

Извештај за проекции на климатските промени и за промени во екстремните климатски настани во СКОПСКИОТ РЕГИОН

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).

ВОВЕД

Во овој извештај се претставени резултатите од идните проекции за климатски промени во Скопскиот регион, во рамки на сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.6 за идните концентрации на стакленички гасови дефинирани во Петтиот меѓувладин панел за климатски промени (ИПЦЦ). Анализата ќе вклучува промени во основните климатски варијабли: средна дневна температура и дневни врнежи. 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 1986 - 2100 година во однос на референтниот период 1986-2005 година, што се користеше како референтен период и во последниот Петти меѓувладин панел за климатски промени.

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). Сценарио RCP2.6 дури претпоставува дека во втората половина на овој век концентрацијата на стакленичките гасови може и 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 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 од моделот. Податоците од кои е отстранета систематската грешка во моделот овозможуваат процената 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.

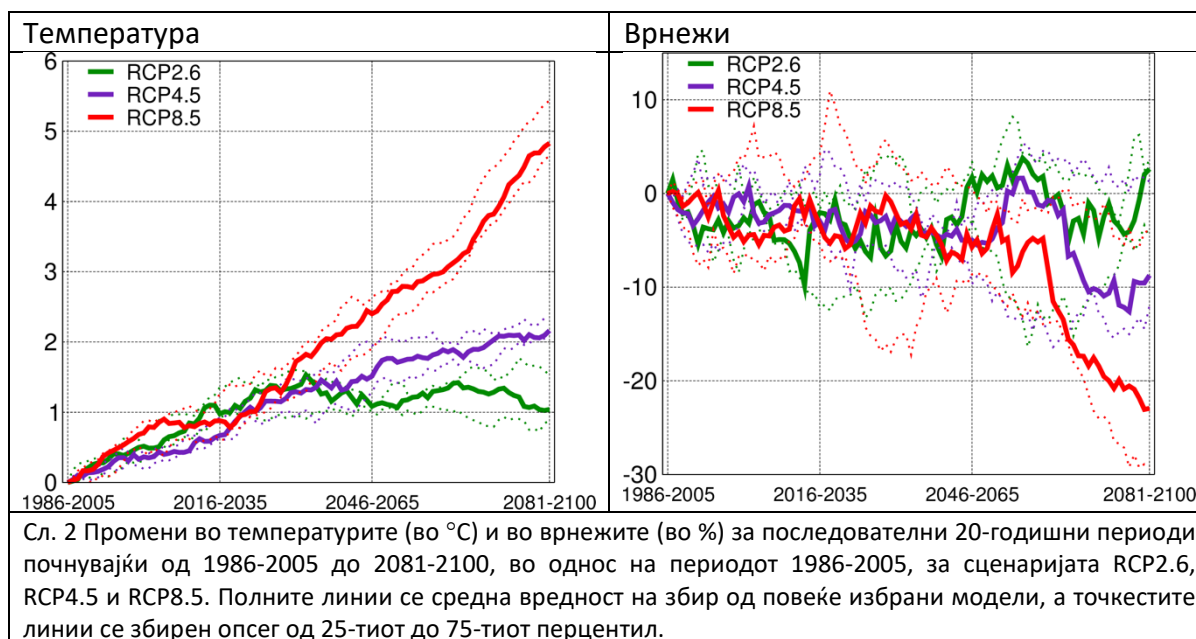
Табела 1. Дефиниции на индексите.

Индекс	Дефиниција
FD	Број мразни денови: Годишно број денови кога TN (дневна минимална температура) <0°C.
ID	Број ледени денови: Годишно број денови кога TX (дневна 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 (дневна 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 (екстремни топли бранови)
RR40	Годишен број денови кога дневните врнежи ≥ 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)

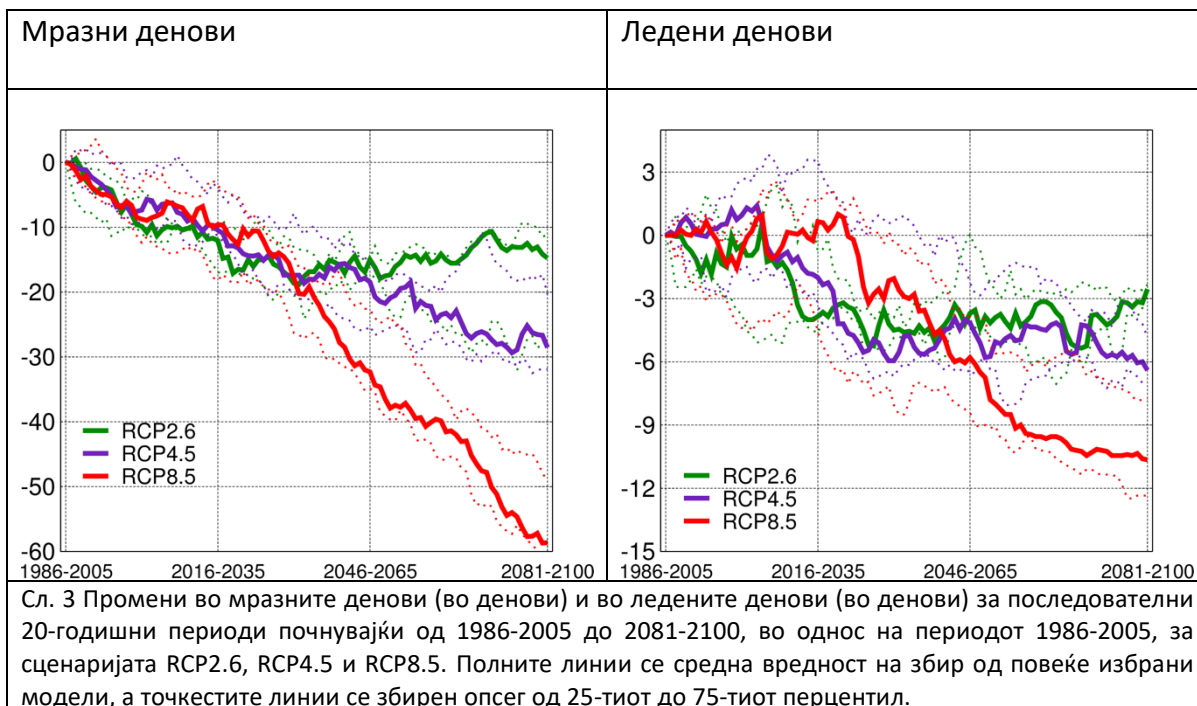
РЕЗУЛТАТИ

Средната годишна температура и промената на врнежите за Скопскиот регион се дадени на Слика 2 за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Кај сите сценарија се очекува зголемување на температурата во иднина. Во првата половина на векот нема значителна разлика за различните сценарија, а очекуваното покачување на температурата е помеѓу 1 и 1,5°C, од друга страна за крајот на векот зголемувањето на температурата изнесува 1°C, 2°C и 5°C, за *ниските*, *средните* и *високите* сценарија, соодветно, што јасно укажува дека идната еволуција на температурата е одредена од идната концентрација на стакленички гасови.

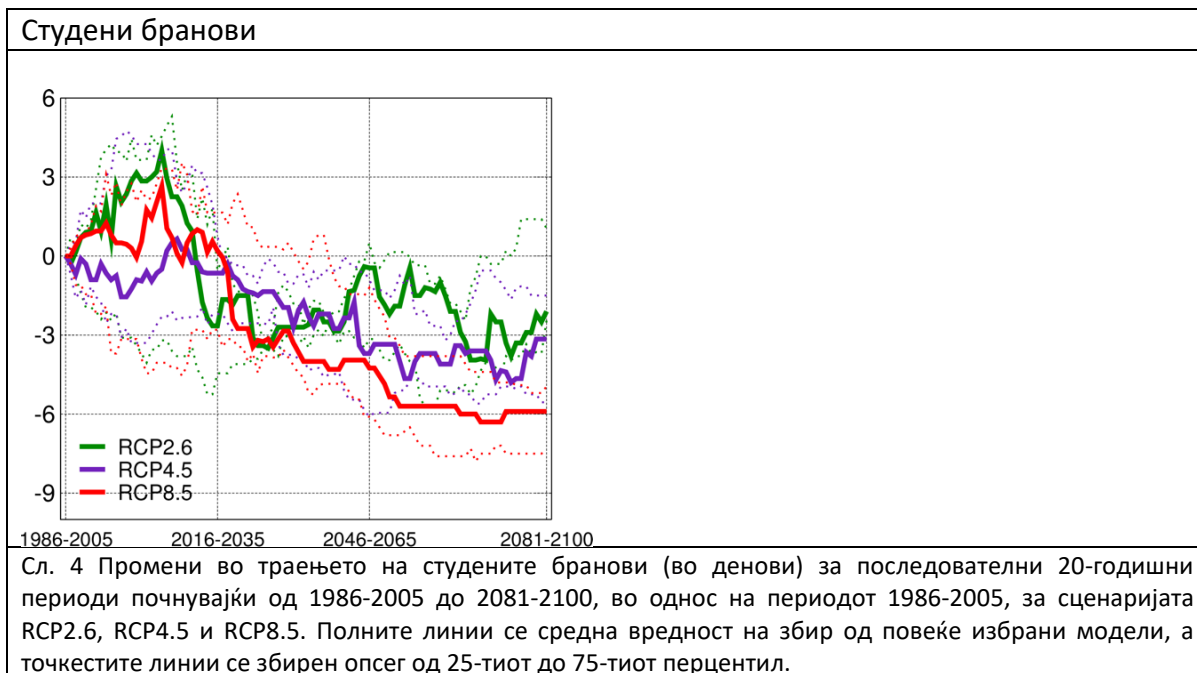
Резултатите за промена во врнежите, повторно во првата половина на векот, се слични за сите сценарија кои даваат годишна промена на врнежите помеѓу 0 и -5%. Целокупниот опсег е од + 5% до -10% што укажува на поголеми шанси за посушни услови. За втората половина промената на врнежите е јасно негативна кај *високото* сценарио до -20%, а кај *средното* сценарио -10%, но за *ниското* сценарио промената на врнежите е околу нула.



На Слика 3 промените во мразни и ледени денови за Скопскиот регион се дадени за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). За сите сценарија се очекува намалување на идните мразни и ледени денови, што не изненадува, бидејќи се очекува покачување на средната годишна температура. Во првата половина на векот нема значителна разлика за различните сценарија, а очекуваното намалување на мразни денови изнесува околу -20 дена, од друга страна за крајот на векот намалувањето на мразни денови за *високото* сценарио изнесува околу -60 дена. Очекуваното намалување на ледени денови е околу -3 дена за сите сценарија за средината на векот, а за крајот на векот промената е околу -10 дена кај *високото* сценарио, -6 дена кај *средното* сценарио и -3 дена кај *ниското* сценарио.

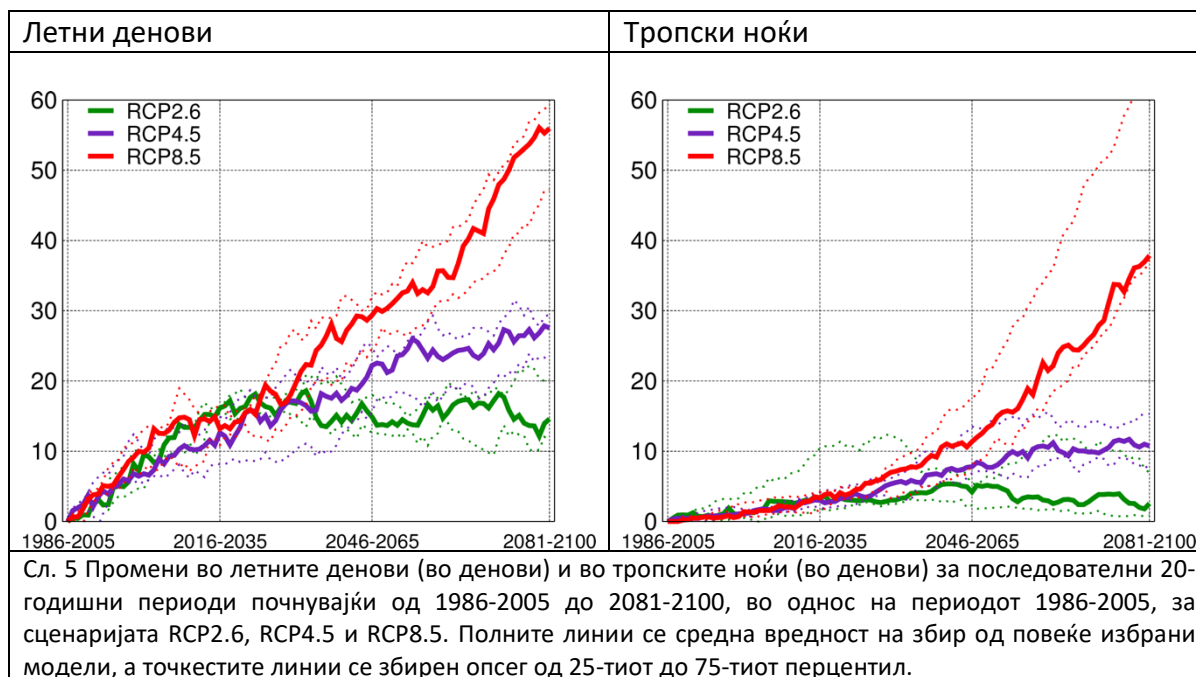


На Слика 4 промената во студени бранови за Скопскиот регион се дадени за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Кај сите сценарија се очекува намалување во траењето на студените бранови во иднина. Во првата половина на векот нема значителна разлика за различните сценарија, а очекуваното намалување на траењето на студените бранови изнесува околу -3 дена во просек. За крајот на векот намалувањето на траењето на студениот бран е 3, 3 и 6 дена за *високото*, *средното* и *високото* сценарио, соодветно.



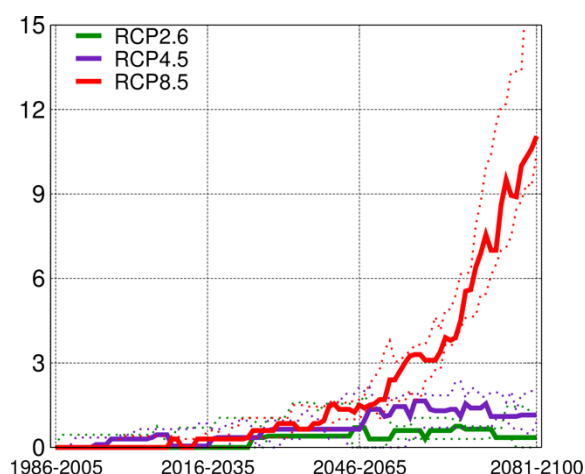
На Слика 5 промената во студени бранови за Скопскиот регион се дадени за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Кај сите сценарија во иднина се очекува

зголемување на летните денови и тропските ноќи. Во првата половина на векот нема значителна разлика за различните сценарија, а очекуваното зголемување на летните денови изнесува од 20 до 30 дена, од друга страна за крајот на векот зголемувањето на летните денови за *високото* сценарио изнесува околу 55 дена. Кај *ниското* сценарио се очекува зголемувањето да остане исто, а кај *средното* зголемувањето е 30 дена на крајот од векот. Очекуваното зголемување на тропските ноќи е 5 до 10 дена за сите сценарија за средината на векот, а за крајот на векот промената е 40 дена кај *високото* сценарио, 2 дена кај *средното* сценарио и 10 и дена кај *ниското* сценарио.



На Слика 6 промената во времетраењето на топлотните бранови за Скопскиот регион се дадени за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Промената е многу слична до периодот 2046-2065 година, со зголемено траење на топлотите бранови од околу 1 ден. По овој период се забележува значително зголемување на времетраењето на топлотите бранови за *високото* сценарио, а за крајот на векот зголемувањето на времетраењето е помеѓу 9 и 12 дена, за *средното* сценарио зголемувањето е околу 1 ден и кај *ниското* сценарио нема промена.

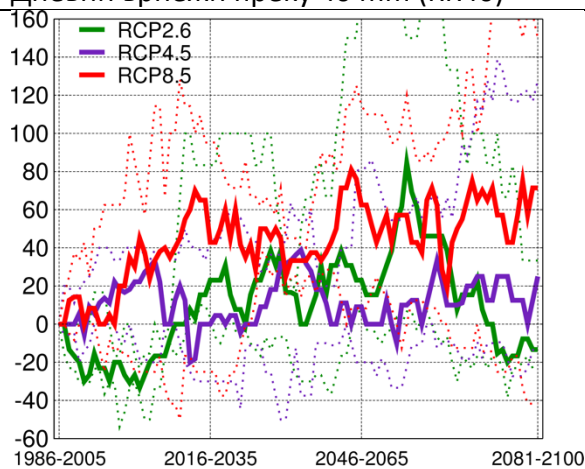
Топлотни бранови



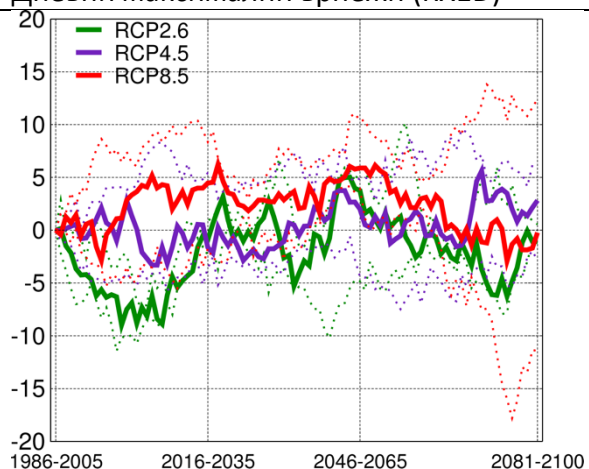
Сл. 6 Промени во траењето на топлотните бранови (во денови) за последователни 20-годишни периоди почнувајќи од 1986-2005 до 2081-2100, во однос на периодот 1986-2005, за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5. Полните линии се средна вредност на збир од повеќе избрани модели, а точкестите линии се збиен опсег од 25-тиот до 75-тиот перцентил.

На Слика 7 дадена е промената во бројот денови соврнежи преку 40 mm (RR40) и промената во дневниот максимум врнежи (RX1D) во Скопскиот регион, за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Јасно е дека доминира внатрешната варијабилност наспроти потенцијалното укажување на идни промени. Во сите сценарија постои позитивна промена кај бројот денови со врнежи 40 mm, кај поголемиот број идни периоди. Кај *високото* сценарио, горната граница на опсегот се протега преку 100%, што значи дека во иднина е потенцијално возможно удвојување на овие денови. Сличен заклучок може да се примени за максимална дневна акумулација, опсегот за *средното* и *високото* сценарио се шири претежно во позитивна насока, а за *ниското* сценарио ширењето е рамномерно распоредено меѓу позитивни и негативни промени. Максималната промена во поглед на горната граница на ширењето на опсегот е помеѓу + 5% и + 10%, за крајот на векот, кај *средното* и кај *високото* сценарио.

Дневни врнежи преку 40 mm (RR40)



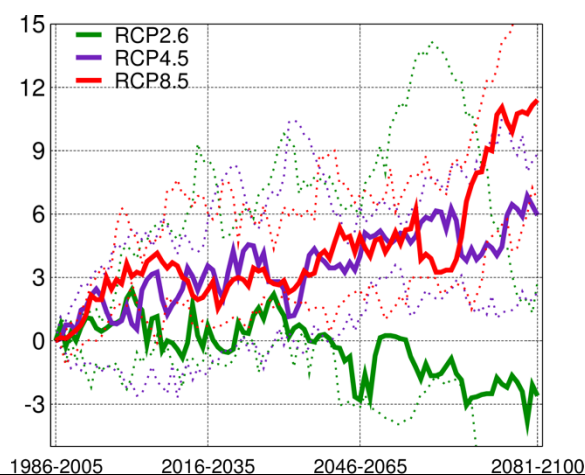
Дневни максимални врнежи (RX1D)



Сл. 7 Промени во бројот денови со врнежи преку 40 mm (во %) и во максималните дневни врнежи (во %) за последователни 20-годишни периоди почнувајќи од 1986-2005 до 2081-2100, во однос на периодот 1986-2005, за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5. Полните линии се средна вредност на збир од повеќе избрани модели, а точкестите линии се збиен опсег од 25-тиот до 75-тиот перцентил.

На Слика 8 промените во последователни сушни денови за Скопскиот регион се дадени за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Кај *ниското* и *средното* сценарио, зголемувањето е помеѓу 0 и 3 дена, за првата половина на векот. Кај *средното* сценарио за крајот на векот промената е 6 дена, а кај *ниското* 3 дена. Кај *средното* сценарио, горната граница на ширењето е поизразена за крајот на векот со вредности над 9 дена. Кај *високото* сценарио, значителен пораст е присутен на крајот на векот со промена помеѓу 9 и 12 дена, што укажува на поголем ризик од суша во случај на ова сценарио.

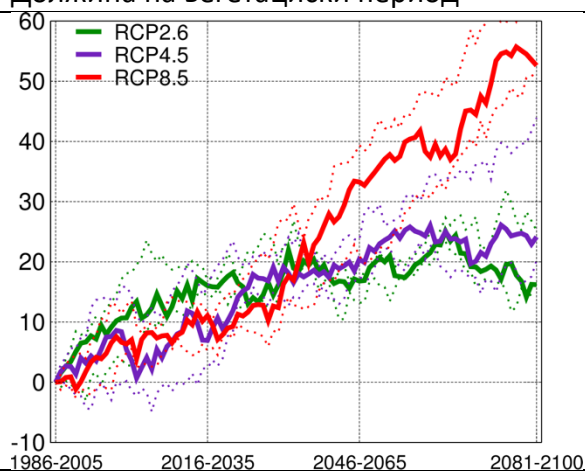
Последователни сушни денови



Сл. 8 Промени во последователни сушни денови (во денови) за последователни 20-годишни периоди почнувајќи од 1986-2005 до 2081-2100, во однос на периодот 1986-2005, за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5. Полните линии се средна вредност на збир од повеќе избрани модели, а точкестите линии се збирен опсег од 25-тиот до 75-тиот перцентил.

На Слика 9 промените во должината на вегетациониот период во Скопскиот регион се дадени за сценаријата RCP2.6 (*ниско*), RCP4.5 (*средно*) и RCP8.5 (*високо*). Кај сите сценарија во иднина се очекува зголемување на должината на вегетациониот период. Очекуваното зголемување е 20 дена на средината на векот, а за крајот на векот промената кај *ниското* и кај *средното* сценарио останува на исто ниво, додека за *високото* сценарио зголемувањето изнесува помеѓу 50 и 60 дена.

Должина на вегетациони период



Сл. 9 Промени во должината на вегетациониот период (во денови) за последователни 20-годишни периоди почнувајќи од 1986-2005 до 2081-2100, во однос на периодот 1986-2005, за сценаријата RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5. Полните линии се средна вредност на збир од повеќе избрани модели, а точкестите линии се збирен опсег од 25-тиот до 75-тиот перцентил.

