

# **Извештај за проекции на климатските промени и за промени во екстремните климатски настани во РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА**

Владимир Ѓурѓевиќ  
Февруари, 2020



Овој документ е подготвен во рамките на проектот „Четврт национален план за климатски промени и Трет двогодишен извештај за климатски промени во рамките на УНФЦЦЦ“, што се спроведува со финансиска и техничка поддршка од Глобалниот фонд за животна средина (GEF) и Програмата за развој на Обединетите нации (UNDP).

## СОДРЖИНА

КРАТКО РЕЗИМЕ .....	4
Температура и врнежи .....	4
Температура .....	4
Врнежи .....	5
Екстремни настани .....	5
Екстремно студени настани.....	6
Екстремно топли настани .....	6
Екстремни врнежи .....	6
Должина на вегетациски период.....	7
ВОВЕД.....	8
СЦЕНАРИЈА ЗА ЕМИСИИТЕ НА СТАКЛЕНИЧКИ ГАСОВИ.....	8
КЛИМАТСКИ МОДЕЛИ И ИДНИ ПРОЕКЦИИ.....	9
ПРОМЕНИ НА ТЕМПЕРАТУРА И ВРНЕЖИ .....	11
ИНДЕКСИ ЗА КЛИМАТСКИ ПРОМЕНИ.....	23
МРАЗНИ ДЕНОВИ .....	23
ЛЕДЕНИ ДЕНОВИ .....	24
СТУДЕНИ БРАНОВИ .....	25
ЛЕТНИ ДЕНОВИ.....	26
ТРОПСКИ НОЌИ.....	27
ЕКСТРЕМНИ ТОПЛОТНИ БРАНОВИ .....	28
ДОЛЖИНА НА ВЕГЕТАЦИСКИОТ ПЕРИОД.....	30
БРОЈ НА ДЕНОВИ СО ЕКСТРЕМНИ ВРНЕЖИ.....	31
ДНЕВНА МАКСИМАЛНА АКУМУЛАЦИЈА НА ВРНЕЖИ.....	32
ПОСЛЕДОВАТЕЛНИ СУШНИ ДЕНОВИ.....	33

## КРАТКО РЕЗИМЕ

### Главна порака

*Според резултатите, Македонија во иднина ќе се соочи со потопла и посушна клима. Амплитудата на оваа промена првенствено ќе биде поврзана со идната концентрација на стакленички гасови. Поврзано со потоплата клима во иднина, се очекува зголемување на топлите екстремни настани и намалување на студентите екстремни настани. Ваквата сушна состојба сепак се очекува во просек, анализата открива потенцијално зголемување на дневните екстремни врнежи што ќе предизвикаат поголем ризик од буични поплави. Од друга страна, очекуваното намалување на летните врнежи и продолжувањето на времетраењето на последователните сушни денови ќе го зголемат ризикот од суша. Најпосле, како резултат на потоплите временски услови, должината на вегетацискиот период ќе се зголеми во просек.*

За трите различни сценарија за емисии на стакленички гасови, RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*), прикажани се идните климатски проекции за основните климатски варијабли, температура, врнежи и изведени климатски индекси, на територијата на Македонија. Анализата опфаќа период од 2006 до 2100 година, а сите промени се прикажани во споредба со референтниот период 1986-2005 година. Резултатите се добиени од базата на податоци EURO-CORDEX, од која се анализирани резултатите од три регионални модели на клима за *ниски* сценарија и седум модели за *средни* и *високи* сценарија.

### Температура и врнежи

#### Температура

Според резултатите, се очекува зголемувањето на температурата да продолжи и во иднина. Амплитудата на зголемувањето, на крајот на овој век, пред сè зависи од идните емисии на стакленички гасови, јасно укажувајќи дека идната климатска состојба во земјата ќе биде одредена од успехот на меѓународното спроведување на различни политики поврзани со намалувањето на емисиите на стакленички гасови. Кај *ниското* сценарио зголемувањето на годишната средна температура до крајот на векот ќе изнесува 1,5 °C, а кај *средното* и *високото* сценарио ќе изнесува 2,5 °C и 5 °C, соодветно. Во некои делови на земјата, кај *високото* сценарио зголемувањето на температурата надминува дури и 5°C. За средината на векот, разликите во зголемувањето на температурата кај различните сценарија се многу помали, што не е

изненадувачки, бидејќи концентрациите на стакленички гасови за тој период се многу послични. Очекуваното зголемување на температурата изнесува 1°C, 2°C и 2,5°C кај *ниското*, *средното* и *високото* сценарио, по тој редослед. Во блиска иднина (периодот 2016-2035) кај сите три сценарија очекуваното покачување на температурата изнесува околу 1°C. Анализирајќи ги промените на температурата за различните годишни времиња, кај *средното* и *високото* сценарио, годишно време со најголемо покачување на температурата е летото (јуни-јули-август), а до крајот на векот зголемувањето на температурата (кај *високото* сценарио) е преку 5,5 °C во некои делови на земјата. Во случајот на *ниското* сценарио, не постојат значителни разлики помеѓу различните годишни времиња. При анализата на промените во идните дневни минимални и максимални температури утврдени се слични шаблони. До одреден степен е забележано поголемо зголемување на дневната максимална температура во споредба со дневната средна и минимална температура. За време на летото, зголемувањето на дневната максимална температура за крајот на векот изнесува преку 5°C за целата земја, што може да се смета за најзначајна промена што произлегува од анализите на температурите претставена во овој извештај.

## Врнежи

Анализата на врнежите покажува посложени шаблони на промена споредено со температурата. Кај *ниското* сценарио нема јасен сигнал за промена на врнежите во иднина, освен зголемувањето на врнежите во годишното време септември-октомври-ноември. За другите две сценарија се очекува намалување на годишните врнежи, главно како резултат на значителното намалување на летните врнежи. Кај *средното* сценарио, годишното намалување на врнежите е до -20%, со пад на летните врнежи од -30%, а кај *високото* сценарио намалувањето на годишните врнежи е до -30%, со -40% на летните врнежи, до крајот на векот. И пролетната сезона (март-април-мај) има исто така конзистентен шаблон на намалување на врнежите во текот на векот, но со помала амплитуда. За средината на векот, и кај двете сценарија има намалување на летните врнежи, до -30% кај обете.

*Според резултатите, Македонија во иднина ќе се соочи со потопла и посушна клима, а амплитудата на промената првенствено ќе биде поврзана со идните концентрации на стакленичките гасови.*

## Екстремни настани

Преку анализа на различните климатски индекси се оцени идната промена во метеоролошките и климатските екстремни настани. Во иднина се очекува намалување на студените и зголемување на топлите екстремни настани. Слично на температурната анализа, разликите меѓу сценаријата се поистакнати на крајот на векот (период 2081-2100), а во блиска иднина (период 2016-2035) речиси и нема разлика. За средината на векот (период 2036-2065) промените во *средното* и *високото* сценарио се многу послични меѓу себе отколку со *ниското* сценарио.

## Екстремно студени настани

Во блиска иднина се очекува намалување на мразните денови помеѓу -20 и -30 дена. За крајот на векот намалувањето кај *ниското* сценарио ќе остане исто, а кај *високото* сценарио намалувањето е меѓу -50 и -60 дена. За средината на векот, промената е помеѓу горните и долните граници на *ниското* и *високото* сценарио. Промената во ледените денови е многу слична на промената на мразните денови, освен што амплитудата на промени е помала, во блиска иднина промената е од -2 до -5 дена, а за крајот на векот е до -20 дена кај *високото* сценарио. Според резултатите, студените бранови ќе бидат пократки во иднина, а кај *високото* сценарио е можно исчезнување на студените бранови.

## Екстремно топли настани

Во иднина се очекува да се зголемат екстремно топлите настани. Зголемувањето на летните денови во блиска иднина ќе биде помеѓу 20 и 30 дена. За крајот на векот промената на *ниското* сценарио ќе остане иста, но кај *високото* сценарио зголемувањето ќе биде помеѓу 50 и 60 дена во поголемиот дел од земјата. Зголемувањето на бројот тропски ноќи главно се предвидува во областите со мала надморска височина. Во блиска иднина промената изнесува помеѓу 5 и 20 дена. За крајот на векот, се очекува значително зголемување кај *големите* сценарија, а на подрачјата со мала надморска височина може да се очекува зголемување од повеќе од 60 дена. Конечно, може да се очекува зголемување на времетраењето и зачестеноста на топлотните бранови на целата територија. За блиска иднина, промената на зачестеноста има вредност од 1 до 3 настани во период од 20 години кај сите сценарија. До крајот на векот, кај *високото* сценарио оваа промена може да се зголеми до уште 40 настани за 20-годишен период во западниот и источниот дел на земјата. За крајот на векот, кај *високото* сценарио промената на времетраењето се предвидува да се зголеми за уште 25 дена.

## Екстремни врнежи

Поради големата просторна и временска варијабилност на екстремните врнежи, нема единствен сигнал за нивни промени во иднина, кај различните сценарија. Од друга страна, и анализираните индекси, и максималните дневни врнежи и бројот денови со врнежи од над 40 mm/ден, генерално покажуваат позитивна промена во иднина, кај сите анализирани периоди и сценарија. Горната граница на промената на бројот врнежливи денови со преку 40 mm на ден е зголемување од 60%, а кај дневна максимална акумулација на врнежи е 20%. Физичка позадина на оваа промена е фактот дека атмосферата е потопла поради што може да задржи повеќе водена пареа (7% повеќе водена пареа во потопол воздух за 1°C) што укажува на поголеми шанси за поекстремни врнежи од дожд, а со тоа и поголеми шанси за индуцирана бујична поплава.

Анализата на индексот на последователни сушни денови открива дека во иднина ризикот од суша ќе се зголеми. Во блиска иднина зголемувањето на бројот на последователни сушни денови е помеѓу 5 и 20 дена, во зависност од сценариото и

регионот на земјата. За крајот на векот, кај *високото* сценарио се очекува зголемување од преку 30 дена. Ова зголемување е директно поврзано со предвиденото намалување на летните врнежи, особено кај *средното* и *високото* сценарио.

#### Должина на вегетациски период

Поради покачувањето на температурата, се очекува продолжување на времетраењето на вегетацискиот период. Во блиска иднина должината на вегетацискиот период ќе се зголеми од 5 до 20 дена. За крајот на векот, кај *високото* сценарио се очекува зголемување од дополнителни 50 дена, во најголемиот дел од земјата, што значи уште речиси 2 месеца вегетациски период.

## ВОВЕД

Во овој извештај се претставени прелиминарните резултати од идните проекции за климатски промени во Македонија, во рамки на сценариото RCP8.5 за идните концентрации на стакленички гасови дефинирани во Петтиот меѓувладин панел за климатски промени (ИПЦЦ). Анализата ќе опфати годишни и сезонски промени во основните климатски варијабли: средна дневна температура, минимална дневна температура, максимална дневна температура и дневни врнежи. Четирите годишни времиња се дефинирани на следниов начин: декември-јануари-февруари (ДФ), март-април-мај (ММ), јуни-јули-август (ЈЈ) и септември-октомври-ноември (СОН). Покрај овие резултати, презентирани се промени во избраните климатски индекси, како индикатори за можни промени во интензитетот и зачестеноста на екстремните временски и климатски настани. Сите идни промени се претставени за периодот 2016 - 2100 година споредено со референтниот период 1986-2005 година, што се користеше како референтен период и во последниот Петти меѓувладин панел за климатски промени. Фокусот ќе биде ставен на три идни дваесетгодишни периоди: период во блиска иднина 2016-2035 година, период 2046-2065 година во средината на дваесетипрвиот век и период 2081-2100 година на крајот на дваесетипрвиот век, при чиј избор се водеше сметка да се во согласност со анализата во Петтиот меѓувладин панел за климатски промени. Во тој контекст, анализите презентирани во овој извештај лесно ќе се споредат со резултатите од референците во публикациите на ИПЦЦ.

## СЦЕНАРИЈА ЗА ЕМИСИИТЕ НА СТАКЛЕНИЧКИ ГАСОВИ

Петтиот извештај на Меѓувладиниот панел за климатски промени идентификува четири таканаречени сценарија за репрезентативни концентрации (RCP) за идните глобални концентрации на стакленички гасови: RCP8.5, RCP6.0, RCP4.5 и RCP2.6. Овие сценарија претставуваат можни промени во концентрациите на стакленичките гасови во атмосферата во периодот 2006-2100 година. Сценаријата RCP2.6 и RCP4.5 претпоставуваат дека концентрациите на стакленичките гасови ќе се стабилизираат во иднина, додека според сценаријата RCP8.5 и RCP6.0 нивните концентрации ќе продолжат да растат или да ги следат трендовите забележани во минатото (Слика 1). Сценариото RCP2.6 дури претпоставува и дека во втората половина на овој век концентрацијата на стакленичките гасови може да се намали, што во одреден момент ќе изискува антропогените емисии да имаат вредност нула.





## КЛИМАТСКИ МОДЕЛИ И ИДНИ ПРОЕКЦИИ

За различни сценарија на идни концентрации на стакленички гасови, со климатски модели кои ги користат овие концентрации како влезни променливи, може да се добијат соодветни климатски проекции. За овој извештај се користени регионални климатски модели. Регионалните климатски модели имаат значително подобра хоризонтална резолуција во однос на глобалните климатски модели, вообичаено околу 10 km. Врз основа на нивните резултати можно е да се проценат регионалните просторни промени на избраните варијабли.

Резултатите од регионалните климатски модели се земени од базата на податоци EURO-CORDEX, која е референтна база на податоци за климатските проекции за Европа и која претставува основа на многу климатски студии во Европа во последните години. Исто така, оваа база на податоци е во основата на програмата за услуги на Службата за климатски промени Коперникус на Европската Унија. Хоризонталната резолуција на преземените податоци е 11 km. Исто така, земени се таканаречени податоци за корекција на пристрасност. Податоците за корекција на пристрасност се климатски проекции од кои се отстранети систематските грешки во резултатите на моделот. Податоците од кои е отстранета систематската грешка во моделот овозможуваат проценката на избраните климатски индекси во идните проекции да биде посигурна. Седум регионални климатски модели за сценаријата RCP4.5 и RCP8.5 се земени од оваа база на податоци: CCLM4-8-17\_v1 (r1i1p1), CCLM4-8-17\_v1 (r12i1p1), RACMO22E\_v1 (r1i1p1), RCA4\_v1 (r1i1p1), CCLM4-8-17\_v1 (r1i1p1), REMO2009\_v1 (r1i1p1) и REMO2009\_v1 (r2i1p1). За RCP2.6 имаше помалку достапни модели и направена е анализа со три различни регионални климатски модели: RCA4\_v1 (r12i1p1), REMO2009\_v1 (r1i1p1) и REMO2009\_v1 (r2i1p1).

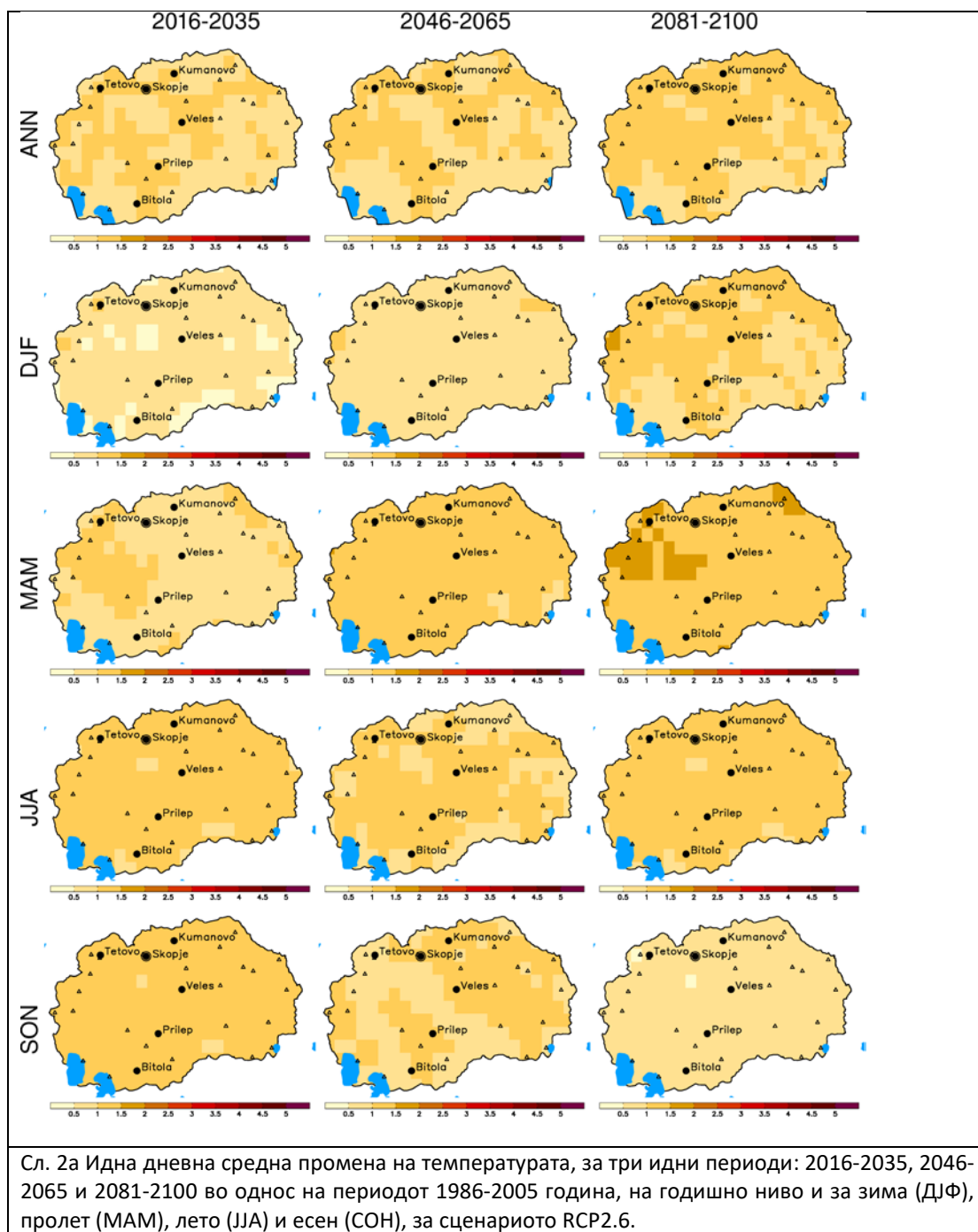
Анализираните индекси се дадени во Табела 1.

Табела 1. Дефиниции на индексите.

Индекс	Дефиниција
FD	Број мразни денови: Годишно број денови кога TN (дневната минимална температура) <0°C.
ID	Број ледени денови: Годишно број денови кога TX (дневната максимална температура) <0°C.
CSDI	Индекс на времетраење на студен бран: Годишен број денови со најмалку 6 последователни денови кога $T_{NG} < 10$ -ти перцентил (студени бранови).
SU	Број летни денови: Годишно број денови кога TX (дневната максимална температура) > 25°C.
TR	Број тропски ноќи: Годишно број денови кога TN (дневна минимална температура) <20°C.
WSDI	Индекс за времетраење на топлотни бранови: Годишен број денови со најмалку 6 последователни денови кога TX > 90-ти перцентил (екстремно топли бранови)
RR40	Годишен број денови кога дневните врнежи $\geq 40$ mm.
RX1D	Годишен максимум од 1 ден врнежи.
CDD	Максимална должина на сушен период, максимален број последователни денови со дневни врнежи <1mm.
GSL	Должина на вегетациски период: Годишен (1 јан. до 31 дек. на северната хемисфера (CX), 1 јули до 30 јуни на јужната хемисфера (JX)) број денови помеѓу првиот период од најмалку 6 дена со дневна средна температура $TG > 5^\circ\text{C}$ и првиот период по 1 јули (1 јан. на JX) од 6 дена со $TG < 5^\circ\text{C}$ . (TG – средна дневна температура)

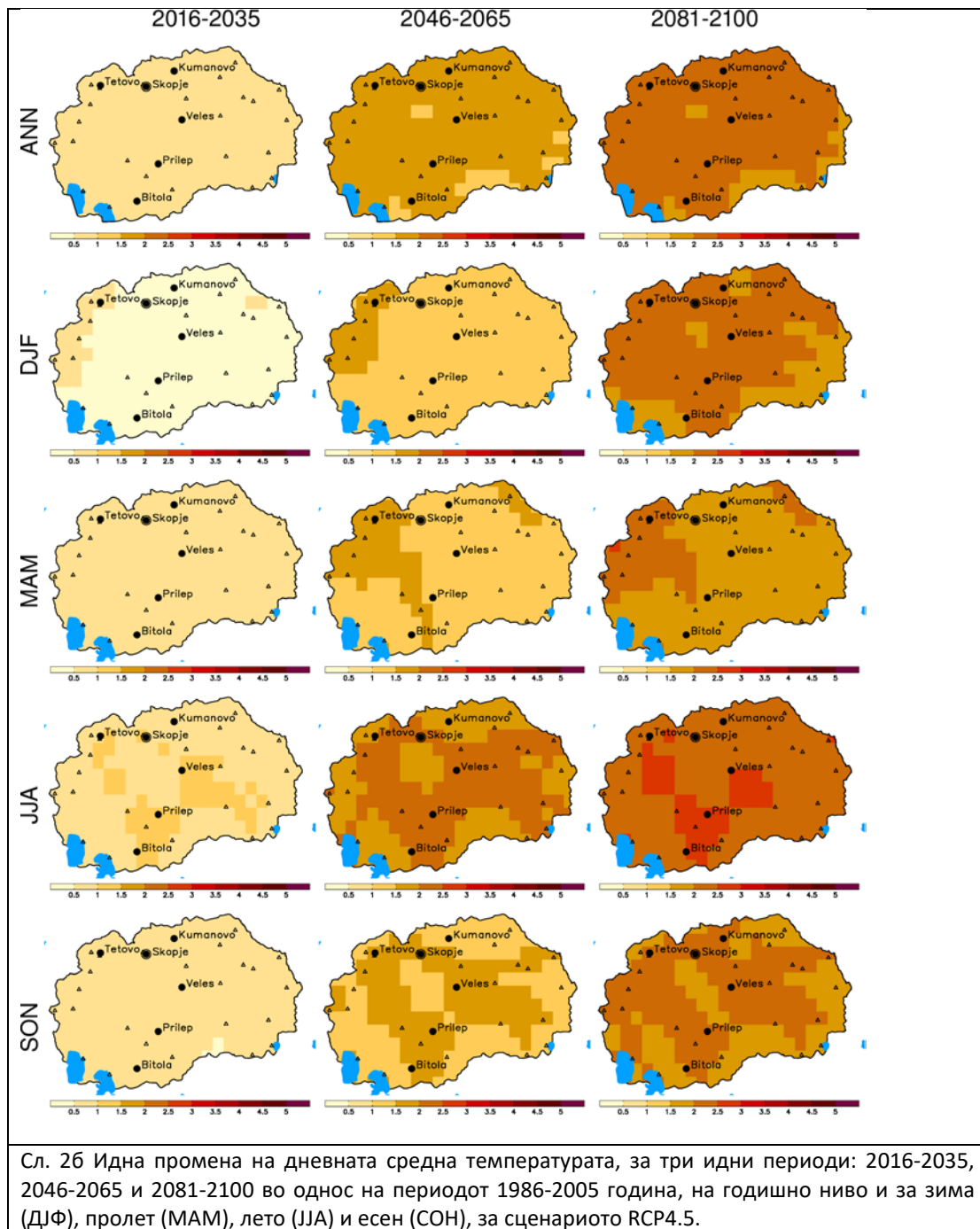
## ПРОМЕНИ НА ТЕМПЕРАТУРА И ВРНЕЖИ

Годишната и сезонската промена во **средната дневна температура** е дадена на сликите 2а, 2б и 2в<sup>1</sup> за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5, соодветно. Кај сценариото RCP2.6 (Слика 2а), средната дневна температура постојано ќе се зголемува од околу 1 °C во блиска иднина на околу 1,5 °C до крајот на векот. Во поглед на затоплувањето, не постојат значителни разлики помеѓу различните годишни времиња.

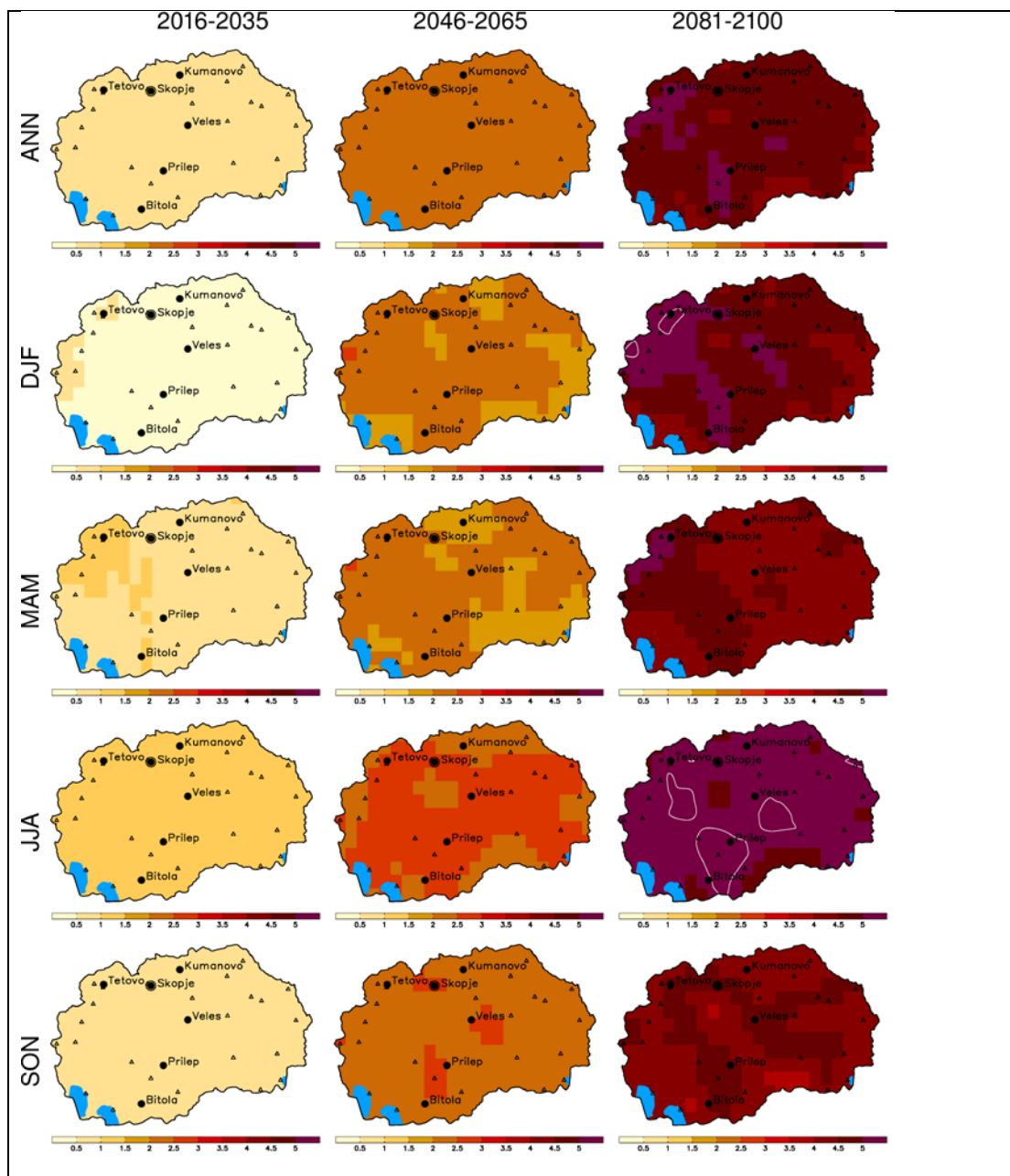


<sup>1</sup> На сите слики избраните градови се претставени со кружиња, а метеоролошките и временските станици со мали тријаголничкиња.

Кај сценариото RCP4.5 (Слика 26), средната дневна температура постојано ќе се зголемува, од околу 1 °C во блиска иднина на околу 2,5 °C до крајот на векот. Во поглед на затоплувањето, не постојат значителни разлики помеѓу различните годишни времиња. Најголемо затоплување се очекува за време на летото во сите идни периоди. За средината на векот, во другите три годишни времиња (зима, пролет и есен) затоплувањето е скоро со истиот редослед, но е поизразено кај зимата во последниот анализиран период.

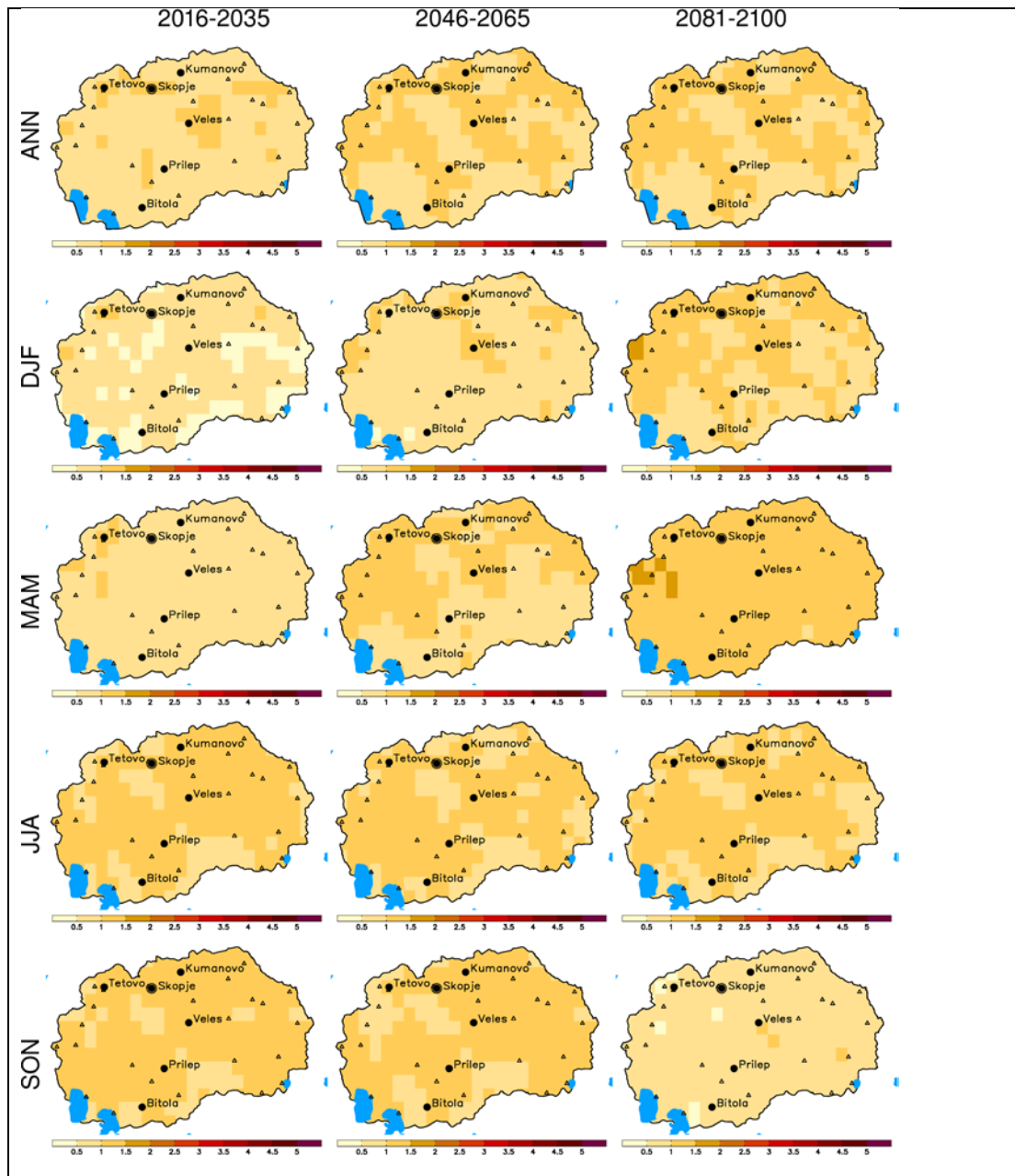


Средната дневна температура постојано ќе се зголемува, од околу 1°C во блиска иднина на околу 5 °C до крајот на векот. Најголемо затоплување се очекува за време на летото во сите идни периоди. За средината на векот, кај другите три годишни времиња (зима, пролет и есен) затоплувањето е скоро со истиот редослед, но за крајот на векот поголемо затоплување се очекува во зима споредено со пролет и есен.



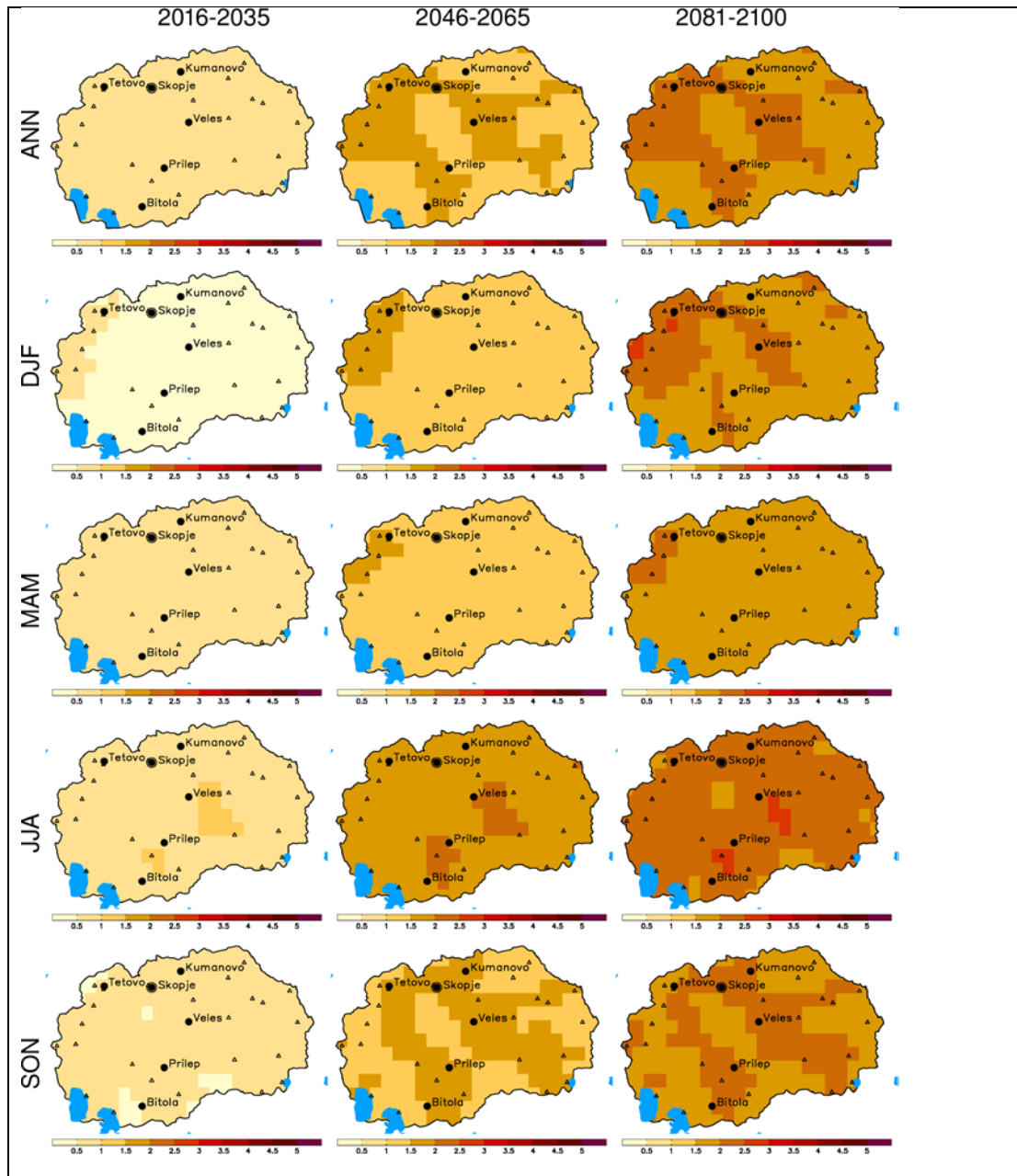
Сл. 2в Идна промена на дневната средна температурата, за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, на годишно ниво и за зима (ДЈФ), пролет (МАМ), лето (ЈЈА) и есен (СОН), за сценариото RCP8.5. Белата линија е изолинија 5,5 °C.

Годишната и сезонската промена во **минималната дневна температура** е дадена на сликите 3а, 3б и 3в за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5, соодветно, за 21-иот век. Кај сценариото RCP2.6 (Слика 3а) слично на дневната средна вредност, минималната дневна температура постојано ќе се зголемува, од околу 1 °C во блиска иднина на околу 1,5 °C до крајот на векот. Различно од тоа, пролетта е годишно време со најголемо зголемување за периодот на крајот на векот, а промените кај другите три годишни времиња се слични на промената на средната дневна температура.



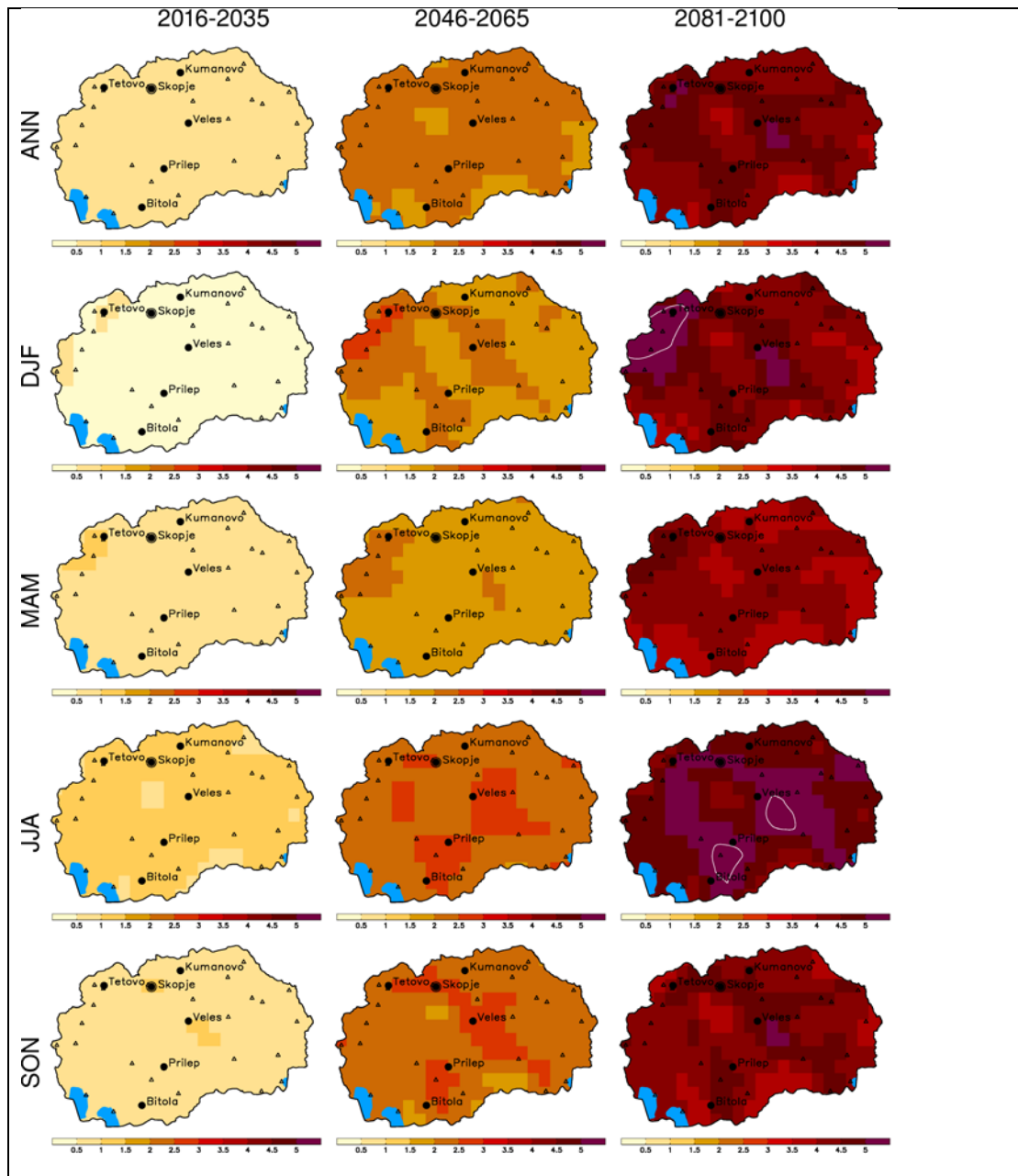
Сл. 3а Идната промена на минималната дневна температура за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, на годишно ниво и во зима (ДЈФ), пролет (МАМ), лето (ЈЈА) и есен (СОН), за сценариото RCP2.6.

Кај сценариото RCP4.5 (Слика 36) минималната дневна температура постојано ќе се зголемува, од околу 1°C во блиска иднина на околу 2,5°C до крајот на векот. Летото е годишно време со најголемо зголемување за периодот на крајот на векот, при што некои области имаат зголемување поголемо од 2,5°C, а промените кај другите три годишни времиња се слични на промената на средната дневна температура кај истото сценарио.



Сл. 36 Идната промена на минималната дневна температура за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, на годишно ниво и во зима (ДЈФ), пролет (МАМ), лето (ЈЈА) и есен (СОН), за сценариото RCP4.5.

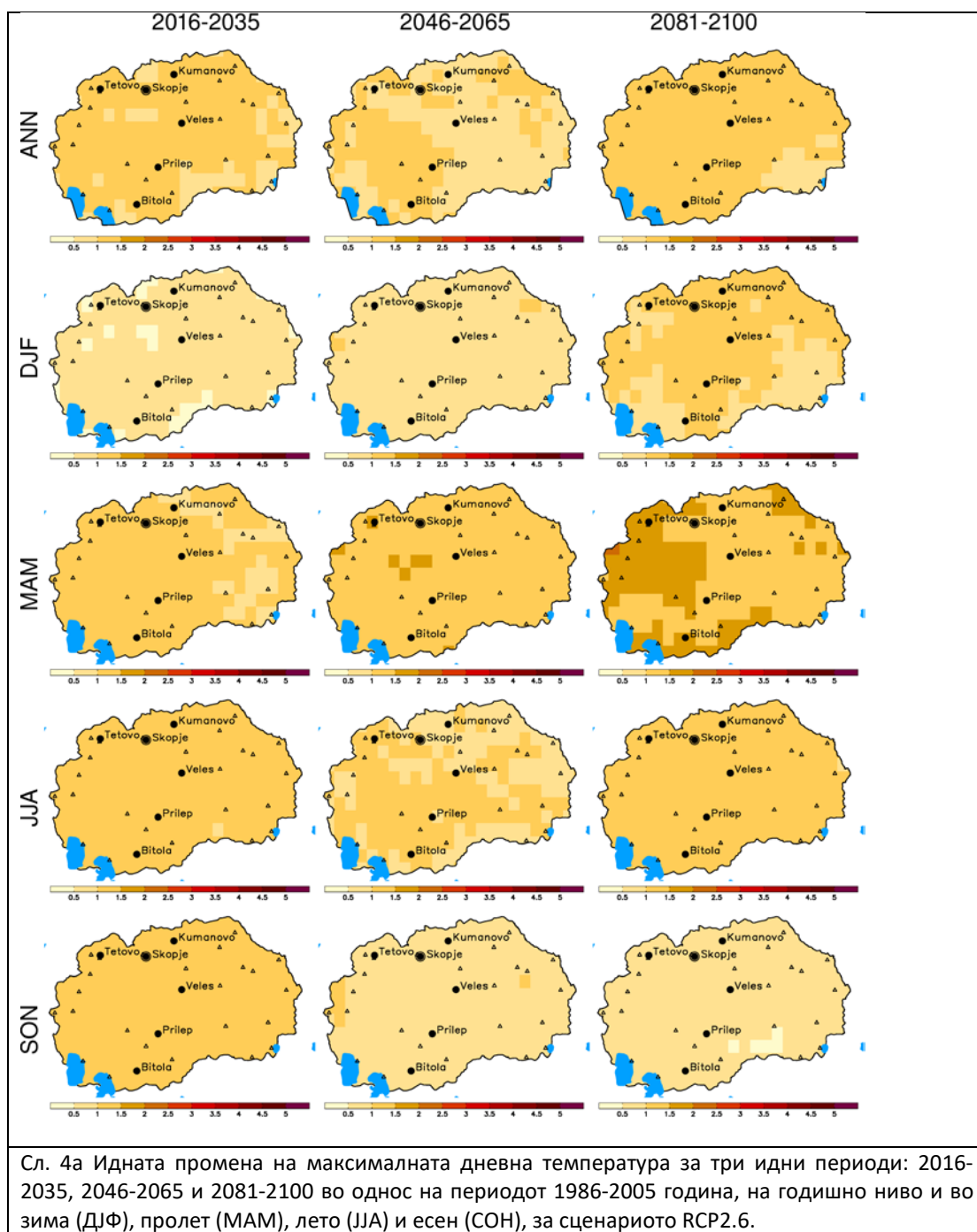
Кај сценариото RCP8.5 (Слика 3в) минималната дневна температура постојано ќе се зголемува, од околу 1 °C во блиска иднина на околу 5 °C до крајот на векот. Повторно, летото е годишно време со најголемо зголемување, а промените кај другите три годишни времиња се слични на промената на средната дневна температура.

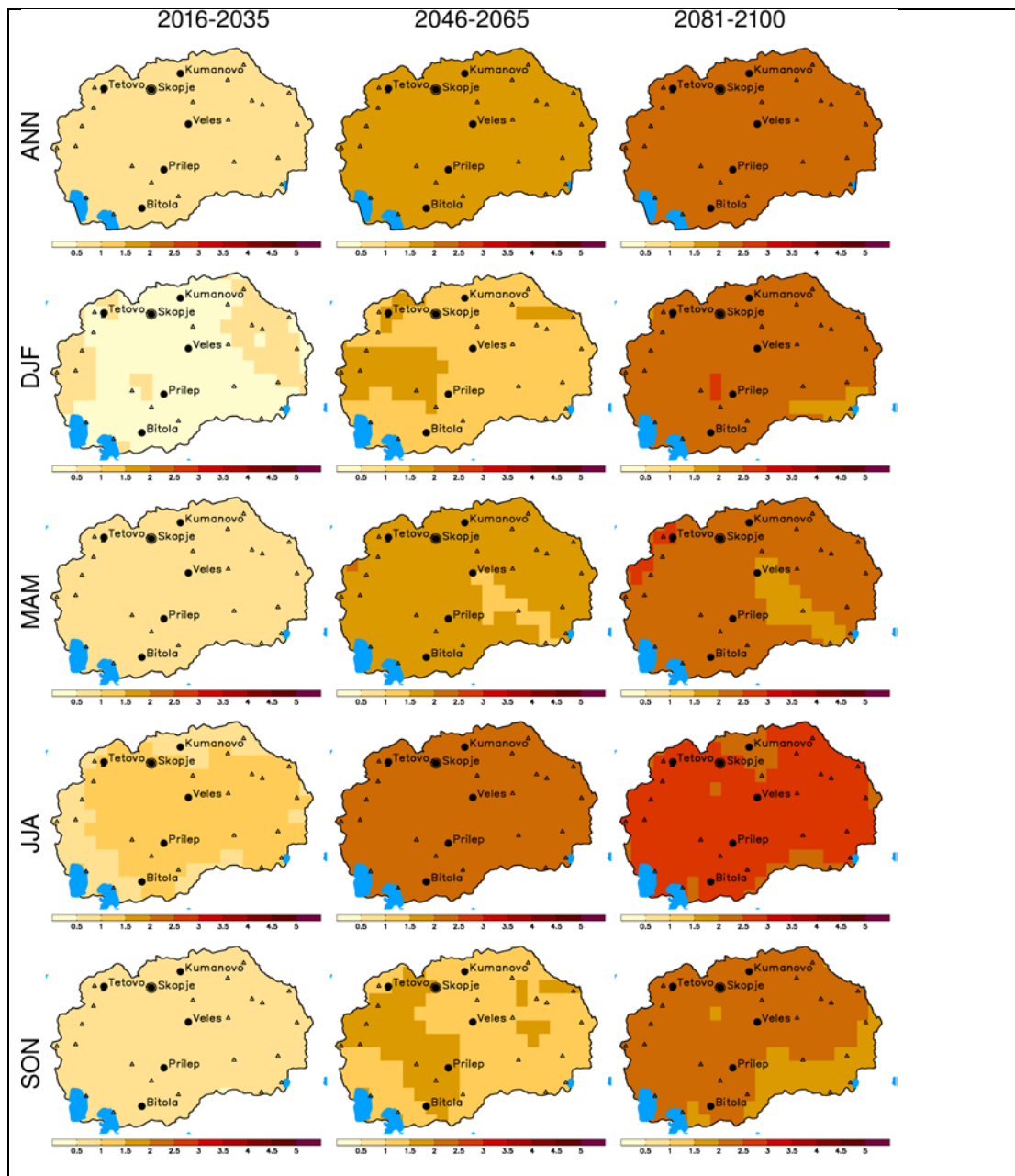


Сл. 3в Идната промена на минималната дневна температура за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, на годишно ниво и во зима (DJF), пролет (MAM), лето (JJA) и есен (SON), за сценариото RCP8.5. Белата линија е изолинија 5,5 °C.

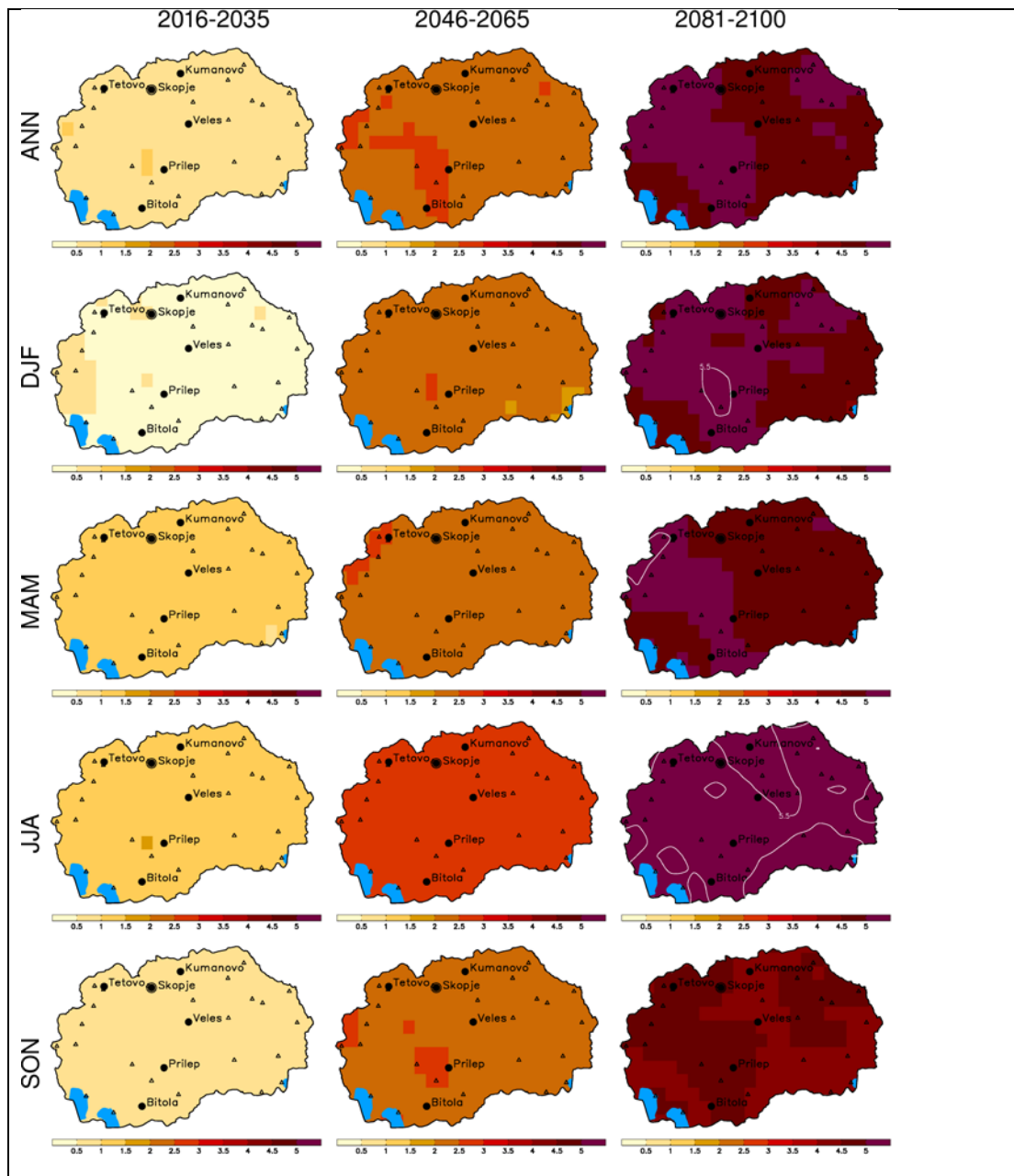


За трите идни периоди, годишната и сезонската промена во **максималната дневна температура** се дадени на сликите 4а, 4б и 4в за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5, соодветно, за 21-иот век. Промените се слични на промената на средната и на минималната дневна температура и се движат од 1°C на почетокот на векот до 1,5°C на крајот на векот кај сценариото RCP2.6 (Слика 4а) и од 1°C до 5°C кај сценариото RCP8.5 (Слика 4в). Од друга страна, амплитудата на промената е до одреден степен повисока споредено со средната и минималната температура. Кога ќе се направи споредба на сите три температури се очекува промената да биде најголема кај максималните, потоа кај средните дневни температури и конечно кај минималните дневни температури.





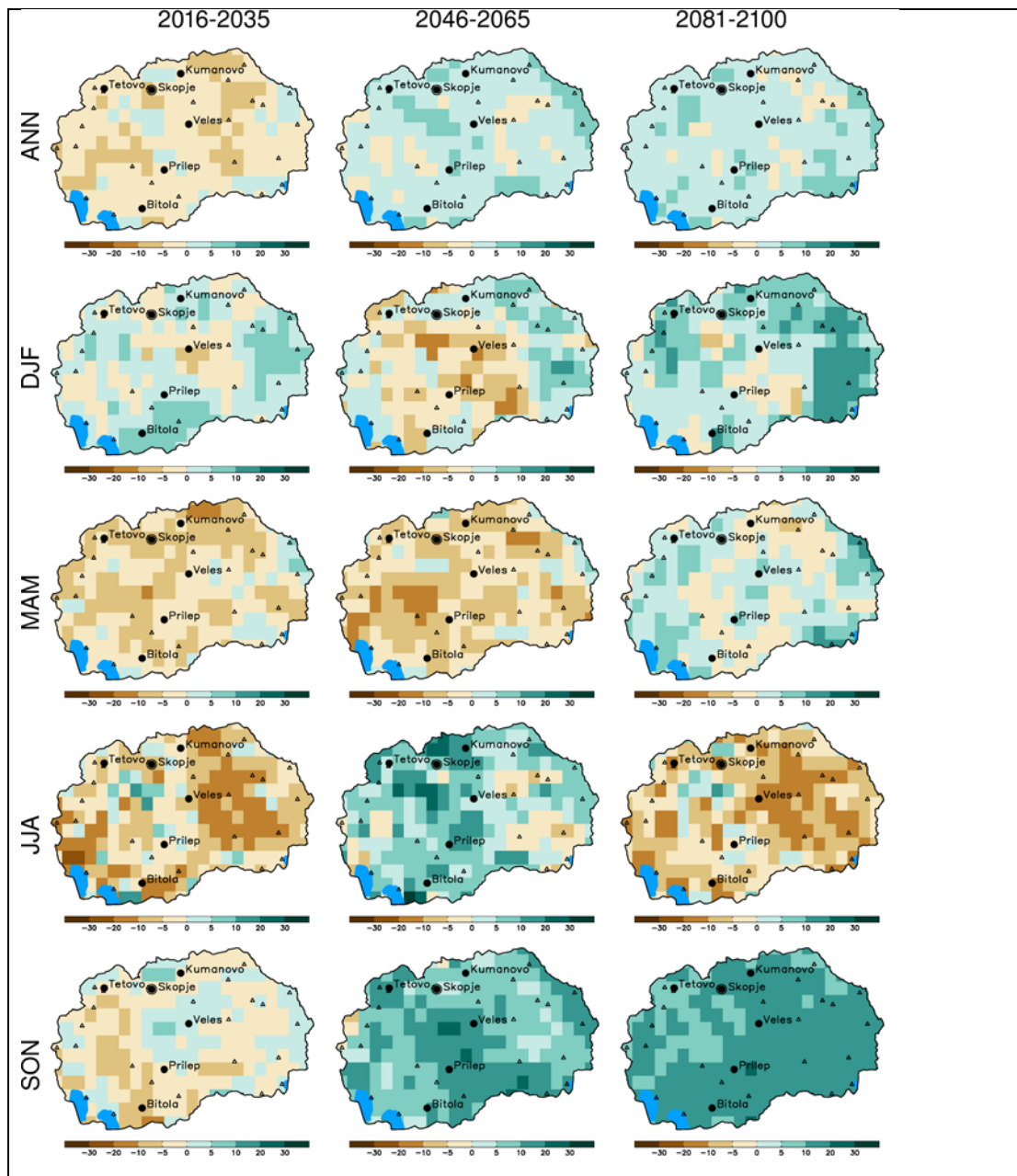
Сл. 46 Идната промена на максималната дневна температура за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, на годишно ниво и во зима (ДЈФ), пролет (МAM), лето (ЈЈА) и есен (СОН), за сценариото RCP4.5.



Сл. 4в Идната промена на максималната дневна температура за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, на годишно ниво и во зима (DJF), пролет (MAM), лето (JJA) и есен (SON), за сценариото RCP8.5. Белата линија е изолинија 5,5 °C.

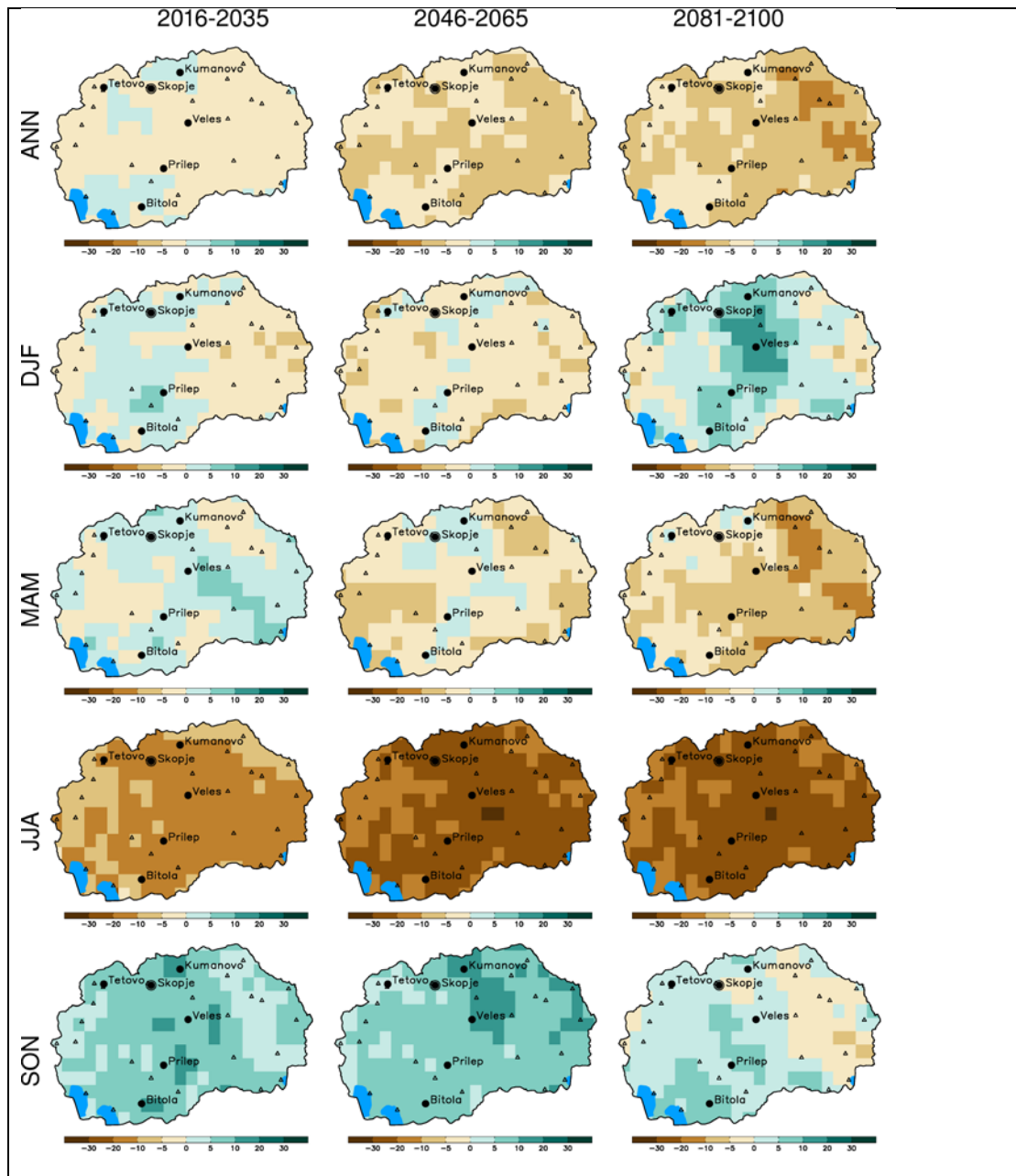
За промена на температурата, средна, минимална или максимална, јасно е дека идната промена на концентрацијата на стакленички гасови има доминантна улога во идните климатски промени во Македонија.

За трите идни периоди, **годишната и сезонската промена во врнежи** е дадена на сликите 5а, 5б и 5в за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5, соодветно. Кај RCP2.6 (Слика 5а) се очекува зголемување на врнежите на средината и на крајот на векот, се очекува промената да биде позитивна, но не и значајна. Промената на врнежите во зима и пролет нема значајна амплитуда, а зголемувањето и намалувањето не следат некој постојан шаблон. Тоа што е интересно е дека за средината на векот е предвидено зголемување во лето, но и значително намалување до 20% за крајот на векот. Конечно, за годишното време СОН се предвидува јасен шаблон на позитивно зголемување за средината и крајот на векот од + 20% (за крајот).



Сл. 5а Идната промена на врнежите за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, на годишно ниво и во зима (ДЈФ), пролет (МАМ), лето (ЈЈА) и есен (СОН), за сценариото RCP2.6.

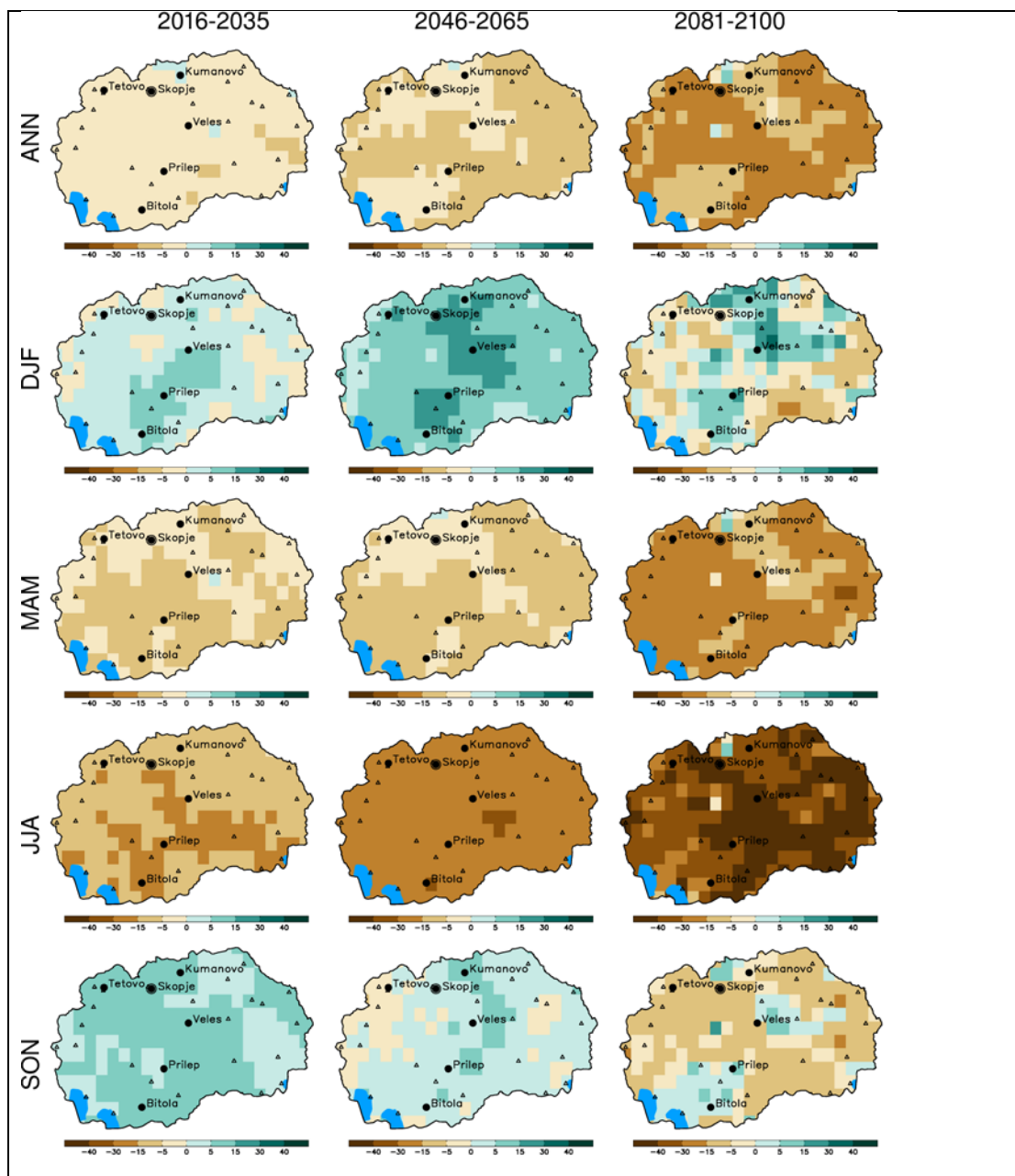
Кај сценариото RCP4.5 (Слика 5б), за сите три идни периоди се очекува намалување на годишните, пролетните и летните врнежи, при што јасно е нагласено за време на летото со намалување повисоко од 20%. Во текот на есента, за првите два периода се очекува зголемување на поголемиот дел од територијата, но за последниот период се предвидува намалување. За зимата нема јасен сигнал за промена бидејќи кај сите три периоди доминира промена од +/- 5% на поголемиот дел од територијата.



Сл. 5б Идната промена на врнежите за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, на годишно ниво и во зима (ДЈФ), пролет (МАМ), лето (ЈЈА) и есен (СОН), за сценариото RCP4.5.

Кај сценариото RCP8.5 (Слика 5в), за сите три идни периоди се очекува намалување на годишните, пролетните и летните врнежи, при што јасно е нагласено за време на летото со намалување повисоко од 40% во некои региони. Во текот на зимата и есента, за првите два периода се очекува зголемување на поголемиот дел од територијата, но за последниот период во зима речиси во половина земја има зголемување а во другата половина намалување од најмногу 15%.

Интересно е што сценаријата RCP8.5 и RCP4.5 имаат повеќе сличности во однос на промената на врнежите во споредба со RCP2.6, што нè води до заклучок дека идните концентрации на стакленички гасови (сценарио за стабилизација или нестабилизација) ќе имаат голема улога во идните промени на врнежите во Македонија.

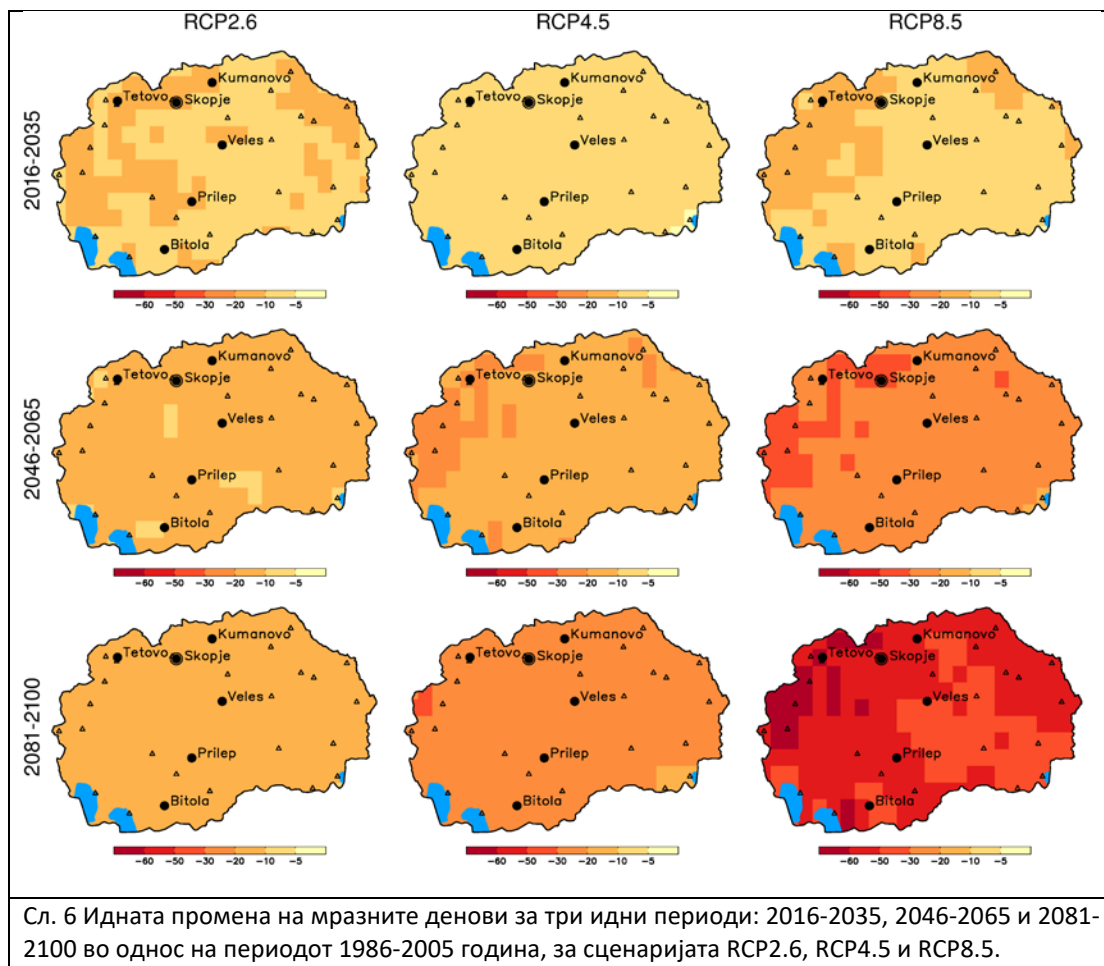


Сл. 5в Идната промена на врнежите за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, на годишно ниво и во зима (ДЈФ), пролет (МАМ), лето (ЈЈА) и есен (СОН), за сценариото RCP8.5.

# ИНДЕКСИ ЗА КЛИМАТСКИ ПРОМЕНИ

## МРАЗНИ ДЕНОВИ

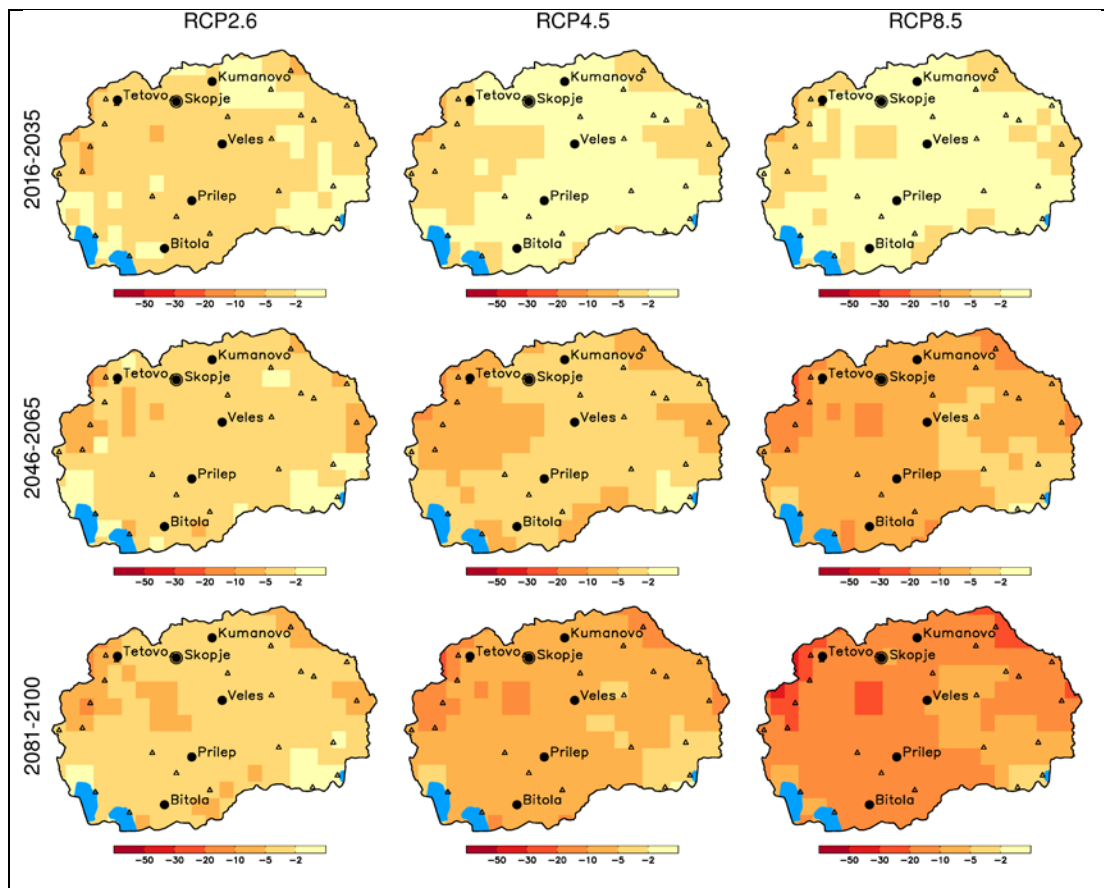
На Слика 6 годишната промена во **бројот на мразни денови** за трите идни периоди е дадена за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Во блиска иднина, очекуваното намалување изнесува околу 10-20 дена кај сите сценарија. Кај *ниското* сценарио оваа промена ќе остане до крајот на векот, но кај другите два намалувањето на средината на векот ќе биде поголемо, 20-30 дена. Понатамошно намалување, поизразено кај *високото* сценарио, се очекува во последниот период, на поголемиот дел од територијата. Кај *високото* сценарио се очекува намалување од околу 50 дена, споредено со периодот 1986-2005. Поголемо намалување се очекува во области на поголема надморска височина.



Сл. 6 Идната промена на мразните денови за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5.

## ЛЕДЕНИ ДЕНОВИ

На Слика 7 годишната промена во **ледените денови** за трите идни периоди е дадена за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Бројот мразни денови се очекува да се намали кај сите сценарија и идни периоди. Промената е многу слична на намалувањето кај мразните денови, но може да се смета за помала во однос на бројот мразни денови бидејќи тој број на ледени денови е помал во споредба со бројот на мразните денови.

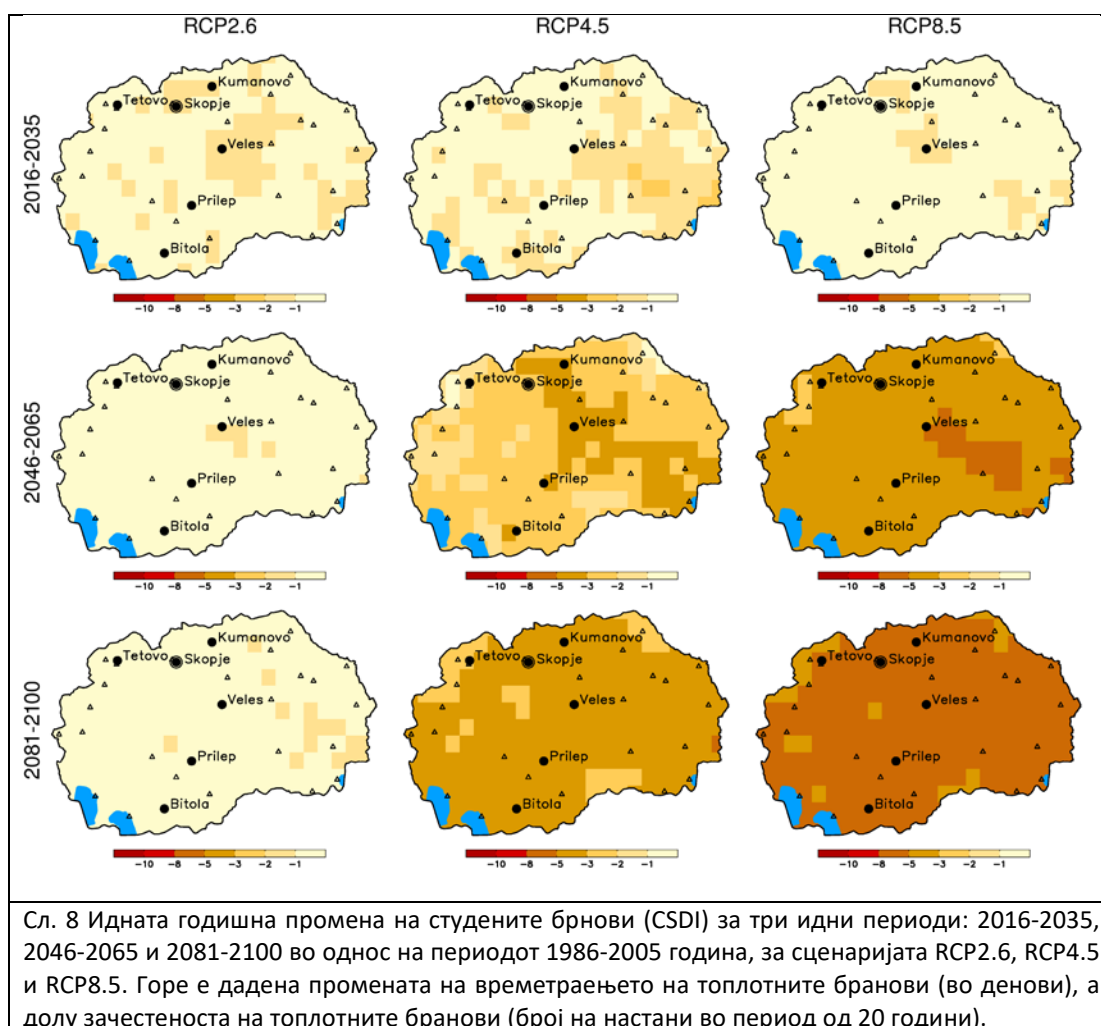


Сл. 7 Идната промена на ледените денови за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5.



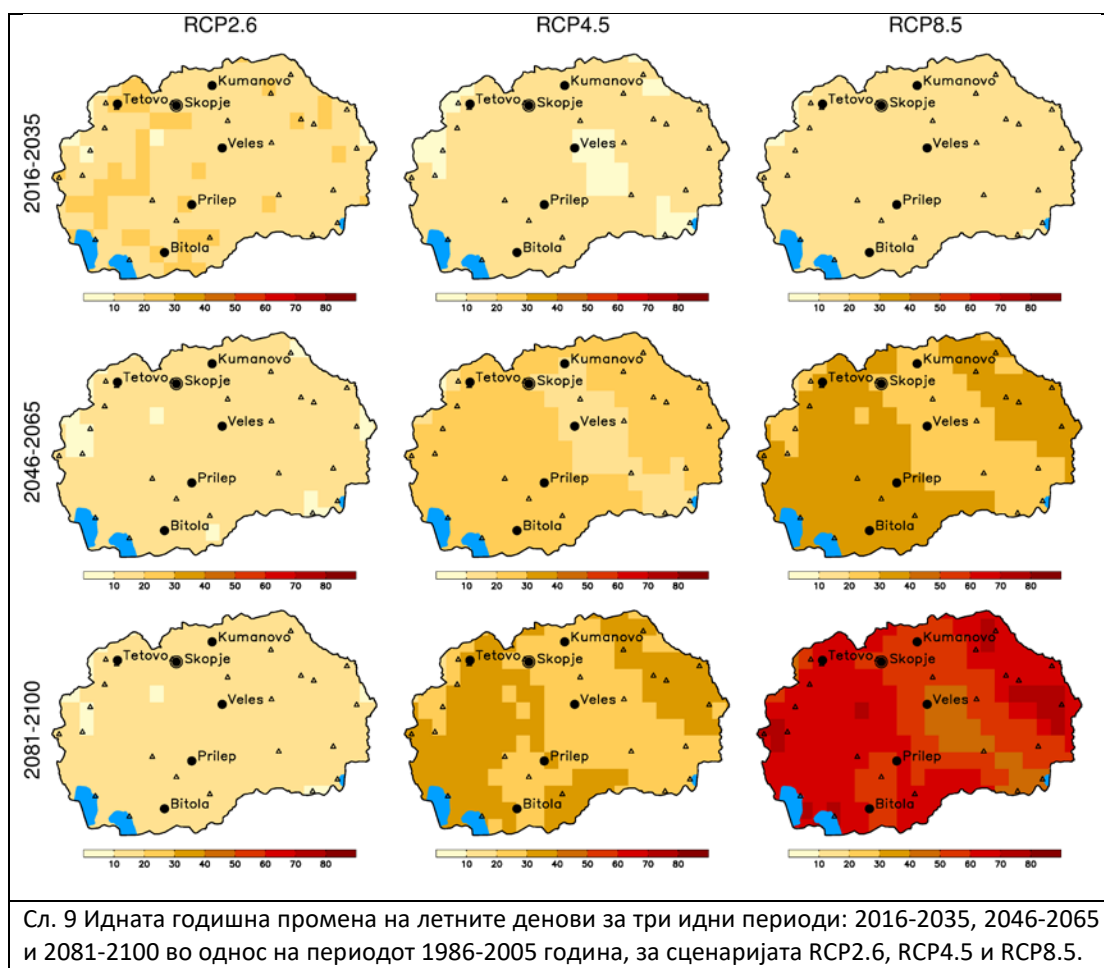
## СТУДЕНИ БРАНОВИ

На Слика 8 промената во **студени бранови** за трите идни периоди се дадени за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Повторно, шаблонот на промени во сценаријата и идните периоди е сличен на промените кај мразните денови и ледените денови. Во блиска иднина, очекуваното намалување е исто кај сите сценарија и е околу еден ден помало кај студените бранови (со максимална промена од -3 дена). На крајот на векот најголема промена има кај *високите* сценарија, до 8 дена пократки ладни бранови во просек за 20 години, што кај сценариото RCP8.5 значи речиси целосно исчезнување на ладните бранови.



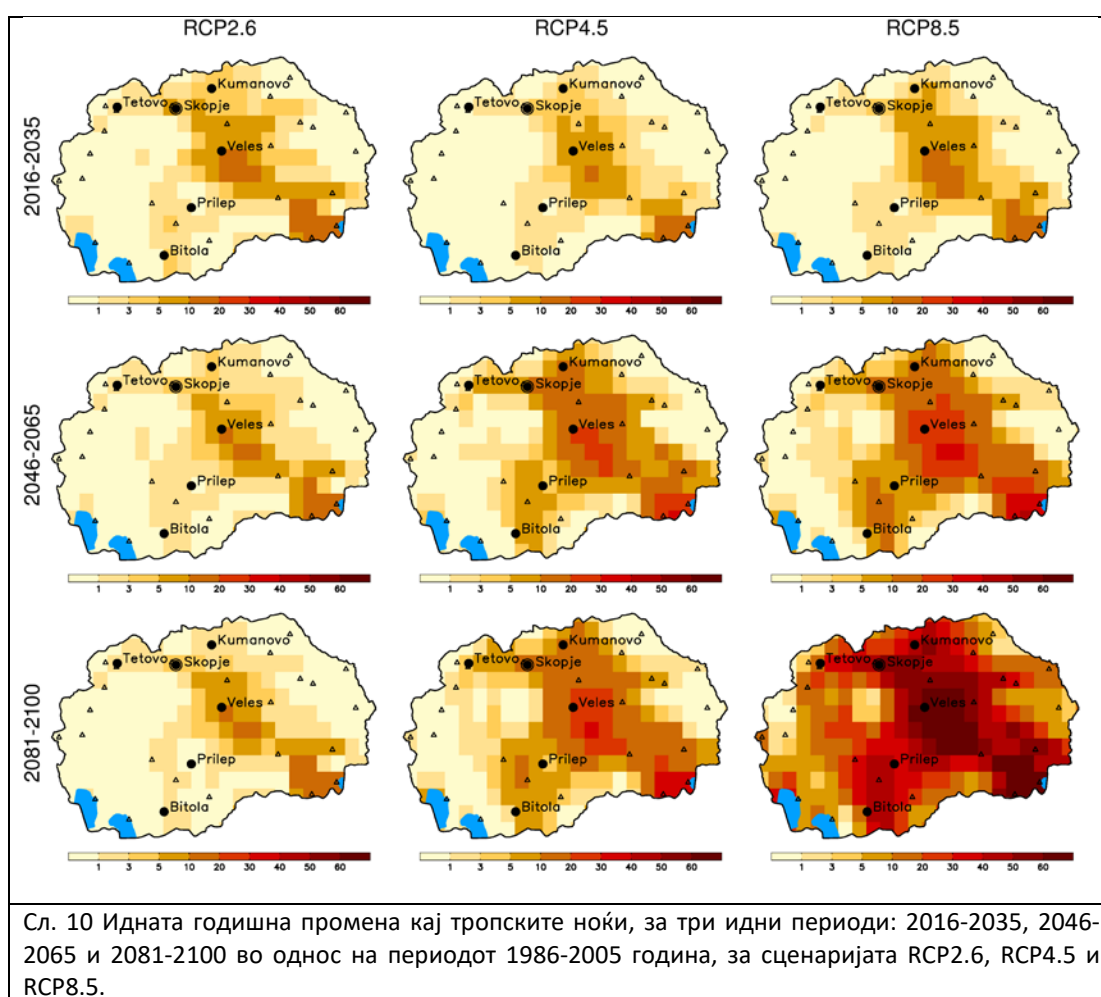
## ЛЕТНИ ДЕНОВИ

На Слика 9 годишната промена во **летните денови** за трите идни периоди е дадена за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Се очекува бројот летни денови да се зголеми до 20 дена кај *ниското* сценарио кај сите три периоди. Кај сите три сценарија промената во блиска иднина е иста. Кај *средното* сценарио се очекува понатамошно зголемување до 30 дена, на средината на векот, и до 40-тите за крајот на векот. Кај *високото* сценарио промената на средината на векот е многу слична на промената кај *средното* сценарио за крајот на векот, но кај последниот период промената е уште поголема, а за поголемиот дел од територијата очекуваното ~~намалување~~ зголемување е околу 60 до 70 дена, во споредба со периодот 1986-2005 година.



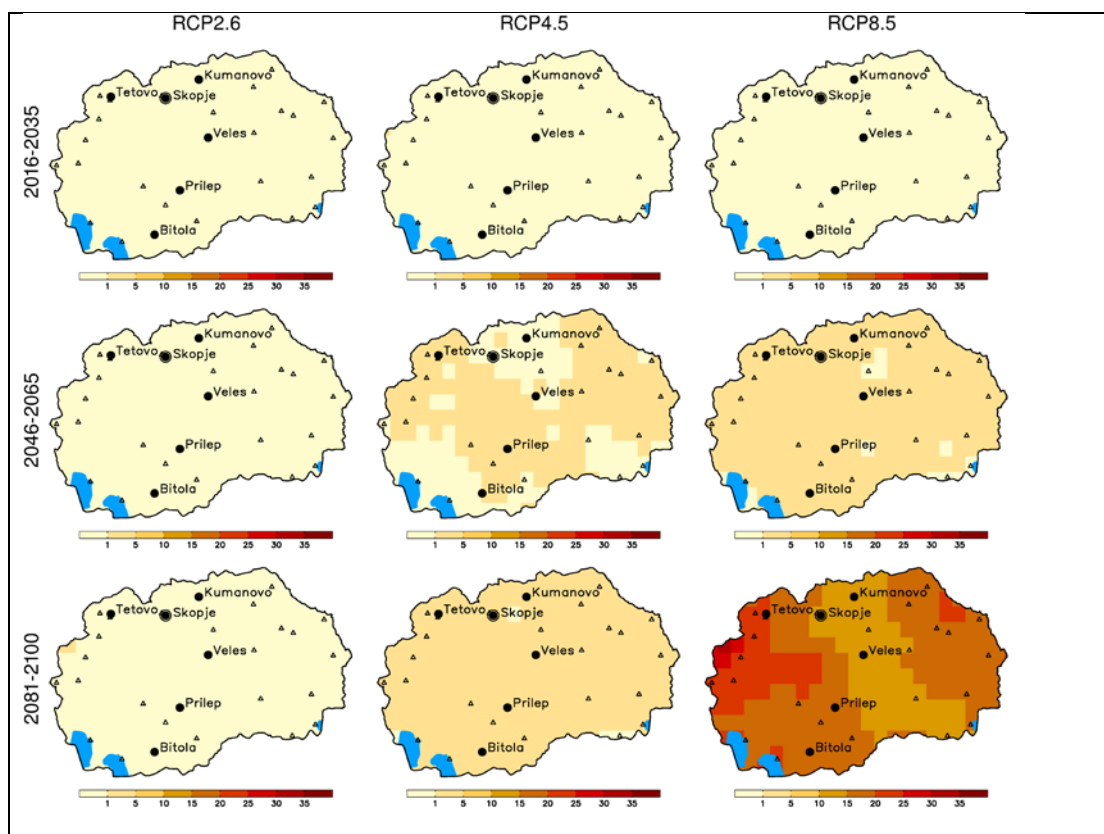
## ТРОПСКИ НОЌИ

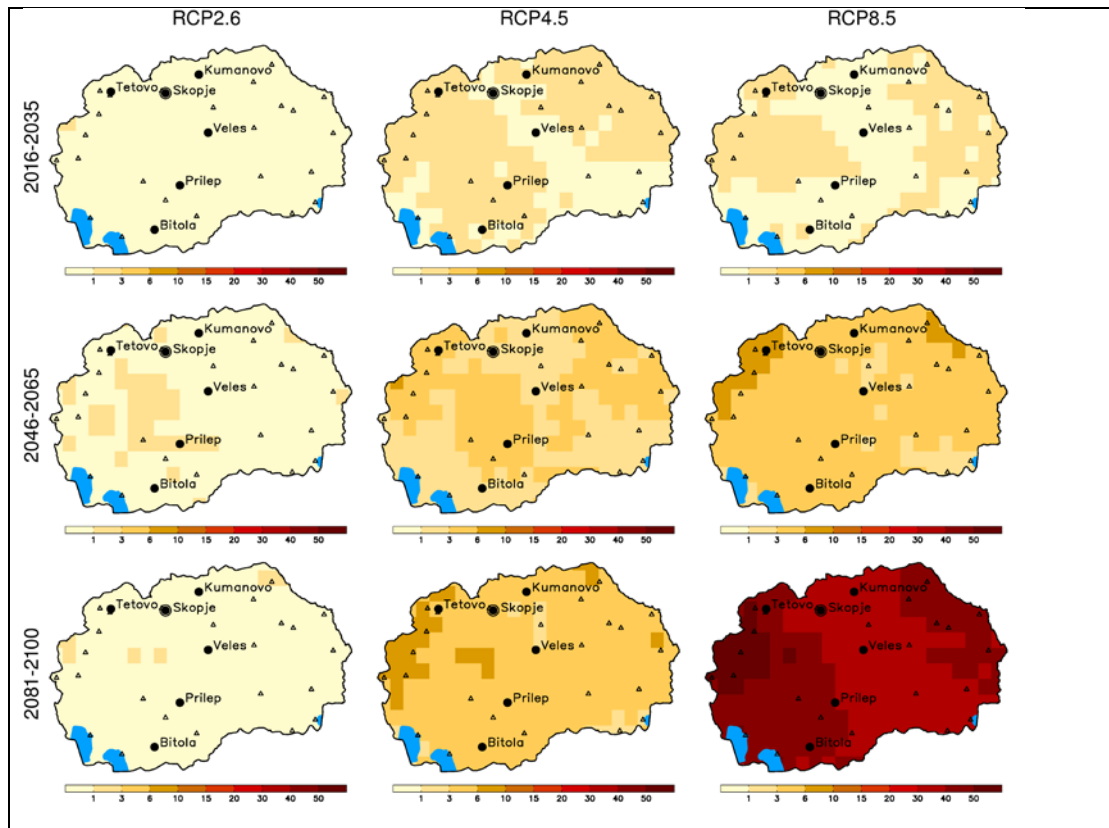
На Слика 10 годишната промена во **тропските ноќи** за трите идни периоди е дадена за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Јасно е дека зголемувањето на тропските ноќи се очекува првенствено во областите со пониска надморска височина. Промената во блиска иднина е иста за сите сценарија и изнесува околу 5 дена повеќе кај тропските ноќи, со максимум од 10 дена. Во другите два периода промената е иста кај *ниското* сценарио, но кај *средното* и *високото* сценарио максимална промена достигнува до 30 дена повеќе тропски ноќи за периодот 2046-2065 година. Конечно, за крајот на векот, кај *високото* сценарио максималната промена во областите со мала надморска височина е +60 дена, а во планините промената е околу +10 дена.



## ЕКСТРЕМНИ ТОПЛОТНИ БРАНОВИ

На Слика 11 годишната промена во екстремните топлотни бранови (индекс WSDI) за трите идни периоди е дадена за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Се очекува времетраењето на топлотните бранови (горниот панел) во иднина да остане исто кај сценариото RCP2.6, но од друга страна се очекува да се зголеми кај другите две сценарија. Кај *високото* сценарио и кај последниот период, на поголемиот дел од територијата, очекуваното зголемување е околу 20 дена, во споредба со периодот 1986-2005 година. Бројот топлотни бранови (долниот панел) се очекува да се зголеми за 1 дополнителен настан кај сценариото RCP2.6, но оваа позитивна промена е поизразена кај другите две сценарија. Кај *средното* сценарио промената во последниот период е еднаква на промената кај високото сценарио за средината на векот, и изнесува околу 6 дополнителни настани за 20-годишен период. Во последниот период кај *високото* сценарио за поголемиот дел на територијата, постои значително зголемување до 40 дополнителни настани во 20-годишен период.

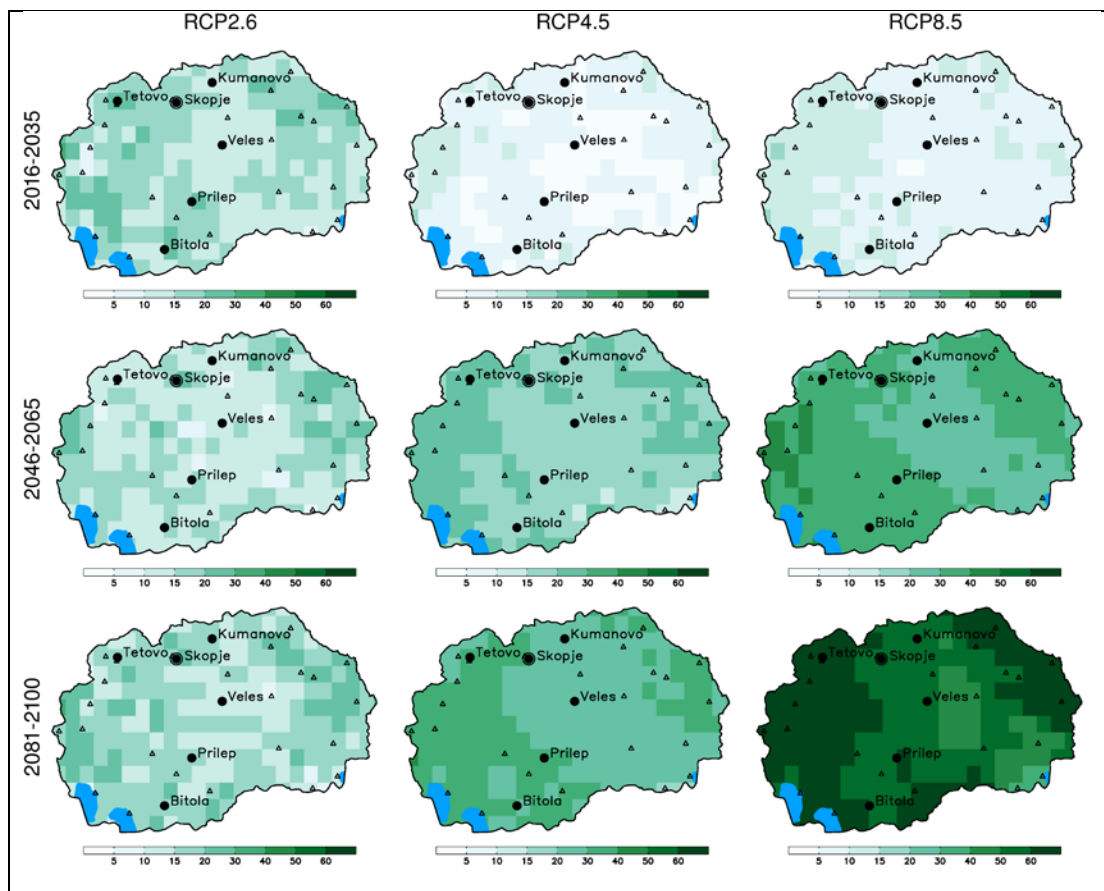




Сл. 11 Идната годишна промена на екстремните топлотни бранови (WSDI), за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5. Горе е дадена промената на времетраењето на топлотните бранови (во денови), а долу зачестеноста на топлотните бранови (број на настани во период од 20 години).

## ДОЛЖИНА НА ВЕГЕТАЦИСКИОТ ПЕРИОД

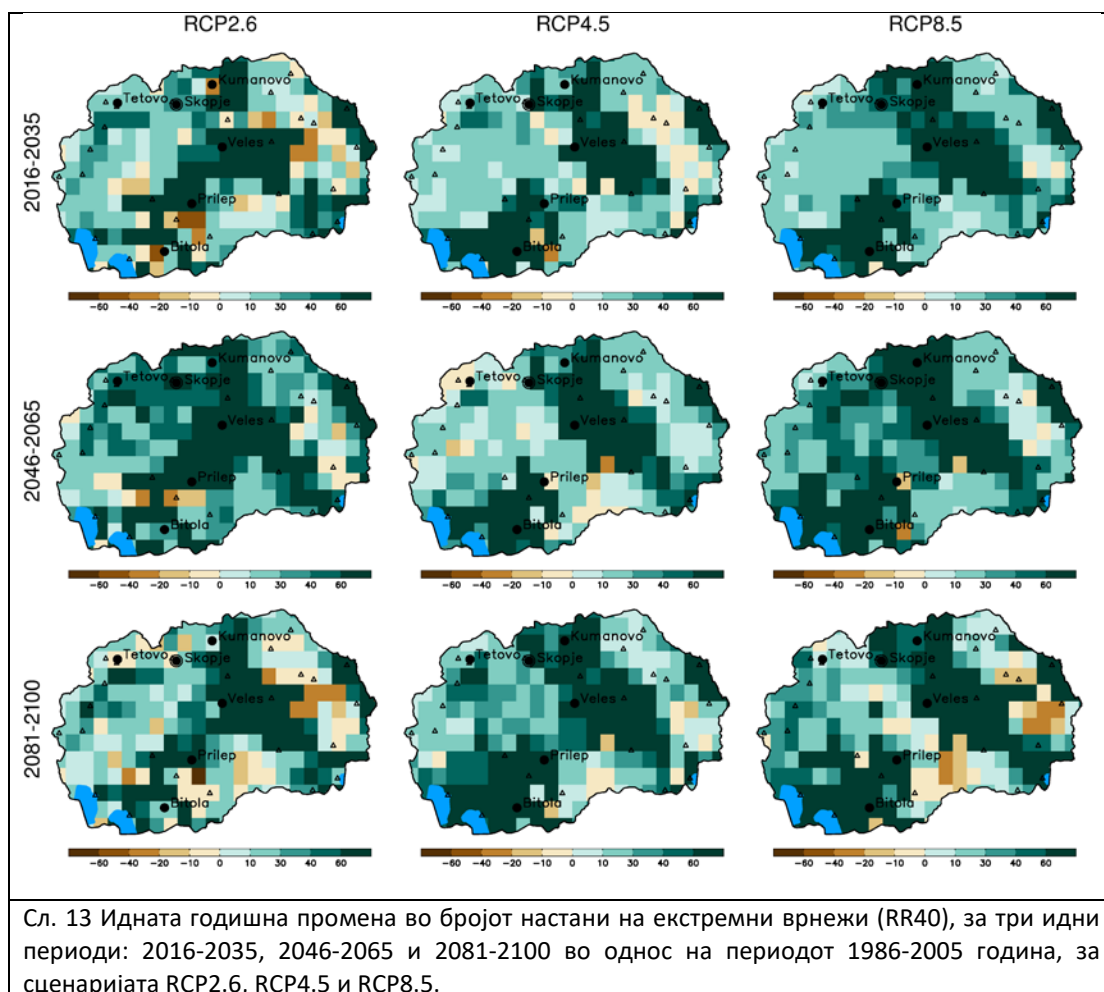
На Слика 12 годишната промена во **должината на вегетацискиот период** за трите идни периоди е дадена за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Се очекува должината на вегетацискиот период да се зголеми од 10-20 дена кај *ниското* сценарио во сите три периоди. Кај сите три сценарија промената во блиска иднина е слична. Кај *средното* сценарио се очекува понатамошно зголемување до 30 дена на средината на векот, и до 40-тите за крајот на векот. Кај *високото* сценарио промената на средината на векот е многу слична на промената кај *средното* сценарио за крајот на векот, но кај последниот период промената е уште поголема, а за поголемиот дел од територијата очекуваното ~~намалување~~ зголемување е од 40 до 60 дена, во споредба со периодот 1986-2005 година.



Сл. 12 Идната годишна промена во должината на вегетацискиот период, за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5.

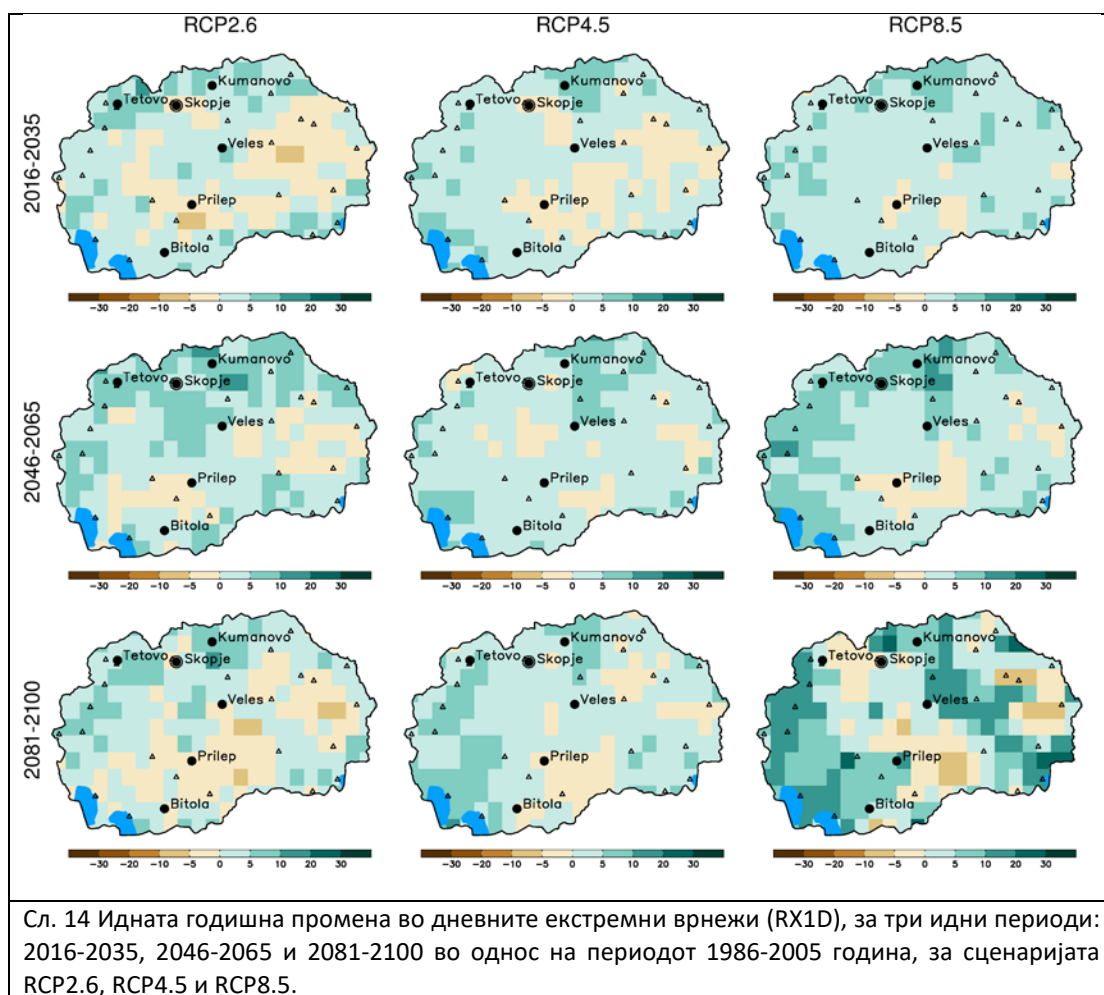
## БРОЈ НА ДЕНОВИ СО ЕКСТРЕМНИ ВРНЕЖИ

На Слика 13 годишната промена во бројот на денови со екстремни врнежи (денови со дневни врнежи над 40 mm) за трите идни периоди е дадена за сценаријата RCP2.6 (ниско), RCP4.5 (средно) и RCP8.5 (високо). Бројот екстремни настани се очекува да се зголеми во споредба со периодот 1986-2005 година кај сите периоди и сценарија. Поради потоплата атмосфера која може да задржи повеќе водена пара, зголемувањето во многу делови од земјата е поголемо од 60% со вакви денови во сите три идни периоди. Тоа укажува дека максимална промена е присутна во некои области, а најмногу во делот од земјата со мала надморска височина и во југо-западниот дел.



## ДНЕВНА МАКСИМАЛНА АКУМУЛАЦИЈА НА ВРНЕЖИ

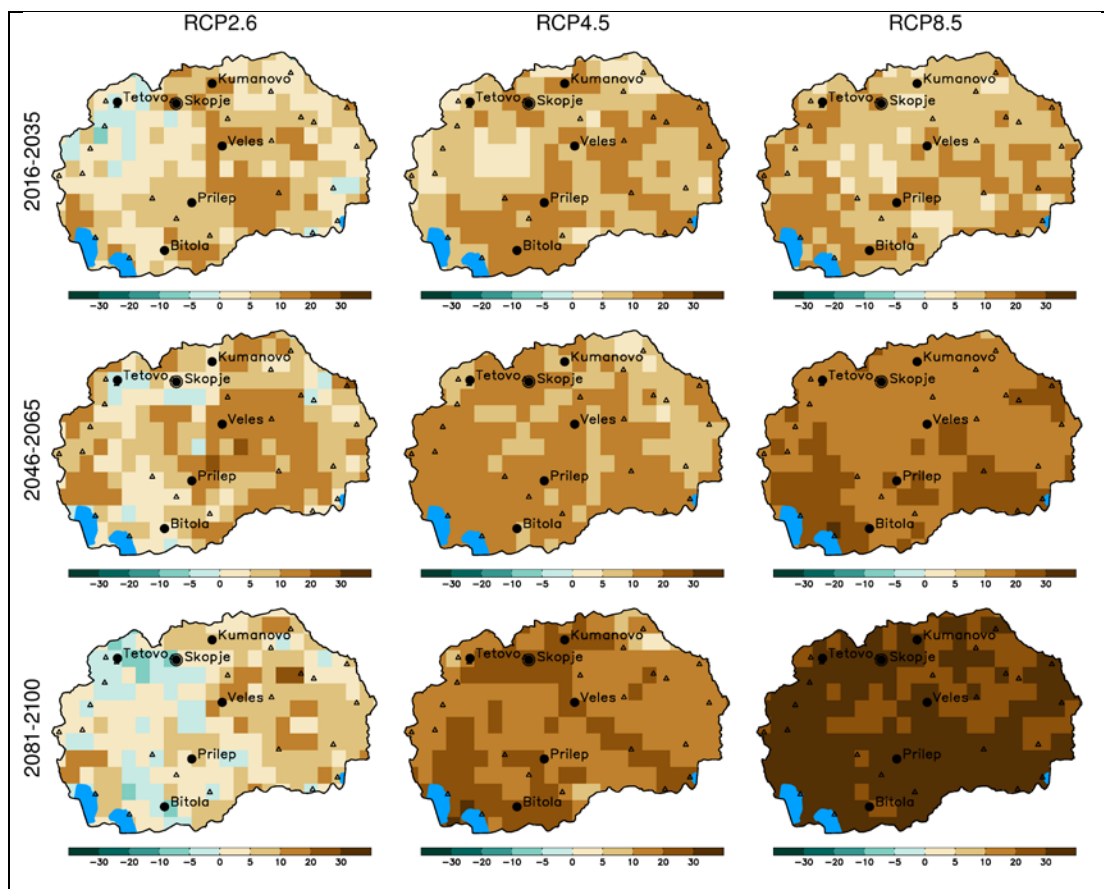
На Слика 14 годишната промена во **дневната максимална акумулација на врнежи** за трите идни периоди е дадена за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Дневните екстремни врнежи се очекува да се зголемат споредено со периодот 1986-2005 година, на најголемиот дел од територијата. Промената е многу слична кај сите сценарија и во сите идни периоди. Во блиска иднина зголемувањето е околу 5%, а за средината на векот во северниот и западниот дел изнесува преку 10%. За крајот на векот кај *ниското* и кај *средното* сценарио промената се очекува да биде иста. Кај *високото* сценарио, за крајот на векот зголемувањето во некои делови е малку повисоко и изнесува околу 20%.





## ПОСЛЕДОВАТЕЛНИ СУШНИ ДЕНОВИ

На Слика 15 годишната промена во индексот на **последователни сушни денови** за трите идни периоди е дадена за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Должината на последователните сушни денови се очекува да се зголеми споредено со периодот 1986-2005 година, а за последниот период на поголемиот дел од територијата кај *високото* сценарио должината ќе се зголеми за повеќе од 30 дена што укажува на поголем ризик од појава на суша. Кај *средното* сценарио во последниот период траењето ќе се зголеми до 30 дена, а кај *ниското* сценарио во последниот период до 20 дена.



Сл. 15 Идната годишна промена кај последователни сушни денови, за три идни периоди: 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 во однос на периодот 1986-2005 година, за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5.