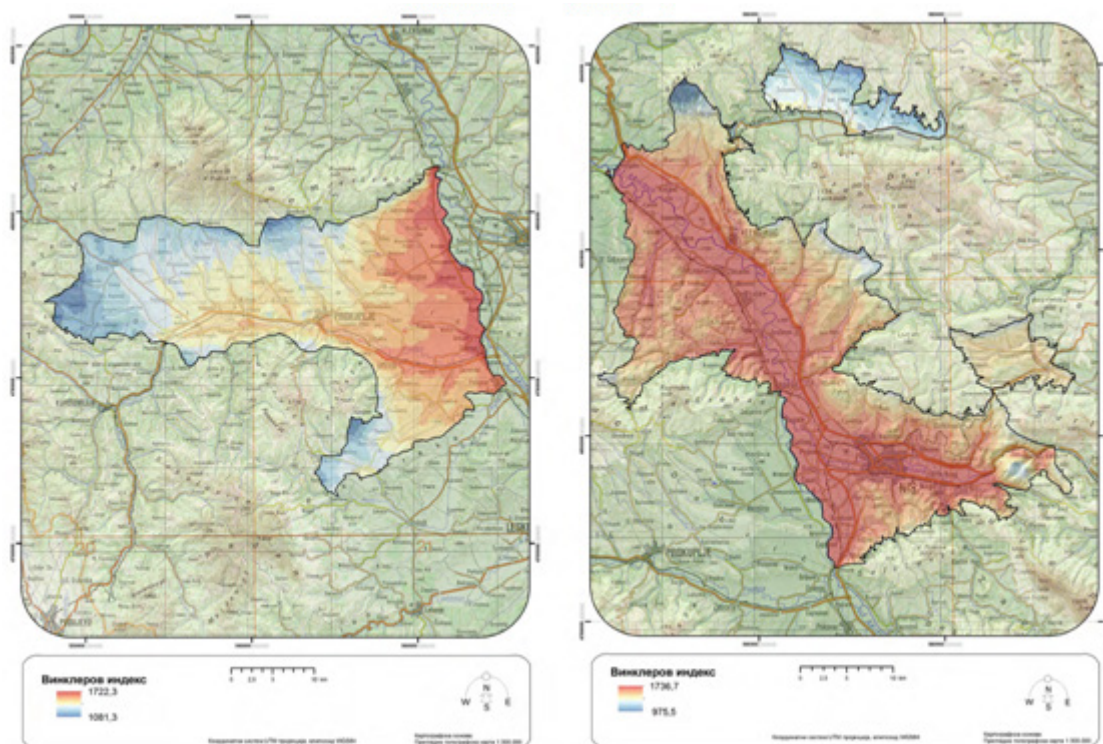
Station	AVG	WIN	HI	CI	DI	N0	N35	N15
Београдски рејон								
Београд	18.3	1817.4	2252.3	13.2	174.9	1.0	3.6	0.3
Радмиловац	17.1	1571.2	2112.3	10.7	192.7	3.7	3.7	1.5
Сурчин	17.6	1669.3	2163.0	11.9	182.7	2.7	3.6	1.4
Шумадијски рејон								
Чимић	17.0	1564.9	1996.3	12.3	218.6	1.8	2.0	0.3
Крагујевац	17.2	1591.3	2133.2	11.0	181.8	4.0	4.3	2.2
Рудник планина	15.2	1263.9	1604.2	11.7	344.2	6.8	0.4	1.0
Смедеревска Паланка	17.1	1580.4	2138.2	10.7	177.0	5.3	4.1	2.9
Буковачка Бања	16.7	1514.7	2010.0	11.3	209.0	3.9	2.7	1.3
РЦ Бешњаја	16.1	1407.8	1758.6	11.9	253.7	4.1	1.2	0.9
РЦ Букљаја	14.9	1201.8	1542.2	11.7	282.0	7.0	0.0	1.3
Сремски рејон								
Сремски Карловци	17.8	1717.7	2150.7	12.8	148.9	1.4	2.7	0.5
Сремска Митровица	17.2	1591.8	2143.1	10.8	168.4	3.6	2.4	2.3
Суботички рејон								
Палић	17.1	1583.2	2102.5	11.2	151.2	3.6	1.8	2.2
Рејон Телечка								
Бачка Топола	17.1	1592.2	2118.2	11.3	145.8	4.2	2.8	1.6
Потиски рејон								
Бечеј	17.4	1634.2	2167.0	11.2	160.9	4.7	2.6	2.6
Сента	17.7	1694.8	2228.8	11.4	140.9	3.2	5.2	1.7
Банатски рејон								
Зрењанин	17.4	1632.2	2153.8	11.4	152.9	4.2	2.7	2.5
Кикинда	17.3	1609.8	2133.2	11.2	147.7	4.0	2.2	2.2
Јужнобанатски рејон								
Вршац	17.3	1627.2	2140.7	11.4	192.6	6.3	2.5	3.3
Бела Црква	17.4	1635.7	2163.5	11.4	199.4	5.4	3.6	1.8
Бачки рејон								
Сомбор	17.0	1549.2	2102.8	10.4	169.2	5.4	2.5	2.7



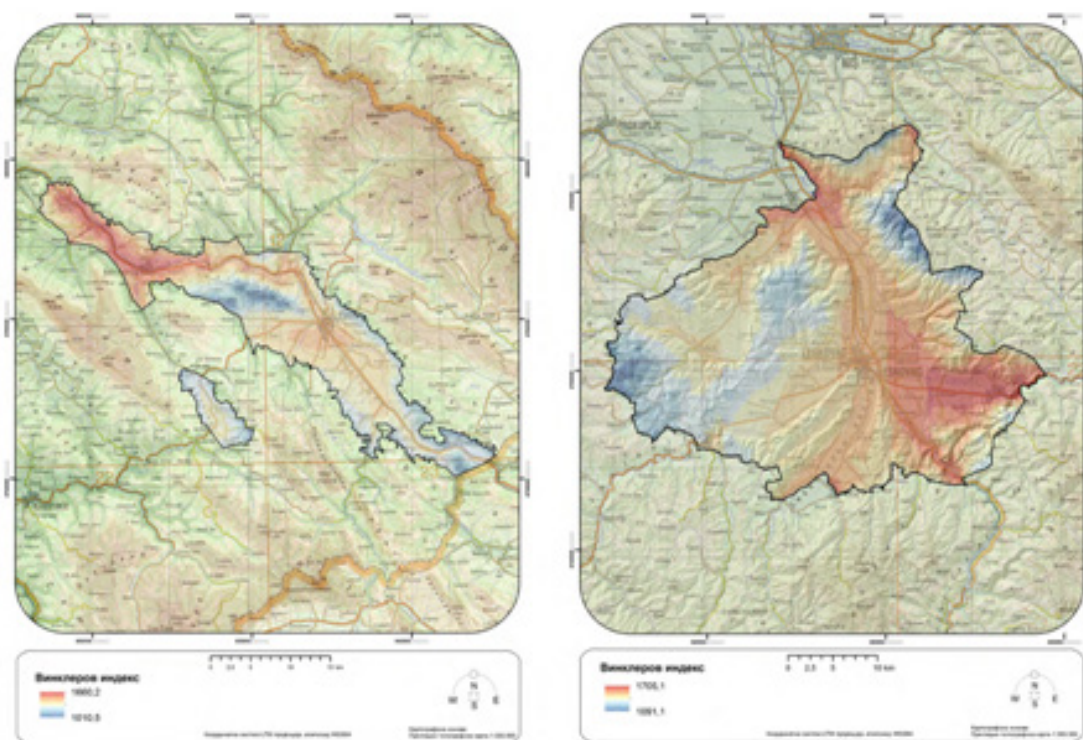
Поцерско-ваљевски рејон и рејон Неготинска крајина



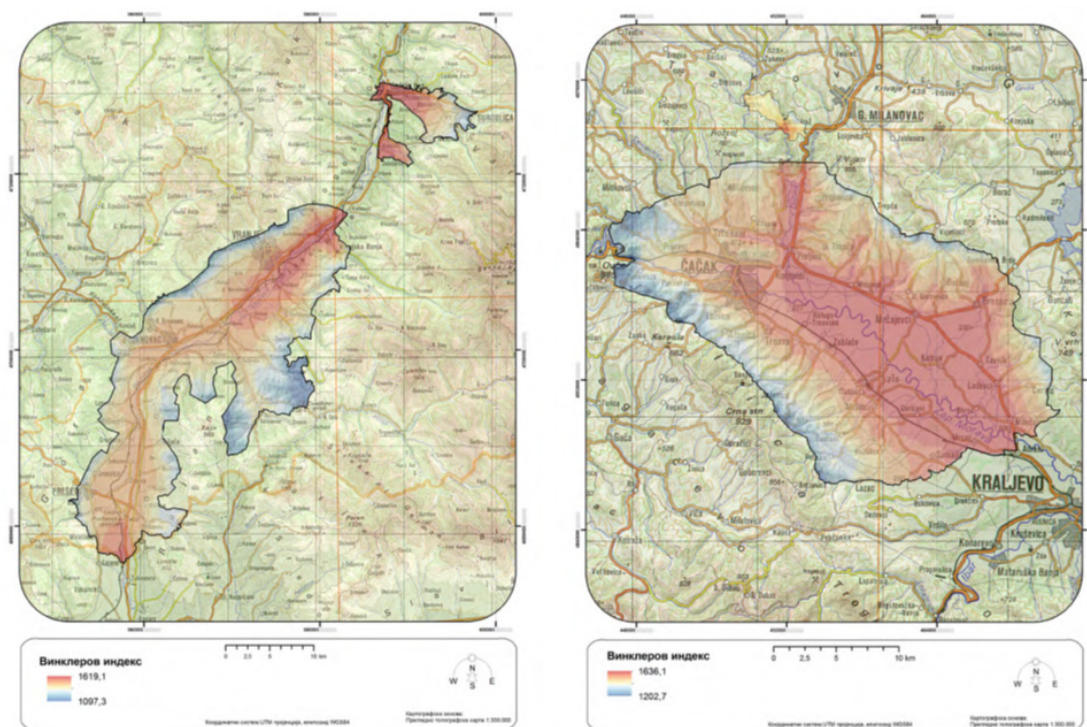
Књажевачки и Млавски рејон



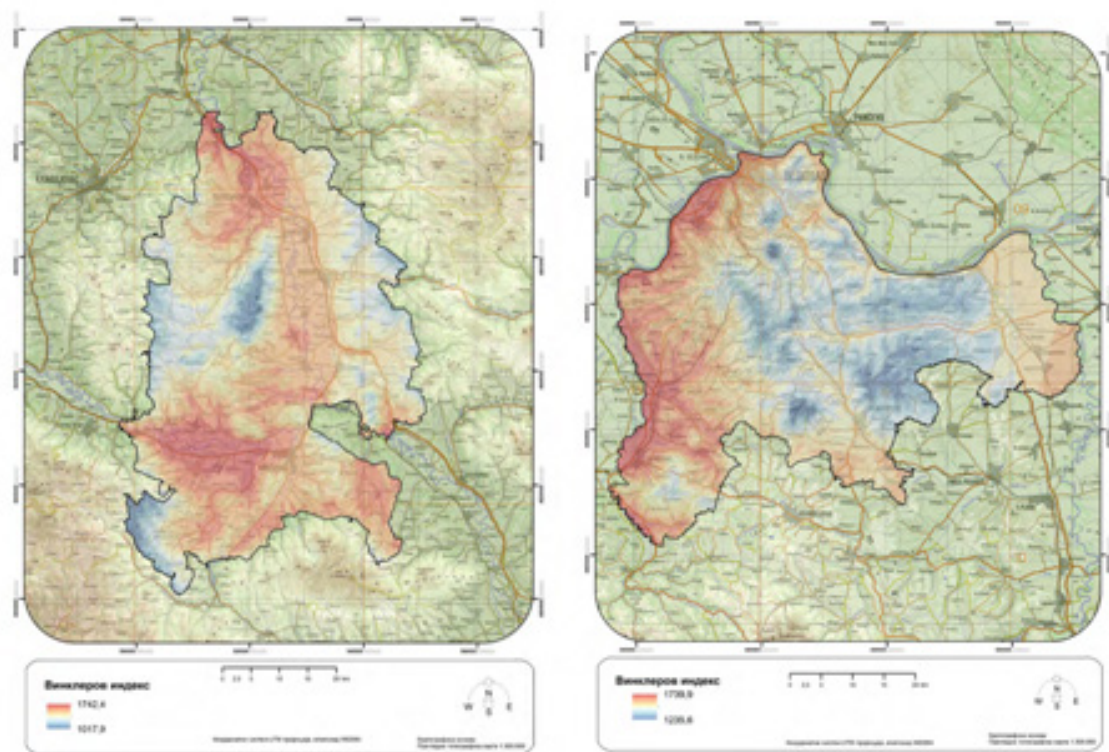
Топлички и Нишки рејон



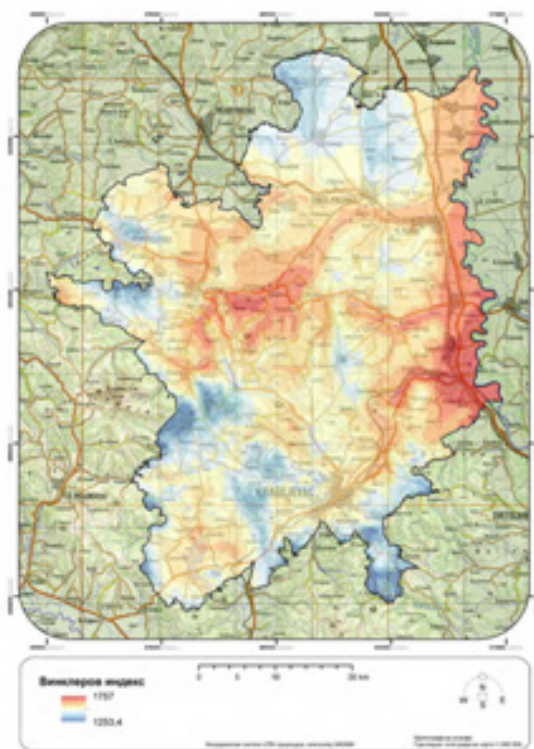
Нишавски и Лесковачки рејон



Врањски и Чачанско-Краљевачки рејон



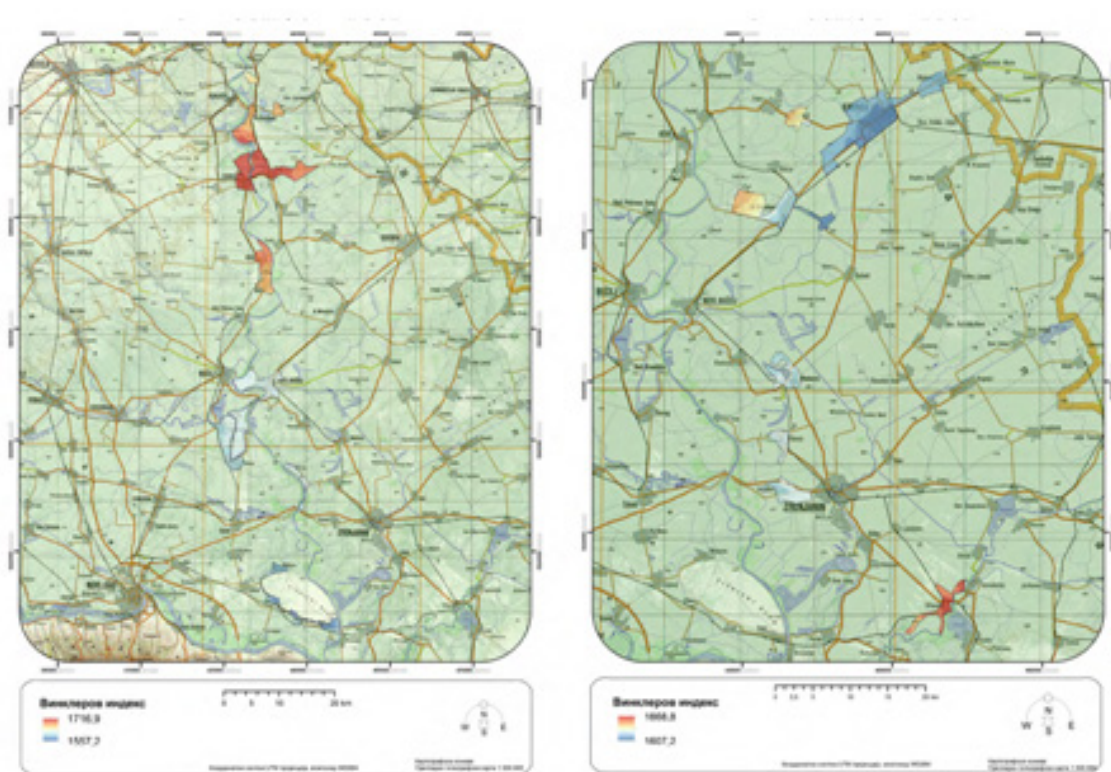
Рејон Три Мораве и Београдски рејон



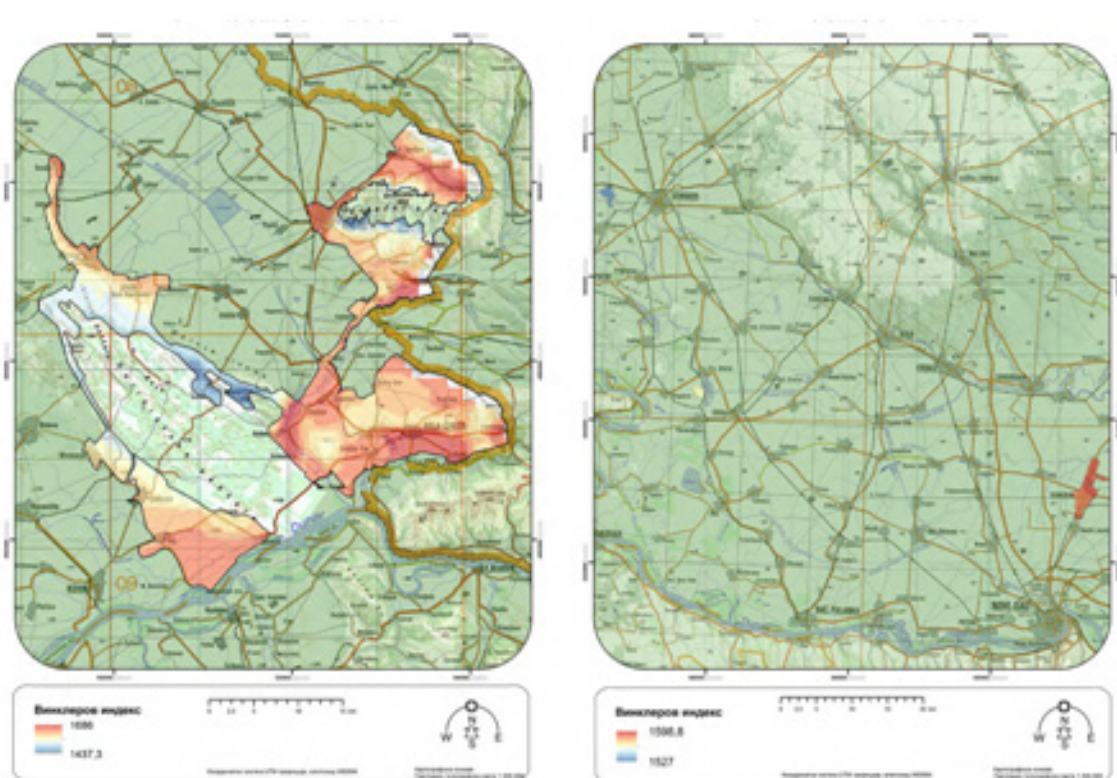
Шумадијски и Сремски рејон



Суботички и рејон Телечка



Потиски и Банатски рејон



Јужнобанатски и Бачки рејон

Слика 18. Винклеров индекс виноградарских рејона у Војводини и Централној Србији
(Извор: Виноградарски атлас, 2015)

На основу резултата који су приказани у Табели 16 и Сликама 18, а Према класификацији заснованој на индексу AVG, виноградарски рејони Србије највећим делом спадају у топлу категорију (17-19°C), што је одговарајуће за сазревање веома великог броја сорти⁴⁹. Виноградарски рејони Србије, у просеку (више од половине) припадају Винклер (WIN II) региону (1389-1667°C).

Три виноградарске климе, дефинисане у Мултикритеријумском систему класификације (индекси HI, CI и DI)⁵⁰, присутне су у Србији: 1. умерено топла, влажна са врло хладним ноћима (HI+1 DI-2 CI+2), пример су рејони: Суботички, Бачки, Књажевачки; 2. умерено топла, суб-влажна до влажна, са врло хладним ноћима (HI+1 DI-1/DI-2 CI+2); Јужнобанатски, Банатски, Потиски, Сремски, Београдски, Лесковачки; 3. умерено топла, суб-влажна са врло хладним ноћима (HI+1 DI-1 CI+2) (рејон Телечка). Поједини рејони (Шумадијски, Три Мораве, Нишавски, Млавски...) делимично имају умерену (HI-1), влажну (DI-2) климу, а такође су са врло хладним ноћима (CI+2).

У умерено топлој класи HI+1, практично не постоји хелиотермално ограничење да сазрију све гајене сорте (пored неких изузетака као што су сорте без семена). Субхумидна класа DI-1 карактерише „одсуство сувоће“, влажна класа DI-2 одговара „одсуству сувоће“ са високим нивоом доступности воде, што може негативно утицати на квалитет грозђа и вина јер се најчешће најбољи квалитет добија у мање влажним годинама. Класа CI+2 која се одликује врло хладним ноћима има позитиван ефекат ниских ноћних температура на боју, арому и карактеристике укуса и зависи од хелиотермалног потенцијала који осигурава добро сазревање грозђа за одређену сорту⁵¹.

Највећи број дана до 2010. године, на основу израчунатих података у рејонизацији, у периоду вегетације (април-октобар), са минималном дневном температуром мањом од 0°C имо је Књажевачки рејон (N0=8,1-9,2). Овај податак указује постојање опасности од ниских температура које могу изазвати оштећења на виновој лози у зависности колико је температура нижа од 0°C, колико дана је трајала и у којој фенофази се јавила. Најмање вредности индекса N0 су утврђене у Београдском, Сремском и рејону Неготинске крајине.

Број дана у периоду вегетације (април-октобар) са максималном дневном температуром већом или једнаком 35°C указује на ризик од веома топлих дана. Ни у једном виноградарском рејону индекс (N35), није мањи од 1, што значи да се веома топли дани јављају сваке године. Изузетак су станице Рудник планина, РЦ Букуља (Шумадијски рејон) и РЦ Ниш (Нишки рејон) које ни не представљају типичне виноградарске терене за дати рејон. Највећи број дана са температуром већом од 35°C утврђен је у Нишком (станица Ниш) и Лесковачком (станица Власотинце) виноградарском рејону и износио је 7,7. Ако се високе температуре јаве у периоду сазревања грозђа (од фенофазе шарка до бербе) могу утицати на смањење синтезе

49 Jones, G.V. (2006). Climate and Terroir: Impacts of Climate Variability and Change on Wine. In *Fine Wine and Terroir- The Geoscience Perspective*. Macqueen R.W., and Meinert L.D. (eds.), Geoscience Canada Reprint Series Number 9, Geological Association of Canada, St. John's, Newfoundland, 247 p.

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

51 Ruml, M., Vuković, A., Vujadinović, M., Đurđević, V., Ranković-Vasić, Z., Atanacković, Z. (2012). Classification of Serbian winegrowing regions based on climate-viticulture indices. *Proceedings 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture* (pp. 783-786). 13-17 February, 2012, Opatia, Croatia.

и деградацију антоцијана, а самим тим и слабију обојеност грозђа и произведеног вина.⁵²

У рејону Три Мораве (станица Брус) утврђен је највећи број дана у периоду мировања са минималном дневном температуром мањом или једнаком -15°C који је износио 4,5 што указује на опасност од ниских температура и оштећења које могу изазвати на чокотима појединих сорти. У садашњој клими, иако се смањује ризик од јаким зимских мразева, он и даље постоји на појединим локалитетима (на вишим надморским висинама или долинама могуће појаве „језера хладног ваздуха“ током зиме)⁵³. Важно је сагледати локалитет гајења, сорту, у коме делу зимског мировања су се ниске температуре јавиле и колико дуго су трајале. У осталим виноградарским рејонима вредности индекса N15 су ниже од вредности за станицу Брус (јављају у одређеном броју дани са овако ниском минималном дневном температуром).

У Табели 17. приказане су вредности виноградарских индекса у седам виноградарских рејона у различитим административним регионима Републике Србије за периоде од двадесет (2000-2019) и десет (2010-2019) година, на основу обрађених података са станица РХМЗ Србије. У односу на резултате из рејонизације виноградарских подручја (Табела 16 и Сlike 18) уочавају се промене у вредностима индекса које су настале како због периода обрачунавања тако и због промена у вредностима температуре и падавина. Посебно се издваја индекс NTX35, где је у појединим виноградарским рејонима дошло до повећања броја дана са температуром већом од 35°C . У Нишком рејону у последњих 10 година било је 15,1 дан са виским температурама што је дупло више него у периоду који је анализиран за потребе рејонизације (1961-2010). У другим истраживањима такође се раде анализе виноградарских индекса или су већ потврђене њихове промене^{54,55}. Високе температуре у периоду сазревања грозђа могу неповољно утицати на синтезу и садржај фенолних материја што условљава смањење квалитета грозђа и вина⁵⁶.

Table 17. Values of wine-growing indices in seven vineyard regions (2000-2019 and 2010-2019)

Период	Рејон / Станица	Tveg	Rveg	NTN15	NTX35	NTN0	WIN	CI	HI	DI	VegStart	VegEnd	VegL	SF	AF
2000-2010	Неготинска крајина / Неготин	19.1	396.7	2.0	9.2	2.2	1968.4	12.9	2530.0	52.7	5.4.	2.11.	212.2	28.3.	1.11.
	Нишки / Ниш	19.0	382.8	1.0	14.7	2.5	1946.6	12.3	2499.1	53.7	6.4.	2.11.	210.9	2.4.	29.10.
	Суботички / Палић	18.3	406.2	1.2	4.3	1.9	1807.2	12.2	2331.4	82.3	8.4.	29.10.	204.6	28.3.	31.10.

52 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.

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

54 Пројекат: Интегрисани систем агро-метеоролошких прогноза (IAPS). Фонд за науку Републике Србије. Промис програм, 2020-2022.

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

56 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.

Период	Рејон / Станица	Tveg	Rveg	NTN15	NTX35	NTN0	WIN	CI	HI	DI	VegStart	VegEnd	VegL	SF	AF
2000-2010	Три Мораве / РЦ Крушевац	17.7	430.5	0.6	2.8	1.3	1709.2	12.8	2113.1	93.0	13.4.	27.10.	198.5	26.3.	8.11.
	Врањински / Врање	17.7	377.1	1.3	7.9	4.1	1686.5	10.8	2275.1	75.5	12.4.	2.11.	204.9	9.4.	25.10.
	Јужнобанатски / Вршац	18.5	441.4	2.3	6.8	4.7	1852.4	12.2	2388.1	91.9	7.4.	4.11.	211.9	9.4.	19.10.
	Поцерско-Ваљевски / Ваљево	18.3	532.6	1.5	8.0	2.8	1802.8	12.0	2327.0	116.5	8.4.	3.11.	210.1	1.4.	29.10.
2010 - 2019	Неготинска крајина / Неготин	19.4	393.5	2.1	9.4	1.5	2035.8	13.5	2607.5	29.1	29.3	2.11.	219.2	21.3	2.11.
	Нишки / Ниш	19.2	371.7	0.7	15.1	1.8	1990.0	13.0	2537.9	32.8	7.4.	6.11.	213.9	28.3.	30.10.
	Суботички / Палић	18.4	408.3	1.0	5.7	1.1	1840.0	12.7	2371.4	75.8	4.4.	28.10.	208.1	24.3.	31.10.
	Три Мораве / РЦ Крушевац	18.0	443.5	0.6	2.8	0.5	1761.3	13.5	2174.0	77.4	11.4.	29.10.	201.9	24.3.	10.11.
	Врањински / Врање	18.0	370.1	1.0	9.0	3.4	1750.7	11.4	2346.0	56.3	11.4.	6.11.	210.6	9.4.	25.10.
	Јужнобанатски / Вршац	18.7	460.9	1.7	8.0	4.2	1898.3	12.6	2444.0	89.7	4.4.	5.11.	215.2	6.4.	16.10.
	Поцерско-Ваљевски / Ваљево	18.6	552.0	1.3	9.5	1.7	1873.4	12.7	2397.1	96.2	6.4.	4.11.	213.6	29.3	31.10.

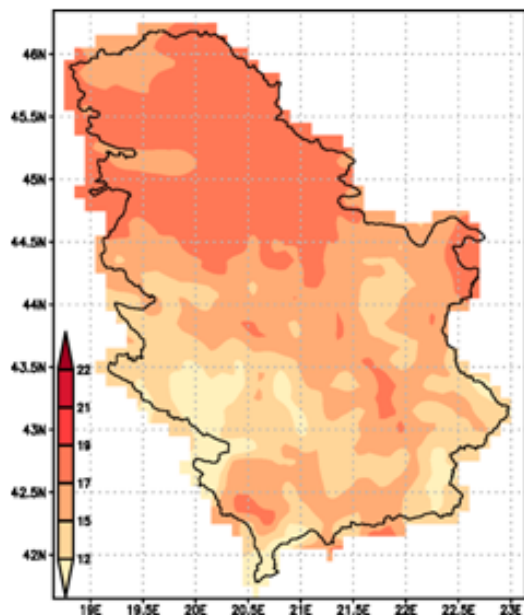
**VegStar – почетак вегетације; VegEnd – крај вегетације; VegL – дужина вегетације; SF – датум последњег пролећног мраза; AF – датум првог јесењег мраза*

Последњих 7 година на територији винорodne Србије представљају рекордно најтоплијих 7 година, што значи да се повећање температуре убрзава током последње деценије и да ће наставити да расте. Ове промене указују на потребу за планирањем адаптације виноградарске производње и целог виноградарско-винарског сектора у циљу најбољег искоришћења потенцијала *terroir-a*⁵⁷.

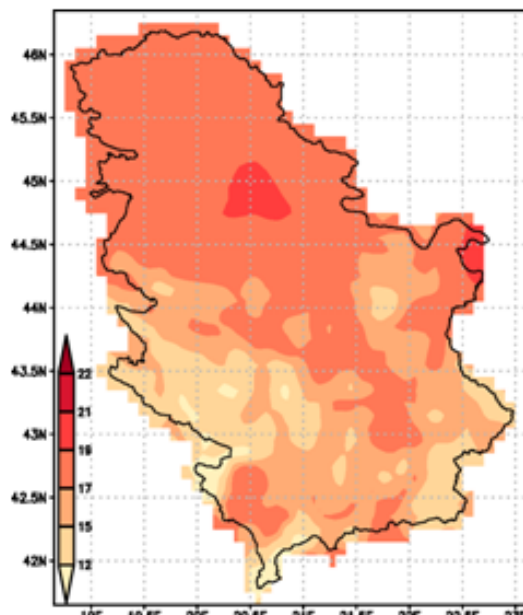
⁵⁷ Пројекат: Адаптација аутохтоног генофонда воћака и винове лозе на измењене климатске услове са циљем достизања одрживе производње. Министарство заштите животне средине Р. Србије, 2019.

4.2.2 Карактеристике садашње климе у виноградарским рејонима

На основу климатолошких података из E-OBS базе⁵⁸ просторно интерполираних метеоролошких података за Европу израчунати су виноградарски индекси за два вишегодишња периода (1961-2010 и 2010-2019) и креиране су карте. На Сликама 19 и 20 могу се видети разлике у средњој вегетационој температури између два периода.



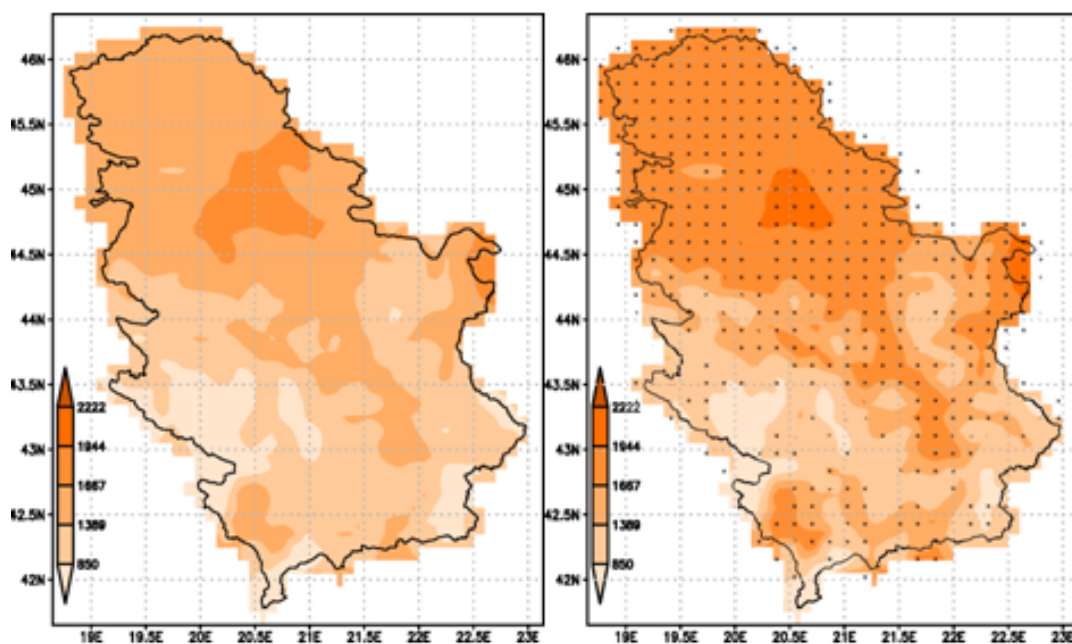
Слика 19. Средња вегетациона температура ваздуха за период 1961-2010



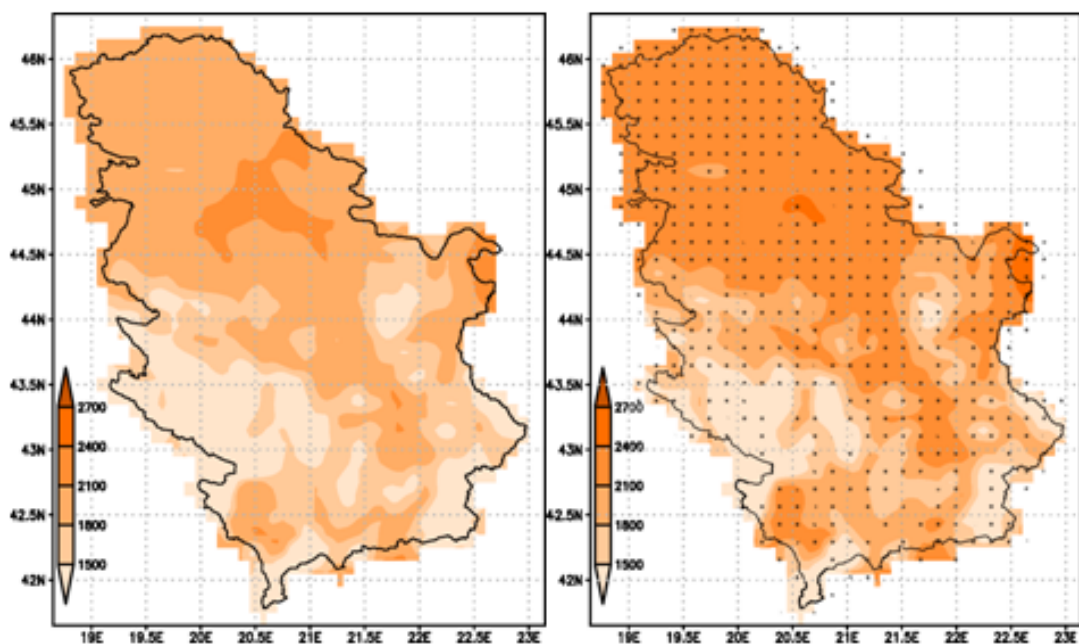
Слика 20. Средња вегетациона температура ваздуха за период 2000-2019

Промене вредности (тачке на карти) Винклеровог и Хуглиновог индекса у последњих 10 година се могу видети на Сlici 22. Уочавају се јасне разлике у промени категорије појединих рејона из ниже у вишу категорију.

Винклеров (WI) и Хуглинов (HI) индекс у виноградарским рејонима винорodne Србије

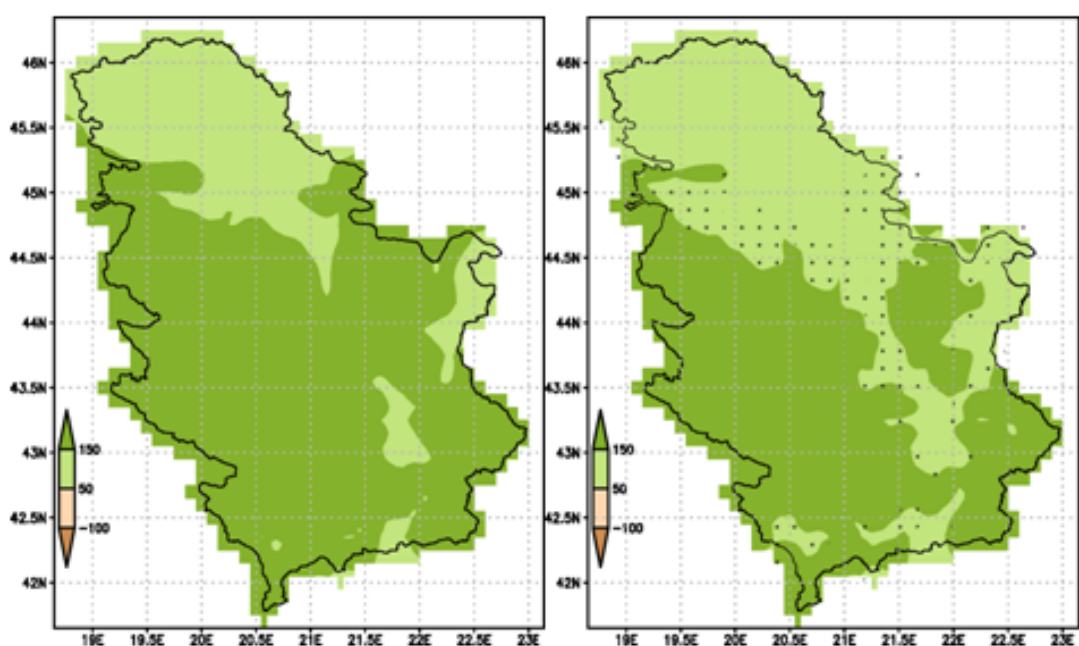


58 <https://www.ecad.eu/download/ensembles/download.php>

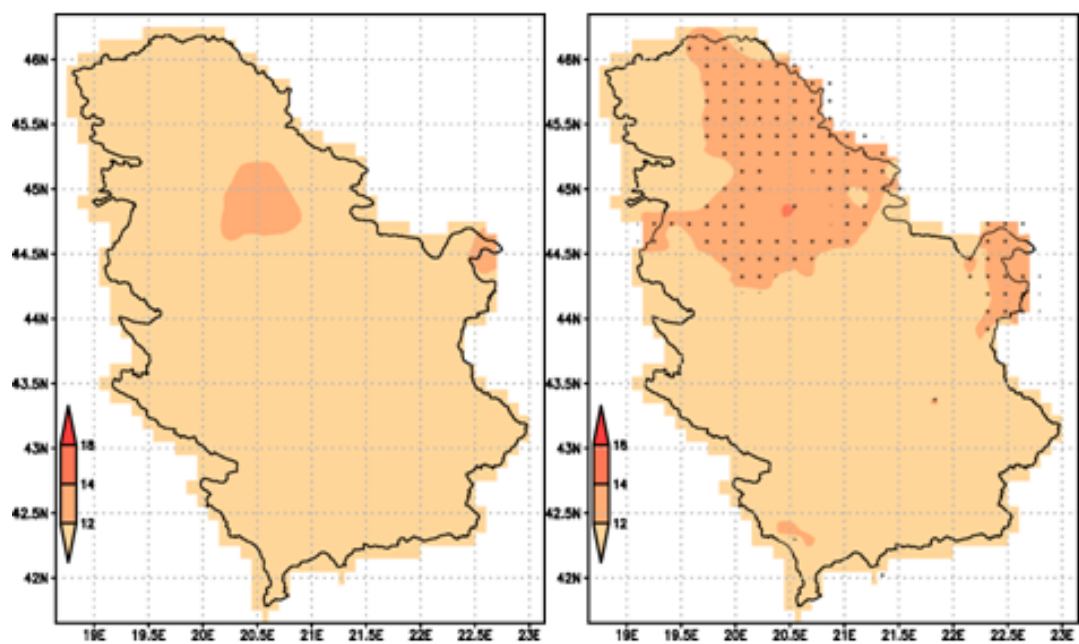


Слика 22. Хуглинов индекс а) 1961-2010. година; б) 2000-2019. година

Из категорије WIN II (1389-1667) поједини рејони су прешли у категорију WIN III (1668-1944) па чак неки и у WIN IV (1945-2222). Велики део територије је у WIN III региону, а Војводина, Срем, Мачва, Поцерина, долина Мораве, делови источне и јужне Србије су у HI+1 категорији (умерено топло, 2100-2400). На Слици 23 б, уочавају се зоне у Банату, Срему, рејону Београда, долини три Мораве где је дошло до промена вредности хумидне (DI-2) у суб хумидну климу и категорију индекса DI-1. Такође, у истом анексу, на слици 24 б се уочавају промене вредности индекса свежине ноћи са CI+2 (мање од 12°C - веома хладне ноћи) у CI+1 (12-14°C - хладне ноћи). Ове промене су у последњих 10 година утврђене су у регији Београда, у Срему, Банату, источним деловима Србије.

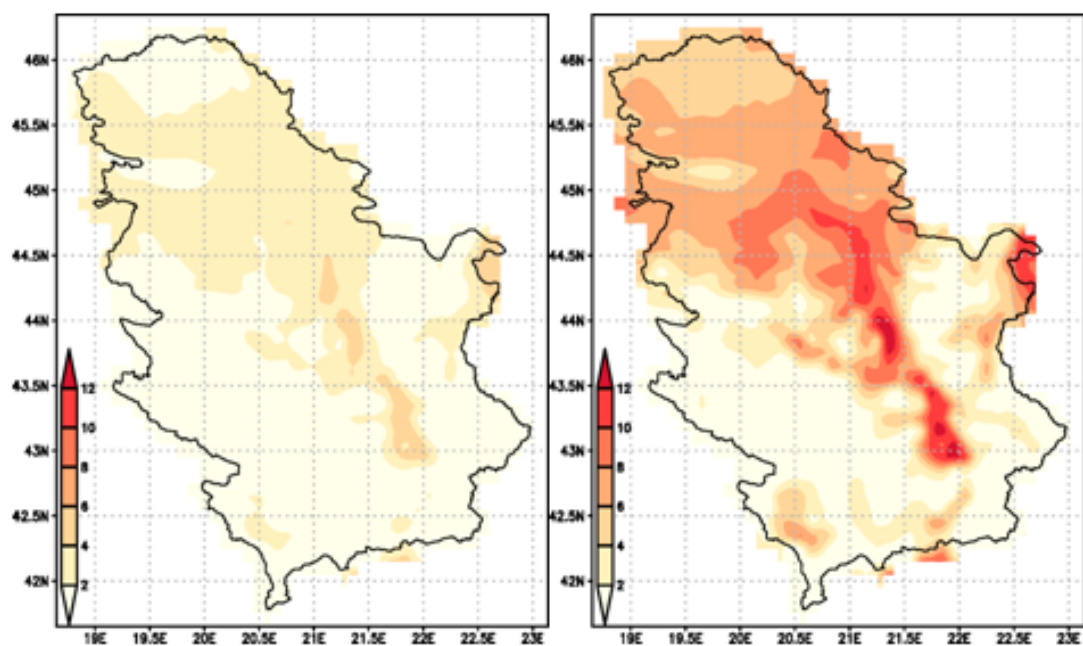


Слика 23. Индекс суше (DI): а) 1961-2010. година б) 2000-2019. година

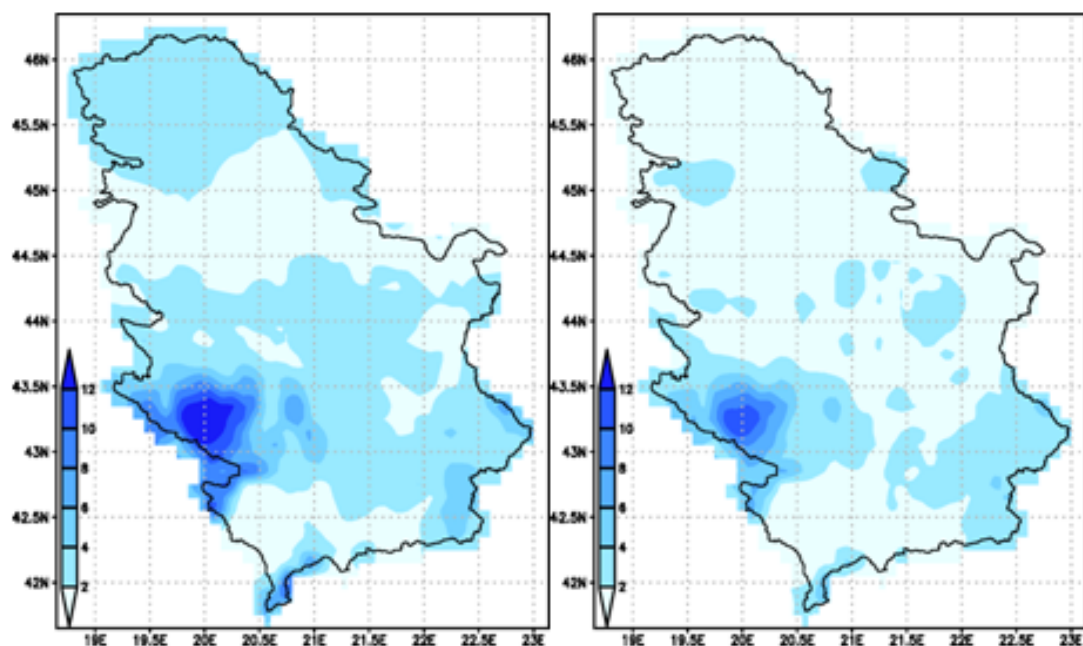


Слика 24. Индекс свежине ноћи (CI): а) 1961-2010. година; б) 2000-2019. година

Број дана у периоду вегетације (април-октобар) са максималном дневном температуром већом или једнаком 35°C приказан је на Сликама 25 а и б. У вишегодишњем периоду максималан број дана са 35°C и више степени на територији Србије био је 2, док у последњој деценији тај број је у појединим рејонима већи од 10, односно 12 дана.



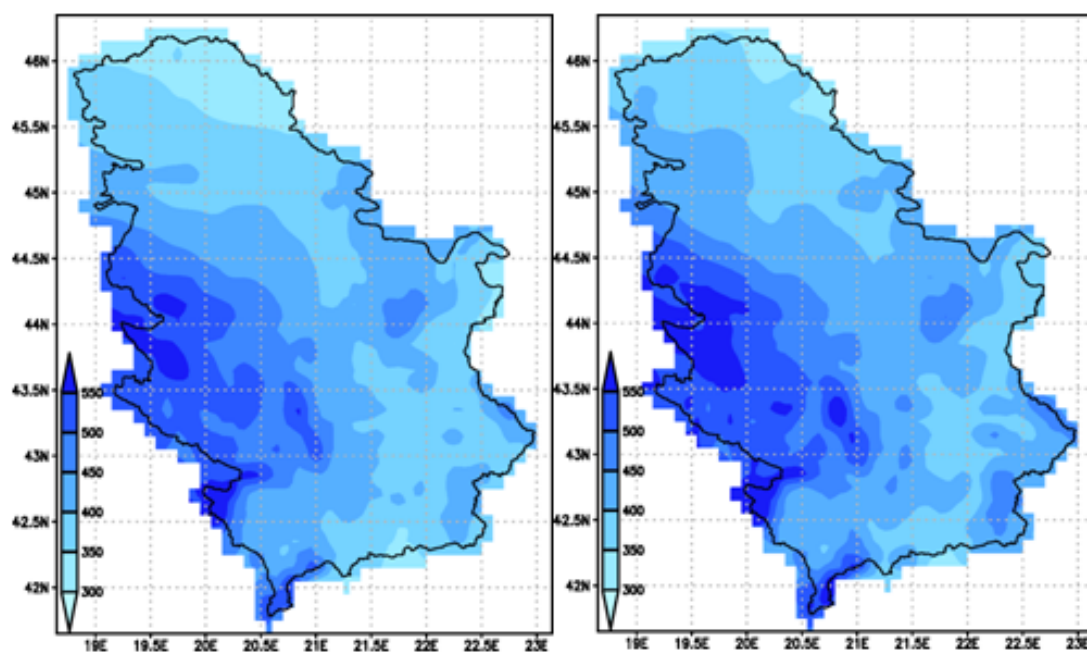
Слика 25. Вредности NTX35 индекса: а) 1961-2010. година; б) 2000-2019. година



Слика 26. Вредности NTN15 индекса: а) 1961-2010. година; б) 2000-2019. година

Значајан део територије Србије (север Војводине, делови Јужнобанатског рејона, централна и јужна Србија) који је у првом анализираном вишегодишњем периоду (1961-2010) имао до 4 дана са минималном дневном температуром мањом или једнаком -15°C , у последњој декади више нема дане са овако ниском температуром (Слике 26 а и б).

На Сликама 27 а и б, уочава се повећање количине падавина (Rveg) у периоду вегетације (април-октобар), посебно у оним деловима Србије са количином падавина од 300 до 450 mm.



Слика 27. Укупна вегетациона количина падавина: а) 1961-2010; б) 2000-2019

Велике количине падавина посебно у периоду мај-јул могу неповољно деловати на поједине фенолошке фазе развоја (пр. цветање, заметање бобице, пораст бобица) и појачати развој болести. Посебну опасност представља појава града⁵⁹. Све ово се негативно може одразити на принос и квалитет произведеног грожђа.

Поређењем добијених вредности са вредностима за период 1961-2010, који је коришћен као репрезентативни климатски период за рејонизацију виноградарских подручја Србије, види се да су и у односу на тај период климатски услови знатно измењени. Ова варијабилност и промена најважнијих биоклиматских индекса значајних за виноградарску производњу указује на неопходност пројекција за будуће године и потребу доношења различитих адаптационих мера чиме би се одржао или побољшао квалитет грожђа и повећале површине под виноградима.

4.3. Утицај климатских промена на ратарску производњу - осмотрене појаве и нивои погођености

Ратарска производња, за разлику од сточарства, од почетка 21. века није имала осетнији пад заступљених површина. Када су пак, у питању приноси, они су код већине усева повећани, захваљујући значајним помацима у сфери оплемењивања и примени агротехничких мера. Снабдевеност биљака топлотом и влагом, како пре сетве тако и за време вегетационог периода (од сетве до бербе/жетве/вађења), такође значајно утиче на принос. За сваку ратарску врсту постоји критични период за воду и топлоту, код неких краћег, а неких дужег трајања. Ако су у тим периодима неповољни услови било влажности или топлоте, принос ће бити неминовно смањен, како по квантитету, тако и по квалитету, без обзира на снабдевеност усева овим условима у осталом периоду вегетације.

Губици у приносу од суше која је задесила Србију 2012. године код ратарских култура били су изузетно високи и у односу на просечне. Приноси су смањени за 55% (кукуруз), 50-70% (соја), 30% (сунцокрет). Суша, посебно током летњих месеци 2017. године, проузроковала је велике штете, посебно на соји, које су износиле око 200 милиона долара. Пасуљ у последњој декади константно смањује приносе, што утиче на повећање цене, као и код кромпира, чији приноси су у последњих десетак година значајно смањени.

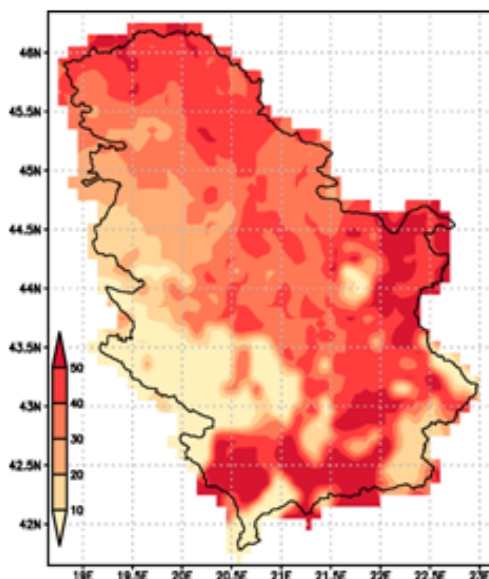
Краће трајање вегетационе сезоне, мањи број дана потребних од сетве до цветања и број дана од сетве до зрења, последица је очекиваног повећања температуре ваздуха током године и увећање сума температура, као и наглог увећања броја летњих и тропских дана. У условима климатских промена уочавају се бројне промене у погледу појава обољења и штеточина. Однедавно је, као последица врелих лета, посебно током августа месеца, код нас присутна штеточина-мољац кромпира (*Phthorimae operculella*) пореклом из тропских крајева, као и штеточина парадајза (*Tuta absoluta*) и друге⁶⁰.

59 Пројекат: "Унапређење средњерочног и дугорочног планирања мера прилагођавања на измењене климатске услове у Републици Србији – NAP" (2019-2022). Финансиран од Зеленог климатског фонда, а имплементира га Програм Уједињених нација за развој (UNDP), у сарадњи са Министарством пољопривреде, шумарства и водопривреде". Извештај 1: „Анализа доступности климатских и социо-економских информација, укључујући климатске податке, податке о ризицима и проценама погођености и информације о мерама адаптације”.

60 Долијановић, Ж., Ковачевић, Д., Ољача, С., Симић, М. (2020). Адаптација агротехничких мера у ратарству на климатске промене. Научни скуп „Значај развојних истраживања и иновација у функцији унапређења пољопривреде и шумарства

Резултати показују да је укупни потенцијал приноса кукуруза порастао за 0,15 милиона тона годишње током последњих пет деценија због повећања обрађиване површине. Разлог повећања површина под кукурузом је јачање интензитета климатских промена. Главни метеоролошки фактори који су утицали на потенцијал приноса кукуруза су сунчево зрачење са 47%, док је удео промена температуре износио 16%⁶¹.

Просечне вишегодишње температуре ваздуха и количине падавина за територију Републике Србије у периоду 1921-1940 и 1961-1990 су износиле (10,2 и 10,1°C) а количина падавина 721 и 734 mm, што се може констатовати да је реч о приближним вредностима⁶². Међутим, за период 1991-2019, ситуација је другачија, како у погледу температура ваздуха, тако и у погледу количина падавина. Анализирајући податке РХМЗ Србије (Слика 28) уочавамо да постоји тренд повећања температура током зимских месеци, али је најзначајнија промена у овом периоду у односу на претходни јесте повећање температура ваздуха током летњих месеци (јун, јул и август).



Слика 28. Промена учесталости појављивања високих температура и суше у периоду 2000-2019 у односу на 1961-2010 (%)

Повећање температура ваздуха током зиме негативно утиче на озиме усеве (пшеница), ометајући процес каљења биљака и накупљања осмотски активних материја при чему нагло и краткотрајно захлађење доводи до слабљења усева. Повећање температуре ваздуха током лета посебно је негативно за јаре (пролећне) усеве, јер је већина ових усева у тим месецима у критичном периоду односно врло осетљива на температуре изнад оптималних. То је посебно изражено ако топлотни таласи трају дуже, а управо такви таласи су забележени 2000, 2007, 2012 и 2017. године.

Србије“ Шумарски факултет Универзитета у Београду, 04. новембар 2020. године. Академија инжењерских наука Србије-АИНС, Одељење биотехничких наука, Београд. Зборник радова, 60-71.

61 Xu, X., Wang, L., Sun, D., Liu, L., Banson, K.E. (2017). The Impact of Climate Change on Yield Potential of Maize across China. International Journal of Plant Production, 11 (1): 47-64.

62 Долијановић, Ж., Ковачевић, Д., Ољача, С., Симић, М. (2020). Адаптација агротехничких мера у ратарству на климатске промене. Научни скуп „Значај развојних истраживања и иновација у функцији унапређења пољопривреде и шумарства Србије“ Шумарски факултет Универзитета у Београду, 04. новембар 2020. године. Академија инжењерских наука Србије-АИНС, Одељење биотехничких наука, Београд. Зборник радова, 60-71.

Будући да се главна биљна производња одвија у условима умерено-континенталне климе у равничарским и брежуљкастим подручјима, важно је истаћи још да температура у пролеће расте доста нагло, а такав је, само обрнут, пад температуре у јесен. Дужина периода са средњим температурама изнад 10°C, а то су температуре за вегетацију пролећних усева (кукуруз, сунцокрет, шећерна репа, кромпир итд.), износи око 200 дана. Средње температуре изнад 20°C трају три летња месеца, негде око 80 дана. Безмразни период траје, просечно, од 1. априла до 15. новембра - око 230 дана. Годишња сума падавина износи 600–750 mm. Однос између падавина топлот (1. април – 30. новембар) и хладног дела године износи 55–60% према 40–45%. Другим речима, иако више падавина има током вегетационог периода за јаре усева, често се јавља проблем њиховог недостатка током јула и августа. Максимум падавина је у јуну, а најмање их има у јануару и фебруару. Недостатак падавина у јануару и фебруару је неповољан за озиме усеве јер утиче на умањење интензитета бокорења и припрему за интензиван пораст и усвајање хранива. С друге стране, наведене падавине су основ зимских резерви влаге које су неопходне за оптималну обраду земљишта за пролећне усеве и њихово снабдевање у почетним фазама раста и развоја. Високе температуре ваздуха током јула и августа, праћене недостатком падавина су најважнији разлог пада приноса пролећних усева, не само по квантитету него и по квалитету. Наиме, повећан ниво афлатоксина у зрну кукуруза 2012. године се десио због пада „имунитета биљака“ изазваног сушом, јер су гљивична обољења у сваком другом случају присутнија у влажнијим условима. Високе температуре током лета, после жетве стрних жита, су неповољне са аспекта испаравања воде из површинског слоја земљишта, што негативно утиче на основну обраду (орање) за сетву озимих усева. На основу географског положаја Србије, може се рећи да су услови за пољопривредну производњу важнијих ратарских биљака у великој мери повољни. При томе виши предели имају одлике планинске климе, али она није толико значајна за биљну производњу, већ за сточарску⁶³. Рељеф делује на гајене биљке, путем утицаја на климу и на земљиште. Од чинилаца рељефа најважнији су надморска висина, нагиб и експозиција.

Годишње суме падавина, у просеку, расту са надморском висином. У нижим пределима, годишња висина падавина креће се у интервалу од 540 до 820 mm. На основу тога, могло би се рећи да их има довољно за гајење већине ратарских и повртарских усева. Такође, у различитим деловима централне Србије углавном је задовољавајућа количина, иако се јављају екстремне године са недостатком падавина (сушни периоди), који утичу на значајно смањење приноса. Распоред падавина у гајењу биљака под природним режимом влажења код нас има често одлучујући утицај на појаву краћих или дужих сушних периода. Под повољним распоредом падавина у току године, могао би се сматрати онај који обезбеђује сразмерно велики број кишних дана, као и подједнаке интервале између кишних и бескишних периода, нарочито у време вегетационог периода биљака. Појава дужих бескишних периода у пролеће и у јесен, нарочито у годинама са сушним летом када суша пређе у јесен, погађа редовно усева стрних жита због неравномерног и дугог ницања. У условима повољног распореда падавина током месеци вегетационог периода,

63 Пројекат: "Унапређење средњерочног и дугорочног планирања мера прилагођавања на измењене климатске услове у Републици Србији – NAP" (2019-2022). Финансиран од Зеленог климатског фонда, а имплементира га Програм Уједињених нација за развој (UNDP), у сарадњи са Министарством пољопривреде, шумарства и водопривреде". Извештај 1: „Анализа доступности климатских и социо-економских информација, укључујући климатске податке, податке о ризицима и проценама погођености и информације о мерама адаптације“.

није неопходно да буде велика њихова укупна годишња вредност⁶⁴.

Република Србија располаже са укупно близу 3,5 милиона хектара обрадивог пољопривредног земљишта (Табела 18). Најрепрезентативнији регион за ратарску производњу јесте регион Војводине и највеће површине су управо везане за њега.

Табела 18. Укупно коришћено пољопривредно земљиште (КПЗ) у ха (ФСС, 2018)

Област/Округ	Укупно КПЗ
РЕПУБЛИКА СРБИЈА	3,475,894
СРБИЈА – СЕВЕР	1,719,899
Београдски регион	145,533
Београдска област (Град Београд)	145,533
Регион Војводине	1,574,366
Западнобачка област	178,314
Јужнобанатска област	314,579
Јужнобачка област	273,729
Севернобанатска област	176,701
Севернобачка област	139,289
Средњобанатска област	262,483
Сремска област	229,270
СРБИЈА – ЈУГ	1,755,995
Регион Шумадије и Западне Србије	1,035,998
Златиборска област	202,051
Колубарска област	132,101
Мачванска област	167,858
Моравичка област	109,360
Поморавска област	102,981
Расинска област	95,924
Рашка област	104,384
Шумадијска област	121,339

Највеће површине су под кукурузом, а од укупних 56% су у Региону Војводине (око милион хектара). После 2010. године, ипак је евидентан пад у површинама под кукурузом, које су на почетку 21. века износиле преко 1,2 милиона хектара.

64 Ковачевић, Д., Ољача, С., Момировић, Н., Броћић, З., Долијановић, Ж., Милић, В. (2020). Потенцијални утицај климатских промјена на производњу гајених биљака. У: Јањић В, Пржуљ Н (уредници) Ограничења и изазови у биљној производњи. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LXII: 45-87.

Регион Јужне и Источне Србије	719,997
Борска област	78,611
Браничевска област	150,190
Зајечарска област	90,195
Јабланичка област	64,913
Нишавска област	83,396
Пиротска област	46,595
Подунавска област	84,114
Пчињска област	67,498
Топличка област	54,484

Површине под пшеницом су углавном остале непромењене и последње три деценије и у интервалу су 550-650 хиљада хектара. Повећање површина под алтернативним врстама жита (крупник, дурум пшеница и др.) свакако је охрабрујуће, јер је то показатељ ширења алтернативних праваца у пољопривреди, једног од кључних карика повећања биодиверзитета, важне мере у ублажавању последица климатских промена.

Површине под усевама сунцокрета (око 240.000 хектара), соје (око 200.000 хектара) и шећерне репе (око 45.000 хектара) би морале у будућности бити повећане, не само у Војводини, него и у осталим регионима/областима. Повећање површина под овим усевама значи повећање броја усева у оквиру плодореда односно увођење вишепољних плодореда, као једне од најјефтинијих, биолошких мера које имају фитосанитарну, организационо-економску и агротехничку улогу у борби против климатских промена.

Различите биљне врсте почињу раст и развиће при различитим температурама а исто тако и поједине фазе се одвијају на различитим температурама. Та доња граница при којој биљке улазе у одређену фазу развића назива се биолошки минимум температуре (Табела 19).

Табела 19. Биолошки минимум температуре ваздуха⁶⁵

Врста	Ницање и формирање вегетативних органа	Формирање репродуктивних органа
Кукуруз	10- 13	12- 15
Озима пшеница	4- 5	10- 12
Јечам	4- 5	10- 12
Овас	4- 5	10- 12
Озима раж	4- 5	10- 12

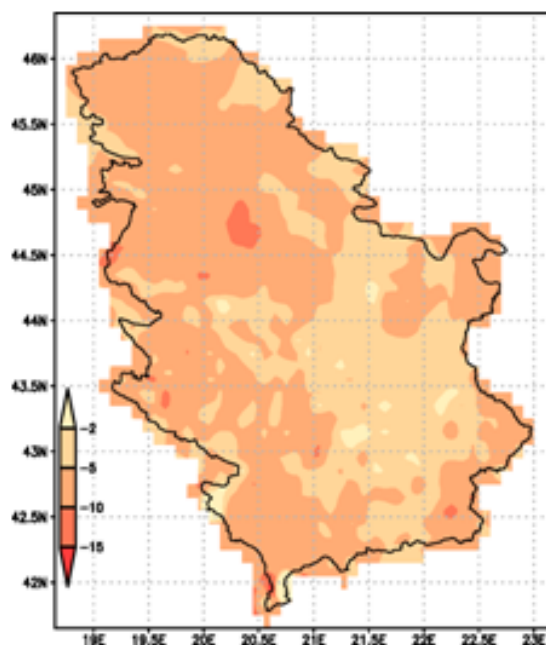
65 Ољача Снежана, Долијановић Ж. (2010). Практикум из Агроекологије. Друго, неизмењено издање. Пољопривредни факултет, Земун. 101 пп.

Врста	Ницање и формирање вегетативних органа	Формирање репродуктивних органа
Сунцокрет	7- 8	12- 15
Соја	10- 11	15- 18

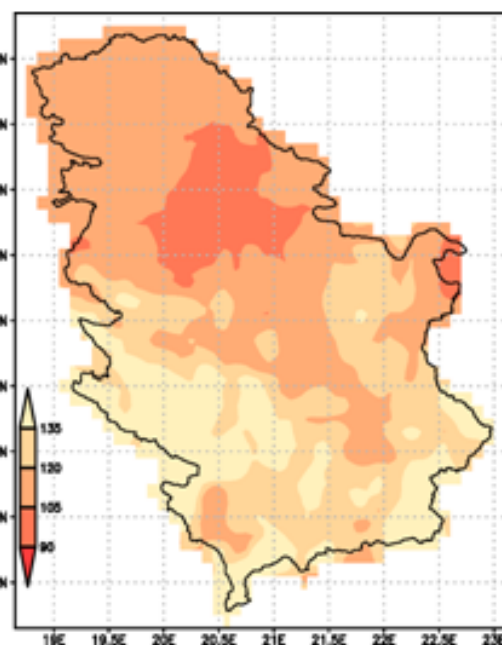
Пад температуре испод биолошког минимума доводи до застоја у порасту и развићу биљака и при каснијем повећању температуре биљка почиње поново да расте и развија се. Температуре изнад биолошког минимума за одређену фазу развића су активне температуре. Биолошки минимум температуре је најважнији показатељ времена сетве ратарских врста.

Кукуруз: Сматра се да се кукуруз не може успешно гајити у подручју где су просечне летње температуре (јун, јул, август) испод 19°C, или ако су ноћне температуре у тим месецима ниже од 12,8°C. Уз то, у нашим агроеколошким условима, у летњим месецима треба да буде више од 200 mm падавина. Укупне потребе у води у вегетационом периоду износе око 500 mm, по месецима: април 50, мај 75, јун 90, јул 100, август 95, септембар 80 mm. Критични период за воду је дуг и траје од краја јуна до друге половине августа (пораст стабла, метличење, свилање и заметање плодова). Оптимални услови за кукуруз су у пољопривредним рејонима са летњим температурама 20 - 22°C и количином падавина (правилног распореда) 75 - 150 mm за сваки поменути месец и дужином безмразног периода 110 - 140 дана.

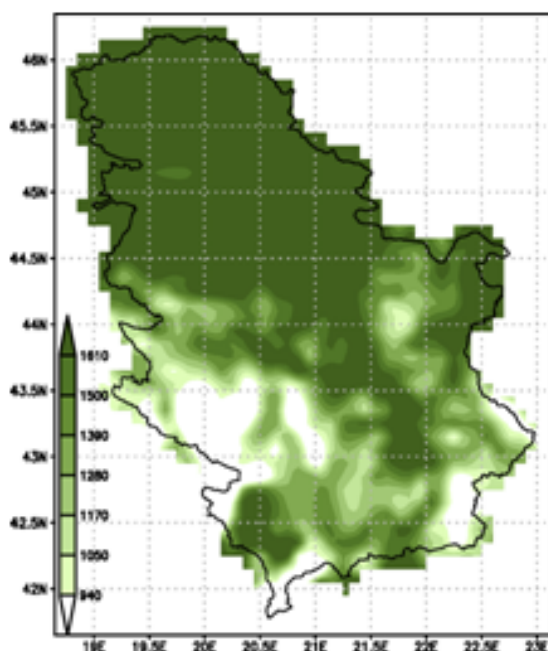
Топлотна сума за средњестасне хибриде кукуруза, који се најчешће гаје код нас, износи 2500-2700°C (Слике 29, 30, 31, 32).



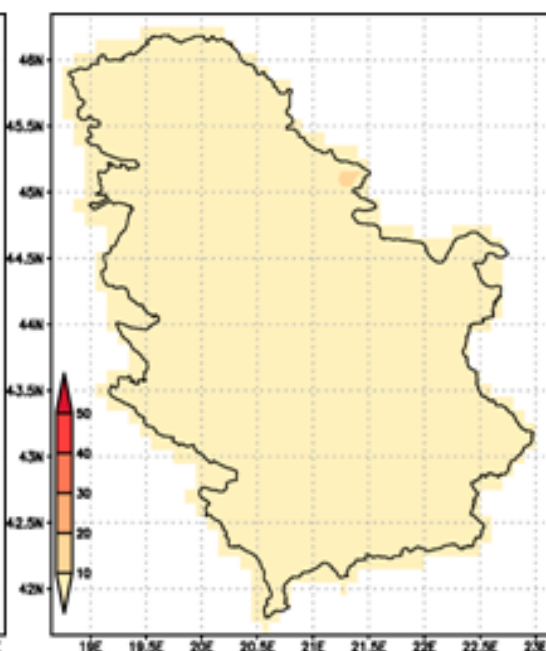
Слика 29. Просечна сума температура од оптималног датума сетве по ФАО групама зрења за кукуруз (од ФАО100 до ФАО700) за период 2000-2019



Слика 30. Просечан датум сетве кукуруза у Републици Србији



Слика 31. Учесталост појављивања високих температура и суше у периоду од фазе V12 закључно са фазом R3 у периоду 2000-2019



Слика 32. Учесталост појављивања ниских температура у вегетативним фазама у периоду 2000-2019

Мања топлотна сума узрокује слабију оплодњу кукуруза а самим тим и ниже приносе. Минималне температуре за клијање и ницање су 8-10, за пораст вегетативних органа 15 а за сазревање плодова 10°C. Високе температуре у доба свилања (30 - 35°C и више) утичу на сушење свиле и абортивност полена, што онемогућава оплодњу и заметање. У периоду од оплодње до зрења, поготову код самооплодних линија, и семенског усева кукуруза, ниске температуре и мразеви могу нанети огромне штете. За одређивање времена сазревања кукуруза врло је битна вредност топлотних сума од ницања па до оплодње (свилања) или до физиолошке зрелости. Разлика топлотних сума код хибрида различитих дужина вегетационог периода (рани, средњекасни и касни хибриди) је највећа у фази ницања – метличење, док су код других фаза вегетације топлотне суме уједначеније. Истраживања су показала да код истог хибрида сејаног истог датума у 3 различите године разлика у дану физиолошке зрелости између најхладније и најтоплије године износи 18 дана.

Просечан оптимални датум сетве кукуруза у периоду 2000-2019 (Слика 30) (скала је број дана од почетка године, 90-105 је прва половина априла, 105-120 друга половина априла, 120-135 прва половина маја).

Промена просечног оптималног датума сетве кукуруза у периоду 2000-2019 у односу на 1961-2010 је изузетно важна са аспекта раније сетве, јер кукуруз у критични период за воду и топлоту улази раније, а у последњих 20 година су најтоплији месеци друга половина јула и август. Померање рока сетве за петнаест дана раније, на 5. април, је дало виши принос него у условима уобичајеног датума сетве 20. априла.⁶⁶

⁶⁶ Jančić, M. (2015). Impact of climate change on crop production. Doctoral dissertation. University of Novi Sad, Faculty of Agriculture. pp 189.

Учесталост појављивања високих температура и суше у периоду од фазе почетка свилања закључно са фазом оплодње у периоду 2000-2019 (дата у процентима, 10% значи да се деси у две године од укупно 20 година, 20% да се деси у 4 године током 20 година, 30% у 6 година током 20 година итд.) (Слика 31). У испитиваном периоду процена изложености је највећа на територији Војводине и западне Србије. Ово су уједно и најважнији рејони гајења кукуруза у Србији и у оваквим условима слабије је заметање клипова и формирање зрна а самим тим мањи је и принос. Тако је од јануара до краја септембра 2020. године забележено четири топлотна таласа, тј. периода током којих је најнижа дневна температура била веома или екстремно топла дуже од пет дана. Од почетка 2013. до краја септембра 2020. године било је укупно 49 топлотних таласа у различитим местима у Србији – готово три пута више него хладних.

Учесталост појављивања ниских температура у вегетативним фазама у периоду 2000-2019 је дата у процентима, 10% - деси се у две године од укупно 20 година, 20% - десесе у 4 године током 20 година, 30% - у 6 година током 20 година итд. (Слика 32). Поред високих температура, значајне штете су проузроковане и пролећним мразевима, као у Војводини у 2002. години где је од пролећних мразева било угрожено 14000 ha, а 2003. године 40 000 ha. Утицај ниских температура ваздуха у пролеће (касни пролећни мразеви), осим за кукуруз, неповољне су и за друге јаре ратарске усеве, јер доводе до застоја у порасту, општег слабљења биљке и и редовне појаве смањења приноса. Неки произвођачи сеју кукуруз већ крајем марта, уз ризик да се период од сетве до ницања развуче на више од 20 дана. Семе које дуго стоји у хладној и влажној земљи подложно је труљењу и нападу жичара, што смањује склоп биљака и проређује усев.

Пшеница захтева повољан распоред падавина са укупном количином 650-750 mm у вегетационом периоду. Од октобра до априла (укорењавање, бокорење) пшеница потроши 30% потребне количине воде. У овом периоду углавном је добра снабдевеност водом и разлог опадања приноса је углавном недостатак падавина у периоду класања када суша може утицати на смањење приноса за 50%. За разлику од кукуруза, пшеница је осетљива и на вишак воде. Велике количине падавина у јуну доводе до појачаног интензитета гљивичних оболења и смањења количине и квалитета приноса зрна озимих жита. Потребе пшенице у топлоти су мање. До пораста у стабло оптималне температуре су 10-15, за растење и развиће 18-25 а за класање, цветање и наливање зрна 20-25°C. Појединих година од почетка 21. века управо високе температуре у време цветања и оплодње су проузроковале смањење приноса пшенице и осталих врста озимих жита. Високе температуре ваздуха (30-35°C) су много опасније ако су праћене ниском релативном влажношћу земљишта, а ако уз то наступи дужи период трајања праћен сувим ветром долази до појаве топлотног удара односно прераног сазревања биљака.

Раж има мање потребе за водом од пшенице. Осетљив је на сушу у јесењем периоду док не образује коренов систем, а највеће потребе су у фази интензивног пораста, класања и цветања. Недостатак воде у време ницања утиче на слабије укорењавање, што узрокује слабији пораст и принос зрна. По својим биолошким особинама у односу на пшеницу раж брже расте, са јачим кореновим системом, боље подноси сушу, ниске температуре, боље се бокори и нешто је ранији усев у односу на пшеницу (10 дана). У већем делу Србије,

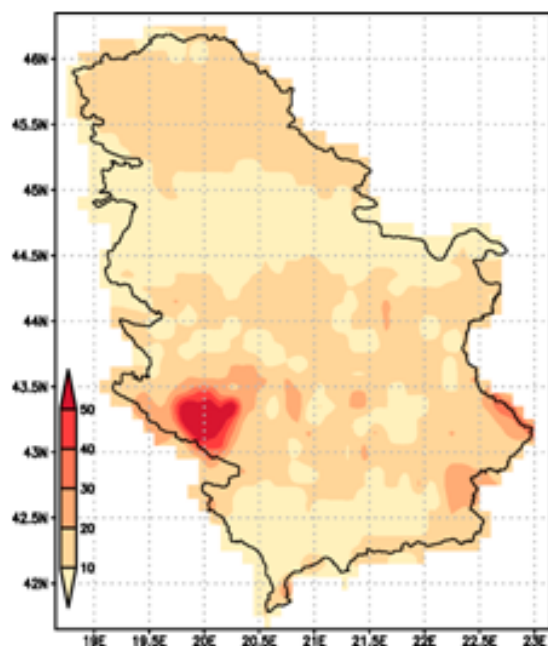
температуре ваздуха су повољне за гајење ражи. Гаји се на већим надморским висинама од пшенице и високе температуре у тим пределима у време класања и оплодње су ређе у односу на равничарске пределе. Раж је осетљива на голомразице, посебно ако је земљиште сувише влажно.

Тритикале је мање осетљив на јесењу сушу од ражи. Недостатак воде и минералних материја у периоду пред класање тритикалеа доводи до слабе озрњености класа (вршни део). Овај период представља критични период за воду за тритикале. Ако у овом периоду нема довољно влаге у земљишту, принос је редовно смањен. Потребе у топлоти су скоро идентичне као и за раж.

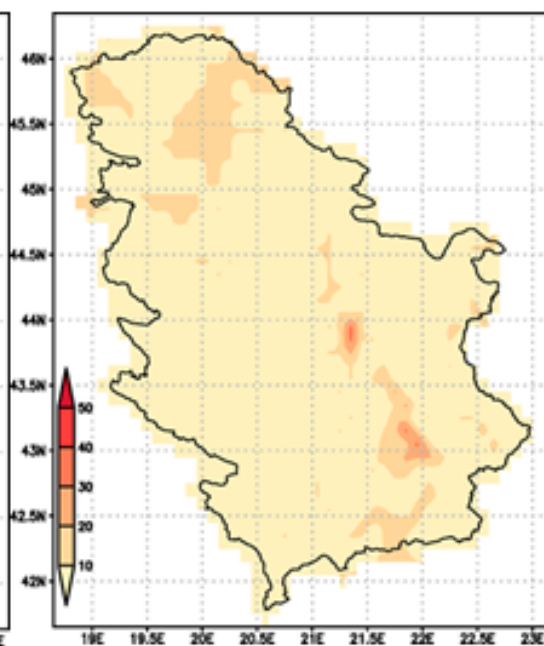
Јечам захтева топлотну суму 1900-2000°C. Оптималне температуре у току вегетације јечма су 14-15°C, а за генеративну фазу 20-24°C. Нагле промене температуре нису пожељне, а нарочито у фази влатања, формирања и наливања зрна. То се догађа у мају и јуну, а у појединим годинама током јуна се дешавају се нагле промене температуре. Међутим, јечам има слабију реакцију на високе температуре ваздуха (38-40°C) у времену наливања зрна у односу на остале врсте жита. Највеће опадање приноса условљено високим температурама ваздуха је код јечма у односу на остале врсте озимих жита. За успешну производњу јечма неопходно је обезбедити, за озими 550 mm падавина, а за јари 450 до 650 mm са правилним распоредом током вегетације. У Републици Србији, углавном је у рејонима гајења јечма испуњен услов количине падавина, али често се дешава да је неповољан распоред, посебно у периоду највећих потреб а то су фазе влатања и класања.

Овас је култура, која нема велике захтеве према топлоти, оптимална температура ницања је 6 - 12°C, формирања генеративних органа и цветања 16 - 20°C, а за плодоношење и сазревање оптимална температура је 16 - 22°C. У млечној зрелости усева овса подноси мразеве и до - 5°C, што омогућује гајење ове културе и у високо планинским рејонима. Овас је осетљив на "топлотни удар". Потребе овса за водом су веће од осталих стрних жита. У фази клијања су веће, укоренавања и бокорења мање, а највеће потребе су у фазама влатања до метличења. На већим надморским висинама, углавном су веће количине падавина, што овсу одговара, а с друге стране нема опасности од изразито високих температура у критичним фазама.

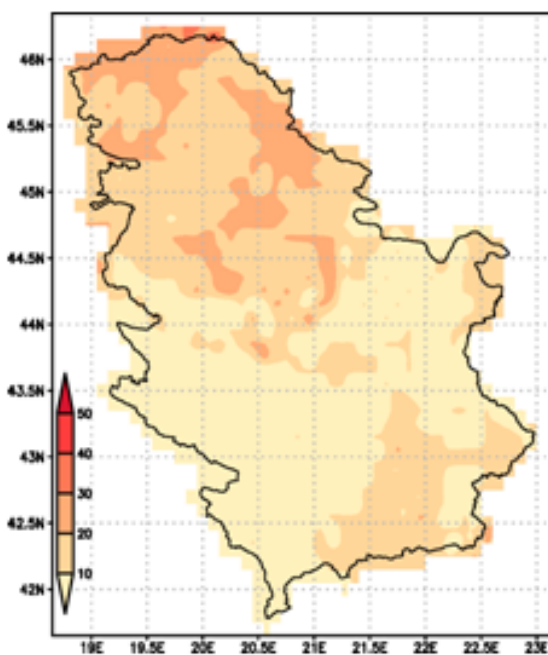
Ризик од голомразице за период 2000-2019 (%), (минимална дневна температура мања од -17°C, без снежног покривача; ако постоји више од 3 оваква дана у току вегетације година се означава ризичном) (Слика 33). Број дана са таквим температурама без снега није тако чест у току једне године, како је било и у фебруару 2012. године, целу Србију је захватио хладни талас који је трајао је од 29. јануара до 15. фебруара, али са снежним покривачем. Захваљујући присуству снега, није дошло до оштећења биљака и смањења приноса зрна озимих жита.



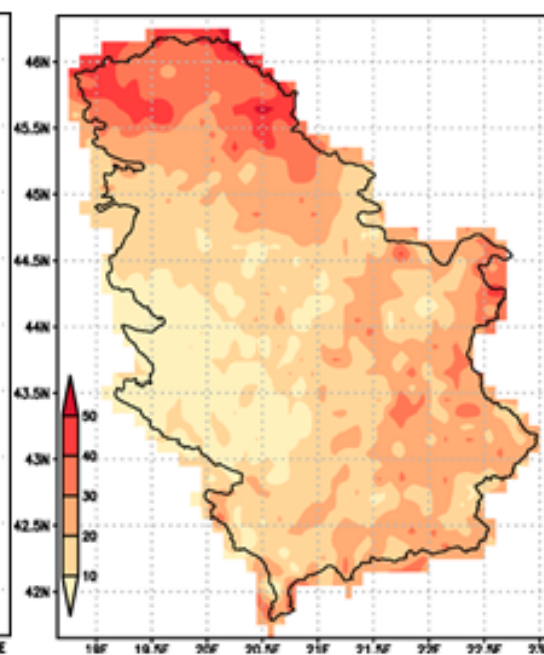
Слика 33. Учесталост појаве голомразица у периоду 2000-2019



Слика 34. Учесталост појаве високих температура у периоду цветања и оплодње



Слика 35. Учесталост недостатка влаге у вегетативним фазама у периоду 2000-2019



Слика 36. Учесталост недостатка воде у критичном периоду у периоду 2000-2019

Цветање се најбоље одвија по тихом и умерено топлом времену (16 до 18°C) без падавина. Високе температуре (30 до 35°C) неповољно утичу на оплодњу нарочито уз ниску релативну влажност ваздуха (мању од 25 %) и земљишта. Ризик од високих температура за период 2000-2019 (%) је када максимална дневна температура већа од 35°C и ако постоји више од 2 оваква дана пре пуног зрења (Слика 34). Изразито високе температуре ваздуха у дужем периоду од два дана су утицале на смањење приноса зрна у 2007, 2012 и 2017. године.

Изложеност од недостатка воде од ницања до краја бокорења (Слика 35) је много мања од изложености недостатка воде у критичном периоду – од класања до влатања (Слика 36).

Потребна количина падавина у првом периоду је преко 50 mm, док је у другом периоду та количина преко 70 mm. Истраживања групе аутора су показала да је већа зависност приноса пшенице од влаге у пролећном периоду (од класања до влатања), која су често у недостатку⁶⁷. За разлику од јарих (пролећних) усева, код озимих усева се очекује да ће позитивни ефекти (продужење вегетационе сезоне) надмашити индиректне негативне ефекте (Лалић и сар., 2011⁶⁸).

Соја има велике потребе у води, током вегетационог периода износе 450 – 500 mm. Оптимално време сетве је од 20. априла до 10. маја. Већ у фази клијања (током маја), за разлику од жита, соја захтева доста воде и у случају њеног недостатка клијање и ницање је неуједначено и успорено, а слабија је и активност квржичних бактерија. Честе су године са недостатком воде у овом периоду и то је један од разлога што пољопривредни произвођачи одустају од гајења соје. До цветања, потребе у води су мање. У периоду цветања и заметања плодова (друга половина јуна, јул и август), биљке троше 60-90% воде и ово је критичан период за воду. С обзиром на све учесталије случајеве недостатка воде у овим месецима, посебно у јулу и августу, ово је други и кључни разлог мањег гајења овог усева без примене наводњавања. У периоду сазревања (друга половина августа и септембар) мање су потребе за водом. У периоду цветање – сазревање соја реагује на недостатак воде у ваздуху. Оптимална влажност ваздуха је око 75% и не би требало да падне испод 65 %.

Соја је топлољубива биљка, сума активних температура у току вегетационог периода је од 2800 до 3000°C, до цветања потребе су до 30%, у цветању су највеће потребе и у време цветања и заметања плодова оптималне температуре су 22-25°C. Углавном су у периоду цветања и заметања плодова температуре у главним рејонима гајења на нивоу или изнад нивоа оптималних температура, а соја има ниску толерантност на високе (35-38) и врло високе температуре (изнад 38°C).

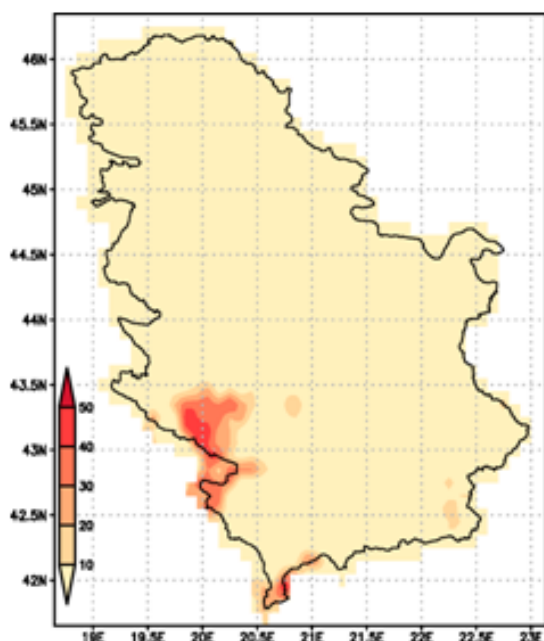
Након сетве соје, ниске температуре (испод -4°C) могу негативно утицати на раст и развој, чак и у кратком трајању од једног дана (Слика 37). Ниске температуре у мају месецу су ретке у равничарском подручју, али када поједини произвођачи обаве сетву раније (прва половина априла месеца), ризик од ниских температура је већи, појединих година мразеви у овом месецу нису реткост, какав случај је уосталом био и текуће, 2021. године.

Ризик од високих температура и недостатка падавина (суше) током цветања и заметања плодова је највећи у производњи соје. Потребна количина падавина у овом периоду је >100 mm (Слика 38). Просечне месечне температуре у јуну, јулу и августу, као и количина и распоред падавина у овим месецима су последњих година углавном таквог карактера (дакле, неповољне) да је значајно смањен принос зрна соје.⁶⁹

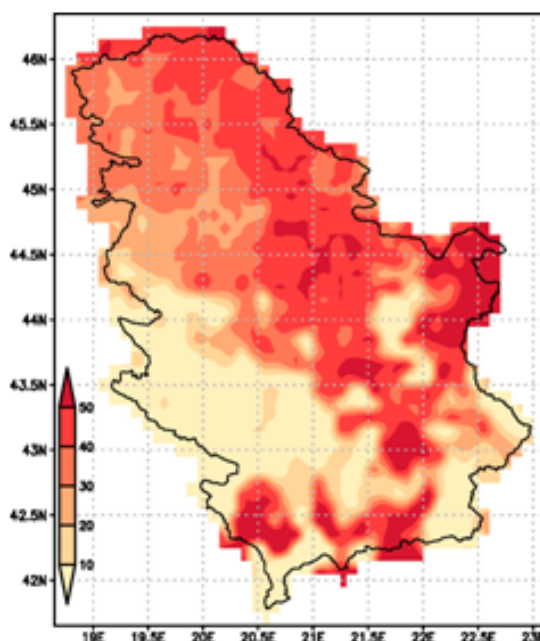
67 Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Jovanović, Ž., Milić Vesna (2012). Climate change in Serbia: Dependence of winter wheat yield on temperatures and precipitation. Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012", Jahorina, November 15-17, 2012. Proceedings, 270-276.

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

69 Nožinić, M., Pržulj, N., Đorđević, V., Lakić, Ž., Suljkanović, Š., Spremo, D. (2015). Prinos soje u ekstremnim godinama. Letopis naučnih radova, Godina 39, Broj 1, strana 7.

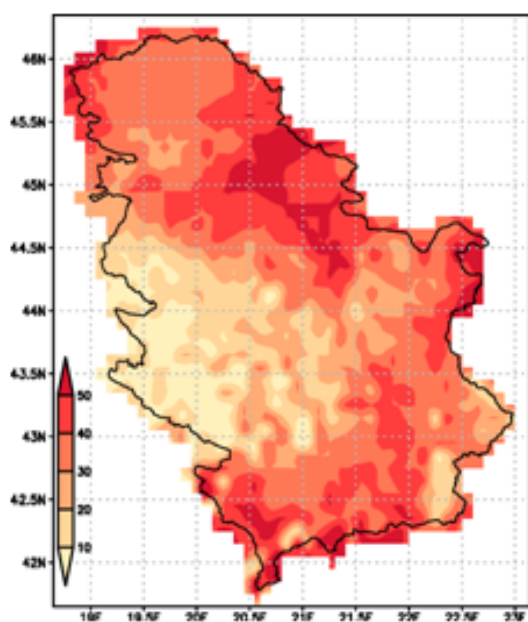


Слика 37. Учесталост појаве ниских температура у време ницања у периоду 2000-2019

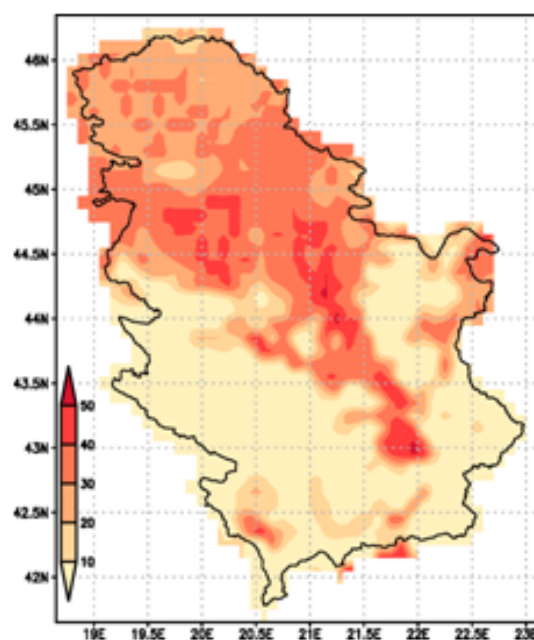


Слика 38. Учесталост недостатка падавина и појаве високих температура у време цветања и оплодње у периоду 2000-2019

Сунцокрет је једногодишња биљка чији вегетациони период износи 90-130 дана и пролази кроз следеће вегетативне (V) и генеративне (R) фазе растења и развића: клијање и ницање, развој листова, појава цвасти (бутонизација), фазе издуживања цветног пупољка изнад вршног листа, отварање пупољка, фаза цветања и фаза сазревања. Сунцокрет је велики потрошач воде. Поред 250 mm зимских резерви (у нашем подручју), потребно му је још око 300 mm падавина током вегетационог периода. Највеће потребе у води су током интензивног пораста и цветања (око 65%) од укупно усвојене воде. Недостатак падавина у овом периоду (мање од 100 mm) је критеријум за ризичну годину (Слика 39). Углавном је ситуација појединих година таква да недовољна количина падавина узрокује слабије цветање и умањен принос зрна.



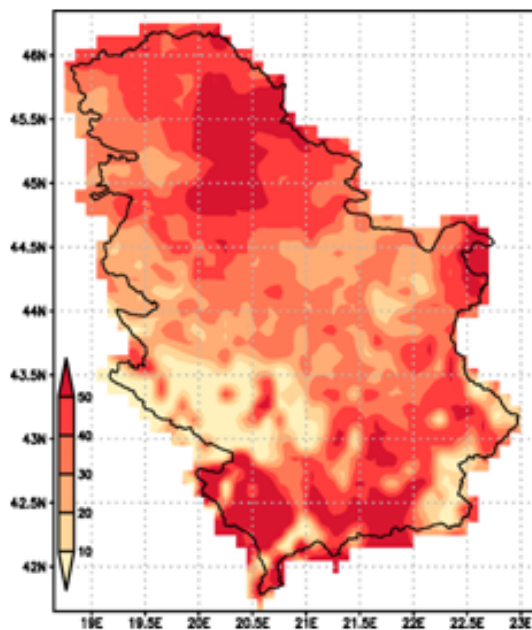
Слика 39. Учесталост појаве недостатка падавина у време пораста и цветања



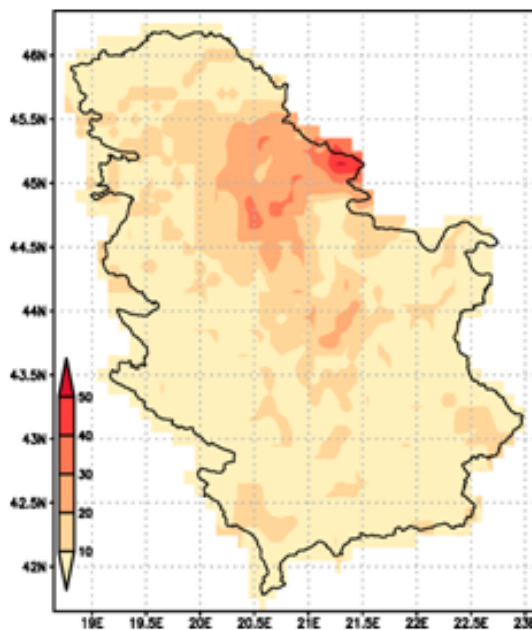
Слика 40. Учесталост појаве недостатка падавина и високих температура у време цветања и сазревања

Сума активних температура (преко 10°C) потребна за раст и развиће сунцокрета износи 2500-3000°C. Тек изникле биљке подносе мразеве до -6°C. Оптималне температуре за цветање, формирање и наливање семена су 20-25°C. Врло високе температуре (> 35°C), посебно уз недостатак падавина од цветања до сазревања неповољно утичу на принос семена и уља. Највећи ризик опадања приноса сунцокрета јесте појава високих температура у комбинацији са недостатком падавина у периоду од цветања до сазревања (Слика 40).

Шећерна репа за производњу шећера (из корена) је једногодишња биљка и вегетациони период траје 160-200 дана. Поред 250 mm зимских резерви (у нашем подручју), потребно је још око 350 mm падавина током вегетационог периода. Највеће потребе у води су током интензивног пораста надземне масе и секундарног дебљања корена (од краја јуна до половине августа месеца)-критични период за воду (Слика 41). Минимална количина падавина у овом периоду је 50 mm. Регресионо-корелационом анализом утврђено је да принос корена и шећера шећерне репе гајене на подручју Војводине највише зависи од ових падавина⁷⁰.



Слика 41. Учесталост појаве недостатка падавина у време пораста надземне масе и дебљања корена



Слика 42. Учесталост појаве ниских температура у периоду након сетве

Сума активних температура за вегетациони период је 2800-3200°C. Минимум за клијање је 4-5 а за ницање 6-8°C. Пролећни мразеви до -3, могу да оштете младе клијанце, што се дешава појединих година, посебно на територији западне Србије. Поред утицаја на принос корена и уља, у периоду након сетве, ниске температуре су један од узрока појаве трулежи корена (Слика 42). Највеће потребе у топлоти су у време дебљања корена – критични период за топлоту који се подудара са критичним периодом за воду. У току јесењег периода биљке могу поднети и до -7, али корен репе извађен из земљишта измрзне на -2°C. У нашим условима, врло ретко се дешава да овај фактор доведе до негативног утицаја на принос корена шећерне репе.

70 Марковић, Т. (2011). Production-related basis risk of sugar beet as deficiency of using weather derivatives. Letopis naučnih radova, vol. 35, iss. 1, pp. 24-31.

4.4 Ливаде и пашњаци – процена ризика и нивои погођености

Травњаци су најчешћи тип коришћења земљишта у многим европским земљама, посебно у западној Европи или у планинским земљама средње и јужне Европе, заузимајући 30-40 % европског пољопривредног подручја⁷¹. Травњаци покривају мање продуктивна земљишта на централном Балкану, која представљају велики удео у укупним пољопривредним површинама у Србији (19,5%). Према дугогодишњим статистичким подацима, од укупне коришћене пољопривредне површине у Србији ливаде и пашњаци су били заступљени са 29,0%, односно заузимају су 1,45 милиона хектара. Међутим, према важећим статистичким подацима из 2019. године, ситуација је битно измењена. Наиме, трајни травњаци у Србији покривају свега 19,5% укупних искоришћених пољопривредних површина, односно само 676,36 хиљада хектара (ливаде се налазе на 350, а пашњаци на 326 хиљада хектара), док се површине под сејаним ливадама процењују на око 50.000 ha^{72,73}.

Према доступним статистичким подацима продукција ливада на нивоу Србије је у просеку свега 2,3 t/ha⁻¹ суве материје, а пашњака око 2 t/ha⁻¹. Ако сагледамо кретање површина травњака и њихову продукцију током времена можемо уочити константно смањење површина под травњацима у Србији са веома ниским приносима крмних хранива, на шта веома велики утицај, поред социо-економских фактора, имају и климатске промене, односно смањење и промена у регуларности дистрибуције падавина током вегетационе сезоне.

Травњаци су неизмерно значајни за очување квалитета земљишта и воде. Вишегодишње траве формирају густе покривач са жиличастим кореновим системом који побољшава стопу инфилтрације више од других гајених ратарских култура, а ефикасном потрошњом смањује испирање азота. Такође, својим густим склопом травни покривач смањује губитак воде испаравањем, као и површинско отицање, а самим тим спречава појаву водне и еолске ерозије.

Генерално, продукција травњака, укључујући пашњаке и ливаде, ограничена је сунчевим зрачењем, температуром, стресом воде, доступношћу хранљивих састојака и управљањем испашом/косидбом. Већина ограничења везаних за воду, хранљиве састојке и управљање може се побољшати - иако то није увек економски исплативо - али сунчево зрачење и спољне температуре не могу, што чини веома важне аспекте климатских промена⁷⁴. Температура утиче на рад ензима, који контролишу све биљне метаболичке процесе, од фотосинтезе и респирације, па до раста и развића, преко ћелијске поделе, пораста ћелија и стварања ћелијског зида. Пораст од око 8°C генерално дуплира учинак ензима⁷⁵. Траве

71 Simić, A., Bjelić, Z., Mandić, V., Sokolović, D., Babić, S. (2019). Permanent and sown grasslands in Serbia: Current state and trends. *Analele Universității din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru* (Annals of the University of Craiova- Agriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. XLIX/2019, 244-253.

72 Соколовић, Д., Симић, А., Бабић, С. (2018). Вишегодишње крмне траве и њихов биодиверзитет. *Органска производња и биодиверзитет*, Зборник реферата VI отворених дана биодиверзитета, 20. Јун 2016, Панчево, 43-66.

73 Statistical Office of the Republic of Serbia (2019). *Statistical yearbook of Serbia* Belgrade.

74 Hutchinson, G.K., Richards, K., Risk, W.H. (2000). Aspects of accumulated heat patterns (growing degree-days) and pasture growth in Southland. In *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* (Vol. 62, pp. 81-85). New Zealand Grassland Association.

75 Volenec, J.J., Nelson, C.J. (2017). Environmental aspects of forage management. In: Collins, M., Nelson, C.J., Moore, K.J., Barnes, R.F. (Eds.). *Forages, Volume 1: An Introduction to Grassland Agriculture*, 1, 71.

умерено хладног климата (C3) имају оптимални раст на око 20°C, а метаболички су активне и на 2°C. За разлику од њих, траве топлог климата имају оптимални раст на 32°C, док слабо расту испод 15°C.

Климатске промене узрокују ланац проблема, који захтевају интегрисани приступ утврђивања фактора који ограничавају принос, а који ће вероватно имати велики утицај на укупну пољопривредну производњу у будућности. Готово да нема сумње да ће климатске промене захтевати краткорочно и дугорочно прилагођавање коришћења земљишта и управљања водама⁷⁶. То све указује на неопходност проучавања утицаја климатских промена на садашње природне травњаке⁷⁷. Томе у прилог иду резултати истраживања у којима је установљено да топлотни таласи и суше веома негативно утичу на природне травњаке на подручју континенталне климе у Панонској низији, која укључује Мађарску, Србију, Бугарску и Румунију. Стога је повећање производње биомасе уз одржавање или смањење количине воде која се користи, тј. повећање ефикасности коришћења воде (ЕКВ), од највећег интереса. Комбиновање врста трава различитих функционалних група и са различитим функционалним особинама могло би да игра кључну улогу у овом погледу⁷⁸.

Физиолошка толеранција на сушу се десетероструко разликује међу 426 врста трава⁷⁹. Траве су добро распоређене и климатски и филогенетски, што указује да већина природних травњака вероватно садржи велику разноликост толеранције на сушу. Сходно томе, локалне врсте могу помоћи у одржавању функционисања екосистема као одговор на променљиве режиме суше, а да не захтевају миграције врста трава на велике раздаљине. Даље, физиолошки толерантне врсте на сушу имале су веће стопе размене воде и угљен-диоксида од нетолерантних врста, што указује да озбиљне и дуготрајне суше могу променити флористички састав природних травњака. Ово се уклапа у механизам преживљавања природни травњаци на стресне абиотичке услове, попут високих температура или суше. Услед повећања температуре ваздуха, све дужег вегетационог периода и променљивих количина падавина последње две деценије, травнате површине попут ливада и пашњака све чешће остају без довољно воде до нивоа који им онемогућује регенерацију.

На основу Слика 33, уочава се веома мала вероватноћа појаве голомразице (поглавље 2), са изразито ниским температурама, која може оштетити травни покривач током зиме, изузев на подручју Пештера у југозападној Србији. Сјеничко-пештерска висораван је подручје непрекинутих природних ливада и пашњака на преко 1000 m нв, који се распростиру на 726 квадратних километара, што представља скоро 90% пољопривредног земљишта подручја⁸⁰. Еколошки услови овог подручја истичу се одређеним специфичним едафским условима (већином мање погодним земљиштима) и суровом климом, са дугим

76 Hansen, J.W., Challinor, A., Ines, A., Wheeler, T., Moron, T. (2006). Translating climate forecasts into agricultural: advances and challenges. *Climate Research* 33, 27–41.

77 Olesen, J.E., Trnka, M., Kersebaum, K.C., Skjelvåg, A.O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, F., Kozyra, J., Micale, F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy* 34, 96–111.

78 Hofer, D., Suter, M., Haughey, E., Finn, J.A., Hoekstra, N.J., Buchmann, N., Lüscher, A. (2016). Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought. *Journal of Applied Ecology* 53, 1023–1034.

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

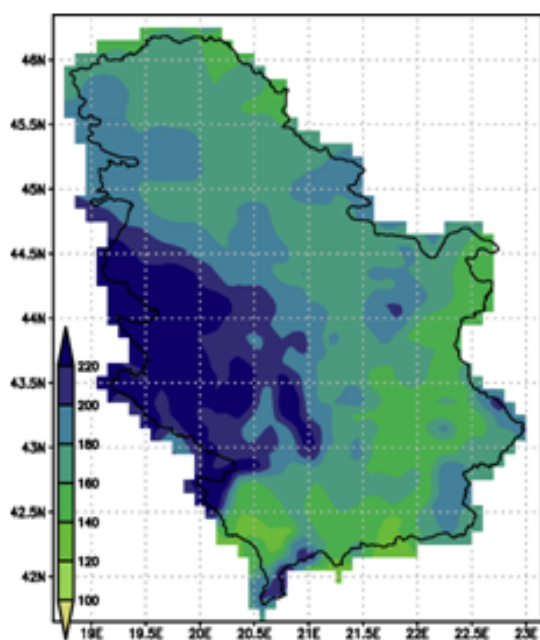
80 Pavlović, M.A., Šabić, D.S. (2003). Perspectives and problems of animal production in the Sjenica's region. *Zbornik radova-Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu*, (51), 161–174.

и оштрим зимама и кратким сувим летима. То све условљава кратак вегетациони период, са недовољним количином и лошим распоредом падавина. Ограничен је избор гајених биљака, па и крмних, које овде могу успети. На Сјеничко-пештерској висоравни су на природним травњацима врсте прилагођене екстремним условима, са мало представника легуминоза и ниским травама, уског листа и скромног квалитета за сточарство. Такав биљни покривач је прилагођен екстремним условима успевања и углавном је добро припремљен за дуготрајне периоде ниских температура.

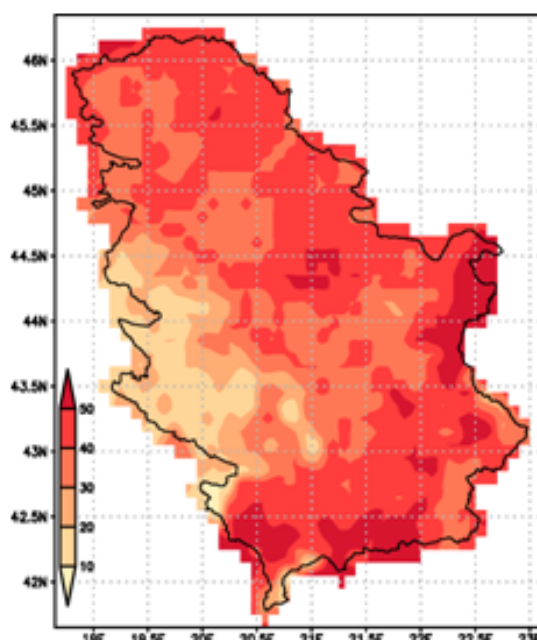
Падавине су преовлађујући фактор за успешан развој травног покривача на ливадама и пашњацима Србије, као и за регенерацију травњака после испаше или косидбе. Највећа продукција биомасе се формира и добија у пролећним месецима, све до почетка лета, у већини брдских и планинских подручја од значаја за сточарство и исхрану кабастим хранивима.

Критични месеци су јун, јул и август, које одликује скок температура, уз неизвесне падавине, потребне за регенерацију покошене или попашене биомасе.

На основу Сlike 43 се уочава највећа количина падавина током 3 критична месеца у западним подручјима Србије, од подручја Лознице на северу до југа Пештерске висоравни. Најсушнија подручја Србије у овом периоду су на потезу од источне Србије до границе са Македонијом и највећем делу Косова. Та подручја ни у прошлости нису имала услова за интензивну ратарску производњу, а последично ни за производњу сточне хране и сточарство. Конфигурација рељефа је углавном неодговарајућа за коришћење земљишта и интензивну обраду, са брдско-планинским пашњацима скромног приноса травне биомасе. Задњих деценија су изложена великој депопулацији, смањењу сеоског становништва, што смањује капацитете за коришћење и постојећих ливада и пашњака.



Слика 43. Просечна количина падавина током јуна, јула и августа за период 2000-2020



Слика 44. Учесталост појаве мале количине падавина током лета (критеријум за ризичну годину – ако је сума падавина током јуна, јула и августа мања од 150 mm)

Подручја западне Србије са интензивнијим падавинама су доминантно окренута говедарству и овчарству, а ту је присутна и главнина сејаних ливада и пашњака Србије. Без сетве висококвалитетних врста трава и легуминоза коришћењем сортног семена, ни потребе за сеном или квалитетна испаша се не могу обезбедити у адекватној мери. Ширење сејаних травњака на овом подручју потпомаже и сузбијање коровске вегетације, непожељне у исхрани домаћих животиња.

На Слици 44 се издвајају светлија подручја са мањом учесталашћу појаве летње суше, те тамноцрвена подручја, у којима су три летња месеца са укупним падавинама испод 150 mm, што указује на сигуран недостатак влаге за травњаке током месеци када дневне температуре прелазе 30°C. Травне површине трпе у таквим данима комбиновани топлотно-водни стрес, који их води у принудно мировање или привремено увенуће, што смањује капацитет за коришћење испашом или кошењем. Отава или појава регенерације травне биомасе се може очекивати тек до септембра, повећањем падавина и снижењем дневних температура.

Распоред ризика од мале количине падавина током лета се уклапа у претходни график са распоредом падавина и због значаја падавина за развиће травњака, указује на најповољнија подручја за њихово искоришћавање. Та подручја су концентрисана на западу и југозападу Србије, обухватајући слив реке Дрине у Србији, као и подручје од Ваљевских планина, преко Таре, Златибора, све до границе са Црном Гором, а потом на исток, преко Мучња, Гоча и Жељина идући до Копаоника. Умерене температуре овог подручја, са мањим ризиком од сушног летњег периода, пружају потенцијал за даљи развој сточарства.

5. Специфични ризици и рањивости у сточарству

Здрава и у производњи стабилна грла су темељ економичне сточарске производње. Здравствени проблеми доприносе финансијским губицима у производњи. Утицај климатских промена и микроклиматских услова на здравље и продуктивност животиња може бити директан или индиректан и првенствено је последица промена у окружењу, које укључују температуру ваздуха, релативну влажност ваздуха, падавине и учесталост тј. јачину екстремних догађаја (изненадни топлотни таласи, јаке суше, поплаве).

Непосредни утицаји климатских промена на здравље дешавају се првенствено и пре свега због повећаних температура и учесталости и интензитета топлотних таласа. Ови ефекти су индикација појаве услова топлотног стреса. У зависности од интензитета и трајања, топлотни стрес може негативно утицати на здравље животиња узрокујући метаболичке промене, оксидативни стрес, имунолошку супресију и на крају смрт животиње. Такође, ослабљени метаболички и имунолошки одговори животиња доводе до погоршаног здравственог стања животиње. Животиња може да реагује на одређени стрес било бихевиоралним (променама у понашању), физиолошким или комбинацијом оба одговора, а реакције животиње на одређени стрес могу варирати на основу претходног искуства животиње са стресорима, дужином њиховог трајања и интензитета, физиолошког статуса животиње. Метаболички стрес генерално представља дисбаланс између уноса и расподеле хранљивих материја, при чему је генетичка основа високопродуктивних крава стимулисана на максималну конверзију хранљивих материја у млеко, што смањује њихову расположивост за одвијање других биолошких функција - одржање телесне масе, репродуктивне ефикасности и здравља. Као поуздан индикатор метаболичких поремећаја се наводи синдром лежања код крава.

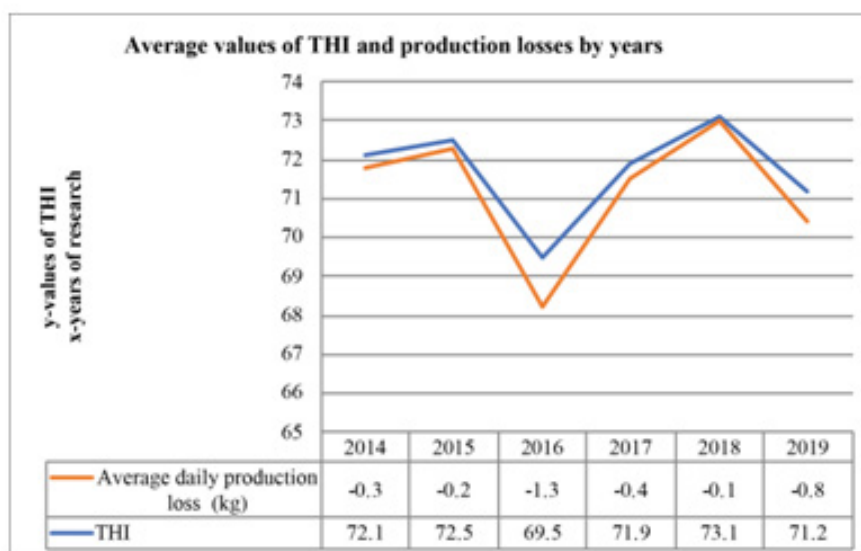
Због повећања просечних температура и учесталости појаве екстремних атмосферских догађаја, краве су у све већој мери изложене топлотном стресу. Топлотни стрес код млечних крава настаје као последица прилагођавања организма на деловање више повезаних фактора у комбинацији са високом амбијенталном температуром који изазивају прилагођавање, а у циљу спречавања физиолошке дисфункције организма.

За процену нивоа топлотног стреса код домаћих животиња користе се математички показатељи од којих је најчешће у примени THI (енг. Temperature Humidity Index- THI) показатељ (поглавље 2). Већина THI формула се израчунава коришћењем два фактора, дакле амбијенталне температуре и релативне влажности ваздуха, јер је најважније да обе варијабле буду лако мерљиве и/или су често јавно доступне путем метеоролошких сервиса.

Од 2014. године се прате микроклиматски услови на фармама у нашој земљи на којима се гаје и производе млечне краве. Највише вредности THI индекса⁸¹ евидентне су током

81 Kibler, H.H. (1964). Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses. Environmental physiology and shelter engineering. LXVII.

летњих месеци (јун, јул и август). Међутим утврђене неповољне вредности THI (THI >72) у нашој земљи јављају се већ од априла па све до октобра. Ако се узме само топли период године (од 1. априла до 1. октобра) просечна вредност THI у испитиваном периоду (6 година) износила је 71,7, односно, била је јако близу границе топлотног стреса. Број дана у овом периоду када су просечне дневне вредности биле изнад границе за топлотни стрес (THI >72) износио је 44%, односно половину дана у топлијем делу године грла су изложена топлотном стресу. Максимална утврђена вредност THI у датом период износила је 86,25. Процењен просечан губитак у производњи млека, као последица топлотног стреса, у датом периоду износио је 0,4 килограма дневно. Када помножимо са бројем дана у датом периоду и бројем крава (250 000) у нашој земљи долазимо до 18 милиона килограма изгубљеног млека само због топлотног стреса. Тај губитак процењен у новцу износи око 5 400 000 евра. Овде се ради о процени директних губитака у производњи. Индиректне губитке попут погоршаног здравља, репродукције и повећаних трошкова производње знатно је теже проценити. Са Графикана 3 се може закључити да постоји потпуна повезаност између изложености грла топлотном стресу и губитака у производњи млека.



Графикон 3. Вредности THI индекса у периоду од 1. априла до 1. октобра, и просечан пад у производњи као последица изложености грла топлотном стресу

Индиректан утицај климатских промена на сточарску производњу огледа се и кроз количину и квалитет доступне сточне хране. Повећана учесталост појаве екстремних метеоролошких појава попут суша, поплава, олуја и града, утичу на смањење приноса култура које се користе у исхрани домаћих животиња, као и на измењене услове за припрему сточне хране што све додатно умањује квалитет сточне хране. Највећи утицај климатских промена је на јаре културе код којих се највећи део вегетације одвија у најтоплијем делу године, када су наведене метеоролошке појаве, које настају као последица климатских промена, и најизраженије.

Потребне површине најважнијих крмних култура које се гаје ради исхране домаћих животиња се добијају преко потребе животиња у хранљивим материјама, и то удела одређених хранива у obroку по поједним врстама.

Табела 20. Број животиња по одређеним врстама и регионима у Републици Србији у децембру 2020 године⁸²

	Република Србија						
	УКУПНО	Србија - север			Србија - југ		
		СВЕГА	Београдски регион	Регион Војводине	СВЕГА	Регион Шумадије и Западне Србије	Регион Јужне и Источне Србије
Говеда, број	886 127	305 634	46 107	259 527	580 493	410 827	169 666
Свиње, број	2 983 102	1 404 755	143 785	1 260 970	1 578 347	1 029 451	548 896
Овце, број	1 684 613	346 837	69 595	277 242	1 337 776	1 042 176	295 600
Козе, број	202 325	56 692	7 115	49 577	145 633	70 422	75 211
Живина, број	15 248 808	6 167 282	704 841	5 462 441	9 081 526	6 552 782	2 528 744

Табела 21. Просечан оброк по врстама према хранидбеним навикама одгајивача и просечној производњи грла одређене врсте у Србији (кг/просечно грло)

Храниво	Брста домаћих животиња			
	Говеда	Свиње	Овце и козе	Живина
Силажа кукуруза	10	-	1	-
Кукуруз зрно	3	1	0.5	0.15
Јечам	1	0.5	-	-
Сено луцерке	3	-	-	-
Травно сено	3	-	1	-
Зелена храна са пашњака	10	-	4	-

На основу потреба и броја животиња која су гајене у току 2020. године у Републици Србији (Табела 20 и 21) израчунате су потребне количине хране за исхрану животиња за једну календарску годину. У Табели 22 дате су годишње потребе изражене у тонама за свако храниво које се користи у исхрани домаћих животиња у нашој земљи. Тако добијене количине хранива можемо упоредити са подацима о броју животиња по одређеним врстама и регионима у Републици Србији и утврдити да са произведеним количинама сточне хране Србија подмирује своје потребе и у годинама са повољним временским приликама остаје за извоз.

82 Републички завод за статистику (2020): <https://publikacije.stat.gov.rs/G2020/Pdf/G20201029.pdf>

Табела 22. Потребне количине хране за исхрану домаћих животиња (у тонама)

Хранљиво	Регион				
	Цела Република	Београд	Војводина	Шумадија и Западна Србија	Источна и Јужна Србија
Силажа кукуруза	3 923 096	196 290	1 066 562	1 905 617	754 627
Кукуруз зрно	3 238 380	155 558	1 103 149	1 387 419	592 253
Лечам	867 852	43 070	324 855	337 826	162 102
Сено луцерке	970 309	50 487	284 182	449 856	185 784
Травно сено	1 659 041	78 486	403 471	855 954	321 130
Зелена храна са пашњака	5 989 293	280 287	1 424 429	3 123 912	1 160 665

Нове болести се јављају у Србији услед климатских промена и ширења вектора који преносе ове болести. Тако се јављау болести попут нодуларног дерматитиса код говеда и болести плавог језика, које наносе велику економску штету и представљају велику претњу нашем сточарству. Нодуларни дерматитис представља вирусно обољење говеда и азијског воденог бивола које наноси огромне штете говедарској производњи. Директан контакт између животиња представља минималан ризик за трансмисију болести, док су главни вектори за ширење инсекти, и то пре свега мува пецара (*Stomoxys calcitrans*), комарац жуте грознице (*Aedes aegypti*) и неке врсте афричких крпеља (*Rhipicephalus* и *Amblyomma* spp.). Са климатским променама шири се ареал распрострањености ових инсеката и могућност за ширење болести. 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 правовременог реаговања у случају избијања локалних жаришта. Пошто подаци нису јавно доступни потребно је од Управе добити податке о инциденци појаве ових болести у последњих 10 година, као и обим грла по врстама код којих је обављена вакцинација у том периоду, како би се проценио тренд појаве и направила корелациона анализа ових болести са климатским факторима у анализираним годинама, те економски ефекти.

Референце:

Agricultural Sector Risk Assessment: Methodological Guidance for Practitioners, World Bank, 2016.

Bandyopadhyay, R., Ortega-Beltran, A., Akande, A., Mutegi, C., Atehnkeng, J., Kaptoge, L., Senghor, A.L., Adhikari, B.N., Cotty, P.J. (2016). Biological control of aflatoxins in Africa: Current status and potential challenges in the face of climate changes. *World Mycotoxin J.*, 1–20.

Battilani, P., Toscano, P., Van der Fels-Klerx, H.J., Moretti, A., Leggieri, M.C., Brera, C., Robinson, T. (2016). Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Sci. Rep.*, 6, 24328.

Cotty, P.J. (2001). Cottonseed losses and mycotoxins. In *Compendium of Cotton Diseases*; Kirkpatrick, T.L., Rothrock, C.S., Eds.; The American Phytopathological Society: Saint Paul, MN, USA, pp. 9–13.

Cotty, P.J., Bayman, P., Egel, D.S., Elias, K.S. (1994). Agriculture, aflatoxins and *Aspergillus*. In *the Genus Aspergillus: From Taxonomy and Genetics to Industrial Application*; Powel, K.A., Renwick, A., Peverdy, J.F., Eds.; Plenum Press: New York, NY, USA. pp. 1–27.

Cotty, P.J., Mellon, J.E. (2006). Ecology of aflatoxin-producing fungi and biocontrol of aflatoxin contamination. *Mycotoxin Res.* 22, 110–117.

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

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G. (2013). *Tackling Climate Change Through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities* FAO, Rome.

Hansen, J.W., Challinor, A., Ines, A., Wheeler, T., Moron, T. (2006). Translating climate forecasts into agricultural: advances and challenges. *Climate Research* 33, 27–41.

Hofer, D., Suter, M., Haughey, E., Finn, J.A., Hoekstra, N.J., Buchmann, N., Lüscher, A. (2016). Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought. *Journal of Applied Ecology* 53, 1023–1034.

http://www.emdat.be/country_profile/index.html

<http://www.fao.org/3/aq191e/aq191e.pdf>

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

<http://www.fao.org/land-water/water/drought/en/>

<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/16817.pdf>.

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

https://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2019/11/e-pub_Uticaji-promene-klime-na-srpsku-poljoprivredu.pdf

Hutchinson, G.K., Richards, K., Risk, W.H. (2000). Aspects of accumulated heat patterns (growing degree-days) and pasture growth in Southland. In Proceedings of the New Zealand Grassland Association (Vol. 62, pp. 81-85). New Zealand Grassland Association.

Jones, G.V. (2006). Climate and Terroir: Impacts of Climate Variability and Change on Wine. In Fine Wine and Terroir - The Geoscience Perspective. Macqueen R.W., and Meinert L.D. (eds.), Geoscience Canada Reprint Series Number 9, Geological Association of Canada, St. John's, Newfoundland, 247 p.

Kibler, H.H. (1964). Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses. Environmental physiology and shelter engineering. LXVII.

Kos, J., Mastilović, J., Janić Hajnal, E., Šarić, B. (2013). Natural occurrence of aflatoxins in maize harvested in Serbia during 2009–2012. Food Control, 34, 31–34.

Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Jovanović, Ž., Milić Vesna (2012). Climate change in Serbia: Dependence of winter wheat yield on temperatures and precipitation. Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012", Jahorina, November 15-17, 2012. Proceedings, 270-276.

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

Lević, J., Gošić-Dondo, S., Ivanović, D., Stanković, S., Krnjaja, V., Bočarov-Stančić, A., Stepanić, A. (2013). An outbreak of *Aspergillus* species in response to environmental conditions in Serbia. Pestic. Phytomed., 28, 167–179.

Liu, Y., Wu, F. (2010). Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: A risk assessment. Environ. Health Perspect., 118, 818–824.

Mehl, H.L., Jaime, R., Callicott, K.A., Probst, C., Garber, N.P., Ortega-Beltran, A., Grubisha, L.C., Cotty, P.J. (2012). *Aspergillus flavus* diversity on crops and in the environment can be exploited to reduce aflatoxin exposure and improve health. Ann. N. Y. Acad. Sci., 1273, 7–17.

Nožinić, M., Pržulj, N., Đorđević, V., Lakić, Ž., Suljkanović, Š., Spremo, D. (2015). Prinos soje u ekstremnim godinama. Letopis naučnih radova, Godina 39, Broj 1, strana 7.

Olesen, J.E., Trnka, M., Kersebaum, K.C., Skjelvåg, A.O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, F., Kozyra, J., Micale, F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy* 34, 96-111.

Pavlović, M.A., Šabić, D.S. (2003). Perspectives and problems of animal production in the Sjenica's region. *Zbornik radova-Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu*, (51), 161-174.

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.

Ruml, M., Vuković, A., Vujadinović, M., Đurđević, V., Ranković-Vasić, Z., Atanacković, Z. (2012). Classification of Serbian winegrowing regions based on climate-viticulture indices. *Proceedings 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture* (pp. 783-786). 13-17 February, 2012, Opatia, Croatia.

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

Savić, Z., Dudaš, T., Loc, M., Grahovac, M., Budakov, D., Jajić, I., Krstović, S., Barošević, T., Krska, R., Sulyok, M., Stojšin, V., Petreš, M., Stankov, A., Vukotić, J., Bagi, F. (2020). Biological control of aflatoxin in maize grown in Serbia. *Toxins*, 12(3), 162.

Serbia's first national adaptation plan: <http://www.klimatskepromene.rs/wpcontent/uploads/2017/04/NAP-UNDP-2015.pdf>; https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/country_profile_documents/NDP_SERBIA_2020.pdf%20

Simić, A., Bjelić, Z., Mandić, V., Sokolović, D., Babić, S. (2019). Permanent and sown grasslands in Serbia: Current state and trends. *Analele Universității din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru* (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. XLIX/2019, 244-253.

Spirić, D.M., Stefanović, S.M., Radičević, T.M., Stojanović, J.M.Đ., Janković, V.V., Velebit, B.M., Janković, S.D. (2015). Studija o nalazu aflatoksina u hrani za životinje i sirovom mleku u Srbiji tokom 2013. godine. *Hemijska Industrija*, 69(6), 651–656.

Statistical Office of the Republic of Serbia (2019). Statistical yearbook of Serbia Belgrade.

Стричевић, Р., Продановић, С, Ђуровић, Н., Петровић Обрадовић, О., Ђуровић, Д. (2019). Утицаји промене климе на српску пољопривреду. Програм Уједињених нација за развој https://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2019/11/e-pub_Uticaji-promene-klime-na-srpsku-poljoprivredu.pdf

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

Volenec, J.J., Nelson, C.J. (2017). Environmental aspects of forage management. In: Collins, M., Nelson, C.J., Moore, K.J., Barnes, R.F. (Eds.). *Forages, Volume 1: An Introduction to Grassland Agriculture*, 1, 71.

Vujadinovic, M., Vukovic, A., Jaksic, D., Đurdjevic, V., Ruml, M., Rankovic-Vasic, Z., Przic, Z., Sivcev, B., Markovic, N., Cvetkovic, B., La Notte, P. (2020). Climate change projections in Serbian wine-growing regions. *IVES - International viticulture and enology society*, 65-70.

Williams, W.P. (2006). Breeding for resistance to aflatoxin accumulation in maize. *Mycotoxin Res.*, 22, 27–32.

Wu, F. (2015). Global impacts of aflatoxin in maize: Trade and human health. *World Mycotoxin J.*, 8, 137–142.

Xu, X., Wang, L., Sun, D., Liu, L., Banson, K.E. (2017). The Impact of Climate Change on Yield Potential of Maize across China. *International Journal of Plant Production*, 11 (1): 47-64.

Виноградарски атлас, 2015.

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

Долијановић, Ж., Ковачевић, Д., Ољача, С., Симић, М. (2020). Адаптација агротехничких мера у ратарству на климатске промене. Научни скуп „Значај развојних истраживања и иновација у функцији унапређења пољопривреде и шумарства Србије“ Шумарски факултет Универзитета у Београду, 04. новембар 2020. године. Академија инжењерских наука Србије- АИНС, Одељење биотехничких наука, Београд. Зборник радова, 60-71.

Долијановић, Ж., Ковачевић, Д., Ољача, С., Симић, М. (2020). Адаптација агротехничких мера у ратарству на климатске промене. Научни скуп „Значај развојних истраживања и иновација у функцији унапређења пољопривреде и шумарства Србије“ Шумарски факултет Универзитета у Београду, 04. новембар 2020. године. Академија инжењерских наука Србије- АИНС, Одељење биотехничких наука, Београд. Зборник радова, 60-71.

Драгослав Иванишевић, Дарко Јакшић (2014). Виноградарство Србије кроз статистику и рејонизацију.

Извештај о анализи стања конкуренције на тржишту трговине на велико вештачким ђубривима на територији Републике Србије у периоду 2017-2019. година (2020). - <http://www.kzk.gov.rs/kzk/wp-content/uploads/2020/12/Izve%C5%A1taj-o-sektorskoj-analizi-na-tr%C5%BEi%C5%A1tu-mineralnog-%C4%91ubriva.pdf>.

Јанчић, М. (2015). Утицај климатских промена на биљну производњу. Докторска дисертација. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет. пп 189.

Кесеровић, З., Магазин, Н., Курјаков, А., Дорић, М., Гошић, Ј. (2012). Попис пољопривреде 2012 ПОЉОПРИВРЕДА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ - ВОЋАРСТВО. Републички завод за статистику, 1-94.

Ковачевић, Д., Ољача, С., Момировић, Н., Броћић, З., Долијановић, Ж., Милић, В. (2020). Потенцијални утицај климатских промена на производњу гајених биљака. У: Јањић В, Пржуљ Н (уредници) Ограничења и изазови у биљној производњи. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LXII: 45-87.

Марковић, Т. (2011). Production-related basis risk of sugar beet as deficiency of using weather derivatives. Letopis naučnih radova, vol. 35, iss. 1, pp. 24-31.

Оквир за планирање прилагођавања, Стратегија климатских промена са Акционим планом Републике Србије, бр. пројекта EuropeAid/1365966/DH/SER/RS, 2018.

Ољача Снежана, Долијановић Ж. (2010). Практикум из Агроекологије. Друго, неизмењено издање. Пољопривредни факултет, Земун. 101 пп.

Попис пољопривреде 2012. Пољопривреда у Републици Србији <https://publikacije.stat.gov.rs/G2013/Pdf/G201314002.pdf>

Пројекат: Интегрисани систем агро-метеоролошких прогноза (IAPS). Фонд за науку Републике Србије. Промис програм, 2020-2022.

Пројекат: "Унапређење средњерочног и дугорочног планирања мера прилагођавања на измењене климатске услове у Републици Србији – NAP" (2019-2022). Финансиран од Зеленог климатског фонда, а имплементира га Програм Уједињених нација за развој (UNDP), у сарадњи са Министарством пољопривреде, шумарства и водопривреде". Извештај 1: „Анализа доступности климатских и социо-економских информација, укључујући климатске податке, податке о ризицима и проценама погођености и информације о мерама адаптације”.

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

Пројекат: Рејонизација воћарског подручја у Београду, Јужној и Источној Србији. Министарство пољопривреде шумарства и водопривреде Републике Србије, 2018-2020.

Радивојевић, Д., Тописировић, Г., Станимировић, Н. (2004). Механизација сточарске производње, Универзитетски уџбеник, Пољопривредни факултет, Београд.

Републички завод за статистику (2020): <https://publikacije.stat.gov.rs/G2020/Pdf/G20201029.pdf>

Соколовић, Д., Симић, А., Бабић, С. (2018). Вишегодишње крмне траве и њихов биодиверзитет. Органска производња и биодиверзитет, Зборник реферата VI отворених дана биодиверзитета, 20. Јун 2016, Панчево, 43-66.

Стевановић, Д., Кресовић, М., Стојановић, М., Грубишић, М. (2009). Стање производње и проблеми примене минералних ђубрива у Србији. Саветовања агронома, ветеринара, технолога и агроекономиста, Института ПКБ Агроекономик, 15, стр 169-175.

Стратегија управљања водама на територији Републике Србије, Нацрт, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, (2015): <http://www.rdvode.gov.rs/javne-rasprave.php>

Стратегија управљања водама на територији Републике Србије до 2034. Службени гласник Републике Србије, број 3 од 18. Јануара 2017.