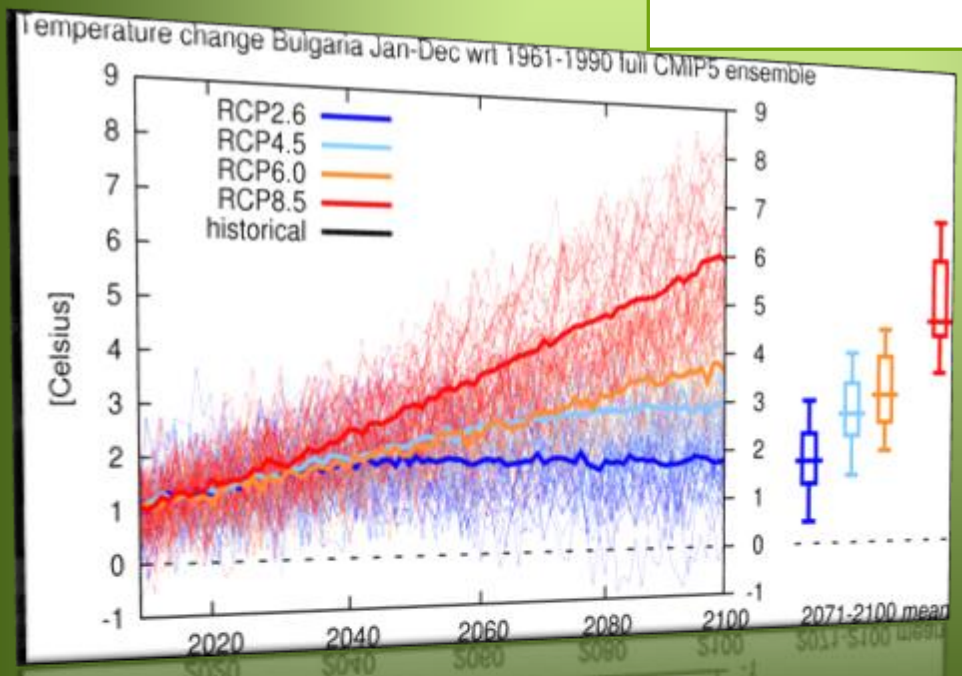
ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ
ИНВЕСТИРАМЕ ВЪВ ВАШЕТО БЪДЕЩЕ

Решения за по-добър живот

ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА ОКОЛНА СРЕДА 2007-2013

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА РИСКА И УЯЗВИМОСТТА НА СЕКТОРИТЕ В БЪЛГАРСКАТА ИКОНОМИКА ОТ КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ



АВТОРСКИ ЕКИП

„АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА РИСКА И УЯЗВИМОСТТА НА СЕКТОРИТЕ В БЪЛГАРСКАТА ИКОНОМИКА ОТ КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ“ - ОБЩА ЧАСТ:

проф. д-р Антон Попов:

- Списък с точни дефиниции на използваните понятия
- Климатични сценарии за България – как ще се измени климатът в отделните климатични области за периода 2020/30 и до 2050 г.
- Приложения

проф. д-р Марияна Николова:

- Списък с точни дефиниции на използваните понятия
- Увод с излагане на причините за създаване и целите на методиката за оценка на риска
- Описание и анализ на използвания метод. Дефиниране на екстремни явления и природни бедствия, свързани с промените в климата
- Анализ на природните бедствия в България – установяване на тенденции в появата им, свързани с климатичните промени
- Изследване на факторите, които повлияват генерирането на бедствия и установяване връзката с климатичните промени
- Определяне на уязвимостта на България от появата на бедствия, свързани с климатичните промени

доц. д-р Стелиян Димитров:

- Анализ на подходите, прилагани в други европейски страни за извършване на оценката

Документът е разработен с финансовата подкрепа на Европейския фонд за регионално развитие на ЕС чрез оперативна програма „Околна среда 2007-2013г.“

Анализът, предмет на договора, се финансира чрез проект по приоритетна ос 4 „Техническа помощ“ на оперативна програма „Околна среда 2007-2013 г.“, одобрен за финансиране със заповед на Министъра на околната среда и водите за предоставяне на безвъзмездна финансова помощ.

Съдържание

I. ОБЩА ЧАСТ 4

1. Списък с точни дефиниции на използваните понятия 4

Индикатори за климатични промени: 10

Таблица на индексите и техните мерки 12

2. Увод с излагане на причините за създаване и целите на методиката за оценка на риска от наводнения 14

3. Анализ на подходите, прилагани в други европейски страни за извършване на оценката 17

4. Климатични сценарии за България – как ще се измени климатът в отделните климатични области за периода 2020/30 и до 2050 г. 23

5. Описание и анализ на използвания метод. Дефиниране на екстремните явления и природни бедствия, свързани с промените на климата. 97

6. Анализ на природните бедствия в България – установяване на тенденции в появата им, свързани с климатичните промени 115

7. Изследване на факторите, които повлияват генерирането на бедствия и установяване на връзката с климатичните промени 140

8. Определяне на уязвимостта на България от появата на бедствия, свързани с климатичните промени. 153

II. Приложения 168

III. Списък на използваната литература 267

I. ОБЩА ЧАСТ

1. Списък с точни дефиниции на използваните понятия

Адаптация (към климатичните промени) – процес на приспособяване към настоящите или бъдещи климатични условия и ефектът от тях, с цел да се намалят неблагоприятните или да се усвоят благоприятните възможности, произтичащи от тях;

Адаптационен капацитет - потенциал на системата да се адаптира към промените;

Анализ на риска - извършва се по отношение на всяка една от неговите съставящи елементи: опасност, експонираност и уязвимост. Включва и анализ на реакцията на системата при различни сценарии за развитие на бедствието и на възможностите за справяне с него;

Валеж, екстремен - максимални количества на валежа на дадено място за 24h, които не са били надвишавани продължително време;

Валеж, интензивен - валеж с интензитет над 0,18 mm/min;

Валеж, пороен - валеж с денонощна сума на валежа от над 20-25 mm/24h, независимо от интензитета на валежа;

Евапотранспирация – сумарно изпарение от земната повърхност (води, почви, растителност);

Ерозия - процес на разрушаване на скалите и почвите под въздействието на течащите води;

Екосистемни стоки и услуги – условията и процесите, чрез които природните екосистеми подържат и осигуряват човешкия живот;

Засушаване – период без валеж с продължителност най-малко 10 денонощия. Засушаване може да се наблюдава през всички сезони. Критерий за степента на засушливост е количеството продуктивна влага в коренообитаемия почвен слой (0-20см). При стойности между 10 и 20 mm процесът се определя като засушаване. Понижаването на влагата под 60 mm в еднометровия почвен слой е белег за много силна суша;

Заливна тераса - ивица от относително равна форма на земната повърхност, ограждаща водното течение и заливана от него при високи води;

Изменение на климата – преминаване на климатичната система в ново равновесно състояние, характеризиращо се с различни от предходното многогодишни средни стойности на климатичните параметри;

Катастрофа, екологична - трайно, най-често необратимо количествено и качествено изменение на природните компоненти, засягащо обширни територии или

акватории, което надхвърля възможностите на екосистемите за самовъзстановяване и причинява тяхното разрушаване и замяната им с друг тип екосистеми;

Климатична аномалия – разлика между стойността на климатичния елемент на дадено място и средната му стойност, характерна за дадена географска ширина;

Климатични колебания - климатични флуктуации, за които е характерно колебание на климатичната променлива между две или повече средни стойности, като преходът от едната към другата става през регулярни или нерегулярни интервали от време. Те отразяват временни, макар и понякога много големи отклонения от средните стойности;

Климатични флуктуации – регулярно или нерегулярно изменение под каквато и да е форма, с изключение на обща тенденция към прекъснатост (скокообразно изменение). Характеризират се поне с 2 максимума и 1 минимум (или 2 минимума и 1 максимум), като се вземат предвид и стойностите в началото и края на климатичната редица;

Климатични промени – колебания и/или изменение на климата;

Климатични модели - опростени абстрактни приближения (апроксимации) на сложните реални процеси и явления в климатичната система, като резултатите от тях имат вероятностен характер, т.е. те са с някакво ниво на неопределеност или несигурност. Най-общо климатичните модели представляват математически репрезентации на климатичната система, разработени на основата на определени физични, биологични и химични закони;

Климатична норма – многогодишна средна стойност на даден метеорологичен елемент;

Наводнение - значителното покачване на нивото на водата в реки, езера, язовири или крайбрежни зони, което причинява разлив на водата и застрашава живота на хората, тяхната собственост или други компоненти на околната среда;

Опасност - вероятността дадено събитие да се реализира и да доведе до бедствие или до загуба на човешки живот, нараняване, материални щети, социални последствия, икономически загуби или деградация на околната среда;

Оценка на риска - включва целия процес на анализ на риска от природни бедствия: систематизиране на наличната информация; идентифициране на опасността и определяне на вероятността и интензитета, с които може да се прояви; зониране на застрашените територии по отношение на дадено опасно явление; картиране на уязвимостта на тези територии и оценка на риска и на това доколко той е приемлив;

Парникови газове – термодинамично активни газове в атмосферата, които имат свойството да поглъщат лъчистата енергия, излъчвана от земната повърхност като по този начин допринасят за парниковия ефект на Земята. Основните парникови газове в

атмосферата са водните пари, въглеродният диоксид, метанът, азотният оксид, озонът, флуоровъглеводородите, перфлуоровъглеводородите и серният хексафлуорид;

Парников ефект – способността на термодинамично активните газове в атмосферата да задържат дълговълновото земно излъчване и да предотвратяват загубите на топлина по радиационен път. В резултат на тези процеси се повишава температурата на приземния въздушен слой;

Природно бедствие – събитие, при което е засегната и дестабилизирана критична инфраструктура в дадена територия и щетите са толкова големи, че местната власт или общност не са в състояние да се справят с пораженията със собствените си ресурси и се налага участието на специализирани звена и допълнителни ресурси за справяне с кризата;

Речно прииждане – речните прииждания имат случаен характер и представляват краткотрайни покачвания на речното ниво до някакъв максимум. Те могат да се проявят по всяко време на годината, а не само в периода на пълноводие;

Риск от природни бедствия – вероятност за понасяне на загуби следствие на взаимодействието между дадено опасно природно явление и уязвимостта на обекта в околната среда, изложен на въздействието му;

Риск от наводнение – функция на честотата (вероятността), с която се залива дадена територия в следствие на повишаване на речното, езерното или морското ниво и експонираността на системите, разположени в нея с възможните щети, които могат да бъдат понесени;

Сценарий – проекция на възможното бъдеще на основата на ясна логика и количествено измерима сюжетна линия. Друга дефиниция на понятието **сценарий** гласи, че то се разглежда като обща концепция, интегрираща в себе си множество методи и инструменти, включително комбинация от проучвателни, нормативни, количествени и качествени сценарии (van Notten *et al.* 2011);

Семейство от сценарии – един или повече сценария, имащи еднаква демографска, политико-социална и технологична сюжетна линия;

Сюжетна линия – текстово описание на сценарий (или семейство от сценарии), разкриващо главните характеристики на динамиката на сценария, както и на взаимовръзките му с ключовите движещи сили;

Суша – явлението се наблюдава при стойности на количеството продуктивна влага в коренообитаемия почвен слой под 10 mm. Различават се: п о ч в е н а с у ш а - растенията започват да страдат от недостиг на вода, поради изчерпване на водните запаси в коренообитаемия почвен слой; а т м о с ф е р н а с у ш а - растенията започват да транспирират повече вода, отколкото получават от корените, поради рязкото повишаване на температурата и понижаване на относителната влажност на въздуха; п о ч в е н о - а т м о с ф е р н а с у ш а - едновременна проява на първите два вида суша.

Характерна е за пролетните и летните месеци. В зависимост от сезона засушаванията и сушите биват пролетни, летни и есенни. Такива периоди се съпровождат често и от х и д р о л о ж к а с у ш а, при която ефектът се изразява в намаляване на водните ресурси, пресъхване на реките и недостиг на вода за водоснабдяване на населението в засегнатите райони;

Свлачище - гравитационна форма на релефа, образувана при процес на низходящо приплъзване на земни пластове по плъзгателна повърхнина с определен наклон, индуцирано от повърхностни и подземни води;

Срутище - внезапен процес на срутване или откъсване на различен обем скални маси от склона и натрупването им в подножието;

Тенденция, климатична - изменение на климата, характеризиращо се с монотонно нарастване или намаляване на средната стойност за някакъв период от време. Това изменение не е задължително да бъде линейно, но трябва да се характеризира само с един максимум и един минимум в края на периода;

Уязвимост – характеристика на комплекс от фактори (природни, социални, икономически, правни и управленски), които намаляват устойчивостта на системата по отношение на въздействието на дадено опасно събитие;

Управление на риска от природни бедствия - разработване и систематично прилагане на политики, процедури и практики за анализ, оценка и превенция на риска, спасителни и възстановителни дейности при бедствие и контрол върху изпълнението на тези дейности;

Управление на риска (интегрирано) - представлява мултисекторно (право, администрация, икономика, технологии, социална сфера) прилагане на политики и мерки за намаляване на риска от природни бедствия на базата на научни и технологични решения;

Явления, неблагоприятни, природни - проява на природни процеси и явления, които реално или потенциално застрашават живота и здравето на човека или оптималното за него състояние на околната среда;

Брой дни на замръзване (FD) – представлява годишната сума на дни, в които дневната минимална температура (TN) е под 0^oC. Ако TN_{ij} е дневната минимална температура на ден *i* в годината *j*, то за да изчислим TN_{ij} трябва да преброим дните, в които $TN_{ij} < 0^oC$;

Брой дни на заледяване (ID) – представлява годишната сума на дни, когато дневната максимална температура (TX) е под 0^oC. Ако TX_{ij} е дневната максимална температура на ден *i* в годината *j*, то за да изчислим TX_{ij} , трябва да преброим дните, в които $TX_{ij} < 0^oC$;

Брой летни дни (SU) – годишната сума на дни, в които дневната максимална температура (TX*)* е над 25°C. Ако TX_{ij} е дневната максимална температура на ден *i* в годината *j*, то за да изчислим TX_{ij}, трябва да преброим дните, в които $TX_{ij} > 25^{o}C$;

Брой тропични нощи (TR) - годишната сума на дни, в които дневната минимална температура е над 20°C. Ако TN_{ij} е дневната минимална температура на ден *i* в годината *j*, то за да изчислим TN_{ij} трябва да преброим дните, в които $TN_{ij} > 20^{o}C$;

Екстремни стойности през определен период - представляват максимални и минимални стойности на максималните и минималните измерени температури, като се наблюдават следните четири понятия, които спадат в тази категория:

Месечна максимална стойност на средноденонощната максимална температура (TXx) - Ако TX_x е дневната максимална температура на месец *k*, за периода *j*, то максималната дневна максимална температура за всеки месец е TX_{xkj}=max(TX_{xkj});

Месечна максимална стойност на средноденонощната минимална температура (TNx) – Ако TN_x е дневната минимална температура на месец *k*, за периода *j*, то максималната дневна минимална температура за всеки месец е TN_{xkj}=max(TN_{xkj});

Месечна минимална стойност на средноденонощната максимална температура (TXn): Ако TX_n е дневната максимална температура на месец *k*, за периода *j*, то минималната дневна максимална температура за всеки месец е TX_{nkj}=min(TX_{nkj});

Месечна минимална стойност на средноденонощната минимална температура (TNn): Ако TN_n е дневната минимална температура на месец *k*, за периода *j*, то минималната дневна минимална температура за всеки месец е TN_{nkj}=min(TN_{nkj});

Превишаване на специфичните ограничения (Процентили) - за да се избегне възможна нехомогенност между базовия и небазовия период, изчислението за базовия период (1961-1990) изисква използването на процедури по бутстрап. Детайлите са описани в Zhang *et al*. (2004), а резултатите включват следните стойности на процент на дни:

Процент на дни с минимални температури TN по-малки от 10-тия процентил (TN10p): Ако TN_{ij} е дневната минимална температура на ден *i* за период *j* и $TN_{in}10$ е календарният ден на 10-тия процентил, центриран в 5-дневен интервал за базовия период 1961-1990, то процентът на време за базовия период се изчислява там където $TN_{ij} < TN_{in}10$;

Процент на дни с минимални температури TN по-големи от 90-тия процентил (TN90p): Ако TN_{ij} е дневната минимална температура на ден *i* за период *j* и $TN_{in}90$ е календарният ден на 90-тия процентил, центриран в 5-дневен интервал за базовия период 1961-1990, то процентът на време за базовия период се изчислява там където $TN_{ij} > TN_{in}90$;

Процент на дни с максимални температури TX по-малки от 10-тия процентил (TX10p): Ако TX_{ij} е дневната минимална температура на ден *i* за период *j* и $TX_{in}10$ е календарният ден на 10-тия процентил, центриран в 5-дневен интервал за базовия период 1961-1990, то процентът на време за базовия период се изчислява там където $TX_{ij} < TX_{in}10$;

Процент на дни с максимални температури TX по-големи от 90-тия процентил (TX90p): Ако TX_{ij} е дневната минимална температура на ден *i* за период *j* и $TX_{in}90$ е календарният ден на 90-тия процентил, центриран в 5-дневен интервал за базовия период 1961-1990, то процентът на време за базовия период се изчислява там където $TX_{ij} > TX_{in}90$;

Температурна амплитуда (DTR) – месечна средна разлика между най-високата (TX) и най-ниската (TN) измерена температура на въздуха на дадено място за деня или разликата между най-високата и най-ниската от няколко средни температури. Ако TX_{ij} и TN_{ij} са дневните максимална и минимална температура, за деня *i* и периода *j*, и ако *I* представлява броят дни в *j*, то тогава:

$$DTR_j = \sum_i^I (TX_{ij} - TN_{ij}) / I$$

Warm spell duration index (WSDI) – представлява годишната сума на дните с поне 6 продължителни дни с максимална температура TX > 90 процентила. Ако TX_{ij} е дневната максимална температура за деня *i* в периода *j* и ако $TX_{in}90$ е календарният ден на 90-тия процентил, центриран в 5-дневен интервал за периода 1961-1990г., то когато броят дни за периода е на интервали с продължителност поне 6 последователни дни $TX_{ij} > TX_{in}90$, тогава отчитаме този индекс.

Cold spell duration index (CSDI) - представлява годишната сума на дни с поне 6 последователни дни с температура TN < 10 процентила. Ако TN_{ij} е дневната максимална температура за деня *i* в периода *j* и ако $TN_{in}10$ е календарният ден на 90-тия процентил центриран в 5-дневна извадка за периода 1961-1990г., когато броят на дните за дадения период сумирано на интервали от най-малко 6 продължителни дни е $TN_{ij} < TN_{in}10$;

Продължителност на вегетационния период (GSL) – представлява годишната сума (от 1 януари до 31 декември в Северното полукълбо и от 1 юли до 30 юни в Южното полукълбо), започваща от първия период от най-малко 6 последователни дни със средноденонощна температура TG>5°C и първия период след 1 юли (1 януари за Южното полукълбо) на 6 последователни дни със средноденонощна температура TG < 5°C. Ако TG_{ij} е средната дневна температура за ден *i* от годината *j*, то тогава броим дните между първо настъпилата последователност на 6 дни със средноденонощна температура от $TG_{ij} > 5^oC$ и първата последователност след 1 юли (1 януари за Южното полукълбо) на най-малко 6 последователни дни с температура $TG_{ij} < 5^oC$.

Индикатори за климатични промени:

- http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml

Месечен максимум на еднодневни валежи (monthly maximum 1-day precipitation) (Rx1day) – Ако RRij е дневната сума на валежите за ден i за период j, то максимална еднодневна стойност за периода j ще бъде Rx1dayj = max (RRij). За месечния максимум на 5-дневни валежи (Rx5day): Ако RRkj е сумата на валежите за 5-дневния интервал, k е краят на интервала, а периодът е j, то максимална петдневна стойност за периода j ще бъде Rx5dayj = max (RRkj);

Прост индекс на интензитет на валежите (SDII) – Ако RR_{wj} е дневната сума на валежите във влажни дни, *w (RR ≥ 1mm)* за периода *j*. Ако *W* представлява броя на влажни дни в *j*, то тогава

$$SDII_j = \frac{\sum_{w=1}^{W} RR_{wj}}{W}$$

1. При R 1mm, *Влажни дни – годишен брой на влажните дни,* в които валежите са ≥ 1 mm за 24 ч.)

   $RR_{ij} \geq 1mm$

2. При R10mm, *Много влажни дни - годишен брой на дните със силни валежи PRCP≥ 10mm за 24ч.*: Ако RR_{ij} е дневната сума на валежите за ден *i* в период *j*, то трябва да преброим дните, където:

   $RR_{ij} \geq 10mm$

3. При R20mm, *Много силно влажни дни – годишен брой на валежите когато PRCP≥ 20mm за 24ч.*: Ако RR_{ij} е дневната сума на валежите за ден *i* в период *j*, то трябва да преброим дните, където:

   $RR_{ij} \geq 20mm$

4. При Rnnmm, *годишната сума на валежите когато PRCP≥ nnmm,* където *nn* са предварително определени прагови нива*:* RR_{ij} е дневната сума на валежите за ден *i* в период *j*, то трябва да преброим дните, където:

   $RR_{ij} \geq nnmm$

5. RX1day (Max 1-day precipitation amount) (Максимални валежни суми за 24 ч.) - годишни максимални количества на валежите за едно денонощие (24 ч.);

6. Rx5day (Annual maximum consecutive 5-day precipitation) (Максимални валежни суми за 5 дни) - годишни максимални валежни суми за 5 последователни денонощия;

7. SDII (Simple daily intensity index) (Прост индекс за интензивност на валежите) - годишна сума на количеството валежите през влажните дни (дните с валеж ≥1 mm), разделена на броя на влажните дни;

8. CDD (Consecutive dry days, Maximum length of dry spell) (Последователно сухи дни) - Годишен максимален брой последователни дни с денонощни валежни суми *RR < 1mm:* Ако RR_{ij} е дневната сума на валежите за ден *i* за период *j*, то най-големия брой последователни дни е където:

   $RR_{ij} < 1mm$

9. CWD, (Consecutive wet days, Maximum length of wet spell) (Последователно влажни дни) - Годишен максимален брой на последователните дни с денонощни валежни суми $RR \geq 1mm$: Ако RR_{ij} е дневната сума на валежите за ден *i* за период *j*, то най-големия брой последователни дни е където:

   $RR_{ij} \geq 1mm$

10. R95pTOT, (Very wet days) (Много влажни дни) - Годишна сума от >95-я процентил на количеството на валежите през влажните дни (за дните с валеж ≥1 mm) Ако RR_{wj} е дневната сума на валежите във влажни дни w (RR ≥ 1.0mm) за период i и $RR_{wn}95$ е 95тия процентил на валежите във влажни дни за периода 1961-1990, и ако W е броят влажни дни за даден период, то:

$$R95p_j = \sum_{w=1}^{W} RR_{wj} \text{ where } RR_{wj} > RR_{wn}95$$

11. R99pTOT, (Extreme wet days) (Екстремно влажни дни) - годишна сума от >99-я процентил на количеството на валежите през влажните дни (за дните с валеж ≥ 1 mm). Ако RR_{wj} е дневната сума на валежите във влажен ден *w (RR ≥ 1.0mm)* за период *i* и ако $RR_{wn}99$ е the 99тия процентил на валежите във влажни дни за периода 1961-1990 и ако *W* е броят на влажни дни за даден период, то:

$$R99p_j = \sum_{w=1}^{W} RR_{wj} \text{ where } RR_{wj} > RR_{wn}99$$

12. PRCPTOT, *Обща годишна сума на валежите във влажни дни*: Ако RR_{ij} е дневната сума на валежите за ден i в период j и ако I представлява броят на дните в j, то:

$$PRCPTOT_j = \sum_{i=1}^{I} RR_{ij}$$

Таблица на индексите и техните мерки

№	Индекси	Дефиниция	Мярка
	Температурни индекси		
	I.1. Индекси за „*студени*“ екстремни явления:		
1.	FD (Frost days) Студени дни	годишен брой на дните с денонощна минимална температура <0 °C	дни
2.	ID (Ice days) Ледени дни	годишен брой на дните с денонощна максимална температура <0 °C	дни
3.	TNn (Min Tmin)	месечна минимална стойност на средноденонощната минимална температура	°C
4.	TXn (Min Tmax)	месечна минимална стойност на средноденонощната максимална температура	°C
5.	TN10p (Cool nights) Студени нощи	процент на дните с минимална температура <10-я процентил	%
6.	TX10p (Cool days) Студени дни	процент на дните с максимална температура <10-я процентил	%
7.	CSDI (Cold speel duration index)	Брой на дните през годината с поне 6 последователни дни с минимална температура < 10-я процентил	дни
	I.2. Индекси за „*горещи*“ екстремни явления:		
8.	TNx (Max Tmin)	месечна максимална стойност на средноденонощната минимална температура	°C
9.	TXx (Max Tmax)	месечна максимална стойност на средноденонощната максимална температура	°C
10.	TN90p (Warm nights) Горещи нощи	процент на дните с минимална температура >90-я процентил	%
11.	TX90p (Warm days)	процент на дните с максимална температура	%

	(Горещи дни)	>90-я процентил	
	I.3. Други температурни индекси		
12.	DTR (Diurnal temperature range)	месечна средна разлика между максималните и минималните температури	°C
13.	GSL (Growing season length) (Продължителност на вегетационния период)	продължителност на вегетационния период (брой дни със среднодеконощна температура > 5.0 °C)	дни
	II. Валежни индекси		
14.	R1mm (Wet days) (Влажни дни)	годишен брой на влажните дни (брой дните с валеж ≥1 mm за 24 ч.)	дни
15.	R10mm (Heavy precipitation days) (Много влажни дни)	годишен брой на дните със силни валежи (брой дните с валеж ≥10 mm за 24 ч.)	дни
16.	R20mm (Very heavy precipitation days) (Много силно влажни дни):	годишен брой на дните с много силни валежи (брой дните с валеж ≥20 mm за 24 ч.)	дни
17.	RX1day (Max 1-day precipitation amount) (Максимални валежни суми за 24 ч.)	годишни максимални количества на валежите за едно денонощие (24 ч.)	max mm/1 денон.
18.	Rx5day (Annual maximum consecutive 5-day precipitation) (Максимални валежни суми за 5 дни)	годишни максимални валежни суми за 5 последователни денонощия	max mm/5 денон.
19.	SDII (Simple daily intensity index) (Прост индекс за интензивност на валежите)	годишна сума на количеството валежите през влажните дни (дните с валеж ≥1 mm), разделена на броя на влажните дни	mm/ден
20.	CDD (Consecutive dry days, Maximum length of dry spell) (Последователно сухи дни)	Годишен максимален брой на последователните дни с денонощни валежни суми ≤1 mm	дни
21.	CWD (Consecutive wet days, Maximum length of wet spell) (Последователно влажни дни)	Годишен максимален брой на последователните дни с денонощни валежни суми ≥1 mm	дни
22.	PRCPTOT (Annual total wet-day precipitation) (Годишна сума от валежите през влажните дни)	годишна сума от валежите през денонощията с валеж ≥1 mm	mm
23.	R95pTOT (Very wet days) (Много влажни дни)	годишна сума от >95-я процентил на количеството на валежите през влажните дни (за дните с валеж ≥1 mm)	mm/год.

24.	R99pTOT (Extreme wet days) (Екстремно влажни дни)	годишна сума от >99-я процентил на количеството на валежите през влажните дни (за дните с валеж ≥ 1 mm)	mm/год.

2. Увод с излагане на причините за създаване и целите на методиката за оценка на риска

Климатичните промени имат конкретни регионални измерения, като тези, наблюдавани в Югоизточна Европа се отнасят и за територията на България. Всички региони са засегнати по един или друг начин и влиянието на глобалното затопляне вече се наблюдава в почти всички сфери на стопанска дейност, повлияни са екосистемите и хората на планетата. Последните резултати, публикувани от Европейската агенция по околна среда през 2012 (EEA, 2012a), потвърждават, че очакваното повишение на средните температури на континента, намаляването на валежите в южните части на Европа и увеличаването им в северната, е факт. Последната декада 2002-2012 г. е поредната, определена като най-топлата, регистрирана в Европа откакто има наблюдения. Средната температура в региона се е повишила с 1,3 ˚C от пред индустриалния период до сега. Глобалните и регионални модели за измененията в климата показват, че към края на 21-ви век Европа ще е с 2,5 – 4,0 ˚C по-топла. Такива промени ще подложат на сериозно изпитание почти всички сфери от нашия живот (World Bank, 2012). Продължават да намаляват ареалите с вечно замръзнали почви, както и ледените щитове на Гренландия, ледовете в Арктика, както и ледниците навсякъде в континента. Леденият щит на Гренландия губи по около 250 млн. т. от масата си всяка година в периода 2005-2009 г., а ледниците в Алпите са загубили около 2/3 от обема, който са имали до 1850 г. (IPCC, 2013). Този процес ще оказва все по-силно влияние върху количеството и режима на оттока на реките подхранвани от тях, в т.ч. и на р. Дунав. Последствията от това ще засегнат и нашата страна. Наблюдават се промени в ареалите на разпространение на растителни и животински видове, промени в продължителността на вегетационния период и фенофазите при растенията и възниква въпросът дали екосистемите ще имат време да се адаптират към подобни или по-бързи и интензивни промени. Въпреки че нараства вегетационният период в повечето региони на континента, не навсякъде това ще има очаквания благоприятен ефект върху добивите, защото този процес ще е съпроводен от по-продължителни периоди на горещи вълни, засушаване и суши, особено в страните от Централна и Южна Европа. Евентуалният положителен ефект от намаляването на разходите за енергия за отопление ще се неутрализира от нарастването на необходимата енергия за охлаждане. Нарастват щетите от екстремни хидро-климатични явления, като наводнения, екстремно високи температури, бури предизвикани от извънтропични циклони в северните части на континента, суши, градушки и др. В бъдеще се очаква те да се случват по-често и да са по интензивни (EEA, 2012b). Климатичните промени са част от глобалните промени и това още повече усилва неблагоприятните последствия от метеорологичните, климатичните и хидроложките бедствия поради факта, че те се реализират в райони,

които са все по-гъсто населени, застроени, стопански усвоени и икономически обвързани. Особено уязвими са по-слабо развитите страни, но статистиката от последните няколко години включва и развити страни в списъка на най-тежко засегнатите от природни бедствия, като водещ е делът на метеороложките, климатичните и хидроложките бедствия (EM-DAT, 2013, Global Climate Risk Index, 2012).

Климатичните промени и необходимостта от адаптиране към тях поставят редица въпроси пред общественото управление и развитие, чието решаване става все по-наложително след всеки пореден доклад на IPCC от 1990 година насам. Във връзка с това ЕК публикува през 2007 г. Зелена книга „Adapting to climate change in Europe – options for EU actions", последвана през 2008 г. от Бяла книга, която поставя рамката на европейската стратегия за адаптиране към климата и е съпроводена от оценка на въздействието на предложените политики в тази област (Impact of Europea's Changing Climate, 2008). През март 2012 г. е активирана Европейската интернет платформа за адаптация към климата Climate-ADAPT, а през април 2013 г. е приета „Стратегия на ЕС за адаптация към изменението на климата" (ЕС, 2013).

В стратегията, специално внимание е отделено на необходимостта политиките за адаптация да са тясно свързани и да са координирани с политиките за управление на риска от бедствия на различни нива на управление. Това предполага прилагането и на интегрирани подходи и методи за оценка на въздействието на климатичните промени върху човешкото здраве, природните и антропогенни системи и тези за оценка на уязвимостта и риска от природни бедствия. Такава съгласуваност е необходима и между националните и секторни стратегии за адаптация и плановете за управление на риска (ЕС, 2013).

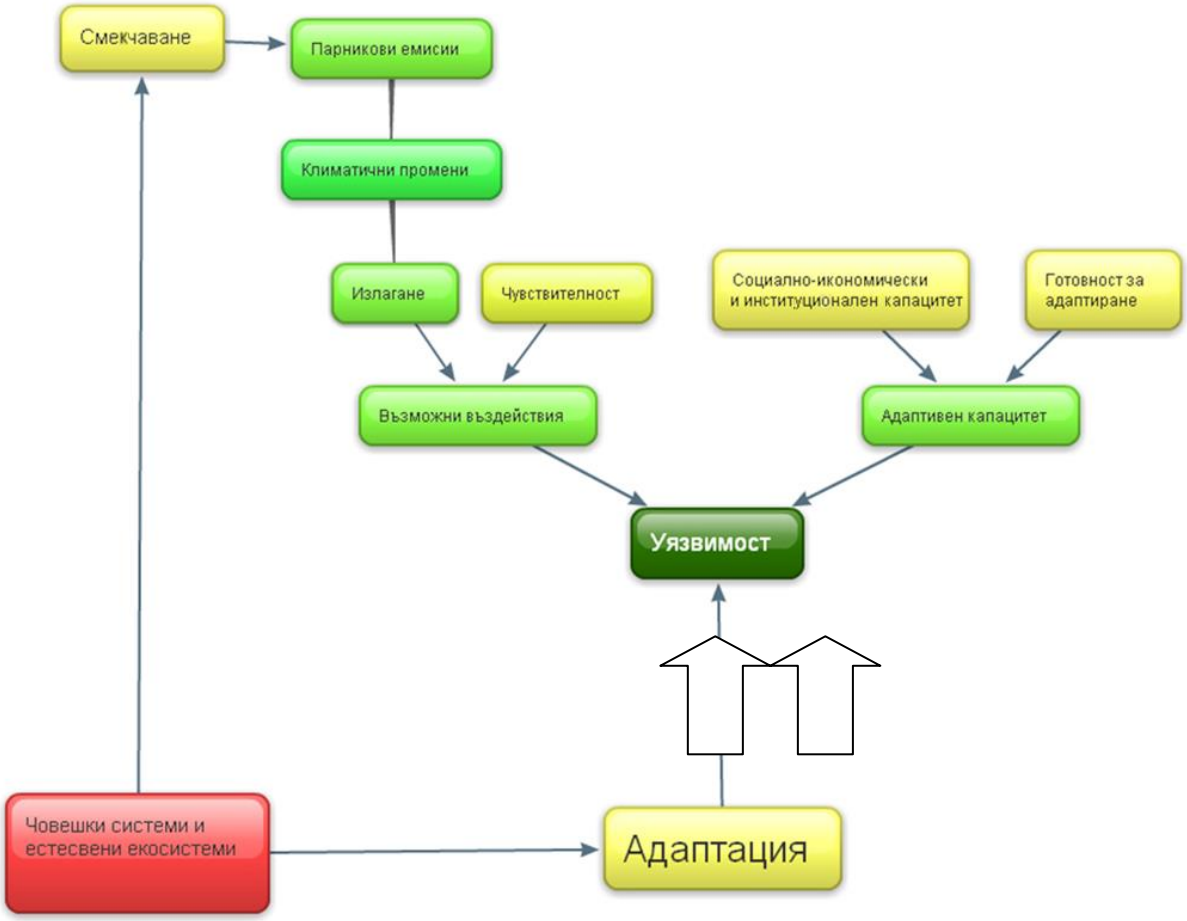
Адаптацията към климатичните промени е социален процес, който протича в условия на значителна несигурност, както по отношение на условията, към които предстои да се адаптира дадена система, така и по отношение на степента на устойчивост, която може да бъде постигната в процеса на адаптация. Този процес има за цел да намали риска от въздействието на климатичните промени на секторно и регионално равнище. Поради тази причина, прилагането на механизмите за управление на риска за адаптиране към климатичните промени е един адекватен подход за управление на този процес.

Несигурността трябва да бъде възприета като неизменна част от анализа на риска от климатичните промени и да бъде ясно дефинирана като *вероятност* за реализиране на даден изход. Разликата между оценката на риска от климатичните промени и оценката на риска от природни бедствия се състои в това, че в първия случай се оценява рискът от реализирането на някакъв вероятностен изход, а във втория - от реализиране на някакво конкретно опасно събитие.

Управлението на риска съвместява качествените и количествените измерения на несигурността по отношение на климатичните и социално-икономическите промени с различен пространствено-времеви обхват на проявление, с *цел* оптимизиране процеса на взимане на решения и намаляване уязвимостта на обществото по отношение на тях.

Адаптирането има за цел да повиши устойчивостта на природните и обществени системи към настоящето и бъдещо въздействие на климатичните промени върху тях. Според определението, дадено от IPCC, адаптацията е „настройване на природните или обществени системи да отговорят на реалните или очаквани климатични влияния или въздействия, като смекчават вредите и усвояват благоприятните възможности" (IPCC, 2007).

Докато управленските модели за адаптиране имат за цел да отговорят на фактическото въздействие на климатичните промени в различни региони и стопански сектори, моделите за смекчаване (mitigation) на това въздействие са насочени към предотвратяване на причините за климатичните промени и главно, към намаляване на емисиите на парникови газове (Фиг. 2.1).



Фиг. 2.1. Концептуален модел на връзката между въздействието на климатичните промени, уязвимостта, смекчаването и адаптирането (по Isoard, Grothmannn and Zebisch, 2008 в Impact of Europea's Changing Climate, 2008)

Много важно е да се търси синергетичният ефект от прилагането на мерките за смекчаване и адаптиране в контекста на конкретните условия, защото има реална възможност да се постигне и обратен ефект от прилагането им. Например, ако в даден регион, в следствие на климатичните промени намаляват водните ресурси, а същевременно се насърчава развитието на зелена енергия чрез производство на

биогорива, което консумира много вода. Рискът от подобни конфликтни решения също трябва да бъде оценен.

Основните предизвикателства за приложението на стратегиите за адаптиране към климатичните промени и оценката на риска, произтичаща от тях, са свързани със значителната степен на несигурност по отношение на очаквания изход от прилагането на различни модели за смекчаване на промените в климата и адаптирането към тях. Поради това, е от първостепенно значение процесът на адаптиране към климатичните промени да включва и широк достъп на взимащите решения на всички нива до необходимата информация за очакваните последствия от промените в климата за секторите на националната икономика и за мерките, които трябва да бъдат предприети.

Друга особеност в прилагането на политиките за адаптиране към климатичните промени е тази, че то изисква време и често ефектът от мерките за смекчаване и адаптиране към очакваните или реалните промени се проявява след като вече са понесени определени последствия от конкретни стихийни бедствия, например. По тази причина в плановете за адаптиране към климатичните промени се предвиждат краткосрочни и дългосрочни мерки за управление на риска.

3. Анализ на подходите, прилагани в други европейски страни за извършване на оценката

Влиянието на климатичните промени върху развитието на икономиката и свързаните с нея процеси и модели на развитие е тематика, която все по-често бива адресирана чрез различни като обхват, степен на подробност и фокус научни изследвания в рамките на ЕС и САЩ. Същите все по-често присъстват сред основните теми на научно-изследователските конкурси от различен ранг, което е обяснимо с оглед нарасналата публичност на проблематиката, свързана с глобалните промени в околната среда и тяхното отражение върху формираните природно-социални системи, тяхното функциониране, организация и управление.

С оглед изследователските задачи, свързани с настоящата разработка, бяха разгледани и подробно анализирани редица проекти и подходи, свързани с изследване на потенциалните въздействия на климатичните промени върху различните аспекти на икономиката и обществото. Акцентът беше поставен върху следните основни принципи:

- Проекти с ясен Европейски контекст;
- Подробно описана методология, която евентуално би могла да се адаптира за целите на настоящия проект;
- Пряко или косвено засягане на тематика, близка до нашата страна от където биха могли да се ползват данни, информация и др. ресурси;
- Търсене на представителни проекти, които отразяват различните политически нива – ЕС, страни и региони.

В резултат на това бяха селектирани следните основни проекти, които да бъдат представени като добри практики в настоящият доклад:

- *Проект PESETA*
- *PESETA II*
- *ESPON CLIMATE*
- *Проект MEDPRO - Mediterranean Prospects*

Сред най-значимите проекти в рамките на ЕС по тази тематика се открояват проектите PESETA и PESETA II, финансирани от Европейската комисия и осъществявани от Обединения изследователски център на Европейската комисия (JRC-Joint Research center).

И двата проекта използват като основа резултатите от предходни изследователски проекти, основно насочени към моделирането на климатичните промени, най-вече финансираният по линия на 7-ма рамкова ClimateCost project, като и осъществяваният в рамките на 6-та рамкова програма ENSEMBLES project.

Проектът PESETA интегрира няколко климатични сценария с висока резолюция с инструментите на икономическото моделиране, с цел да се придаде количествен израз на климатичните промени върху потенциално най-уязвимите сектори на икономиката и обществото в Европа. Основният акцент е насочен към четири основни категории с ясен пазарен фокус (земеделие, наводнения, крайбрежни системи и туризъм) и една непазарна категория (човешкото здраве).

Резултатите от проекта показват, че съвременното европейско благосъстояние ще претърпи преки загуби в размер между 0,2 и 1%, ако днес се проектират различните сценарии за промени в климата, без да са взети мерки за адаптиране към тези промени. Вариациите на икономическите загуби са сравнително големи в рамките на различните части и региони на ЕС, както и различните структури на местната и регионална икономика. Според резултатите от проекта, Южните части на Европа, Британските острови и Централна Северна Европа са сравнително по-уязвими към климатичните промени, като Северна Европа е единственият Европейски регион с позитивни нетни ползи, които се дължат основно на подобрените природно-географски условия за развитието на интензивно земеделие.

Проектът PESETA II се явява логическото продължение на проект PESETA, като основната му цел е да осъществи задълбочена мултисекторна оценка на въздействието на климатичните промени в Европа за времевия хоризонт 2071-2100г. Методологичната основа на проекта има две основни отличителни особености: Първо, същата се базира на резултати от биофизични модели от типа „отдолу-нагоре“, които вземат предвид връзките между климатичните промени и биофизичните въздействия в структурно отношение. Второ, оценката се извършва по последователен начин, когато модели използват едни и същи климатични данни, като същевременно се вземат предвид и други хоризонтални въпроси.

За разлика от предходния проект, JRC PESETA II изследва повече категории и секторни влияния, като освен засегнатите преди теми, сега са включени темите енергетика, транспортна инфраструктура, горски пожари и устойчивост на хабитатите. Освен това проектът PESETA II разглежда до 15 различни сценария за климатични промени и тяхното отражение върху отделните икономически сектори.

Към настоящия момент резултатите от проекта са все още предварителни, като работата по него продължава. Част от тези предварителни резултати са публикувани на 16 Април 2013 в рамките на процеса на разработване на Оценката на Стратегията на ЕС за адаптация към климатичните промени.

Друг много интересен проект, свързан с влиянието на климатичните промени върху развитието на икономиката в рамките на ЕС, е проектът **ESPON CLIMATE - Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies in Europe**, който е реализиран по линия на програма на ESPON за приложни изследвания. Същият е осъществен от консорциум от партньори, с водещ партньор Техническият университет в Дортмунд, Германия, като работата по проекта е извършена в периода 2009-2011.

Този изследователски проект е пряко свързан с обстоятелството, че климатичните промени засягат по различен начин различните части на големи териториални образувания, каквото по същество представлява и ЕС. Териториалните аспекти на уязвимостта от климатичните промени изискват различни действия, чиято обосновка от своя страна има нужда от доказателства. Именно такава е целта на проекта **ESPON CLIMATE – да оцени териториалните ефекти от климатичните промени в различните региони и местните икономики в Европа.**

Проектът се базира на специфична методология за оценка на уязвимостта от климатичните промени, която е приложена към всички региони на ЕС27, като целта е да се осигури необходимата информационна основа за отразяване на тези проблеми в Европейската териториална политика. За целите на проекта са използвани следните климатични модели: CCLM[1], сценарият за емисии A1B[2], както и данни за тенденциите в социално-икономическото развитие на регионите в ЕС.

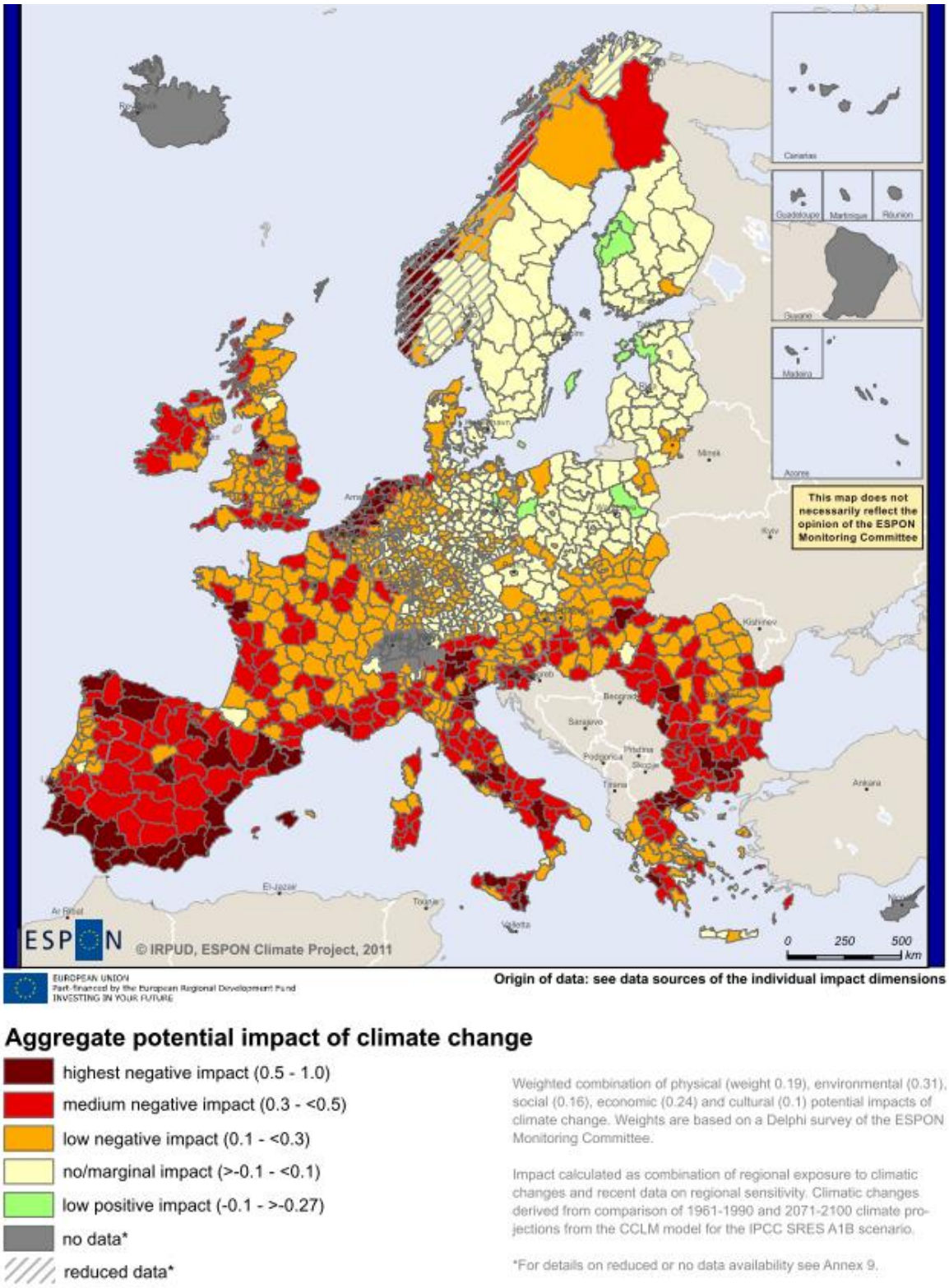
Проектът оценява влиянието на климатичните промени в следните основни аспекти:

- Физическа чувствителност;
- Икономическа чувствителност;
- Социална чувствителност;
- Чувствителност на околната среда;
- Културна чувствителност;

[1] CCLM is a non-hydrostatic unified weather forecast and regional climate model developed by the COnsortium forSMall scale MOdelling (COSMO) and the Climate Limited-area Modelling Community (CLM).

[2] The IPCC developed six scenarios on the development of greenhouse gas emissions (GHG) from 2000 to 2100 (SRES scenarios). A1B is used for almost all vulnerability assessments as a moderate scenario

Агрегираната чувствителност има за цел да даде общата картина на чувствителността на Европейските региони към климатичните промени, както се вижда от фигурата по-долу:



Фиг. 3. 1. Агрегирано потенциално въздействие на климатичните промени в ЕС

Както става видно от приложената карта, в най-голяма степен уязвими са преди всичко страните и регионите от южната част на континента и крайбрежните части, а относително най-слабо ще бъдат засегнати централните части преди всичко в северната половина на Европа, където дори има изгледи за позитивен нетен ефект, най-вече благодарение на подобрените условия за развитие на земеделието.

Проект MEDPRO - Mediterranean Prospects е проект, финансиран в рамките на 7-ма Рамкова програма, който се координира от Центъра за Европейски политически изследвания, базиран в Брюксел. Основната цел на MEDPRO е да подпомогне чрез нови знания политическия, икономическия и социалния дневен ред на страните от Средиземноморския регион, включително и по отношение на уязвимостта на местните икономики към климатичните промени, за които се счита, че това е най-уязвимият регион. Според резултатите от изследването, намалението на БВП в региона се очаква да бъде средно с -0.1% до -0.25% по-малко през 2050 в резултат от климатичните промени.

Освен регионални изследвания, в рамките на настоящия проект бяха разгледани и анализирани проекти и научни доклади, свързани с очакваното въздействие на климатичните промени върху развитието на определни стопански сектори и проекти, които са насочени към оценка на въздействието върху икономиките на определени региони, страни и страни-членки на ЕС. Сред тези иследвания се открояват докладите, отразяващи оценката на уязвимостта на страните от Западните Балкани (Хърватска, БЮР Македония, Сърбия и Черно гора), финасирано чрез финасовата подкрепа на ЕС чрез финасовият инструмент за предприсъединителна помощ IPA (Instrument for Pre-accession Assistance)[3] на Великобритания, Република Ирландия, Република Италия[4] и др.

Специално внимание заслужава докладът на Института за Европейска политика в областта на околната среда (IEEP)[5], който предлага обща методология за прилагане на инвестиционни инструменти и мерки за преодоляване на последиците от климатичните промени в областта на земеделието, в контекста на общностната земеделска политика и политката за сближаване (т.нар. кохезионна политика).

Това, което прави впечатление, е че тези анализи покриват икономическото развитие твърде общо, като са концентрирани преди всичко в отраслите, които са изложени на пряко въздействие от природните фактори, включително и най-вече на

[3] Regional climate vulnerability assessment (Croatia, FYR Macedonia, Monenegro, Serbia), Synthesis report
[4] Climate change impacts and adaptation strategies in Itally. Economic Assessment, 2008
[5] Methodologies for climate change proofing investments and measures under cohesion aand regional policy,at the common agricultural policy, IEEP, 2012

климатичните влияния. Основно се разглеждат секторите земеделие, транспорт, транспортна инфраструктура, туризъм, горско стопанство и състоянието на околната среда като цяло. Като извод се налага заключението, че повечето от изследванията са без съществена конкретика, а по-скоро акцентират върху общи очаквания и върху разработването на необходимите адаптационни механизми към очакваните изменения на климата.

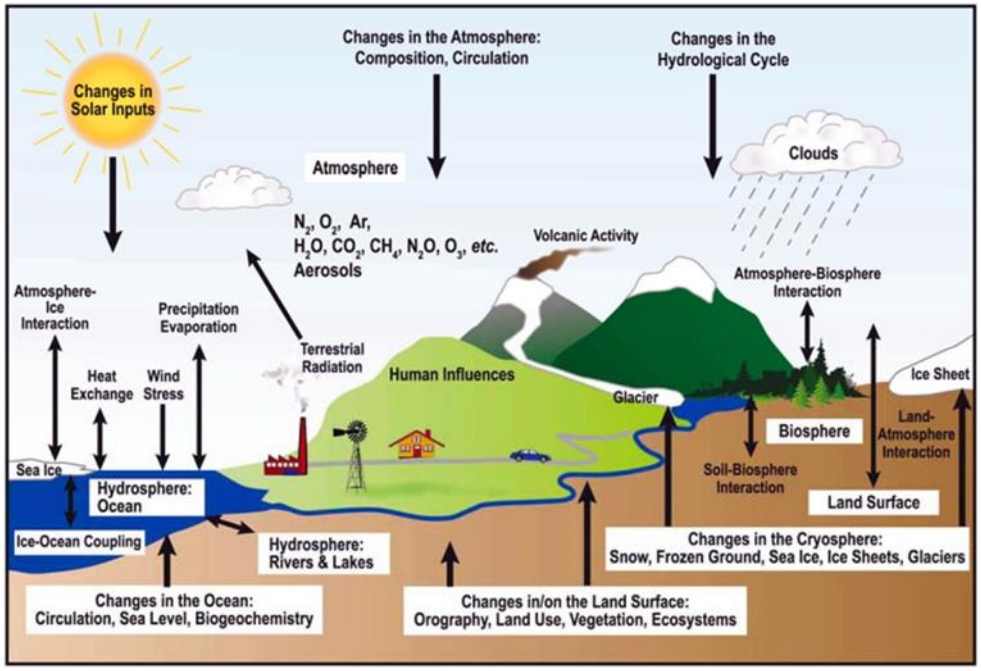
4. Климатични сценарии за България – как ще се измени климатът в отделните климатични области за периода 2020/30 и до 2050 г.

През последните десетилетия климатичните промени са във фокуса на вниманието на световната научна общност и на други заинтересовани страни (политически, икономически и екологични организации от глобално до местно ниво, медии, отделни личности и пр.). С цел да се координират усилията на различните държави по тази тематика през 1988 г. Световната метеорологична организация (World Meteorological Organization, WMO) съвместно с Програмата на ООН по околна среда (United Nations Environment Programme, UNEP) създадоха Междуправителствена експертна група по изменението на климата (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) със седалище WMO в Женева. В дейността на IPCC са ангажирани хиляди специалисти и стотици научни екипи от водещи изследователски центрове в света. Ролята на IPCC е да предостави по изчерпателен, обективен и прозрачен начин научна, техническа и социално-икономическа информация, необходима за разбирането на климатичните промени, за оценка на риска от тях, за ролята на антропогенните въздействия върху климата, както и за възможностите за адаптиране към климатичните промени и смекчаване на последиците от тях.

IPCC периодично изготвя оценъчни доклади за изменението на климата (Assessment Reports). Досега са публикувани пълните комплекти на първите четири доклада (1990, 1995, 2001, 2007 г.), както и първата част на петия доклад (2013 г.). Първият оценъчен доклад (IPCC First Assessment Report, FAR) е послужил за основа на разработването на Рамковата конвенция на ООН по изменение на климата (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Всеки от оценъчните доклади включва по три отделни части, разработени съответно от три работни групи: Работна група I. Научна оценка на изменението на климата; Работна група II. Оценка на въздействията от изменението на климата; Работна група III. Стратегии на IPCC за отговор на изменението на климата. Всяка от трите части, публикувани в отделни томове, съдържа и резюмета, предназначени за лица и организации, вземащи политически решения. Тази структура на докладите по тематични групи (с известни модификации в заглавията на отделните части), е спазвана в общи линии от първия до последния оценъчен доклад.

Научните основи на изследването на климатичните промени са представени в първи том от всеки оценъчен доклад. Те отразяват вижданията на специалистите и съответното ниво на науката към момента на разработване на дадения оценъчен доклад. Тъй като през последните две десетилетия е отбелязан огромен напредък в развитието на науката за климата и на използваните изследователски технологии (суперкомпютри, сателитни технологии, математическо моделиране и пр.), всеки следващ доклад предоставя все по-пълна и все по-надеждна информация за компонентите и процесите в климатичната система (фиг. 4.1), за движещите сили (природни и антропогенни) на климатичните промени, за климатите през минали исторически и геоложки епохи, за очакваните промени на климата до края на XXI в. (и дори след това). Поради високия авторитет на участващите изследователски екипи от най-престижни научни центрове в

света, по правило резултатите от техните изследвания отразяват по консенсусен начин вижданията на преобладаващата част от световната научна общност. Ето защо в повечето страни анализите на климатичните промени и разработваните стратегически документи в отговор на тези промени, се базират на информацията в оценъчните доклади на IPCC за използваните сценарии, модели и очаквани бъдещи климатични промени и последиците от тях.



Фиг. 4. 1. Схематично представяне на климатичната система и техните възможни промени (IPCC, 2007)[6]

4.1. Сценарии и модели, използвани при изследване на климатичните промени

При изследването на бъдещите промени на климата трябва да бъдат взети под внимание множество фактори и движещи сили, вкл. процесите и въздействията (физически, екологични и социално-икономически), допринасящи за климатичните промени. Необходимо е те да бъдат анализирани както в ретроспекция (за отминали исторически и геоложки епохи), така и по отношение на очакваното бъдеще. Освен бъдещите емисии и концентрации на парникови газове, трябва да се отчитат и очакваните промени в броя на населението, в неговото благосъстояние, в развитието на технологиите, в производството и потреблението на енергия, в използването на поземлените, горските и водните ресурси, а също и редица глобални и регионални политически и икономически процеси. Необходимо е също да се оценят и очакваните ефекти от бъдещите реакции на човечеството, ориентирани към осъществяване на мерки за адаптиране и смекчаване на последиците от климатичните промени. Тези сложни анализи обикновено се осъществяват от различни изследователски екипи от водещи

[6] *Източник*: IPCC (2007): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

световни научни центрове. За да се гарантира сравнимост на резултатите от техните изследвания, е необходим *стандартизиран набор от сценарии*, описващ по възможно най-достоверен начин потенциалните пътища на бъдещото социално-икономическо развитие в глобален и регионален контекст.

Сценариите не служат за предсказване на бъдещето, а за по-добро разбиране на *несигурността* и за вземане на различни решения в областта на политиките, свързани с климатичните промени в един широк диапазон от възможни бъдещи траектории в развитието на човечеството. Съответно и резултатите от моделирането на климатичните промени не са точни „прогнози", а само очаквани *хипотетични състояния „реакция" на климатичната система* в отговор на „натиска" от съвкупното въздействие върху нея на разнообразни природни и антропогенни процеси. Поради това в терминологията в областта на климатичните промени вместо понятието „*климатична прогноза*" се предпочита понятието „*климатична проекция*", с цел да се подчертае несигурността в очакваните промени. В този смисъл сценариите и климатичните проекции осигуряват широка основа за оценка на риска от преминаване на *разграничими прагове* с известен толеранс, както в климатичните промени, така и във въздействията им върху природните и антропогенните системи (IPCC , 2007)[7].

Наличието на различни, но общоприети от научната общност сценарии, позволява използваните в тях обосновани предположения, показатели, базови стойности, „стартови точки" и пр., да бъдат прилагани при работа с различни климатични модели за очакваните промени към определен бъдещ хоризонт във времето. Ако липсваха такива сценарии, резултатите от даден климатичен модел не биха могли да бъдат сравнявани с тези от друг климатичен модел, а и комуникацията между различните учени, изучаващи климатичните промени, би била много по-сложна и отнемаща твърде много време. Друга причина за използването на стандартизирани сценарии за климатичните промени е свързана с необходимите високи разходи за суперкомпютри и разработването на програми за компютърни симулации. Сценариите осигуряват обща рамка за експериментиране с климатичните модели, така че всеки един експеримент да не започва от нулата (Goosse, et al., 2010)[8].

Потребителите на разработените сценарии най-общо са две основни групи – „крайни потребители", които са ангажирани с формулиране на политики, вземане на решения и предприемане на мерки в областта на адаптирането и смекчаването на последиците от климатичните промени, и „междинни потребители", които са представители на научната общност, използващи сценариите в научните си изследвания. В рамките на IPCC наборите от сценарии се използват главно от три групи учени, които се занимават съответно с интегрирани модели за оценка (integrated assessment modeling, IAM), с изучаване на въздействията, адаптирането и уязвимостта (impacts, adaptation, and vulnerability, IAV) и с климатично моделиране (climate modeling, CM)[9].

---

[7] *Източник*: IPCC Expert Meeting Report, 19–21 September, 2007: *Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies*

[8] *Източник*: Goosse H., P.Y. Barriat, W. Lefebvre, M.F. Loutre, and V. Zunz (2010). Introduction to climate dynamics and climate modeling, наличен на адрес: www.climate.be/textbook

[9] *Източник*: IPCC Working Groups (www.ipcc.ch/working_groups/working_groups.shtml#.UtF-AbT_meA)

През 1992 г. IPCC публикува първия набор от сценарии за изменението на климата, наречени **IS92**[10]. През 2000 г. IPCC публикува второ поколение сценарии, описани в т.нар. *Специален доклад за емисионните сценарии* (Special Report on Emissions Scenarios, **SRES**)[11]. Тези сценарии са използвани при разработването на два последователни оценъчни доклада на IPCC: *Третият оценъчен доклад* (Third Assessment Report, **TAR**, 2001) и *Четвъртият оценъчен доклад* (Assessment Report Four, **AR4**, 2007). Тези два доклада са отправна точка през първото десетилетие на XXI в. за голяма част от изследванията на климатичните промени.

Още през 2007 г. IPCC отговори на призивите на научната общност за подобряване на използваните дотогава сценарии. За целта IPCC предложи ново поколение сценарии (Moss, et al., 2008,[12] 2010[13]), известни като *Представителни пътища на концентрациите* (Representative Concentration Pathways, **RCPs**). Тези нови сценарии са предпочетени пред SRES-сценариите при работата върху последния *Пети оценъчен доклад* (Assessment Report Five, **AR5**, 2013/2014)[14].

В настоящия анализ са използвани данни, базирани на последните два набора от сценарии (SRES и RCPs), отразени съответно в AR4 и AR5. Поради това по-долу се спираме на тези набори от сценарии. Новите RCPs-сценарии, използвани в AR5, ще бъдат отправна точка поне до 2020 г. за всички научни изследвания в областта на климатичните промени, както и за разработването на анализи, стратегически документи и политики за адаптиране и смекчаване на последиците от очакваните изменения на климата.

4.1.1. Сценарии на IPCC, използвани в Четвъртия доклад за оценка на климатичните промени (AR4), 2007 г.

SRES-сценариите, предложени в Специалния доклад за емисионните сценарии (Special Report on Emissions Scenarios, 2000),[15] бяха конструирани с цел да се проучи бъдещото глобално развитие с акцент върху генерирането на парниковите газове и аерозолните емисии на прекурсори. В същия доклад е възприета следната терминология:

---

[10] *Източник*: Leggett J., Pepper W., Swart R.J. (1992) Emissions Scenarios for the IPCC: an Update. In: Houghton J.T., Callander B.A., Varney S.K. (eds) Climate change 1992. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, pp 71–95

[11] *Източник*: IPCC (2000), SRES - Special Report on Emissions Scenarios IPCC (2000), SRES - Special Report on Emissions Scenarios . A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. Nakićenović, N., and Swart, R., Cambridge University Press, UK. pp 570, наличен на адрес: www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=0

[12] *Източник*: Moss, R.H., et al., (2008) *Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies*. Technical Summary. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 25 pp., наличен на адрес: www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/expert-meeting-ts-scenarios.pdf

[13] *Източник*: Moss R.H., Edmonds J.A., Hibbard K.A., Manning M.R., Rose S.K., van Vuuren D.P., Carter T.R., Emori S., Kainuma M., Kram T. et al. (2010) The next generation of scenarios for climate change research and assessment. In: Nature 463:747–756

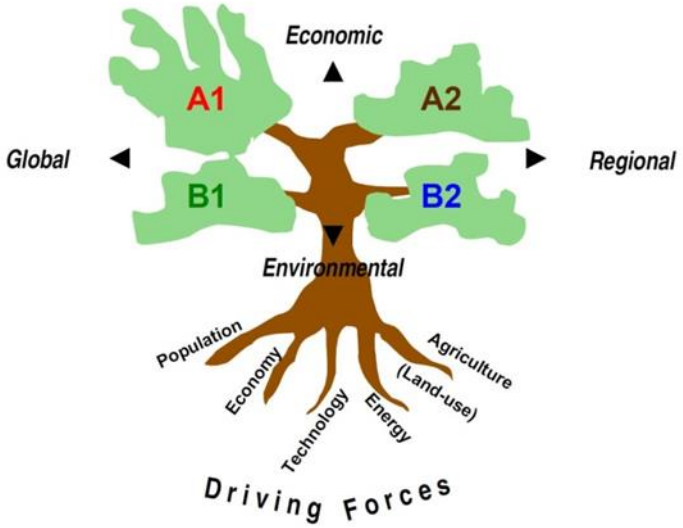
[14] *Забел*. Към настоящия момент IPCC AR5 все още не е изцяло комплектуван, като се очаква той да бъде публикуван до края на 2014 г.

[15] *Източник*: IPCC (2000), SRES - Special Report on Emissions Scenarios IPCC (2000), SRES - Special Report on Emissions Scenarios . A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. Nakićenović, N., and Swart, R., Cambridge University Press, UK. pp 570, наличен на адрес: www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=0

Сюжетна линия – текстово описание на сценарий (или семейство от сценарии), разкриващо главните характеристики на динамиката на сценария, както и на взаимовръзките му с ключовите движещи сили.

Сценарий – проекция на възможното бъдеще на основата на ясна логика и количествено измерима сюжетна линия.

Екипът, създал SRES-сценариите, е определил четири сюжетни линии, обозначени като A1, A2, B1 и B2, които описват в глобален мащаб взаимовръзките между движещите сили на емисиите на парниковите газове и аерозолите, а също и тяхната еволюция през XXI в. Всяка сюжетна линия представя различни демографски, социални, икономически, технологични и екологични процеси, които се различават във времето. Четирите сюжетни линии комбинират два набора от противоположни тенденции – между икономическия растеж и състоянието на околната среда и между процесите на глобализация и процесите на регионализация (фиг. 4.2).



Фиг. 4. 2 Схематично представяне на IPCC SRES - сценариите[16]

Сюжетните линии на SRES-сценариите за XXI в. накратко се описват по следния начин[17]:

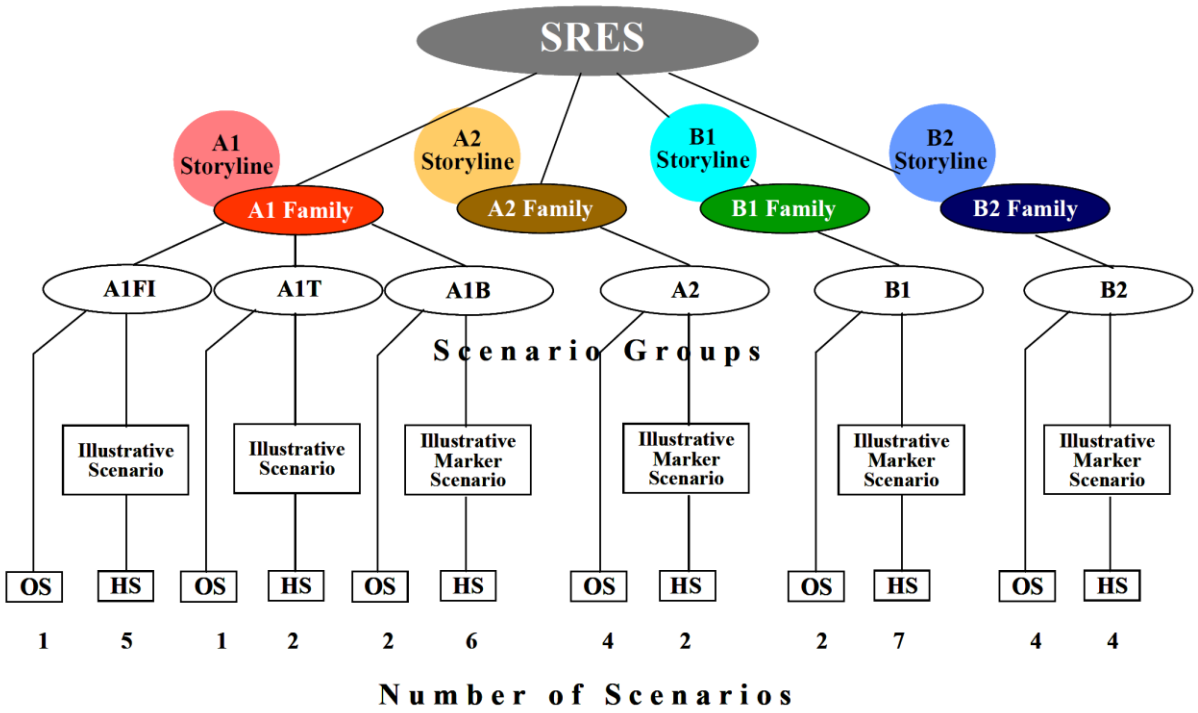
- *Сюжетна линия и семейство сценарии A1*: бъдещият свят се характеризира с бърз икономически растеж, броят на населението в света достига своя пик в средата на века, след което намалява, бързо се внедряват нови и по-ефективни технологии.
- *Сюжетна линия и семейство сценарии A2*: много хетерогенен свят, с постоянно нарастващ брой на населението и регионално ориентиран

[16] *Източник*: Пак там.

икономически растеж, който е по-фрагментиран и по-бавен в сравнение с останалите сюжетни линии.

- *Сюжетна линия и семейство сценарии B1*: бъдещият свят е конвергентен със същите тенденции в броя на населението като при сюжетна линия A1, но с бързи промени в структурата на икономиката, насочени към развитие на сектора на услугите (вкл. на информационните), намаляват материалоемките производства и се внедряват „чисти" и спестяващи ресурсите технологии.
- *Сюжетна линия и семейство сценарии B2*: това е свят, в който проблемите се решават на местно или регионално ниво на основата на принципите за устойчиво развитие, населението непрекъснато се увеличава, но с по-ниски темпове в сравнение със сюжетна линия A2, икономическият растеж е с умерени темпове.

На тази методологическа основа в рамките на IPCC са разработени общо 40 сценария от шест изследователски екипа (фиг. 4.3).

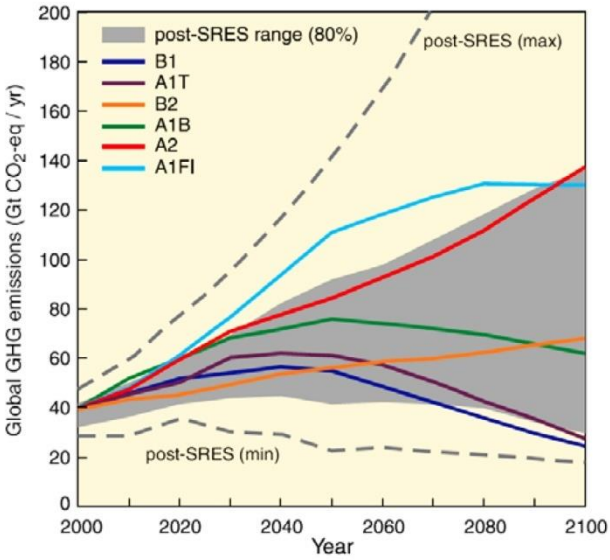


Фиг. 4. 3. Структура на сюжетните линии и сценариите в Специален доклад за емисионните сценарии на IPCC (SRES)[18]

От IPCC се приема, че всички сценарии са еднакво валидни. От всички 40 предложени сценария са избрани шест групи от четири семейства сценарии: по една група от трите семейства сценарии A2, B1 и B2 и три групи от семейството сценарии A1: A1F1 (с интензивно използване на изкопаеми горива), A1T (с преобладаващо използване на алтернативни енергийни източници) и A1B (с балансирано използване на

[18] *Източник*: Пак там.

разнообразни енергийни източници). От IPCC са избрани т.нар. „илюстративни сценарии”, за да представят всяка от шестте групи сценарии (фиг. 4.4, табл. 4.1).



Фиг. 4. 4. Шестте "илюстративни" SRES-сценария и свързаните с тях глобални емисии

Табл. 4. 1. Основни характеристики на SRES - сценариите[19]

Година/ емисионен сценарий	Глобално население (млрд.)	Глобален БВП (10^{12} $)	Отношение БВП на човек*	Концентрация на CO2 (ppm)	Глобална ΔT (°C)	Покачване на морското ниво (cm)
1990	5.3	21	16.1	354	0	0
2000	6.1-6.2	25-28	12.3-14.2	367	0.2	2
2050						
SRES A1FI	8.7	164	2.8	573	1.9	17
SRESA1B	8.7	181	2.8	536	1.6	17
SRES A1T	8.7	187	2.8	502	1.7	18
SRESA2	11.3	82	6.6	536	1.4	16
SRESB1	8.7	136	3.6	491	1.2	15
SRESB2	9.3	110	4.0	478	1.4	16
IS92a	10.0	92	9.6	512	1.0	–
SRES-max	8.4	59	2.4	463	0.8	2
SRES-min	11.3	187	8.2	623	2.6	29
2100						
SRES A1FI	7.1	525	1.5	976	4.5	49
SRESA1B	7.1	529	1.6	711	2.9	39
SRES A1T	7.1	550	1.6	569	2.5	37
SRESA2	15.1	243	4.2	857	3.8	42
SRESB1	7.0	328	1.8	538	2.0	31
SRESB2	10.4	235	3.0	615	2.7	36
IS92a	11.3	243	4.8	721	2.4	–
SRES-min	7.0	197	1.4	478	1.4	14
SRES-max	15.1	550	6.3	1099	5.8	80

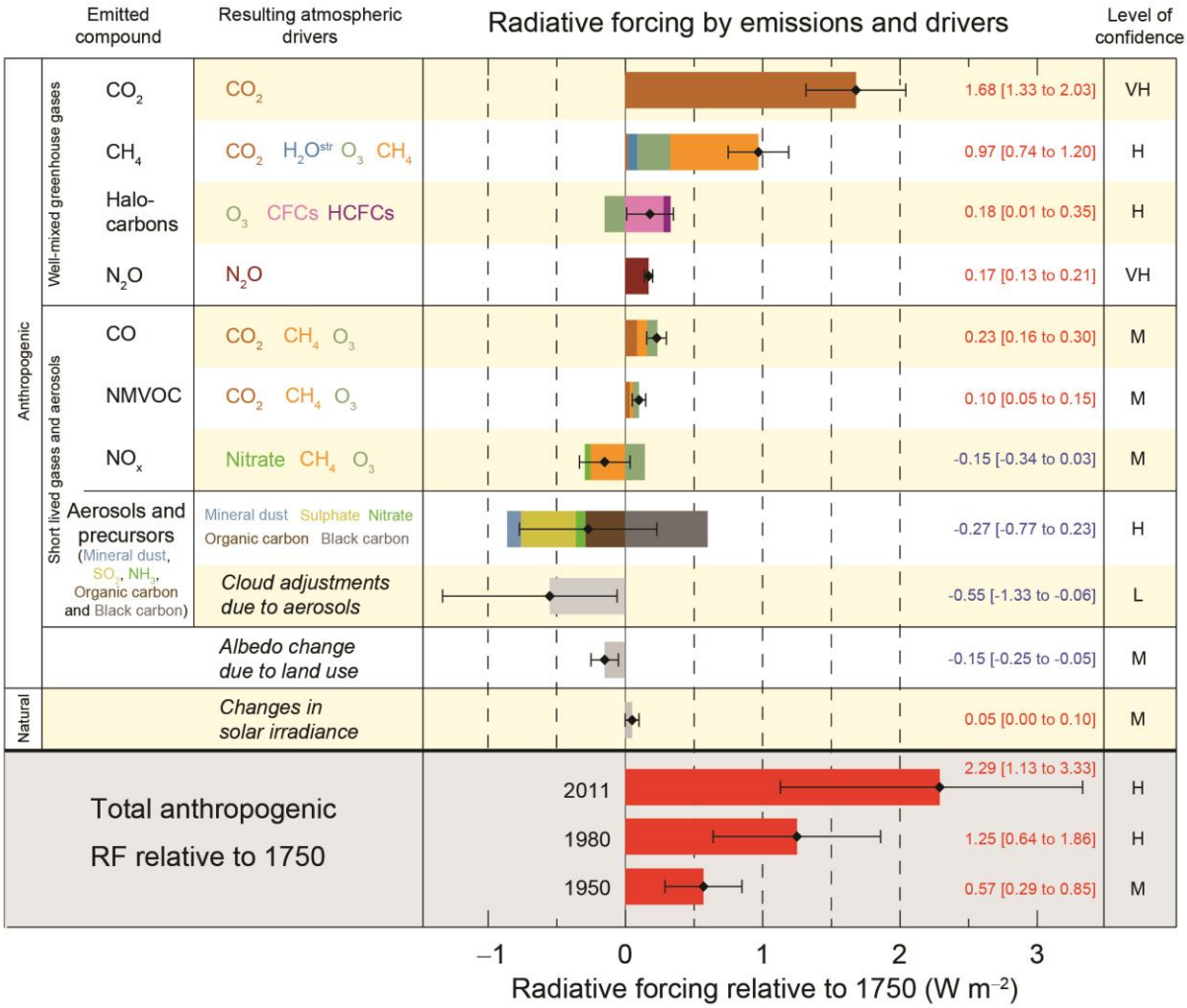
* Между развитите страни и страните в преход, включени в Annex I на UNFCCC и развиващите се страни, които не са включени в Annex I

[19] Източник: Carter, T.R. (2007). General Guidelines on the Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assessment, Version 2, June 2007, Task Group on Data and Scenario Support for Impact and Climate Assessment (TGICA), Intergovernmental Panel on Climate Change.

4.1.2. Сценарии на IPCC, използвани в Петия доклад за оценка на климатичните промени (AR5), 2013/14 г.

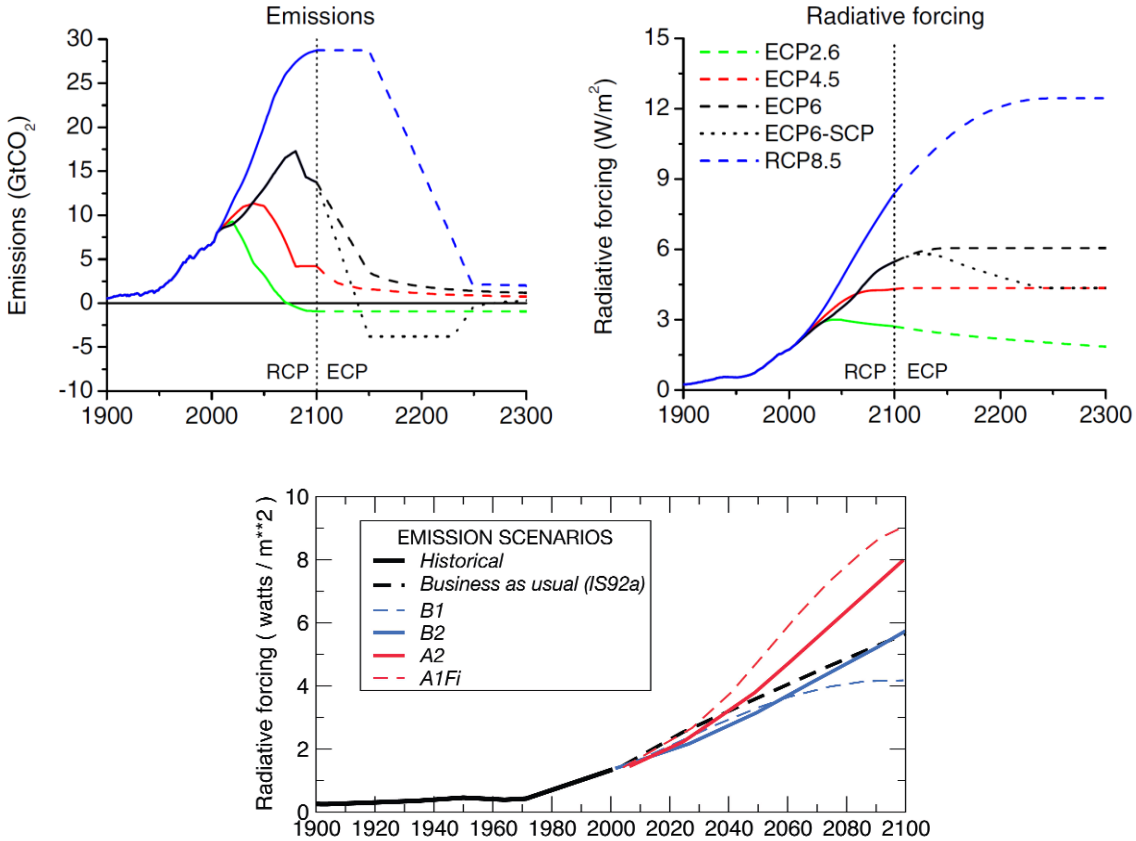
Наименованието *Представителни пътища на концентрациите* (Representative Concentration Pathways, RCPs) се използва в Петия оценъчен доклад (AR5), за да се очертае логическата рамка на този нов набор от сценарии. „Представителни" („representative") означава, че всеки от RCPs представя широк набор от сценарии, предложени в научната литература, а също и че стойностите на RCPs трябва да са съпоставими с пълния набор от емисионни сценарии, описани в научните публикации. Изразът „пътища на концентрациите" се използва, за да се подчертае, че тези стойности не са окончателни, но са нужни за моделирането на климатичните проекции, генерирани на базата на данни за *радиационния натиск* (*radiative forcing*) върху енергийния баланс на климатичната система, измерен във ватове на квадратен метър (W/m^2) – фиг. 4.5. Понятието „концентрации" се използва вместо понятието „емисии", за да е ясно, че в климатичните модели като входяща информация се използват данни за концентрациите, а не за емисиите на парниковите газове и аерозолите. На тази основа е разработен набор от **четири RCP-сценария**, водещи до радиационен натиск към края на XXI в. на съответните нива от **8.5**, **6**, **4.5** и **2.6 W/m²**.

Фиг. 4. 5. Радиационен натиск на различните движещи сили на климатичните промени[20]



[20] *Източник*: IPCC, Fifth Assessment Report (AR5) (www.ipcc.ch/index.htm#.UtTjwLT_meA)

RCP-сценариите представят широк набор от възможни бъдещи траектории на емисиите и концентрациите на парниковите газове и аерозолите. За периода 1750 – 2000 г. от IPCC са определени нивата на радиационен натиск, съответстващи на определени концентрации на парниковите газове в миналото. Също така за периода 2001 – 2100 г. са определени бъдещите очаквани нива на радиационния натиск за всеки от четирите RCP-сценария, като макар и в твърде генерализиран вид, същото е направено и за периода от 2100 до 2300 г. (това са т.нар. „Разширени представителни пътища на концентрациите“ – Extended Concentration Pathways, ECPs) – фиг. 4.6.



Фиг. 4. 6. Разширени представителни пътища на концентрациите (ECPs).

Горе: Радиационен натиск (вдясно) и свързаните с него емисии на CO_2 (вляво). С черна линия и пунктир са показани т.нар. „допълнителни пътища на концентрациите“ (supplementary concentration pathway), като алтернатива на RCP6 (по van Vuuren et al., 2011)[21].

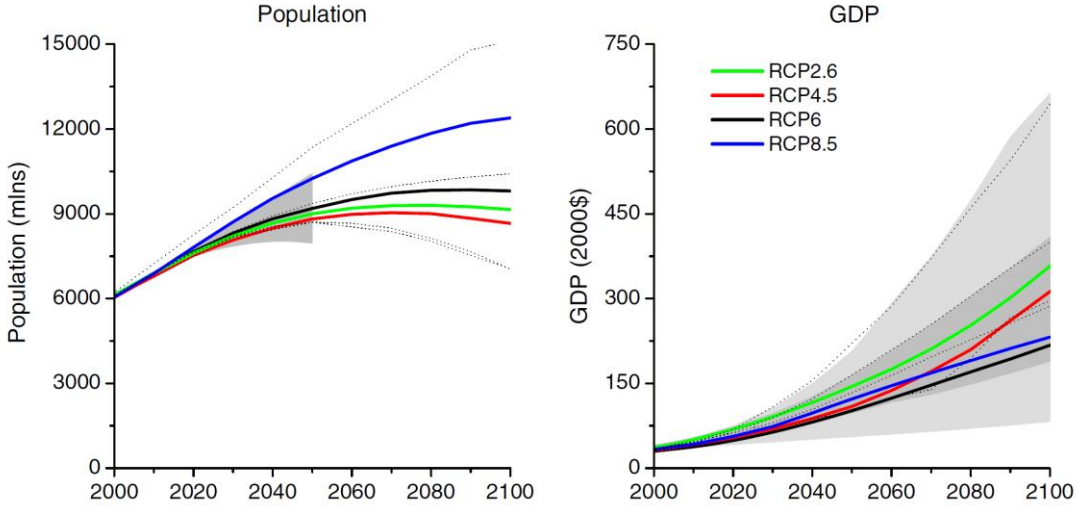
Долу: Радиационен натиск на някои от SRES-сценариите (по Cubasch, Meehl, 2001)[22]

Допуска се, че в зависимост от ръста в броя на населението, брутния вътрешен продукт, използваните технологии, производството и потреблението на енергия, производството на храни, промените в земеползването и др. са възможни разнообразни траектории на сценариите (фиг. 4.7). RCP-сценариите допускат също, че реализирането

[21] *Източник*: van Vuuren, D.P., et al. (2011). *The representative concentration pathways: an overview*. In: Climatic Change (2011) 109:5–31

[22] *Източник*: Cubasch U., Meehl G.A. 2001. Projections of future climate change. In: Houghton et al. (editors). Climate Change 2001: The scientific basis. Cambridge University Press., p. 525-582.

на политически мерки в областта на климатичните промени, също може да доведе до стабилизиращ ефект и дори до намаляване на радиационния натиск, което ще се отрази и върху силата и посоката на климатичните промени.



Фиг. 4. 7. Проекции на ръста на населението и брутния вътрешен продукт (GDP), лежащи в основата на RCP-сценариите (по van Vuuren et al., 2011)

Посочените четири RCP-сценария могат да бъдат описани по следния начин:

- **Сценарият RCP 8.5** може да бъде наречен „обичайна практика“ („business-as-usual scenario“) с нарастващи емисии на парникови газове във времето и съответно увеличаващи се концентрации на парникови газове. Радиационният натиск нараства до 8.5 W/m^2 до 2100 г., което съответства на концентрации от 1370 ppm в CO_2 екв.
- **Сценарият RCP 6.0** е стабилизиращ сценарий, при който емисиите ще нарастват бързо до 2060 г., след което ще намаляват. Радиационният натиск към 2100 г. се оценява на 6 W/m^2 което съответства приблизително на концентрации от около 850 ppm CO_2 екв.
- **Сценарият RCP 4.5** предвижда по-бързо реализиране на адекватни мерки за ограничаване на емисиите. Очаква се пикът на емисиите да бъде около 2040 г., след което те да намалеят рязко до 2080 г. Радиационният натиск към 2100 г. се оценява на 4.5 W/m^2, което съответства приблизително на концентрации около 650 ppm CO_2 екв.
- **Сценарият RCP 2.6** описва най-оптимистичния вариант, при който се допуска, че ще бъдат реализирани всички мерки за ограничаване на емисиите и че глобалното затопляне ще се ограничи до 2°C. Очаква се емисиите да намаляват рязко след 2020г.

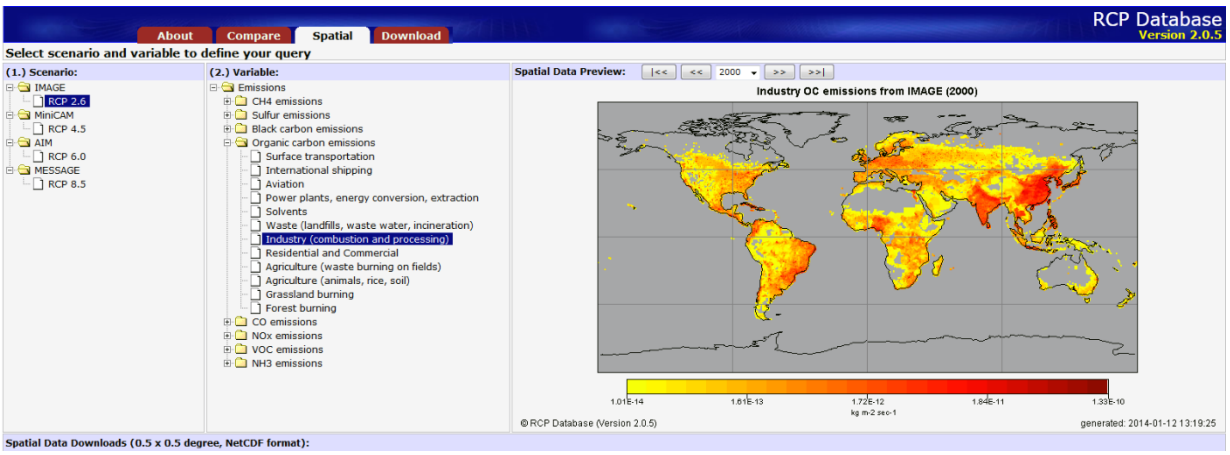
За всеки от четирите RCP-сценария е разработен отделен модел и за него отговаря отделна група от експерти на IPCC (табл. 4.2)[23].

[23] *Източник:* IPCC (www.ipcc.ch).

Табл. 4. 2. Институции, отговарящи за моделите, използвани в RCP сценариите

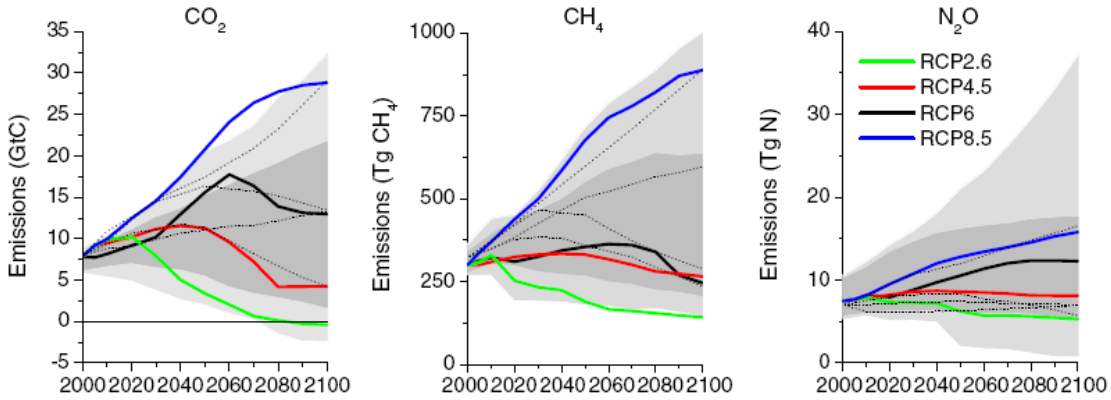
RCP-сценарий	Модел	Институция	Държава
RCP 2.6	**IMAGE**	Netherlands Environmental Assessment Agency	Нидерландия
RCP 4.5	**MiniCAM**	Pacific Northwest National Laboratory's Joint Global Change Research Institute (JGCRI)	САЩ
RCP 6.0	**AIM**	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)	Япония
RCP 8.5	**MESSAGE**	International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)	Австрия

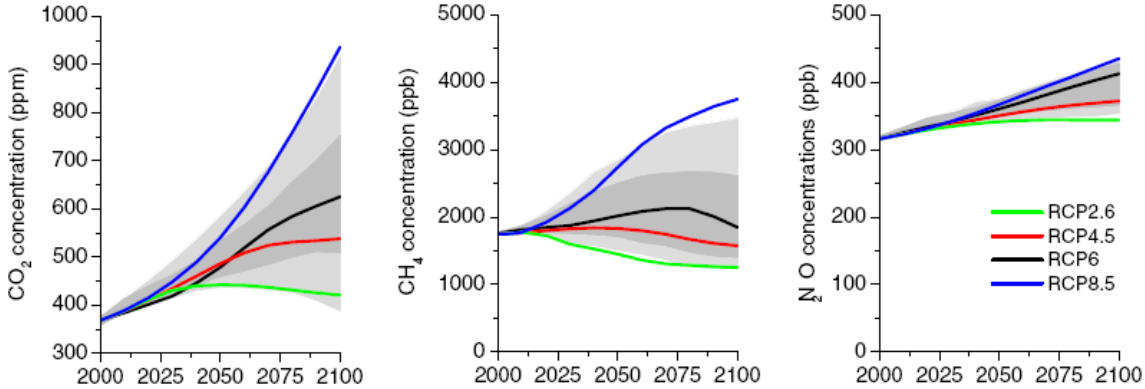
Глобалната база данни (RCP Database ver. 2.0.5) за четирите RCP-сценария и четирите модела е публично достъпна на сайта на IIASA-Австрия. Съдържащите се в нея пространствени данни са с много по-висока пространствена резолюция (0.5° на 0.5°), в сравнение с предишните оценъчни доклади на IPCC (фиг. 4.8).



Фиг. 4. 8. RCP базата данни на адрес:
http://tntcat.iiasa.ac.at:8787/RcpDb/dsd?Action=htmlpage&page=welcome

Фиг. 4.9 илюстрира изменението на RCPs в зависимост от изменението на емисиите и концентрациите на главните парникови газове (въглероден диоксид, метан и двуазотен оксид) от 2000 до 2100 г.





Фиг. 4. 9. Изменение на RCPs в зависимост от емисиите (горе – пунктираните линии с точки показват емисиите по SRES-сценариите) и от концентрациите (долу) на парниковите газове (цит. по van Vuuren, et.al., 2011).

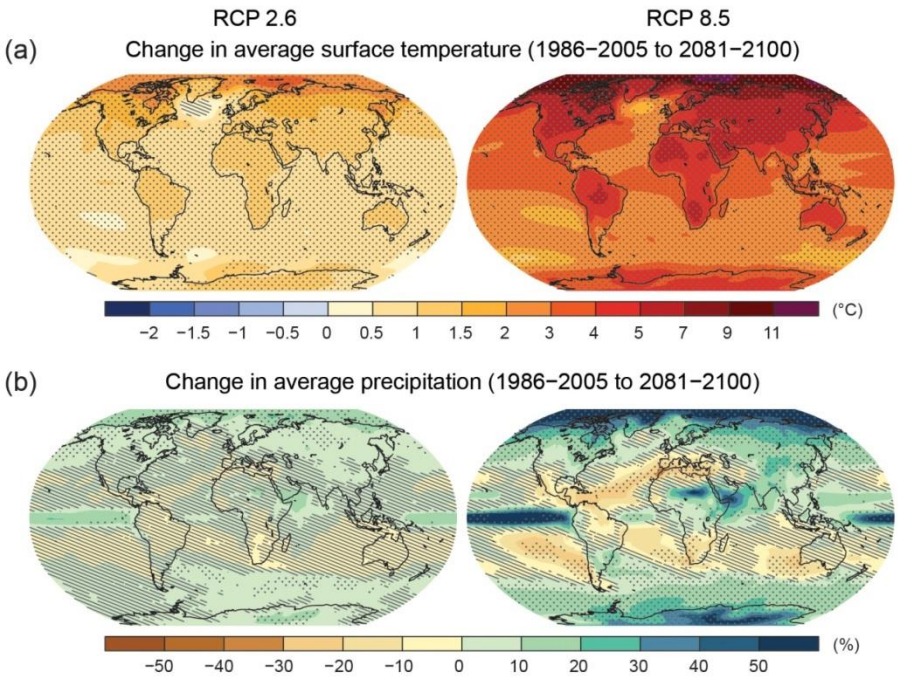
Табл. 4.3 представя осреднени глобални температурни аномалии спрямо прединдустриалните нива и съпоставка на RCP-сценариите с някои от SRES-сценариите (по Rogelj et al., 2012)[24].

Табл. 4. 3. Основни характеристики на RCPs-сценариите

RCP-сценарий	Радиационен натиск	CO_2 екв. (ppm)	Медиана на температурната аномалия (°C)	Траектория (тренд)	Съпоставка със SRES-сценариите
RCP 8.5	8.5 W/m^2 през 2100 г.	1370	4.9	Повишаване	SRES A1F1
RCP 6.0	6 W/m^2 след 2100 г.	850	3.0	Стабилизиране без последващо увеличение	SRES B2
RCP 4.5	4.5 W/m^2 след 2100	650	2.4	Стабилизиране без последващо увеличение	SRES B1
RCP 2.6	3 W/m^2 преди 2100 г., намаление до 2.6 W/m^2 през 2100 г.	490	1.5	Увеличение с последващо рязко намаление	Няма еквивалент

На фиг. 4.10 са показани очакваните глобални промени до края на XXI в. на средните температури и валежи по двата крайни сценария RCP 2.6 и RCP 8.5.

[24] *Източник*: Rogelj, J., M. Meinshausen, R. Knutti (2012). Global warming under old and new scenarios using IPCC climate sensitivity range estimates. Nature Climate Change, PUBLISHED ONLINE: 5 FEBRUARY 2012 (www.iac.ethz.ch/people/knuttir/papers/rogelj12natcc.pdf)



Фиг. 4. 10. Очаквани промени до края на XXI в. на средните температури и валежи по сценариите RCP 2.6 и RCP 8.5 на IPCC AR5[25]

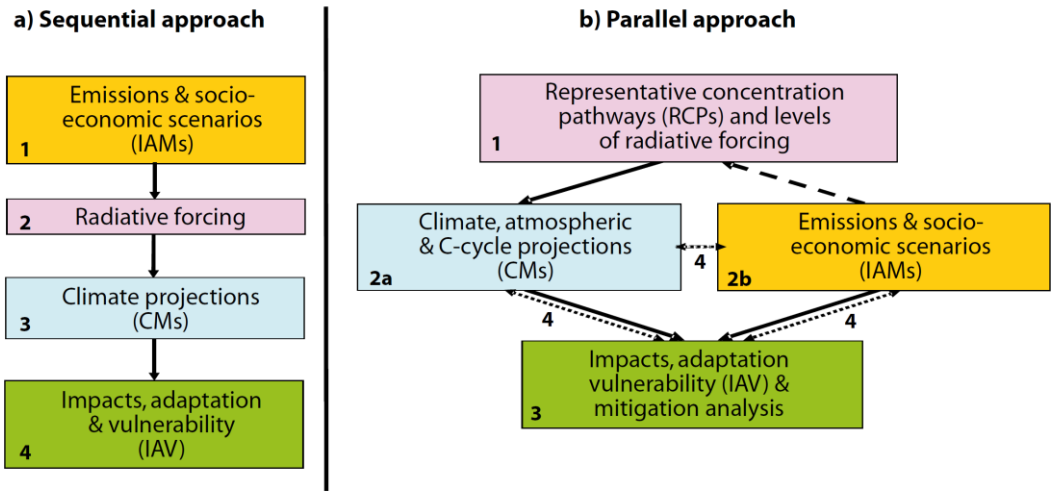
За разлика от SRES-сценариите, които са разработвани последователно (първо са разработени социално-икономическите и емисионните сценарии, а след това на тази основа са моделирани климатичните проекции), при създаването на новия набор от сценарии (RCPs) работният процес протича паралелно (фиг. 4.11) на три етапа (Moss et al., 2010):

1. Изготвяне на набор от сценарии за траекториите в изменението на емисиите, концентрациите и земеползването, описани като „представителни пътища на концентрациите" (RCPs).

2. Успоредно с това се работи с климатичните модели и се създават нови социално-икономически сценарии.

3. Накрая резултатите се интегрират и разпространяват към заинтересованите страни в рамките на IPCC.

[25] *Източник*: IPCC, Fifth Assessment Report (AR5) (www.ipcc.ch/index.htm#.UtTjwLT_meA)



Фиг. 4. 11. Изследователски подход при разработването на новия набор от глобални сценарии (RCPs), използвани при изготвянето на Петия оценъчен доклад на IPCC: а) предишният *последователен* подход, използван при създаването на SRES-сценариите; новият *успореден* подход, използван при създаването на RCP-сценариите. С числа (от 1 до 4) са отбелязани аналитичните стъпки при двата подхода. Стрелките показват трансфера на информация (плътни стрелки), подбора на RCPs (пунктираните стрелки с тирета) и интегрирането на информацията и обратните връзки (пунктираните стрелки с точки) (по Moss et al., 2010)

Главната цел на първия етап (разработването на RCPs) е да се получи нужната информация за възможните траектории на бъдещото развитие на човечеството (т.е. за главните движещи сили на климатичните промени). Тази информация е необходима за групата на учените, занимаващи се с климатичните модели (Climate models, CMs) и за групата на учените, занимаващи се с интегрирана оценка на моделите (Integrated Assessment Models, IAMs). Първата група учени извършва експерименти с климатичните модели на базата на данни за времевите серии за бъдещите концентрации и емисии на парниковите газове и замърсители на атмосферния въздух и за промените в земеползването. В същото време втората група учени анализира обхвата на различните технологични, социално-икономически и политически процеси в бъдещото, които биха довели до съответни нива в пътищата на концентрациите и силата на очакваните климатични промени.

В съответствие с нуждите и желанията на крайните потребители новите сценарии, използвани в Петия оценъчен доклад AR5, покриват два периода във времето – „краткосрочни сценарии“, обхващащи периода до около 2035 г. и „дългосрочни сценарии“, обхващащи периода до 2100 г., а в по-генерализиран вид и периода до 2300 г. Разграничаването на двата периода е важно за разработващите политики в отговор на климатичните промени, тъй като тези политики трябва да са съобразени с очакваните климатични промени в отделни „срезове“ във времето. Така краткосрочните мерки за адаптиране и смекчаване на последиците се разработват за конкретни времеви хоризонти в общоприети в планирането времеви мащаби, съобразно очакваните климатични промени. Тук ключова роля играят интегрирането на политиките в областта на климатичните промени в различни стратегически документи и планове за действия, идентифицирането на рисковете, разработване на съответния адаптивен капацитет,

редуциране на уязвимостта, планиране на инвестиции за справяне с последиците от климатичните промени, за разработване и внедряване на нискоемисионни технологии и т.н. Във връзка с това за „крайните потребители“ са далеч по-важни резултатите от климатичните модели, получени на базата на по-краткосрочни сценарии, от колкото на дългосрочни сценарии. Затова в новия оценъчен доклад се полагат усилия за разработване на сценарии и модели с по-висока пространствена резолюция (0.5° на 0.5°) за по-краткосрочни периоди. Трябва да се уточни, че *краткосрочните климатични проекции, примерно за периода 2016-2035 г., не са екстраполация на сегашния климат за следващите 15-20 години, а предположение за това какво би се случило с климата, ако се сбъдне някой от RCP-сценариите през този период.*[26]

Тъй като дългосрочните сценарии са с по-голяма степен на несигурност, усилията се насочват към подобряване на разбирането на рисковете от очаквани големи промени в геофизичните и биогеохимичните механизми в климатичната система, изучаване на ефектите от обратните връзки от предприети дългосрочни мерки за адаптиране към климатичните промени и смекчаване на последиците от тях (напр. ефектите от постигане на стабилизиране на емисиите от парникови газове към средата или края на настоящия век)[27]. За специалистите по разработване и реализиране на политики в областта на климатичните промени е важно да знаят също какъв ще бъде ефектът върху климатичните промени от все по-строгите мерки за ограничаване на емисиите и какви мерки трябва да се прилагат при по-ниски прагове в използвания набор от сценарии (например, при постигане на пик в радиационния натиск от около 3 W/m^2 преди 2100 г. с последващ спад на радиационния натиск)[28].

4.1.3. Модели за изследване на климатичните промени

По понятни причини климатолозите не могат да осъществяват експерименти върху реалната климатична система, за да идентифицират ролята на определен процес, предизвикващ климатични промени. Поради тази причина те използват компютърно базирани *климатични модели* за тестване на своите хипотези. Тъй като моделите са само опростени абстрактни приближения (апроксимации) на сложните реални процеси и явления в климатичната система, резултатите от тях имат вероятностен характер, т.е. те са с някакво ниво на неопределеност или несигурност. Независимо от това, климатичните модели задълбочават разбирането на най-важните характеристики на климатичната система и за причините за промените в климата (Goosse, et al., 2010).

Най-общо климатичните модели представляват математически репрезентации на климатичната система, разработени на основата на определени физични, биологични и химични закони. Математическият апарат, използван в климатичните модели, е твърде сложен, поради необходимостта да бъдат интегрирани многобройни и разнообразни параметри за процеси, състояния, прави и обратни връзки (положителни и отрицателни), изучавани от различни природни науки[29]. Допълнителни изисквания към климатичните

[26] *Източник*: IPCC, Fifth Assessment Report (AR5) (www.ipcc.ch/index.htm#.UtTjwLT_meA)

[27] *Източник*: van Vuuren, D.P., et al. (2011) *The representative concentration pathways: an overview*. In: Climatic Change (2011) 109:5–31

[28] *Източник*: Пак там.

[29] *Източник*: Trenberth, K.E. (Edit.), (1992). *Climate System Modeling*. Cambridge University Press. 787pp.

модели са резултатите от използването им да са „дискретни" в пространството и времето, което означава тези резултати да са приложими към определени региони и за определени времеви периоди (т.е. моделите работят с определена пространствена и времева резолюция). Например резултатите от някои климатични модели представят осреднени глобални стойности с относително ниска пространствена резолюция от порядъка на 200-300 km (глобални климатични модели), а резултатите от други модели са с по-висока пространствена резолюция, обикновено под 100 km, но за конкретна територия (регионални климатични модели). От друга страна, времевата стъпка в зависимост от моделирания процес може да обхваща от минути до няколко години[30].

Климатичните модели използват като входяща информация данни от различни наблюдения върху компонентите на климатичната система, които след това се обработват чрез компютърни симулации, съобразно направените допускания за граничните условия в модела и движещите сили, предизвикващи климатичните промени (примерно емисиите на парниковите газове и аерозолите). Получените резултати се подлагат на проверка за достоверност и се интерпретират климатичните промени и механизмите, които ги предизвикват (фиг. 4.12).

Фиг. 4. 12. Схематично представяне на разработването и използването на климатични модели (по Goosse, et al., 2010).

[30] *Източник*: Washington W.M., C.L. Parkinson (2005). *An introduction to three-dimensional climate modeling*. University Science Books, 353 p.p.

За изследване на климатичните промени се използват различни модели, създавани от водещите в тази област научни центрове, като например Hadley Centre for Climate Prediction and Research; Max Planck Institüt für Meteorologie (MPI-M), Hamburg; Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis (CCCMA); Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL), САЩ; National Centre for Atmospheric Research (NCAR), САЩ и др. Самостоятелни модели се използват за моделиране на процеси, характерни за отделни компоненти на климатичната система, както и такива, които свързват (асемблират) резултатите от компонентните модели в общ интегриран модел. Климатичните модели се различават и по степента на сложност, с която описват моделираните процеси. Към много сложните модели спадат динамичните модели на общата циркулация (General Circulation Models, GCMs), които отчитат всички по-важни свойства на динамиката на изучаваните процеси чрез симулиране на тримерната структура на ветровете и океанските теченията с колкото е възможно по-висока пространствена разделителна способност (за атмосферата обикновено се използват данни за от 10 до 20 или повече вертикални слоя, а за океаните около 30 или повече слоя в дълбочина). Съответно за моделиране на общата атмосферна циркулация се използват Atmospheric General Circulation Models (AGCMs), а за моделиране на циркулацията на водите в Световния океан – Ocean General Circulation Models (OGCMs)[31]. Съответно моделите, който свързват атмосферните и океанските компоненти на системата се обозначават със съкращенията AOGCM (Atmosphere Ocean General Circulation Model) или CGCM (Coupled General Circulation Model). Примери за глобални модели AOGCM, използвани за компютърни симулации по разработването на AR4 са ECHAM4/OPYC, ECHAM3/LSG, HadCM2, HadCM3, CSIRO-Mk2, CGCM1, CGCM2, GFDL-R15, GFDL-R30, NCAR DOE-PCM, CCSR-NIES. Други модели, като предназначените за изучаване на енергийния баланс (Energy Balance Models, EBMs), описват в по-опростен вид и с по-ниска резолюция динамиката на климатичната система и резултатите от тях са осреднени за обширни региони, понякога за цялата Земя (Goosse, et al., 2010). Различните модели за отделните компоненти на климатичната система се интегрират в общ модел, като например т.нар. Earth system model MPI-ESM, използван за целите на проекта CMIP5 за IPCC AR5. Той интегрира няколко самостоятелни модела – ECHAM6 (атмосфера), MPIOM (физика на океана), JSBACH (сухоземна биосфера) и HAMOCC (биогеохимия на океана), като свързването помежду им в интегрирания модел се извършва с програмния продукт OASIS3[32]. Преди да се пристъпи към използването на моделите за идентифициране на бъдещите климатични промени, моделите внимателно се калибрират (настройват), което се извършва обикновено на основата на тестове с обработени действителни данни от наблюдения за минали периоди.

[31] *Източник*: Delecluse, P. and G. Madec (2000). Ocean modelling and the role of the ocean in the climate system. In Modeling the Earth's Climate and its Variability, Les Houches, Session, LXVII 1997, Eds. W. R. Holland, S. Joussaume and F. David, Elsevier Science, 237–313.

[32] *Вж*. сайта на German Climate Computing Center (DKRZ) (www.dkrz.de/Klimaforschung-en/konsortial-en/ipcc-ar5/ergebnisse)

4.1.4. Несигурност на резултатите от използването на климатичните модели

Засега приложението на различни климатични модели е най-добрият начин за изследване на климатичните промени. Тези модели непрекъснато се подобряват, което се подпомага от непрекъснатото развитие на науката и усъвършенстване на компютърните технологии. При използване на резултатите, получени на базата на компютърно моделиране обаче, трябва да се отчитат две важни ограничителни условия. Първото е свързано с *непреодолимата несигурност* на резултатите, получени от климатичните модели, а второто – с все още *относително ниската пространствена резолюция* на получените данни, което се отразява и на практическата им приложимост.

Първият проблем (за несигурността на резултатите от климатичното моделиране) отдавна е известен на климатолозите. В редица публикации на водещи учени по темата се подчертава, че сложният характер на компонентите на климатичната система, многопосочните прави и обратни връзки между тези компоненти, както и хаотичният и нелинеен характер на множество процеси в климатичната система, трудно се подават на формализирано описание и пораждат „каскада" от несигурности. Във връзка с това на практика е невъзможно да се правят точни климатични прогнози дори и с най-добрия модел (Curry, Webster, 2011)[33]. В научните среди е добре известна сентенцията, че „климатът е това, което очакваш, а времето е това, което получаваш" (Lorenz, 1994)[34]. Световната метеорологична организация (WMO, 2010)[35] дефинира времето като „това, което се случва в атмосферата във всеки един момент", а климатът като „статистическо описание (средни стойности и стойности за вариабилността на характеристиките на времето) за даден период от време" (напр. за 30-годишен климатичен период). Поради хаотичната природа на процесите в атмосферата обаче оптимални прогнози за времето са възможни само за много кратки периоди (няколко дни), поради което за по-дълги периоди метеоролозите прибягват до използване на осреднени данни за климата от многогодишни наблюдения, което натоварва климатичните прогнози с грешки[36]. Известна е и друга сентенция – „всички модели са грешни, но някои от тях са полезни" (Box, 1979)[37]. Оценката на несигурността на резултатите от използването на климатичните модели е една от приоритетните задачи за научната общност, занимаваща се с моделиране на изменението на климата (Bader et al, 2008)[38].

---

[33] *Източник*: Curry, J.A., P.J. Webster (2011). Climate Science and the Uncertainty Monster. In: Bull. Amer. Meteorol. Soc., American Meteorological Society

[34] *Източник*: Lorenz, E. (1994). What is climate? In: Application of Statistics to Modeling the Earth`s Climate System. NCAR/TN-409+PROC, NCAR Technical Note, National Center for Atmospheric Research Statistics Project, Boulder, Colorado,Nov. 1994, 28-31.

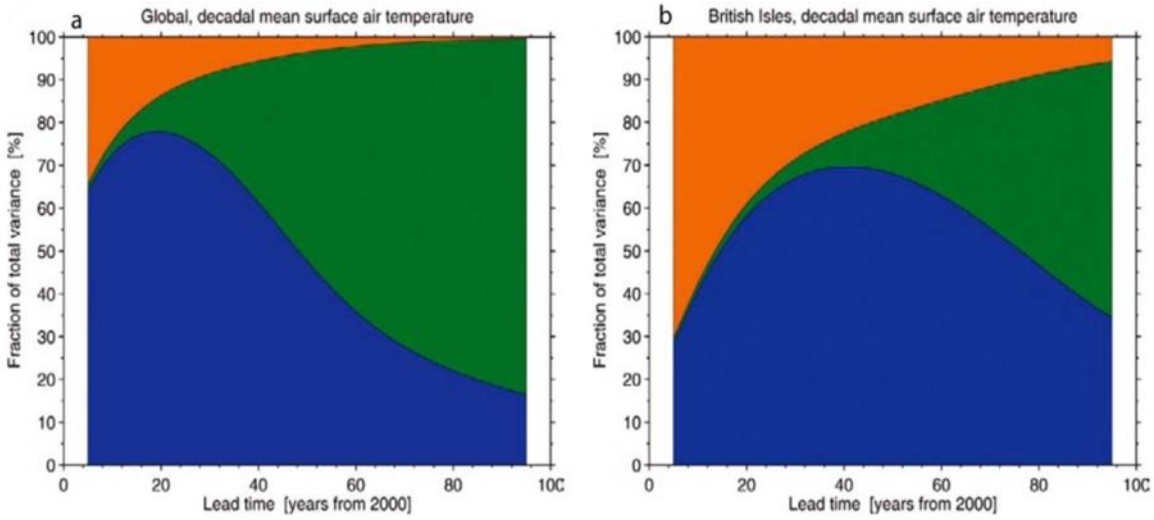
[35] WMO (2010) Understanding Climate. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, www.wmo.int/pages/themes/climate/understanding_climate.php

[36] *Източник*: Lorenz, E. (1994). What is climate? In: Application of Statistics to Modeling the Earth`s Climate System. NCAR/TN-409+PROC, NCAR Technical Note, National Center for Atmospheric Research Statistics Project, Boulder, Colorado,Nov. 1994, 28-31.

[37] *Източник*: Box, G.E.P. (1979). Robustness in the strategy of scientific model building. In: Robustness in Statistics, R.L. Launer, G.N. Wilkinson (Editors), Academic Press, New York.

[38] *Източник*: Bader D.C, et al. CCSP, 2008: Climate Models: An Assessment of Strengths and Limitations. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. Department of Energy, Office of Biological and Environmental Research, Washington, D.C., USA, 124 pp.

Проблемът с несигурността изисква решаването на няколко важни задачи: да се идентифицират източниците на несигурност; да се оцени количествено тяхното влияние върху резултатите от моделирането; и да се потърсят начини да се намали това влияние. Според някои изследователи (Hawkins, Sutton, 2009)[39] несигурността на резултатите от моделирането на очакваните климатични промени се дължи на *три главни източника*: а) несигурността, която е заложена в самите сценарии; б) несигурността, която се дължи на вътрешната вариабилност (природните колебания) на климатичната система; и в) несигурността на използваните климатични модели (фиг. 4.13). Както се вижда от фигурата, относителната важност (или тежест) на трите източника на несигурност при климатичните проекции може да бъде оценявана за различни периоди от време, тъй като тя варира във времето.



Фиг. 4. 13. Пример за оценка на приноса на трите главни вида несигурност върху общата несигурност на очакваните промени в температурата: принос на несигурността от сценариите (със зелен цвят), принос на несигурността от вътрешните колебания на климатичната система (с оранжев цвят), принос на несигурността на модела (със син цвят) (по Hawkins, Sutton, 2009)

[39] *Източник*: Hawkins E., R. Sutton (2009). The potential to narrow uncertainty in regional climate predictions', Bulletin of the American Meteorological Society, 90, 1095-1107 (http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/2009BAMS2607.1).

В оценъчните доклади на IPCC е използван по-опростен подход за представяне на несигурността чрез степени на доверие от „много високо” (с шанс 9 от 10) до „много ниско” (с шанс по-малко от 1 на 10). Използва се и количествена скала за оценка на вероятността някои от получените резултати да се сбъднат в бъдещето – скалата варира от „почти сигурно” (с над 99% вероятност) до „изключително малко вероятно” (с под 1% вероятност).

Вторият проблем (за все още относително ниската пространствена резолюция на получените резултати от климатичните модели) като че ли по-лесно може да бъде решен. Новото поколение глобални климатични модели (GCM) генерират резултати за очакваните промени с много по-висока пространствена резолюция (0.5° – 0.5°) в сравнение с предишните поколения модели. Въпреки това, за много практически приложения тя не е достатъчно детайлна, което стимулира изследователите да разработват и използват регионални климатични модели (RCMs). Тези модели работят на базата на някой от глобалните климатични модели (GCMs), но с по-висока пространствена резолюция и с по-големи детайли за определена територия. За целта са разработени различни подходи и методи, описани в специализираната литература, за трансформиране на климатичните данни от по-дребен към по-едър мащаб (чрез т.нар. „downscaling”). Трябва да се има предвид обаче, че RCMs използват същите гранични условия и генерират резултати, подобни на получените чрез конкретния глобален климатичен модел, но с по-висока резолюция (примерно, чрез интерполиране на стойностите за климатичните променливи на базата на цифров модел на релефа – DEM), т.е. при тях несигурността се „унаследява” от конкретния глобален климатичен модел, на който е базиран регионалният модел (Mitchel, Hulme, 1999)[40]. От друга страна, експерименти по Европейския проект PRUDENCE (Christensen et al, 2007)[41] с десет различни регионални модела, базирани на един и същ глобален модел (HadCM3), показват по-големи разлики в получените резултати между тях, отколкото са разликите между два коренно различни емисионни сценария (A2 и B2) (Kjellstrom et al, 2007)[42]. Това означава, че проблемът с несигурността остава нерешен и при регионалните модели. Чрез т.нар. „асемблиране” на данните от глобалните модели се получават осреднени стойности от множество глобални модели, което намалява влиянието на „шума”, породен от систематично завишени или систематично занижени стойности от даден индивидуален глобален климатичен модел. Пример за приложение на регионален модел, базиран на повече от 15 асемблирани глобални климатични модела е публично достъпният он-лайн инструмент за регионален климатичен анализ по SRES-сценариите на IPCC на сайта на PCIC (Pacific Climate Impacts Consortium), Канада[43].

[40] *Източник*: Mitchel, T. D., M. Hulme (1999). Predicting regional climate change: Living with uncertainty. In: Progress in Physical Geography, 23,1, 57–78

[41] *Източник*: Christensen J., Carter T.R., Rummukainen M. (2007). Evaluating the performance and utility of regional climate models: the PRUDENCE project. Climatic Change, 81.

[42] *Източник*: Kjellstrom E., Barring L., Jacob D., Jones R., Lenderink G., Schar C. (2007). Modelling daily temperature extremes: recent climate and future changes over Europe. Climatic Change, 81.

[43] *Източник*: PCIC, наличен на адрес: www.pacificclimate.org/tools-and-data/regional-analysis-tool

Има различни подходи, използвани за съобразяване с присъщата за климатичните промени несигурност. Единият е да се характеризира широк набор от възможни климатични промени, както и на движещите сили, които могат да доведат до промени в бъдещите емисии на парниковите газове и на аерозолите. Този подход е използван в изследванията по оценъчните доклади на IPCC, от които е видно, че различни набори от сценарии показват възможното бъдеще във вид на „ветрило", което се разтваря все повече към далечното бъдеще. Въпреки отправените критики, особено по отношение на емисионните сценарии (Morgan, Keith, 2008)[44], засега този подход е най-широко разпространен. Често използван подход по отношение на политиките за адаптиране към климатичните промени и смекчаване на последиците от тях, е чрез трансформирането на дългосрочните решения в серия от по-краткосрочни решения и търсенето на алтернативи в един достатъчно широк диапазон от бъдещи промени. Така или иначе, какъвто и подход се избере, несигурността не може да бъде преодоляна, което налага съобразяването с нея.

4.2. Очаквани климатични промени в България по различни сценарии и климатични модели

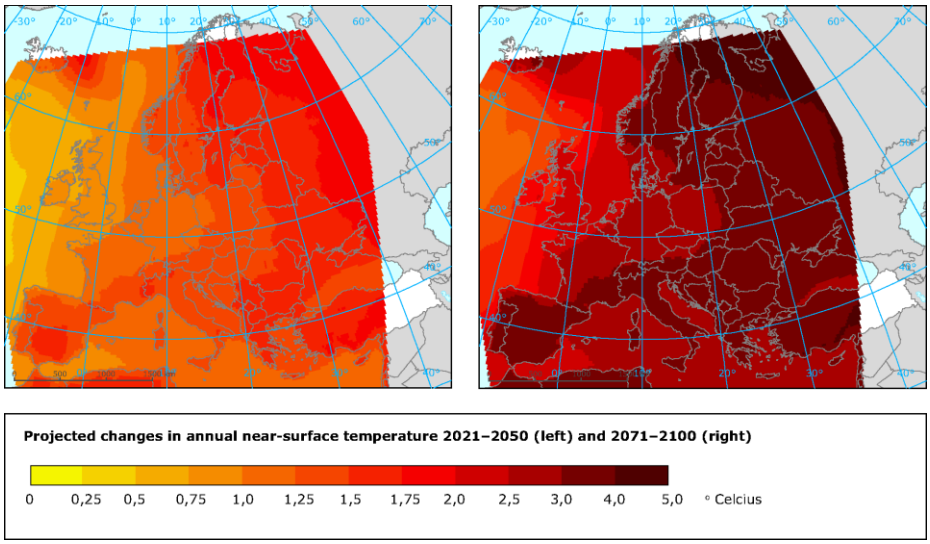
4.2.1. Очаквани промени на температурата на въздуха и валежите, базирани на сценариите в IPCC AR4

Съществуващите оценки за очакваните промени на температурата и валежите в нашата страна са извършвани на базата на SRES-сценариите на IPCC с използване на глобални (HadCM2, HadCM3 и ECHAM4, LMDZ v4 и др.) и регионални (HIRHAM, REMO5.7, REMO5.0, LMDZ-regional и др.) климатични модели. Използваните глобални модели са с ниска резолюция, докато с помощта регионалните модели е постигната значително по-висока резолюция. Изследванията, засягащи нашата страна, като цяло са осъществявани по международни проекти, поради което голяма част от техните резултати се отнасят не само за България, но и за по-големи територии (предимно Централна и Югоизточна Европа).

Според резултатите за емисионния сценарий A1B от проекта ENSEMBLES[45], затоплянето в края на века (2080-2100 г.) спрямо средните температури за периода 1961-1990 г., ще е най-голямо през зимата в Източна Европа и Скандинавския полуостров (с до 5°C), и през лятото в Южна Европа (с до 7°C). На фиг. 4.14 са показани очакваните промени на средногодишната температура в Европа към периодите 2021-2050 г. и 2071-2100 г. по емисионния сценарий A1B.

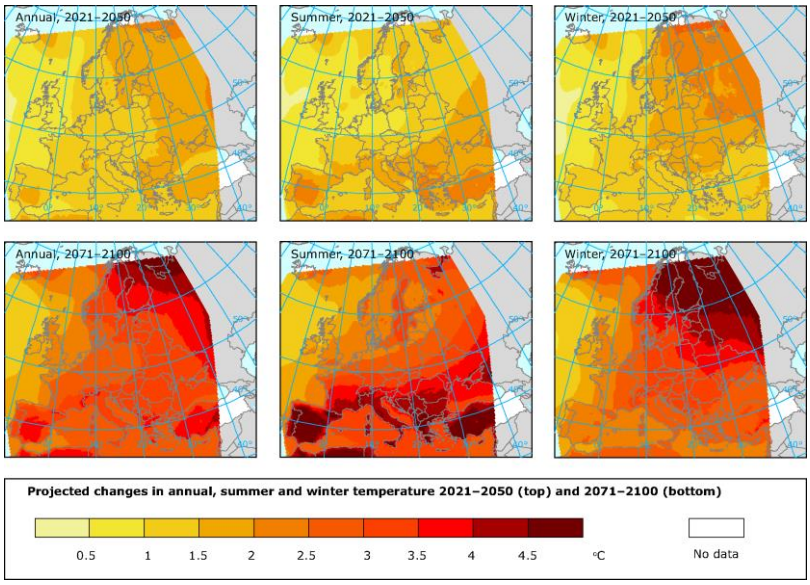
[44] *Източник*: M. G. Morgan and D. W. Keith. (2008). Improving the way we think about projecting future energy use and emissions of carbon dioxide. *Climatic Change*, 90, 189-215.

[45] *Източник*: Van der Linden P., and J.F.B. Mitchell (eds.) 2009: ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK. 160 pp., (http://ensembles-eu.metoffice.com/docs/Ensembles_final_report_Nov09.pdf)



Фиг. 4. 14. Очаквани промени на средногодишните температури: за периодите 2021-2050 г. и 2071-2100 г. спрямо референтния период 1961-1990 г. по емисионния сценарий A1B.[46]

На фиг. 4.15 са показани и очакваните промени на средните годишни, средните летни и средните зимни температури за същите периоди по същия емисионен сценарий.

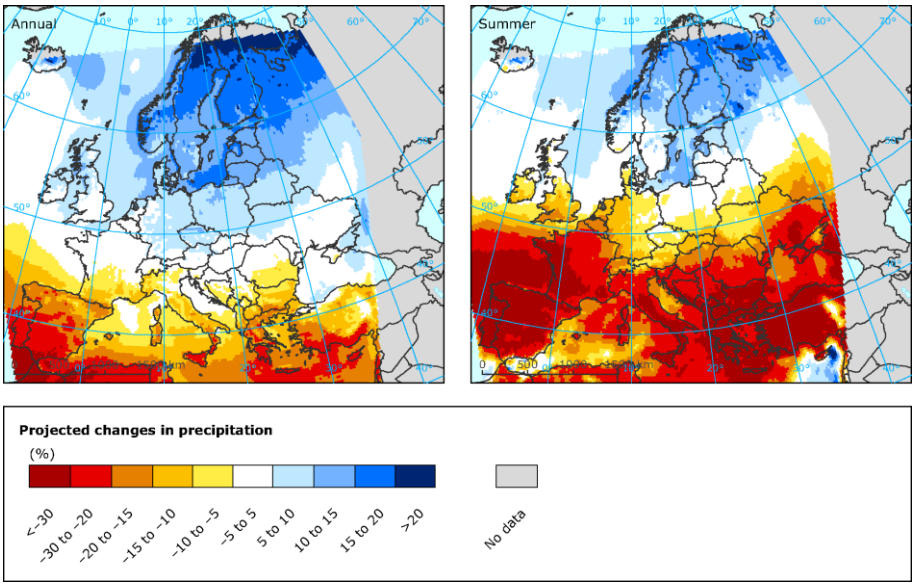


Фиг. 4. 15. Очаквани промени на средногодишните, летните и зимните температури периодите 2021-2050 г. и 2071-2100 г. спрямо референтния период 1961-1990 г. по емисионния сценарий A1B.[47]

Фиг. 4.16 илюстрира очакваните промени към края на века в средногодишните и летните валежи в Европа (в %) спрямо периода 1961-1990 г. по същия емисионен сценарий. Резултатите показват, че Южна Европа (вкл. България) ще се отличава не само с по-горещо, но и с по-сухо лято, в сравнение с базисния климатичен период.

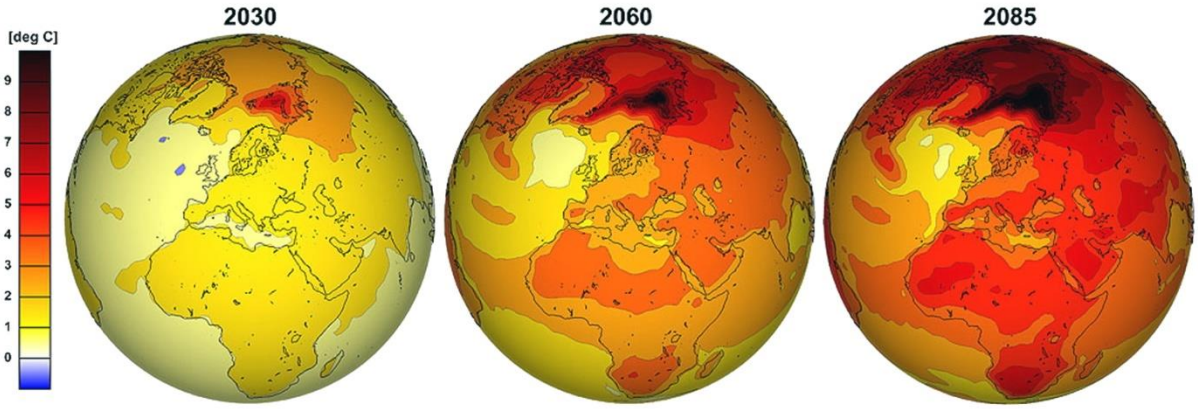
[46] *Източник*: European Environment Agency (EEA) (www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/projected-changes-in-annual-near)

[47] *Източник*: European Environment Agency (EEA) (www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/projected-changes-in-annual-summer)



Фиг. 4. 16. Очаквани промени (в %) на средногодишните (вляво) и летните валежи (вдясно) към 2071-2100 г. спрямо периода 1961-1990 г. по емисионния сценарий A1B.[48]

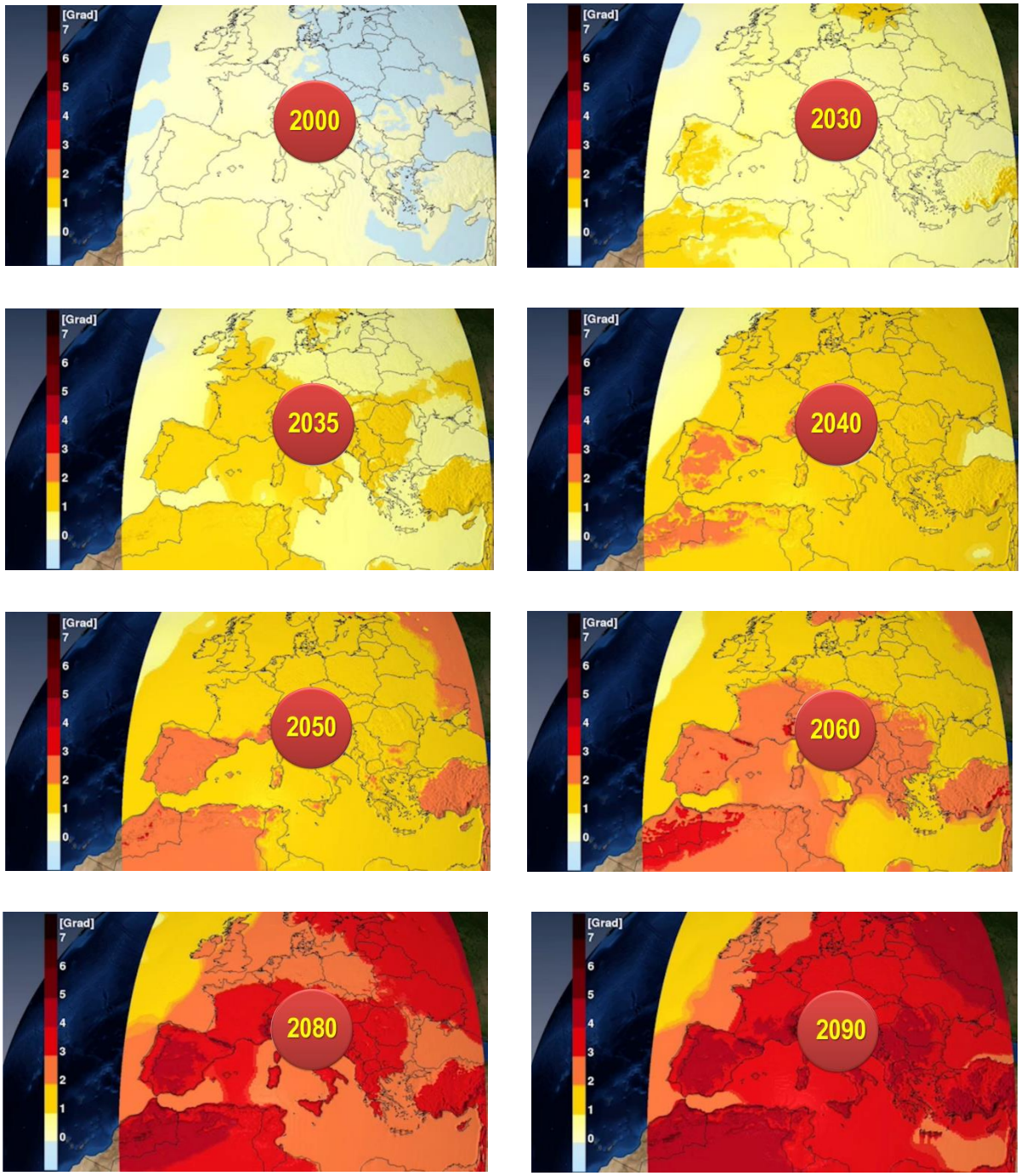
Анализ на потенциалните регионални въздействия от нарастващите емисии на парниковите газове в Европа е извършен от Германския климатичен компютърен център в Хамбург[49]. За целта е използван регионален климатичен модел, чиито гранични условия са базирани на резултатите от симулациите с глобалния климатичен модел ECHAM5/MPI-OM за IPCC AR4. Симулациите са извършени на основата на емисионния сценарий A1B на IPCC. Компютърно симулираните климатични промени за Европа с глобалния модел ECHAM5/MPI-OM, показват повишаване на средните годишни температури в Югоизточна Европа с от 1°C до 2°C през 2030 г., с от 3°C до 4°C през 2060 г. и с от 5°C до 6°C през 2085 г. спрямо климатичния период 1961-1990 г. (фиг. 4.17).



Фиг. 4. 17. Компютърно симулирани климатични промени с глобалния модел ECHAM5/MPI-OM на средните годишни температури през 2030, 2060 и 2085 г. спрямо климатичния период 1961-1990 г. според емисионния сценарий A1B на IPCC

[48] *Източник*: European Environment Agency (EEA) (www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/projected-changes-in-annual-and-3)
[49] *Източник*: **DKRZ** (www.dkrz.de/Klimaforschung-en/konsortial-en/clm-1-en)

Съответно симулациите с регионалния климатичен модел по същия сценарий показват с по-големи детайли очакваните промени в средната годишна температура към отделни времеви срезове (фиг. 4.18).



Фиг. 4. 18. Климатични симулации за Европа с регионалния климатичен модел CLM на Германския климатичен компютърен център (DKRZ): изменение на средните годишни температури на въздуха (на 2 m вис.) спрямо климатичния период 1961-1990 г по емисионния сценарий A1B на IPCC

Регионалните модели за Централна и Източна Европа, използвани в проекта CECILIA (Central and Eastern Europe Climate Change Impact and VulnerabiLIty

Assessment)[50], показват статистически значим тренд на нарастване на средната температура на въздуха с около 1.5°C през периода 2021-2050 г. спрямо тази за 1961-1990 г. За Югоизточна Европа за количеството на валежите по проекта CLAVIER[51] се установява тенденция към нарастване през зимата с около 20% и намаляване през лятото с около 10%.

За територията на България се установява силно изразена тенденция към нарастване на максималните температури на въздуха през лятото и увеличаване на броя на тропическите нощи (с минимална температура над 20°C), както и на продължителността на сухите периоди (последователен брой дни без валеж)[52]. До 2050 г., средните годишни температури в страната вероятно ще се повишат с от 1.6°C-1,8°C (HadCM2) до 2.1°C-2.2°C (ECHAM4), а до 2100 г. увеличението може да е с от 3.3°C-3.5°C (HadCM2) до 4.2°C-4.3°C (ECHAM4). Сезонното увеличение на температурата на въздуха в страната към 2025 г. според модела HadCM2, ще е с 1.0°C (зима), 1.1°C (пролет), 1.4°C (лято) и 1.2°C (есен) (Alexandrov, 2011)[53] (Табл. 4.4).

Табл. 4. 4. Резултати от симулациите с глобалните модели HadCM2 и ECHAM4 за очакваните промени в температурите и валежите към 2025, 2050 и 2100 г. (по Александров, 2011)

Контролен период (1961-1990)	**2025**		**2050**		**2100**	
GCMs	**HadCM2**	**ECHAM4**	**HadCM2**	**ECHAM4**	**HadCM2**	**ECHAM4**
Нарастване на средната годишна температура (°C)	0.9 – 1.0	1.1 – 1.3	1.6 – 1.8	2.1 – 2.2	3.3 – 3.5	4.2 – 4.3
Промяна в годишната сума на валежите (%)	- 3-5	- 2-3	- 6-9	- 4-5	- 12-18	- 8-10

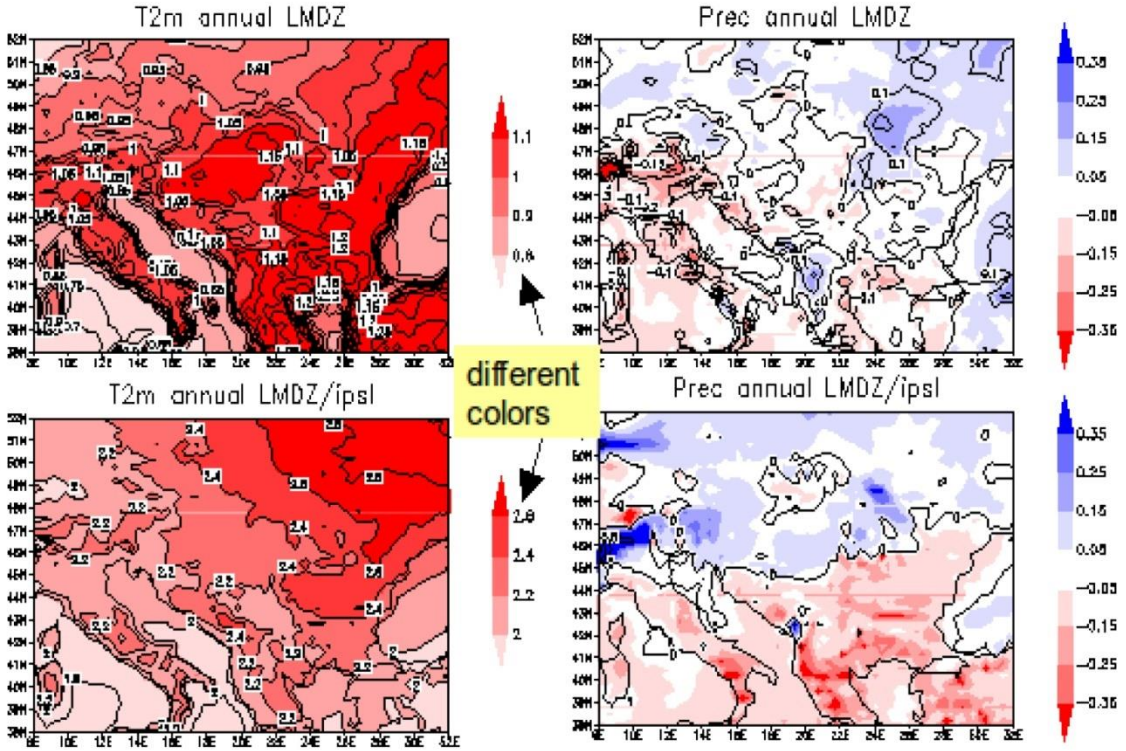
Сезонни Т (°C) промени 2025	**Зима**	**Пролет**	**Лято**	**Есен**
HadCM2	**1.0**	0.6	**1.2**	0.9
ECHAM4	1.0	1.1	**1.4**	1.2

По проекта CLAVIER[54] са направени симулации за очакваните промени в температурите и валежите с регионалния климатичен модел LMDZ-regional на базата на глобалните модели ECHAM-MPI и IPSL и емисионните сценарии A1B и B1 за периода 2021-2050 г. Получените резултати са представени в табл. 4.5 и на фиг. 4.19.

[50] *Източник*: CECILIA, 6FP, 2006. (www.cecilia-eu.org/)
[51] *Източник*: Gobiet, A., Jacob, D., 2009. Climate Change Modeling and Results from South-Eastern Europe – the CLAVIER Project, WS on Climate Change and Changing Runoff in south East Europe, Beograd, Serbiaq 26-27 May.
[52] *Източник*: CLAVIER, 6FP (2006 – 2009). (www.clavier-eu.org)
[53] *Източник*: Alexandrov, V. (Red.), (2011). Metodi za monitoring, otsenka i vazdeystvie na sushata v Balgariya, S., с. 171.
[54] *Източник*: CLAVIER, 6FP (2006 – 2009). (www.clavier-eu.org)

Табл. 4. 5. Пространствено осреднени стойности за очакваните промени на средните годишни температури и валежите, получени с RCM LMDZ-regional, базиран на глобалните модели GCM ECHAM и GCM IPSL за сценариите A1B и B1

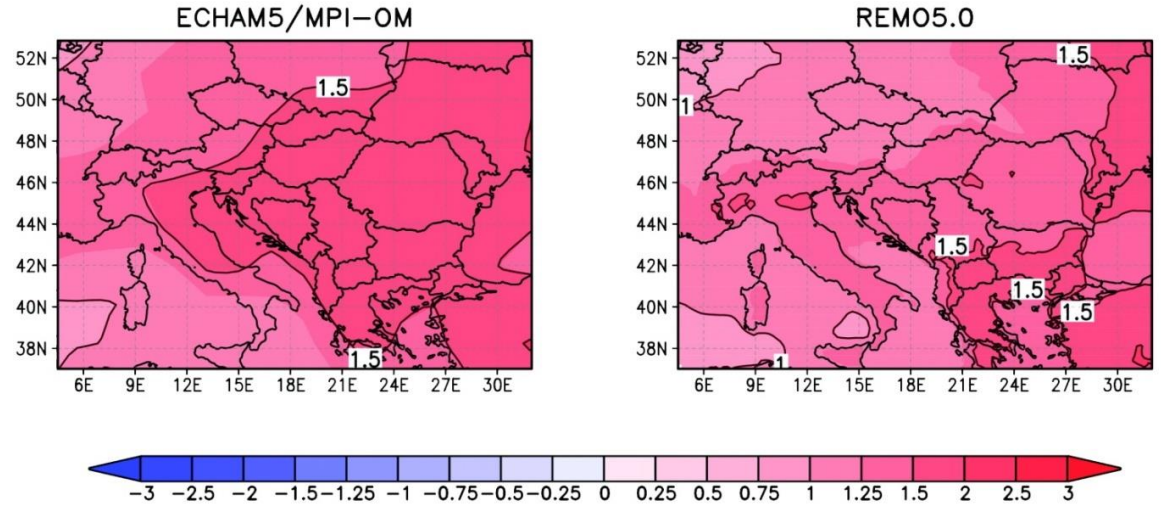
Температура (°C)			
Модел	**1961/1990**	**2021/2050 B1**	**2021/2050 A1B**
RCM LMDZ-regional / GCM ECHAM	10.63	11.87(+1.25)	12.41 (+1.78)
RCM LMDZ LMDZ-regional / GCM IPSL	8.5		11.31 (+2.81)
Валежи (mm/day)			
RCM LMDZ LMDZ-regional / GCM ECHAM	1.50	1.41 (-0.09)	1.52 (+0.02)
RCM LMDZ LMDZ-regional / GCM IPSL	2.05		1.91 (-0.14)



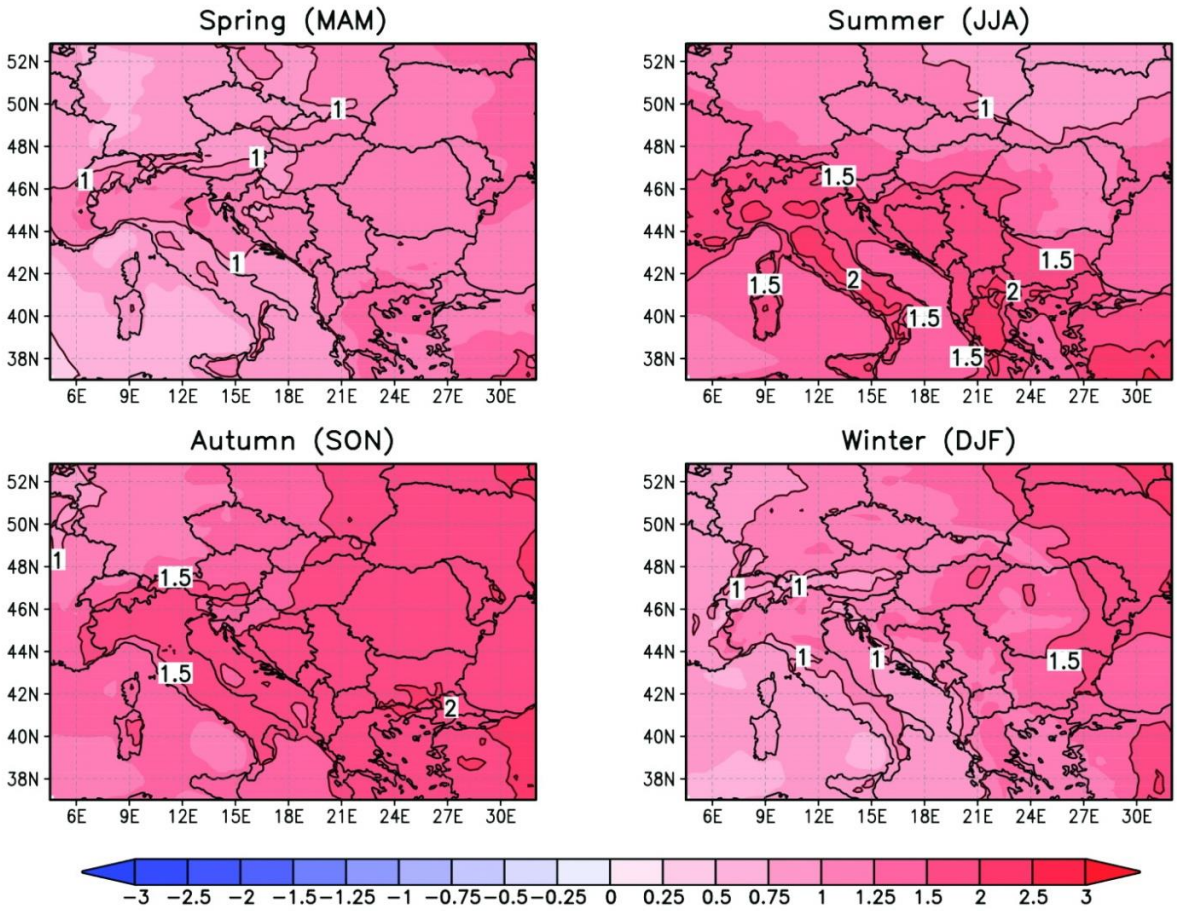
Фиг. 4. 19. Промени на температурата (вляво, °C) и на валежите (вдясно, mm/day), симулирани с регионалния модел (RCM) LMDZ-regional (2001/2050 - 1951/2000). В горната част са показани резултатите от симулациите с регионалния модел на базата на глобалния модел (GCM) ECHAM-MPI, а долу – на базата на глобалния модел (GCM) IPSL

По проекта CECILIA[55] са извършвани експерименти с глобалния климатичен модел ECHAM5/MPI-OM и регионалния климатичен модел REMO5.0 за моделиране на температурата и валежите в Югоизточна Европа за периода 2021-2050 г. Резултатите за очакваните промени в средногодишните и сезонните стойности на двата климатични елемента са показани на фиг. 4.20, фиг. 4.21, фиг. 4.22 и фиг. 4.23. Те показват нарастване на средногодишните температури с от 1.0°C-1.5°C през зимата и пролетта и с 1.5°C-2.0°C през лятото и есента в сравнение с периода 1961-1990 г. Най-голямо намаление на валежите се очаква през лятото (с от 10% до 30%), а зимните валежни суми се очаква да са с до 10 % по-големи в сравнение с референтния период 1961-1990 г.

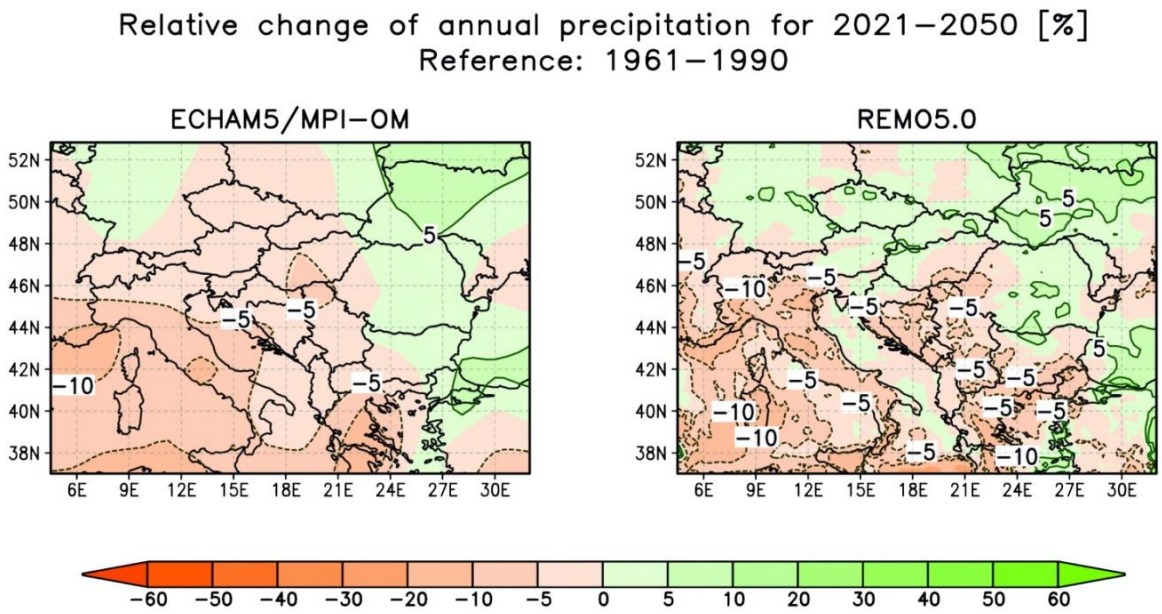
[55] *Източник*: CECILIA, 6FP, 2006. (www.cecilia-eu.org/)



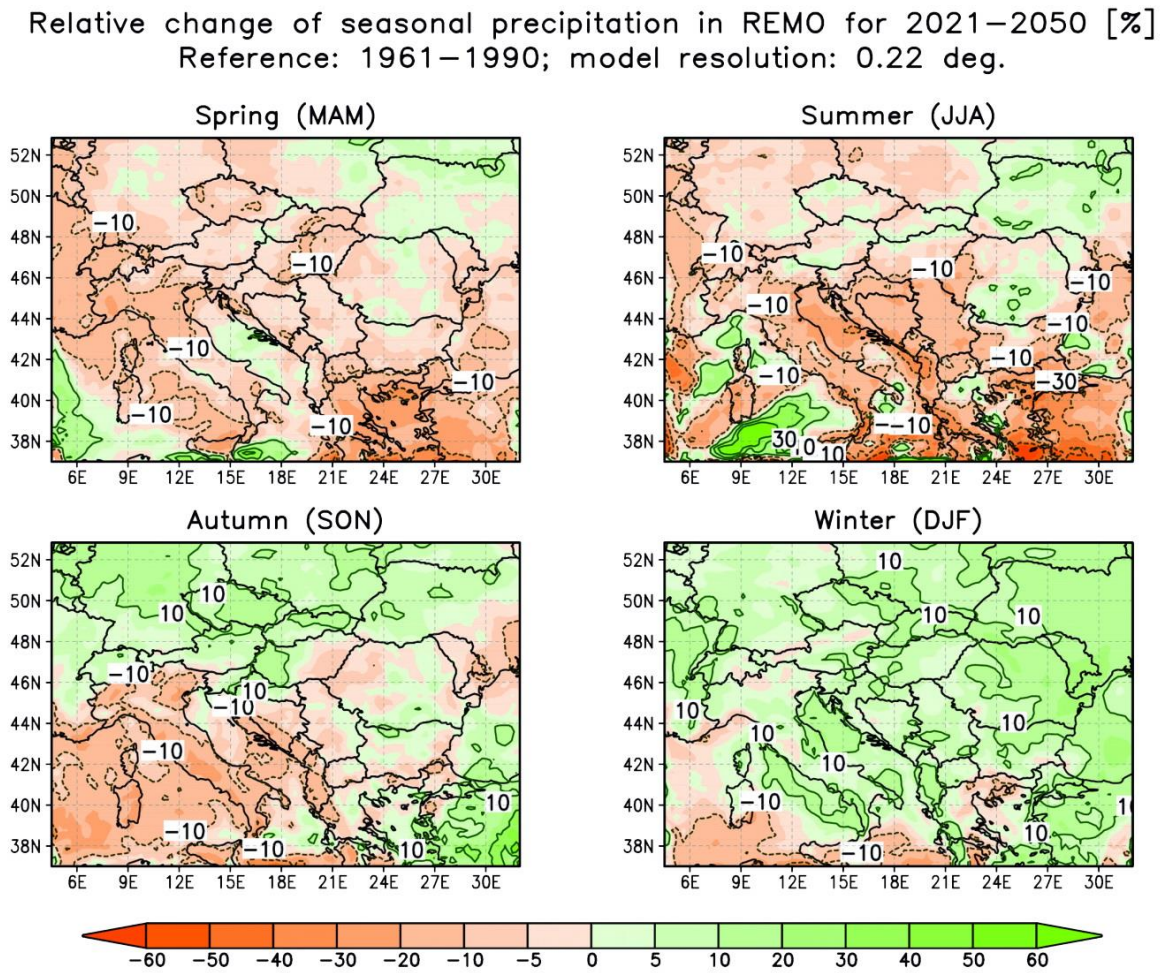
Фиг. 4. 20. Промени (в °C) на средната годишна температура с GCM ECHAM5/MPI-OM и с RCM REMO5.0 за периода 2021-2050 г. спрямо периода 1961–1990 г.



Фиг. 4. 21. Промени (в °C) на сезонните температури с RCM REMO5.0 за периода 2021-2050 г. спрямо периода 1961–1990 г.

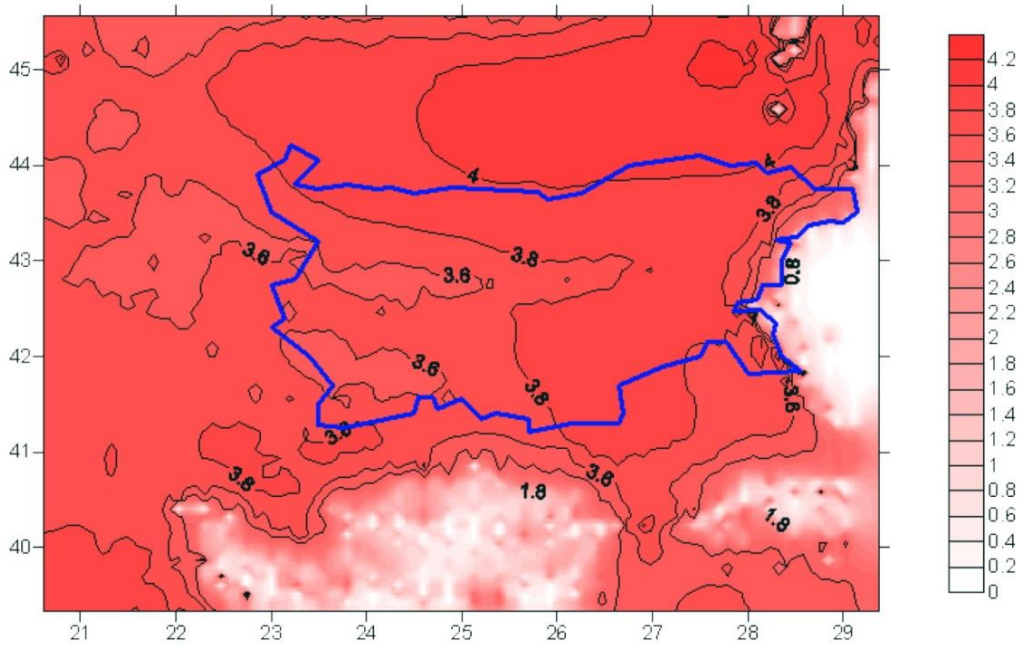


Фиг. 4. 22. Промени в средногодишните валежи (в %) с GCM ECHAM5/MPI-OM и с RCM REMO5.0 за периода 2021-2050 г. спрямо периода 1961–1990 г.

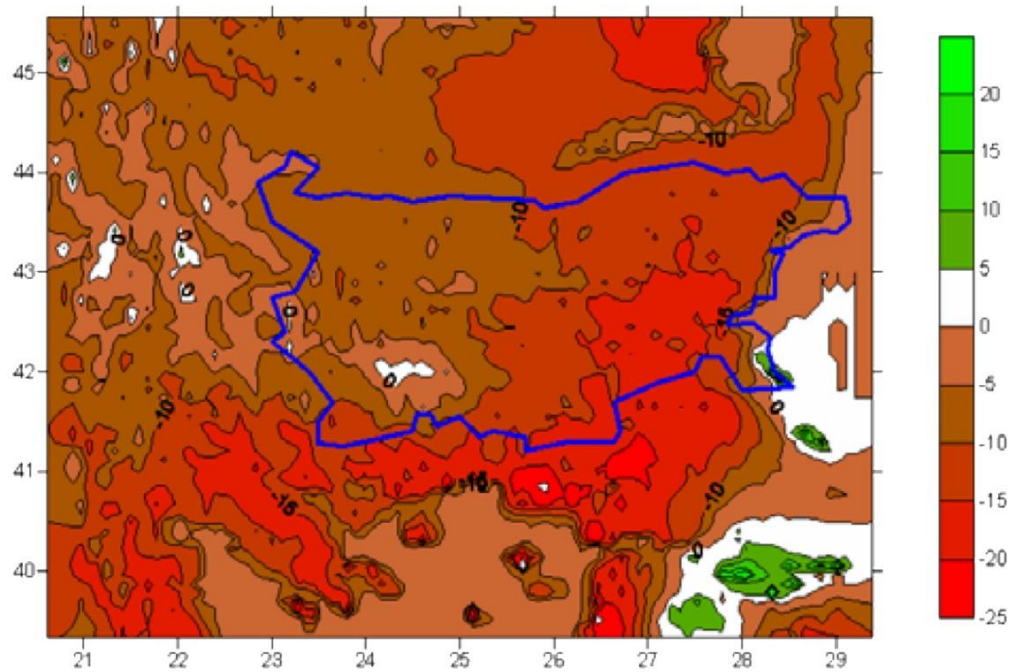


Фиг. 4. 23. Промени (в %) на сезонните валежи с RCM REMO5.0 за периода 2021-2050 г. спрямо периода 1961–1990 г.

По същия проект са извършени и симулации с регионалния климатичен модел ALADIN за очакваните промени на температурата и валежите към края на XXI в. (фиг. 4.24, фиг. 4.25). Експериментите показват повишаване на средногодишната температура в извънпланинските части на страната с около 3.8°C-4.0°C. При средногодишните валежи се очаква намаление в Западна България с около 10%, а намалението в Източна България се очаква да бъде по-голямо (с 15-20%).



Фиг. 4. 24. Промени към края на XXI в. на средногодишната температура (°C) спрямо периода 1961-1990 г., симулирани с регионалния климатичен модел ALADIN.



Фиг. 4. 25. Промени към края на XXI в. на средногодишното количество на валежите (в %) спрямо периода 1961-1990 г., симулирани с регионалния климатичен модел ALADIN

Резултатите от проекта PRUDENCE, (Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects), показват, че към края на XXI в. лятната сума на валежите ще намалее значително в Южна и Централна Европа, а интензивните валежи, като тези, които предизвикаха големите наводнения по реките Дунав, Елба и Рона през 2002 г. например, ще се случват по-често и ще бъдат дори по-интензивни.[56] В България след средата на 1990-те години годишните валежи показват тенденция към повишение в повечето райони на страната, като през последните години има тенденция към зачестяване на случаите с типично пролетно-летен тип конвективна облачност с валежи от дъжд, гръмотевични бури и понякога с валежи от град през зимни месеци като януари и февруари.[57] Има значително увеличение и на средния брой дни с денонощни суми на валежите над 100 mm с около 30% за периода 1991-2007г. спрямо базисния период 1961-1990 г.[58] Според симулациите за нашата страна с HadCM3 за сценарий A2 се очаква в близко бъдеще, до 2015 г., валежите през топлото полугодие да намалеят с около 30% спрямо климатичната норма (1961-1990 г.), а през студеното полугодие намалението да е значително по-слабо, като за декември, март и ноември валежните количества нарастват.[59]

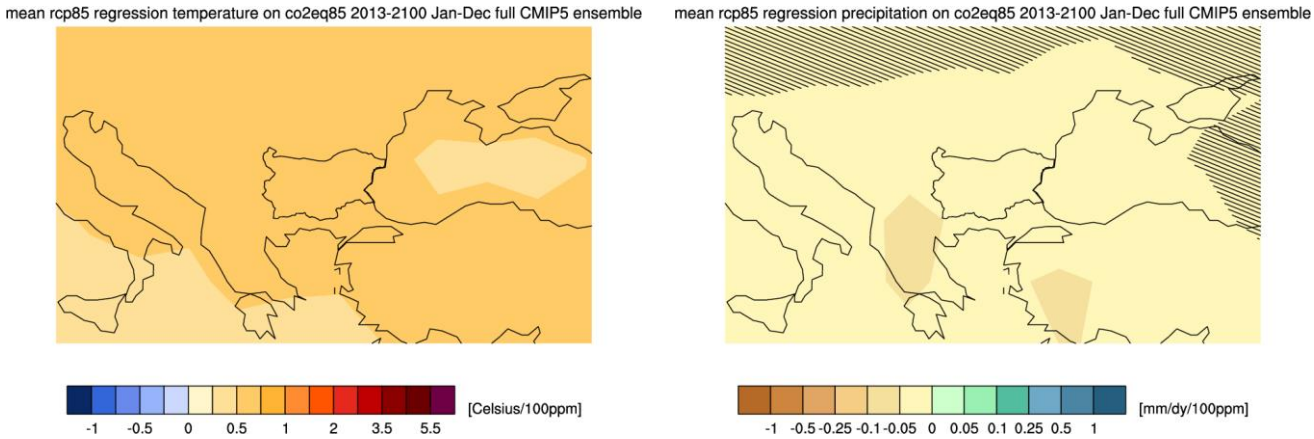
4.2.2. Очаквани промени на температурата на въздуха и валежите, базирани на сценариите в IPCC AR5

За целите на настоящия анализ са осъществени компютърни симулации за очакваните промени на температурите и валежите по четирите RCP-сценария (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6 и RCP 8.5) на IPCC AR5 (2013/2014). Получените резултати са генерирани с помощта аналитичните инструменти на Web-базираната изследователска платформа Climate Explorer на Кралския институт по метеорология на Нидерландия (KNMI).[60] Използваните набори от данни са GCM: CMIP5 (full set) и GCM: CMIP5 extremes (full set), съответно за средногодишните и сезонните стойности и за екстремните стойности[61]. CMIP5 (full set) е създаден през Петата фаза на Climate Model Intercomparison Project (CMIP5)[62] и асемблира 42 глобални модела, използвани в IPCC AR5[63]. Трябва да се има предвид, че независимо от броя на различните индивидуални модели, те участват с еднаква тежест в GCM: CMIP5 (full set). Ето защо, поради по-малкия брой на индивидуалните модели в асемблирания GCM: CMIP5 (full set) за сценариите RCP 2.6 и RCP 6 (в сравнение с броя на моделите за сценариите RCP 4.5 и RCP 8.5), получените резултати за тях са с по-голяма несигурност, отколкото за

[56] *Източник*: PRUDENCE, 2005. (http://prudence.dmi.dk)
[57] *Източник*: Alexandrov, V., (Red.), 2010. Klimatichni promeni, NIMH, BAN.
[58] *Източник*: Bocheva, L., Gospodinov, I., Simeonov, P., Marinova, T., 2010. Climatological Analysis of the Synoptic Situations Causing Torrential Precipitation Events in Bulgaria over the Period 1961–2007, Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe, Part 2, 97-108
[59] *Източник*: CLAVIER, 6FP (2006 – 2009). (www.clavier-eu.org)
[60] *Вж*. KNMI-The Climate Explorer analysing data (http://climexp.knmi.nl)
[61] *Източник:* CMIP5 Coupled Model Intercomparison Project, WCRP World Climate Research Programme http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/experiment_design.html
[62] *Източник*: Taylor K.E., R.J. Stouffer, G.A. Meehl (2012). An Overview of CMIP5 and the Experiment Design.In: *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 93, 485–498.
[63] *Източник*: IPCC, Fifth Assessment Report (AR5) (www.ipcc.ch/index.htm#.UtTjwLT_meA)

сценариите RCP 4.5 и RCP 8.5.[64] Сезонните стойности са осреднени и се отнасят за зимата (DJF), пролетта (MAM), лятото (JJA) и есента (SON). Климатичните проекции и по четирите сценария за климатичните променливи покриват три 20-годишни периода (2016-2035 г., 2046-2065 г. и 2081-2100 г.), което е в съответствие с възприетия подход в IPCC AR5.

Има много методи за картографско представяне на резултатите за очакваните климатични промени. Най-широко използваният метод е картите да визуализират *разликата в стойностите на дадената климатична променлива между два периода* (референтен и бъдещ). При друг разпространен метод вместо разлика в стойностите между два периода, картите визуализират линейни и нелинейни трендове за изменението на стойностите на даден климатичен елемент пропорционално на промяната на концентрациите на парниковите газове към даден бъдещ период в зависимост от избрания сценарий. Двете карти на фиг. 4.26 илюстрират резултати от приложението на този метод. Те показват осреднени трендове по най-неблагоприятния сценарий RCP 8.5 („обичайна практика) за очакваните промени в средната годишна температура на въздуха и на средногодишните суми на валежите в региона на Балканите (вкл. България) през периода 2013-2100 г. в зависимост от концентрациите на парниковите газове (CO_2 екв.). От тях е видно, че по този сценарий се очаква през посочения период стойностите за годишната температура да нарастват (с между 0.5°C и 0.75°C), а за количествата на валежите да намаляват (с до 0.05 mm/ден) пропорционално на всеки 100 ppm CO_2 (екв.) концентрации на парникови газове по сценария RCP 8.5.



Осреднен тренд на годишната температура (в °C/100 ppm CO_2 екв.)

Осреднен тренд на годишните валежи (в mm/ден/100 ppm CO_2 екв.)

Фиг. 4. 26. Очаквани осреднени трендове по сценария RCP 8.5 за периода 2013-2100 г. за промените на температурата и валежите в зависимост от концентрациите на парникови газове (по асемблираните набори от данни GCM: CMIP5 full set)

За настоящия анализ е избран първият метод, тъй като резултатите, показващи разликите между референтния (базисния) и конкретния бъдещ период по-лесно се възприемат и интерпретират от крайните потребители.

[64] *Източник*: Пак там.

Получените стойности на анализираните променливи (абсолютни стойности в °C и mm/day, или относителни стойности в %) са осреднени за трите 20-годишни периода и за четирите сценария, като се отнасят до очакваните промени спрямо базисния климатичен период 1961-1990 г. Картите, илюстриращи очакваните промени на температурите и валежите представят медианни стойности на променливите (50-я процентил на стойностите) от асемблираните набори от данни в GCM: CMIP5 (full set). Щрихованите региони на някои от картите показват, че очакваните изменения на средните стойности за съответния 20-годишен период е под едно стандартно отклонение, спрямо средните стойности на естествените климатични колебания на дадената променлива през периода, който е използван като базисен за сравнение[65]. Това означава, че щрихованите региони индикират по-голяма несигурност за очакваните промени поради по-голямата естествена вариабилност на съответния климатичен елемент. Това се отнася преди всичко до валежите, които се характеризират с много по-големи естествени колебания във времето, в сравнение с естествените колебания на температурата. Статистическото разпределение на стойностите, получени по четирите сценария (5%-тил, 25%-тил, медианата, 75%-тил и 95%-тил) е показано на приложените графики за времевите серии (динамичните редове) и се отнася за края на века (периода 2071-2100 г.). Тези графики представят хода на очакваните промени във времето на анализираните променливи през целия период 2013-2100 г. като *аномалии* спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

Пълният набор от изготвените за целите на анализа карти и графики за очакваните промени на температурите и валежите за трите бъдещи периода по четирите RCP-сценария на IPCC AR5 на базата на GCM: CMIP5 (full set), е представен в Приложение № 4.2. Тъй като резултатите, получени по сценариите RCP 2.6 и RCP 8.5 за периодите 2016-2035 г. и 2081-2100 г. очертават потенциалния диапазон (и несигурност) на осреднените данни за очакваните промени, в текста са включени карти само за посочените два периода и два сценария.

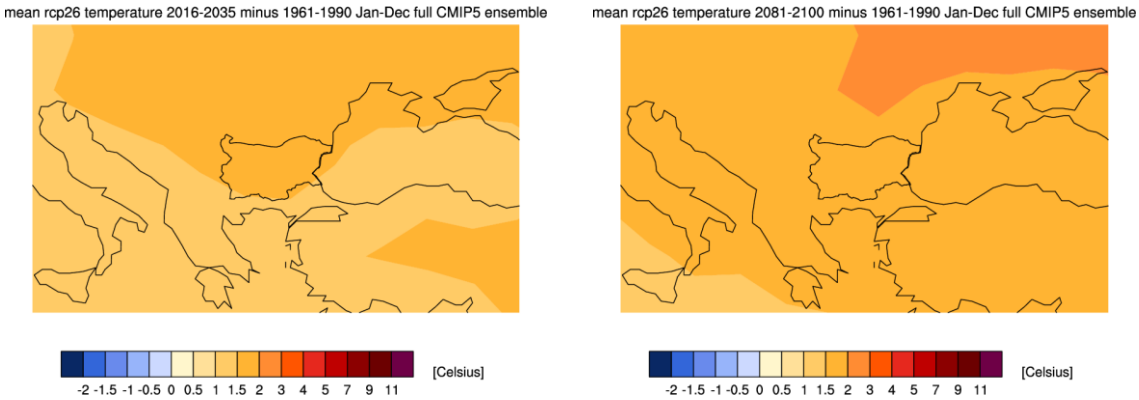
4.2.2.1. Очаквани промени на температурата на въздуха

Средногодишна температура. В зависимост от използвания сценарий (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6, RCP 8.5) и конкретния бъдещ период (2016-2035 г., 2046-2065 г., 2081-2100 г.) се очаква стойностите на средногодишната температура да са по-високи с от 1.0°C до 7.0°C в сравнение с тези през базисния период (1961-1990 г.). Най-големи промени (повишение с от 5°C до 7°C) биха настъпили към края на века, ако се изпълни сценарият RCP 8.5, при който емисиите и концентрациите на парниковите газове и аерозолите непрекъснато се увеличават. По оптимистичния сценарий RCP 2.6 повишаването на температурата до края на века няма да е с повече от 2°C (фиг. 4.27). По сценариите RCP 4.5 и RCP 6 очакваното повишение на средногодишната температурата през 2081-2100 г. ще е с около 3.0°C – 4.0°C.

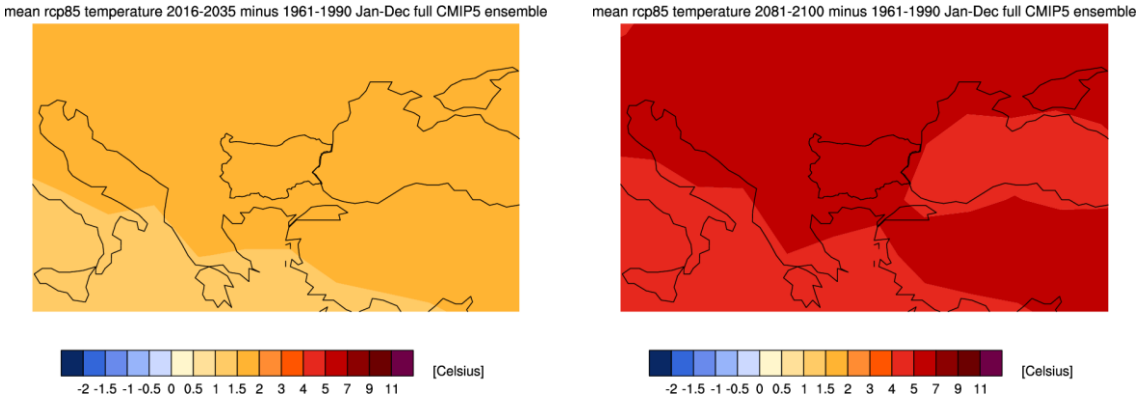
[65] *Източник*: Пак там.

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100г.**

Сценарий на IPCC AR5: RCP 2.6

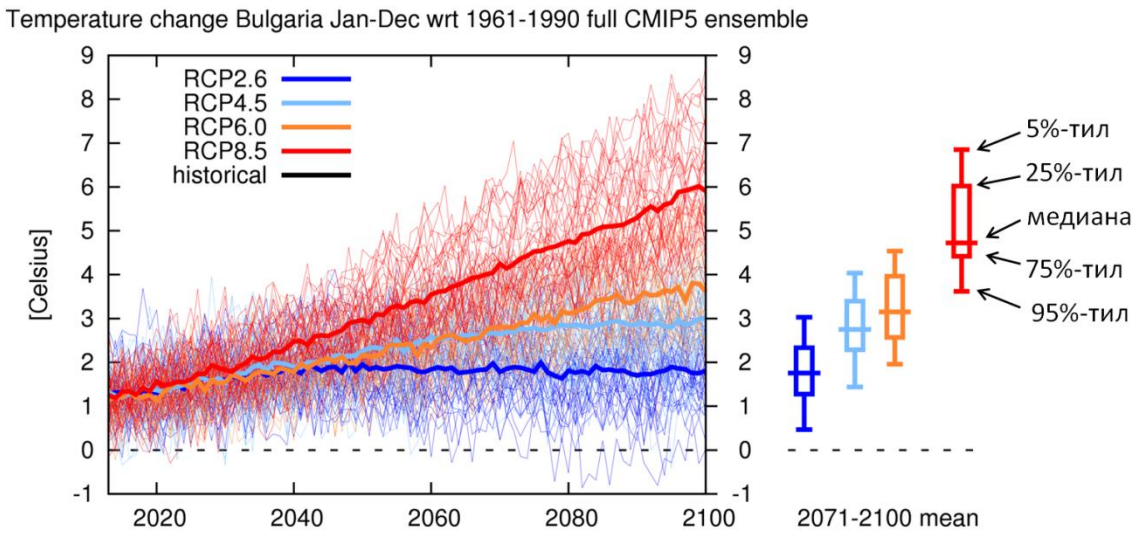


Сценарий на IPCC AR5: RCP 8.5



Фиг. 4. 27. Очаквани промени на средногодишната температура

Фиг. 4.28 илюстрира времевите серии и статистическото разпределение на стойностите за очакваните промени за периода 2013-2100 г. на средногодишната температура на въздуха по четирите RCP-сценария, а фиг. 4.29 и фиг. 4.30 – стойностите за очакваните промени съответно на средногодишните минимални и средногодишните максимални температури. Очаква се към края на века повишението на средногодишните минимални и на средногодишните максимални температури да варира между под 2.0°C (по сценария RCP 2.6) и 6.0°C (по сценария RCP 8.5).

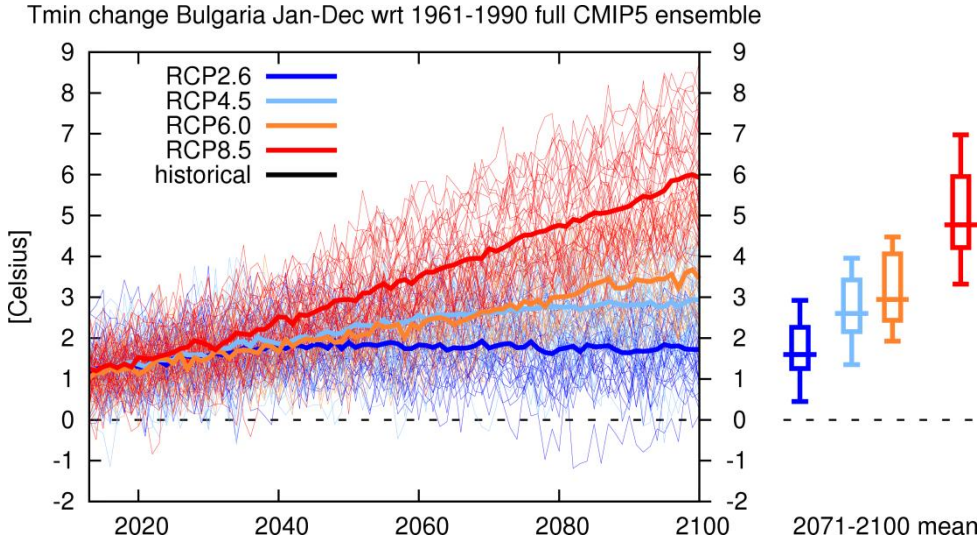


Фиг. 4. 28. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средногодишната температура на въздуха в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990.

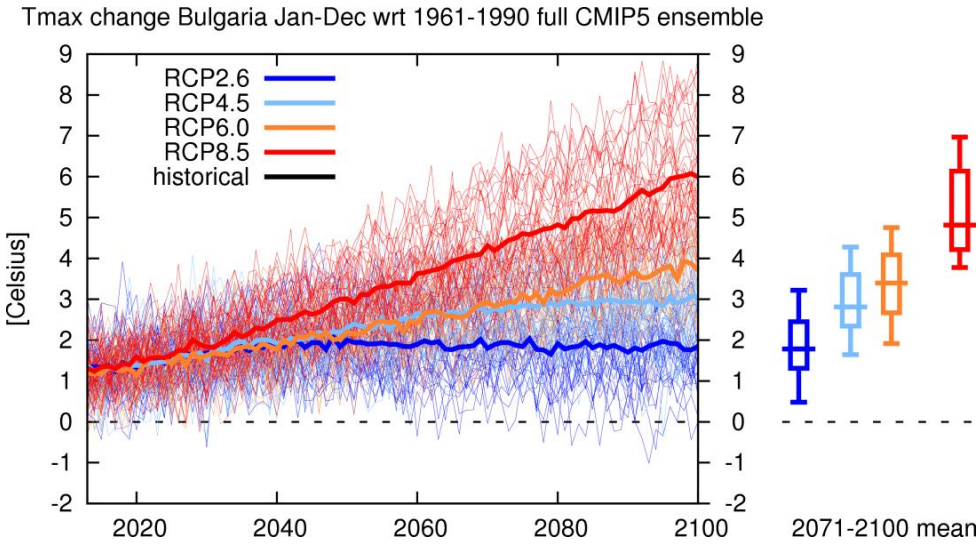
<u>Пояснение към всички графики на времевите серии</u>

<u>На графиката</u>: Тънките линии на графиката съответстват на всеки един от асемблираните индивидуални климатични модели за всеки от 4-те сценария. Дебелите линии съответстват на осреднените (асемблирани) данни от използваните модели за всеки един от 4-те сценария.

<u>Отдясно на графиката</u>: Процентили на всеки набор от данни за съответния сценарий (средно към периода 2071-2100 г.). Правоъгълниците обхващат от 25-я процентил до 75-я процентил. Вертикалните линии отгоре и отдолу на правоъгълниците показват от 5%-тил до 95%-тил. Хоризонталната линия, пресичаща правоъгълниците, показва медианата (50%). 25-тият процентил е стойност, при която 25% от данните имат по-ниски стойности, а 75% от данните имат по-високи стойности. Медианата е стойността, спрямо която данните са разпределени поравно: 50% от данните имат по-ниски стойности, а 50% от данните имат по-високи стойности. 75-тият процентил е стойност, при която 75% от данните имат по-ниски стойности, а 25% от данните имат по-високи стойности.



Фиг. 4. 29 Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средногодишната минимална температура на въздуха в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

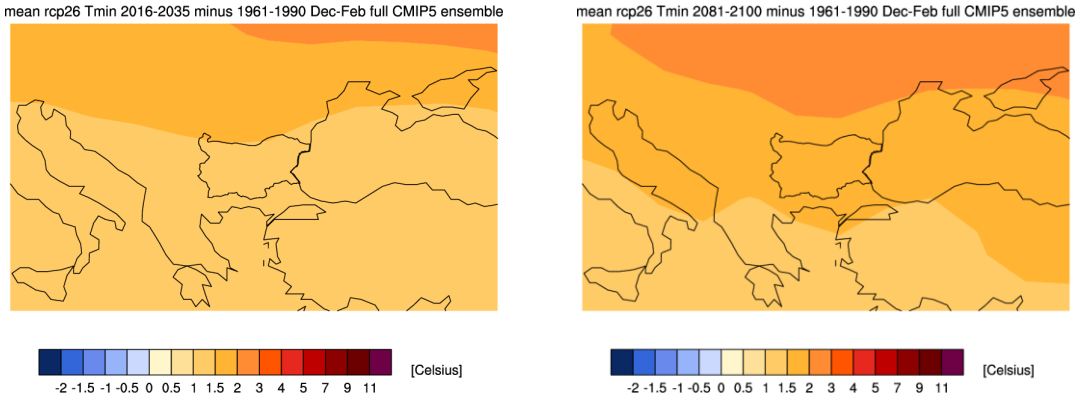


Фиг. 4. 30. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средногодишната максимална температура на въздуха в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990

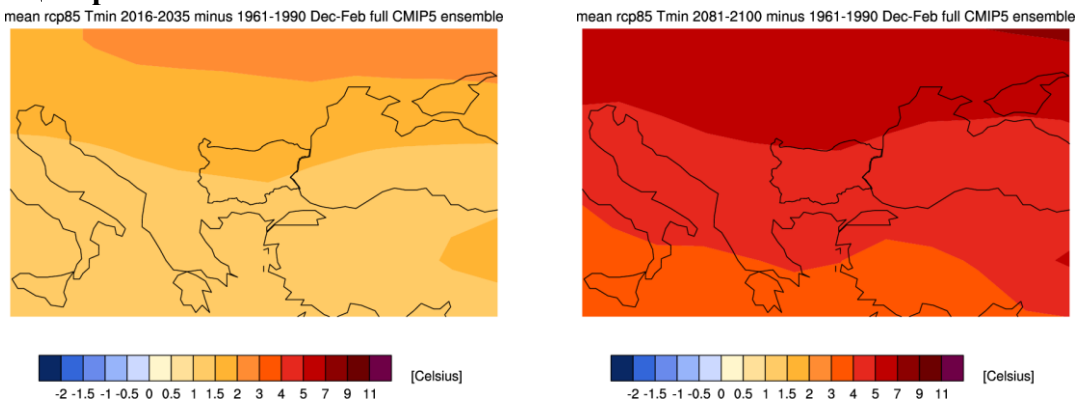
Сезонни минимални и максимални температури. Очаква се средните минимални температури през зимата през периода 2016-2035 г. да се повишат с от 1.0°C – 1.5°C по сценария RCP 2.6, а по сценария RCP 8.5 – с до 2.0°C в Северна България. Към края на века повишението по сценария RCP 2.6 ще бъде с до 2.0°C, а по сценария RCP 8.5 – с до 4°C – 5°C. През лятото повишението на минималните температури се очаква да бъде в диапазона от 2°C до 3°C (по сценария RCP 2.6 за периода 2016-2035 г.) до 5°C – 7°C (за периода 2081-2100 г. по сценария RCP 8.5). По останалите два сценария (RCP 4.5 и RCP 6) повишението към края на века се очаква да бъде между 3°C и 4°C. Фиг. 4.31, фиг. 4.32, фиг. 4.33 и фиг. 4.34 илюстрират очакваните промени на минималните температури.

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

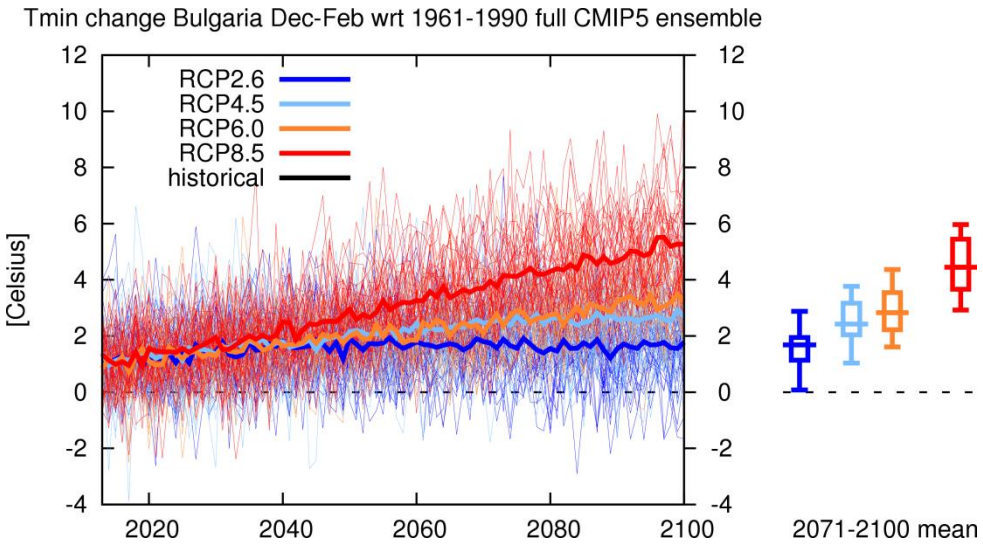
Сценарий на IPCC AR5: RCP 2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP 8.5



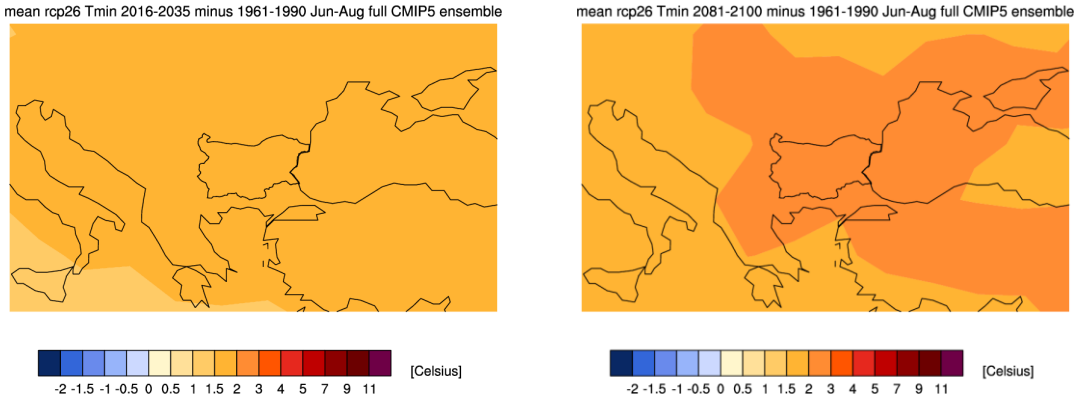
Фиг. 4. 31 Очаквани промени на средните минимални температури през зимата



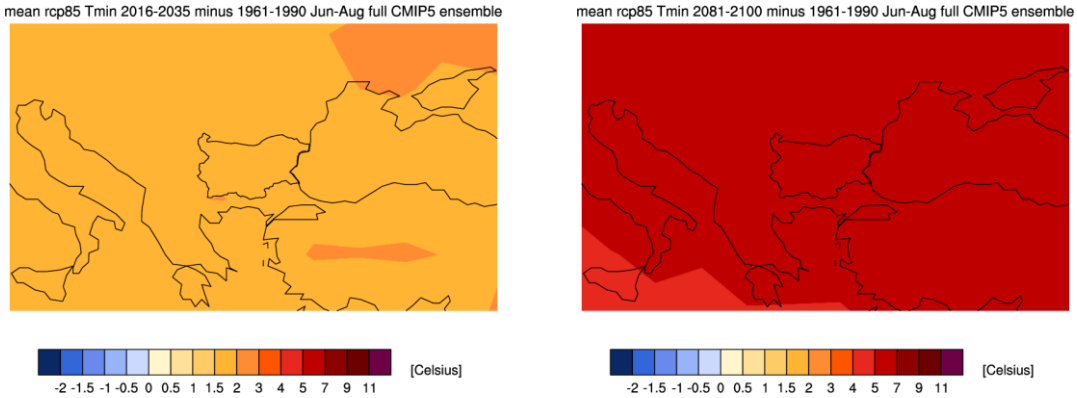
Фиг. 4. 32. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средните минимални температури през зимата в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990.

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

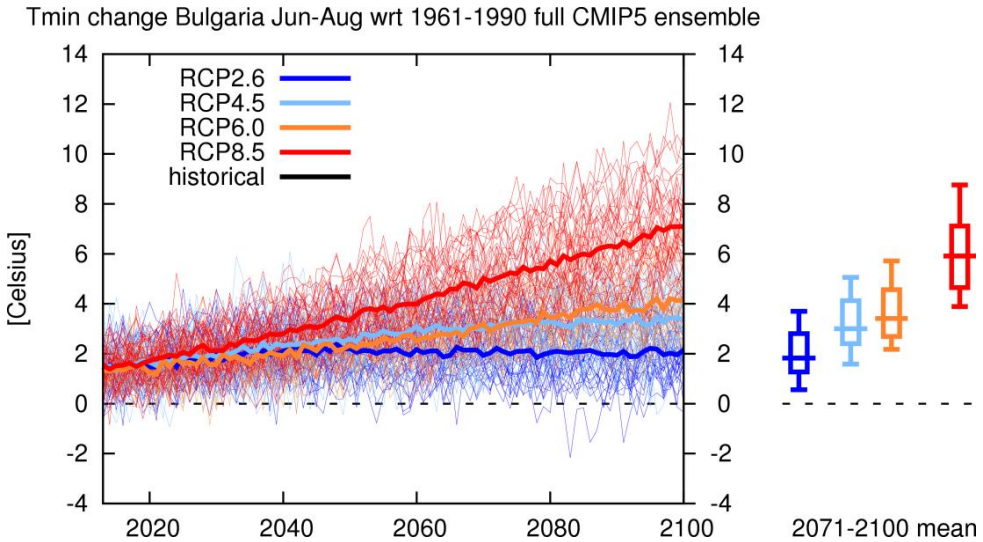
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



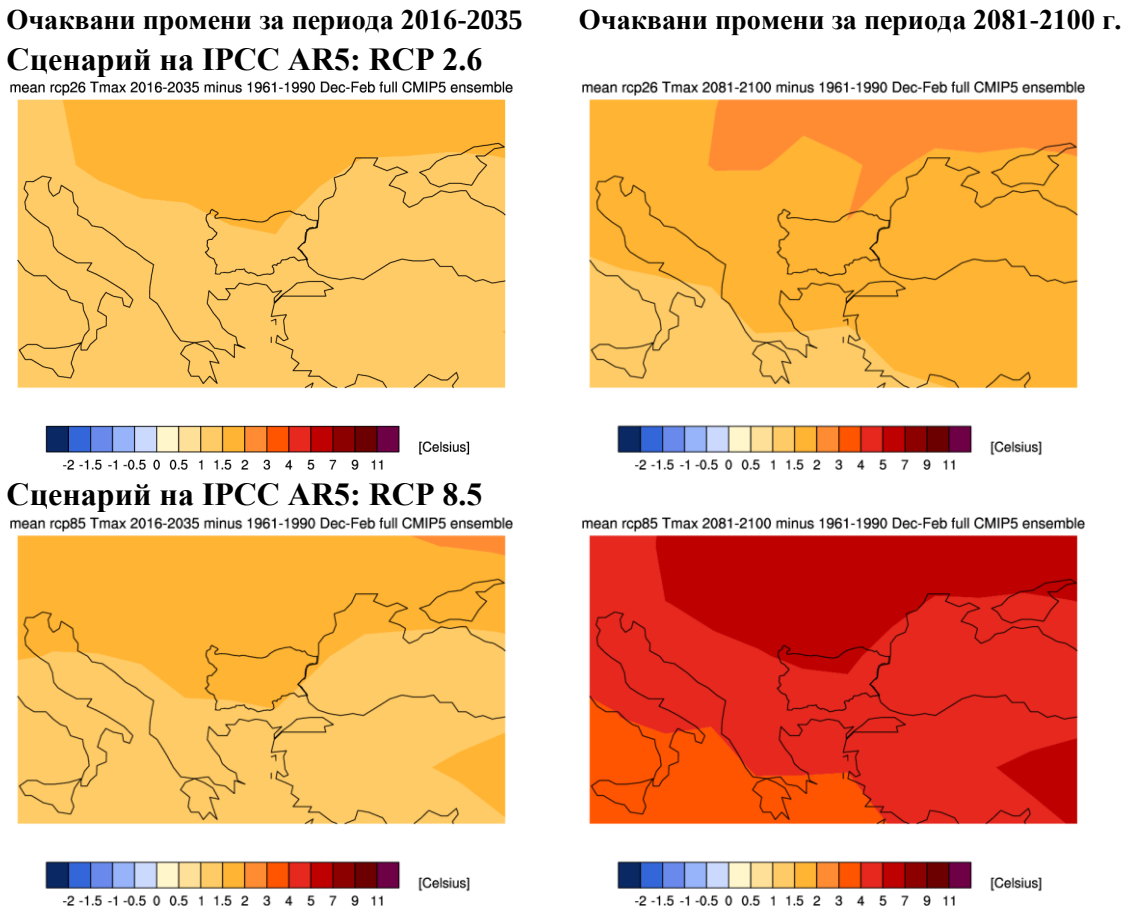
Фиг. 4. 33.Очаквани промени на средните минимални температури през лятото



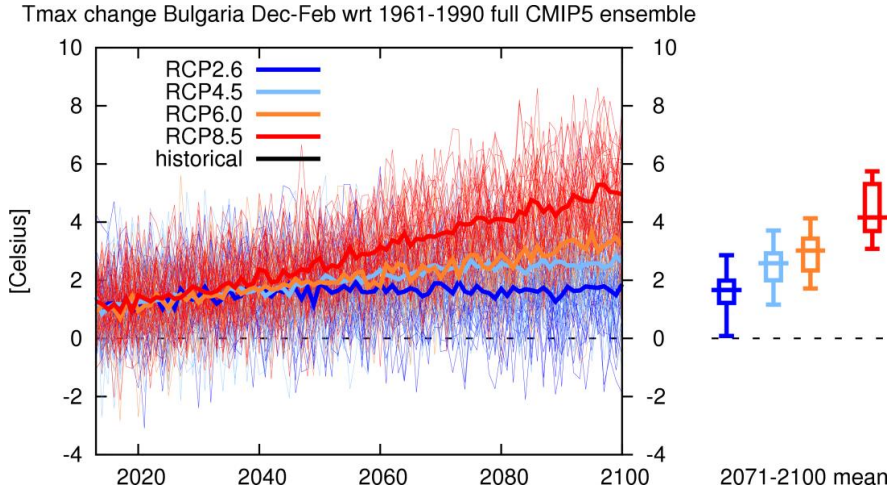
Фиг. 4. 34. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средните минимални температури през лятото в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990.

По сценария RCP 2.6 през периода 2016-2035 г. се очаква средните максимални температури през зимата да се повишат с от 1.0°C – 1.5°C, а по сценария RCP 8.5 – с до

2.0°C. За периода 2081-2100 г. повишението на стойностите на същия показател е в диапазона от 1.5°C до 2.0°C за сценария RCP 2.6. По сценария RCP 8.5 очакваното нарастване до края на века на максималните зимни температури е с до 5°C – 7°C в Крайдунавските низини и от 4°C до 5°C за останалата част от страната. Средните максимални температури през лятото ще се повишат с още по-високи стойности спрямо тези през периода 1961-1990 г. Очакваното повишение на летните максимални температури за периода 2016-2035 г. е с 2.0°C – 3.0°C и по двата сценария. Към края на XXI в. повишението на средните максимални летни температури по сценария RCP 8.5 ще бъде с 5.0°C – 7.0°C по Черноморското крайбрежие и с 7.0°C – 9.0°C във вътрешността на страната. По сценария RCP 4.5 очакваното повишение на средните максималните зимни температури към края на века е с 2.0°C – 3.0°C , а по сценария RCP 6 е с 3.0°C – 4.0°C. Повишението на максималните летни температури по сценария RCP 4.5 е между 3.0°C и 4.0°C по Черноморието, а останалата част с от 4.0°C до 5.0°C. По сценария RCP 6 очакваното повишение на средните летни максимални температури за същия период е с 4.0°C – 5.0°C в Крайдунавските низини, а в останалата част на страната с от 5.0°C до 7.0°C. Фиг. 4.35, фиг. 4.36, фиг. 4.37 и фиг. 4.38 показват очакваните промени на средните максимални температури.



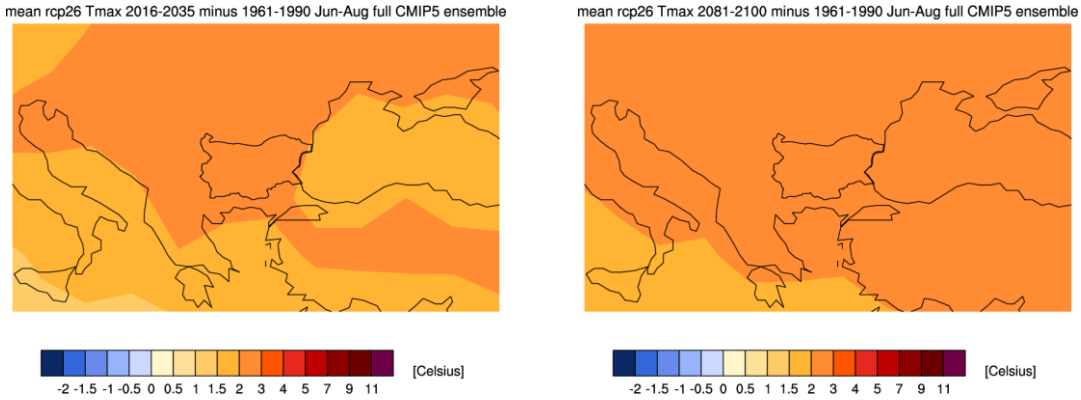
Фиг. 4. 35. Очаквани промени на средните максимални температури през зимата



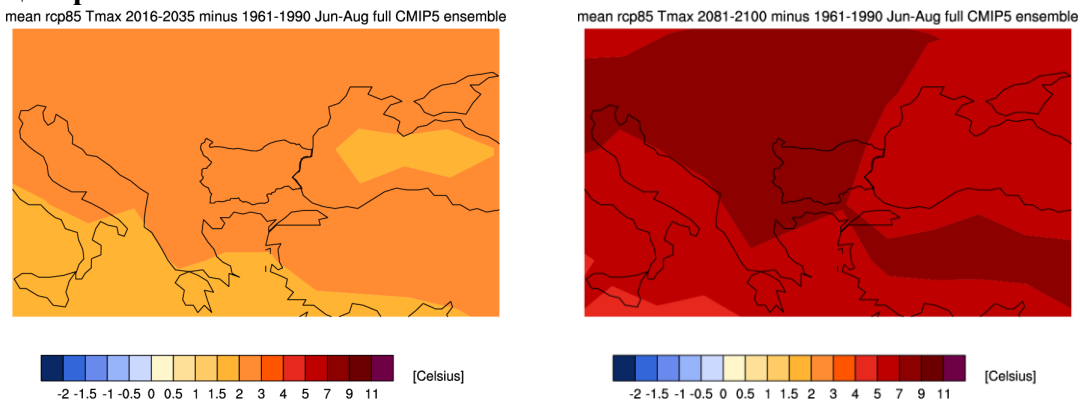
Фиг. 4. 36. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средните максимални температури през зимата в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990.

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

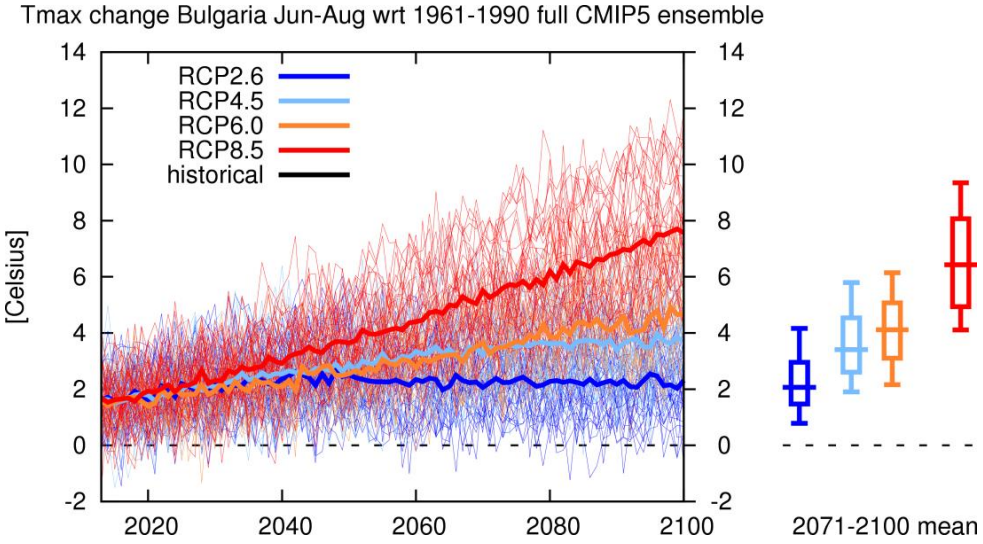
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 37. Очаквани промени на средните максимални температури през лятото

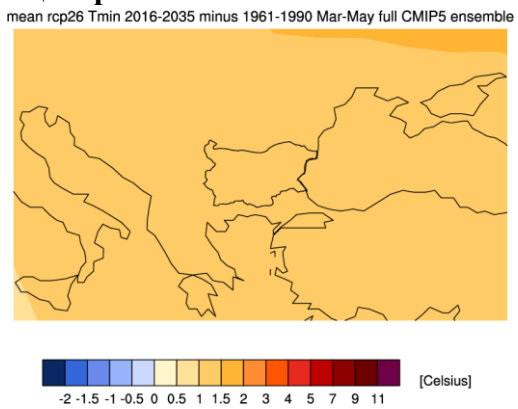


Фиг. 4. 38. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средните максимални температури през лятото в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990.

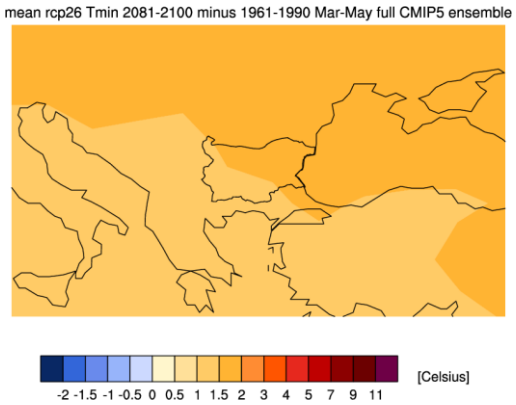
<u>През преходните сезони (пролет и есен)</u> също се очаква повишение на средните минимални и средните максимални температури, като през есента това повишение е по-голямо в сравнение с пролетта. Повишението на средните минимални температури през пролетта за периода 2016-2035 г. се очаква за сценариите RCP 2.6 и RCP 8.5 да бъде между 1.0°C – 1.5°C. До края на века повишението на средните минимални температури през пролетта по сценария RCP 2.6 ще бъде с 1.5°C – 2.0°C. а по сценария RCP 8.5 ще бъде с 5.0°C – 7.0°C. Очаква се нарастването на средните максимални температури през есента да бъде най-голямо към края на века. По сценария RCP 8.5 – с от 4.0°C до 5.0°C по Черноморското крайбрежие и Югоизточна България, а във вътрешността на страната с от 5.0°C до 7.0°C . Фиг. 4.39, Фиг. 4.40, Фиг. 4.41, Фиг. 4.42, Фиг. 4.43, Фиг. 4.44, Фиг. 4.45, Фиг. 4.46, показват очакваните промени на средните минимални и средните максимални температури през пролетта и лятото.

Очаквани промени за периода 2016-2035

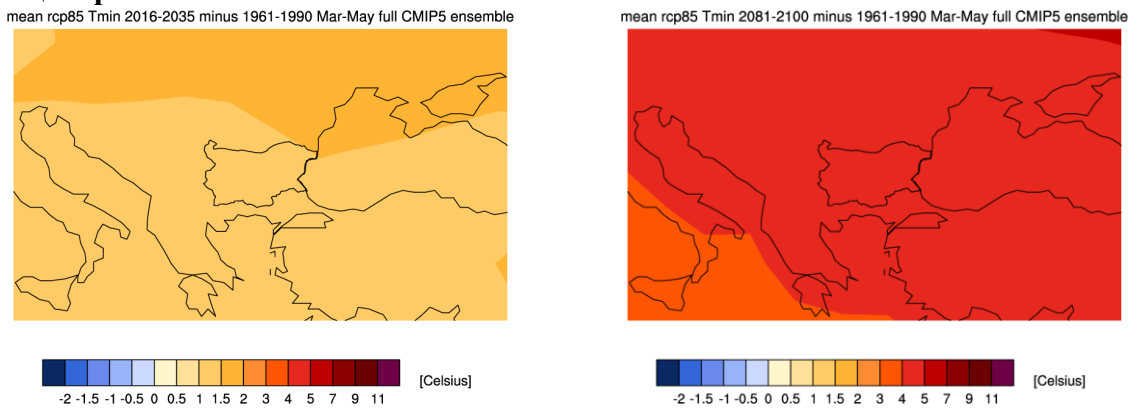
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



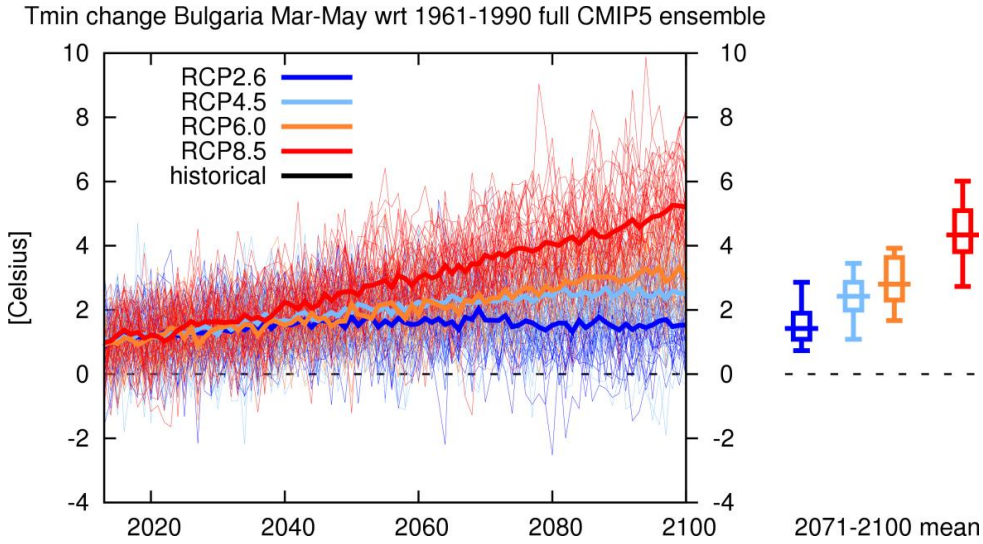
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



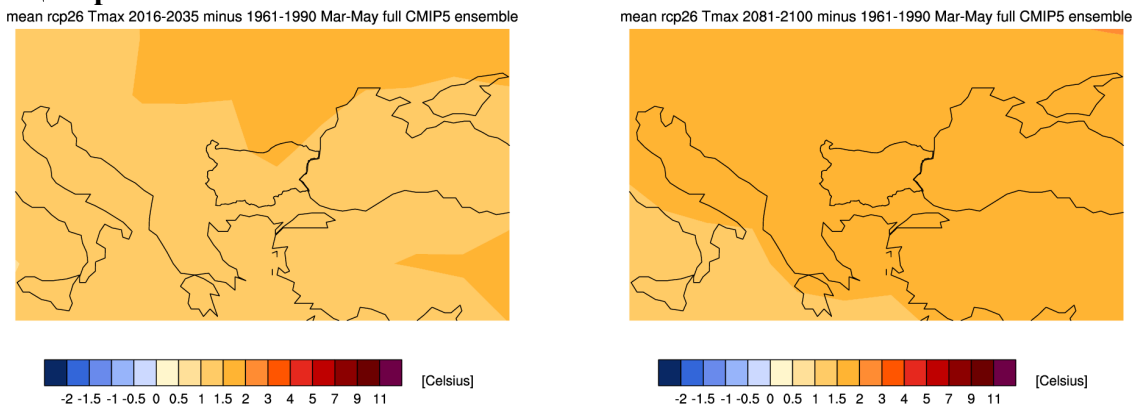
Фиг. 4. 39. Очаквани промени на средните минимални температури през пролетта



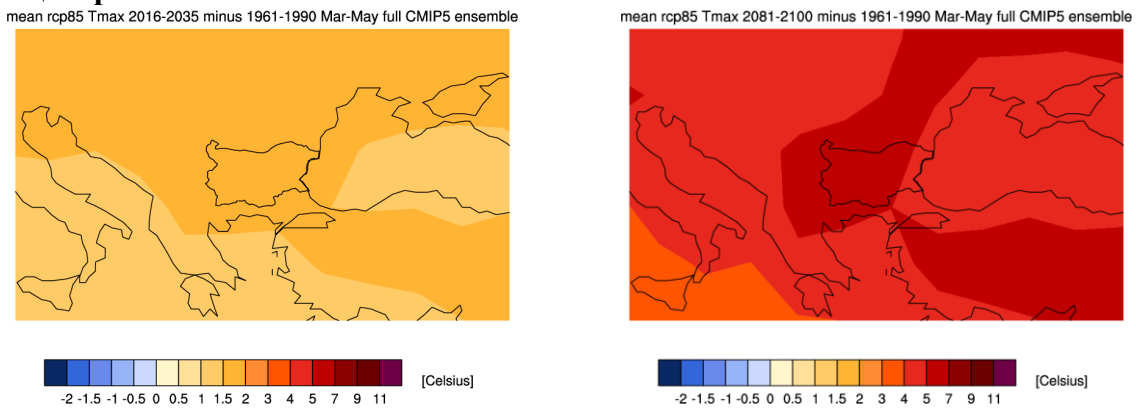
Фиг. 4. 40. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средните минимални температури през пролетта в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

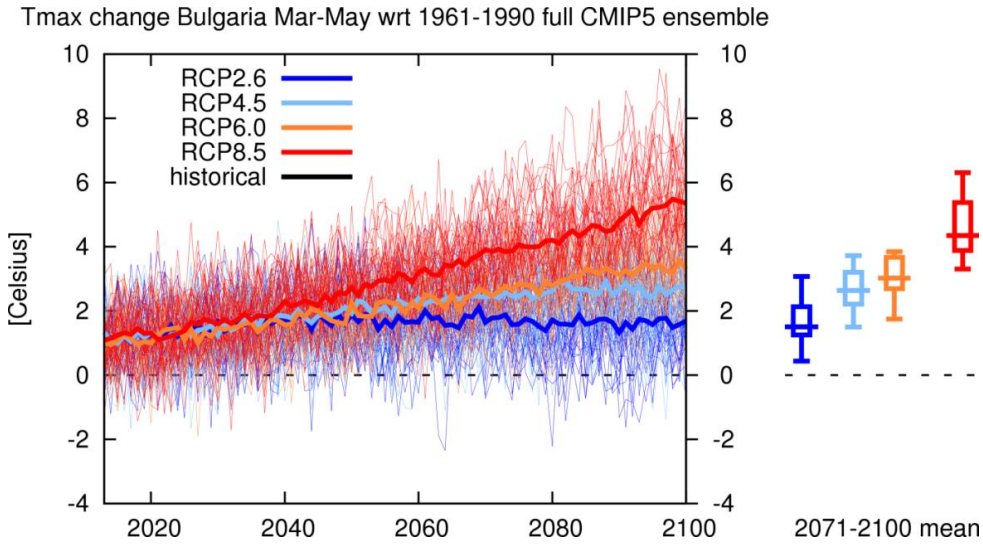
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



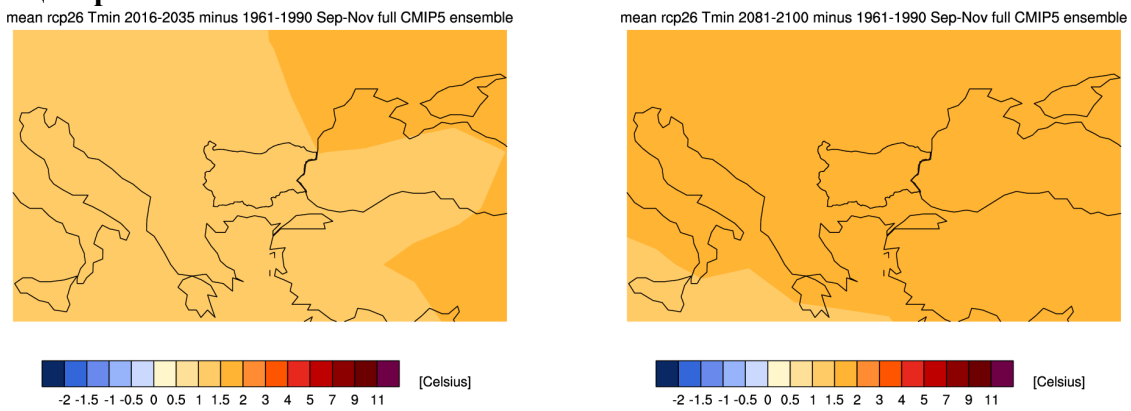
Фиг. 4. 41. Очаквани промени на средните максимални температури през пролетта



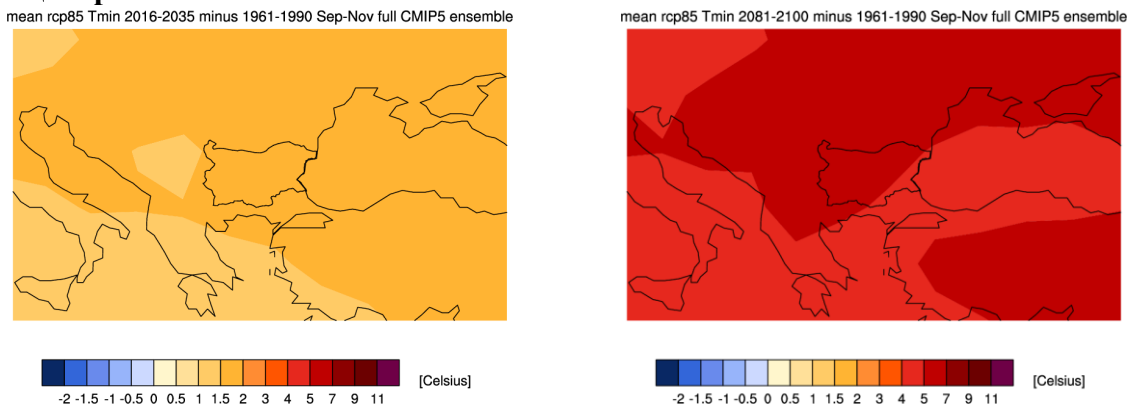
Фиг. 4. 42. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средните максимални температури през пролетта в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990.

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

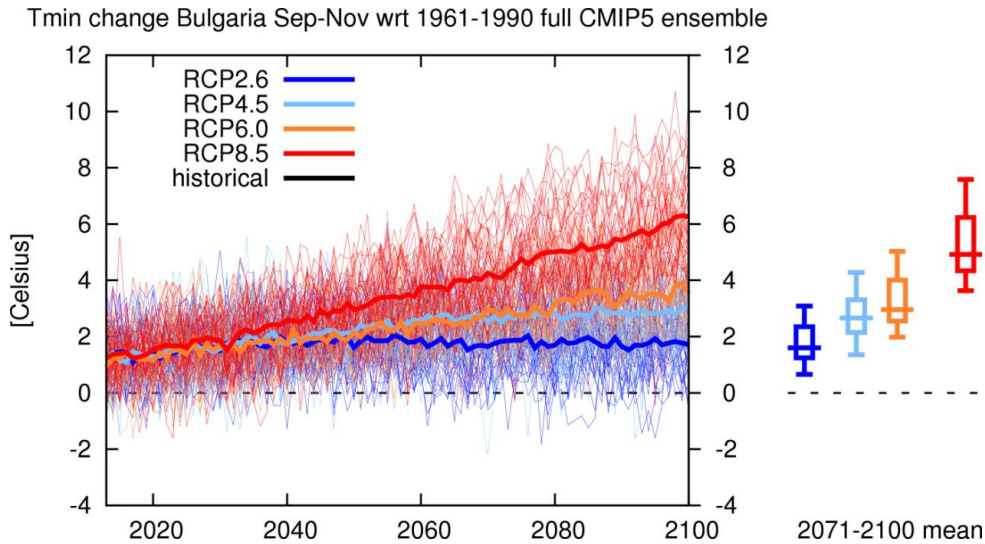
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 43. Очаквани промени на средните минимални температури през есента

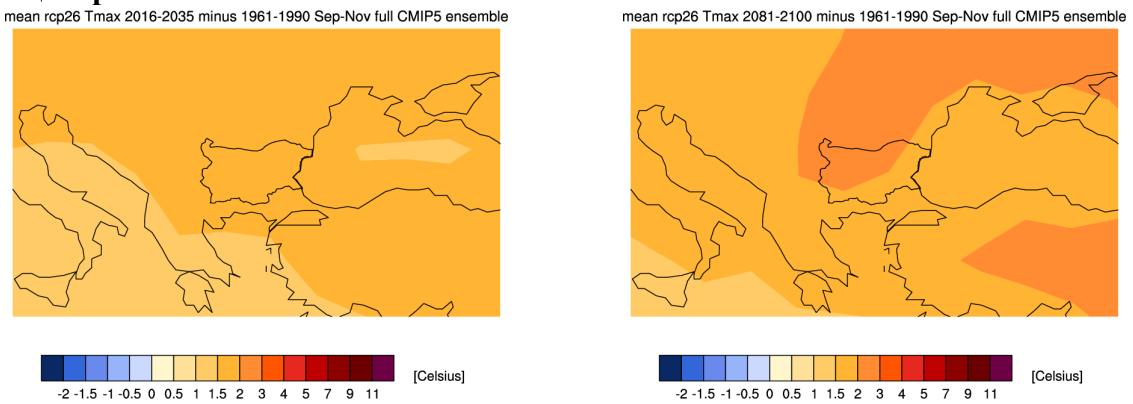


Фиг. 4. 44. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средните минимални температури през есента в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990

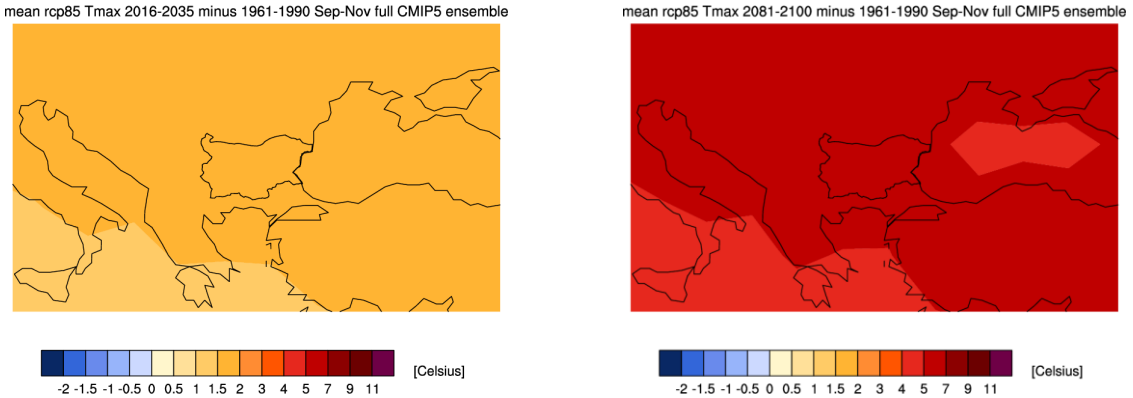
Очаквани промени за периода 2016-2035

Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

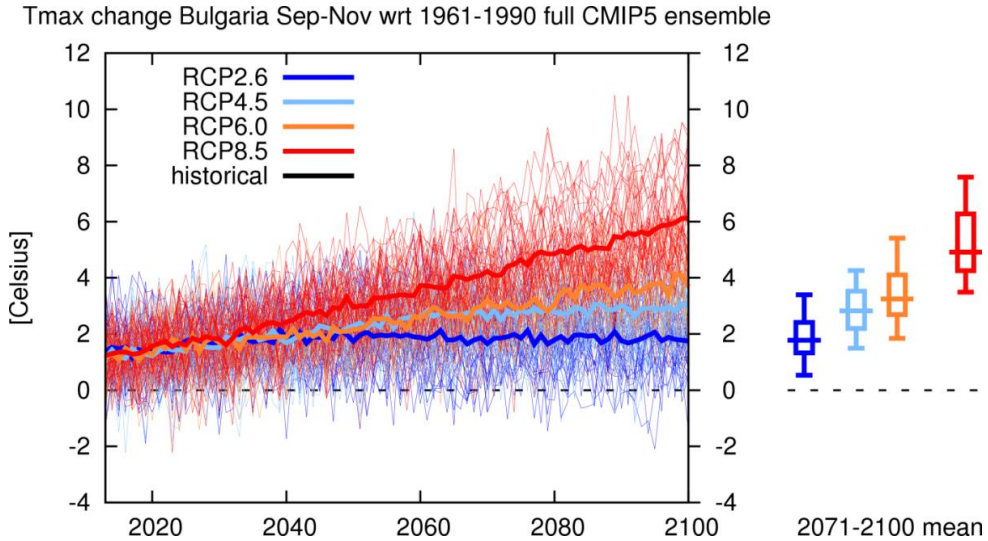
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 45. Очаквани промени на средните максимални температури през есента



Фиг. 4. 46. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средните максимални температури през есента в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990.

В обобщен вид очакваните промени на средногодишните и сезонните температури за трите периода по RCP сценариите на IPCC AR5 са представени в табл. 4.6:

Табл. 4. 6. Очаквани промени на средногодишните и сезонните температури в сравнение с референтния климатичен период (1961-1990 г.) по RCP-сценариите на IPCC AR 5

Период/ Сценарий на IPCC AR5	**Диапазони на очаквани промени на средногодишните и сезонните температури (ΔT)**								
	Ср.год. (Jan-Dec)	**Зима (Dec-Feb)**		**Пролет (Mar-May)**		**Лято (Jun-Aug)**		**Есен (Sep-Nov)**	
	(ΔT) (°C)	**min**	**max**	**min**	**max**	**min**	**max**	**min**	**max**
(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**	**(7)**	**(8)**	**(9)**	**(10)**
2016-2035 г.									
RCP2.6	+1.5-2.0, +1.0-1.5	+1.0-1.5	+1.0-1.5, +1.5-2.0	+1.0-1.5	+1.0-1.5, +1.5-2.0	+1.5-2.0	+2.0-3.0	+1.0-1.5	+1.0-1.5
RCP4.5	+1.5-2.0	+1.5-2.0, +1.0-1.5	+1.5-2.0, +1.0-1.5	+1.0-1.5	+1.0-1.5, +1.5-2.0	+1.5-2.0	+2.0-3.0	+1.0-1.5	+1.0-1.5
RCP6	+1.5-2.0, +1.0-1.5	+1.0-1.5	+1.0-1.5	+1.0-1.5	+1.0-1.5	+1.5-2.0	+2.0-3.0, +1.5-2.0	+1.0-1.5	+1.0-1.5

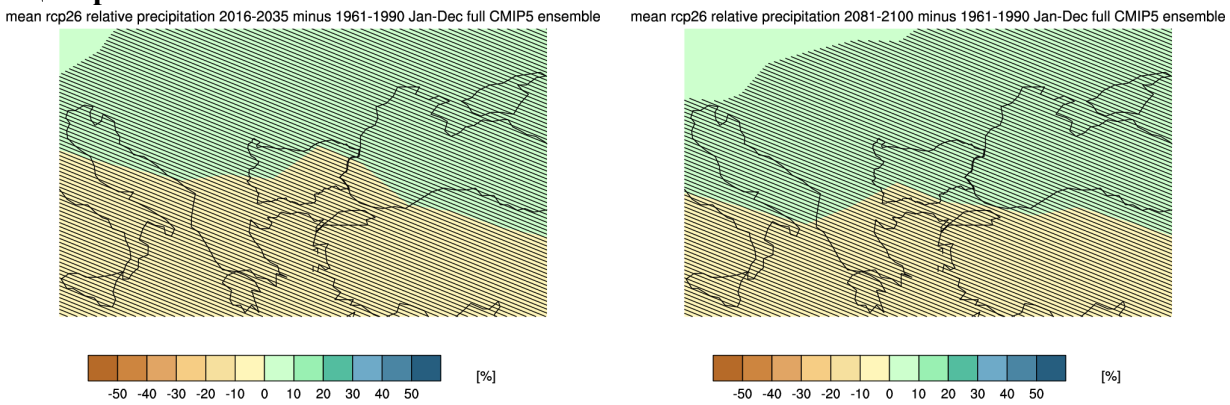
RCP8.5	+1.5-2.0	+1.5-2.0, +1.0-1.5	+1.5-2.0	+1.0-1.5	+1.5-2.0	+1.5-2.0	+2.0-3.0	+1.0-1.5	+1.0-1.5
Диапазон:	**+1.0-1.5, +1.5-2.0**	**+1.0-1.5, +1.5-2.0**	**+1.0-1.5, +1.5-2.0**	**+1.0-1.5**	**+1.0-1.5, +1.5-2.0**	**+1.5-2.0**	**+1.5-2.0, +2.0-3.0**	**+1.0-1.5**	**+1.0-1.5**
2046-2065 г.									
RCP2.6	+1.5-2.0	+1.5-2.0	1.5-2.0	+1.5-2.0	+1.5-2.0	+2.0-3.0	+2.0-3.0	+1.5-2.0	+2.0-3.0, +1.5-2-0
RCP4.5	+2.0-3.0	+2.0-3.0	+2.0-3.0	+2.0-3.0, +1.5-2.0	+2.0-3.0	+ 2.0-3.0	+3.0-4.0	+2.0-3.0	+2.0-3.0
RCP6	+2.0-3.0	+2.0-3.0	+2.0-3.0	+2.0-3.0, +1.5-2.0	+2.0.3.0	+2.0-3.0	+3.0-4.0, +2.0-3.0	+2.-3.0	+2.0-3.0
RCP8.5	+3.0-4.0	+3.0-4.0, +2.0-3.0	+3.0-4.0, +2.0-3.0	+2.0-3.0	+3.0-4.0	+3.0-4.0	+4.0-5.0	+2.0-3.0, +3.0-4.0	+3.0-4.0
Диапазон:	**+1.5-2.0, +3.0-4.0**	**+1.5-2.0, +3.0-4.0**	**+1.5-2.0, +3.0-4.0**	**+1.5-2.0, +2.0-3.0**	**+1.5-2.0, +3.0-4.0**	**+2.0-3.0, +3.0-4.0**	**+2.0-3.0, +4.0-5.0**	**+1.5-2.0, +3.0-4.0**	**+1.5-2.0, +3.0-4.0**
2081-2100 г.									
RCP2.6	+1.5-2.0	+1.5-2.0	+1.5-2.0	+1.5-2.0	+1.5-2.0	+2.0-3.0	+2.0-3.0	+1.5-2.0	+2.0-3.0 +1.5-2-0
RCP4.5	+3.0-4.0, +2.0-+3.0	+2.0-3.0	+2.0-3.0	+2.0-3.0	+2.0-3.0	+3.0-4.0	+3.0-4.0, +4.0-5.0	+3.0-4.0	+3.0-4.0, +2.0-3.0
RCP6	+3.0-4.0	+3.0-4.0, +2.0-3.0	+3.0-4.0	+2.0-3.0	+3.0-4.0	+3.0-4.0	+4.0-5.0, +5.0-7.0	+3.0-4.0	+3.0-4.0, +4.0-5.0
RCP8.5	+4.0-5.0	+4.0-5.0	+5.0-7.0, +4.0-5.0	+4.0-5.0	+5.0-7.0, +4.0-5.0	+5.0-7.0	+5.0-7.0, + 7.0-9.0	+5.0-7.0, +4.0-5.0	+5.0-7.0
Диапазон:	**+1.5-2.0, +4.0-5.0**	**+1.5-2.0, +4.0-5.0**	**+1.5-2.0, +5.0-7.0**	**+1.5-2.0, +4.0-5.0**	**+1.5-2.0, +4.0-5.0**	**+2.0-3.0, +5.0-7.0**	**+2.0-3.0, +7.0-9.0**	**+1.5-2.0, +5.0-7.0**	**+2.0-3.0, +5.0-7.0**
RCP-min	**+1.0-1.5**	**+1.0-1.5**	**+1.0-1.5**	**+1.0-1.5**	**+1.0-1.5**	**+1.5-2.0**	**+2.0-3.0**	**+1.0-1.5**	**+1.0-1.5**
RCP-max	**+4.0-5.0**	**+4.0-5.0**	**+5.0-7.0**	**+4.0-5.0**	**+5.0-7.0**	**+5.0-7.0**	**+7.0-9.0**	**+5.0-7.0**	**+5.0-7.0**

4.2.2.2. Очаквани промени на валежите

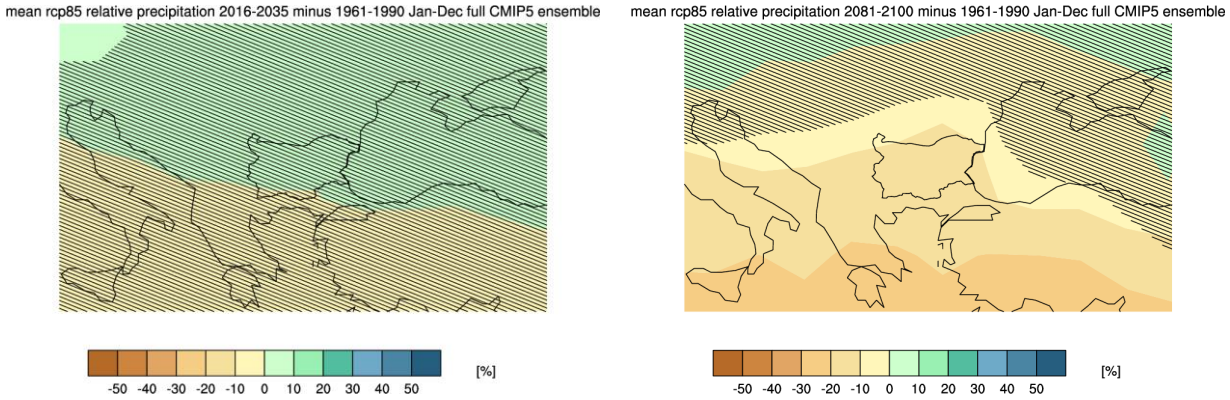
Очаква се да настъпят промени както в средногодишните валежни количества, така и в сезонните им количества спрямо базисният климатичен период. За разлика обаче от температурата, при която общият тренд е към повишение, проектираните промени на валежите са разнопосочни в зависимост от дадения RCP-сценарий и конкретен бъдещ период. Така например за периода 2016-2035 г. по сценария RCP 2.6 се очаква увеличение с около 10% на средногодишната сума на валежите в Северозападна България и със същия процент намаление в останалата част на страната. По същия сценарий към края на века се очаква леко повишение на стойностите на показателя за по-голямата част от страната, с изключение на най-южните части на Западна и Средна България. Като цяло по този сценарий не се очаква промените в стойностите на този показател да надхвърлят едно стандартно отклонение спрямо естествените им колебания, характерни за референтния период (1961-1990 г.). По сценария RCP 8.5 през периода 2016-2035 г. се очаква увеличение на средногодишните валежи в почти цялата страна с около 10%, с изключение на най-южната й периферия. До края на века обаче по същия сценарий се очаква намаление на средните стойности на показателя с между 10 и 20%. По останалите два сценария (RCP 4.5 и RCP 6) също се очаква в края XXI в. годишните валежи да намалеят с до 10%. Фиг. 4.47 и фиг. 4.48 илюстрират очакваните промени на средногодишните валежи.

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

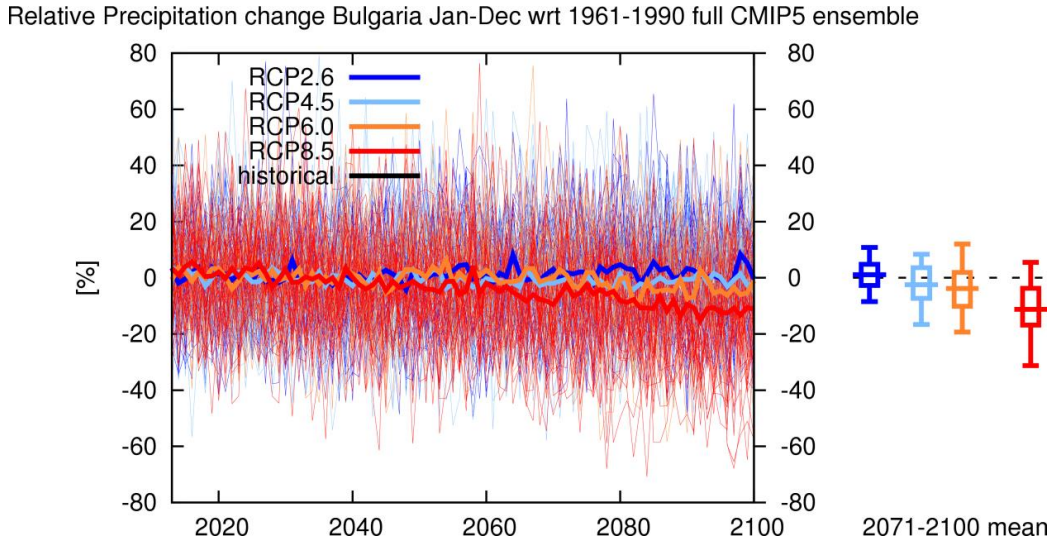
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 47.Очаквани промени на средните годишни валежи (%)

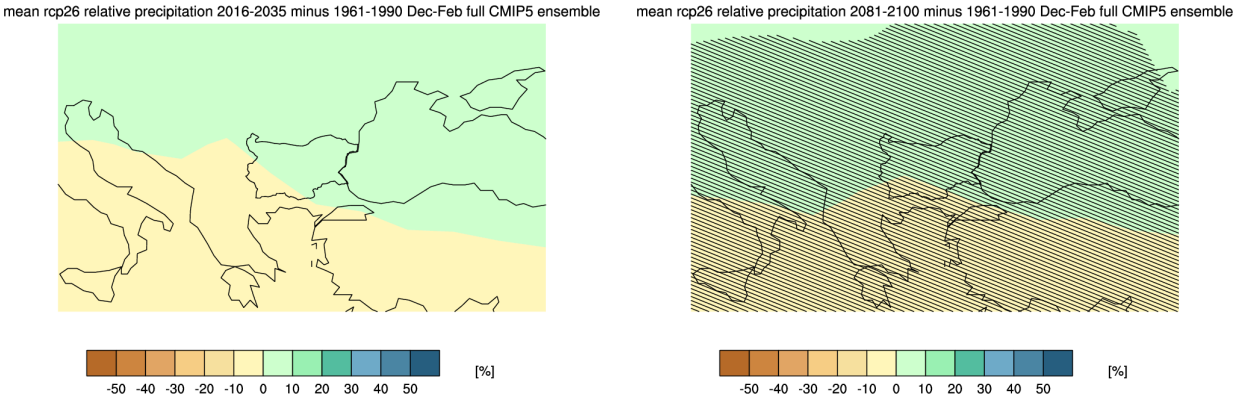


Фиг. 4. 48. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средните годишни валежи (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990.

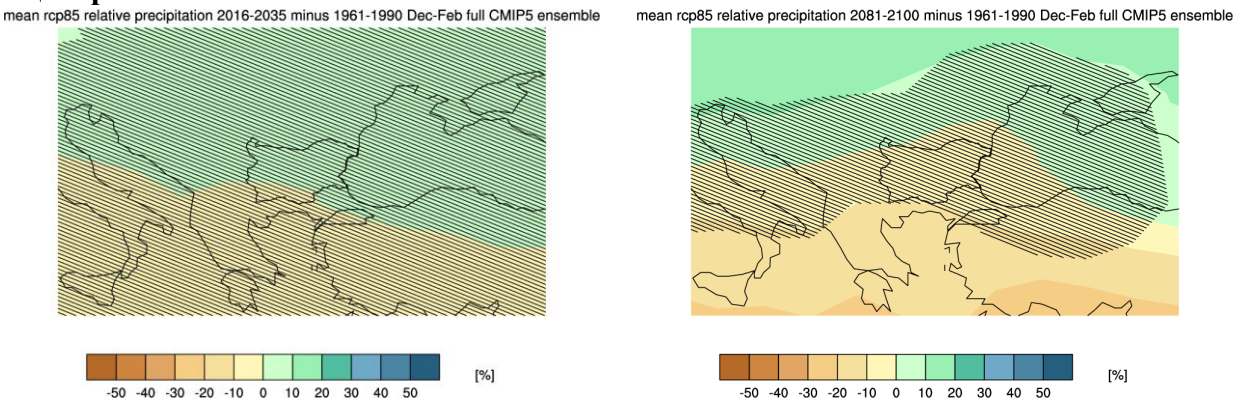
По отношение на промените в средните количества на зимните валежи (DJF) очакванията по сценария RCP 2.6 са те да са повече с около 10% в цялата страна, с изключение на югозападните й части, за които се очаква намаление с около 10%. По сценария RCP 8.5 през периода 2016-2035 г. се очаква увеличение с около 10% в цялата страна, и тенденция към намаление в югозападните й части с 10%. Към края на века по същия сценарий зимните валежи ще намалеят с около 10% в цялата страна. По сценария RCP 4.5 промените на стойностите на показателя са подобни на тези по сценария RCP 2.6. По сценария RCP 6 се очаква в края XXI в. средногодишните валежи през зимата да намалеят с около 10% в цялата страна, както е по сценария RCP 8.5. На фиг. 4.49 и фиг. 4.50 са показани очакваните промени на зимните валежи.

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

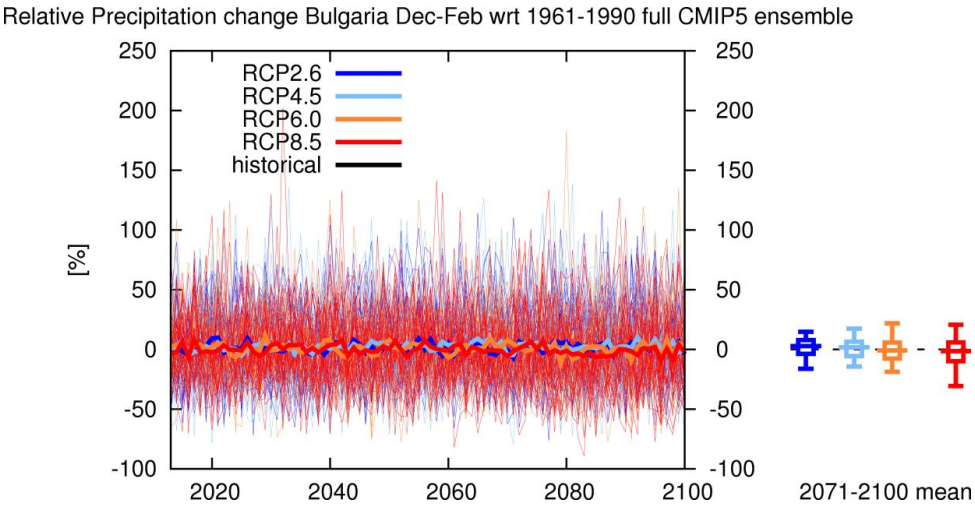
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 49.Очаквани промени на валежите през зимата (%)

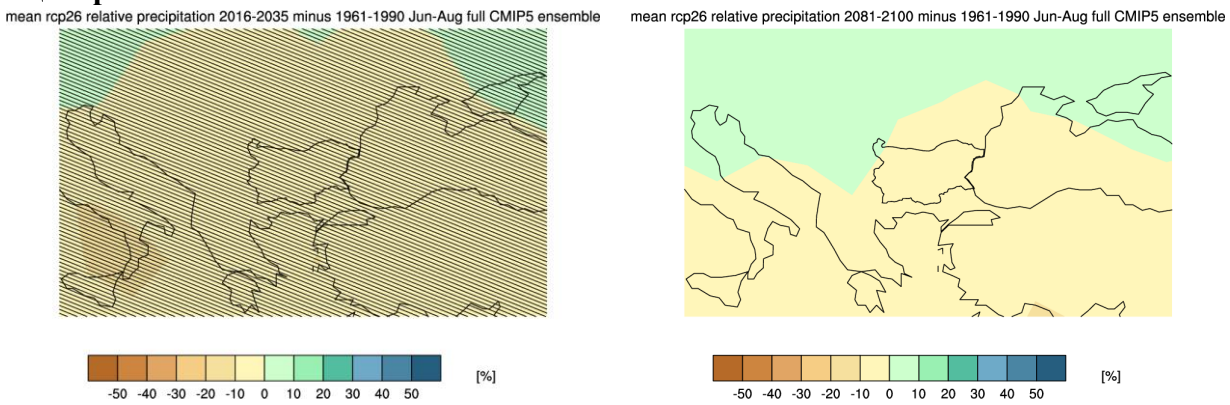


Фиг. 4. 50. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на валежите през зимата (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990

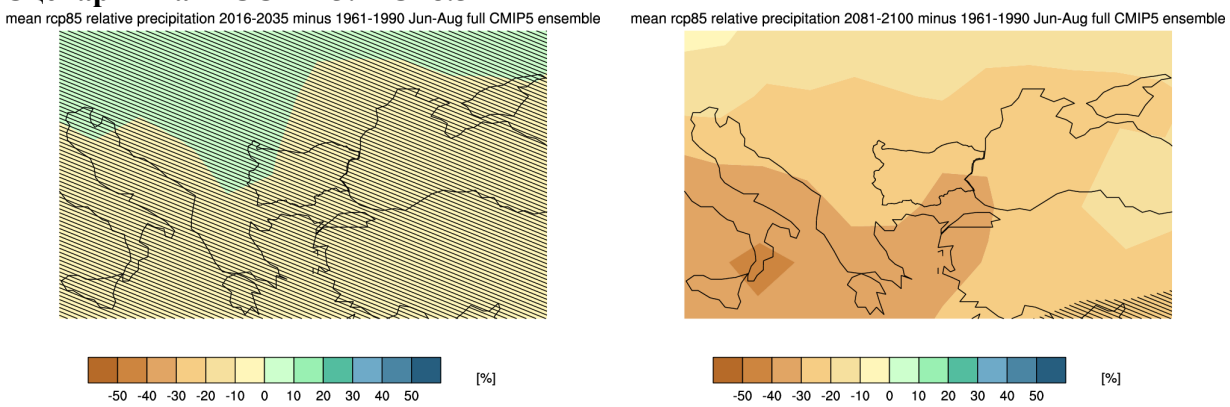
За разлика от зимните валежи, при летните валежи се очаква намаление на техните количества по всички сценарии. Най-драстично намаление се очаква по сценария RCP 8.5 в края на века – с 20-30% в цялата страна, а в Югоизточна България – дори с 30-40 %. На фиг. 4.51 и фиг. 4.52 са показани очакваните промени на количествата на летните валежи.

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

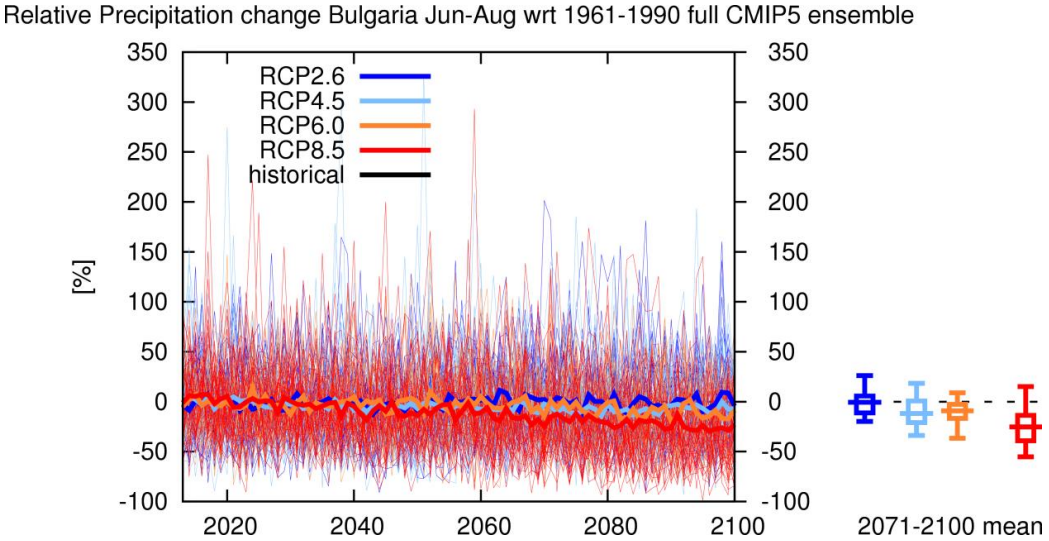
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 51. Очаквани промени на валежите през лятото (%)



Фиг. 4. 52. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на валежите през лятото (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния стандартен климатичен период 1961-1990.

В обобщен вид очакваните промени на средногодишните, зимните и летните валежи за трите периода по RCP сценариите на IPCC AR5 са представени в табл. 4.7:

Табл. 4. 7. Очаквани промени на средногодишните, зимните и летните валежи в сравнение с референтния климатичен период (1961-1990 г.) по RCP-сценариите на IPCC AR 5

Период/ Сценарий на IPCC AR5	**Диапазон на очаквани промени в средногодишните и сезонните суми на валежите (ΔP)**								
	Ср.год. валежи (Jan-Dec)			**Зима (Dec-Feb)**			**Лято (Jun-Aug)**		
	mm/day	**%**	**Тенденция (↓, ↑)**	**mm/day**	**%**	**Тенденция (↓, ↑)**	**mm/day**	**%**	**Тенденция (↓, ↑)**
(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**	**(7)**	**(8**	**(9)**	**(10)**
2016-2035 г.									
RCP2.6	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓
RCP4.5	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓
RCP6	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓
RCP8.5	0-0.1	0-10	↑	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓, ↑
Диапазон:	**0-0.1**	**0-10**	↓, ↑	**0-0.1**	**0-10**	↓, ↑	**0-0.1**	**0-10**	↓, ↑
2046-2065 г.									
RCP2.6	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓
RCP4.5	0-0.1	0-10	↓	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1, 0.1-0.2	0-10	↓
RCP6	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓
RCP8.5	0-0.1, 0.1-0.2	0-10	↓	0-0.1	0-10	↓, ↑	0.1-0.2, 0.2-0.5	10-20	↓
Диапазон:	**0-0.1, 0.1-0.2**	**0-10**	↓, ↑	**0-0.1**	**0-10**	↓, ↑	**0-0.1, 0.2-0.5**	**0-10, 10-20**	↓

2081-2100 г.									
RCP2.6	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓, ↑	0-0.1	0-10	↓
RCP4.5	0-0.1	0-10	↓	0-0.1	0-10	↓, ↑	0.1-0.2	0-10, 10-20	↓
RCP6	0-0.1, 0.1-0.2	0-10	↓	0-0.1	0-10	↓	0.2-0.5	10-20	↓
RCP8.5	0.1-0.2, 0.2-0.5	10-20	↓	0-0.1, 0.2-0.5	0-10	↓	0.2-0.5	20-30, 30-40	↓
Диапазон:	**0-0.1, 0.2-0.5**	**0-10, 10-20**	↓, ↑	**0-0.1, 0.2-0.5**	**0-10**	↓, ↑	**0-0.1, 0.2-0.5**	**0-10, 30-40**	↓
RCP-min	**0-0.1**	**0-10**	↓, ↑	**0-0.1**	**0-10**	↓, ↑	**0-0.1**	**0-10**	↓
RCP-max	**0.2-0.5**	**10-20**	↓	**0.2-0.5**	**0-10**	↓, ↑	**0.2-0.5**	**30-40**	↓

4.2.2.3. Очаквани промени в екстремните климатични явления

Обхватът на анализираните в AR5 екстремни климатични явления и методологията за изследване на техните характеристики по RCP-сценариите са представени в специален доклад на IPCC (IPCC, 2012).[66] Екстремните климатични явления обикновено се характеризират с помощта на специални индекси, като изходните данни за тях се извличат от данни за регистрираните денонощни максимални и минимални температури и денонощните валежни суми[67]. Индексите, които се използват за характеризиране на климатичните промени, вкл. и на очакваните такива, се отнасят до оценка на промените в интензивността, честотата и продължителността на явления, свързани с температурата и валежите. Те представят явления, които се случват неколкократно през отделен сезон или през годината и се основават на статистическите характеристики на стойностите на тези климатични елементи. Индексите за екстремните климатични явления могат да бъдат групирани в пет различни категории:[68]

1. Индекси, базирани на процентили за случвания на: студени нощи (TN10p), горещи нощи (TN90p), студени дни (TX10p), горещи дни (TX90p), много влажни дни (R95p) и екстремно влажни дни (R99p). Базираните на процентили индекси за температурите оценяват отклоненията от максималните или минималните температури, докато валежните индекси от тази категория оценяват количеството на валежите над 95-я (R95p) и 99-я (R99p) процентили, вкл.

2. Абсолютни индекси, представящи максималните или минималните стойности през даден сезон или през годината. В тази категория се включват: максимума от максималните денонощни максимални температури (TXx), максимума от денонощните минимални температури (TNx), минимума от денонощните максимални температури

[66] *Източник*: IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [C.B. Field, V. Baros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor and P.M. Midgley (Eds.). Cambridge University Press, UK, and New York, NY, USA, pp. 582.

[67] *Забел*. Пълно описание на най-често използваните индекси за характеризиране на екстремните явления е налично на адрес: http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/list_27_indices.html

[68] *Вж*. Alexander, L.V., et al. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. In: Journal of Geophysical research, vol. 111

(TXn), минимума от денонощните минимални температури (TNn), максимума на количеството на еднодневните валежи (RX1day) и максимума на количеството на валежните суми за пет последователни дни (RX5day).

3. „Прагови" индекси, оценяващи броя на дните със стойности на температурите или на валежите над или под някаква тяхна фиксирана стойност. В тази категория се включват следните индекси: годишен брой на студените дни (FD), годишен брой на „ледените" дни (ID), годишен брой на летните дни (SU), годишен брой на тропичните нощи (TR), брой на дните със силни валежи > 10 mm (R10) и брой на дните с много силни валежи > 20 mm (R20). Тези индекси не са подходящи за оценка на екстремни климатични явления за всички климати на Земята, тъй като някои от фиксираните прагови стойности може и да не са приложими за определени климатични пояси. За нашите географски ширини обаче индекси като годишен брой на студените дни (FD) – брой на дните с минимална температура под 0 °C – са важен индикатор за разкриване на тенденциите в климатичните промени и тяхното влияние върху отделни икономически сектори или върху функционирането на екосистемите.[69]

4. Индекси, дефиниращи продължителност на периоди с прекомерна топлина, студ, влага и сухота, или продължителност на вегетационния период. По-важните индекси от тази категория са: продължителност на периоди със студ (CSDI), продължителност на периоди с горещина (WSDI), продължителност на вегетационния период (GSL), последователен брой на сухите дните (CDD) и последователен брой на влажните дни (CWD).

5. Индексите от тази категория не попадат в нито една от горните четири категории. По-важните от тях са: общо количество на годишните валежи (PRCPTOT), денонощна температурна амплитуда (DTR), прост индекс на интензивността на денонощните валежи (SDII), екстремни температурни амплитуди (ETR) и годишен принос (в %) на много влажните дни (R95pT). Стойностите на някои от тези индекси се изчисляват по стойностите на други индекси, напр. стойностите на ETR са равни на разликата от стойностите на индексите TXx и TNn (ETR = TXx –TNn), а стойностите на R95pT се получават като стойността на индекса R95p се разделя на стойността на индекса PRCPTOT и полученият резултат се умножава по 100 (R95pT = (R95p / PRCPTOT)*100).

Много от тези индекси са използвани в първата част на последния Пети оценъчен доклад на IPCC AR5 (2013), а някои от тях са визуализирани с карти в Приложение 4.2. към доклада (Atlas of Global and Regional Climate Projections)[70]. Поради това очакваните промени на екстремните явления в настоящия анализ се основават на повечето от посочените по-горе индекси. Получените стойности са на базата на наборите от данни GCM: CMIP5 extremes (full set). Валидацията на индексите за екстремните климатични

[69] *Вж*. Kiktev, D., D. M. H. Sexton, L. Alexander, C. K. Folland (2003). Comparison of modeled and observed trends in indices of daily climate extremes. In: Journal of Climatology, 16, 3560–3571

[70] *Вж*. WORKING GROUP I CONTRIBUTION TO THE IPCC FIFTH ASSESSMENT REPORT (AR5), CLIMATE CHANGE 2013: THE PHYSICAL SCIENCE BASIS. Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections - Final Draft Underlying Scientific-Technical Assessment

явления и анализ на очакваните промени в техните стойности се съдържа в публикациите на Sillmann et al. (2013a[71], 2013b[72]).

В настоящия анализ са използвани 24 индекса за очакваните промени в екстремните климатични явления. Те са групирани в две главни категории: „*температурни индекси*" (общо 13 индекса, характеризиращи екстремни явления, свързани с температурата), и „*валежни индекси*" (общо 11 индекса, характеризиращи екстремни явления, свързани с валежите). В зависимост от спецификата на съответните индекси, те се отнасят: за брой дни за проява на дадено екстремно явление (напр. брой на студените дни – FD), за екстремни стойности за специфичен период (напр. месечна минимална стойност на денонощната минимална температура – TNn), за екстремни стойности, превишаващи дадени прагови стойности (процентили) в статистическото им разпределение (напр. индекс за много влажни дни – R95pTOT), както и индекси за продължителност на проявата на дадено екстремно явление (напр. за брой на последователните дни с денонощни валежни суми ≤ 1 mm – CDD).

В табл. 4.8 е приведен списък с дефинициите на използваните в настоящия анализ индекси. Пълният набор от изготвените за целите на анализа карти и графики за очакваните промени на екстремните климатични явления за трите бъдещи периода по четирите RCP-сценария на IPCC AR5 на базата на GCM: CMIP5 extremes (full set), е представен в Приложение № 4.2.

Табл. 4. 8. Списък с използваните индекси за очакваните екстремни климатични явления

№	Индекси	Дефиниция	Мярка
	Температурни индекси		
	I.1. Индекси за „*студени*" екстремни явления:		
1.	FD (Frost days) Студени дни	годишен брой на дните с денонощна минимална температура <0 °C	дни
2.	ID (Ice days) Ледени дни	годишен брой на дните с денонощна максимална температура <0 °C	дни
3.	TNn (Min Tmin)	месечна минимална стойност на средноденонощната минимална температура	°C
4.	TXn (Min Tmax)	месечна минимална стойност на средноденонощната максимална температура	°C
5.	TN10p (Cool nights) Студени нощи	процент на дните с минимална температура <10-я процентил	%
6.	TX10p (Cool days) Студени дни	процент на дните с максимална температура <10-я процентил	%
7.	CSDI (Cold speel duration index)	Брой на дните през годината с поне 6 последователни дни с минимална температура < 10-я процентил	дни
	I.2. Индекси за „*горещи*" екстремни явления:		

[71] *Вж*. Sillmann, J., V. V. Kharin, F. W. Zwiers, X. Zhang, and D. Bronaugh, (2013a). Climate extremes indices in the CMIP5 multi-model ensemble. Part 1: Model evaluation in the present climate. *J. Geophys. Res.*

[72] *Вж*. Sillmann, J., V. V. Kharin, F. W. Zwiers, X. Zhang, and D. Bronaugh, 2013b: Climate extremes indices in the CMIP5 multi-model ensemble. Part 2: Future projections. *J. Geophys. Res.*

8.	TNx (Max Tmin)	месечна максимална стойност на средноденонощната минимална температура	°C
9.	TXx (Max Tmax)	месечна максимална стойност на средноденонощната максимална температура	°C
10.	TN90p (Warm nights) Горещи нощи	процент на дните с минимална температура >90-я процентил	%
11.	TX90p (Warm days) (Горещи дни)	процент на дните с максимална температура >90-я процентил	%
	I.3. Други температурни индекси		
12.	DTR (Diurnal temperature range)	месечна средна разлика между максималните и минималните температури	°C
13.	GSL (Growing season length) (Продължителност на вегетационния период)	продължителност на вегетационния период (брой дни със средноденонощна температура > 5.0 °C)	дни
	II. Валежни индекси		
14.	R1mm (Wet days) (Влажни дни)	годишен брой на влажните дни (брой дните с валеж ≥1 mm за 24 ч.)	дни
15.	R10mm (Heavy precipitation days) (Много влажни дни)	годишен брой на дните със силни валежи (брой дните с валеж ≥10 mm за 24 ч.)	дни
16.	R20mm (Very heavy precipitation days) (Много силно влажни дни):	годишен брой на дните с много силни валежи (брой дните с валеж ≥20 mm за 24 ч.)	дни
17.	RX1day (Max 1-day precipitation amount) (Максимални валежни суми за 24 ч.)	годишни максимални количества на валежите за едно денонощие (24 ч.)	max mm/1 денон.
18.	Rx5day (Annual maximum consecutive 5-day precipitation) (Максимални валежни суми за 5 дни)	годишни максимални валежни суми за 5 последователни денонощия	max mm/5 денон.
19.	SDII (Simple daily intensity index) (Прост индекс за интензивност на валежите)	годишна сума на количеството валежите през влажните дни (дните с валеж ≥1 mm), разделена на броя на влажните дни	mm/ден
20.	CDD (Consecutive dry days, Maximum length of dry spell) (Последователно сухи дни)	Годишен максимален брой на последователните дни с денонощни валежни суми ≤1 mm	дни
21.	CWD (Consecutive wet days, Maximum length of wet spell) (Последователно влажни дни)	Годишен максимален брой на последователните дни с денонощни валежни суми ≥1 mm	дни
22.	PRCPTOT (Annual total wet-day precipitation) (Годишна сума от валежите през влажните дни)	годишна сума от валежите през денонощията с валеж ≥1 mm	mm
23.	R95pTOT (Very wet days) (Много влажни дни)	годишна сума от >95-я процентил на количеството на валежите през влажните дни (за дните с валеж ≥1 mm)	mm/год.
24.	R99pTOT (Extreme wet days) (Екстремно влажни дни)	годишна сума от >99-я процентил на количеството на валежите през влажните дни (за дните с валеж ≥ 1 mm)	mm/год.

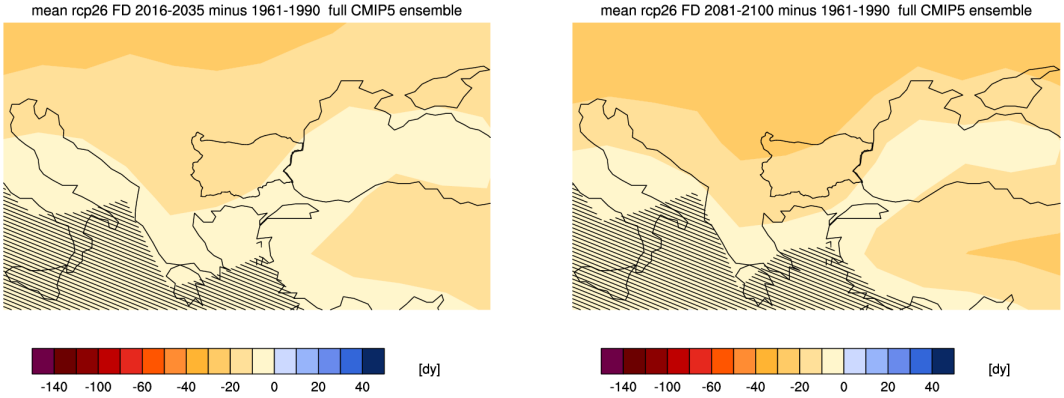
I. Анализ на очакваните екстремни климатични явления на базата на използваните температурни индекси

I.1. Индекси за „*студени*“ екстремни явления

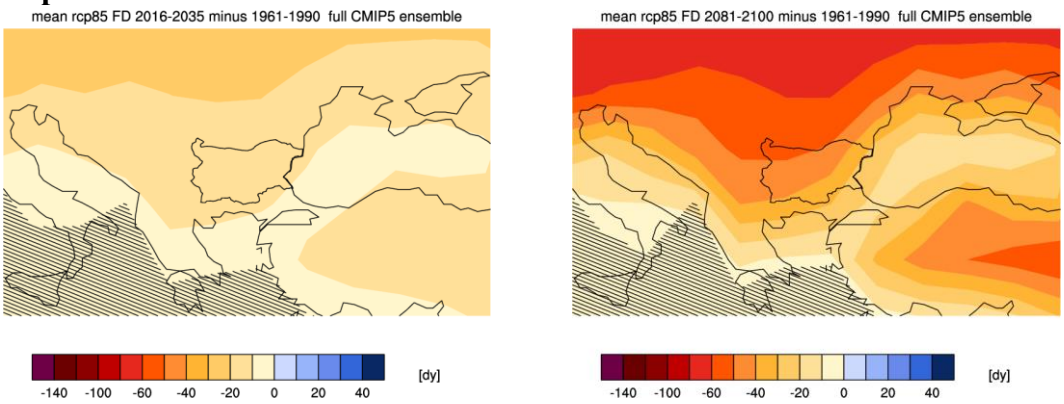
Почти всички температурни индекси показват промени в очакваните екстремни явления и за трите бъдещи периода. Както би могло да се очаква, различията между стойностите на индексите са най-значими между сценариите RCP2.6 и RCP8.5 и между периодите 2016-2035 г. и 2081-2100 г. Очевидно това се дължи на тясната връзка между стойностите на температурните индекси за екстремните явления и средните стойности на годишните и сезонните стойности на температурата. Стойностите на индексите за студени дни (FD) и ледени дни (ID) показват тенденция към намаление на годишния брой на дните съответно с денонощна минимална температура <0°C (FD) и с денонощна максимална температура <0°C (ID). За периода 2016-2035 г. това намаление за студените дни по всички сценарии е с до 10 дни спрямо референтния период. Очаква се най-голямо намаление на годишния брой на студените дни спрямо 1961-1990 г. да настъпи към края на века (с над 30 дни) по сценария RCP8.5, което се вижда от приложените карти на фиг. 4.53 и графиката на фиг. 4.54, докато по сценариите RCP4.5 и RCP6 за същия период това намаление да е с около 20 дни.

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

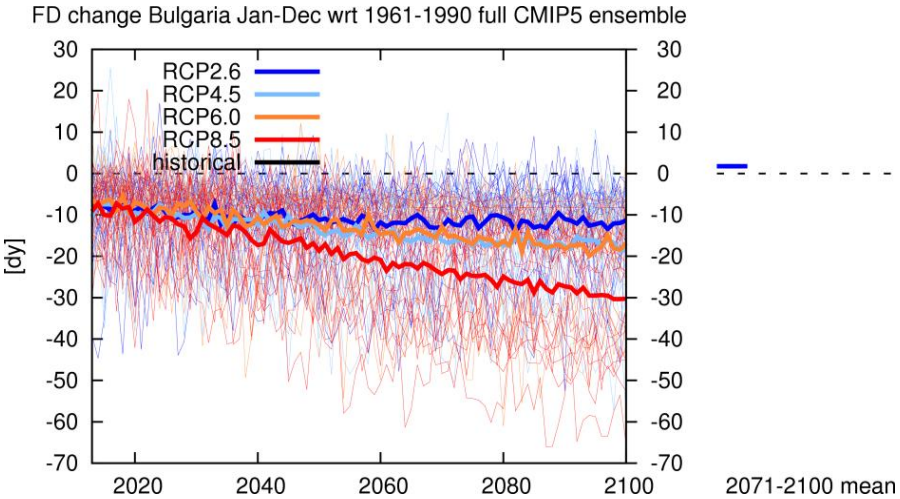
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 53. Очаквани промени на стойностите на индекса за студени дни (FD)

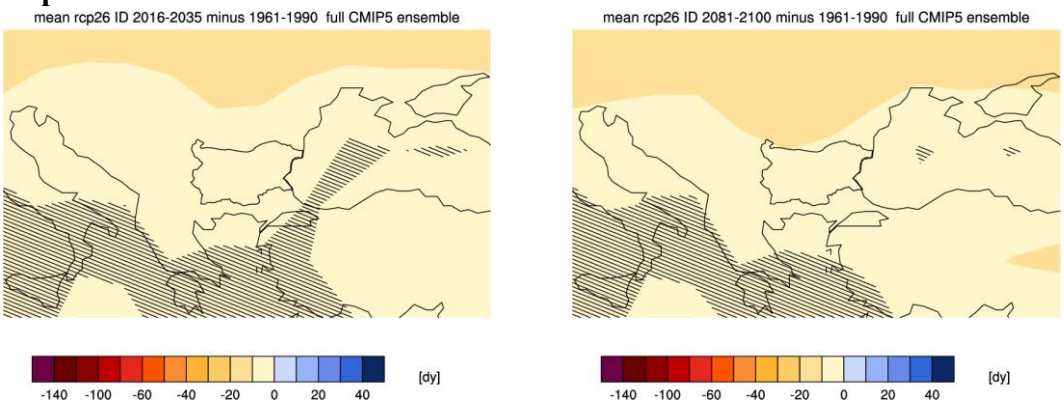


Фиг. 4. 54.Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за студени дни (FD) в България от 2013 до 2100 г. спрямо климатичния период 1961-1990.

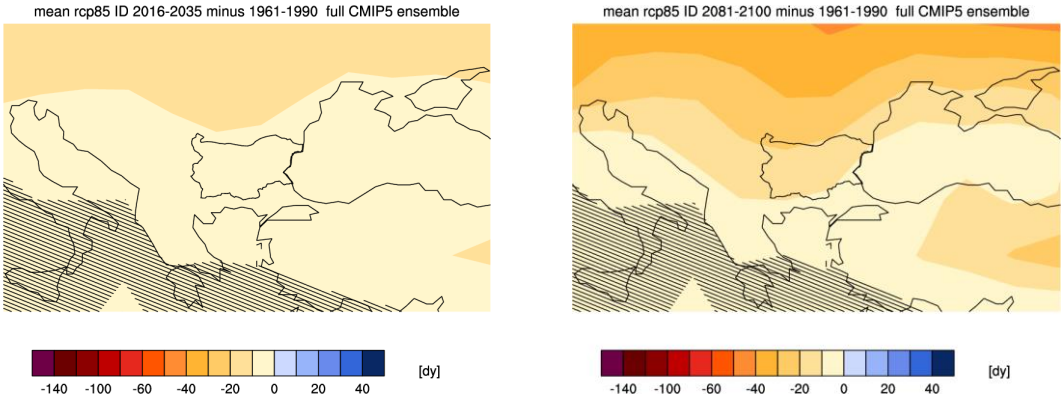
По всички сценарии се очаква средногодишният брой на ледените дни (ID) през периода 2016-2035 г. да намалее средно с 5 дни, а през периода 2081-2100 г. по сценария RCP8.5 намалението да бъде между 10 и 20 дни (фиг. 4.55 и фиг. 4.56).

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

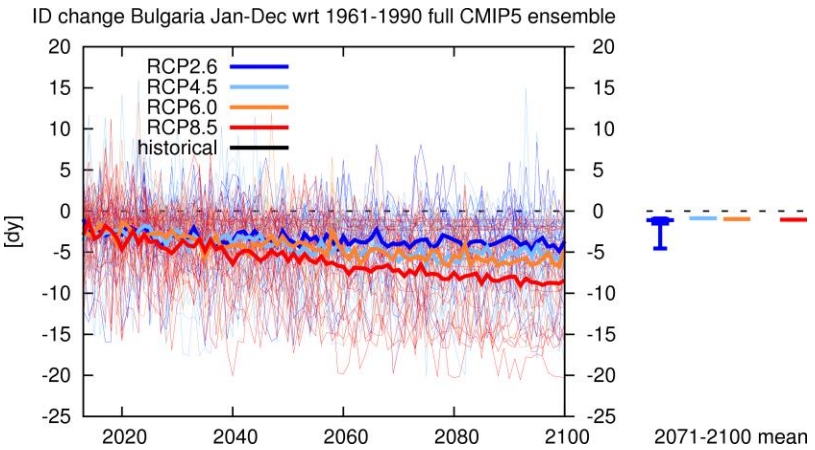
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 55. Очаквани промени на стойностите на индекса за ледени дни (ID)

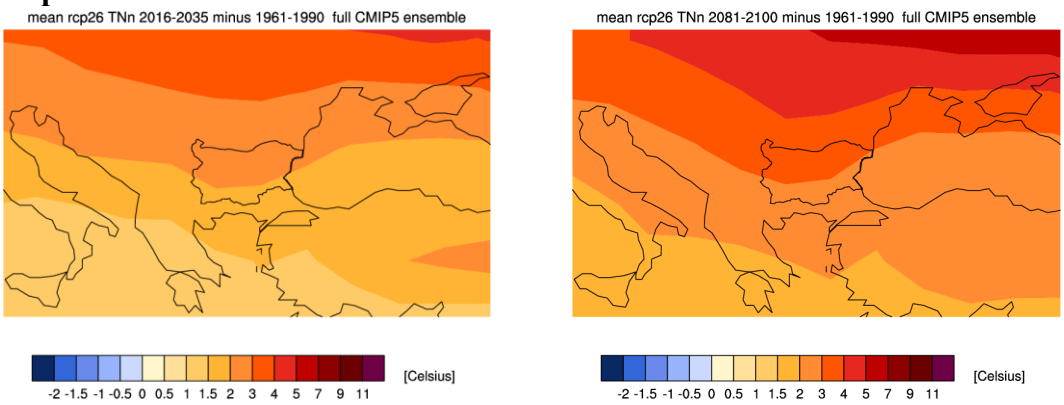


Фиг. 4. 56.Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за ледени дни (ID) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990.

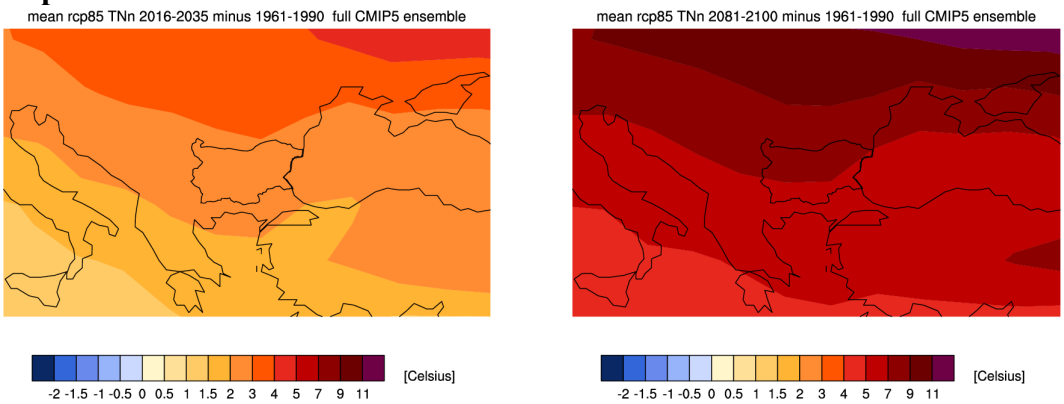
Стойностите на индексите TNn (Min Tmin) и TXn (Min Tmax) също показват тенденция към трайно повишаване на минималните стойности съответно на денонощните минимални и на денонощните максимални температури. По всички сценарии стойностите на индекса TNn се очаква да се повишат с от 2°C до 3°C през периода 2016-2035 г. По сценария RCP8.5 към края на века се очаква повишението да бъде с от 4°C до 5°C в Южна България и с от 5°C до 7°C в Северна България (фиг. 4.57).

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

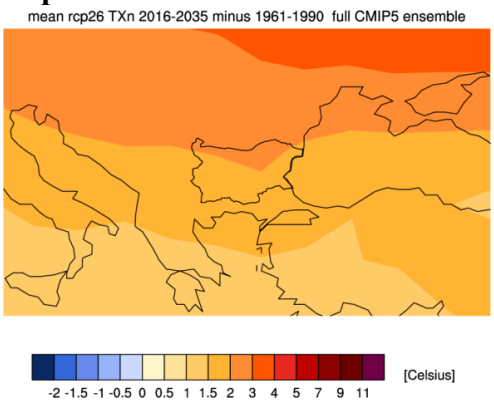


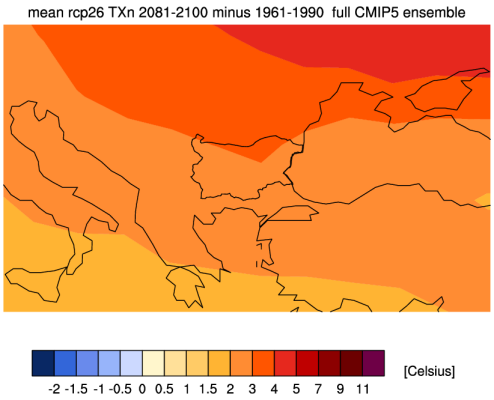
Фиг. 4. 57. Очаквани промени на стойностите на индекса TNn (°C)

Стойностите на индекса TXn по всички сценарии се очаква да се повишат с между 2°C и 3°C през периода 2016-2035 г., а по сценария RCP8.5 към 2081-2100 г. – с между 5-7°C и 7°C и 9°C (фиг. 4.58).

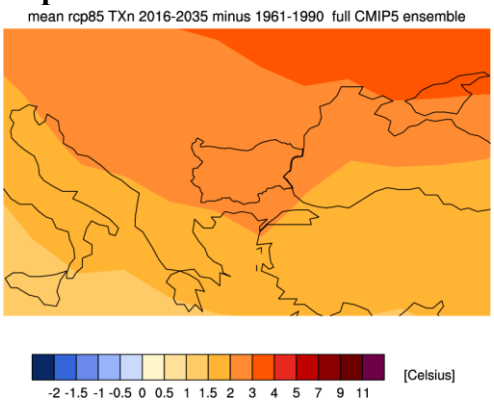
Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

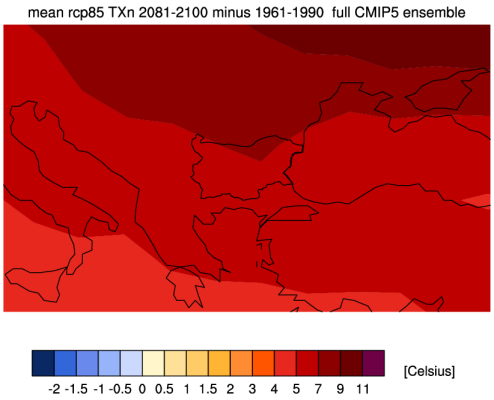
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6





Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



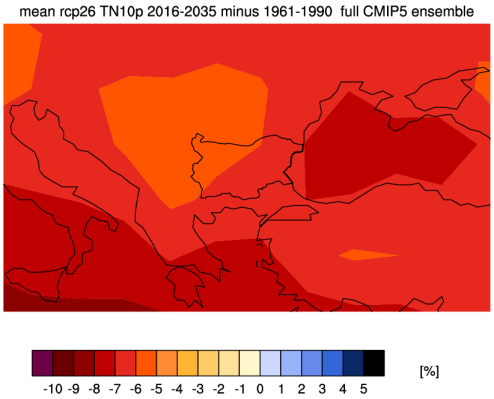


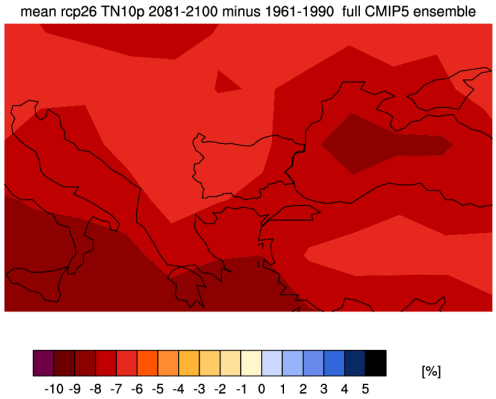
Фиг. 4. 58. Очаквани промени на стойностите на индекса TXn (°C)

Процентилните индекси TN10p и TX10p показват трайна тенденция към намаляване на процента на студените нощи и на студените дни по всички сценарии и за трите периода, което се вижда от фиг. 4.59 и фиг. 4.60.

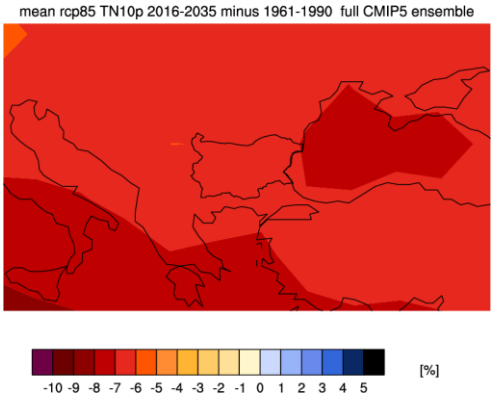
Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

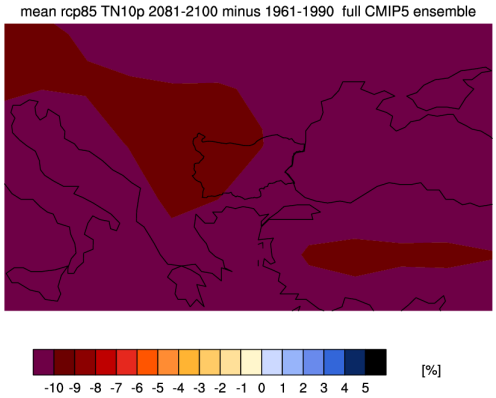
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6





Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

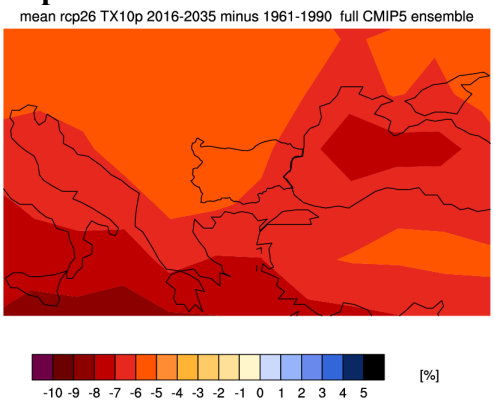


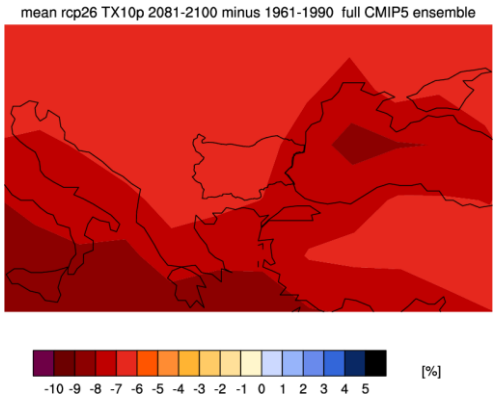


Фиг. 4. 59. Очаквани промени на стойностите на индекса за студени нощи TN10p (%)

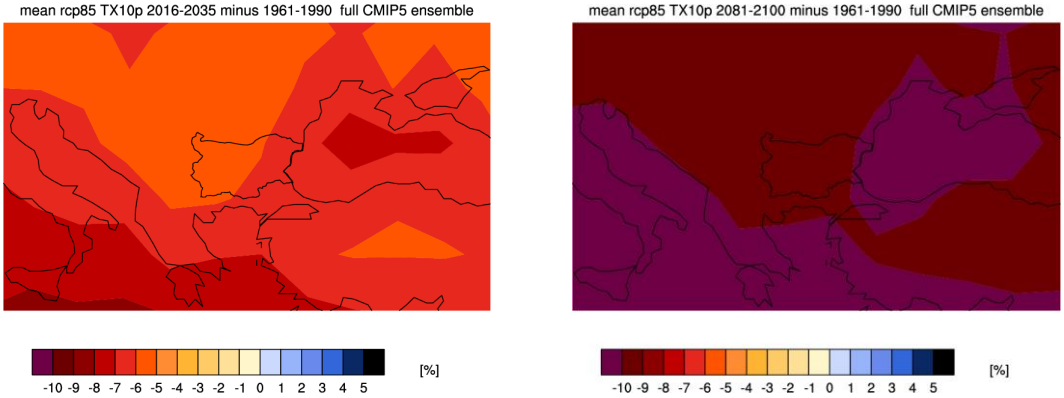
Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



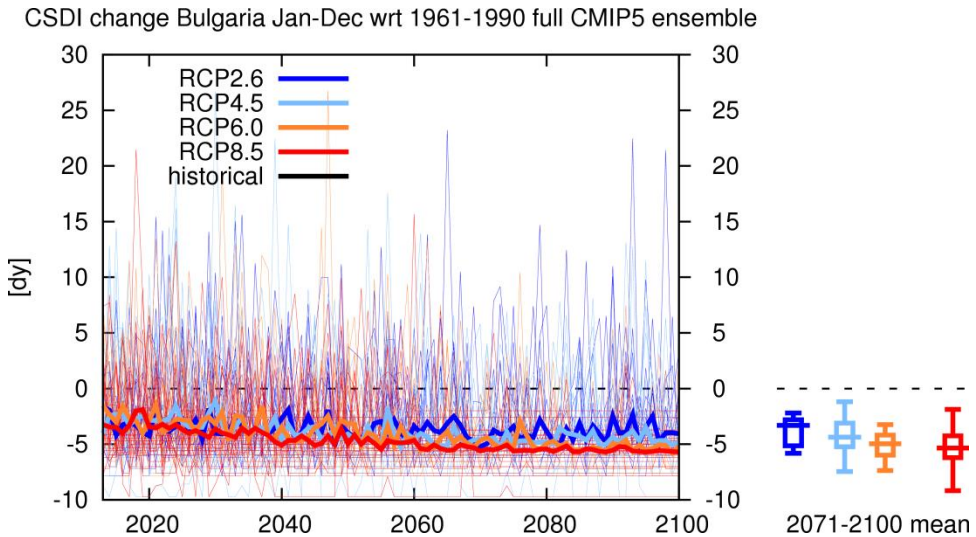


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 60. Очаквани промени на стойностите на индекса за студени дни TX10p (%)

В сравнение с периода 1961-1990 г. стойностите на индекса CSDI (Cold speel duration index) също показват тенденция към намаление на броя на дните през годината с поне 6 последователни дни с минимална температура < 10-я процентил, което се вижда от фиг. 4.61.



Фиг. 4. 61. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса CSDI в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990.

I.2. Индекси за „*горещи*“ екстремни явления

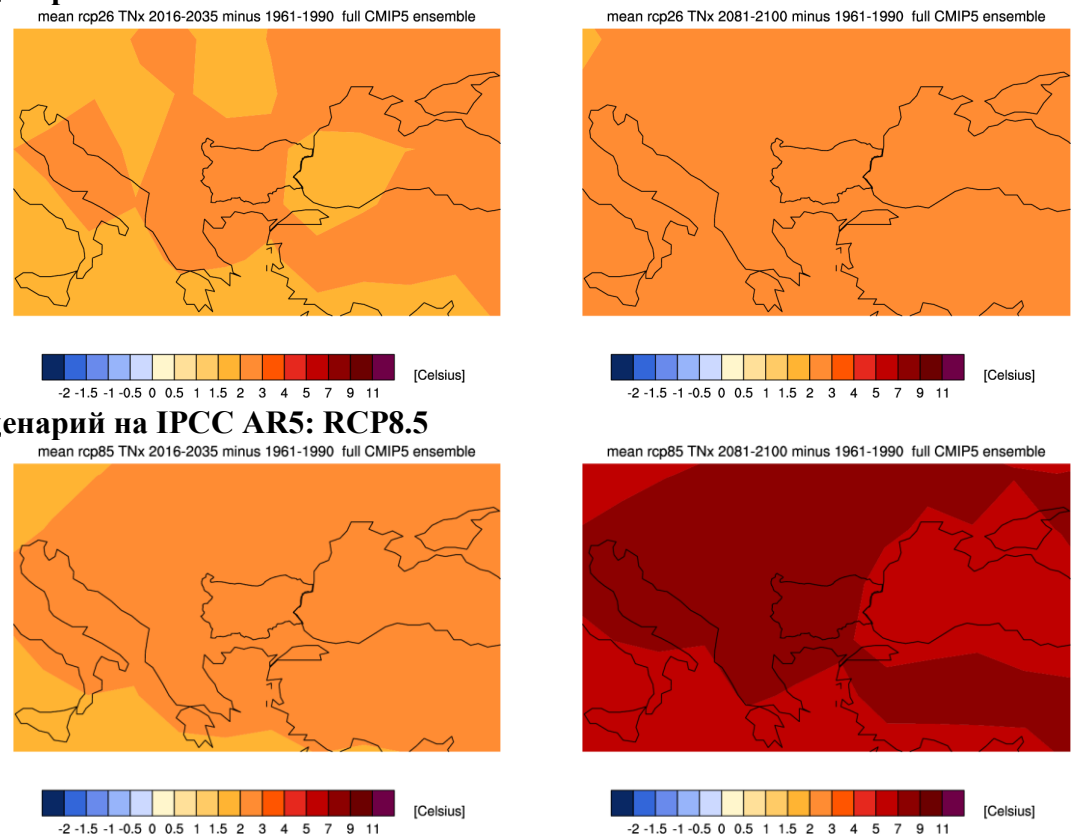
Получените резултати от анализираните индекси за „горещи” екстремни явления (TNx, TXx, TN90p и TX90p) за трите бъдещи периода по всички сценарии очертават тенденция към увеличение на техните стойности в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г.

Индексът TNx (за месечните максимални стойности на средноденонощните минимални температури) показва повишение за всички сценарии с между 2°C и 3°C спрямо референтния период (1961-1990 г.), като стойностите на индекса по сценария

RCP8.5 към 2081-2100 г. показват повишение с от 5°C до 7°C по Черноморското крайбрежие и с от 7°C до 9°C във вътрешността на страната (фиг. 4.62).

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



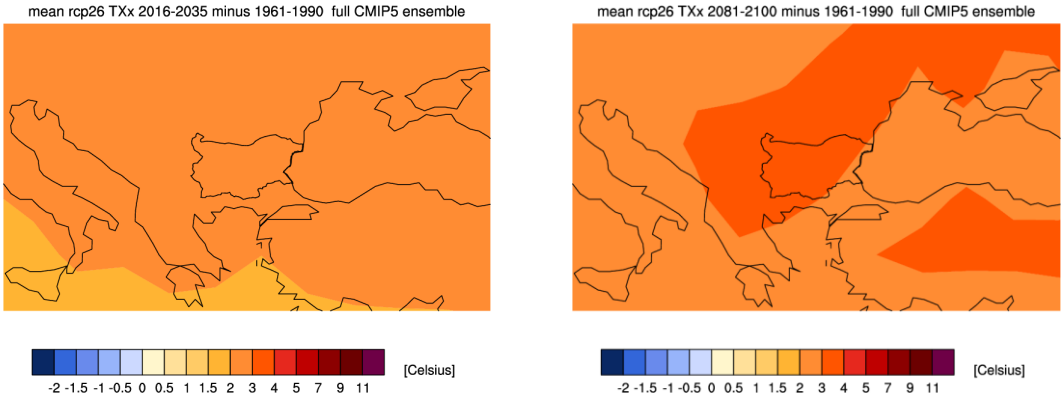
Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

Фиг. 4. 62. Очаквани промени на стойностите на индекса TNx (°C)

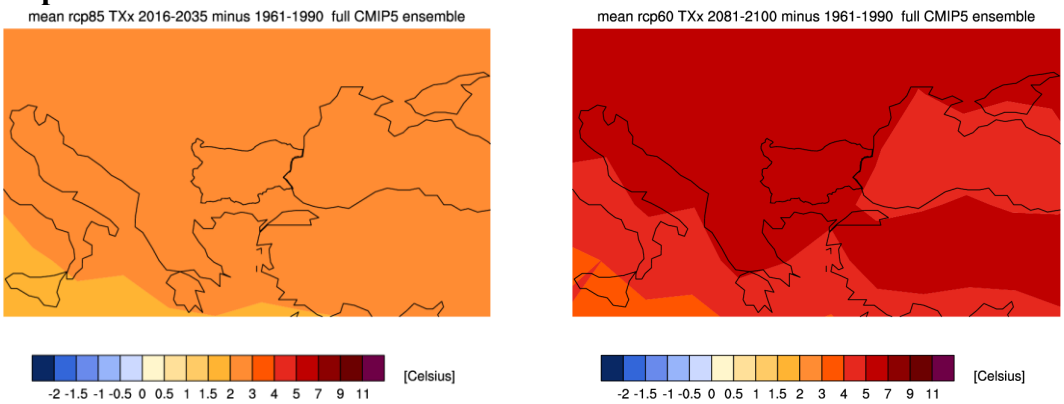
Стойностите на индекса TXx (за месечните максимални стойности на средноденонощните максимални температури) също показват повишение. Очакваните промени по всички сценарии за периода 2016-2035 г. са с повишение между 2°C и 3°C. Към края на века се очаква повишението на стойностите на индекса TXx по сценария RCP2.6 да бъде с 2-3°C по Черноморието и с 3-4°C във вътрешността на страната, а по сценария RCP8.5 повишението да бъде с от 5°C до 7°C в цялата страна (фиг. 4.63).

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 63. Очаквани промени на стойностите на индекса TXx (°C)

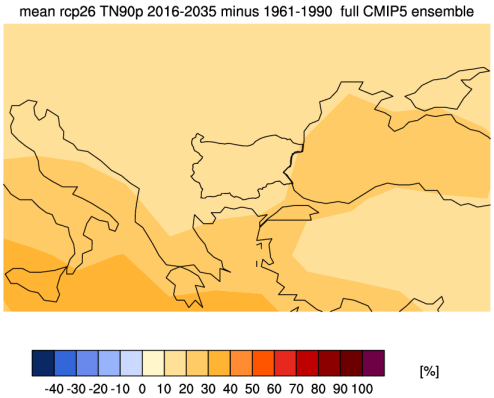
Стойностите на процентилните индекси за горещи нощи (TN90p) и горещи дни (TX90p) характеризират очакваните промени в процента на дните съответно с минимална температура >90-я процентил и с максимална температура >90-я процентил.

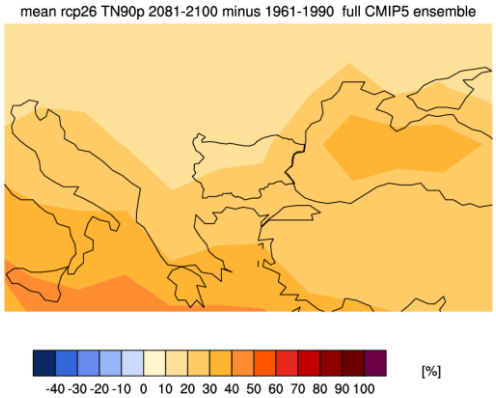
Очакваните промени на стойностите на индекса за горещи нощи (TN90p) са да нараства процентът им през всички бъдещи периоди и по всички сценарии, което се вижда от фиг. 4.64. По сценария RCP2.6 се очаква горещите нощи през годината да се увеличат с от 10% до 20% през периода 2016-2035 г. в сравнение с базисния климатичен период., а към края на века – с от 20% до 30% в Североизточна и Южна България и с от 10% до 20% в останалата част на страната. През същия период по песимистичния сценарий RCP8.5 очакваните промени са към нарастване на процента на горещите нощи с от 50% до 60% в Североизточна и Южна България и с от 40% до 50% в останалата част на България.

Според стойностите на индекса за горещи дни (TX90p) се очаква да нараства процентът им през годината, като това увеличение е с от 10% до 20% през периода 2016-2035 г. по всички сценарии спрямо референтния период 1961-1990 г. По сценария RCP2.6 през периода 2081-2100 г. очакваното увеличение е с до 20-30%, а по сценария RCP8.5 – с над 50% (в Североизточна и Южна България) – фиг. 4.65.

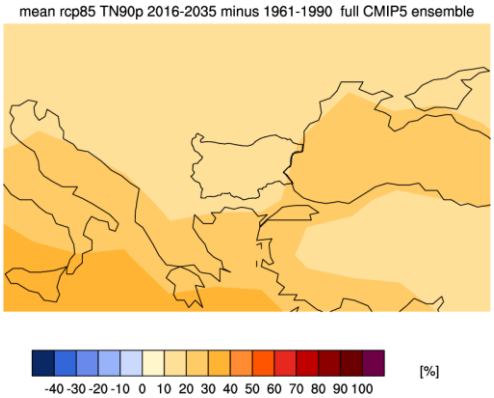
Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

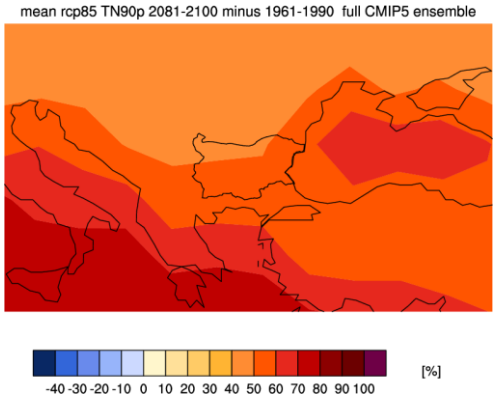
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6





Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

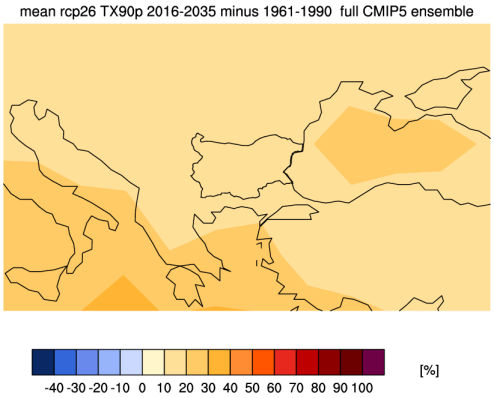


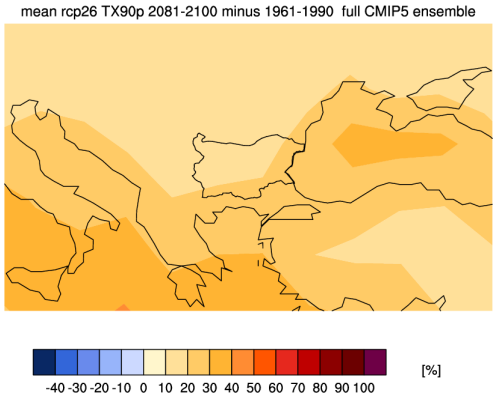


Фиг. 4. 64. Очаквани промени на стойностите на индекса за горещи нощи (TN90p) (%)

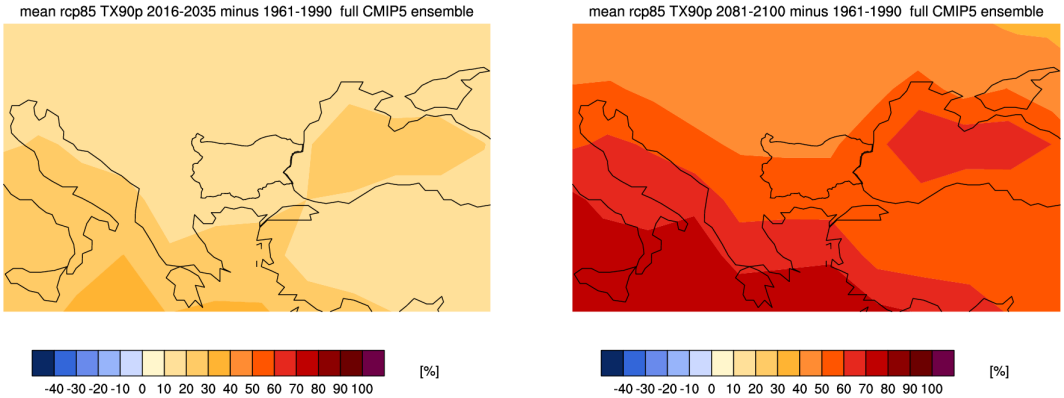
Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6





Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



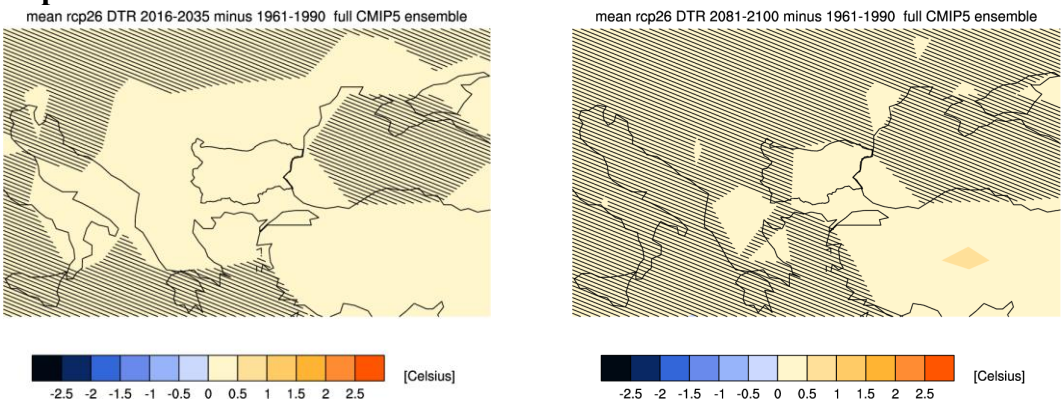
Фиг. 4. 65. Очаквани промени на стойностите на индекса за горещи дни (TX90p) (%)

1.3. Очаквани промени в стойностите на други температурни индекси

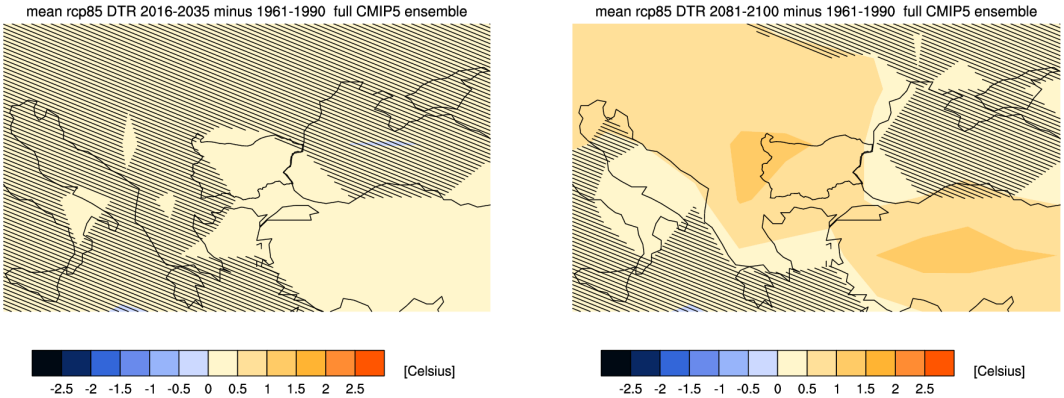
В тази група се включват два индекса – DTR (Diurnal temperature range) и GSL (Growing season length). Първият индекс е използван за анализ на очакваните промени в средната разлика между максималните и минималните температури (в °C), а вторият – за анализ на очакваните промени в продължителността на вегетационния период (в бр. дни със средноденонощна температура >5.0 °C). Стойностите на индекса DTR за всички периоди и сценарии като цяло са в рамките на естествените колебания на разликата между двата температурни показателя (максималните и минималните температури), което очертава известна несигурност за очакваните промени. С изключение на сценария RCP8.5, според който към края на века може да се очаква увеличение на стойностите на показателя до 1.0 - 1.5°C, за останалите сценарии и периоди очакваното средно увеличение е средно до 0.5°C (фиг. 4.66, фиг. 4.67).

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

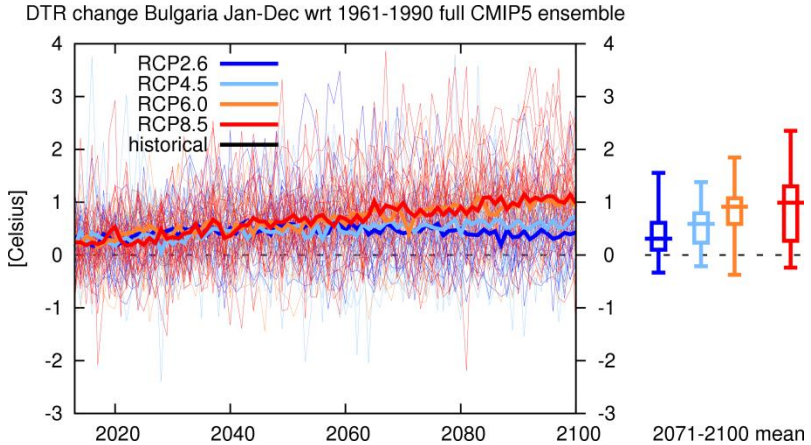
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 66. Очаквани промени на стойностите на индекса DTR (°C)

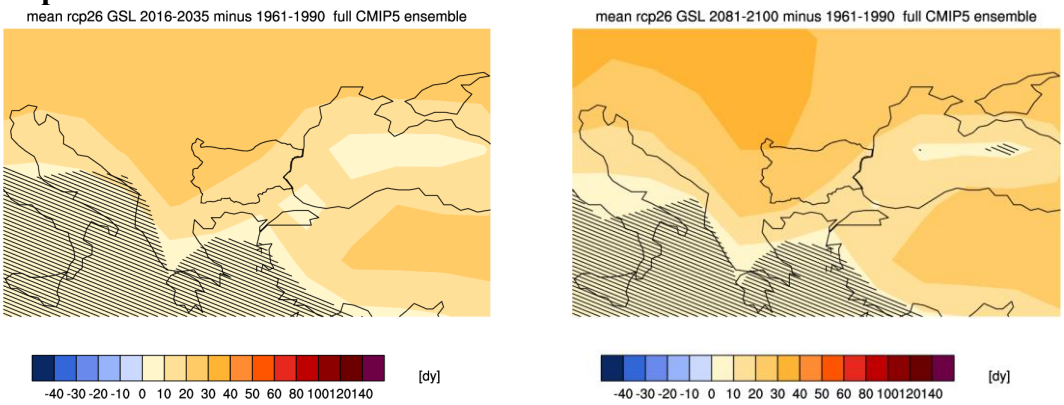


Фиг. 4. 67. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса DTR (°C) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990**.**

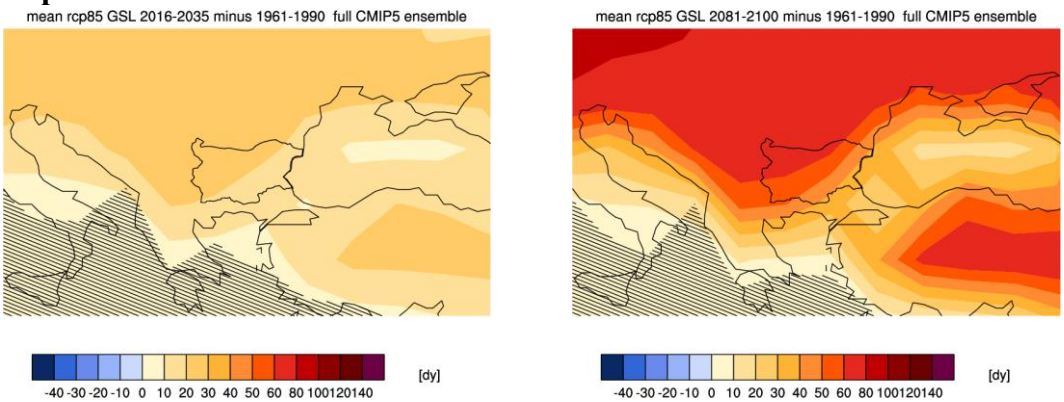
Получените резултати за анализираните очаквани промени в стойностите на индекса GSL (за промени в продължителността на вегетационния период) показват увеличение на стойностите на показателя по всички сценарии и за всички бъдещи периоди. Това е в съответствие с очакваните промени на средните сезонни температури, характеризирани по-горе в т. 4.2.2.1. от анализа. През периода 2016-2035 г. се очаква продължителността на периода със средноденонощна температура >5.0 °C да се увеличи спрямо референтния период с от 10 до 20 дни в Североизточна и Южна България и с от 20 до 30 дни в останалата част на страната. По сценария RCP8.5 се очаква това увеличение да бъде с над 50 дни за по-голямата част от страна (фиг. 4.68, фиг. 4.69).

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

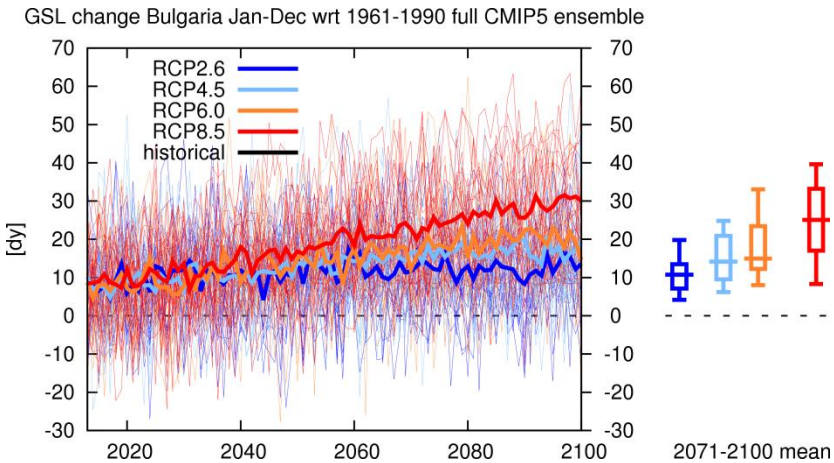
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



Фиг. 4. 68. Очаквани промени на стойностите на индекса GSL (продължителност на вегетационния период) (дни)



Фиг. 4. 69. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса GSL (продължителност на вегетационния период) (дни) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

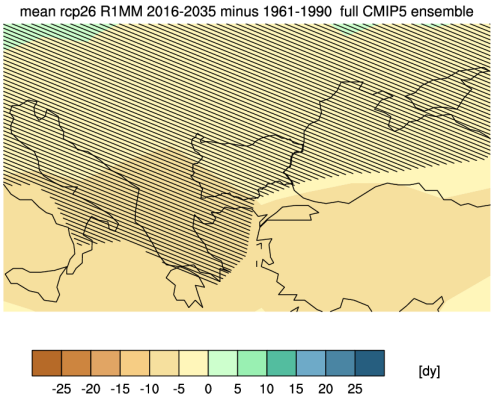
II. Анализ на очакваните екстремни климатични явления на базата на използваните валежни индекси

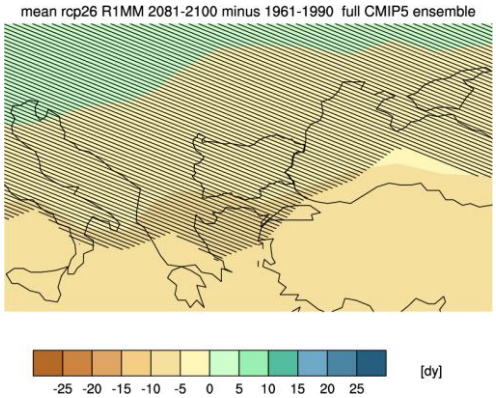
За разлика от температурата на въздуха, валежите са дискретно явление с много по-голяма естествена вариабилност в пространството и времето. Това натоварва допълнително с несигурност очакваните бъдещи климатични екстремни явления, свързани с валежите. Въпреки това, получените резултати от анализа на стойностите на използваните 11 валежни индекса дават основание в обобщен вид да се представи следната картина:

Според стойностите на индекса за влажните дни (R1mm) може да се очаква намаление в годишния брой на дните с валежи ≥1 mm за 24 ч. по всички сценарии, като това намаление е най-малко по сценария RCP2.6 (с от 5 до 10 дни) и най-голямо по сценария RCP8.5 към края на века (с от 20 до 25 дни в Западна България и с от 15 до 20 дни в останалата част на страната) – фиг. 4.70, фиг. 4.71.

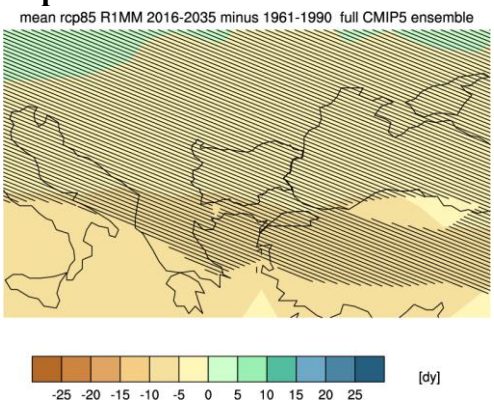
Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

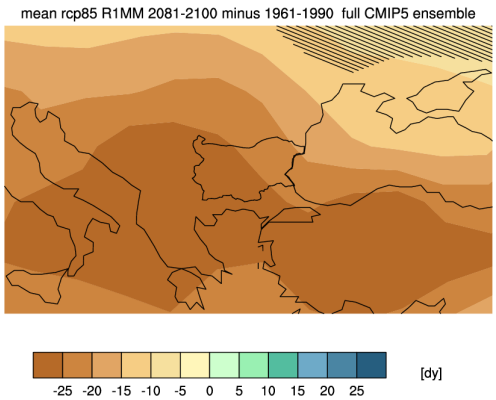
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



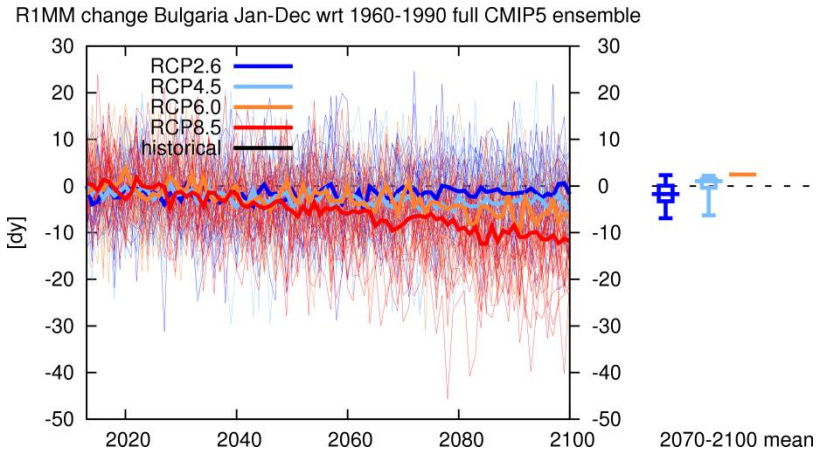


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5





Фиг. 4. 70. Очаквани промени на стойностите на индекса за влажните дни (R1mm) (дни)



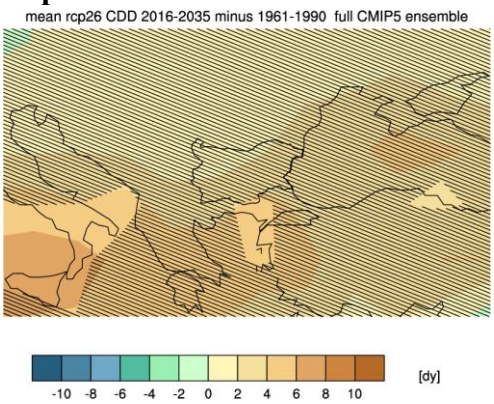
Фиг. 4. 71. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за влажните дни (R1mm) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г. (дни)

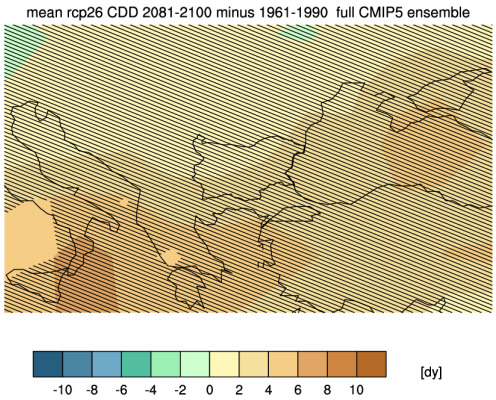
Стойностите на индексите за годишния максимален брой на последователните дни с валежи <1 mm (CDD – Consecutive dry days, Maximum length of dry spell) и за годишния максимален брой на последователните дни с валежи ≥ 1 mm (CWD – Consecutive wet days, Maximum length of wet spell) очертават тенденция към по-продължителни безвалежни периоди и съответно към по-кратки периоди от последователни дни с валежи през годината. По сценария RCP2.6 стойностите на първия индекс (CDD) показват увеличение и за двата бъдещи периода (2016-2035 г. и 2081-2100 г.) с до 2-4 дни. По сценария RCP8.5 към края на XXI в. се очаква тези стойности да се увеличат с над 10 дни в сравнение с базисния климатичен период (фиг. 4.72).

Очаквани промени за периода 2016-2035

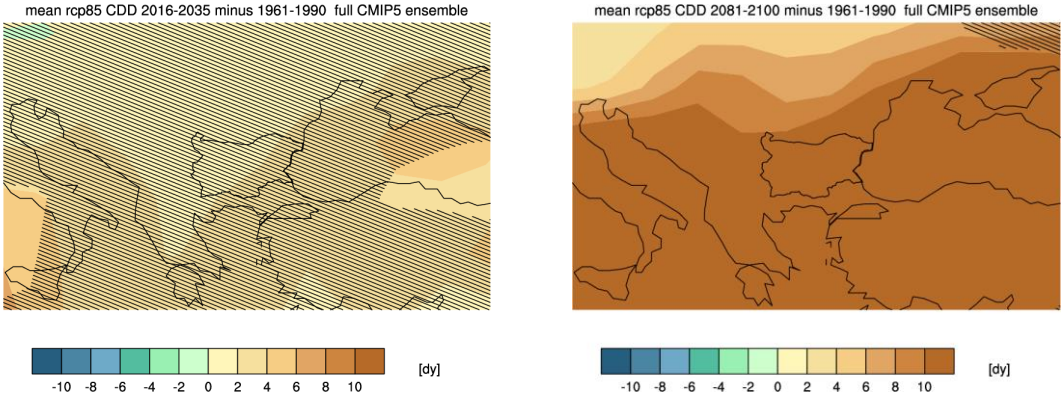
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6





Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

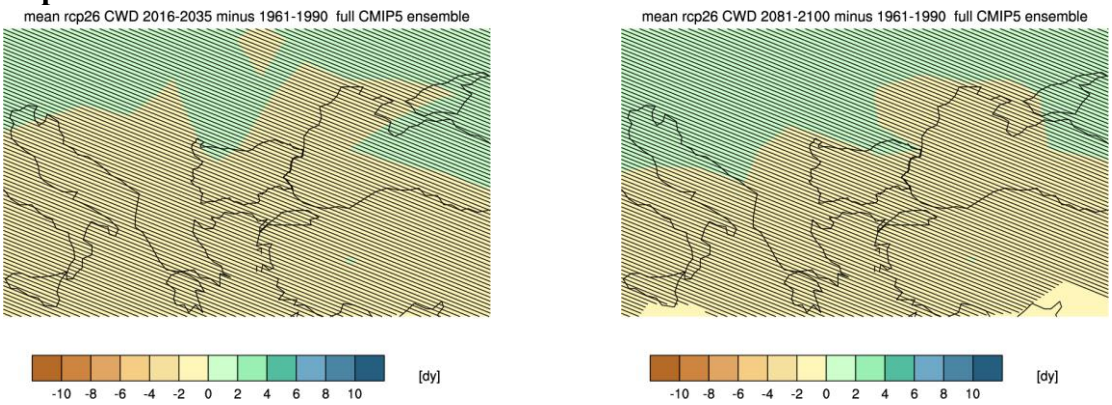


Фиг. 4. 72. Очаквани промени на стойностите на индекса за годишния максимален брой последователните дни с валежи <1 mm (CDD) (дни)

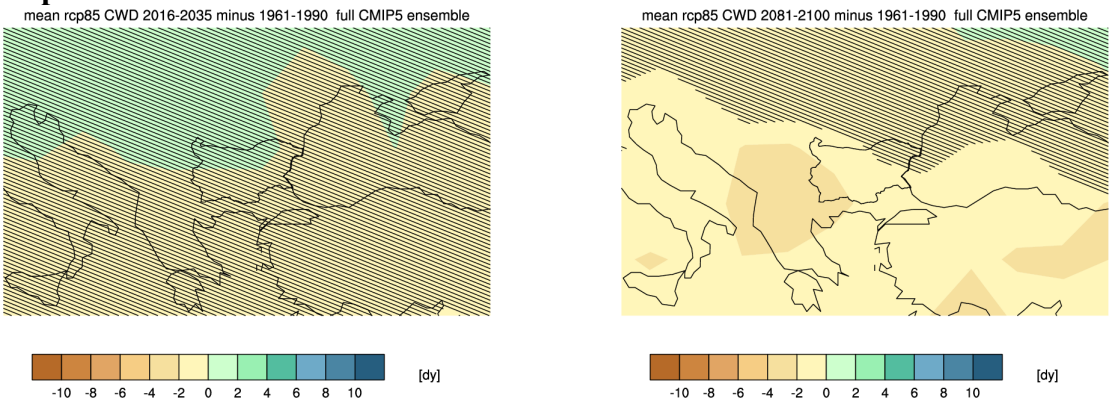
Очакваните промени във втория индекс (CWD) са по-значими по сценария RCP8.5 към края на века – с намаление от около 2-4 дни на максималния брой на последователните дни с валеж в сравнение с референтния климатичен период (фиг. 4.73).

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

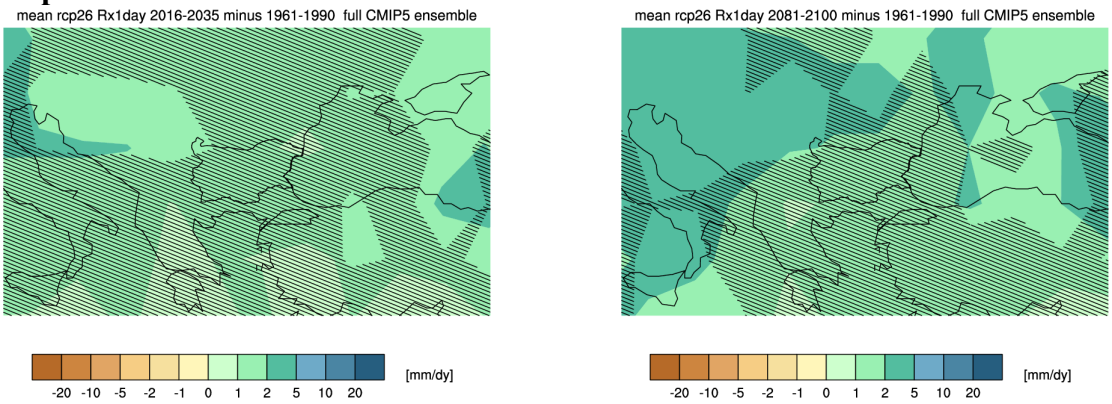


Фиг. 4. 73. Очаквани промени на стойностите на индекса за годишния максимален брой последователните дни с валежи ≥ 1 mm (CWD) (дни)

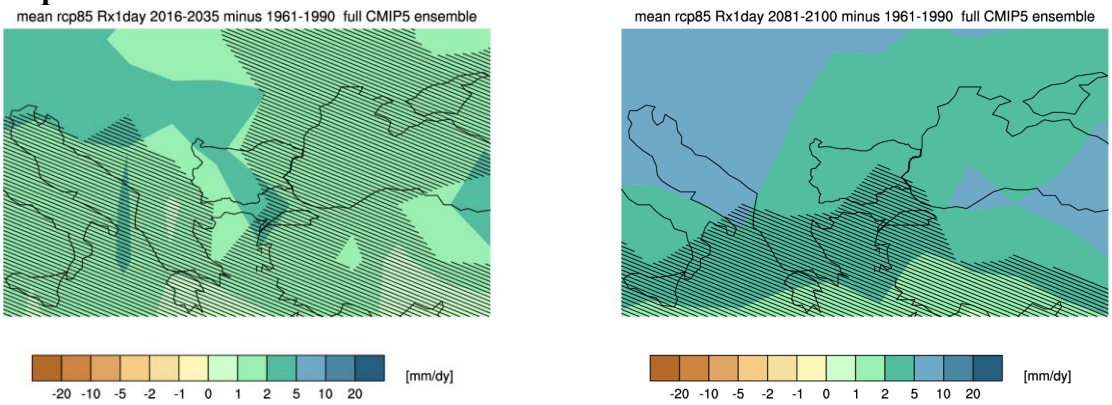
Стойностите на някои от използваните индекси показват нарастване на валежите през тези по-кратки периоди с валежи, което е сигнал за очаквани по-краткотрайни, но интензивни валежи. Това се потвърждава от получените стойности на индекса за максимални еднодневни валежни суми (RX1day), за максимални петдневни валежни суми (Rx5day), както и от стойностите на процентилните индекси за много влажни (R95pTOT) и за екстремно влажни дни (R99pTOT). Стойностите на посочените индекси показват тенденция към увеличение, което е по-силно изразено при процентилните индекси по сценария RCP8.5 към края на века (фиг. 4.74, фиг. 4.75, фиг. 4.76, фиг. 4.77, фиг. 4.78 , фиг. 4.79, фиг. 4.80 и фиг. 4.81).

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

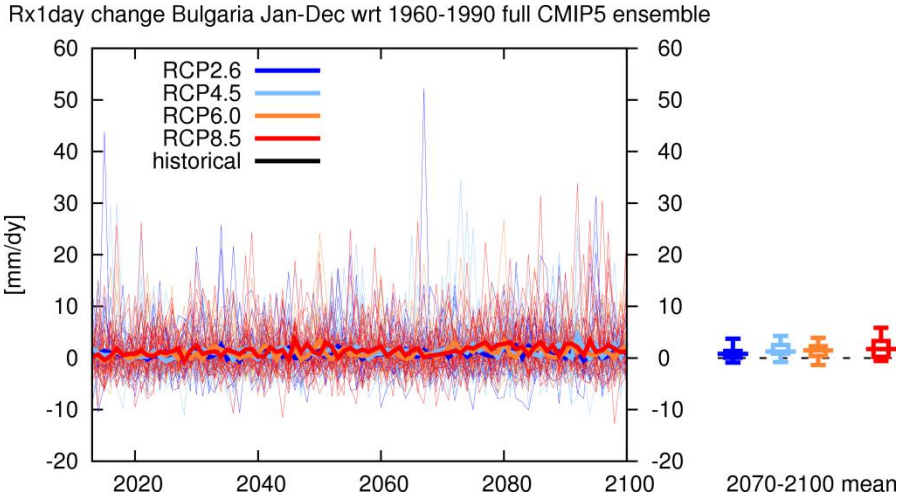
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



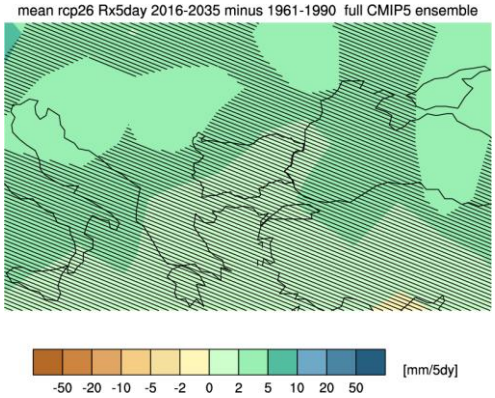
Фиг. 4. 74. Очаквани промени на стойностите на индекса за максимални еднодневни валежни суми (RX1day) (max mm/1 денон.)

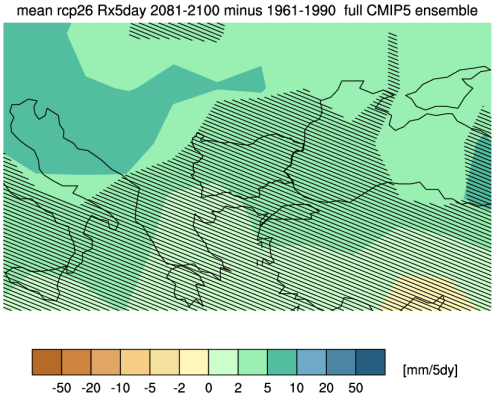


Фиг. 4. 75. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за максимални еднодневни валежни суми (RX1day) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г. (max mm/1 денон.)

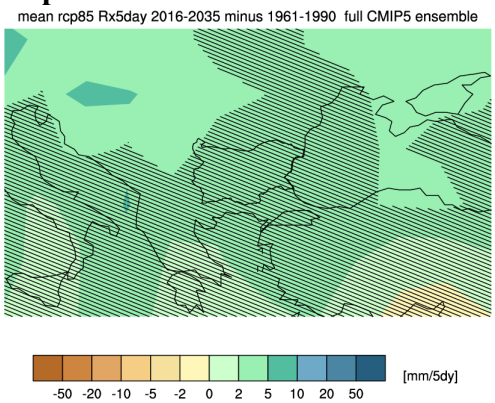
Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

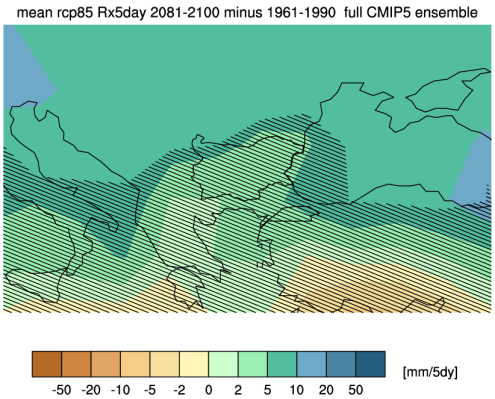
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



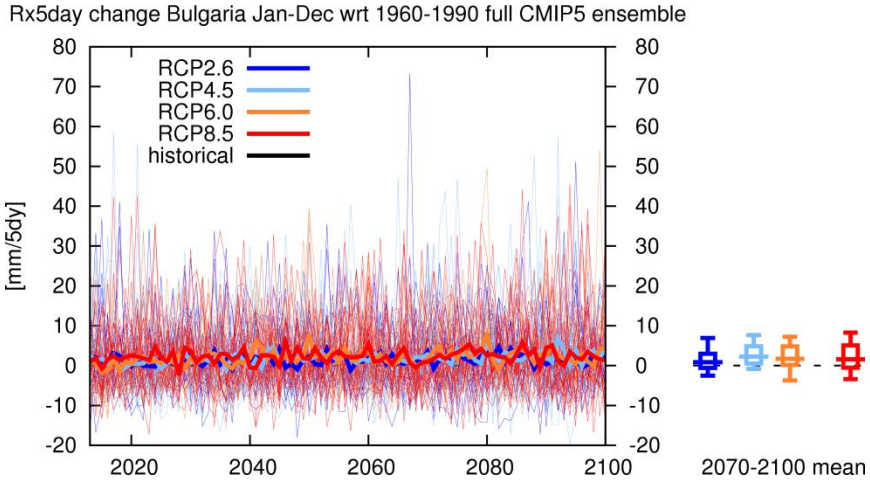


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5





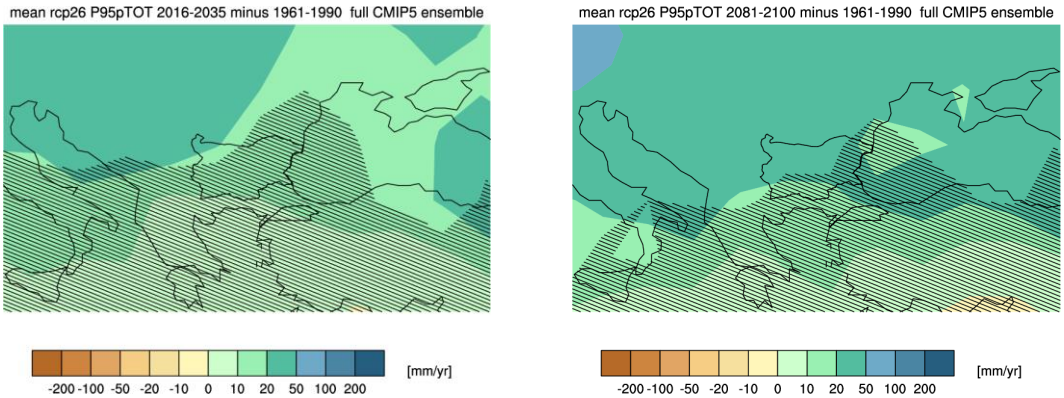
Фиг. 4. 76. Очаквани промени на стойностите на индекса за максимални петдневни валежни суми за пет последователни денонощия (Rx5day) (max mm/5 последователни денон.)



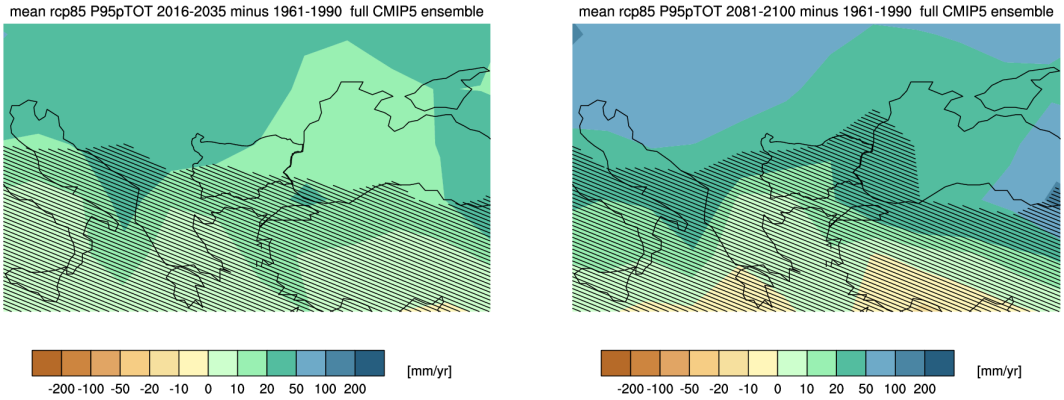
Фиг. 4. 77. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за максимални петдневни валежни суми за пет последователни денонощия (Rx5day) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г. (max mm/5 последователни денон.)

Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

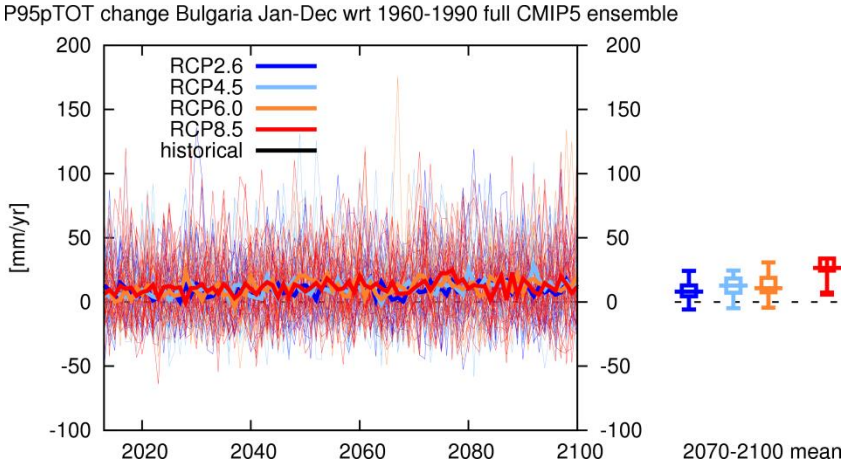
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5



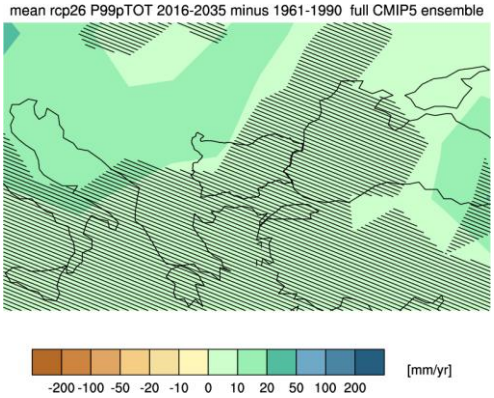
Фиг. 4. 78. Очаквани промени на стойностите на индекса за много влажни дни (R95pTOT) (mm/год.)

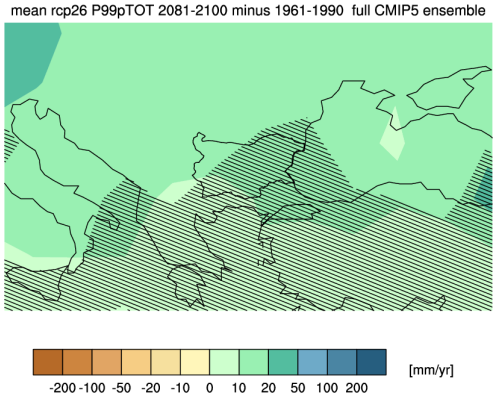


Фиг. 4. 79. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за много влажни дни (R95pTOT) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г. (mm/год.)

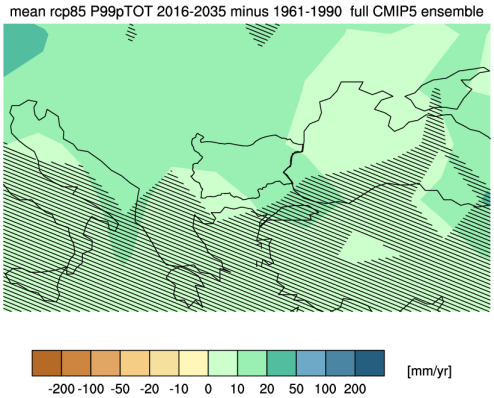
Очаквани промени за периода 2016-2035 **Очаквани промени за периода 2081-2100 г.**

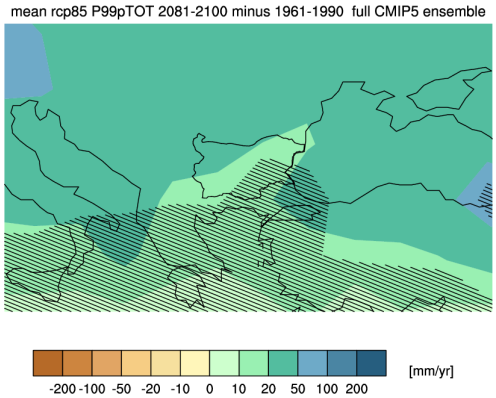
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6



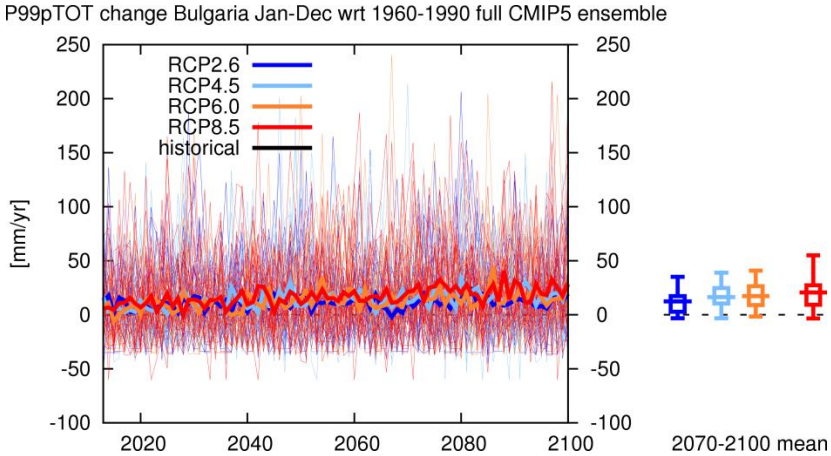


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5





Фиг. 4. 80. Очаквани промени на стойностите на индекса за екстремно влажните дни (R99pTOT) (mm/год.)



Фиг. 4. 81. Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за екстремно влажните дни (R99pTOT) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г. (max mm/1 денон.)

В обобщен вид резултатите от анализа за очакваните климатични екстремни явления са представени в табл.4.9:

Табл. 4. 9. Очаквани промени на климатичните екстремни явления по RCP сценариите на IPCC AR5

Индекси	**Мярка**	**Тенденция**	**Диапазон на изменение на стойностите по различните RCP сценарии**		
		(↑, ↓)	**2016-2035 г.**	**2046-2065 г.**	**2081-2100 г.**
I. Температурни индекси					
I.1. Индекси за „*студени*“ екстремни явления:					
FD (Frost days) Студени дни	дни	↓	0-10, 10-20	20-30, 30-40	20-30, 40-60
ID (Ice days) Ледени дни	дни	↓	0-10	0-10, 10-20	0-10, 10-20
TNn (Min Tmin)	°C	↑	1.5-2.0, 2.0-3.0	2.0-3.0, 4.0-5.0	3.0-4.0, 7.0-9.0
TXn (Min Tmax)	°C	↑	1.5-2.0, 2.0-3.0	2.0-3.0, 4.0-5.0	2.0-3.0, 7.0-9.0
TN10p (Cool nights) Студени нощи	%	↓	4-5, 6-7	6-7, 8-9	6-7, >10
TX10p (Cool days) Студени дни	%	↓	5-6, 7-8	6-7, 8-9	6-7, >10
I.2. Индекси за „*горещи*“ екстремни явления:					
TNx (Max Tmin)	°C	↑	1.5-2.0, 2.0-3.0	2.0-3.0, 4.0-5.0	2.0-3.0, 7.0-9.0
TXx (Max Tmax)	°C	↑	2.0-3.0	3.0-4.0, 5.0-7.0	3.0-4.0, 5.0-7.0
TN90p (Warm nights) Горещи нощи	%	↑	10-20	10-20, 30-40	10-20, 50-60
TX90p (Warm days) (Горещи дни)	%	↑	10-20	10-20, 30-40	10-20, 50-60

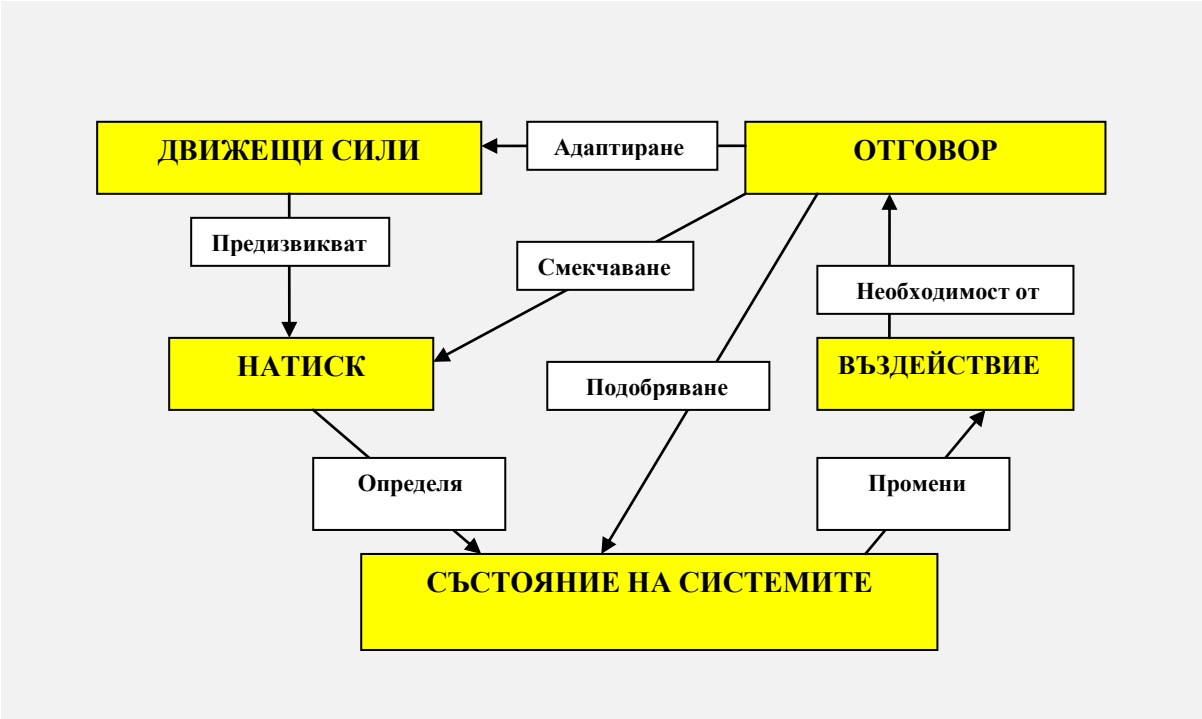
I.3. Други температурни индекси					
DTR (Diurnal temperature range)	°C	↑	0-0.5	0-0.5, 0.5-1.0	0-0.5, 1.0-1.5
GSL (Growing season length) (Продължителност на вегетационния период)	дни	↑	10-20, 20-30	10-20, 30-40	10-20, 40-50
II. Валежни индекси					
R1mm (Wet days) (Влажни дни)	дни	↓	0-5	0-5, 10-15	0-5, 20-25
R10mm (Heavy precipitation days) (Много влажни дни)	дни	↑,↓	0-5	0-5	0.5
R20mm (Very heavy precipitation days) (Много силно влажни дни):	дни	↑	0-2	0-2	0-2
RX1day (Max 1-day precipitation amount) (Максимални валежни суми за 24 ч.)	max mm/1 денон.	↑	1-2	1-2, 2-5	1-2, 2-5
Rx5day (Annual maximum consecutive 5-day precipitation) (Максимални валежни суми за 5 дни)	max mm/5 денон.	↑	0-2, 2-5	2-5	2-5, 5-10
SDII (Simple daily intensity index) (Прост индекс за интензивност на валежите)	mm/ден	↑	0.1-0.2, 0.2-0.5	0.1-0.2, 0.2-0.5	0.1-0.2, 0.2-0.5
CDD (Consecutive dry days, Maximum length of dry spell) (Последователно сухи дни)	дни	↑	0-2, 2-4	0-2, 6-8	0-2, 8-10
CWD (Consecutive wet days, Maximum length of wet spell) (Последователно влажни дни)	дни	↑,↓	0-2	0-2	0-2, 2-4
PRCPTOT (Annual total wet-day precipitation) (Годишна сума от валежите през влажните дни)	mm/ден	↑,↓	0-0.1	0-0.1, 0.1-0.2	0-0.1, 0.2-05
R95pTOT (Very wet days) (Много влажни дни)	mm/год.	↑	0-10, 10-20	10-20, 20-50	10-20, 20-50
R99pTOT (Extreme wet days) (Екстремно влажни дни)	mm/год.	↑	0-10, 10-20	0-10, 10-20	10-20, 20-50

5. Описание и анализ на използвания метод. Дефиниране на екстремните явления и природни бедствия, свързани с промените на климата

5.1. Описание и анализ на използваната методика

5.1.1. ДНСВО

Климатичните промени са една от движещите сили на глобалните промени и би трябвало анализът и оценката на риска и уязвимостта на секторите в българската икономика от климатичните промени да се извършват в този по-общ контекст. За тази цел широко приложение намира предложения от OECD (1993) и възприет от EEA(1998) DPSIR/ДНСВО (Driving-Pressure-State-Impact-Respond/Движещи сили – Натиск – Състояние – Въздействие - Отговор) подход (Фиг. 5.1). Този подход позволява да бъдат интегрирани оценките на риска от климатичните промени за различни стопански сектори и региони от страната в една обща рамка.



Фиг. 5. 1. Модел на подхода ДНСВО за анализ на риска от климатичните промени

Подходът е успешно приложен за интегрирана мултисекторна оценка на регионалното влияние на климата във Великобритания (Holman et al., 2005), където той се описва накратко както следва:

Движещите сили се разглеждат на регионално ниво и се анализират по отношение на промените в климата, социално-икономическите системи и националната и европейската политика;

Натискът също се разглежда на регионално ниво, като се анализират променливи, които характеризират количествено движещите сили (температура, валежи, концентрации на въглероден диоксид, екстремни явления, БВП, регионално развитие и др.).

Състоянието се характеризира от индикатори за променливите, които се отнасят до чувствителността на системите или секторите към натискът.

Въздействието зависи от това какви стойности са достигнали индикаторите за състояние на системите и доколко те се доближават до критичните им нива.

Отговорът се изразява в планирани модели за адаптиране, които целят да намалят негативните и да засилят позитивните въздействия от климатичните промени. Резултатите от тези модели се оценяват като възможни бъдещи политики за адаптиране. Те трябва да бъдат подкрепени също така от бизнеса и неправителствения сектор.

5.1.2. Оценка на риска

Рискът от климатичните промени в контекста на общия подход за оценка на риска е функция на *вероятността, експонираността и уязвимостта*. Вероятността се определя от степента на *несигурност,* с която може да се реализира един или друг сценарий за промяна на климата. Експонираността зависи от това, кои системи са изложени на въздействието на климатичните промени и доколко те са *чувствителни* към него. Силата на въздействието (impact) на климатичните промени зависи от експонираността и чувствителността на социално-икономическите системи към тях. Уязвимостта се определя от много фактори, както природни, които определят силата на въздействието, така и социални, икономически и политически, от които зависи *адаптационния капацитет* на системите (Фиг. 5.2).

Фиг. 5. 2. Съставящи на риска от климатичните промени

5.1.2.1. Опасност

Опасността от климатичните промени произтича от степента на несигурност за реализирането на един или друг сценарий за промяна на климата и се дефинирана като *вероятност* за реализиране на определен изход и въздействие върху чувствителните към него системи. Такъв подход е възприет от IPCC в AR5 (AR5 Technical Summary, 2013), където се разграничават 7 основни и 3 допълнителни степени на вероятност за реализацията на един или друг сценарий за изменение на климата (Таблица 5.1.):

Табл. 5. 1. Вероятност за реализиране на сценария

No	Вероятност от изход	Вероятност (%)
1	Почти сигурно	99-100
2	Много вероятно	90-100
3	Вероятно	0-33
4	По-вероятно да не	33-60
5	Малко вероятно	0-33
6	Много малко вероятно	0-10
7	Изключително малко вероятно	0-1
Допълнителни / алтернативни		
A	Изключително вероятно	95-100
B	По-вероятно, отколкото не	50-100
C	Изключително малко вероятно	0-5

В Петия доклад на Междуправителствената експертна група по изменение на климата (IPCC, 2013), се разработват нови сценарии за промените в климата (Representative Concentration Pathways (RCP)), които имат за цел по-добре да проследят пътя и въздействието на емисиите парникови газове върху радиационния натиск (W/m^2) в климатичната система и респективно, да подобрят анализа за очакваното въздействие от реализирането на тези сценарии чрез друга група сценарии, симулиращи възможните пътища на социално-икономическо развитие в бъдеще (Shared Socio-economic Pathways (SSPs). Паралелно се разработват сценарии, които могат да се използват за анализи във връзка с целите и политиките за адаптиране и смекчаване на въздействието от климатичните промени (Shared Climate Policy Assumptions (SPA)), Табл. 5. 2, (Kok et al., 2013).

Табл. 5. 2. Връзка между сценариите RCP, SSP и SPA в IPCC AR5, (Kok et al., 2013)

RCP (W/m^2)	**Климат T , P, Морско ниво**	**SSPs**			
		SSP1	SSP2	SSP3	SSP4
2,6					
4,5		SPA			
6,0					
8,5					

5.1.2.2. Експонираност и чувствителност на социално-икономическите системи и човешкото здраве към климатичните промени.

Експонираността зависи от това кои системи са изложени на въздействието на конкретно влияние и се характеризира от чувствителността на природните и социално-икономическите системи и хората по отношение на вероятното въздействие на промените в климата (Таблица 5.1). За различните сектори в икономиката, екосистемите и човешкото здраве въздействието на климатичните промени не е еднозначно. Ако намаляването на валежите през зимата ще доведе и до намаляване на снежната покривка, то това би се отразило благоприятно на транспортните системи, но по-скоро неблагоприятно на зимния туризъм, водния сектор и др. Тъй като въздействието върху експонираните на влиянието на климатичните промени системи може да бъде както отрицателно, така и положително или незначително, това е показателно и за тяхната чувствителност към промените. За да определим до колко е голяма тя и в каква посока, трябва да се оцени: 1) Каква е вероятността от реализирането на очаквания изход от модела и 2) От какъв характер ще е очакваното въздействие и 3) Какви са чувствителността и адаптационния капацитет на системите към очакваното въздействие.

Степента на чувствителност ще зависи от комбинацията между вероятния изход, A, B или C от таблица 1, и очакваното въздействие на климатичните промени в температурата, валежите и екстремумите върху системата, което приемаме, че може да бъде положително (+), отрицателно (-) или неутрално до незначително (0). Възможните комбинации са: 0 – Няма чувствителност - (A0) (B0) (C0); 1- Ниска чувствителност - (C+) (C-); 2- Умерена чувствителност - (B-) (B+) и 3- Висока чувствителност - (A-) (A+) (Таблица 5.3). Когато оценката се отнася за времевия хоризонт 2016-2035 по отношение на средните очаквани промени в температурите и валежите няма съществени различия между четирите сценария, както в степента на несигурност за тяхната реализация, но в сценариите за времевия хоризонт до края на века те са по-изразителни.

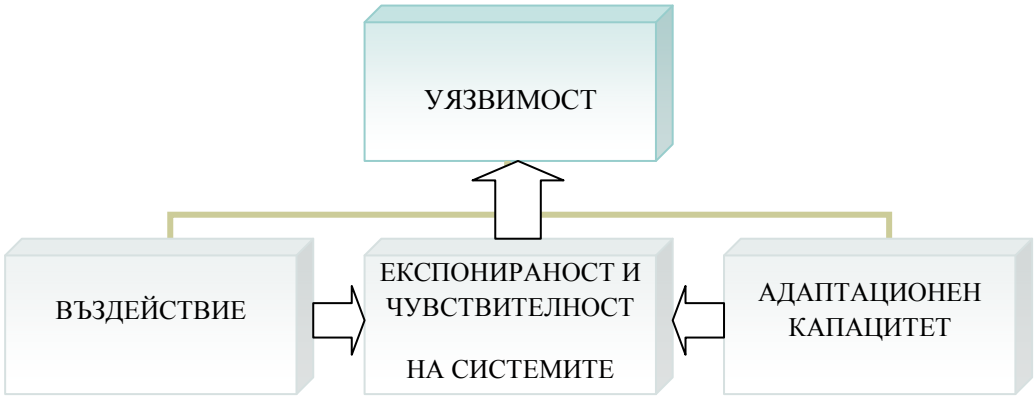
Табл. 5. 3. Чувствителност на системите към климатичните промени (ΔT, P(%), Ex - екстремни събития).

Система/ индикатори	**Климатичен сценарий**	**Вероятност за изход (времеви хоризонт) 2016-2035**			**Очаквано въздействие (положително (+) незначително или никакво (0) и отрицателно (-))**			**Степен на чувствителност 1- Ниска 2- Умерена 3- Висока**		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
	RCP	**ΔT**	**P(%)**	**Ex**	**ΔT**	**P(%)**	**Ex**	**ΔT**	**P(%)**	**Ex**
	RCP 2.6									
	RCP 4.5									
	RCP 6									
	RCP 8.5									

Степента на чувствителност се определя като отношение на сумата от всички точки за всички индикатори характеризиращи даден сектор в колони 10, 11 и 12 от таблица 5.3 и сумата от максималните точки в колони 10, 11 и 12 от таблица 5.3. Оценката на очакваното въздействие се дава въз основа на посекторния експертен анализ.

5.1.2.3. Уязвимост

Уязвимостта, в контекста на въздействието от промените в климата, се измерва чрез съотношението между чувствителността и адаптационния капацитет на системите, изложени на нея (Фиг. 5.3).



Фиг. 5. 3. Компоненти на уязвимостта към климатичните промени

Чувствителността се определя, за всяка система и всеки климатичен сценарий по отделно, като 1 – ниска, 2-умерена, 3-висока. Сумата от всички точки за дадена система и сценарий се разделя на сумата от максималните точки, за да се прецени към кой от сценариите за климатични промени, системата е чувствителна и до колко.

Адаптационния капацитет измерва потенциала на системата да се адаптира към промените, (Brooks, 2003). Той се интерпретира в контекста на уязвимостта, разбирана като интегрирана част от причинно-следствените връзки между съставящите на риска и се определя чрез система от индикатори за демографския профил на изследваната територия, за социално-икономическите условия, околната среда и политиките провеждани в дадена сфера на дейност.

В конкретния анализ сме избрали максимално опростен подход за оценка на адаптационния капацитет за адаптиране на системите към климатичните промени, който се изразява в следното:

1 - *висок адаптационен капацитет* – изпълняват се директиви, стратегии и програми за адаптиране и за намаляване на риска от климатичните промени в сектора;
2 - *достатъчен адаптационен капацитет* – частично се изпълняват директиви, стратегии и програми за адаптиране и за намаляване на риска от климатичните промени в сектора;
3 - *недостатъчен адаптационен капацитет* – няма предприети мерки за справяне с риска от климатичните промени в сектора.

Адаптационният капацитет се оценява за всеки сектор с точки от 1 до 3 (1- висок, 2-достатъчен, 3-недостатъчен).

Уязвимостта може да се изрази чрез Индекса на уязвимост изразен като:

У =Ч/Ак
Където:
У – уязвимост
Ч – чувствителност
Ак –адаптационен капацитет

За оценка на степента на устойчивост/уязвимост на системите сме адаптирали предложената скала за оценка на Индекса за уязвимост по Garcia et al. (2012) както следва:

Скала за оценка на Индекса за уязвимост

Стойност на индекса	Устойчивост/уязвимост
0.80 - 1.00	Изключително устойчив
0.50 - 0.79	Много устойчив
0.20 - 0.49	Умерено устойчив
0.01 - 0.19	Уязвим

Системите стават уязвими, когато адаптационният им капацитет не е достатъчен, за да се справят с дадено въздействие. Степента на уязвимост на системите зависи освен от адаптационния капацитет и от степента на въздействие на климатичните промени и може да се характеризира от следните варианти, предложени в CLIMSAVE (2013):

1. Не са уязвими (въздействието е незначително).
2. Не са уязвими (наличие на достатъчен адаптационен капацитет).
3. Уязвими (недостатъчен адаптационен капацитет).
4. Много уязвими (въздействието надвишава възможностите на адаптационния капацитет).

Възможното въздействие на климатични промени върху социално-икономическите системи и подсистеми и върху човешкото здраве е много трудно да се оцени, но много добър ориентир в това отношение е анализът, представен в Доклад 12 на Европейската агенция по околна среда "Климатични промени, въздействие и уязвимост 2012".

Естеството на опасността (в какво точно се изразява тя) и времето, за което може да се реализира, са определящи условия за прилагането на успешна адаптационна стратегия. Разграничават се три вида адаптиране към риска в околната среда: *пасивно*, което се изразява в отказ или възприемане на бедствената ситуация като нещо временно и поправимо; *предвидливо*, когато се провеждат наблюдения, набират се данни, оценяват се тенденции и се разработват модели; *контролирано*, когато се търсят и прилагат конкретни управленски решения и програми за адаптиране, Crichton (2009). Високият адаптационен капацитет може само да намали уязвимостта на системата по отношение на дадена опасност в бъдеще, но това предполага, че опасността се изразява в бавни промени, които ще дадат време на системата да се адаптира. Може да се приеме, че системата се е адаптирала тогава, когато тя е придобила качества да се справя със стреса от конкретни външни въздействия (Николова, 1998, Brooks, 2003), но когато въздействието е твърде силно адаптирането не е достатъчно, за да предотврати катастрофалните последици от бедствието. Поради това е необходимо да се интегрират политиките за адаптиране към климатичните промени, с тези за защита от природните бедствия, породени от тях. За да се оцени адаптационния капацитет се използва система от индикатори, които се отнасят до конкретната територия, сектор на икономиката и въздействие от промените в климата. Рискът от климатичните промени се оценява въз основа уязвимостта на системите.

Много важен елемент в оценката на риска, е *оценката на възможните щети*, но поради голямата несигурност и многовариантност, както на възможните изходи от климатичните промени, така и на подсистемите в геосистемите и в секторите на стопанството, това е задача, която изисква интегриране на резултатите от приложението на специфични методи за оценка и много детайлни изследвания.

5.1.3. Управление на риска

Управлението на риска има за цел да намали уязвимостта на социално-икономическите системи като намали или предотврати опасните последствия за населението в застрашените райони, реагира на опасността чрез системи за ранно предупреждение, провежда съобразено земеползване, поддържа в готовност специализираните звена за оказване на помощ, провежда възстановителните дейности след бедствието и др. Управлението на риска от природни бедствия включва дейностите, които се извършват преди, по време на, и след природното бедствие. То може да се разглежда като част от управлението на риска от климатичните промени, доколкото политиките насочени към смекчаване на последствията и адаптирането към тях често не са в състояние да предотвратят последствията от екстремните метеорологични явления и свързаните с тях други опасни събития.

Целите, които си поставя управлението може да бъдат *краткосрочни, средносрочни или дългосрочни*. Краткосрочните цели се отнасят до необходимостта да се привлече вниманието на хората към дадена непосредствена опасност и да се повиши ангажираността им с организацията за справяне с нея. Средносрочните и дългосрочни цели са насочени към повишаване на устойчивостта на системите и на културата на превенция във всички сфери на обществения живот за постигане на устойчиво развитие в дългосрочен план.

Управлението на риска на национално, регионално и локално ниво има своите специфични особености. На национално равнище то се провежда въз основа на силно обобщени статистически данни за опасността и уязвимостта. Управлението на риска на локално ниво е ориентирано към конкретно опасно явление или група явления, които засягат точно определена територия (община, речен басейн), с конкретни функции в рамките на територията и инфраструктурни обекти, жилищни сгради и граждани, които ги обитават.

Управлението на риска изисква интегрирани подходи, защото бедствията се генерират в резултат от действието на много едновременно действащи и повече или по-малко свързани помежду си фактори. Това е валидно както на глобално, така и на регионално и локално ниво. Така например, климатичните промени, деградацията на екосистемите, финансовите и икономически кризи водят респективно до глобален ръст на природни бедствия, пандемии, технологични катастрофи, бедност и тероризъм. На регионално ниво, например в рамките на един речен басейн, процесите също протичат свързано и изискват интегрирани управленски решения. Едно голямо наводнение в басейна, активизира свлачища и срутища в планинските територии, замърсяване на водите и опасност от епидемии в населените места, икономическа и финансова дестабилизация на прилежащите административни единици и пряко или косвено обедняване на местното население. Националните стратегии за управление на риска са свързващото звено между глобалните и локалните модели на интегрирано управление на риска (ИУР). Те трябва да взимат предвид съществуващите тенденции и процеси и в съседните страни и в регионите и икономическите общности към които принадлежат,

както и глобалните климатични промени и усилията на международната общност за интегрирано управление и адаптиране към тези процеси на всички нива на управление.

Интегрираното управление на риска представлява мултисекторно (право, администрация, икономика, технологии, социална сфера) прилагане на политики и мерки за намаляване на риска от природни бедствия на базата на научни и технологични решения. То трябва да регулира процесите произтичащи от глобалните промени, които водят до нарастване на уязвимостта на системите в околната среда (природни, икономически и социални) и да повиши устойчивостта им на потенциалните опасни въздействия. В този процес диалогът между различните заинтересовани субекти и институциите, както и обществената култура по въпросите, касаещи риска от климатичните промени, са от съществено значение. Има пряка връзка между политиките за устойчивото развитие и сигурност и намаляването на уязвимостта от природни бедствия, в т.ч. и тези, породени от промените в климата.

Важен инструмент в този управленски процес са индикаторите за оценка и управление на риска. Те позволяват да се оцени резултата от управлението в контекста на заложените в него социални цели, в т.ч. и за уязвимостта към климатичните промени. Индикаторите имат две важни характеристики: 1) Да представят информацията чрез някаква количествена *мярка*, което ги прави по-лесно разбираеми и сравними и 2) Да *опростят* информацията за някакъв комплексен проблем, като я представят във вид, който улеснява комуникацията.

Прилагането на индикатори в управлението на риска от климатичните промени и природните бедствия и техния подбор са подчинени на целите на управленския процес. Те биха могли да покажат, дали уязвимостта и риска нарастват или намаляват в рамките на някакъв контролен период, да бъдат източник на информация за уязвимостта на конкретни обекти по отношение на промените за нуждите на конкретни институции като застрахователните, например, или да дават обобщена представа за състоянието на системите за управление на риска от природни бедствия чрез различни индекси, обобщаващи информацията от индикаторите. Такива са индексът за риска от бедствия (DRI-Disasiter Risk Index), предложен от UNDP за да покаже доколко развитието на различните страни влияе върху уязвимостта им по отношение на природни бедствия и Глобалния Климатичен Риск Индекс (GCRI - Global Climate Risk Index), който измерва степента на експонираност и уязвимост на страните към екстремни явления. Той трябва да се възприема като сигнал за готовност на страните да посрещнат опасността от метеорологичните, климатичните и хидроложки екстремуми. Базата данни, въз основа на които е разработен индекса от GERMANWATCH, включва само данни за директните загуби, в т.ч. и смъртност от екстремните хидро-метеорологични събития, но не включва данни за индиректните загуби, например за броя на засегнатите хора.

5.1.3.1. Индикатори

Изборът на индикатори се извършва така, че те да отговарят на определен набор от критерии, като: 1) Представителност (този индикатор измерва ли най-важния елемент, характеризиращ явлението); 2) Надеждност (данните за него съвместими ли са с данните за минали периоди и дали са достоверни); 3) Чувствителност (може ли индикаторът да измери промяната на условията); 4) Достъпност (лесно ли ще е да се измерват и съхраняват данните и ще бъдат ли разбираеми за групата ползватели, за която са предназначени); 5) Обективност (данните ще останат ли представителни при смяна на условията и ако не, в каква степен ще се промени достоверността им); 6) Мярка (проценти, категории в зависимост от групираните стойности на индикаторите: висока, средна и ниска и др.)

Оценката се извършва по отношение на всяка от съставящите на риска и на факторите, които могат да го породят, повишат или намалят, въз основа на анализ на съответните индикатори и индекси. Системата от индикатори се разработва в съответствие с принципната схема за създаване на индикатори в следните основни стъпки: 1) Определяне на целта с която ще се прилагат (оценка на управлението и политиката за намаляване на опасността и уязвимостта или на риска и др.); 2) Определяне на времевите и пространствени граници за които се отнасят; 3) Избор на теоретичен модел (например ДПСВО) 4) Определяне на общите критерии, на които трябва да отговарят индикаторите; 5) Избор и анализ на необходимата налична база данни; 6) Избор на система от индикатори, които да удовлетворяват приетите критерии и 7) Създаване на индекси (Disaster Risk Index (DRI) (UNISDR, 2005), Community Based Risk Index (CBRI), (GTZ, 2004), Notre Dame – Global Adaptration Index (ND-GAIN) и др.).

Глобалният Индекс за Адаптираност (ND-Global Adaptation Index) е разработен за оценка на уязвимостта към климатичните промени. Той е предназначен да показва кои страни до колко са подготвени (адаптирани) да се справят с риска от екстремни събития в следствие на климатичните промени. Връзката между индикаторите за уязвимост (експонираност, чувствителност и адаптационен капацитет) и жизнено важните стопански сектори е представена в две степени (висока (+), когато индикаторът допринася за повишаване на уязвимостта и ниска (–), когато неговата стойност води до намаляване на уязвимостта), Таблица 5.4. (ND-GAIN, 2013). Индексът все още е в процес на разработване и още не е приложен за оценка на страните по този показател.

Табл. 5. 4. Очаквано въздействие върху уязвимостта от климатичния риск по сектори (ND- GAIN, 2013)

Сектор	Уязвимост		
	Експонираност	**Чувствителност**	**Адаптационен капацитет**
Вода	Очаквана промяна във валежите (+)	Всички видове водопотребление (+)	Население с достъп до добро водоснабдяване (–)
	Очаквани промени в температурата (+)	Смъртност във възрастовата група до 5 г. поради заболявания в	Население с достъп до канализация (–)

		следствие на предавани по воден път болести (+)	
Храна	Очаквани промени в Зърнодобива (+)	Население, живеещо в селските райони (+)	Земеделски капацитет, използване на торове и механизация и дял на напояваните земеделски земи (%) (–)
	Коефициент на вариация в зърнодобива (+)	Зависимост от внос на хранителни продукти (+)	Деца под 5 г. възраст страдащи от недохранване (+)
Здраве	Очаквано влияние на климатичните промени върху смъртността от заболявания (+)	Брой здравни работници на глава от населението (–)	Дълголетие (–)
	Смъртност от инфекциозни и заразни болести (+)	Разходи за здравеопазване от външни източници (+)	Смъртност при раждане (+)
Население	Гъстота на населението в големите градове (+)	Население, живеещо в гета (+)	Загуби от прекъсване на електрозахранването (+)
	Градски риск (+)	Голям темп на нарастване на градовете (+)	Качество на търговската и транспортна инфраструктура (–)
Екосистемни услуги	Очаквана заплаха за биомите (+)	Екологични отпечатъци (–)	Защитени биоми (–)
	Зависимост от природния капитал (+)	Застрашени видове (+)	Подписани международни конвенции по околна среда (–)
Инфраструктура (крайбрежна)	Земи с н.в. под 10 m над морското ниво (+)	Население живеещо в земи с н.в. под 10 m над морското ниво (+)	Измерено по скалата за готовност
Инфраструктура (енергийна)	Население с достъп до надеждно електроснабдяване (–)	Енергиен риск (+)	Измерено по скалата за готовност
Инфраструктура (транспортна)	Честота на наводненията (+)	Пътища с настилка (–)	Измерено по скалата за готовност

5.1.3.2. Интегриран подход за оценка на риска от климатичните промени

Тъй като климатичните промени засягат едновременно, но по различен начин отделните региони и стопански сектори, то един комплексен подход на всички нива на управление е абсолютно необходим. Един такъв подход предполага провеждането на *междурегионална* и *междусекторна политика*, интегрирана във *всички нива на управление* и на *експертиза* (EEA, 2013).

Интегриране на ДНСВО подхода с изложения по-горе принципен подход за оценка на риска и с концептуалния модел на връзката между въздействието на климатичните промени, уязвимостта, смекчаването и адаптирането от фиг. 5.1, е представено в схемата на Таблица 5.5.

Табл. 5. 5. Интегриране на моделите за оценка на риска от климатични промени и ДНСВО

	ОПАСНОСТ	ЕКСПОНИРАНОСТ	УЯЗВИМОСТ	РИСК
ДВИЖЕЩИ СИЛИ	Сценарии за промяна на климата AR4, AR5			
НАТИСК	Несигурност от изхода на даден климатичен сценарий; Несигурност от изхода на сценарии за промени в социалните и икономически системи			
СЪСТОЯНИЕ		Индикатори за чувствителност и адаптационен капацитет на системите		
ВЪЗДЕЙСТВИЕ			Определяне на прагови стойности на индикаторите	
ОТГОВОР				Управление: Смекчаване на въздействието; Намаляване на уязвимостта; Адаптиране на системите

5.2. Дефиниране на екстремни явления и природни бедствия, свързани с промените в климата

Климатичните промени стават по-осезаеми чрез екстремните климатични явления, защото те са свързани с чувствителни отклонения от нормалното състояние на климата на дадено място. Това обаче не означава, че можем да твърдим със сигурност, че дадено екстремно метеорологично или климатично събитие е пряко следствие от промените в климата. Много екстремни събития са свързани с естествени колебания в климатичната система, като Ел Ниньо/Ла Ниня, Южната и Северноатлантическата осцилации и др. Свързаните с тяхното проявление екстремни събития се определят като „климатични екстремуми", а тези, които се свързват с екстремни характеристики на някои метеорологични елементи (температура, валежи, вятър) се определят като „метеорологични екстремуми". Двете групи явления са обединени като „климатични екстремуми" (IPCC, 2012). От друга страна, не всяко екстремно събитие води непременно до бедствие. Въпреки това, променящият се климат със сигурност води до промени в честотата, интензитета, пространствения обхват, продължителността и времето на проява на някои от тези явления (IPCC, 2012). Връзка между климатичните промени, екстремните климатични и метеорологични явления и риска от природни бедствия действително има, но само за някои от тях тя е потвърдена (Huber and Gulledge, 2011). Поради значимостта на този въпрос, IPCC публикува през 2012 г. специален доклад на работна грипа I и II: "Managing the Risk of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation" (IPCC, 2012). В този доклад, екстремумите са разгледани в техните физически аспекти, както и в контекста на експонираността и уязвимостта на системите по отношение на въздействието им. Според дадената там дефиниция, „*климатичният екстремум е стойност на променливата величина над или под зададена прагова стойност, която е близо до началото или края на ранжирания ред*". Това определение е съобразено с факта, че екстремните стойности на променливата за дадено място, може да са норма за друго място.

В анализа на екстремните явления се използват най-често данни за тяхната честота, повторяемост, относителен дял, брой събития с интензитет над зададено критично ниво (1-ви, 5-ти, 10-ти или 90-ти, 95-ти, 99-ти процентил), които се отнасят за определен времеви интервал. Събития, които се проявяват с вероятност от 1 до 5% са много редки. Например, идентифицирането на опасността от наводнения се извършва въз основа на вероятността и честотата, с която те се случват. Честотата, отразява вероятността речния отток (m^3/s) да достигне или да надвиши определена величина, над която има опасност от наводнение в период от 1 година. Различната вероятност за реализиране на различни по големина наводнения се описва от тяхната повторяемост (средната продължителност на периода, в който те се случват). Така например, когато казваме, че такова наводнение се случва веднъж на 100 години, това не означава, че ако събитието се е реализирало тази година, то следващото ще е след 100 години, а означава, че вероятността да се случи същото събитие във всяка една година е 1 на 100 или 1%. Колкото по-екстремно е дадено събитие, толкова по–малка е вероятността за случването му и е по-голям периода на повторяемост и обратното, събитията с по-малък период на

повторяемост са с по-голяма вероятност за случване. Както физическите параметри на екстремните климатични и метеорологични събития, така и границите след които те стават опасни и нанасят щети, са относителни и зависят от редица фактори в околната среда. Едно от предизвикателствата да се определи дали и доколко климатичните екстремуми са свързани с климатичните промени произтича от това, че детерминистичният подход в оценката на опасността от тези събития въз основа на миналия опит вече не е адекватен, защото условията в климатичната система са променени.

Тренберд (2012) подчертава, че в съвременните условия „всички климатични явления са повлияни от климатичните промени, защото средата, в която те се пораждат е по-топла и по-влажна от преди". И добавя, че "дори много малки промени в средните стойности могат да предизвикат много голямо процентно изменение в екстремумите" (Trenberth, 2012). Нарастването на парниковите газове и аерозолите в атмосферата е постоянен фактор, който влияе на повишението на глобалната температура. Повишаването на температурата на Световния океан с 0,5-0,6˚C спрямо 1950-те, през 1970-те е довело до нарастване на изпарението от световния океан с 4% (Trenberth et al., 2007). В резултат на това, атмосферата е станала по-влажна и по-топла и това намира отражение в нарастването на валежите и свързаните с тях екстремни явления с 5-10% (Trenberth, 2012).

Това предполага, че с нарастването на глобалната температура и рискът от климатични екстремуми ще расте, но кои точно, кога и къде, са въпроси, на които може да се отговори само донякъде.

За да се потвърди връзката между климатичните промени и риска от конкретно екстремно климатично явление, тя трябва да се докаже по три начина: *чрез теорията, наблюденията и моделите*. Чрез теорията трябва да се посочат физическите причини, поради които дадено екстремно събитие може да е свързано с промените на климата. Наблюденията са необходими, за да покажат дали има вече промени в интензитета, честотата и продължителността на явлението, които са съизмерими с физическите причини, а моделите трябва да покажат дали рискът от това екстремно събитие расте в съответствие с теорията и наблюденията (Huber and Gulledge, 2011).

Хубер и Галедж (2011) съобщават още, че към момента има доказателства и по трите направления (теория, наблюдения и модели) за връзката между климатичните промени и нарастващия риск от следните климатични екстремуми: *екстремни горещини, обилни валежи (в т.ч. и снеговалежи), суша и горски пожари*. За други климатични екстремуми няма достатъчно (ураганите) или няма никакви доказателства за тези връзки, но това не означава, че в бъдеще, с продължаване на наблюденията и усъвършенстване на моделите, няма да се появят такива.

Ако наблюденията показват тенденция към нарастване на опасността от дадено екстремно климатично явление или на индикаторите за неговата проява (виж т.6.), и тази тенденция се потвърждава от глобалните и регионалните модели за промените в климата

(виж т.4.), то това вече е достатъчно силен сигнал за необходимостта да се вземат мерки за намаляване на уязвимостта и риска от него и/или за адаптация към промените.

Случаи с екстремни събития, довели до бедствия с последствия за социално-икономическите системи и здравето на хората, като сушата от 1982-1994, горещите вълни през 1998 и 2000 години, наводненията от 2005 г. и др., трябва да се анализират като аналози на възможни екстремни събития, които в бъдеще може да се случват по-често и с по-голям интензитет поради климатичните промени. Въз основа на тези събития, трябва да се проектират дейностите за адаптация и намаляване на риска.

Възможните последствия от екстремните климатични явления, свързани с промените в климата в Европа, са резюмирани в Таблица 5.6.

Табл. 5. 6. Възможни последствия от климатичните промени за основни стопански сектори в Европа (по Parry et al., 2007)

Възможни промени	Сектори			
	Земеделие и горско стопанство	**Водни ресурси**	**Човешко здраве и живот**	**Индустрия/ населени места/ общество**
По-топли /по-малко студени дни /нощи; По-топли/горещи /дни/нощи - в повечето региони	Повишаване на добивите в по-хладните региони (северни страни) и намаляване на добивите в по-топлите региони (южни страни)	Промени свързани с режима на оттока във връзка с промени във времето на снеготопене	Намаляване на риска от летален изход за изложените на ниски температури и измръзване	Намаляване на енергопотреблението за отопление; Нарастване на нуждата от енергия за охлаждане; Влошаване на качеството на въздуха в градовете; По-малко разходи за снегопочистване, опесъчаване и др.
Топли периоди/горещи вълни - с по-голяма честота повсеместно	Намаляване на добивите в топлите региони поради топлинен стрес във важни за развитие на растенията фенофази; Нарастване на риска от пожари	Повишено търсене на вода; Влошено качество на водите; Повишено разпространение на еутрофикация и др.	Повишен риск от летален изход поради топлинни удари	Влошаване на качеството на живот за хората в топлите региони, които нямат климатици; Въздействие върху възрастните и децата; Намалена ефективност от ТЕЦ
Обилни валежи – с по-голяма честота в повечето региони	Повреди по земеделските култури; почвена ерозия; липса на условия за култивиране на земята; преовлажняване	Неблагоприятни последствия за качеството на повърхностните и подземните води; замърсяване на водоизточници	Загуба на живот, нараняване, инфекции, болести, алергии и дерматити при наводнения и	Разрушаване на селища, на транспортни връзки и критична инфраструктура поради наводнения; Натиск върху всички населени места

	на почвите		свлачища	
Региони засегнати от суша – увеличават се	Деградиране на земята; ниски добиви, повреди по растенията и компрометиране на реколтата; загуба на добитък	По-широко разпространение на водния стрес	Повишен риск от недостиг на вода и храна и от свързаните с това заболявания; Повишен риск от пожари	Недостиг на вода за индустрията, населените места и обществото; Намален хидроенергиен потенциал; Миграция на населението
Инциденти поради екстремно повишение на морското ниво	Засоляване на сондажните води и водите за напояване	Намаляване на пресните води поради интрузия на солени води	Повишаване на броя на жертвите от удавяне при наводнения; Нарастване на заболявания, породени от повишен стрес	Повишени разходи за брегозащитни съоръжения; Повишени разходи за смяна на земеползването

5.2.1. Природни бедствия

Опасни природни процеси и явления са тези, които реално или потенциално, застрашават живота и здравето на човека или оптималното за него състояние на околната среда. Те се проявяват като бедствия тогава, когато нанесат големи материални щети, застрашат живота и здравето на много хора или предизвикат дестабилизация в нормалното функциониране на обществените системи. Дали едно опасно явление ще доведе до бедствие или не, зависи от много фактори, като интензитета, мястото и времето на проява, както и от това дали изложените на опасността системи са устойчиви на въздействието му и до колко. Много често бедствията, породени от едно събитие, активизират и други опасни процеси и явления. Например, наводненията причинени от екстремни валежи, могат да активизират свлачища, ерозия, срутища и др. Това е голямо предизвикателство при събирането и обобщаването на данните за природните бедствия и води до разминаване и несъпоставимост между тях. Често едно и също събитие се регистрира като различен вид опасно природно явление в различните бази данни. Затова оценката на щетите от бедствията остава най-често използваната мярка за въздействието им. Изключително важно е анализът и оценката на риска и уязвимостта на секторите в българската икономика да става въз основа на надеждна информация, както за физическите параметри на явленията и за причините, които са ги породили, така и за последствията и щетите от тях.

5.2.2. Бази данни

За да се характеризират тенденциите в честотата и силата на проява на бедствията, както и тяхното географско разпространение, е необходимо да се поддържат съответните бази данни за тях. Този въпрос е от основно значение, но в много малко страни по света е

решен напълно. Два от най-авторитетните източници на такава информация са EM-DAT (CRED) и Munch RE (NatCatSERVICE). Тяхната дейност има за цел да обезпечи главно работата на застрахователния бизнес, но данните са достъпни в интернет, отнасят се за всички страни в света, съпоставими са и могат да послужат за анализи с различно предназначение.

Националният статистически институт поддържа бази данни за кризисни събития, в т.ч. и природни бедствия от 2003, но за периода 2003-2008 г. и за този след 2010 г. се работи по различни методики и липсват данни за 2009 г., а двата периода са твърде къси, за да се правят надеждни изводи въз основа на тях. Данните се предоставят от Постоянните общински комисии за защита на населението при бедствия, аварии и катастрофи ежегодно и са достъпни на сайта на Националния статистически институт (НСИ).

Информацията включва данни за: възникнали кризисни събития; причини за възникване на кризисните събития; загуби от поразени инфраструктурни обекти; загуби от поразени нежилищни сгради и съоръжения; загуби в икономиката от кризисните събития; поразени жилищни сгради от кризисни събития; възстановени инфраструктурни обекти, нежилищни и жилищни сгради и съоръжения; обезщетения отпуснати от Междуведомствената комисия за възстановяване и подпомагане към МС; изплатени обезщетения от застрахователните дружества, за поражения от кризисни събития; наводнения; пожари; свлачища и земетресения. Данните за някои от тези показатели не са налични за всички години.

В България официалният и най-надежден източник на информация за физическите параметри на всички метеорологичните и хидроложки явления е Националният институт по метеорология и хидрология (НИМХ) при БАН. Техните данни за интензитета и времето на проява на хидроложките и метеорологичните екстремни събития се отнасят за целия наличен период на наблюдение, но те не са обвързани с данните за природните бедствия и щетите от тях в базата данни на НСИ, което е от съществено значение при анализа и оценката на риска.

5.2.3. Типология на природните бедствия

Съществуват десетки видове типологизации на природните бедствия в зависимост от това какъв водещ фактор е възприет и с каква цел са създадени.

В следствие на различия в определенията, таксономията и типологията на природните бедствия, а също и поради различия в периодите, за които се отнасят данните, различните критерии по които се групират, различните източници на информация, нива на достъп и др., често са несъпоставими. Така например, едно сравнение на данните за относителния дял на основните групи природни бедствия, регистрирани в периода 2000-2008 г., от два от най-авторитетните източници за такава информация – EM-DAT (CRED) и Munch RE (NatCatSERVICE) показва, че делът на хидроложките бедствия според първите е 49%, а според вторите – 38%, като делът само на наводненията е респективно 44% и 31%, (Below et al., 2009). Причината за тези разлики е, че двете бази данни са изградени върху много близки, но не идентични

типологизационни схеми. Във връзка с това, през 2007 г. Центърът за изследване на епидемиите от бедствията (CRED), Minich RE, Swiss RE, Азиатският център за намаляване на бедствията (ADRC) и Програмата за развитие на Обединените нации (UNDP) проведоха съвместна инициатива за създаване на нова, обща класификация на природните бедствия като отправна точка за създаване на стандартизирана международна класификация на бедствията и терминологията за тях. Целта на тази инициатива е да се създаде йерархия и терминология за всички световни и регионални бази данни за природни бедствия, да се установят общи дефиниции за групите бедствия и техните основни типове и подтипове и да стане възможен коректния обмен на данни за природните бедствия на глобално ниво. Класификацията е построена върху *причинно-следствената връзка* между бедствията и факторите, които ги пораждат и разграничава две основни групи бедствия – природни и технологични, шест групи природни бедствия – геофизични, метеорологични, хидроложки, климатични, биологични и космически. Всяка група включва основни типове и подтипове природни бедствия, (Below et al., 2009) Таблица 5.7.

Табл. 5.7. Типология на природните бедствия (по Below et al. 2009)

Основна група	Група	Основен тип	Под-тип	Под-под-тип
Природни бедствия	Геофизични	Земетресения		
		Вулкански изригвания		
		Движение на земни маси (сухи)	Срутища Свлачища Пропадания	**Внезапно пропадане** **Постепенно пропадане**
	Метеорологични	Буря	Тропическа Извънтропическа Локална	**Гръмотевична** **Снежна** **Пясъчна/Прашна** **Торнадо** **Орографска (фьон)**
	Хидроложки	Наводнение	Речно, общо (general flood) Локално (flash flood) Крайбрежно (Storm Surge)	**Кално-каменен поток (сели)**
		Движение на земни маси (мокри)	Сели Свлачища Лавини Пропадания	**Снежни лавини** **Кални лавини** **Внезапно пропадане** **Постепенно пропадане**
	Климатични	Екстремни температури	Топли Вълни Мразове Екстремни условия през зимата	**Мраз, скреж** **Снежни преспи** **Обледяване**
		Суша	Атмосферна	

			Хидроложка Засушаване	
		Пожари	Горски	
	Биологични	Епидемии	Вирусни инфекции Бактериални инфекции Паразити Скакалци и др.	
		Инсекти		
		Ухапване от животни		
	Космически	Метеорити Астероиди		

Източник: Munich RE NatCatService

Според други автори към групата на хидроложките бедствия се отнасят и сушите (Smith, 1992). В разгледаната по-горе класификация, сушите са отнесени към групата на климатичните бедствия. Това според нас е по-правилно, поради коренно различния генезис и въздействие, които имат сушите и наводненията, въпреки че и двете се пораждат от екстремни състояния в овлажнението.

Базата данни на НСИ включва информация за следните видове бедствия: пожар (от 2010 г. общо за всички видове), свлачища, наводнения, земетресения, снегонавявания, бури (общо за всички видове), заледяване и измръзване, градушки, засушаване и категория „други”.

Възприемането на единна класификация и типология на природните бедствия е от първостепенна важност и за глобалните системи за наблюдение на природните бедствия като Глобалния мониторинг за околна среда и сигурност (Global Monitoring for Environment and Security, GMES), Европейската информационна система за водите (Water Information System for Europe, WISE), Интегрираната система за ранно предупреждение на населението (Integrated Public Alert and Warning System, IPAWS) в САЩ и други компоненти на Глобалната мрежа за наблюдение на Земята (Global Earth Observation (GEO) Grid). Тази потребност се регулира понастоящем от публикувания през 2005 година от OASIS (Advancing Open Standards for the Information Society) Общ протокол за ранно предупреждение (Common Alerting Protocol, CAP). Той представлява стандартен формат за пренос на информация от глобалните системи за мониторинг до всички медии, с цел ранно предупреждение за опасността от природни бедствия (циклони, земетресения, цунами и епидемии), в който на типовете бедствия са присвоени стандартни кодове.

Освен типологията на явленията, много важно е и унифицирането на критериите, според които едно събитие се категоризира като бедствие или не. Така например, за да попадне едно събитие в Международната база данни за бедствията в света на EM- DAT, то трябва да отговаря на поне един от следните критерии: 1) Да има 10 или повече загинали в резултат на бедствието; 2) Да са засегнати поне 100 души; 3) Да е обявено бедствено положение или 4) Да има официална молба от правителството за международна помощ. До последния случай се прибягва тогава, когато общият размер на

преките щети от бедствието надвишава 3 милиарда евро (по цени от 2002 г.) или 0,6% от брутния национален доход на засегнатата държава, в зависимост от това, коя от двете стойности е по-ниска.

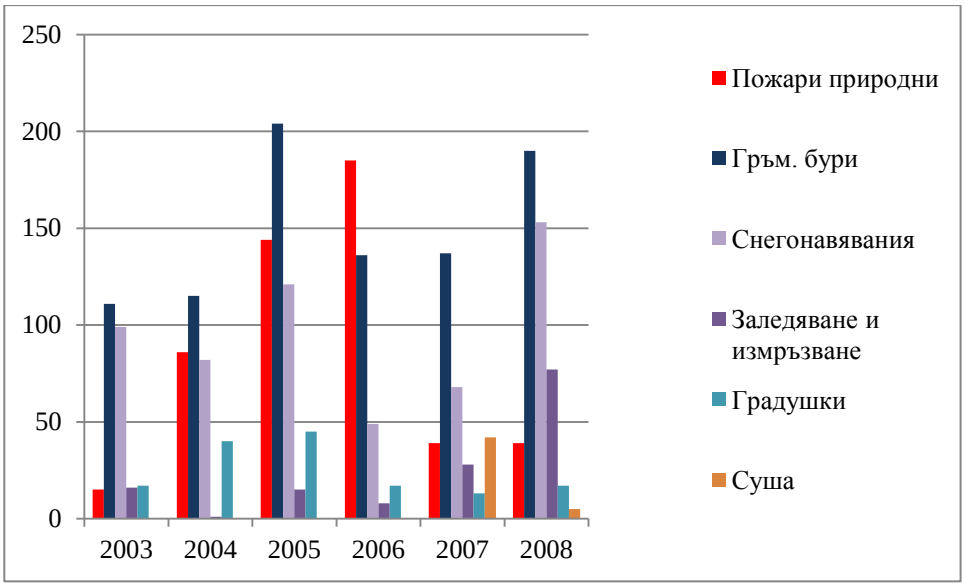
6. Анализ на природните бедствия в България – установяване на тенденции в появата им, свързани с климатичните промени

6.1. Природни бедствия, свързани с хидро-климатичните и метеорологични условия в България.

Поради подчертано интердисциплинарния характер на това изследване, считаме за необходимо да предоставим кратко описание на опасните природни явления и процеси в България и на тяхното пространствено проявление на територията на страната.

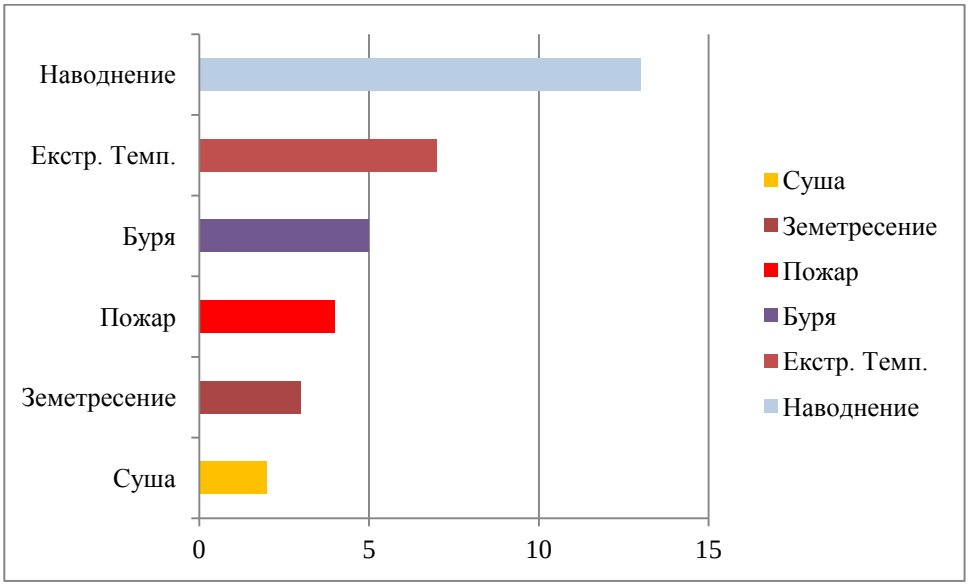
Природните бедствия са обект на научен интерес и изследване от страна на учени от различни научни области и броят на изследователските проекти и публикациите по темата е значителен, но все още няма издаден монографичен научен труд или атлас на опасните природни явления в България, който да обедини резултатите от тези изследвания и да даде цялостна представа за съвременното състояние и реалната опасност от природни бедствия в страната. Данните показват ясен тренд на нарастване, както на броя, така и на щетите от природни бедствия в света, като тази тенденция е особено добре изразена в групата на климатичните, хидроложките и метеорологичните бедствия (Debarati et al., 2013). От друга страна, тези групи бедствия, като и земетресенията, могат да активизират много от наблюдаваните опасни явления в литосферата, като ерозия, свлачища, срутища, кално-каменни потоци и др.

Според данните на НСИ, през периода 2003 – 2008 г., от регистрираните природни бедствия в България, най-голям е броят на наводненията (не са включени в графиката), пожарите по природни причини, гръмотевичните бури, снегонавявания, обледявания и измръзване, градушки и суша (фиг. 6.1). Най-големи щети средногодишно през периода 2010-2012 г. са понесени от наводнения (88 813 хил. лв.), бури и градушки (73 776 хил. лв.), снегонавявания и обледявания (95 113 хил. лв.) и суша (89 хил. лв.), (НСИ, 2014). Реално, щетите от пожари също са значителни, но тъй като се отчитат общо за всички видове причини след 2010 г., не може да се проследи динамиката на предизвиканите пожари по природни причини и щетите от тях.



Фиг. 6. 1. Брой на климатичните и метеорологични бедствия в България по данни на НСИ (2003-2008г.)

Според възприетите критерии от EM-DAT, през периода 1980-2010 г. страната е била засегната от 13 наводнения, 7 случая с горещи вълни, 5 бури, 4 пожара, 3 земетресения и 2 суши (фиг. 6.2). Според тези данни, България също е застрашена най-вече от наводнения, както и от екстремни температури, бури, пожари и суша. От групата на геофизичните бедствия, единствено земетресенията са намерили място в тази база данни.

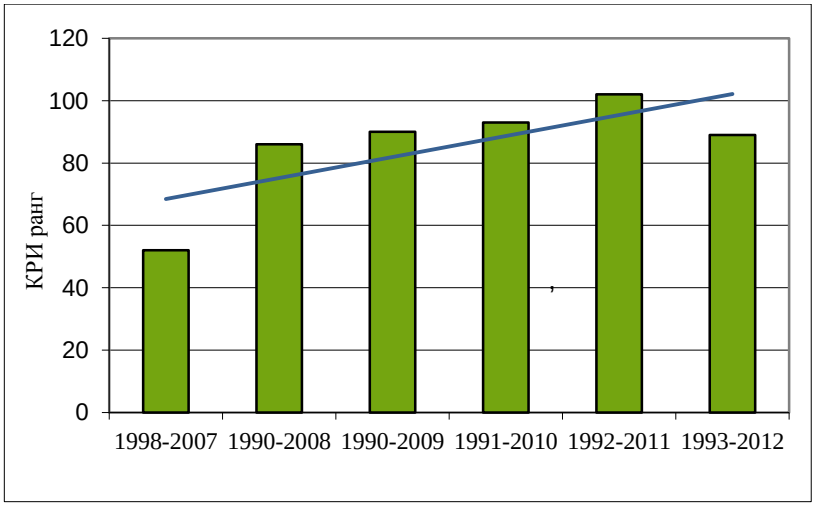


Фиг. 6. 2. Разпределение на природните бедствия в България по видове (1980-2010г.) (по данни на EM-DAT, 2014)

В данните прави впечатление още фактът, че десетте най-тежки бедствия, наблюдавани през този 30 годишен период, са регистрирани през последните 10 години от него. Пет от десетте бедствия с най-голям брой засегнати хора са се случили в този десетгодишен период, както и девет от десетте години, в които бедствията са взели най-много човешки жертви и седем от десетте години с бедствия, причинили най-големи

материални щети. В тази класация, наводненията са на челно място по нанесени щети и засегнати хора, но най-много жертви (18) са понесени от екстремно ниски температури (студени вълни) през 2006 г., следвани от наводненията през 2005 г. (17) и от екстремно високи температури (топли вълни) през 2008 г. (10). Поради условността на критериите, според които се води тази статистика, ние можем само да я вземем предвид като един ориентир от най-общ характер, който насочва вниманието ни към изясняване на въпроса за това, какви са причините за проявата на тези бедствия с по-тежки последствия за страната през последните години.

Въз основа на базата данни за директните щети от природните бедствия на EM-DAT, GERMANWATCH ранжира страните в света според техния Климатичен Риск Индекс (Climate Risk Index) всяка година. Индексът показва степента на експонираност и уязвимост на страните към екстремни метеорологични (тропически и зимни бури, локални бури, градушки, торнадо), климатични (замръзване, пожари, суши) и хидроложки събития (морски бури, наводнения, свлачища и др.). Страните с най-малък ранг са най-застрашените според този индекс. Индексът представлява средната стойност от ранга на страната по следните 4 показателя, със съответни теглови части: 1) брой на загиналите (1/6); 2) брой на загиналите на 100 000 жители (1/3); 3) щети, изразени в покупателна способност в US $ (1/6); 4) загубите спрямо брутния вътрешен продукт (1/3), (Sonke and Eckstein, 2014). Всяка година GERMANWATCH публикува индекса за предходната година, както и неговата средна стойност за предходния период. Проследявайки тези нормализирани данни за България, виждаме, че през периода 1998-2012 г. рангът на нашата страна се е променил от 52 на 89-102 през 2011 и 2012 г. и това означава, че нашата страна е станала относително по-малко уязвима от останалите 178 страни, включени в анализа (фигура 6.3). Имайки предвид извършения по-горе анализ, считаме, че това по-скоро се дължи на факта, че повече страни са ранжирани преди нашата, защото тяхната уязвимост към тези бедствия е нараснала повече, отколкото нашата е намаляла.



Фиг. 6. 3. Изменение на ранга на България според Климатичния Риск Индекс (Hermeling, 2007, 2010, 2012, 2013, 2014)

Климатични и метеорологични опасни явления в България

Екстремни температури

Климатичните показатели за екстремни температури на въздуха са *месечни и годишни абсолютни минимални и максимални температури, средни от месечни абсолютни минимални и максимални температури и средни месечни максимални и минимални температури.*

Абсолютните максимални и минимални температури представляват най-високите и най-ниските температури, измерени на дадено място през целия период на наблюдение. Поради това, е много важно за какъв период и за кое място се отнася информацията за тях. *Абсолютната максимална* температура в страната е измерена през 1916 г. в Садово (45,2˚С) и до момента не е променен този рекорд. Температури близки до тази стойност са отчетени в Бойчиновци (45˚С), Чирпан (44,5˚С) и Русе (44˚С). *Абсолютната минимална* температура е измерена в Трън (-38,3) през 1947 г., следва ст. Беглика с (- 35,7˚С), Кнежа (- 35,5˚С) и Севлиево (- 35,4˚С). Ст. Беглика е и с най-ниска от средните месечни абсолютни минимални температури, със стойност за януари (-36,6˚С), което я характеризира като най-студеното място в страната (Велев, 1990). Най-топлото място в страната по показателя средна от месечните абсолютни максимални температури е Бяла (Русенска област) с (37,5˚С), следвана от Свиленград (37,4˚С) и Петрич (35,5˚С). *Най-ниска средна месечна минимална температура* е измерена на вр. Мусала (- 13,8˚С) през януари. *Най-високата средна месечна максимална температура* се отчита през юли и август в Горнотракийската низина и в най-южните крайгранични райони при станциите Харманли (31,2˚С), Свиленград (32˚С), Петрич (31,8˚С), Сандански (31,4˚С). В Северна България стойностите им са най-често между 28 и 29 ˚С, като във Видин и Русе достигат 30˚С (Николова, 2002). Изложените до тук данни са за периода 1931-1970 (Климатичен справочник, 1982).

Въз основа на данни за 22 станции на територията на страната за периодите 1931 – 1970 и 1979-2008, Велев (2010) установява, че съществени промени в абсолютните максимални температури на въздуха в извънпланинската част на страната не се наблюдават през втория период, но през някои от годините, те силно се доближават до тях. На 05.07.2000 г. в София е измерена температура 40,2 ˚С, в Пловдив – 45˚С, а в Сандански през юли 2007 – 44,6˚С. В станция Мусала обаче, абсолютният максимум от 18,7 ˚С от 1945 г. е надминат през втория период 5 пъти, като през 1998 г. достига максималната стойност от 22,9˚С. На 4 август същата година в София е измерен температурен рекорд от 35,4˚С, който само две години по-късно, през 2000 г. става 40,2 ˚С. Пак на вр. Мусала е надминат два пъти и рекорда за абсолютна минимална температура с регистрираните -31,6˚С съответно през 1980 и 2004 г. Пак там се посочва, че през втория период средните от абсолютните максимални температури през юли са по-високи с 1-2 ˚С във всички станции, с изключение на тези по Черноморието, където няма промяна. Средните от абсолютните максимални температури през януари са по-високи с 1-3˚С навсякъде, а абсолютните минимуми на температурите са с 5-10˚С по-високи от тези през периода 1931 – 1970 в 20 от изследваните 22 станции (Велев, 2010).

Разликата между максималната и минималната температура на въздуха през денонощието представлява денонощната температурна амплитуда, а тази между средните януарски и средните юлски температури, представлява годишната температурна амплитуда. По-високите стойностите на този показател са един от критериите за континенталността на климата. За извънпланинската територията на нашата страна е установено намаляване на годишната амплитуда на температурата през периода 1971-2000 г. спрямо предходния период (1931-1970) от 23-26 ˚С на 20-24˚С в Северна България и от 22-24˚С на 20-22˚С в Южна България, или средно за страната с около 2-2,5 ˚С. Това се дължи на покачването на средните януарски температури и може да е белег за по-слабо изразената континенталност на климата в страната (Николова, 2002). Понижаване на температурната амплитуда средно между 1,5 и 2,2˚С е установено и за периода 1961-1990 г., спрямо амплитудата за периода 1931-1960 г., посредством индекса на Горчински, като тенденцията отново е по-силно изразена в Дунавската равнина (Топлийски, 2003).

Екстремните температури са особено опасни за живота и здравето на хората, когато се задържат през няколко последователни денонощия. В такива случаи те увреждат транспортната инфраструктура, създават благоприятни условия за пожари, нанасят щети на земеделските култури и др. През 1998 г. горещата вълна обхванала Балканския полуостров отнема живота на стотици хора и много други са хоспитализирани (Мардиросян и др., 2011). Явлението е довело до подобни последствия в нашата страна още през 1987,1988, 1994, 2000, а също и през последната декада. В умерените ширини терминът **„горещи вълни”** се отнася до периоди, в които в поне 3 последователни дни са измерени температури над 30˚С. Тези критерии са условни и за конкретни територии могат да бъдат променени въз основа на съответните статистически анализи. За територията на България явлението е изследвано подробно от А. Гочева и колектив (2006). Въз основа на данни от 120 станции с наблюдения за 40 годишен период (1961-2000) те установяват, че с оглед климатичните условия у нас, би трябвало да се разглеждат като горещи вълни случаите с поне 3 последователни дни (п.д.) с температура над 32˚С. В изследването са анализирани случаите с горещи вълни над 32˚С, 34˚С, 36˚С, 38˚С и 40 ˚С , регистрирани в 6, 5, 4, 3, и 2 последователни дни. Установява се, че повечето случаи се наблюдават след 1985 г.: 85% от случаите с Т ≥ 32 ˚С в 6 п.д., 90% от случаите с Т ≥ 34 ˚С в 5 п.д., 95% от случаите с Т ≥ 36 ˚С в 4 п.д (минимум) и 100% от случаите с Т ≥ 40 ˚С в 2 или 3 п.д. Около 70 % от случаите с Т ≥ 38 ˚С в 3 п.д. са регистрирани в периода 1991-2000 г. Най-често засегнатите региони от страната от горещи вълни са областите Благоевград, Хасково, Кърджали, Пловдив, Ямбол и Стара Загора, в Южна България, и Плевен, Русе и Велико Търново, в Северна България (Gocheva et al., 2006).

Засушаване и суша. Както за горещите вълни, така и за засушаването и сушата, няма общовалидни определения и параметрите на явлението се определят спрямо конкретните климатични условия и земеделски практики в даден географски регион. За нашия регион те са характеризирани от Драганов и Гюрова (1982). Период без валеж с продължителност най-малко 10 денонощия се възприема като засушаване. То може да се наблюдава през всички сезони. Критерий за степента на засушливост е количеството

продуктивна влага в коренообитаемия почвен слой (0-20см). При стойности между 10 и 20 mm има засушаване, а при стойности под 10 mm – суша. Понижаването на влагата в еднометровия почвен слой под 60 mm е белег за много силна суша. Различават се: *почвена суша*, когато растенията започват да страдат от недостиг на вода поради изчерпване на водните запаси в коренообитаемия почвен слой, *атмосферна суша*, когато поради рязкото повишаване на температурата и понижаване на относителната влажност на въздуха растенията започват да транспирират повече вода, отколкото получават от корените и *почвено-атмосферна* суша, когато се наблюдава едновременната проява на първите два вида суша. Тя е характерна за пролетните и летните месеци. В зависимост от сезона сушите *биват пролетни, летни и есенни*. В България засушаванията са ежегодно явление, а интензивна пролетна или лятна суша се проявява с честота веднъж на три години. Средната им продължителност е 10-12 дни в планинските райони и достига до 16-18 дни в източните и югоизточните части на страната (Knight et al, 2004). По-продължителни засушавания и суши, често предизвикват пресъхване на по-малките реки в южните, източните и североизточните райони на страната, където явлението продължава над 75 дни годишно (Атлас на Народна Република България, БАН, 1973). По-нови изследвания на проблема биха изяснили доколко климатичните промени ще задълбочат този процес

Най-тежки са последиците от сушите, проявили се през няколко последователни години, например 1942-1949г. и 1982-1994г. Такива периоди се съпровождат често от т.н. *хидроложка суша*, при която ефектът се изразява в намаляване на водните ресурси, пресъхване на реките и недостиг на вода за водоснабдяване на населението в засегнатите райони. Нейното задълбочаване зависи не само от естествени природни предпоставки за проявата ú, но и от ефективното управление на водните ресурси. През XX в. у нас има три периода с по-продължителни засушавания: 1902-1913; 1942-1953; 1982-1994. През първия период сухите години са около 20%, през втория, те нарастват на 40%, а през третия са около 50% (Раев и др., 2003). Засушаването, започнало през 1982, преминава в суша с катастрофални последици за страната през 1993-1994г. В този период речният отток спада с до 41% от нормата, горите от обикновена ела започват да изсъхват, нараства броят на горските пожари, населението почти повсеместно е на воден режим, нараства заболеваемостта, яз. Искър е пред почти пълно изчерпване на обема си и в столицата за първи път е въведен режим на водопотреблението, цените на водата се удвояват, а в района на гр. Рила и Сапарева баня избухва гражданско неподчинение, провокирано от решението на правителството да реализира проект за отвеждане на рилски води към столицата (Раев и др., 2003). Кризата има много голям обществен отзвук, засяга всички нива на управление и провокира интереса на учени от различни области да я анализират в контекста на възможните промени в климата в нашия регион. Изследването се провежда в рамките на международен проект с участието на широк кръг специалисти от БАН и Пенсилванския държавен университет, САЩ. Резултатите са публикувани в монография със заглавие „Засушаването в България. Съвременен аналог на климатични промени" (2003). Следва обществено обсъждане и са предложени редица от мерки за намаляване на последствията от подобни кризи в бъдеще. Днес малко хора си спомнят тази криза и поуките от нея, но изследванията по темата продължават и потвърждават, че тенденцията към намаляване на валежите и засушаване продължава и

през последните две декади на миналия век (Koleva and Alexandrov, 2008). През 2011г. излиза монография под редакцията на проф. Веселин Александров, на тема „Методи за мониторинг, оценка и въздействие на сушата в България" във връзка с реализирането на европейски проект „Център за управление на сушите в Югоизточна Европа". В нея екип специалисти от НИМХ предоставят актуална информация за пространственото разпределение на районите в България, уязвими към засушаване (почвено, атмосферно и почвено-атмосферно), както и климатичните сценарии за XX в. и връзката им с почвеното засушаване в региона на ЮЕЕ и България. Според това изследване, общините с повишен риск към почвено-атмосферно засушаване са локализирани в южната и източната части на страната, както и в крайдунавските територии (Александров, 2011).

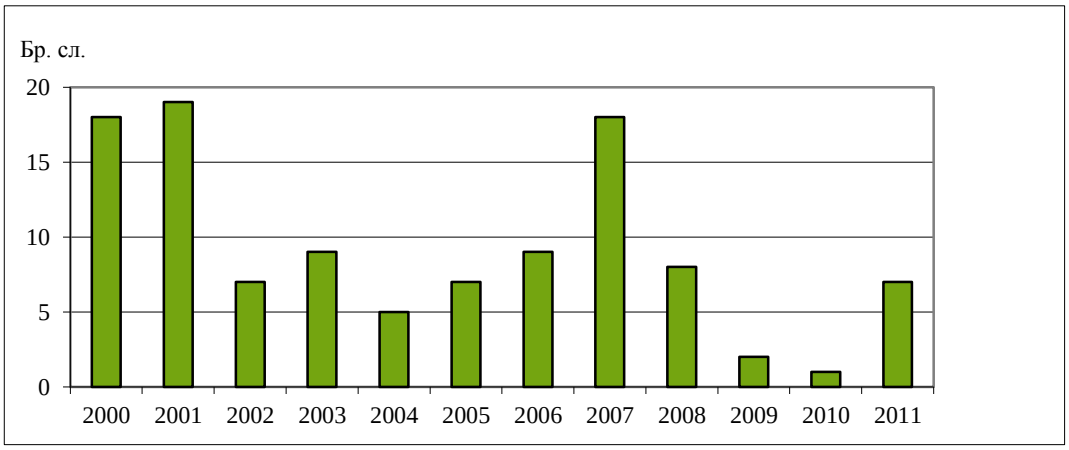
Основни фактори за нарастване броя на засушаванията и сушите са намаляването или липсата на валежи и повишаването на температурите на въздуха, а според всички сценарии за промените в климата, за България се очаква да се повиши температурата и да намалеят летните валежи към края на този век.

Суховейят е сух и топъл вятър, който изсушава почвата и растенията. Явлението се наблюдава при ниска относителна влажност на въздуха (под 30%), съчетана с висока температура на въздуха (над 25ºC) и скорост на вятъра не по-малка от 5 m/s. (Драганов и Гюрова, 1982). При тези условия силно се повишава изпаряемостта, което води до нарушаване на водния баланс на растенията и до намаляване на продуктивността им. Сравнителен анализ за проявата на такива метеорологични условия в страната между периодите 1961-1990, 1961-2000 и 1991-2000 е проведено от Гочева и колектив (Gocheva et al., 2006). Резултатите показват, че през периода 1961-2000 явлението се характеризира със средни температури от 32 ºC и максимални от 43 ºC, дефицитът на влажност е 35-50 mb, а преобладаващата посока на вятъра е северозападна и югозападна и в по-редки случаи, североизточна, със средна скорост 6-7m/s (max 12-17m/s) в западната част на страната, и 8-9m/s (max 17-21m/s) в източната. Преобладават случаите с продължителност от 3-4 дни, но има и случаи с продължителност до 6-9 дни. Авторите установяват нарастване на случаите с продължителност от 4-5 дни и слабо отместване на сезона, в които се наблюдават от април-септември към май-октомври, спрямо 1961-1090. Явлението се наблюдава най-често в Южна България, като най-засегнати са областите Бургас, Перник, Ямбол, Кърджали, Сливен, Кюстендил и Благоевград. В заключение се подчертава, че през последната декада на XX в., случаите със засушавания (наблюдавани в най-малко 3 станции) и периодите със сухи ветрове (суховеи), регистрирани в поне 3 станции, се наблюдават по-често (Gocheva et al., 2006).

Пожари. Продължителните засушавания, високите температури и горещите вълни, както и гръмотевичните бури са сред естествените причини за възникването на пожари. В нашата страна са регистрирани 103 пожара, възникнали по природни причини за периода 2001-2011 г., като средногодишно техният брой е около 9, а максималният им брой е 18-19 случая за 2000, 2001 и 2007 години, които се отличават с продължителни засушавания и високи летни температури, фигура 6.4 (МОСВ, 2014).

Няма пряка зависимост между високите температури на въздуха и пожарите, но те благоприятстват условията за проявата им като понижават относителната влажност.

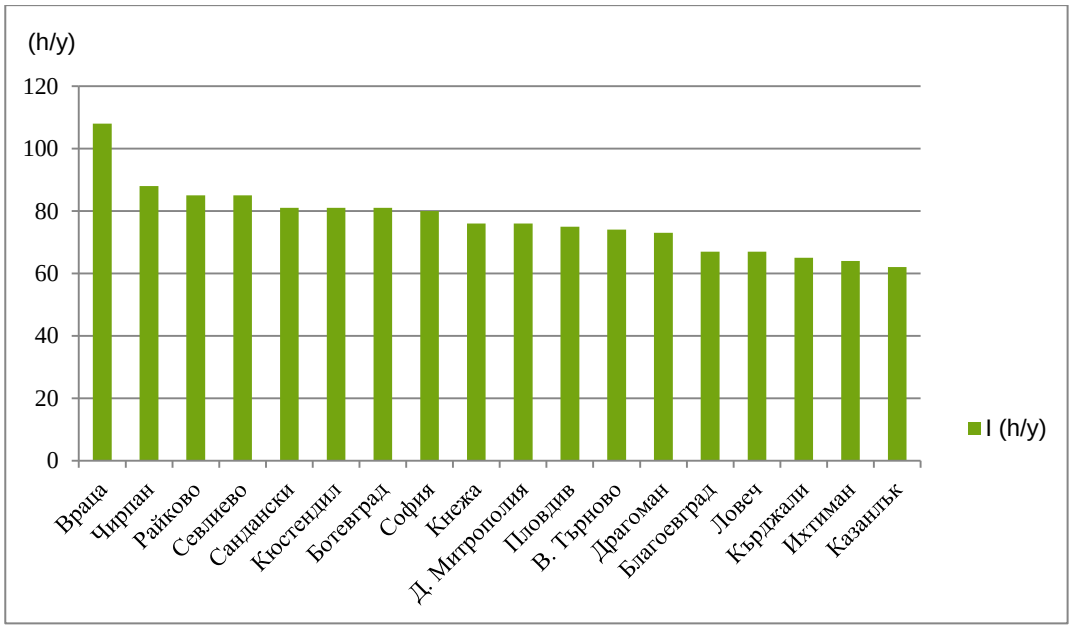
Когато тя е под 30% - 50%, има голяма опасност да възникне пожар. Вятърът е важен фактор за поддържане и разпространение на пожарите, а валежите над 5 mm предотвратяват опасността от тях (Мардиросян, 2007).



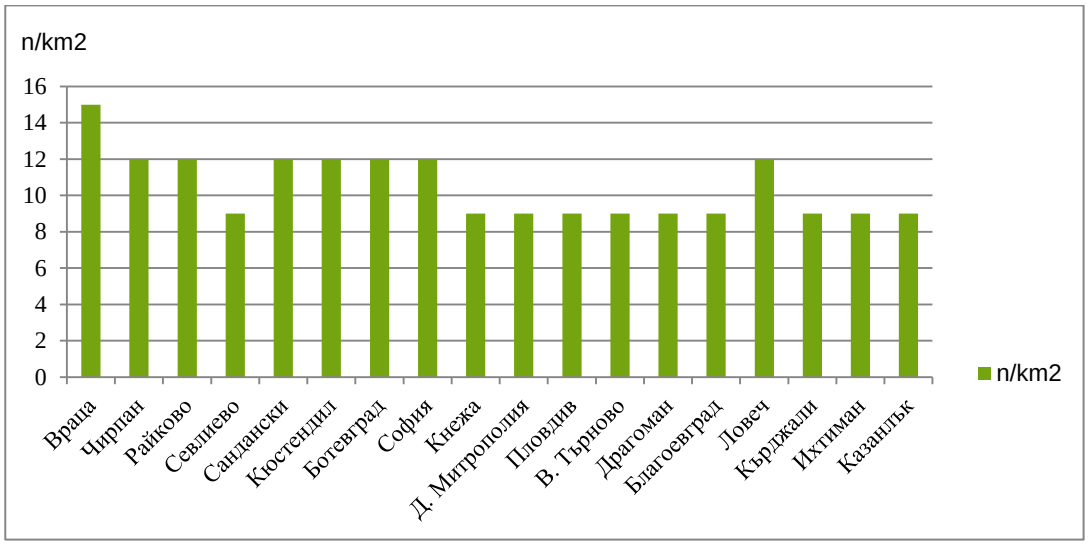
Фиг. 6. 4. Брой случаи с пожари, предизвикани от природни причини (2000-2011г.) (Източник: МОСВ, 2014)

Нарастването на максималните температури, честотата и продължителността на горещите вълни и безвалежните периоди реално ще повишат опасността от пожари в страната. Факт е, че броят им нараства двойно в годините с продължителни засушавания и високи температури, каквито са 2000 и 2007 г, например.

Гръмотевичните бури са атмосферно явление, свързано с развитието на мощна купесто-дъждовна облачност при висока влажност и силно неустойчива стратификация на атмосферата. Явлението е сравнително краткотрайно, рядко продължава повече от 1 ч. и е съпътствано от **мълнии**, силен вятър и **интензивни и обилни валежи**, често придружени от **градушки**. Гръмотевичните бури се характеризират с преминаването на многократни електрически разряди между облаците или между облаците и земята (мълнии) и съпровождащия ги звуков ефект (гръм). Според генезиса си биват фронтални и вътрешномасови. В България явлението се наблюдава ежегодно, като 75% от случаите се наблюдават през периода май-август, с максимум през юни, когато има гръмотевични бури средно в 7 дни от месеца. В извънпланинската територия на страната (с н.в. под 800 m), средногодишният брой дни с гръмотевични бури е 30 (Bocheva et al., 2011). В най-южните и източни части на страната гръмотевичните бури се наблюдават често и през студеното полугодие, поради есенно-зимния максимум на валежите в Континентално-средиземноморската климатична област. Средногодишната интензивност на мълнии активността в България е 25 часа, като на много места в страната, тя е значително по-висока (фигура 6.5),(Мардиросян и др. 2011).



Фиг. 6. 5. Интензивност на мълниеактивността в часове за годината (h/y) (по Мардеросян и др., 2011г.)

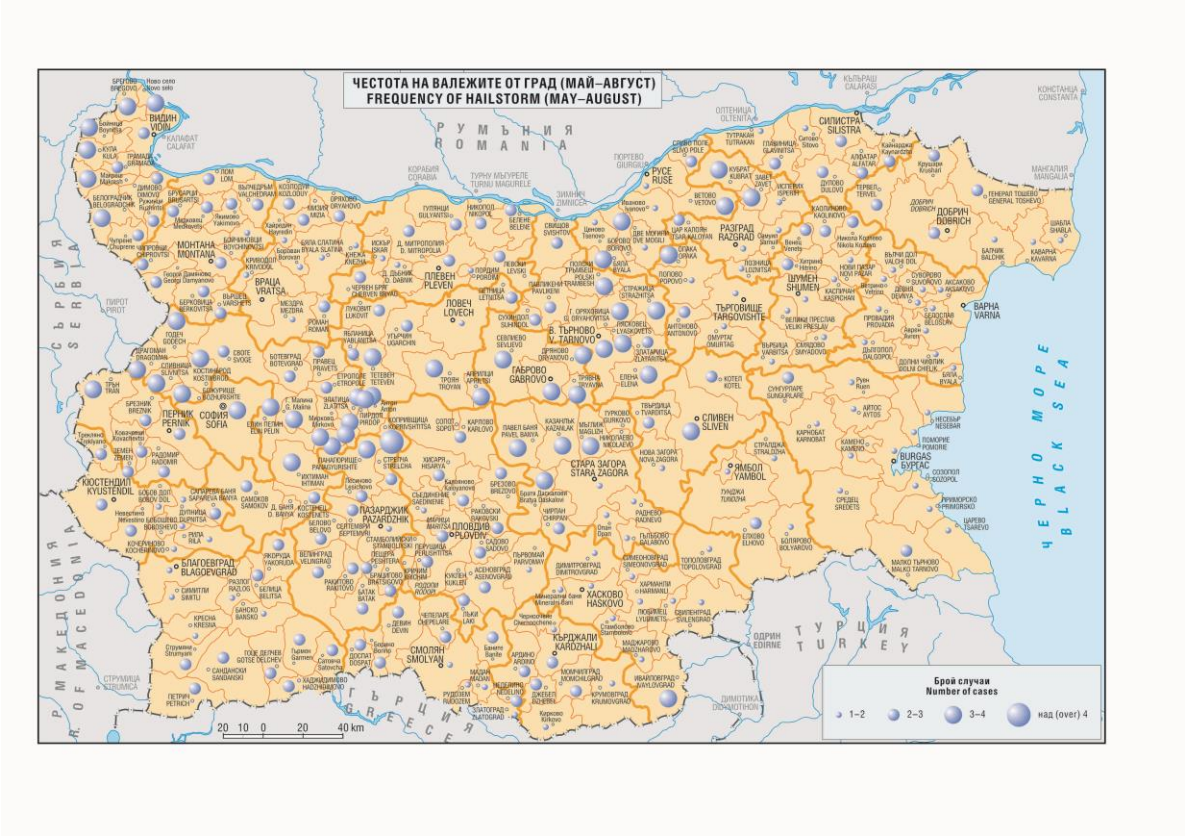


Фиг. 6. 6. Средногодишен брой на мълниите (n) на 1км^2 (по Мардеросян и др., 2011)

На 1 км^2 в България падат средно по 5 мълнии годишно, но както личи от фигура 6.6, на някои места в страната, броят им варира между 12 и 15 (Мардеросян и др., 2011). Смъртността от явлението е 10 души годишно, по данни на ГД „Пожарна безопасност и защита на населението" (Bocheva et al., 2011).

Гръмотевичните бури често са съпроводени от **градушки.** България е една от най-градобитните страни в Европа и това се дължи главно на взаимодействието между едромащабните синоптични процеси, протичащи над континента през топлото полугодие с морфографските характеристики на релефа в региона. Явлението се наблюдава най-често при преминаване на студени атмосферни фронтове или по оклюзьонни и вторични фронтове. Максимумът в честотата на градушките в България през периода 1951-1981 г., е през юни, май и втората декада на юли, като в края на юли и август тя повсеместно намалява. Щетите от тях се дължат на разрушителна сила на градовите зърна, които са с диаметър 0,5-5 cm или с по-големи размери (Симеонов,

1984). Градобитността (валежите от град, които нанасят щети) на територията се определя от честотата и интензивността на валежа. Въз основа на тези показатели територията се оценява по степен на градобитност. През периода май-август, тя е най-слаба в югоизточната част на страната и по Черноморското крайбрежие, а най-застрашени са Североизточна и Югозападна България, Предбалкана и Подбалканските полета (Фигура 6.7.) (Николова, 2010).



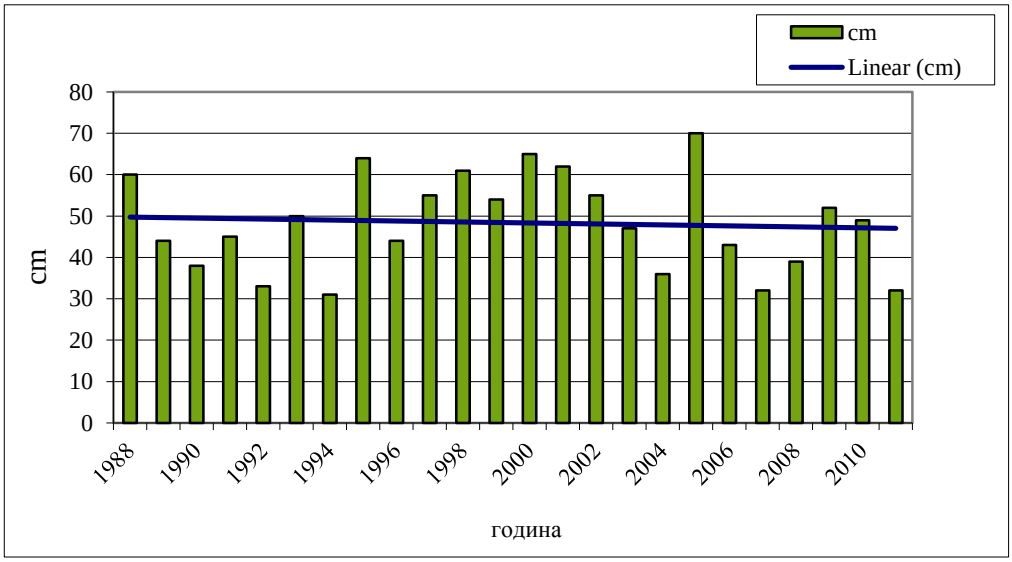
Фиг. 6. 7. Честота на валежите от град в България през периода май-август (1951-1985) (Николова, 2010)

Тези явления са предмет на дългогодишни изследвания от специалистите в Националния институт по метеорология и хидрология при БАН. Резултатите от тях показват, че броят дни с поройни валежи от над 30mm/24h, придружени от гръмотевични бури и градушки, е нараснал с 60% за периода 1991-2006 г., като е нараснала и честотата им през август и септември, спрямо нормата 1960-1990 г. (Simeonov et al., 2007). Бочева и колектив (2011) също установяват, че броят на гръмотевичните бури в страната е нараснал през периода 1991-2010 спрямо 1961-1990, като статистически значимо е това увеличение за Североизточна България (с 15%) и отчасти в Южните централни части на страната (с 10%). През юли и септември случаите нарастват съответно с 16 и 27% през втория период, а също така, нараства и честотата на тези случаи в Северна България през нетипичните за това явление месеци декември и януари (Bocheva et al., 2011).

Пораженията, свързани с гръмотевичните бури се дължат на комбинирания ефект от вятъра, интензитета и количеството на валежите, в т.ч. и на градушките, върху градската инфраструктура и земеделските земи, както и на опасността от мълнии, които застрашават човешкия живот и често причиняват пожари.

Снежни бури и снегонавявания

Снеговалежите, съпътствани от силни ветрове, са предпоставка за снежни бури и виелици, които са особено характерни за зимите в Североизточна България, а също и в планинските и други райони на страната. Силните ветрове преразпределят снежната покривка и образуват преспи с височина от по няколко метра, които блокират транспортните системи и изискват инвестирането на значителни средства за преодоляване на последствията. Характеристиките на снежната покривка се изменят чувствително в зависимост от сезона, синоптичните условия, надморската височина, експозицията и наклона на склоновете, залесеността и други локални фактори. Средният брой дни със снежна покривка в България варира за различните райони от 5 дни по Черноморското крайбрежие до 40-50 дни в Дунавската равнина и Западна Централна България и е най-висок във високопланинските региони, където достига 180-200 дни средно годишно (Велев, 2010). Устойчива снежна покривка в равнинните и хълмисти части на страната не се образува всяка година. До 35-40% от валежната сума във високопланинския пояс се формира от снеговалежи. На височина 400-600 m тя се образува в 30-40% от зимите, на 1000 m – в 60-80 %, а над 1200 m – в 100% от тях. Продължителността на задържане на устойчива снежна покривка се изменя от 70 дни на 1200-1300 m до 180 дни над 2000 m. Средната максимална височина на снежната покривка през януари и февруари на 500-800 m е 2-30 cm, а над 2000 m тя е 150-210 cm. Само в 20-30% от зимите максималната височина на снежната покривка е под 50 cm в пояса 1200-1500 m. (Колева, 1990). През периода 1988-2011 г. данните показват, че не са настъпили съществени отклонения в максималната височина на снежната покривка и тя средно за страната е 48,3 см (Фигура 6.8). Над 1600 m в 30-40% от зимите се формира снежната покривка над 100 cm, а над 2000 m – в 70-80% от тях. В нашите високи планини, средната максимална височина на снежната покривка е 180 cm със средна продължителност на задържане 190-200 дни, (Petkova et al., 2010). Максималната височина на снежната покривка, както и максималният брой дни със снежна покривка е през януари.



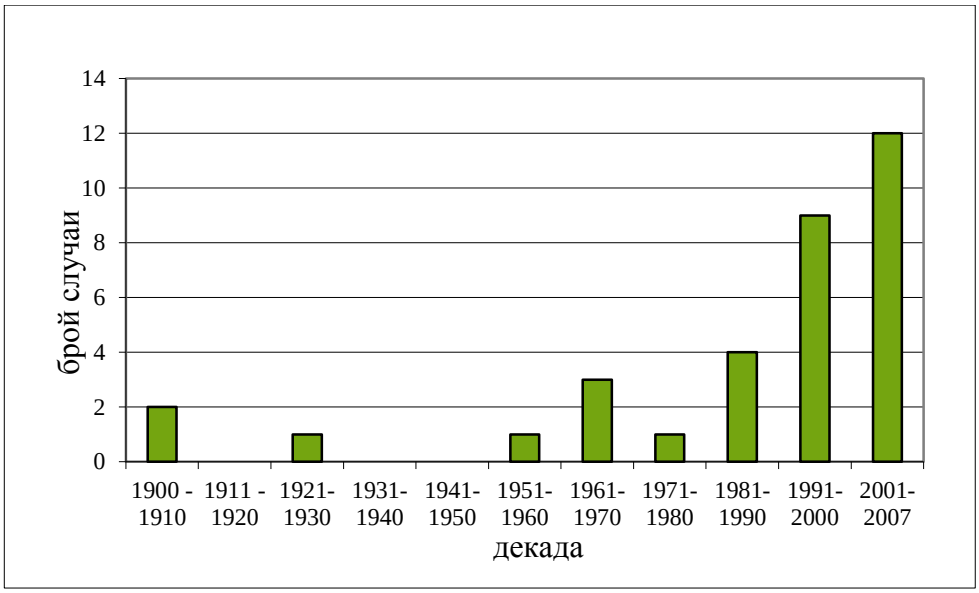
Фиг. 6. 8. Максимална височина на снежната покривка в България (см) (1988-2011) (Източник: МОСВ, 2014г. http://eea.government.bg/bg/soer/2011/climate/climate1)

През последните три десетилетия в планинските райони с над 1200 m надморска височина има условия за образуване на устойчива снежна покривка, която продължава средно от декември до март. Над 1400-1500 m надморска височина, всички дни през януари са със снежна покривка. Тази гранична височина, спрямо периода 1921-1950 г. се е повдигнала с повече от 100 m. Причините за това са в по-малките зимни валежи и по-топлите зими. През последните три десетилетия на 20-ти век топлите и нормални зими са се увеличили с12% за сметка на студените и нормалните (Александров и Петкова, 2011).

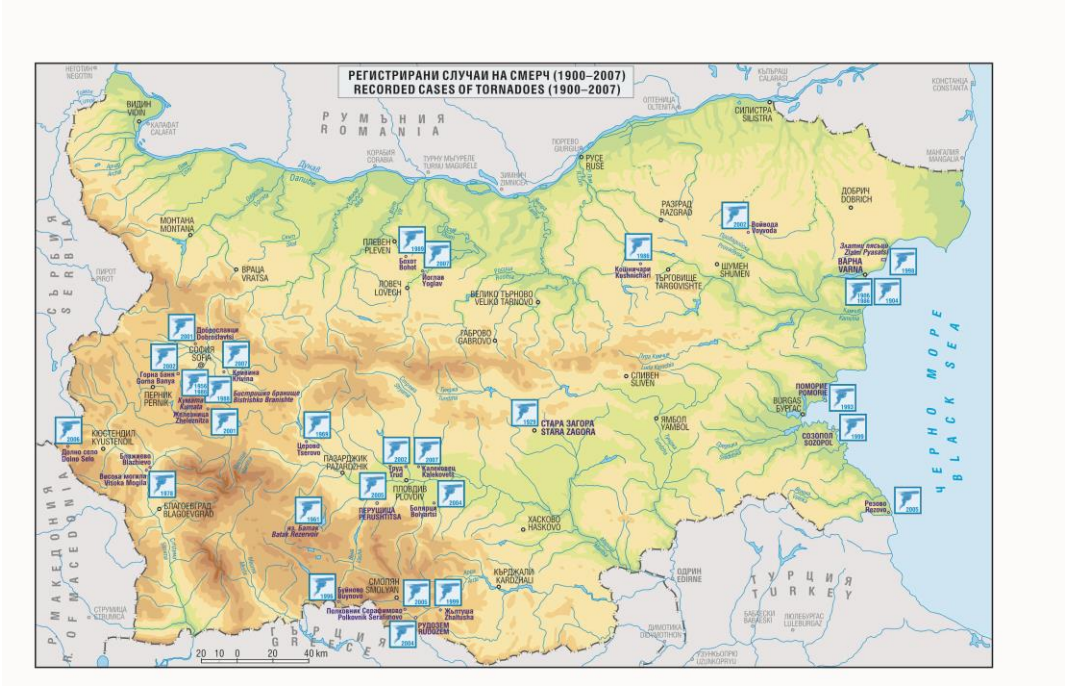
Ежегодно по данни на НСИ, в страната снежни бури и снегонавявания причиняват значителни щети. Например, за периода 2010-2012 г. са регистрирани 290 такива събития, които са нанесли общо щети за 1636 хил. лв. (НСИ, 2014).

Силни ветрове, са тези, чиято скорост на вятъра е ≥ 14m/s. Средногодишно се наблюдават около 13 дни със силен вятър извън високите планини. Велев (2010) установява, въз основа на данни за 11 станции за периода 1979-2008 г., че броят на дните със силен вятър е намалял през този период спрямо 1931-1970, като за някои от тях намалението е с над 30% (а в Калиакра и вр. Мусала – с 50%). Няма промяна в средния годишен брой на тези дни за вр. Ботев (150) и Черни връх (133), (Велев, 2010).

Смерчът е фуниеобразен вихър с вертикална ос, в който скоростта на вятъра, достига над 300 km/h, а посоката му е обратна на посоката на въртене на часовниковата стрелка. Средната скорост на постъпателното движение на смерча е около 80 km/h (Латинов, 2006). Височината на смерча варира от 150 до 1500 m. От земната, или водна повърхност той издига във височина прашен или воден стълб, който се придвижва с голяма скорост (от 40 до 100 km/h) и има огромна разрушителна сила. Над водна повърхност диаметърът на смерча е около 25-100 m, а над сушата - 100 - 1000 m. Явлението се наблюдава през топлото полугодие. В България са регистрирани общо 28 случая на смерч от началото на XX в. до 2007 г., като 15 от тях са регистрирани след 2001 г. Най-много случаи има в Южна България, по оградните склонове на Софийското и Пловдивското полета, в Краището, Родопите и по Черноморското крайбрежие. Дори ако приемем, че по-малкият брой случаи със смерч през първата половина на миналия век се дължи и на факта, че не всички случаи са отразени в базите данни поради по ограничените средства за комуникация, тенденцията от последните три декади, и особено от последните две, е с много ясно изразено нарастване на броя на тези събития. Общо 4 случая са регистрирани към 2007 г. в централните и източните части на Северна България (Фигура 6.9 и 6.10) (Николова, 2010).



Фиг. 6. 9. Разпределение на регистрираните случаи със смерч в България по декади (1900-2007) (Николова,2010)



Фиг. 6. 10. Географско разпространение на регистрираните случаи със смерч в България (1900-2007) (Николова, 2010)

Фьонът е силен и поривист, низходящ, сух и топъл вятър, който е орографски предиспониран и у нас се проявява по северните склонове на планините. През зимата, при нахлуване на топли въздушни маси от юг-югозапад, поради по-голямата активност на Средиземноморските циклони през тази част от годината, по северните склонове на нашите планини се наблюдава т.н. фьонов ефект. Условия за неговата проява у нас се създават главно през студеното полугодие, когато центровете на средиземноморските циклони преминават по траектории, които са разположени на северозапад или на север от територията на България (Тишков, 1972). Фьонът предизвиква рязко повишение на температурата и понижаване влажността на въздуха в следствие на адиабатното

загряване на въздушните маси в низходящия въздушен поток. При такива условия се наблюдава бързо топене на снеговете, което често води до речни прииждания и наводнения. Така например, в резултат на фьон средните и максималните температури на въздуха в ст. Трявна нарастват от 31.01 до 01.02 1963 г. съответно с 11,4 °C и 19,6 °C, а височината на снежната покривка намалява с 25 cm за същия 24 часов период. В рамките на 48 часа след началото на фьоновия ефект максималното водно количество на р. Дряновска нараства от 1,67 на 24,60 m^3/s, а на 05.02 е вече 63,60 m^3/s (Тишков, 1972). Известно е също така, че междудневни изменения на температурите с повече от 10°C се отразяват неблагоприятно и върху биокомфорта на човека. Явлението нанася значителни материални щети поради значителната скорост на вятъра, която у нас варира между 15 и 30 m/s (Векилска, 2004).

Опасни хидроложки явления в България

Опасността от наводненията в България е изследвана от редица учени като интересът към темата се повиши значително след бедствената 2005 година. Въпреки това, досега не е извършена обективна оценка на опасността от наводнения за територията на цялата страна. Има ред причини за това, но сред основните са: 1) Затруднения достъп на учените до базите данни с националната метеорологична и хидроложка информация; 2) Липсата на детайлна геоморфоложка карта на България; 3) Голямата несъпоставимост на различните бази данни за природните бедствия и 4) Недостатъчно дългия период на базата данни за кризисни събития в Националния статистически институт (НСИ), където информацията за тях се отнася за периода 2004-2008 г. и за 2010 г. (по нова методика). Тази информация се предоставя от териториалните общински администрации на база установените щети от постоянните общински комисии за защита на населението при бедствия, аварии и катастрофи. За някои кризисни събития този начин на събиране на информацията е уместен, но за нуждите на управлението на риска от наводнения, би било по-добре да се обобщава информацията по еднакви критерии с данни за броя им в речните басейни и суб-басейни и за щетите в населените места. През 2010 г. например, данните на НСИ показват, че в страната е имало общо 651 наводнения, които са нанесли щети за 531 334 000 лева, като в областите Сливен и Смолян е имало съответно 102 и 179 наводнения, а в област Бургас те са 82. Тези данни силно контрастират с данните на ДА „Гражданска защита" за периода 1990-2001 г., според които, в страната през този период е имало 440 „тежки наводнения" в 92 средно големи и големи поречия. Данните, анализирани за територията на четирите района за басейново управление в България, показват, че бедствието се проявява ежегодно на територията на цялата страна със средна честота от по 4,8 случая годишно. Най-често е била изложена на опасност от наводнения територията на Дунавския район за басейново управление, а размерът на щетите и броят на жертвите е най-голям в Източнобеломорския район (Таблица 6.2).

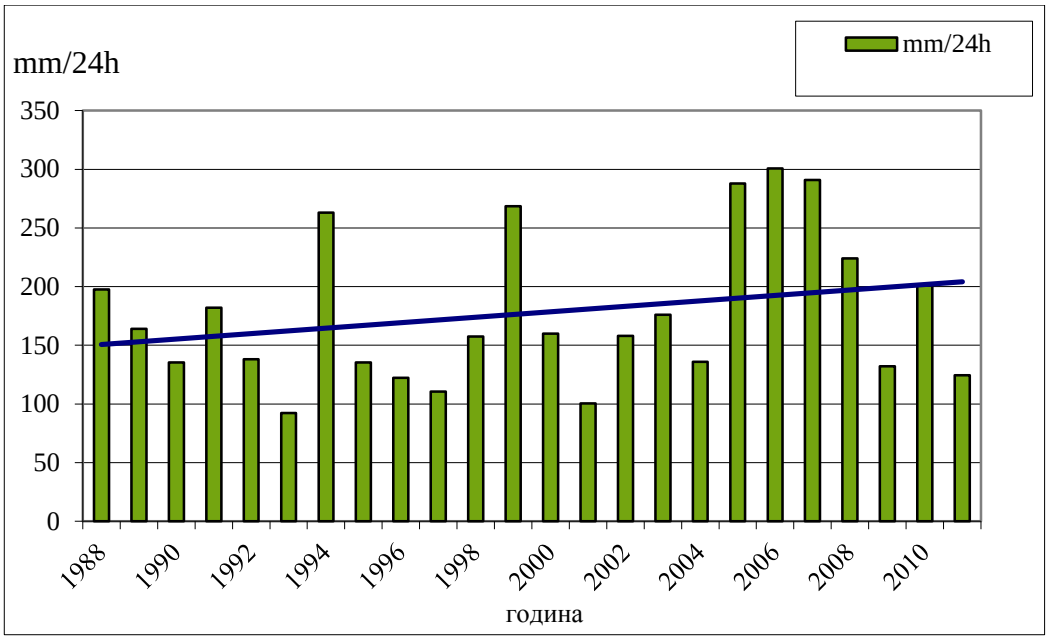
Табл. 6. 1. Брой наводнения, жертви и щети по Район за управление на речните басейни* (1990-2001г.) (по Предварителна оценка на риска от наводнения в главните речни басейни на Р България – методика за оценка на риска от наводнения, съгласно изискванията на Директива 60/2007/ЕС, 2011)

Район*	Брой реки с наводнения	Брой наводнения**	Щети в лева	Брой жертви	Брой засегнати жилищни сгради
1	2	3	4	5	6
Дунавски	34	170	33 703 100	-	1 786
Черноморски	19	84	21 076 030	4	1 492
Западнобеломорски	14	36	1 443 800	-	67
Източнобеломорски	25	150	64 192 620	16	1 474
Общо за страната	74	440	120 415 550	20	3 469

*** Броят наводнения от колона 3 се отнася за реките от колона 2*

В България през 2005 г. има няколко големи наводнения, които нямат аналог през последните 56 години. Тази година е изключителна с това, че през нея са регистрирани екстремно високи вълни по почти всички реки в страната поради екстремни по количество и продължителност валежи, интензивно снеготопене, силно преовлажняване на водосборите и освобождаване на язовирни обеми вода. Водността на реките общо за годината е два пъти по-голяма от годишната норма, а 38% от обема на оттока в страната се е формирал през периода юни – септември, (Състояние на реките през 2006 г. НИМХ). По данни на EM-DAT, щетите от наводнения в страната през 2005 г. са за над 620 милиона евро, жертвите са 24, а броят на засегнатите хора е 12 000 души. В същата базата данни са регистрирани 13 големи наводнения в нашата страна за периода от 1900 г. до 2011г. Единадесет, от тези 13 наводнения, са се случили в периода от 2000 – 2009 г. Това означава, че средния брой на големите наводнения в този период е 1,2 случая годишно, което е значително увеличение спрямо средния им брой от 0,1 случая за последните 111 години и това се дължи главно на изключително валежната 2005 година (Николова и Недков, 2012). Годишната сума на валежите през 2005 г е 924 mm. За период от 104 години (1904-2007) в България има само 9 години с годишна сума на валежите от над 800 mm, като 5 от тях са регистрирани през последните две декади на периода (Dakova, 2009).

През 2005 година е регистриран и екстремен денонощен валеж от 353 mm в ст. Шабла (Велев, 2010). За периода от 24 години (1988-2011) само през 1993 г. максималният денонощен валеж е под 100 mm (92,4 mm), но има седем години с измерен максимален денонощен валеж над 200 mm, като 5 от тях са в периода 2005-2011 (Фигура 6.11). Наблюдава се и увеличение на средния брой дни с денонощни суми на валежите над 100 mm с около 30% през периода 1991-2007, спрямо 1961-1990 (Александров, 2010). Дните с денонощни валежни суми от над 60 mm, също бележат статистически значимо увеличение през 1991-2007 спрямо контролния период в Северна Централна (с 50%), Североизточна (с 27%) и Югоизточна България, а в Югозападната част на страната, те намаляват (с 20-30%), (Bocheva et. Al., 2009).



Фиг. 6. 11. Максимален денонощен валеж в България (1988-2011) (Източник: МОСВ, 2014http://eea.government.bg/bg/soer/2011/climate/climate1)

От казаното по-горе става ясно, че опасността от наводнения в България е реална и не трябва да се подценява. Липсата на цялостно изследване и оценка на опасността от наводнения в страната, постепенно се преодолява в процеса на изпълнение на Директива 60/2007/ЕС. Във връзка с това е в процес на изпълнение е картографирането на риска от наводнения и предстои създаването на планове за управление на този риск. Те би трябвало да бъдат съгласувани с плановете за адаптиране към климатичните промени на национално и европейско равнище. Управлението на риска от наводнения трябва да се извършва въз основа на интердисциплинарни научни изследвания в тази област. Наводненията се случват под влияние на редица фактори и освен от количеството и интензитета на валежите, те зависят още от конкретните географски характеристики на територията, като залесеност, влажност и вид на почвите, наклони на склоновете, вид земеползване, наличие на предпазни съоръжения и др. Поради тази причина, данните за обилни валежи, от над 20-30 mm/24h, са само важен индикатор за опасността от речни прииждания и наводнения. Критичната сума на валежа може да се определи със значителна достоверност чрез моделиране на връзката валеж-отток в контекста на конкретните ландшафтни условия в басейна. Тяхната роля за формиране на високи вълни и наводнения е изключително голяма и може да се илюстрира с конкретни метеорологични събития. Например, в ст. В. Търново на 30-31 май 2002 г. екстремен валеж от 145 mm/24h предизвиква покачване на нивото на Янтра с 2,05 m, а валежът от 79 mm на 3-4 юли 2005 г. е последван от покачване на реката с 8 m. Причината в този случай е, че басейнът е бил силно преовлажнен след като предходните два месеца, май и юни, са съответно с месечни суми на валежите от 127 и 149 mm. В резултат от това, ретензионните възможности на почвената покривка са били силно намалени (Николова и Недков, 2012). Този пример илюстрира факта, че климатичните предпоставки са само една част от редица фактори (природни и социално-икономически), от които зависи дали дадено метеорологично събитие (обложен, интензивен или екстремен валеж) ще

предизвика наводнение или не. Поради това, е много трудно да се предвиди и влиянието на климатичните промени върху риска от наводнения, още повече, че климатичните промени в региона предполагат паралелно нарастване на екстремните засушавания и на екстремните извалявания, които предизвикват наводнения.

Кално-каменните потоци са генетично свързани с причините, които пораждат и наводненията. Те представляват стихийно формиране на площен повърхностен отток със значителна кинетична енергия, вследствие на проливни дъждове или бързо снеготопене в оголени от растителност планински склонове изградени от елувиални и делувиални отложения. Формираните потоци в 75-80% от обема си съдържат твърд материал, скални късови и др. Условия за проявата им има в Източните Родопи, Югозападните склонове на Пирин и южните склонове на Стара планина, между Златица и Казанлък, както и западно от с. Лозен, Софийско (Бручев, 1994).

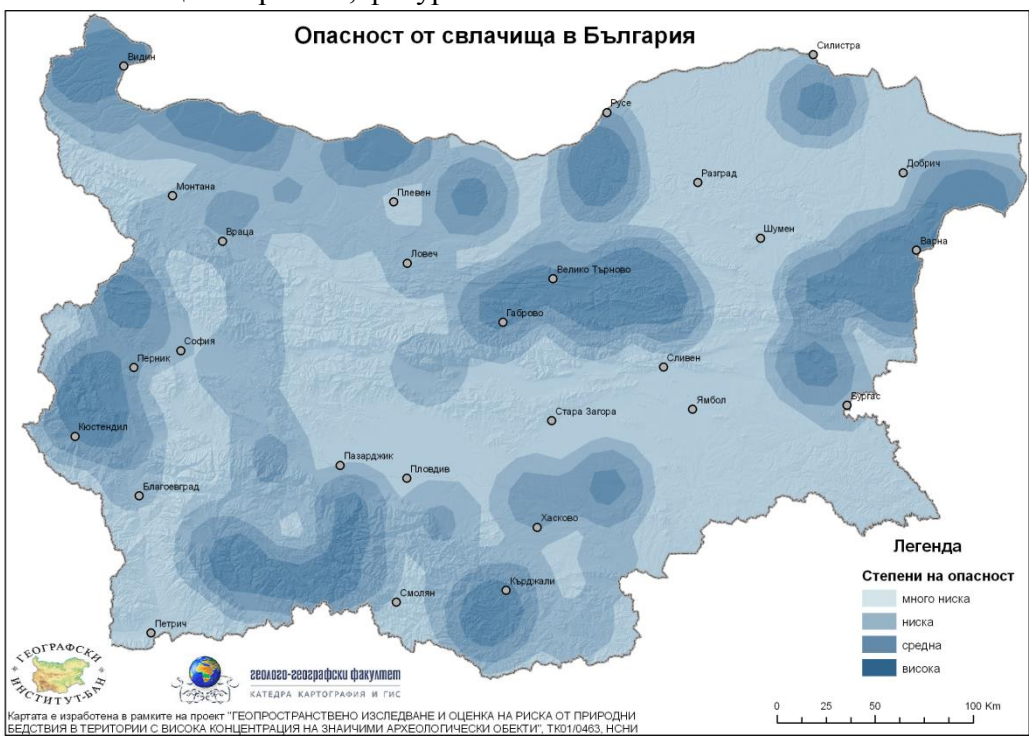
Много от разгледани дотука опасни климатични, метеорологични и хидроложки явления, при определени обстоятелства могат да активизират генетично свързани с тях опасни процеси и явления в литосферата, като срутища, свлачища, абразия, ерозия и други, които се отнасят към групата на геоложките и геоморфоложки опасни явления, наблюдавани в България.

Геоложки и геоморфоложки опасни явления в България

Първият по-детайлен анализ на повечето геолого-геоморфоложки опасни процеси и явления в България е публикуван в "Карта на Геоложката опасност в България" (1994) с обяснителна записка към нея, изработена от Военно топографската служба на Р България под редакцията на Акад. Илия Бручев. Картата е в мащаб 1:500 000. Опасните процеси и явления (формулирани в легендата на картата като "Разрушителни геоложки процеси и явления в земната кора – естествени и техногенни", са разделени в три групи: 1) Процеси с внезапно действие или с периодично активизиране (рискови); 2) Процеси и явления с непрекъснато действие; 3) Процеси с непрекъснато действие водещи до внезапно (рисково) явление. В първата група са включени 24 процеса, като половината от тях са свързани с антропогенна дейност и може да бъдат възприети като техногенни. В настоящия анализ се позоваваме често на резултатите от това изследване относно някои опасни явления, имащи генетична връзка с различни хидроклиматични явления.

Срутищата представляват внезапен процес на гравитационно срутване или откъсване на различен обем скални маси от склона под влияние на изветряне, абразия, обилни валежи или земетресения и появата на ниши и пукнатини в горните части на склоновете, по които след това се осъществява откъсването и срутването на скалните блокове в подножието им. Продължителните или интензивни валежи, както и земетресенията допринасят за тяхното активизиране. Проявяват се в планинските райони: Западна Стара планина, Рило-Родопския масив, периферните зони на платата в Североизточна България, Черноморското крайбрежие и Източните Родопи (Бручев, 1994). Те представляват сериозна заплаха за транспортната и селищната инфраструктура в планинските райони на страната.

Свлачищата са процес на откъсване, плъзгане и придвижване на земно-скална маса по наклонена повърхност под действието на силата на тежестта. Предпоставки и условия за проявата им е наклонът на склона, литоложко-фациалният и литоложко-стратиграфският строеж, наличието на водоупорен хоризонт и подземен отток и др. Активността на свлачищата се обуславя от режима на валежите и генетично свързаното с тях ниво на подземните води, акумулираната енергия във вълновия прибой, повишеното ниво на речния отток и засиленета ерозия, тектонските движения и катастрофалните земетресения и антропогенните въздействия. Свлачищната опасност е характерна за Българския бряг на р. Дунав, между Дунавци и устието на р. Искър, около Никопол, Свищов и Тутракан. Известни са 5 катастрофални свличания в района на Мизия, 1972, Орсоя, 1978 и 1988; Г. Цибър, 1980 и с. Сливата 1991. Черноморското крайбрежие също е район със голяма свлачищна опасност в ивицата от 30 km между Варна и Каварна, Балчик, Кранево, в.з. "Панорама" и др. Свлачищните процеси са характерни и за планинските райони на страната и са особено разпространени в Предбалкана (Враца, Ловеч, Севлиево, В. Търново), в Източните Родопи, Пернишката котловина, Източно-маришкия басейн и др. В страната има около 850 свлачища в 350 населени места с обща площ над 20 000 дка. (Бручев, 1994). За нуждите на Министерството на регионалното развитие на България, картата на свлачищната опасност е актуализирана през 2006 г. въз основа на информация и данни от фонда на «Геозащита» - ЕООД и на «Инженерно-геоложката карта на България» М 1: 500 000 (по Каменов, 1963). Въз основа на тези източници, чрез пространствен анализ на гъстотата на свлачищата по територията на страната и посредством метода на Кернел са очертани ареалите с различна степен на опасност от свлачища в страната, фигура 6.12.



Фиг. 6. 12. Карта на опасността от свлачища в България

Абразията е друго опасно явление, провокирано от разрушителната сила на морското вълнение, характерно за Черноморското крайбрежие. Процесът засяга около 70

% от брега (Симеонова, 1988). Симеонова и Шуйски (1982) са определили скоростта на абразионните процеси, дължината на абразираните клифове и типа на абразия по българското Черноморско крайбрежие. Според тяхното изследване преобладава абразията от механичен тип. Абразионните процеси преобладават по Добруджанския и Странджанкия бряг (до 80% от дължината им е засегната) и са особено добре проявени при Кранево, Равда, Сарафово, между н. Емине и р. Батова. (Бручев, 1994). Неблагоприятният ефект от абразията се изразява в постоянно рушене на бреговата ивица, изнасяне на акумулативен материал от нея, активизиране на други опасни гавитационни процеси, като срутища и свлачища и не на последно място, отнемане от територията на страната Таблица 6.2.

Табл. 6. 2. Скорост на абразия в клифовете по българското Черноморско крайбрежие (със съкращения по Шуйски и Симеонова, 1982г., в Бручев, 1994)

Средна скорост на абразия (m/y)	Засегнат участък	Дължина на бреговия участък (m)	Средна височина на абразионния клиф (m)	Обем на абразирания материал ($10^3 m^3/y$)
1,0	н. Сиврибурун – н. Шабла	12 500	10	125
	н. Галата – к.к.Камчия - север	18 000	30	540
	Поморие - Атанасовско ез.	14 000	8	112
0,5	Каварна- к.к. Албена	18 340	12	110
0,4	н. Черния нос – н. Кочан	15 500	25	155
0,3	к.к. Албена – н. Св. Геоги	11 500	20	69
	Варненски залив	8 660	20	51
0,1	н. Кочан – Св. Влас	23 000	20	46
	Устието на р. Хаджийска – Поморийска лагуна, северна граница	15 000	11	16,5
	н. Китен – Устие на р. Резовска	52 500	13	68,5
0,5	н. Шабла – н. Калиакра	21 000	40	42
0,01	н. Каллиакра - Каварна	14 500	50	7,25
0,005	Бургас – Устие на р. Дяволска	46 500	9	2,1
	Общо	**271 000**		**1344,35**

Данните от таблица 6.2 представляват интерес като база за сравнение относно това, дали към настоящия момент абразионните процеси протичат по-бързо и по-интензивно под влияние на наблюдаваните промени в честотата и интензивността на морските бури в Черно море. Техните вълни достигат най-често до около и над 2m височина и имат силен ефект върху бреговата зона в района на Варна, Шабла, Приморско и Сарафово. Около 56 km от брега понастоящем е изложен на тяхното ерозионно въздействие, а в района на Бургас, на места се наблюдава и засоляване на почвите (ЕС, 2004). Според сценариите за промените в климата, покачването на морското ниво в Черно море ще е умерено и ще засегне около 10 km от бреговата линия с надморска височина под 5 m (EEA, 2006).

Щормовите явления по крайбрежието активизират в най-голяма степен абразионните процеси. Щормовите вълни се формират под влиянието на постоянни силни ветрове. Силни щормове в Черно море са регистрирани през 1976, 1977, 1979, 1980, 1981г. (Бручев, 1994). Последния силен щорм, който доведе до много големи щети и за пет часа потопи два танкера и два товарни кораба с вълни високи над 6 m, беше регистриран през ноември 2007 г. в района на Керченския залив, между Азовско и Черно море (в-к Новинар, 2007).

Ерозията е процес на механично разрушаване и коразионно моделиране чрез носените от водния поток частици от почвата или скалите. Тя бива *линейна (дълбочинна и странична) и плоскостна (плоскостен смив)*. Под въздействието на линейната ерозия се формират линейни негативни форми (речно-долинна мрежа, ровини, оврази и др). Ерозионният процес винаги е регресивен, т.е. протича от устиевите части към изворни части на речната долина, като се стреми да формира нейния профил на равновесие. Интензивността на процеса се обуславя от кинетичната енергия на водния поток, която зависи от масата и скоросттта му. В терените с наклон над 5-8 градуса се развива *дълбочинна* линейна ерозия. Страничната ерозия е най-ясно изразена по високия бряг на р. Дунав (Бручев, 1994). Терените с наклон над 3 градуса повсеместно са засегнати от *плоскостна* ерозия. Един от показателите за интензивността на процеса са данните за плаващия наносен (твърд) отток на реките (t/km^2/y). Модулът на твърдия отток е показател за количеството наноси, формирани от единица площ от басейна за определено време. Неговата средна стойност за територията на България е 125 t/km^2/y и районите с по-високи стойности от тази, следва да се разглеждат като потенциално застрашени от активи ерозионни процеси (Карагьозова, 2010).

Ерозията е широко разпространена навсякъде в страната и е изследвана детайлно и от екип с ръководител проф. Светла Русева (2010). Резултатите за опасността от ерозионни и дефлационни процеси на територията на страната са публикувани в дава тома, които дават подробна нформация за опасността от това явление за Северна и Южна България на ниво област. Направена е и оценка на *ерозионноста на дъждовете,* количествен показател, чрез който се оценява ерозионният потенциал на дъждовете въз основа на данни за тяхното количество, продължителност и интензивност. Интензивните дъждове формират по-голям повърхностен отток, което води до засилване на ерозионните процеси. Според изследването, 14% от интензивните дъждове у нас са ерозионни, а средно годишно падат от 2 от 10 такива валежа (Русева и колектив, 2010).

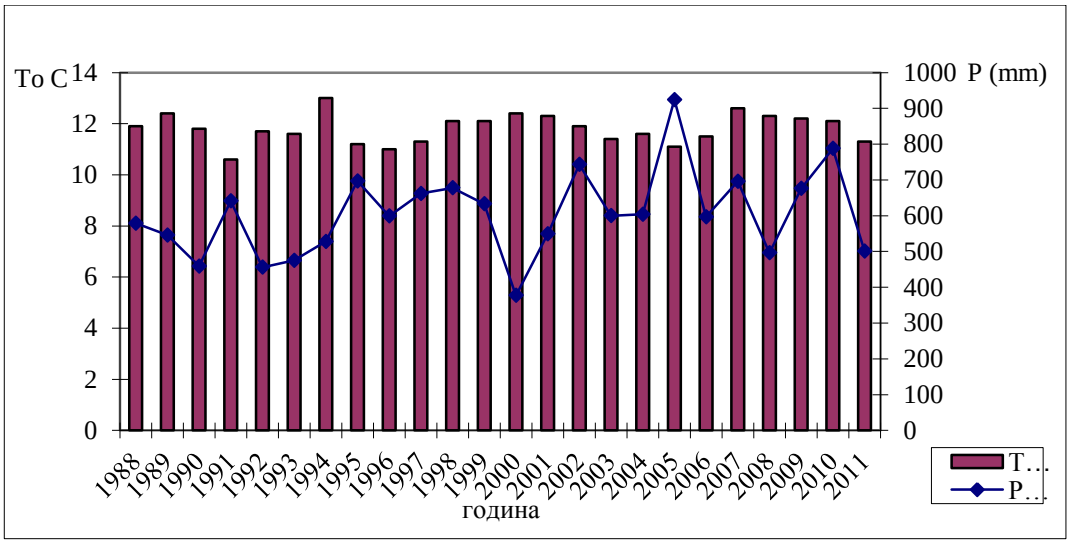
При нарастване на екстремността на валежите, силата и честотата на гръмотевичните бури, щормовите вълни и наводненията поради климатичните промени, може да се очаква, че и свързаните с тях и изброени по-горе процеси и явления в литосферата, може да генерират бедствия с по-голяма честота и интензивност в бъдеще. Разбира се, много е трудно да се определят параметрите на тези изменения в опасността от природни бедствия, но трябва да имаме готовност за справяне с комплексните последствия от екстремните събития, свързани с климата.

6.2. Природни бедствия в България и тенденции в проявата им, свързани с климатичните промени.

Повишаването на глобалната температура в океаните и на сушата води до нарастване на количеството на водните пари в атмосферата, а това от своя страна би могло да доведе до допълнителното и радиационно затопляне, тъй като те са парников газ. Известно е, че влажните и топли въздушни маси са и по-неустойчиви и в тях се създават условия за образуване на конвективна облачност и интензивни валежи. Според някои модели, при удвояване на концентрациите на парникови газове в атмосферата, количеството на валежите на планетата ще нарасне с 1-3% за всеки 1°C повишение на средната глобална температура, (Le Treut and McAvaney, 2000). Разбира се, този процес би бил съпроводен от много големи регионални вариации във валежните количества, (Wu et al., 2005). Симулации, при които не се променя процента на относителната влажност на въздуха, показват че съдържанието на вода в атмосферата би нараствало с 6% за всеки градус, с който се повиши средната глобална температура, като това ще доведе до промени в динамиката на хидроложкия цикъл, увеличаване на екстремните валежи и намаляване на умерените и по-слабите валежи (Mitchel et al., 2006). Дори малки промени в средните стойности на температурата могат да предизвикат съществена промяна в относителния дял на екстремните явления, които често се реализират като бедствия. Не може да се каже обаче, кои от тях се дължат на климатичните промени и кои не, защото всички събития в тази по-топла и по-влажна атмосфера са повлияни от нея и респективно са свързани с климатичните промени (Trenberth, 2012).

Средната годишна температура на въздуха в България за периода 1961-1990 е 10,5˚C, но тя се е повишила средно с 1,3 ˚C през последните две десетилетия (1988-2011), като през някои години отклонението доближава или надвишава 2˚C (1994, 2000, 2007). Всички години през периода 1988-2011 са със средни годишни температури над 10,5 ˚C, а в 43% от тях средната годишна температура на въздуха е над 12˚C , (Фигура 6.13). От НИМХ установяват, че 20 от последните 22 години след 1989 г. са с положителни аномалии на средната годишна температура на въздуха в България, спрямо климатичната норма на базисния период 1961 – 1990 г. За периода 1971-2011 г. средната приземна температура на въздуха в страната се е увеличила с 1,5°C (МОСВ, 2014). Годините 1994, 2000 и 2007, през които са установени най-големите отклонения в средните температури от около 2 ˚C, са същите, през които в страната е имало суши и горещи вълни с тежки последствия за икономиката и за здравето на много хора.

По отношение на валежите се наблюдава много голяма вариабилност в количеството им през отделните години, както личи от фигура 6.13, но за периода 1988-2011, то е средно 604 mm, което е близко до нормата за извънпланинската част на страната. Съществени промени обаче се установяват в максималните денонощни валежи от над 100- 200 mm/24h, които показват тенденция към нарастване през последните години, а те именно са фактор за повишения риск от наводнения, гръмотевични бури и свързаните с тях други природни бедствия.



Фиг. 6. 13. Средна годишна температура на въздуха и сума на валежите в България (1988-2011), Източник МОСВ, 2014г.

От анализа в т. 6.1. се вижда, че много промени в режима, честотата и интензитета на климатичните и метеорологични екстремуми вече са установени за територията на България. Макар и данните да се отнасят не винаги за едни същи периоди, като цяло промените са по-осезаеми през последните 2-3 декади. Разбира се, тези промени може да са свързани и с естествената вариабилност на климатичната система и трябва да се има предвид, че много от тези констатации са натоварени с много голяма степен на несигурност. Въпреки това, тенденциите за нашата страна по отношение на промените наблюдавани в някои от основните индикатори за климатичните промени през периода 1901-2009 спрямо 1961-1990, могат да допълнят наличната информация и да ни насочат към възможните природни бедствия, които биха могли да нараснат като честота и/или интензитет в бъдеще, таблица 6.3. и Приложение 6.1.)

Табл. 6. 3. Тенденции в изменението на температурите и валежите в България през периода 1901-2009г. спрямо 1960-1990г. и възможни влияния върху опасността от природни бедствия ако тези тенденции се задълбочат (база данни CRU TS 3.10.01)

Индикатор	Мярка	Тенденция на промяна през 1901-2009 спрямо 1960-1990	Фигура No от Приложение 6.1.	Възможно влияние върху риска от природни бедствия ако тези тенденции се задълбочат
Температура на въздуха в България				
Средногодишни температури (2m)	˚C	↑	1	Повишаването на средните температури на въздуха ще засили нестабилността на климата и е предпоставка за повече температурни екстремуми
Средна годишна минимална температура	˚C	↑↑	2	
Средна годишна максимална температура	˚C	↑↑	3	
Средна температура през	˚C	↑	4	По-голяма

зимата (декември-февруари)				продължителност на периода с непостоянна снежна покривка в извънпланинската част на страната, повишен риск от измръзване на растенията поради ефекта от „възвратни студове”. Повишен риск от лавини на топене във високите планини.
Средна температура през пролетта (март-май)	˚C	↑↑	7	По-ранно топене на снежната покривка, изместване на максимума на оттока (респ. на речните прииждания и наводнения) на реките със снежно подхранване по-рано през пролетта
Средна температура през лятото (Юни-Август)	˚C	↑↑↑	10	Повишен риск от топли вълни, засушаване, суша
Средна температура през есента (септември- ноември)	˚C	↑	13	Есенно засушаване и повишаване на агроклиматичния риск за есенниците. Възможно е намаляване на опасността от късни есенни слани и мразове.
Средни **минимални** температури през зимата (декември – февруари)	˚C	↑	5	Възможно е намаляване на опасността от измръзване на посевите
Средни минимални температури през пролетта (март-май)	˚C	↑	8	Възможно е намаляване на риска от късни пролетни слани и мразове.
Средни минимални температури през лятото (юни-август)	˚C	↑↑	11	Повишаване на опасността от горещи вълни, продължителни периоди с горещи дни и тропически нощи
Средни минимални температури през есента (септември- ноември)	˚C	↑	14	Есенно засушаване и повишаване на агроклиматичния риск за есенниците. Възможно е намаляване на опасността от късни есенни слани и мразове.
Средни **максимални** температури през зимата (декември – февруари)	˚C	↑↑	6	Влияние върху дебелината и водността на снежната покривка,

				както върху продължителността и на задържане.
Средни максимални температури през пролетта (март-май)	˚C	↑↑	9	Бързо топене на снежната покривка, формиране на голям повърхностен отток в планините и повишен риск от речни прииждания, наводнения, кално-каменни потоци, ерозия и др.
Средни максимални температури през лятото (Юни-Август)	˚C	↑↑	12	Повишаване на опасността от горещи вълни, продължителни периоди с горещи дни и тропически нощи, суша
Средни максимални температури през есента (Септември- Ноември)	˚C	↑↓	15	Повишен риск от пожари, недостатъчно овлажнение, есенно засушаване
Валежи в България				
Средногодишни валежи	mm/day	↑↓	16	Значителната вариабилност във валежите предполага повшен риск както от екстремни валежи, гръмотевични бури, градушки, наводнения, ерозия и свлачища, така и от продължителни безвалежни периоди, пресъхване на реки и суша.
Средногодишни валежи	%	↓↓↑↑	17	
Зимни валежи (Декември – Февруари)	mm/day	↑↓	18	
Зимни валежи (Декември – Февруари)	%	↓↓↑↑	19	
Летни валежи (Юни-Август)	mm/day	↑↓	22	
Летни валежи (Юни-Август)	%	↓↓↑↑	23	

Тенденциите в промените на индикаторите за температурата на въздуха, включени в таблица 6.4, са по-ясно изразени по отношение на промяната в температурите на въздуха и значително по-неопределени по отношение на индикаторите за валежите, при които се наблюдава много голяма вариабилност.

Резултатите от таблица 6.4 до голяма степен се съгласуват с тенденциите в стойностите им по различните RCP сценарии, представени в Таблица 4.9 от т. 4, относно възможните промени на климатичните екстремни явления по RCP сценариите на IPCC AR5. Разбира се, трябва да държим сметка за забележката там, че краткосрочните климатични проекции за периода 2013-2035, например, не са екстраполации на сегашния климат в близко бъдеще, а предположение за това, какво би се случило с климата, ако се сбъдне някой от RCP сценариите през този период. Индексите за „горещи екстремни явления” и другите температурни индекси, включени в таблица 4.9 от т.4 показват без изключение тренд на повишение на температурите, както и на горещите дни и нощи и

тренд на намаляване на студените дни и нощи. По отношение на валежните индекси, тенденцията е към намаляване на броя дни с валежи, но повишение на интензивността им, нарастване на максималните денонощни валежи, на периодите с продължителни валежи от 5 и повече поредни дни, както и на продължителността на безвалежните периоди.

В заключение можем да кажем, че установените промени в изследваните климатични показатели, имащи пряка или косвена връзка с опасността от климатични и метеорологични бедствия, потвърждават заключенията направени както в Четвъртия, така и в Петия доклад на междуправителствената експертна група относно повишената уязвимост на нашия регион от засушаване и суши, екстремни температури, горещи вълни и наводнения.

7. Анализ на природните бедствия в България – установяване на тенденции в появата им, свързани с климатичните промени

Както вече коментирахме в т. 5 и т. 6, факторите, от които зависи дали едно екстремно събитие ще доведе до бедствие или не, са много и от различно естество (природни, антропогенни, социални, управленски и др.). В контекста на промените в климата, става дума главно за регионалните характеристики на опасните явления и риска от природни бедствия, които пряко или косвено са резултат от определени глобални процеси. Доколко промените в интензитета на дадено екстремно събитие, предизвикани от климатичните промени, ще се окажат разрушителни в конкретен регион, зависи в много голяма степен от конкретните социално-икономически и физикогеографски условия в него и това, доколко е уязвима територията на това въздействие. Поради това, управлението на риска от бедствия, породени от климатичните промени, трябва да става не само въз основа на локалните фактори на средата, но и в контекста на глобалните процеси (климатични промени, демографски и социално-икономически, промени в земеползването) и техните възможни регионални проекции.

7.1. Глобални фактори за генериране на природни бедствия, свързани с климатичните промени.

7.1.1. Климатични промени

Климатичните промени и глобалното затопляне са едно от най-големите предизвикателства пред човечеството днес. Бързият икономически растеж през последните няколко десетилетия е съпроводен от увеличение на емисиите на парникови газове. Според Междуправителствената експертна група по изменение на климата „глобалното затопляне от средата на 20-ти век е много вероятно да е в резултат на

човешкото влияние", (IPCC, 2007). По данни на Центъра Хадлей за изследване и прогноза на климата във Великобритания, средната глобална температура на въздуха над сушата и океаните през 2010 г. се е повишила с 0,81°C спрямо тази от 1850 г., а в Европа – с 1,0 °C. През миналия век глобалната температура се е покачвала с 0,06 °C на десетилетие, а за последната декада (2000-2010г.), то е 0,18°C (GISTEMP) или 0,22 °C (HadCRUT3) спрямо периода 1990-2000, в зависимост от съответните референтни бази данни. Единадесет от последните 13 години (1998-2010 г.) са най-топлите откакто се извършват инструментални измервания, като 2010 г. е с най-високата средна годишна температура измервана досега, според базата данни GISTEMP, (EEA, 2011). През 20-ти век, нивото на световния океан е нараствало средно с 1,7 mm годишно, като през последните 15 години то се повишава средно с около 3 mm годишно, (SOER, 2010).

Средната годишна концентрация на CO2 в атмосферата се е увеличила от пред-индустриалните равнища (1850-1899 г.), от около 280 ppm на 391,57 ppm през 2011 г, (SOER, 2010; NOAA, 2012). От стартирането на системни измервания на концентрациите на въглероден диоксид в атмосферата през 1958 г., средните годишни концентрации на CO2 постоянно нарастват с всяка следваща година, като степента на нарастване за периода 1992-2001 г. е с 1,6 ppm на година, а през последната декада (2002-2010), то е с 2,07 годишно, (NOAA, 2012). Счита се, че антропогенните емисии на парникови газове са основната причина за бързото нарастване на глобалната средна температура през последните няколко декади. Природните фактори, като слънчевата активност и изригването на вулканите не са приемливо обяснение за наблюдаваните бързи промени от средата на 20-ти век насам, (EEA, 2011).

Резултатите от прилагането на глобалните климатични модели за различни сценарии показват, че до края на този век средната глобална температура на планетата ще расте в зависимост от нарастването на концентрациите на парникови газове.

Климатичните промени могат да променят характеристиките на хидроложките и климатичните бедствия чрез очакваните промени в температурите и респективно в изпарението от сушата и Световния океан. Ще бъдат повлияни количеството и интензивността на валежите, относителния дял на течните спрямо твърдите валежи, дефицита на влажност в почвата и др. С нарастване на средните температури на въздуха, процесът на снеготопене ще приключва по-рано, а това може да доведе до промени в годишното разпределение на оттока и до изместване на времето на неговия максимум и минимум (Lehner et al., 2006). Такива промени ще имат своите конкретни характеристики на локално ниво и те трябва да бъдат предвидени, за да се редуцират последствията от тях. Тази цел се постига най-добре чрез моделиране на процесите и очакваните промени.

Тук ще анализираме резултатите от някои изследвания относно ефекта от климатичните промени върху риска от наводнения и екстремни температури за региона на Европа, в т.ч. Югоизточна Европа и България.

Проекта PESETA (Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on boTom-up Analysis) е регионално насочен проект, в който се

извършва интегрирана оценка на ефекта от климатичните промени върху най-чувствителните сфери (земеделие, наводнения, туризъм, здраве) в Европа въз основа на климатичните сценарии и модели представени в таблица 7.1.

Табл. 7. 1. Климатични сценарии и модели използвани в проекта PESETA

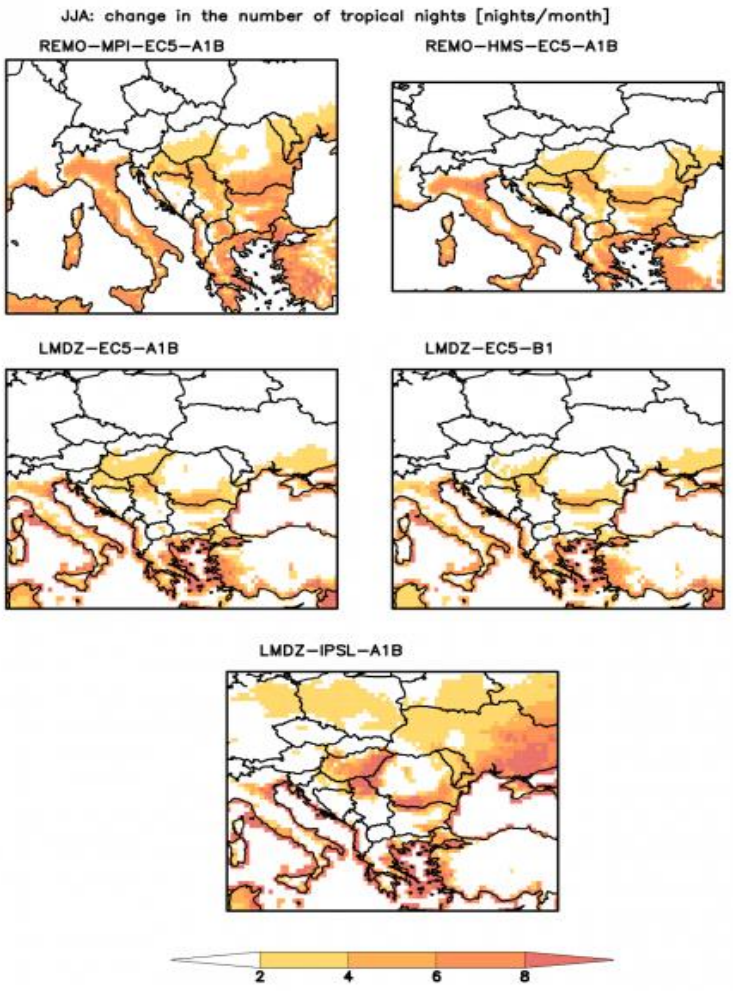
SRES scenario	**Global model**	**Regional model**	**Scenario period**	**Temperature increase (°C)** **Global / EU**
B2	HadAM3H/HadCM3	HIRHAM	2071-2100	2,4 / 2.5
A2	HadAM3H/HadCM3	HIRHAM	2071-2100	3.1 / 3.9
B2	ECHAM4/OPYC3	RCAO	2071-2100	2.3 / 4.1
A2	ECHAM4/OPYC3	RCAO	2071-2100	3.1 / 5.4

В проекта PESETA са извършени симулации с хидроложкия модел LISFLOOD, който илюстрира как промените в климатичните елементи за съответните сценарии (по AR4, виж т.4.) влияят върху количеството на оттока. Моделът показва най-големи разлики за **опасността от наводнения** в двата сценария (B2 и A2) за територията на Централна, Източна и Югоизточна Европа. Според ниско емисионния сценарий, при нарастване на средната годишна температура с 2,5˚C до края на XXI век, спрямо средната температура за периода 1961-1990 г., моделът показва силно нарастване на екстремния отток, докато повишаване на температурата с 3,9˚C ще доведе до незначителни промени и по-скоро до намаляване на тези събития. Тази тенденция е особено добре изразена за територията на Румъния и Гърция. (UN, 2009). Резултатите показват още, че през следващите десетилетия до края на века, в следствие от глобалното затопляне, ще нарасне честотата на наводненията с настояща повторяемост веднъж на сто години в басейните на реките Лоара, Гарона и Рона във Франция, По в Италия и Дунав в Централна и Източна Европа. Намаляване на екстремния отток се очаква и за двата сценария (B2 и A2), в североизточната част на континента поради намаляване на снежната покривка в тези райони, (Ciscar, 2009; Dankers and Feyen, 2009).

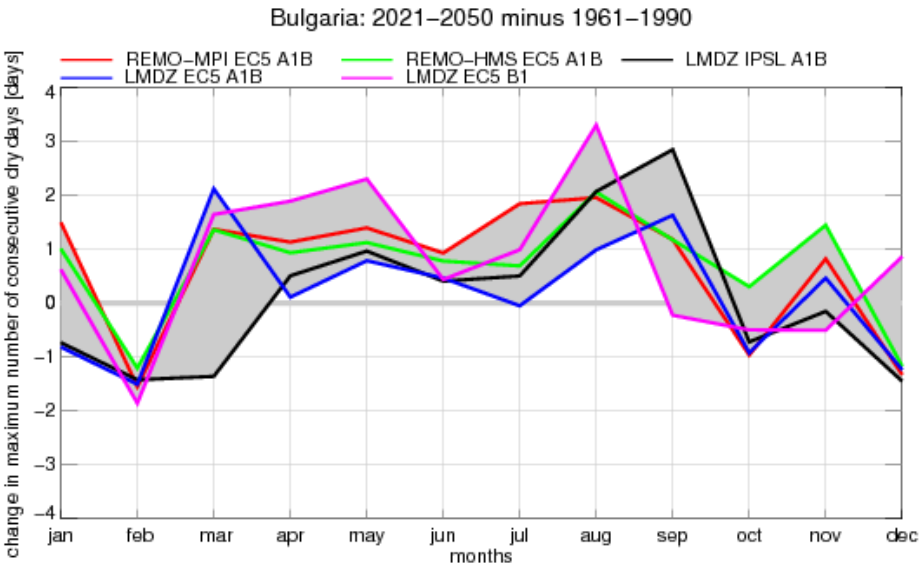
Някои учени не намират достатъчно основания, за да твърдят, че има значима тенденция на нарастване на опасността от наводнения (Kundzewicz et al., 2005, Macklin and Rumsby, 2007 и др.). Изследванията на Збигнев Кундзевич върху оттока за достатъчно дълги периоди на наблюдение за 70 европейски реки показват, че статистически значими промени към нарастване на годишния максимален отток има само в 11 от тях, а в 9 той намалява. В останалите реки не се забелязват значими промени. В изследването се установява още, че максималните стойности на оттока, регистрирани в периода 1961-2000 г. се наблюдават по-често през 1981 – 2000 г., (46 пъти) отколкото през 1961-1980 г., (24 пъти) (Kundzewicz et al., 2005). Това донякъде се съгласува с тенденциите за нарастване на екстремните валежи, без това да води до съществени промени в годишните суми.

Тези твърдения само на пръв поглед са в противоречие с официалната статистика, която сочи, че броят на наводненията в света нараства (EM-DAT, 2012). Това изглежда така, защото в базите данни за природните бедствия са включени събития, които отговарят на определени критерии, като всички те отразяват в някаква степен размера на щетите и броя на жертвите, а не физическите параметри на явленията и в частност на наводненията. Поради това е коректно, данните да се интерпретират като нарастване на наводненията, които причиняват щети, съответстващи на поставените критерии за включването им в базата данни. Нормално е броят на тези събития да нараства с нарастването на броя на населението и на стопанската усвоеност на заливаемите територии и свързаните с това промени в земеползването. Рискът от наводнения може да нараства освен поради по-честите и интензивни валежи и колебания в оттока, и поради по-голямата уязвимост на територията в гъсто населените и силно развити в икономическо отношение региони.

В проекта CLAVIER изследванията имат за цел да симулират промените за емисионните сценарии във времевия хоризонт до 2050 г. за страните България, Унгария и Румъния за емисионните сценарии A1B и B1, чрез прилагане на регионални климатични модели (GCMs: ECHAM5, LMDZ v4; RCMs: REMO 5.9, REMO 5.0, LMDZregional) с резолюция 25,10 и 1 km. Резултатите от този проект показват значително повишение на максималните температури на въздуха и броя на тропичните нощи (с мин. T °C >20°C) (Фигура 7.1), както и увеличение на броя на последователните дни без валеж през лятото за нашата страна. Промяната в броя на тропическите нощи между 2021 – 2050 г за България се потвърждава от симулациите във всички модели. Всички модели показват, че максималната продължителност на последователните дни без валеж също ще расте през този период спрямо данните за 1961-1990 (Фигура 7.2). Такива промени несъмнено ще се отразят на продължителността и интензитета на засушливите периоди в страната.



Фиг. 7. 1. Промени в броя на тропическите нощи през юни-август (нощи/месец) през 2021-2050г. спрямо 1961-1990 [nights/month] (Източник: http://www.clavier-eu.org/?q=node/876#2)



Фиг. 7. 2. Промени в броя на последователни дни без валеж в България през 2021-2050г. спрямо 1961-1990 (Източник: http://www.clavier-eu.org/?q=node/876#2)

В заключение се налага изводът, че е трудно да се очертаят точните измерения на опасността от природни бедствия в резултат от глобалните климатични промени. Резултатите от досегашните изследвания на проблема са доста несигурни, но показват, че глобалните промени ще доведат до значителни промени в климата и в хидроложкия режим на обширни територии от Европа, в т.ч. и в България, и че рискът от засушаване, горещи вълни и наводнения, както и от свързаните с тях други природни бедствия е реален и ние трябва да търсим начини да смекчим последствията от това или да се адаптираме към променените условия.

7.1.2. Демографски и социално-икономически фактори

Хидро-климатичните бедствия застрашават живота на хората и нанасят големи икономически щети на промишлената, транспортна и социалната инфраструктура в населените места, както и на земеделските земи. Неблагоприятният ефект от тях се изразява и в индиректните загуби от епидемии, нарушени комуникации, енергоснабдяване, загуба на селскостопанска и промишлена продукция и др. Щетите зависят главно от степента на опасност и от изложените на нея хора и материални блага.

Така например, въз основа на регресионни връзки между годишните загуби от наводнения и социално-икономическите и климатични предпоставки за тях, е установено, че увеличаването на средния годишен валеж с 1% ще доведе до нарастване на средногодишните загуби от наводнения с 6,5%, ако всички останали фактори останат непроменени спрямо сегашното им състояние, (Choi and Fisher, 2003).

Понастоящем около 800 милиона души в света живеят в застрашени от наводнения територии, като 70 милиона от тях са изложени ежегодно на опасността, (UNISDR, 2011). Само поради очакваното нарастване на броя на населението, без да се отчита промяната в климата и икономическото развитие, броят на изложените на опасност от наводнения в Европа ще нарасне до 2030 г., спрямо равнището от 1970 г., с 220 хиляди души., в Азия с 47 860 000, в Африка с 2 790 000, в Северна Америка с 550 000, в Южна Америка със 770 000 и в Австралия и Нова Зеландия с 30 000 души, (Peduzzi et al., 2011). В изследването не са включени териториите в полярните региони и речните басейни с площ под 1000 km^2. С нарастване на глобалната температура с 2^0C спрямо края на 20-ти век, ще нарасне честотата на наводненията, а между 5 % и 27% от населението на Земята ще живее в речни басейни, в които наводнения с вероятност за случване веднъж на 50 години при сегашните климатични условия, могат да се очакват два пъти по-често (Kleinen and Petschel-Held, 2007).

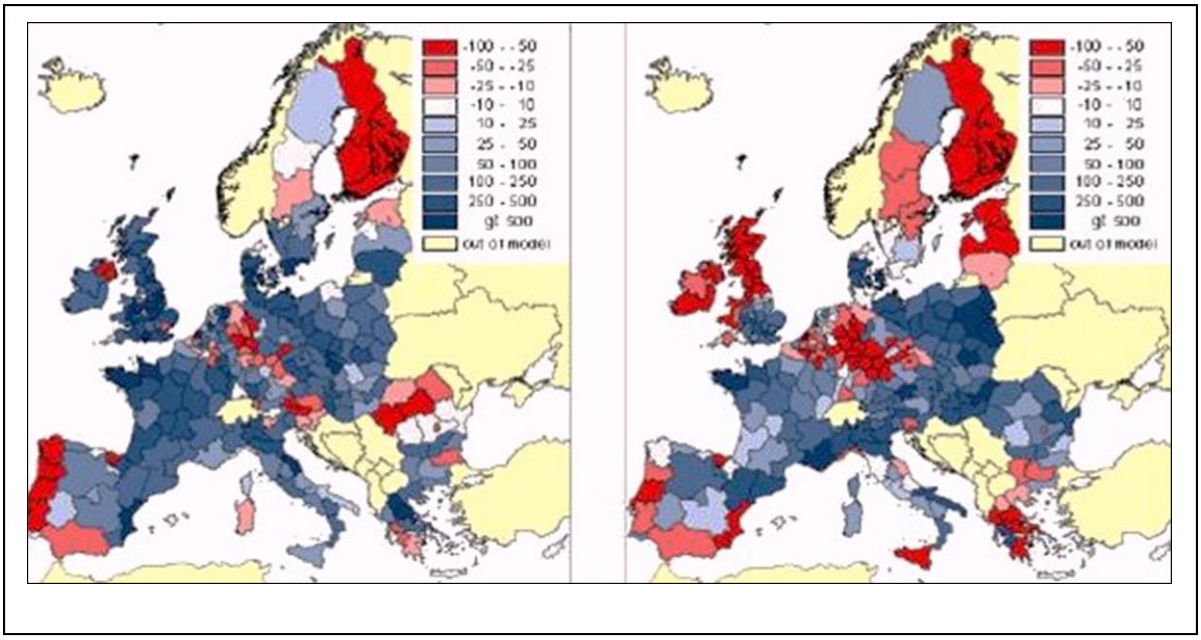
Всички подобни оценки, правени досега се характеризират с големи вариации поради използването на различни модели и прилагането им за различни по големина и степен на стопанска усвоеност територии, но общото между тях, е, че резултатите се влияят много силно от степента на социално-икономическите промени, заложени в моделите (Evans et al., 2004; Hall et al., 2005; Mokrech et al., 2008).

Различен подход е избран в европейския проект PESETA (2009), който има за цел да оцени икономическото въздействие на климатичните промени по отношение на шест

сценария, един, от които касае оценка на очакваните годишни загуби от наводнения в Европа до края на века. Оценката на очакваните годишни загуби се извършва въз основа на регионални (HIRHAM (DMI) и глобални (HadCM3) модели и сценарии (SRES A2; B2) за промените на климата с контролен период 1961-1990 г. Пространствената резолюция за двата SRES сценария е съответно 12 km (A2) и 50 km (B2), (Feyen, et al., 2006). Приема се, че няма промени в броя на населението и в икономическото развитие на застрашените от наводнения зони. Симулациите са извършени с хидроложкия модел LISFLOOD, който показва как промените в климатичните елементи за съответните сценарии влияят върху количеството на оттока. Оценката на очакваните годишни загуби и на очаквания брой засегнато население е много приблизителна, но въпреки това, тя дава представа какво може да се очаква, в зависимост от нарастването на средната температура на въздуха в Европа до края на века.

Резултатите показват, че и за двата SRES сценария, A2 и B2, щетите от наводнения се очаква да нарастват в по-голямата част от Западна, Централна и Източна Европа, както и в Италия и северните части на Испания, докато в Южна, Северна и Североизточна Европа те ще намаляват, (Dankers and Feyen, 2009). Средният брой на засегнатите от наводнения хора за периода 1961-1990 г., който е 194 000 души годишно, се очаква да нарасне над два пъти до 2080 г. (UN, 2009). Очакваните годишни загуби в Европейския съюз ще нараснат с от два до три пъти, като при сценарий B2 те ще достигнат 14 милиарда евро, а при сценарий A2 те са 18 милиарда евро (по цени за 2006 г.), (UN, 2009). Оценка на относителна промяна на очакваните годишни загуби от наводнения с настояща повторяемост веднъж на 100 години е извършена по административни единици (NUTS 2), за периода 2071 – 2100 г. Резултатите показват, че спрямо контролния период 1961-1990 г., загубите в по-голямата част от Европа ще нарастват и за двата SRES сценария – A2 и B2.

В България, според сценарий A2, при повишаване на температурата с 3,9 ^{0}C, загубите от наводнения в Североизточния, Югозападния и Южния Централен райони ще нараснат с от 10 до 50%, а в Северния Централен и Североизточния райони увеличението на очакваните годишни загуби може да достигне от 50 до 100%. Единствено в Югоизточния район загубите може да намалеят с от 10 до 25%, (Фигура 7.3.а), (Fayen et al., 2009). Според сценарий B2, при повишаване на средната температура с 2,5^{0}C, очакваните загуби в Северозападния и в Северния Централен райони се очаква да нараснат със същия процент, както и при първия сценарий, (50-100%). Промени има в очакваното нарастване на загубите в Североизточния район, където те намаляват до 10-25% и в Югоизточния район, където нарастват до 25-50%. За Южния централен и Югозападния райони загубите се очаква да намалеят с от 10 до 25%.(Фигура 7.3 б), (Fayen et al., 2009).



Фиг. 7. 3. Относителна промяна (%) на очакваните годишни загуби от наводнения в Европа по административни единици (NUTS 2) за периода 2071-2100г. спрямо контролния период 1961-1990г. за два SRES сценария - A2 и B2 (по Fayen et al., 2010)http://floods.jrc.ec.europa.eu/climate-change-impact-assessment/floods.html

*Фигура 7.3(а)***, *A2*** *сценарий* *Фигура 7.3.(б)***, *B2*** *сценарий*

Независимо от голямата приблизителност и несигурност на тези резултати, те се съгласуват с редица други изследвания, според които въпреки очакваното намаляване на броя на дните с валежи и повишаването на температурите в Югоизточна Европа в резултат от климатичните промени, случаите с интензивни валежи, които предизвикват внезапни наводнения и щети се очаква да нараснат на фона на общото затопляне и засушаване в региона.(Dankers and Hiederer, 2008; Fayen et al., 2006; Bocheva et al., 2010; Simeonov et al., 2009).

Симулациите в проекта PESETA относно **влиянието на промените в температурата и валежите върху земеделието** в Европа са извършени също въз основа на представените в Таблица 7.1. климатични сценарии, както и въз основа на месечни и годишни данни за максималната и минималната температура на въздуха, валежите и CO^2 екв. концентрации. Пространствената резолюция е 50x50 км. Регионалните модели се отнасят до пет региона в Европа: Северна Европа; Британските острови; Централна Европа Север; Централна Европа Юг (Франция, Австрия, Чехия, Словакия, Унгария, Румъния и Словения) и Южна Европа (Португалия, Испания, Италия, Гърция и България).

Сравнителния анализ на очакваните промени през 2071-2100 г., спрямо периода 1961-1990 г. показва, че в Северна Европа се очаква по голямо повишение на температурата при нарастване на глобалната температура с 2,5°C и 3,9 °C (сценариите Б2 и А2 HadAM3H/HadCM3 HIRHAM GCM и регионалните климатични модели (RCM)). В Британските острови се очаква най-малко повишение на температурата според всички сценарии, а в Централна Европа Юг и Югоизточна Европа най-голямо повишение на

температурата е възможно за сценариите за нарастване на глобалната температура до 4,1 °C и 5,4 °C (B2 and A2 scenarios, ECHAM4/OPYC3RCAO GCM and RCM)

За всички региони в Европа моделите показват нарастване на количеството на валежите (с големи регионални различия), освен за Централна Европа Юг и Южна Европа, където се очаква намаляване на годишната сума на валежите и значително повишение на температурите в сравнение с периода 1961-1990 (Таблица 7.2). При тези условия рискът от по-често или по-интензивно засушаване в региона е реален.

Табл. 7. 2. Повишаване на температурата и промени в сумата на валежите в ЕС през периода 2071-2100 спрямо 1961-1990г. (PESETA)

Променлива	**Регион**	**Сценарий**			
		B2 HadAM3h **2,5 °C**	A2 HadAM3h **3,9 °C**	**B2 ECHAM4 4,1 °C**	**A2 ECHAM4 5,4 °C**
Температура (°C)	Европа	2,5	3,9	4,3	5,4
	Централна Европа Юг	2,4	3,9	**4,4**	**6,0**
	Южна Европа	**2,6**	**4,1**	**4,3**	**5,6**
Валежи (%)	Европа	1	-2	2	-6
	Централна Европа Юг	2	-2	-4	-16
	Южна Европа	**-7**	**-15**	**-13**	**-28**
CO2 концентрации (ppm)		561	709	561	709

Възможното въздействие на тези промени върху земеделието в изследваните региони, изразено като промяна в добивите (%), показва намаляване на добивите в Южна Европа с 12, 4 и 27 % респективно за вариант A2 HadAM3h (3,9 °C), B2 ECHAM4 (4,1 °C) и B2 ECHAM4 (4,1 °C). Според вариант B2 HadAM3h (2,5 °C), не се очакват промени за региона към 2080 г., а във времевия хоризонт 2025 моделите показват нарастване на добивите с 15%, (Таблица 7.3.).

Табл. 7. 3. Възможна промяна в добивите (%) през 2080г. спрямо периода 1961-1990г.(PESETA)

Регион	**B2 HadAM3h 2,5 °C**	**A2 HadAM3h 3,9 °C**	**B2 ECHAM4 4,1 °C**	**A2 ECHAM4 5,4 °C**	**2025**
Северна Европа	37	39	36	52	62
Британски о-ви	-9	-11	15	19	20
Централна Европа Север	-1	-3	2	-8	16
Централна Европа Юг	5	5	3	-3	7
Южна Европа	**0**	**-12**	**-4**	**-27**	**15**
ЕС	3	-2	3	-10	17

7.1.3. Промени в земеползването

Освен разгледаните по-горе климатични и социално-икономически аспекти, важна роля за формирането на горещи вълни, суши и наводнения имат и промените в земното покритие и земеползването. Дейности като обезлесяването, интензивното земеделие и осушаването на влажните зони и нарастването на площта на урбанизираните територии, увеличават хидро-климатичния риск. Поради това, е много трудно да се определи как ще нараства той в бъдеще, но с по-голяма надеждност може да се определят тенденциите по отношение на експонираността на населението и на социално-икономическите системи на това опасно въздействие.

Можем да разграничим три основни аспекта на връзката между промените в земното покритие, земеползването и риска от природни бедствия: 1) Анализът на земеползването позволява да се прецени степента на експонираност и уязвимост на системите на риска от наводнения и; 2) Анализът на промените в земното покритие в речните басейни дава важна информация за това как се изменя опасността от наводнения в него; 3) Моделирането на промените в земеползването и земното покритие в различни модели дава възможност за провеждане на съобразено с опасността планиране и развитие на територията.

Хидро-климатичните бедствия се предизвикват от различни причини, които най-често са комплексни. Промените в земеползването водят до промени в земното покритие, които от своя страна могат да доведат до промени в инфилтрационните характеристики на терена и в параметрите на връзката валеж - отток. Обезлесяването, намаляването на влажните зони и увеличаването на урбанизираните територии в речните басейни повишават риска от наводнения, като намаляват капацитета на територията да инфилтрира, да задържа и отдава постепенно валежните води. Това води до повишаване на относителния дял и скоростта на повърхностния отток и до нарастване на амплитудата и намаляване на времето, за което се формира висока вълна. В комбинация със стопанската усвоеност на районите застрашени от наводнения, рискът се повишава още повече, (Kundzewicz, 2005).

Нарастването на площите с урбанизирани територии допълнително влияе на климатичните условия в градската среда, като се създава т.н. «градски климат», който се отличава с допълнително повишаване на температурата на въздуха и повишава здравния риск за населението и повлиява качеството на въздуха. В този процес важна роля има делът на зелените и водните площи в градската среда.

Моделирането на промените в земното покритие и земеползването в речните басейни има широко приложение в анализа на хидроклиматичния риск. Чрез процеса на урбанизиране на територията в заливните тераси на реките, например, косвено се провокира нарастването на уязвимостта и експонираността на системите, изложени на потенциален риск от наводнения. Конкретни сценарии за влиянието на промените в земното покритие и земеползването върху риска от наводнения в някои речни басейни в България са описани от Николова и Недков (2012).

7. 2. Регионални фактори, които влияят на риска от хидро-климатични бедствия

За целите на този анализ се маркират географските фактори и условията, които могат да доведат до повишаване или намаляване на уязвимостта на системите по отношение на бедствия в резултат от климатични и хидроложки екстремуми. Това са две основни групи фактори: природни и антропогенни.

Природните от своя страна могат да бъдат хидро-климатични, геолого-геоморфоложки, ландшафтни (почви, растителност, земно покритие, защитени територии), а антропогенните включват населението и селищната мрежа, социалните условия и икономическото развитие на територията, земеползването и инфраструктурата (в т.ч. и критичната инфраструктура) и др. Специфичен, но много важен фактор е географската локализация (мястото), където се наблюдават едновременно повишена опасност и уязвимост.

Анализът на *хидро-климатичните фактори* е от ключово значение при определяне на факторите за проява на опасни явления свързани с климатичните промени. Данните за достигнати екстремни стойности на температурите, продължителността на периодите със засушаване и суши, валежите, снежната покривка и оттока в миналото, както и наличието на хидроложки и метеорологични данни от наблюденията за продължителен

период от време са абсолютно необходими за този анализ. Климатичната характеристика се извършва за целия изследван регион, за да се изяснят пространствено-времевите закономерности, които влияят на разпределението на температурите, валежите и др. метеорологични елементи. Ако анализът се отнася до някакъв речен басейн, то трябва да се оценят пространствено-времевите характеристики на климата в различните части на басейна и как те се отразяват на поведението на речната система като цяло. Важен фактор е преобладаващият тип атмосферна циркулация през всеки сезон, както и към коя климатична или хидроложка област принадлежи изследваната територия, за да се очертаят особеностите във вътрешно годишното разпределение на температурите и количеството на валежите, респективно на оттока, характерните условия на овлажнение и изпарение, екстремните стойности на температурите, валежите и оттока, вероятността за случването им и др.

Хидроложката оценка има за цел да установи вероятността за случване на наводнения с определени параметри въз основа на статистическите разпределения на данните, анализа на хидрографите за конкретни екстремни събития и ареалите залети при съответните количества на оттока, както и да определи времето, за което високата вълна достига критичните точки в речния басейн. Данните за наводненията използвани в статистическия анализ могат да се отнасят за максималния отток за всяка година от изследвания период или пък се подлагат на обработка серията от всички данни за максимума на оттока, който е равен или надвишава определено водно количество. За граница се избира обикновено количеството на оттока над което са били регистрирани щети от наводнения. При оценката на хидро-климатичните фактори е необходимо да се симулират модели на връзката валеж – отток, за да се определят критичните стойности на валежите с различна продължителност и интензитет, при които има опасност от наводнения в съответния водосбор, като се отчита ролята на всички останали фактори на околната среда, от които зависи реализирането на бедствието и неговата интензивност, в т.ч. и климатичните промени. Това е особено важно за надеждната оценка на риска от наводнения в планинските водосбори.

Геолого-геоморфоложките фактори оказват също много съществено влияние върху климата и респективно, върху опасността от природни бедствия, свързани с него. Релефът е фактор, който силно влияе върху климата на България. Освен с промяната на стойностите на метеорологичните елементи с нарастване на надморската височина, планините влияят върху климата с морфометричните си характеристики и посоката на простиране на ридовете. Формите на релефа имат много съществено отражение върху параметрите на местния климат. В негативните форми се създават условия за температурни инверсии и формиране на относително по-ниски температури, по наветрените склонове на планините падат повече валежи, а в зависимост от характера на въздушния поток се проявяват силни ветрове, като фьон и бора. От основно значение за определяне на скоростта, с която повърхностния отток ще достигне речното легло са големината и формата на речния басейн, наклона и профилите на склоновете, гъстотата на вододелите и водосливите в отделните му части и литоложката основа. Морфологията на речните долини дава ценна информация за развитието на флувиалните процеси в

миналото и за формирането на съвременните речни тераси, в които е съсредоточен и рискът от наводнения. Експозицията на склоновете в речния басейн по отношение на преобладаващата посока, от която е преносът на влажни въздушни маси също е важен фактор за очертаване на зони със значително по-голям потенциал за формиране на голям повърхностен отток. Експозицията на планинските склонове е предпоставка и за фьонов ефект и бързо топене на снеговете по северните слонове на нашите планини, когато има подходящи циркулационни условия за това. Хидрогеоложките условия, и особено наличието на карстови терени във водосбора също са от значение. При оценката на геоморфоложките фактори трябва да се направи анализ и на условията за активизиране на лавини, свлачища, срутища, ерозия и други, свързани с наводненията и валежите опасни явления и процеси.

Други *ландшафтни фактори*, които имат голямо влияние върху опасността от наводнения, суша и пожари са *почвите, земното покритие и земеползването* (и промените в тях). Почвената покривка, в зависимост от типа почва, механичния й състав, абсорбционния и инфилтрационния и капацитет, реагира по различен начин на условията на овлажнение и изпарение и често се оказва един от решаващите фактори за поведението на системата при опасност от наводнение или суша, наред с валежите и залесеността. Тези фактори са в основата на регулационната функция на ландшафта и капацитета му да осигурява т.н екосистемни услуги, чрез които може да се намали риска от наводнения и други природни бедствия. Много важна в този смисъл, е ролята на горските екосистеми и на влажните зони в речния басейн, които повишават значително ретензионния капацитет на басейна и регулират оттока. Растителната покривка, и особено горските територии имат съществено и много важно и благоприятно значение за формирането на местния климат и на водните ресурси, като допринасят за задържане на валежите, за атмосферната влажност и др. Делът на парковите зони в населените места ще има много съществена регулационна функция по отношение на повишения риск за здравето на населението поради екстремни температури и топли вълни.

Антропогенните фактори, като стопанската усвоеност на територията, наличието на критична инфраструктура с национално или местно значение, демографския профил на населението в границите на речния басейн, състоянието на системите за управление, ранно предупреждение и превенция, културните особености и нагласата на населението по отношение на риска от наводнения, са фактори, които могат да повишат или намалят в значителна степен уязвимостта и риска от природни бедствия. Особено важно е да се има предвид наличието на различни водоеми в границите на басейна, техния вид, обем, техническа изправност, потенциал за регулиране на оттока и критичните граници над които биха могли да прелеят и да доведат до бедствие в случай на наводнение, както и капацитета им да акумулират вода, която да се използва в случай на предизвикан поради засушаване воден стрес. В етапа на идентифициране на опасността трябва да бъдат създадени базите данни за тези фактори на средата, които да послужат за анализа на уязвимостта и риска. Данните за промените в земеползването и земното покритие са много важна част от тази база данни поради широкото им приложение в моделите за

симулиране и управление на риска в речните басейни, крайбрежните зони и урбанизираните територии.

8. Определяне на уязвимостта на България от появата на бедствия, свързани с климатичните промени

8.1. Методически подход

Във възприетия ДНСВО подход за оценка на уязвимостта от бедствия, свързани с промените на климата и взимайки предвид анализа на предходните теми, по отношение на *движещите сили* за нарастване на опасността от климатичните промени, възприетият критерий са сценариите за промяна на климата представени в AR4 и AR5 на IPCC. България принадлежи към региона на Югоизточна Европа, където според всички модели, посоката на промените е ясно изразена към повишаване на температурата, повишаване на екстремността на валежите и продължителността на безвалежните периоди и респективно нарастване на риска от суша, наводнения и съпътстващите ги опасни явления, като горещи вълни, пожари, градушки, ерозия, свлачища и др. По отношение на *натискът* от всички тези заплахи, наблюденията показват, че промени в симулираната от моделите посока, вече се наблюдават в България през последните три десетилетия, като особено добре изразени са те през последната декада. Малки изключения има за опасни явления без тренд в очакваната посока, но те се дължат повече на липсата на данни и доказателствен материал за това, отколкото на липсата на опасност от тях. Доста добре изразена съгласуваност има и между посоката на изменение в температурите (1901-2009) и свързаните с тях потенциални опасности, маркирани и в AR5 за нашия регион (Таблица 4.6 и таблица 4.9 от т. 4 от общата част на доклада). По отношение на валежите, колебанията са много големи в двете посоки и това също е една индикация, че трябва да се очакват, както повече суши, така и повече наводнения, които при това ще са по-интензивни и с по-тежки последствия. *Състоянието* на системите, изложени на тези въздействия, е подложено на анализ в Специалната част на доклада и резултатите показват, че повечето системи, понастоящем и в близко бъдеще (2016-2035), са в категорията „умерено устойчиви”. Трябва да се подчертае обаче, че става дума за една много обща, ориентировъчна оценка, която се нуждае от прецизиране, както по отношение на подбора на индикатори, така и по отношение на тяхното измерване и интерпретиране на базата на достатъчен емпиричен материал за анализ и за определяне на праговите им стойности, над които устойчивостта започва да намалява, а уязвимостта да нараства. Това се отнася и по отношение на индикаторите за адаптационен капацитет, които са специфични за отделните стопански системи и подсистеми. *Отговорът*, който трябва да даде управлението на риска, касае комплекса от политики за смекчаване на въздействието, намаляване на уязвимостта и риска и адаптиране към промените, а това са проблеми, които изискват изграждането на адекватен адаптационен капацитет.

Разликата между оценката на уязвимостта към природни бедствия за дадена територия и оценката на уязвимостта от природни бедствия, свързани с климатичните

промени, е доста съществена. В първия случай е достатъчно да се оцени *опасността, експонираността и капацитета за справяне с бедствието*, които са известни величини, определени въз основа на продължителни наблюдения, реални обекти и яснота по отношение на наличния капацитет. Въпреки това, все още не е възможно да се елиминира рискът от тях и ежегодно страните понасят големи щети от неочакваното им проявление.

Когато трябва да се оцени уязвимостта от природни бедствия към един бъдещ момент, във времеви хоризонт от няколко десетилетия, задачата се усложнява значително по следните причини:

1. *Опасността* се характеризира от реализирането на конкретни сценарии за промените в климата и в социално-икономическото развитие на планетата. При това, различните RCP сценарии, дори за близкия времеви хоризонт 2016-2035, не са екстраполации на сегашния климат в близко бъдеще, а предположение за това какво би се случило с климата, ако се сбъдне някой от тези RCP сценарии през този период (т.4 от общата част на доклада).
2. *Чувствителността* на системите по отношение на климатичните промени към времевия хоризонт 2035 е под критичната за системите, анализирани в специалната част на доклада, но тя е относително по-висока по отношение на екстремумите в повечето случаи и се очаква да нарасне драстично в бъдеще, според RCP сценариите за 2046-2065 и особено към 2081-2100.
3. *Адаптационният капацитет* към един бъдещ период зависи в много голяма степен от социално-икономическите условия, което означава, че той също ще е съответен донякъде на заложените в сценариите варианти за социално-икономическо развитие до края на века.

Поради тези особености, оценката на уязвимостта към природни бедствия, породени от климатичните промени се извършва посредством моделиране на изследваните процеси на базата на възприетите сценарии.

8.2. Оценка на уязвимостта на България към природни бедствия, свързани с климатичните промени.

Уязвимост от природни бедствия на национално ниво

От анализа в т.6 и 7 от общата част на доклада става ясно, че както данните за промените в опасността от хидроклиматични явления и свързаните с тях природни бедствия, така и резултатите от моделите за оценка на опасността и възможните щети от наводнения и суша за територията на България, показват тенденция към нарастване на тези събития, с определени различия в отделните региони на страната. В допълнение трябва да се подчертае, че вероятността за нарастване на продължителността и интензивността на сушите в региона на Южна Европа към края на века, трябва да се приема с умерена доза доверие, а тази за промените в честотата и силата на наводненията, дори с още по-малко, поради липса на достатъчно доказателства в тази посока на регионално ново, а и защото щетите от тези бедствия силно зависят и от други

фактори (напоителни и отводнителни системи, системи за ранно предупреждение, наличие или отсъствие на защитни диги, водоеми и др.) (SREX, 2012).

Уязвимостта на страната към риска от природни бедствия, в т.ч. и тези свързани с климатичните промени, зависи главно от устойчивостта на системите на тяхното въздействие. Устойчивостта от своя страна, зависи от управлението на риска. То трябва да е съобразено с размера на опасността и с изложените на въздействието системи, а по отношение на риска от климатичните промени, уязвимостта зависи силно и от адаптационния капацитет на всички нива на управление и като цяло от политиката на страната относно управлението на риска.

България е ангажирана с изпълнението на дейностите за намаляване на риска от бедствия към Рамката за действие от Хиого (2005-2015). Тя е приета от 168 страни, членки на Обединените нации, на Световната конференция за намаляване на бедствията в град Хиого, Япония през 2005 г. В нея се подчертава необходимостта от по-тясна връзка между политиките за устойчиво развитие и планиране с превенцията и намаляването на уязвимостта от природни бедствия. Набляга се още и на необходимостта от повишаване на капацитета на институциите за справяне с тях на всички нива. Съществена е и ролята на децентрализацията на управленския процес и на интегрирането на моделите за адаптиране към климатичните промени в планирането и управлението на риска (UNISDR, 2005). Мониторингът за изпълнението на тези дейности на национално ниво се извършва посредством система от индикатори, въз основа на която страните изготвят периодично национални доклади за прогреса им в изпълнението на Рамката за действие от Хиого. Въпреки че страната ни е постигнала напредък в изпълнението на много от заложените дейности, все още има и много области, в които такъв не е регистриран, според националния доклад за периода 2011-2013 г. (MoI, 2013). Част от индикаторите за оценка на изпълнението на Рамката за действие от Хиого, са включени в предложените индикатори за оценка на управлението на климатичния риск, предложени от Brooks et al. (2013). Позовавайки се главно на Националния доклад (MoI, 2013), но също и на други източници, ще характеризираме накратко всеки от тези индикатори, за да добием представа за адаптационния капацитет за справяне с уязвимостта относно риска от промените в климата в страната.

1. *Разработени стратегии, програми и др., които да интегрират риска от климатичните промени в планови документи и дейности, свързани с тяхното изпълнение.*

Този индикатор цели да покаже доколко тези документи са адресирани до климатичните промени в съответния им контекст. Разработените национални стратегии и програми досега имат отношение към този въпрос, но по-често косвено, отколкото пряко. Изключение прави Националната стратегия за управление и развитие на водния сектор, където е приложен анализ на опасността от климатичните промени. В Националната програма за необходимите мерки в условията на тенденция към засушаване (МС, 2001 г.), набелязаните мерки, доколкото са изпълнени, са допринесли вече за повишаване на устойчивостта на системите към климатичните екстремуми, например намаляването на дела на домакинствата с режим на водоснабдяване, но тя се нуждае от актуализиране и допълване в посока на риска от суша с оглед на проектираните промени в климата на страната в AR5. През април 2014 г. е приета

Стратегия за намаляване на риска от бедствия (2014-2020). Разработена е Национална програма за защита при бедствия 2014-2018 г. Разработени са още Стратегически план за действие за опазване на околната среда и възстановяване на Черно море (2009). В процес на разработване е и Морска стратегия на Р България (2013). Те са задължителни и за всички стопански субекти. Действа и Национален план за защита на населението. Изпълняват се Директивите ЕС 60/2000, ЕС 60/2007, ЕС/114/2008. В повечето случаи, рискът от помените в климата не е засегнат в достатъчна степен. Планове за действие по време на кризи има на всички нива на административно управление в страната.

2. *Обхват и качество на координацията в областта на управлението на климатичния риск между институциите, имащи отношение към тази дейност (министерства, държавни агенции и др.).*

В министерствата съществуват звена, които имат отговорността да поддържат междуинституционална координация по време на кризи. Често те са тясно специализирани в сферата, в която оперират. Такива звена има и на всички териториално-административни нива, но тяхната дейност засяга хидроклиматичния риск дотолкова, доколкото отговарят за превенцията и справянето с бедствия от такъв характер, а не по отношение на тези заплахи в контекста на климатичните промени. С влизане в сила на Наредбата за условията, реда и органите за извършване на анализ, оценка и картографиране на рисковете от бедствия въпросът за риска от климатичните промени е засегнат в Чл.4 (2), където се посочва, че анализът и оценката на рисковете от бедствия се извършват въз основа и на информация за уязвимостта на територията и по отношение на климатичните промени (ДВ бр. 84, 2012 г.). С тази наредба трябва да се съобразяват всички, които имат отношение към управлението и анализа на риска от природни бедствия.

3. *Финансови ресурси за провеждане на ефективно управление на климатичния риск и намаляване на уязвимостта и щетите.*

Бюджетът на Главна дирекция "Пожарна безопасност и защита на населението" (ГД ПБЗН) не допринася за изграждането на нужния капацитет на страната за намаляване на уязвимостта и риска от бедствия. Все пак, изпълнението на Директиви ЕС 60/2000 и ЕС 60/2007 е финансово обезпечено от МОСВ.

4. *Ниво на информираност относно климатичния риск и подготвеност на кадрите да интегрират тези знания в процеса на планиране и управление;*

ГД ПБЗН разполага с Национален оперативен център, който събира и всички данни за опасни събития и бедствия, както и за ресурсната сигурност на страната, и подпомага дейността на взимащите решения в условия на кризи. Дирекцията разполага с интегрирана система за управление на кризи, системи RAMO и RODOS, Център за спътникова информация за пожари и др. бедствия. Необходимо е наличните ресурси да бъдат по-тясно свързани с мониторинга на опасните последствия от климатичните промени за нашата страна.

5. *Степен до която се използва климатичната информация за информирано взимане на решения във връзка с климатичния риск, на всички равнища в обществото.*

Докладите на Междуправителствената експертна група по изменение на климата са общодостъпни в Интернет на сайта на IPCC, както и много допълнителни ресурси, които

могат да бъдат използвани за тази цел от същия източник. С отворен достъп е и базата данни за природните бедствия в света и в България на сайта на EM-DAT, както и тези за България на сайта на НСИ. Свободен достъп до метеорологична и хидроложка информация от Националната мрежа за мониторинг на НИМХ със свободен достъп има само до Месечния бюлетин, който се публикува редовно на сайта на института, но данните в него се отнасят за много ограничен брой станции и не са предназначени за научни или стопански анализи. Това силно ограничава използването на тази информация, както за научни и образователни цели, така и за информирани бизнес решения. В Стратегията за намаляване на риска от бедствия се предвижда изграждането на Национален център за управление на водите в реално време, който да предоставя информация за хидроклиматичния риск в реално време.

6. *Институционален капацитет за взимане на решения в условия на несигурност по отношение на бъдещите промени в климата.*

В страната действа Национална система за ранно предупреждение и оповестяване при бедствия. Налице е финансов ресурс за незабавна помощ за населението в случай на бедствие на всички административни нива в страната, както и в Червения кръст. Изграден е капацитет за реагиране на внезапни кризи, но не и за планиране и взимане на решения за стопанско развитие, съобразени с възможните промени в климата.

7. *Публично участие във взимането на решения, адресирани до управлението на риска от промените в климата.*

В съответствие с изискванията на Рамката за действие от Хиого е създадена Национална платформа за намаляване на риска от бедствия в Р България, която се оглавява от Министъра на вътрешните работи и включва всички министерства, БАН, БЧК, БИТК, АОБ, както и представители на бизнеса от частния сектор, но все още дейностите на тази структура не са добре синхронизирани с конкретни мерки за намаляване на уязвимостта към климатичните промени.

От направения преглед се вижда, че страната разполага с немалък управленски капацитет за справяне с риска от природни бедствия. В процес на изпълнение са важни международни инициативи и директиви на ЕС, целящи повишаване на устойчивостта на страната към риска от природни бедствия, а други са заложени в Стратегията за намаляване на риска от бедствия, но въпреки това, капацитетът за справяне със специфичните последствия от промените в климата към момента, е по-скоро *недостатъчен*.

Изграждането на адаптационен капацитет на национално ниво, е свързано преди всичко с необходимостта да се създават подготвени кадри, които да прилагат научнообосновани подходи за управление на риска от климатичните промени. Тези подходи трябва да се базират на разработването и прилагането на различни модели за поведението на системите за различни климатични сценарии и широко използване на високи технологии за намиране на алтернативни решения във всички стопански сфери. Информираността на обществото и бизнеса за промените в климата и за риска от природни бедствия, свързани с тези промени, е много важна част от изграждането на адаптационния капацитет, но тя трябва да бъде интегрирана и във всички нива на образователния процес. Това ще даде добра основа за хармонизиране на действията, свързани с прилагането на стратегии, като тази за намаляване на риска от бедствия, за

адаптиране към климатичните промени, на плановете за управление на речните басейни и риска от наводнения и др.

Важно е да се освободи достъпа не само до първична метеорологична и хидроложка информация, но и да се популяризират резултатите от научните изследвания в тази сфера на знание. За нуждите на практиката са проведени изследвания по проблемите на сушите в страната от Раев (2003), Александров (2005), Колева и Александров (2007), Александров (2011, 2011а) и др. Опасността от наводнения в България е изследвана от Герасимов (1963), Герасимов и др.(1980), Димитров (1995), Францова и др. (2005), Сантурджиян и Цанков (2005), Христов и Латинов (2005), Гевнев и Божилова (2005), Артинян и др. (2005), Модев и Кирилова (2005), Събитията на 2005-а: Наводненията в България (обзор, Агенция „Фокус", 2005), Стойчева и Латинов (2005), Недков и Николова (2006), Gergov (2006), Spasov (2006); Monev (2006), Палазов и Станчев (2007), Недков (2007); Николова и др. (2007, 2008), Николов (2007а; 2007б), Предварителна оценка на риска от наводнения в главните речни басейни на Република България – методика за оценка на риска от наводнения, съгласно изискванията на Директива 60/2007/ЕС (2011), Николова и Недков (2012) и др. Публикационната активност, както по отношение на сушите, така и по отношение на наводненията, показва известна обвързаност с периодите, през които тези бедствия са засегнали страната. Българската научна общност има необходимия капацитет да бъде реален партньор в управлението на хидро-климатичния риск.

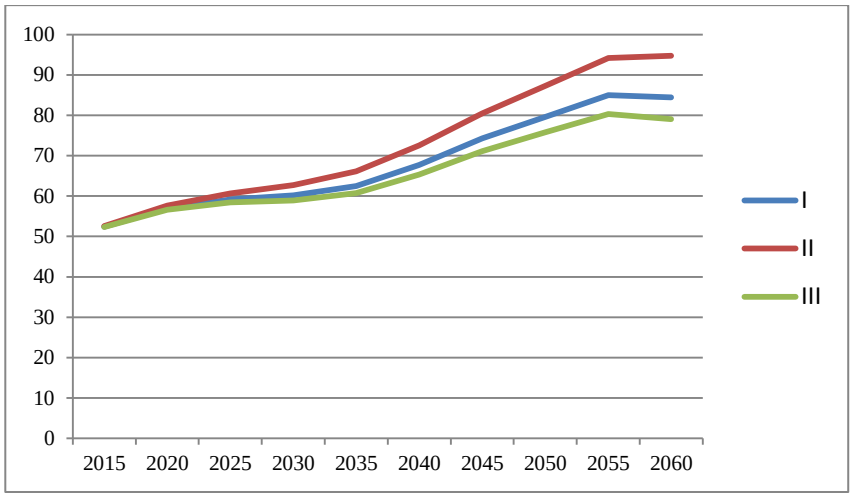
Освен от адаптационния капацитет, устойчивостта на въздействието на природните бедствия зависи силно от експонираността на територията на опасни въздействия, икономическото развитие (БВП), демографския натиск, възрастовата структура и дела на уязвимите групи от населението, индекса на човешко развитие и др.

Средногодишният брой на населението в България към 2012 г. е 7 305 888 души, като градското население е 5 316 384 д., а селското е 1 989 504 д. Демографският натиск се очаква да намалява през следващите десетилетия, като към 2060 г. се очаква броят на населението да е между 5 792 819 и 5 173 546 д., в зависимост от варианта на развитие, за който е направена прогнозата на НСИ (2013). Паралелно с това ще нараства коефициента на възрастова зависимост на населението (Фигура 8.1). Вариант I (целеви), се определя като реалистичен и е съобразен с нормативните изисквания на Европейския съюз за демографското и социално-икономическото развитие на страните членки. Вариант II (относително ускоряване) предполага, че демографското развитие ще протича при благоприятни социално-икономически процеси в страната. Във вариант III (относително забавяне) развитието на населението е прогнозирано при хипотези за неблагоприятни социално-икономически процеси на страната (НСИ, 2013), Таблица 8.1.

Таблица 8.1. Прогноза за изменението на демографския натиск в периода 2015-2060г.

Вариант	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2055	2060
I	7 159 819	6 950 436	6 734 989	6 519 217	6 311 454	6 115 526	5 929 267	5 567 060	5 384 040
II	7 171 499	6 994 911	6 823 688	6 657 777	6 501 522	6 355 423	6 215 927	5 938 897	5 792 819
III	7 154 213	6 928 843	6 691 178	6 450 454	6 216 500	5 994 985	5 784 382	5 376 290	5 173 546

(Източник: НСИ, 2013)



Фигура 8.1. Изменение на коефициента на възрастова зависимост на населението в България (2015-2060 г,) (НСИ, 2012)

Коефициентът на възрастова зависимост отразява отношението между нетрудоспособното население спрямо трудоспособното. И в трите варианта на прогнозата за населението се очаква то да намалява, а коефициентът на възрастова зависимост да нараства. Съчетанието на тези две тенденции допринася за повишаване на уязвимостта към природни бедствия, защото повече хора ще се нуждаят от помощ, за да се справят с последствията от екстремни ситуации и кризи. Съсредоточаването на населението в градовете, също е сигнал за по-голяма уязвимост на градовете в случай на бедствия, поради компактните групи население в тях. От друга страна, намаляването на населението в селата и повишения дял на възрастното население в тях, предполагат недостиг на капацитет за управление на риска в тези региони.

Страната е в групата страни с висок Индекс на човешко развитие (ИЧР) (0,782) по данни за 2012 г. (UNDP, 2013). Страната е на 57-мо място в списъка от 185 страни, за които е изчислен индексът. Той измерва комплекс от показатели за продължителността на живота, грамотността, образованието и стандарта на живот, представен като естествен логаритъм от брутния национален доход на глава от населението в съотношение с покупателната му способност (по новата методика от 2010 г.). Показателят е с тренд на нарастване през последните три години и е индикатор за относителна устойчивост по включените в него показатели.

Добър ориентир за уязвимостта на страната по отношение на риска от природни бедствия е рангът и според Световния риск индекс (СРИ). Той е разработен от Института по сигурност на околната среда и хората към Университета на ООН и се изчислява за 173 страни в света, за които има свободен достъп до необходимите данни. В последния доклад от 2012 г., индексът включва информация вече и за адаптационния капацитет, а не само за капацитета за справяне с бедствията. Към групата на бедствията, по отношение на които се изчислява СРИ (земетресения, бури, наводнения и суша), е включен и риска от повишаване на морското ниво. Стойностите му варират от 0 до 1 или от 0% до 100%. Индивидуалните индекси за експонираност, чувствителност, уязвимост и

капацитет са групирани в пет класа: много висок, висок, умерен, нисък и много нисък (World Risk Report, 2012).

Експонираността на страните се оценява като сумата от средногодишния брой на хората, засегнати от земетресения, бури и наводнения, суша и покачване на морското ниво на площ от 20 km^2, и броя на населението в страната. Честотата на явленията също е взета предвид.

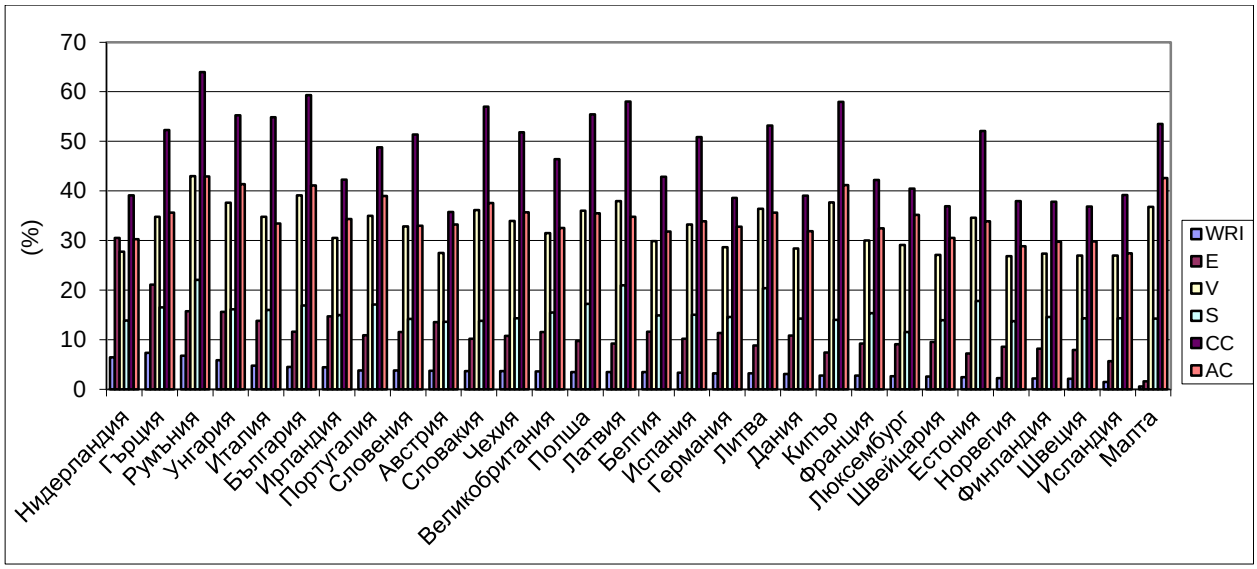
Чувствителността се оценява въз основа на данни за обществената инфраструктура, условията на живот и хранене, нивото на бедност (дял на населението преживяващо с 1,25 $ дневно), дял на уязвимите групи от населението (под 9 и над 75 години), БВП на глава от населението и други общо 28 индикатора (World Risk Report, 2011).

Капацитетът за справяне с бедствията се оценява по показатели като управление, системи за превенция и ранно предупреждение, медицинско обслужване, социална и материална защита на населението.

Адаптационният капацитет се определя в дългосрочен план, по отношение на очакваните бъдещи въздействия и капацитет за справяне с климатичните промени.

Уязвимостта е функция на експонираността, чувствителността и капацитета за справяне или адаптационния капацитет на страната.

Рангът на нашата страна според СРИ е 118-ти от 173 страни, включени в анализа. Колкото по-малък е рангът, толкова по-голяма е уязвимостта на страната спрямо останалите, включени в оценката. Стойностите на общия риск индекс (4,56%), както и тези на индекса за чувствителност (16,90%), за недостиг на капацитет за справяне с бедствията (59,31%) и недостиг на адаптационен капацитет (41,11%), поставят страната ни в зоната на страните с нисък риск клас, като само по отношение на експонираността (14,74%), България е в зоната на страните със среден клас и респективно, повишена експонираност на въздействието на бедствията. Разбира се, ранжирането на страните по този индекс е доста условно и това личи много добре, ако съпоставим индекса, например, само спрямо страните от ЕС. Мястото на България спрямо страните от ЕС (27), плюс Норвегия, Исландия и Швейцария, е след Кралство Нидерландия, Гърция, Румъния, Унгария и Италия. Всички останали страни са по-малко уязвими по отношение на риска от природни бедствия от България (фигура 8.2). Както се вижда от фигурата, България се нарежда непосредствено след Румъния по недостиг на капацитет за справяне с бедствията, по недостиг на адаптационен капацитет, както и по индекс на уязвимост.



Фигура 8.2. Световен Риск Индекс на страните от ЕС (27) и Норвегия, Исландия и Швейцария (Индекс: WRI - Риск; E- Експонираност; V- Уязвимост; S- Чувствителност; CC –Капацитет за справяне; AC- Адаптационен капацитет) (World Risk Report, 2012).

Уязвимост към природни бедствия на секторите в българската икономика

Природните бедствия застрашават живота на хората и нанасят големи икономически щети на промишлената, транспортната и социалната инфраструктура в населените места, както и на земеделските земи. Неблагоприятният ефект от тях се изразява и в индиректните загуби от епидемии, нарушени комуникации, енергоснабдяване, загуба на селскостопанска и промишлена продукция и др. Щетите зависят главно от степента на опасност и от чувствителността и уязвимостта на системите по отношение на въздействието. Таблица 8.2. дава представа за това, към въздействието на кои опасни явления са чувствителни някои основни стопански сектори в България. Връзката между явленията и стопанските дейности може да бъде както пряка, така и косвена, но независимо от вида й, въздействието води до някакъв неблагоприятен изход за отрасъла. Всеки сектор е чувствителен към средно 5-6 явления, с изключение на енергетиката, където има чувствителност към по-малко от тях. Почти всички сектори са чувствителни към екстремни температури (9), наводнения (8), бури и силни ветрове (8).

Таблица 8.2. Експонираност на стопанските системи в България на въздействието на опасни хидроклиматични явления

Сектор/ опасни явления	Селско стопанство	Горско стопанство	Води и водно стопанство	Градска среда	Енергетика	Транспорт	Строителство и инфраструктура	Екосистеми	Здраве	Туризъм	Брой сектори изложени на въздействието
Екстремни температури	X	X	X	X		X	X	X	X	X	9

Екстремни валежи	X		X	X	X	X	X			X	7
Суша	X	X	X	X				X			6
Наводнения	X		X	X		X	X	X	X	X	8
Градушки	X			X		X		X			4
Гръмотевични бури	X	X		X	X			X	X	X	7
Пожари	X	X	X	X	X			X		X	6
Снежни бури и снегонавявания				X		X	X		X	X	5
Силни ветрове	X	X		X	X	X	X		X	X	8
Брой явления /сектор	8	5	5	9	4	6	5	5	5	7	

Освен тези общи оценки, за съществуващата връзка между опасните явления и стопанските сектори, в Специалната част на доклада, всеки сектор е оценен и по система от индикатори за чувствителността му към бъдещите промени в климата във времевия хоризонт 2016-2035 (промяна в средната температура спрямо контролния период 1960-1990, промяна във валежите (%) спрямо нормата за същия период и промяна в очакваните екстремни събития) (Таблица 8.3).

Таблица 8.3. Индикатори за чувствителността на стопанските сектори към климатичните промени и екстремните събития, свързани с тях.

Сектор	Индикатори
Селско стопанство	Продължителност на вегетационния период Агрофенология Засушаване Изискване към напояване Добив от културите Намаляване на качеството на продукцията Разпространение на селскостопански вредители, болести и плевели Условия за отглеждане на селскостопански животни
Горско стопанство	Биологична продуктивност Биологично разнообразие Пожари Каламитети (вредители и патогени)
Сектор „Води”	Количество на повърхностни води Количество на подземни води Качество на водите Засушаване Наводнения Повишаване на морското ниво
Водно стопанство	Водоснабдяване за питейно-битови нужди /подпочвени и течащи повърхностни води/ Водоснабдяване за питейно-битови нужди /водовземане от язовир/ Напояване в земеделието /подпочвени и течащи повърхностни води/ Напояване в земеделието/водовземане от язовир/ Рибовъдство, воден спорт, водопой на животни и др. Индустрия за производство и охлаждане/подпочвени и течащи

	повърхностни води/ Индустрия за производство и охлаждане/водовземане от язовир/ Хидроенергетика /ВЕЦ с годишно (многогодишно) регулиран обем Охлаждане при АЕЦ „Козлодуй” Охлаждане при ТЕЦ с охладителен басейн Охлаждане при ТЕЦ на течащи води Воден транспорт, крайбрежни зони
Градска среда	Територия с високо застрояване от комплексен тип Територия със средно високо застрояване Територия с ниско застрояване Индустриални зони Територия за озеленване и рекреация Територия за обществено обслужване
Енергетика	Топлоелектрически централи (ТЕЦ) БИО ТЕЦ Атомни елктрически централи (АЕЦ) Водноелектрически Електроцентрали (ВЕЦ) Вятърни електроцентрали (ВяЕЦ) Фотоволтаични Електроцентрали (ФЕЦ) Подстанции, въздушни електропроводи (системни и разпределителни) Подземни електропроводи (кабелни)
Транспорт	Железопътен Воден, вътрешни басейни Воден- морски Въздушен Тръбопроводен
Строителство и инфраструктура	Жилищно строителство- ново строителство Жилищно строителство-ремонт и поддръжка Нежилищно строителство- ново строителство Нежилищно строителство- ремонт и поддръжка Гражданско строителство- ново строителство Гражданско строителство-ремон и поддръжка
Екосистеми	Типове екосистеми: Урбанизирани Земеделски Тревисти Горски Храсталачни Рядка растителсност Вътрешни влажни зони Реки и езера Крайморски Морски
Здраве	Преки ефекти на много високите и много ниски температури Diarhoea Недохранване

	Крайбрежни и вътрешни наводнения и свлачища Вектор преносими болести: малария Други вектор преносими болести
Туризъм	Брой туристи и реализирани нощувки през лятото Брой туристи и реализирани нощувки през зимата Брой туристи и реализирани нощувки през преходните сезони Заетост на настанителната база Среден престой на посетителите Заетост на работната ръка в туризма Водоползване Разход на енергия Приходи от туризма

Резултатите от експертната оценка на индикаторите са обобщени в таблица 8.4. Изчисленият *индекс на уязвимост* (У) (т. 5 от общата част на доклада) показва, че с относително по-ниска устойчивост към промените в климата са водният сектор (0,41), следван от селското стопанство (0,42), туризма (0,44), строителство (0,47), водното стопанство (0,51), екосистемите (0,51), транспорта (0,53), енергетиката (0,63), здраве (0,66), градска среда (0,87). При стойност 1 системата е максимално устойчива на съответното въздействие. Експертната оценка за всички сектори е, че *адаптационният капацитет* е „недостатъчен" (3). Уязвимостта към промените в *температурата* на въздуха във времевия диапазон 2016-2035, е най-висока за сектор води (0,37), следван от секторите селско стопанство (0,41), туризъм (0,33), екосистеми (0,53), строителство (0,56), здраве (0,66), транспорта (0,72), водното стопанство (0,74), градска среда (0,72) и енергетика (1). Уязвимостта по отношение на промените във *валежите* е най-голяма в секторите туризъм (0,39), селско стопанство (0,42), водно стопанство (0,44), транспорт (0,50), води (0,55), здраве (0,66), екосистеми (0,70) и енергетика и строителство (0,78). Уязвимостта по отношение на *екстремните явления* и свързаните с тях бедствия, е най-висока в сектор строителство (0,33), води (0,37), следван от селско стопанство и екосистеми (0,41), транспорт (0,44), водно стопанство (0,48), енергетика (0,47), здраве (0,66) и туризъм (1). С изключение на здравната система и туризма, всички останали сектори показват повишена уязвимост по отношение на екстремумите (Таблица 8.4).

Таблица 8.4. Индекс за уязвимост на системите към климатичните промени (2016-2035)
(Т-температура, Р-валежи, Ех -екстремни събития, У-уязвимост).

Сектор	ΔT°C	ΔP(%)	Ex	У
Селско стопанство	0,41	0,42	0,41	0,42
Горско стопанство	-	-	-	-
Сектор Води	0,37	0,55	0,37	0,41
Водно стопанство	0,74	0,44	0,48	0,51
Градска среда	0,72	1,33	1,44	0,87
Енергетика	1,00	0,78	0,47	0,63
Транспорт	0,72	0,50	0,44	0,53
Строителство и инфраструктура	0,56	0,78	0,33	0,47
Екосистеми	0,53	0,70	0,41	0,53
Здраве	0,66	0,66	0,66	0,66
Туризъм	0,33	0,39	1,00	0,44

За някои системи, индексът на уязвимост не се оказа подходяща мярка, поради доста нееднозначното въздействие на климатичните промени върху съответния сектор. Например, много е трудно да се каже кои здравни проблеми са провокирани от климатичните промени, защото почти винаги има и други фактори, които оказват влияние, като хронични заболявания, нездравословен начин на живот и т.н. Подобен проблем има и по отношение на горското стопанство и уязвимостта на почвите, поради голямото видово разнообразие и различния ефект, който промените в климата имат във всеки конкретен случай, както и поради по-продължителното време, което е необходимо, за да се прояви въздействието върху тези системи. Въпреки това, резултатите показват, че повечето от системите са от „много устойчиви" до "умерено устойчиви" по отношение на очакваните промени в климата към периода 2016-2035 година.

Необходимо е прецизиране на включените индикатори за оценка на чувствителността и уязвимостта в секторите, както и допълнителни изследвания и моделиране на процесите за определяне на праговите стойности, над които те носят информация за условията, при които системите преминават от състояние на някаква степен на устойчивост в състояние на уязвимост към климатичните промени, и особено към екстремните събития породени от тях.

Установявайки степента на уязвимост/устойчивост на системите към различните сценарии за изменение на климата възниква необходимостта да се определи и степента на риска, който произтича от промените в климата и последствията от това. Обикновено степента на риска се определя по пет степенна скала: много нисък, нисък, умерен, висок и много висок.

Критериите за определяне на очакваните последствия и респективно за насочване на бъдещи инвестиции за повишаване на устойчивостта на системите са различни за различните обществени сфери. В *бизнеса* те касаят диверсификацията на производството, ресурсното обезпечаване и логистиката, гарантирането на необходимите човешки ресурси, устойчив растеж и развитие, застраховане и други финансови механизми за гарантиране на стабилност във всички степени на възможен риск – от много нисък до много висок.

В сферата на *обществените услуги* критериите се отнасят до надеждността и сигурността на тяхната дейност в случай на бедствие или при промяна на климатичните условия, която може да доведе до неудовлетворяване на стандартите. Критериите в този случай са качество, бързина и ефективност на услугите, осигуряване на алтернативи в случай на бедствие и гарантиране на сигурността.

В сферата на *управлението* критериите могат да бъдат специфични в зависимост от нивото на управление, но по принцип те се отнасят до обществената безопасност, сигурността на населението, икономиката, критичната инфраструктура и опазването на околната среда.

Необходимостта от адаптиране към климатичните промени трябва бъде взета предвид при изготвянето на плановете за управление на риска от тях.

Основните принципи за създаване на успешна стратегия за адаптиране към климатичните промени са: 1) У*стойчивото развитие*, (адаптирането трябва да подпомага устойчивото развитие); 2) Гъ*вкавост на системите,* (адаптирането към

настоящите проблеми в управлението на водите и земеползването трябва да започне незабавно); 3) У*правленски капацитет, (*повишаване капацитета на институциите, децентрализация и обществено участие); 4) И*нформираност, (*познанията за адаптирането на местно ниво трябва да се задълбочат и да обхванат всички слоеве на обществото); 5) И*кономически ефект, (*цената на бездействието – срещу ползата от адаптирането), (Dialogue on Climate Change Adaptation and Land and Water Management, 2009).

Тези принципи са заложени в препоръките на UNECE за създаване на националните стратегии, програми и проекти за адаптиране. Те могат да бъдат разработени от гледна точка на опасността, уязвимостта, адаптационния капацитет или политическия контекст, и в зависимост от институционалното ниво, за което се отнасят по определен набор от критерии и съответни сфери на дейност и политики, в които да се инвестират ресурси от различен вид (Таблица 8.5).

Таблица 8.5. Примерни проекти за адаптиране на различно управленско ниво

Подход	**Опасност**	**Уязвимост**	**Адаптационен капацитет**	**Политика**
Цел	Повишаване на устойчивостта на системите на наводнения и бъдещи опасни климатични явления	Подобряване на достъпа до нови пазари и повишаване на диверсификацията на производството съобразно промените в климата	Подобряване на заинтересоваността на бизнес общността към климатичните промени и риска от тях	Намаляване на уязвимостта от суши, наводнения , морски бури и повишаване на морското ниво в следствие на промените в климата
Дейности на национално ниво	Подобряване на хидро-метеорологичния мониторинг	Разработване на маркетингова политика за търговия с аквакултури, съобразена с промените в климата и повишаването на морското ниво; Интродуциране на нови земеделски култури, които са по-малко влаголюбиви и устойчиви на по-високи температури;	Определяне на бизнес сектора, който ще понесе най-големи загуби от предстоящите промени в климата. Защо е така и как да се адаптира секторът?	Планиране на процесът на стопанско усвояване на застрашените от наводнения и повишаване на морското ниво крайбрежни зони ?

Дейности на регионално ниво	По-ефективни системи за ранно предупреждение	Осигуряване на нови пазари с оглед диверсификацията на производството за намаляване на последствията от климатичните промени; Застраховането е важен инструмент за намаляване на риска и относителна устойчивост на стопанските дейности, които са чувствителни към климатичните промени.	Бизнесът може да допринесе за идентифициране на областите, които са уязвими към промените в климата.	Преустройство или оттегляне е по-доброто решение? Трябва да се установи кои части от крайбрежието ще бъдат залети при повишаването на морското ниво или в случай на наводнение и земеползването да е съобразено с риска.
Дейности на локално ниво	Съобразяване на подготовката и планирането с нарастващия риск от наводнения/суши и др. бедствия в следствие на промените в климата	Промени в кредитирането на земеделските производители за да инвестират в диверсифициране на производствената си дейност; Промени в градоустройствените планове и разширяване на водните и зелените площи в големите градове, саниране и използване на нови материали в строителството.	Да се намери подходящата форма на представяне на сценариите за промените в климата за да се покажат ясно и разбираемо заплахите и възможностите за адаптиране?	Проекти за намаляване на щетите от наводнения, суша, екстремни температури и др. бедствия в урбанизираните територии в бъдеще.

Източник: Dialogue on Climate Change Adaptation and Land and Water Management, 2009

В България основните опасни явления и процеси, свързани с промените в климата, които могат да генерират различна степен на риск за социално-икономическите и природните системи са следните: екстремно високи температури (горещи вълни); суша; наводнения; горски пожари; повишаване на морското ниво; повишаване на температурата на повърхностните води; инвазивни видове и др.

Тези рискови явления могат да се третират по различни начини в зависимост от характера и спецификата на възможните последствия. Има *общи подходи*, които са широко приложими, като застраховането и диверсификацията, например. В други случаи те могат да бъдат *структурни и технологични*: изграждане на диги, язовири, укрепване на свлачища, въвеждане на нови строителни материали и инженерни съоръжения и др. Третата група дейности за третиране на риска са *регулационни и институционални*, които са свързани с изграждане на адаптационен капацитет, въвеждане на нови

стандарти, нормативни документи, промени в градоустройствените планове и плановете за управление на кризи и др. *Адаптирането* към риска от климатичните промени също е форма на третиране на риска, като се въвеждат нови по-устойчиви на засушаване сортове култури или се предприемат промени в земеползването в застрашените региони, въвеждат се системи за ранно предупреждение където е необходимо и др. *Образованието и научните изследвания* също могат да изпълняват конкретна роля за намаляване на риска като повишават информираността и публичното участие в изпълнението на плановете за адаптиране към климатичните промени и чрез предоставяне на по-съвършени решения за мониторинг, моделиране и управление на риска в различен времеви и териториален план.

Заключение

В заключение може да се обобщи, че основните опасни явления и процеси, свързани с промените в климата, които могат да генерират различна степен на риск за социално-икономическите и природните системи са следните: екстремно високи температури (горещи вълни); суша; наводнения; горски пожари; повишаване на морското ниво; повишаване на температурата на повърхностните води; инвазивни видове и др.

Тенденциите по отношение на изграждането на необходимия адаптационен капацитет са положителни и близки до тези в други европейски страни към момента, но той се определя като недостатъчен на секторно ниво и ще са необходими целенасочени усилия за неговото своевременно изграждане в близко бъдеще. Считаме, че ролята на достъпа до информация, образованието и подготовката на кадри, както и на науката и технологиите са решаващи за постигането на тази цел.

Методиката за оценка на уязвимостта на секторите от българската икономика се нуждае от допълване със специализирани модули за оценка в различните стопански сфери, които да са съобразени с тяхната специфика. Необходимо е прецизиране на индикаторите за оценка, както и на скалите за измерването им. Необходимо е да се разработи методика за оценка на уязвимостта на страната към риска от климатичните промени, която да отразява спецификата на регионите (природна, икономическа, демографска, социална, културна и др.) експонирани на въздействието им.

Уязвимостта на страната по отношение на експонираността и на въздействие на хидро-климатичния риск е умерена при настоящите условия, но има реални предпоставки тя рязко да нарасне след периода 2035, а е възможно това да се случи и по-скоро, поради проектираните въздействия от климатичните промени за нашия регион, както и поради неблагоприятните демографски процеси, които се очаква да се задълбочат в бъдеще.

Управлението на риска, развитието на науката и технологиите и икономическия просперитет на страната, са главните условия за изграждането на необходимия адаптационен капацитет и намаляването на уязвимостта на системите към риска от климатичните промени в бъдеще.

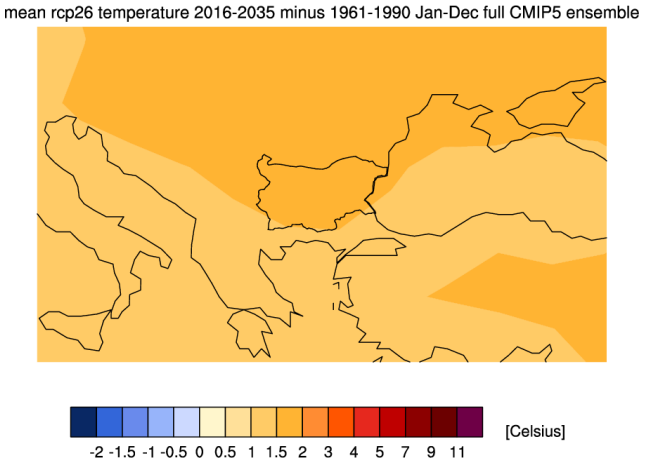
II. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение № 4.2.

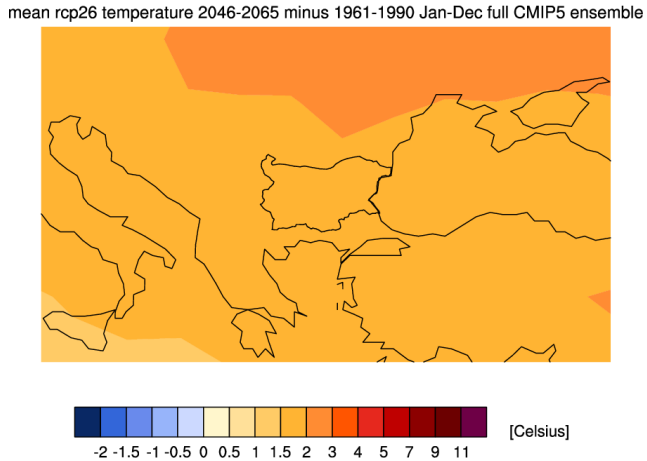
Карти на очакваните промени на средногодишните и сезонните температури и валежи

Промени в средногодишните температури на въздуха (2m):
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

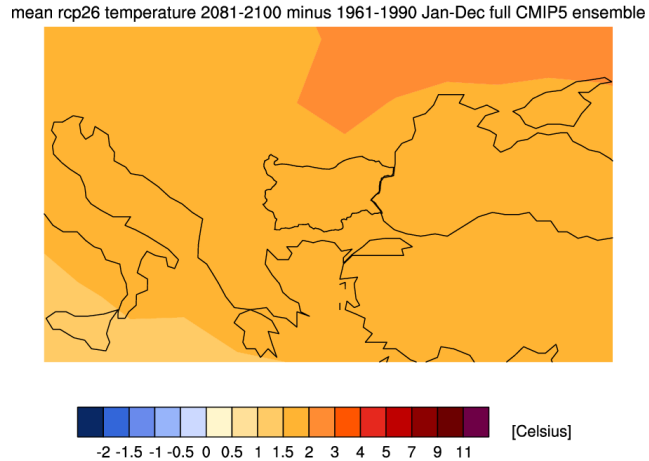
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



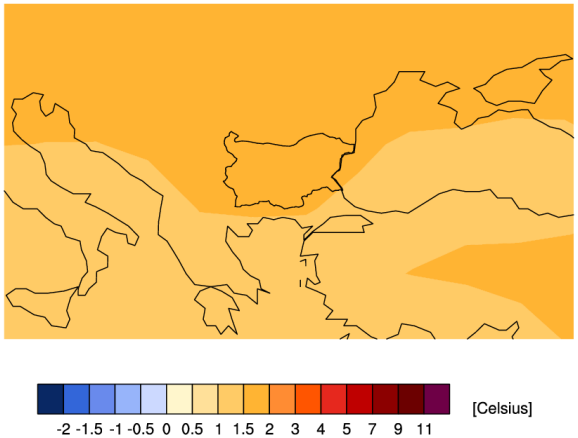
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

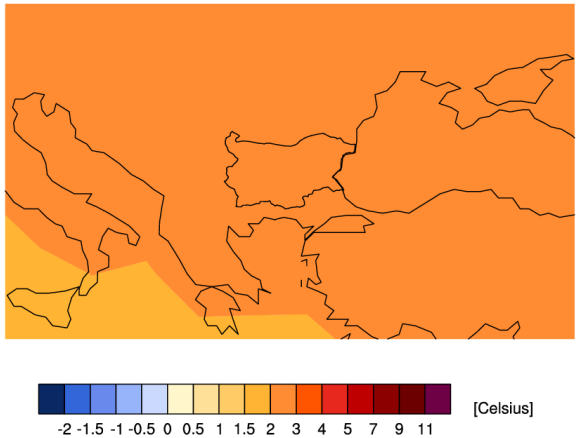
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 temperature 2016-2035 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



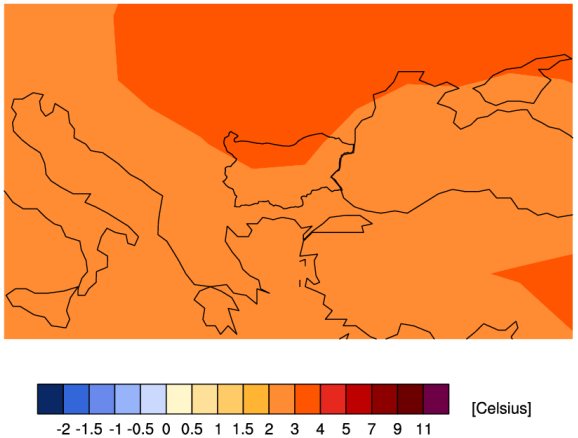
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 temperature 2046-2065 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

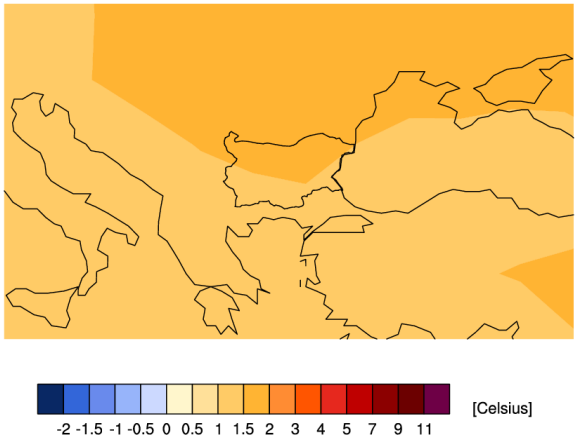
mean rcp45 temperature 2081-2100 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

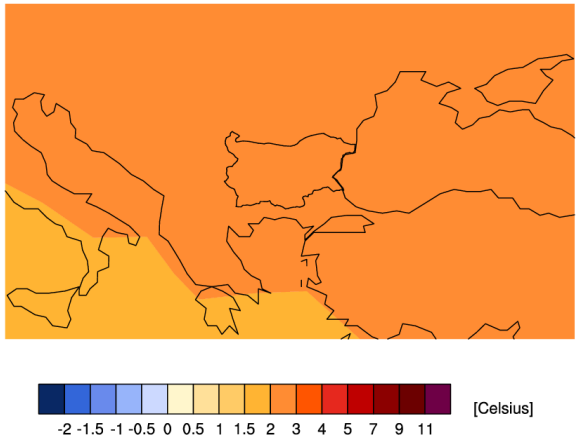
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 temperature 2016-2035 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



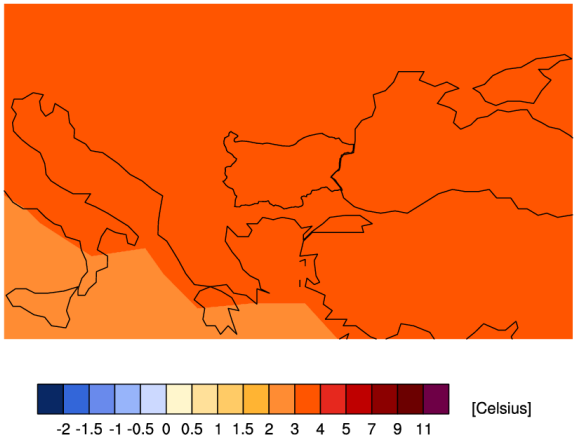
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 temperature 2046-2065 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

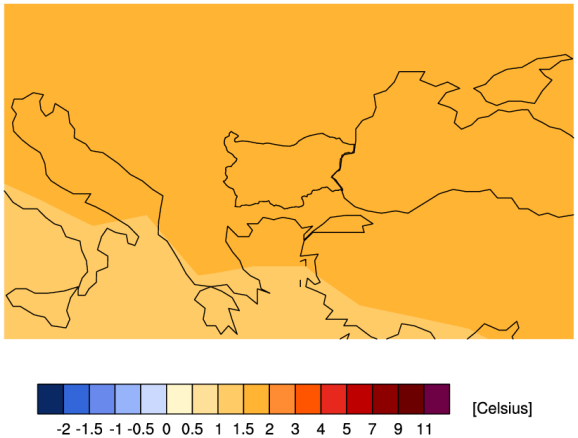
mean rcp60 temperature 2081-2100 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

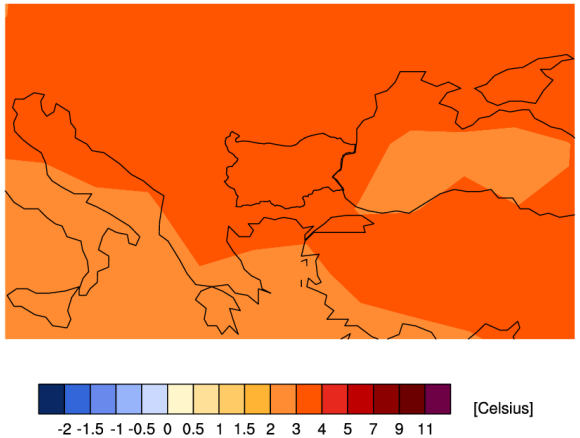
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 temperature 2016-2035 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



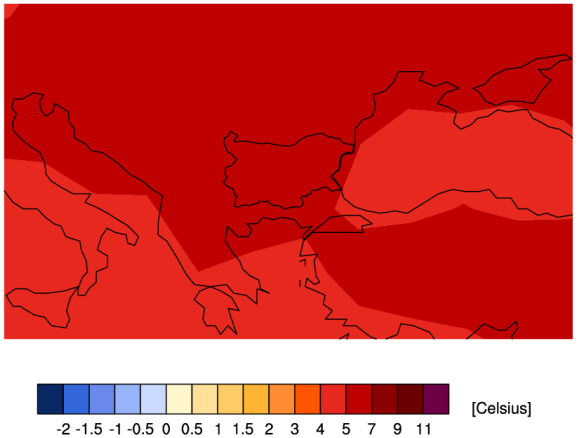
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 temperature 2046-2065 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 temperature 2081-2100 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



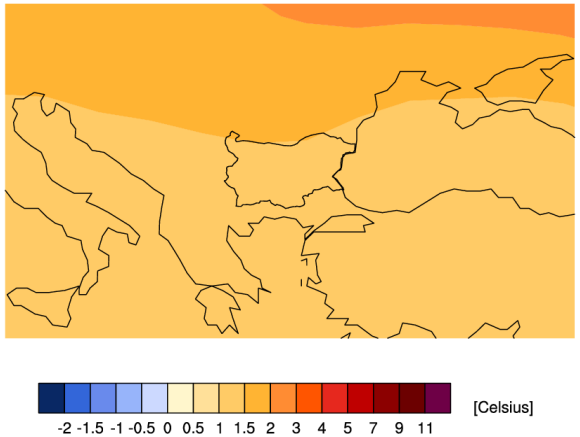
Промени в сезонните средни минимални и средни максимални температури на въздуха (2m):

Средни минимални температури през зимата (Dec-Feb)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

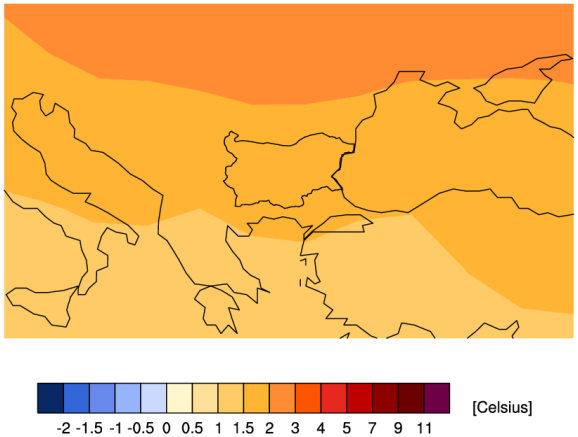
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



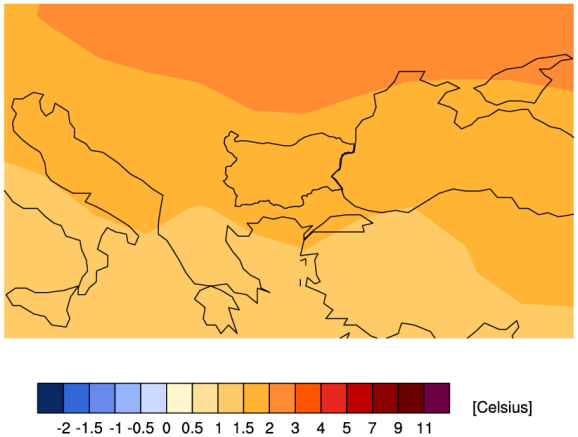
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

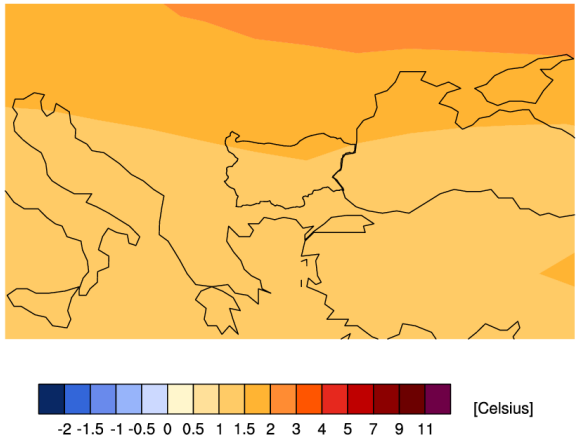
mean rcp26 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

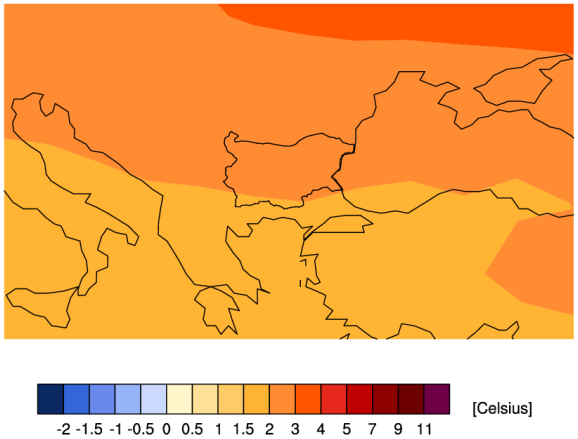
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



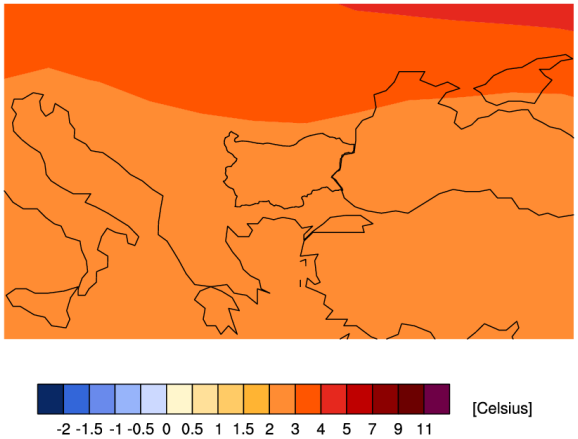
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

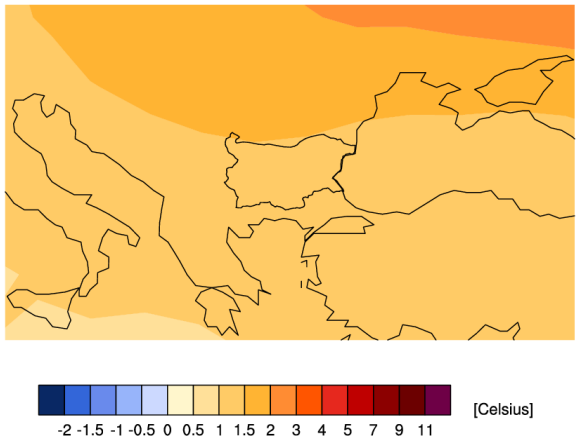
mean rcp45 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

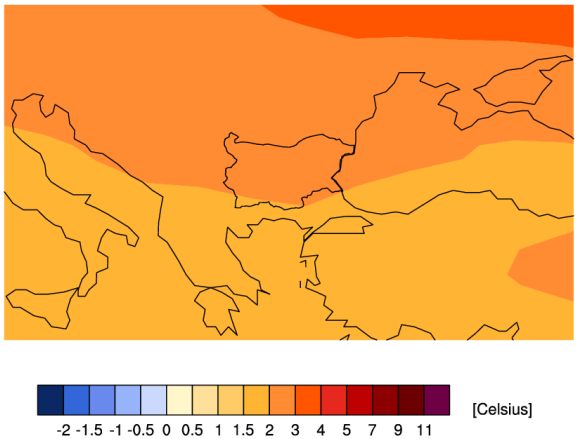
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



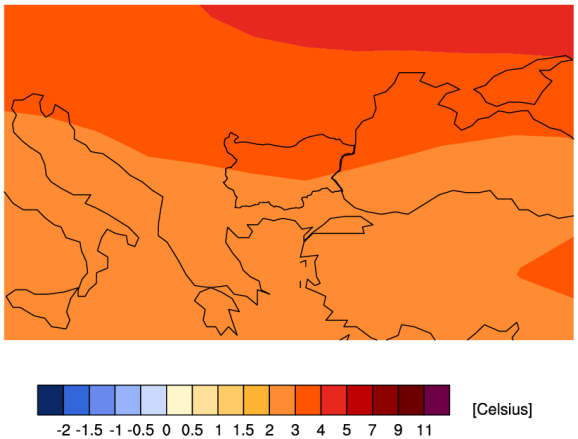
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

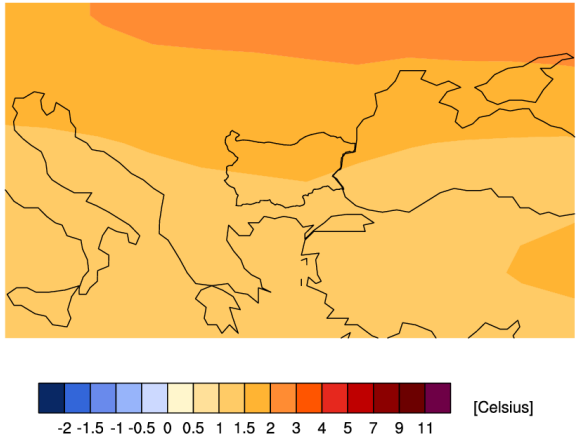
mean rcp60 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

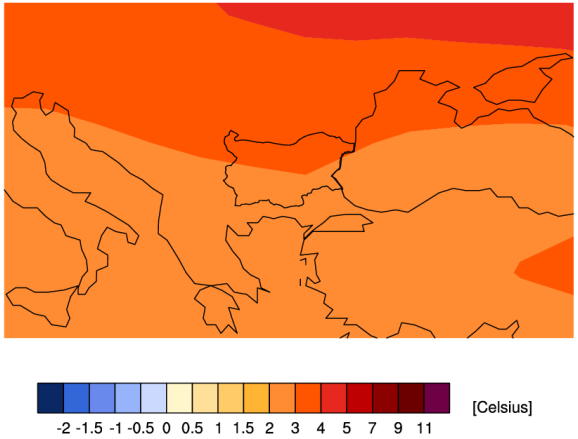
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



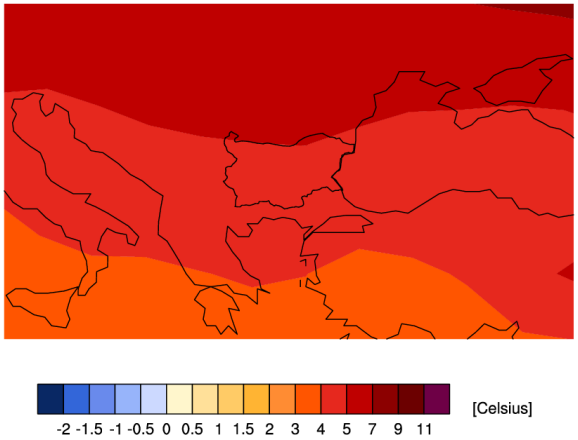
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble

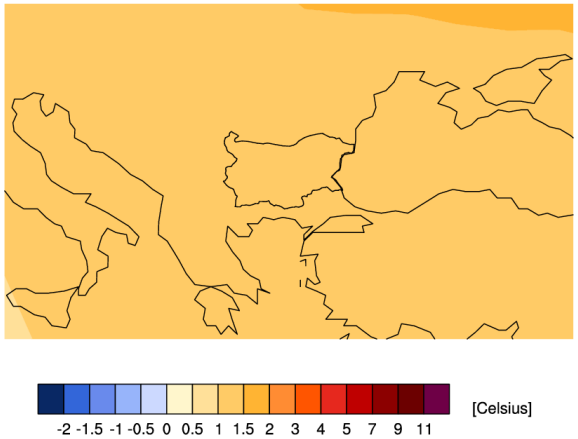


Средни минимални температури през пролетта (Mar-May)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

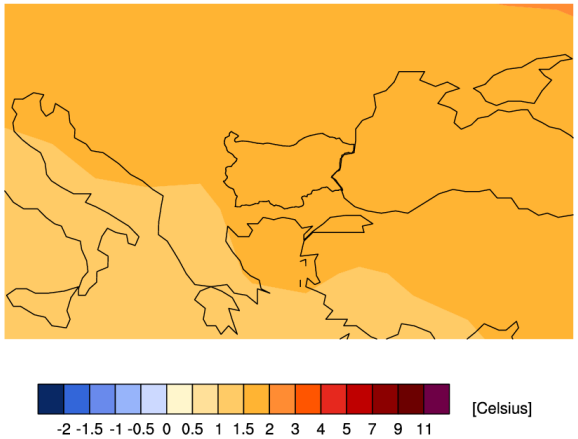
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



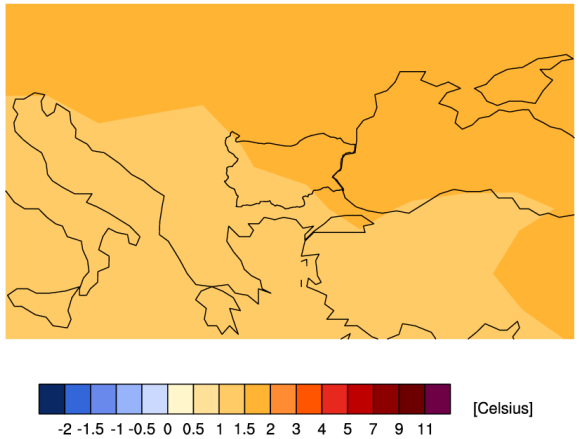
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

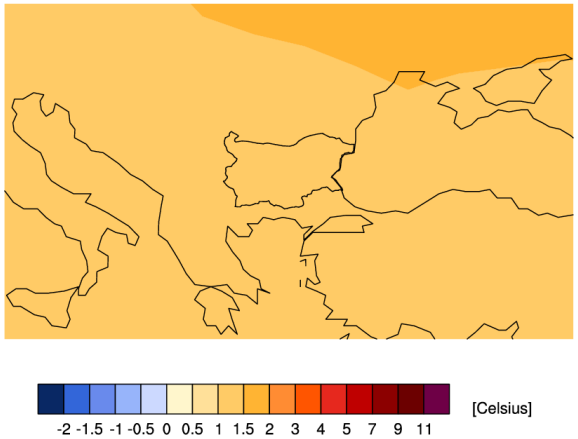
mean rcp26 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

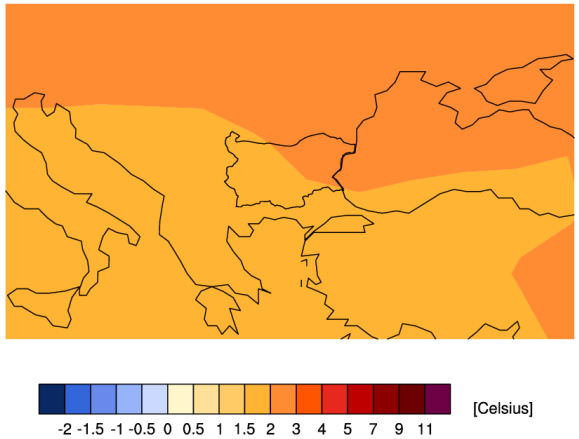
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



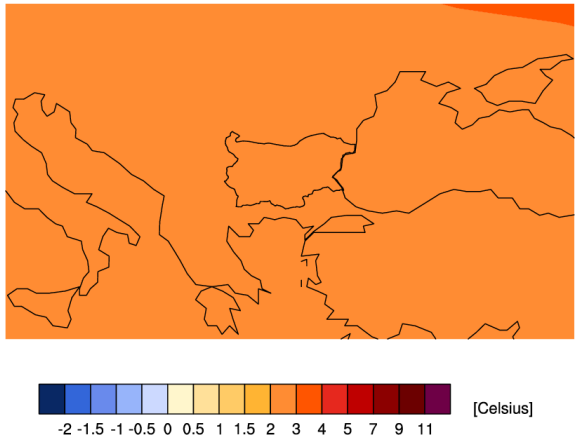
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

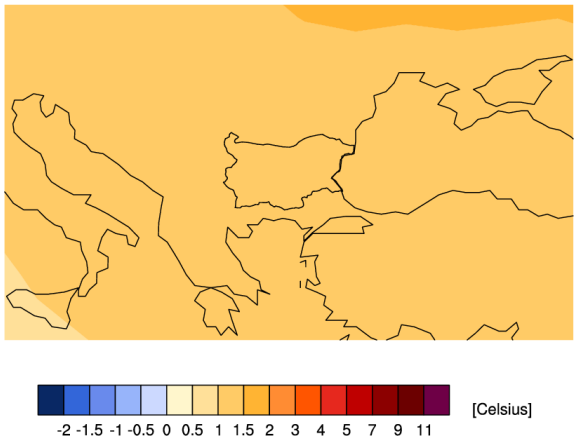
mean rcp45 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

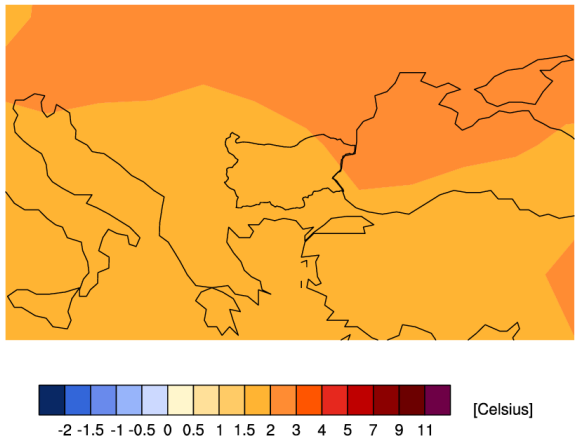
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



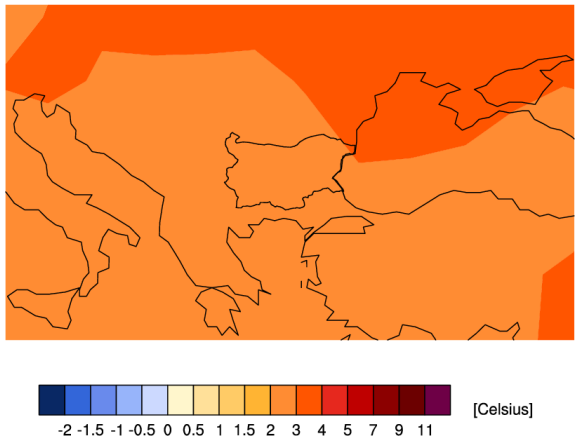
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

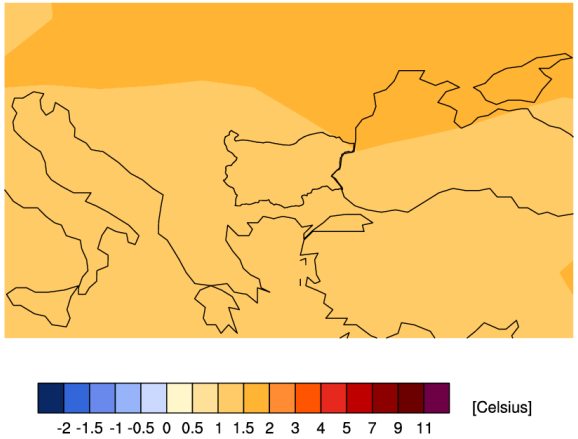
mean rcp60 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

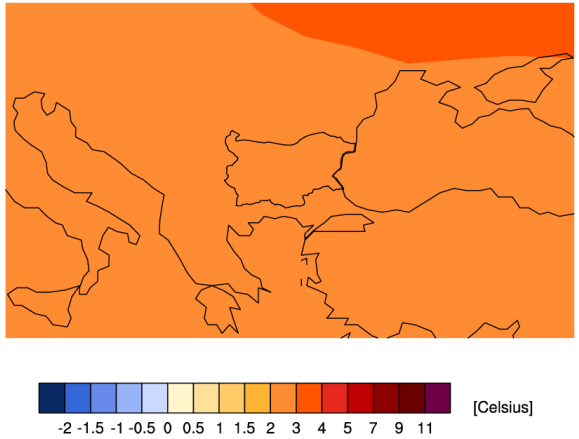
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



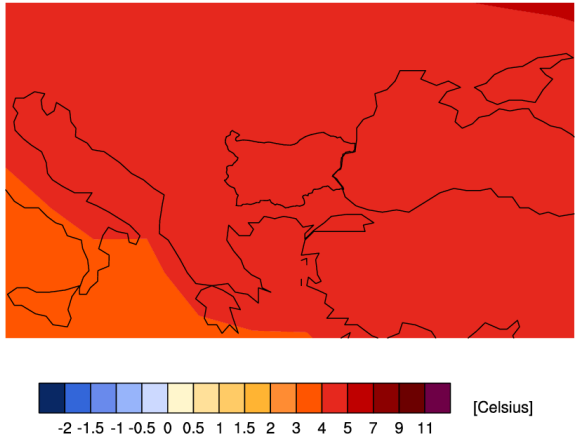
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble

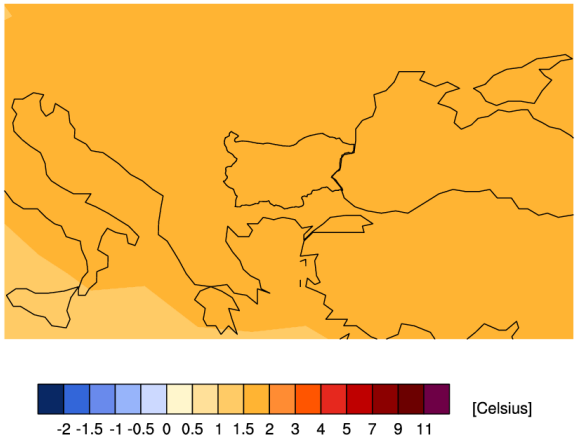


Средни минимални температури през лятото (Jun-Aug)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

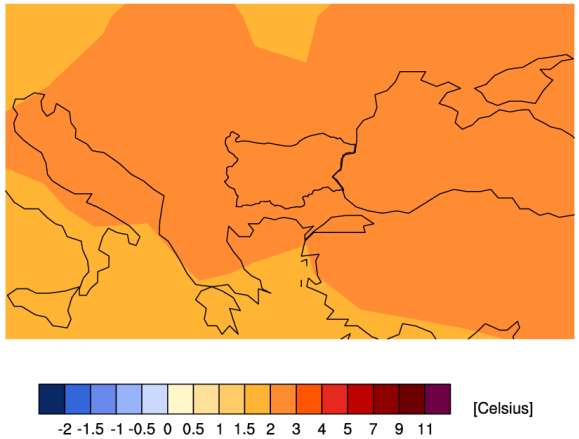
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



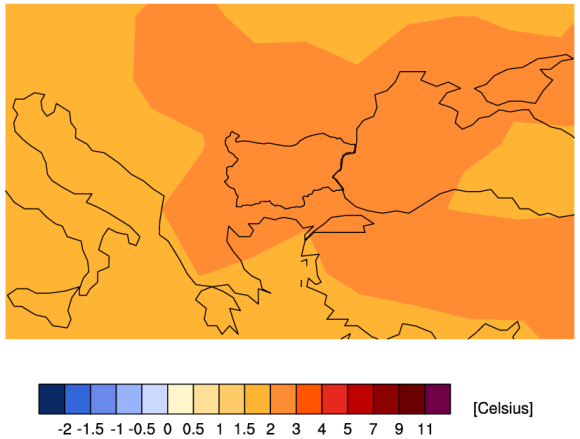
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

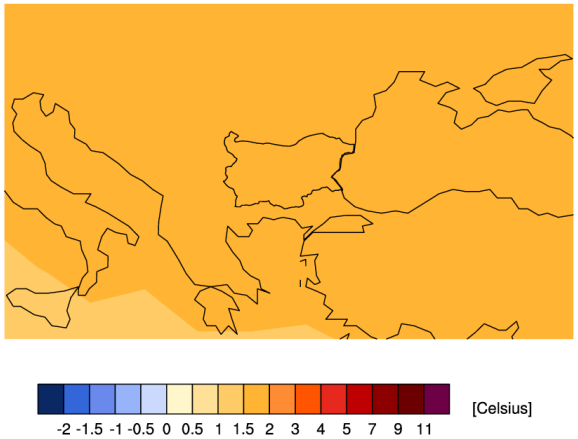
mean rcp26 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

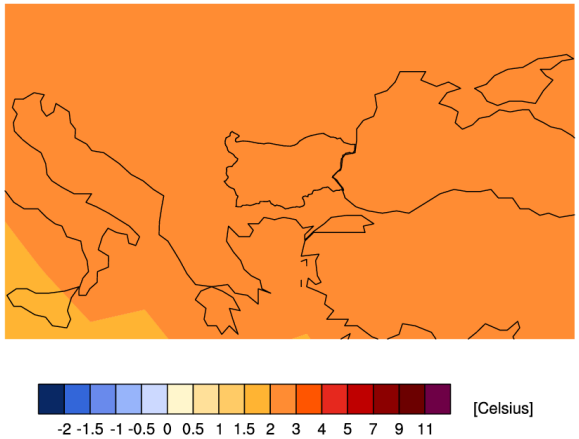
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



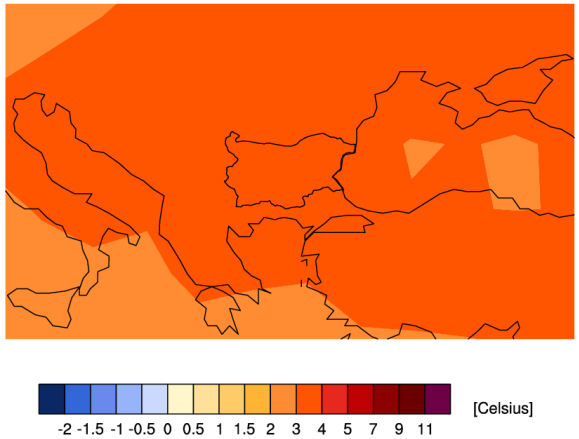
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

50% rcp45 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

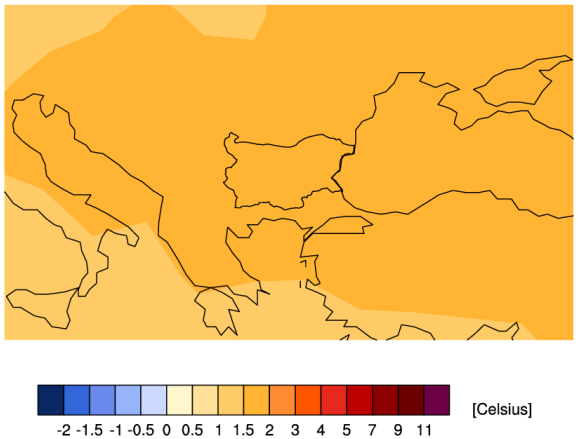
mean rcp45 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

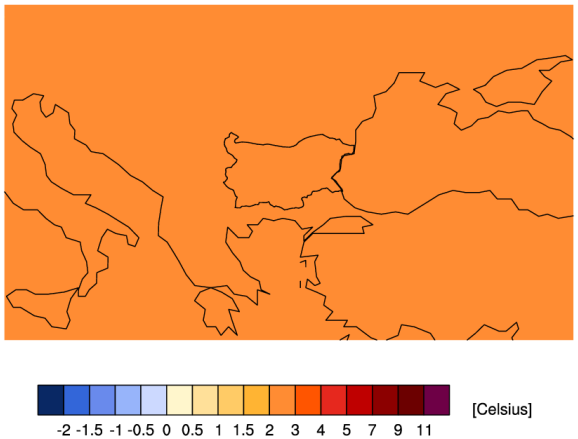
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



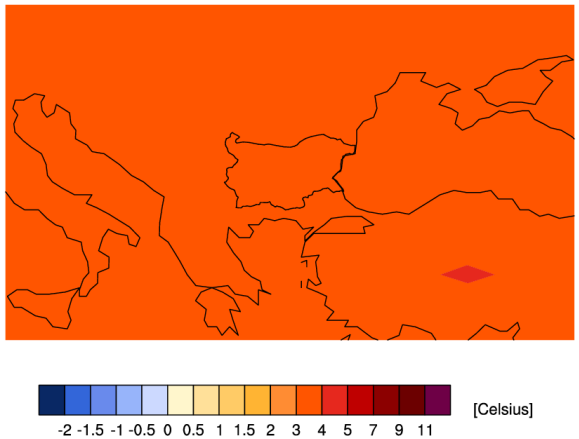
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

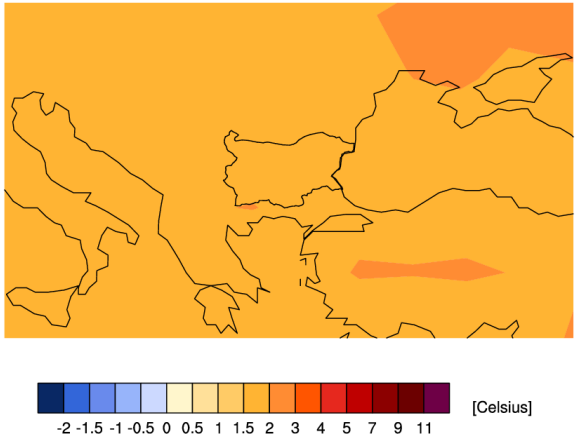
mean rcp60 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

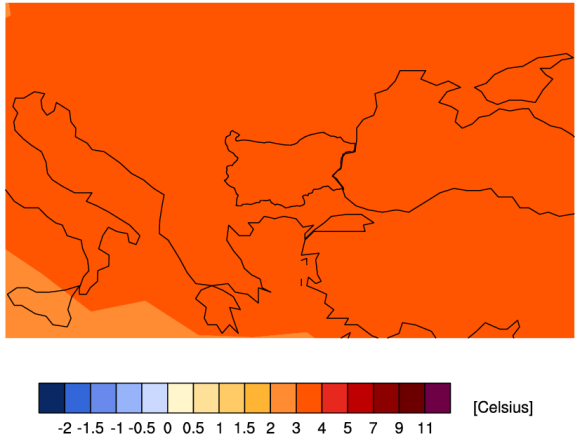
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



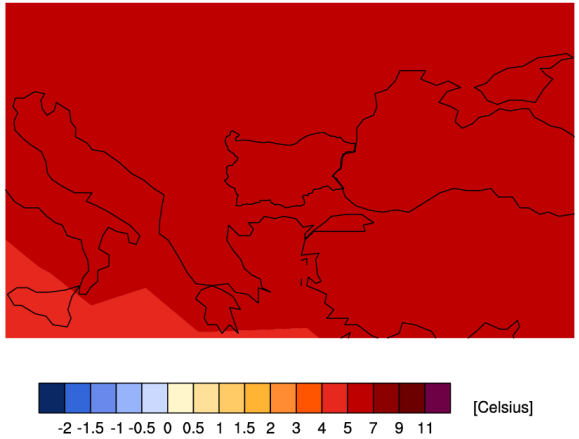
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble

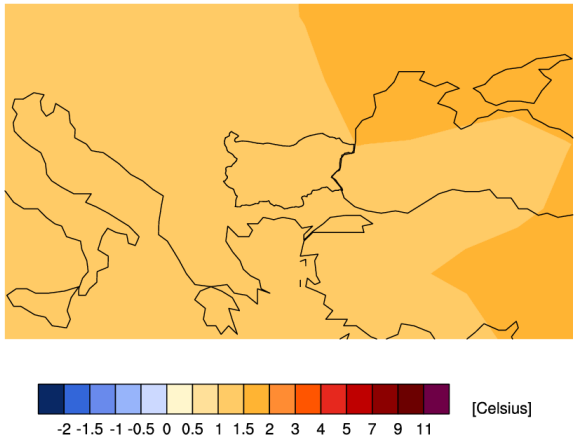


Средни минимални температури през есента (Sep-Nov)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

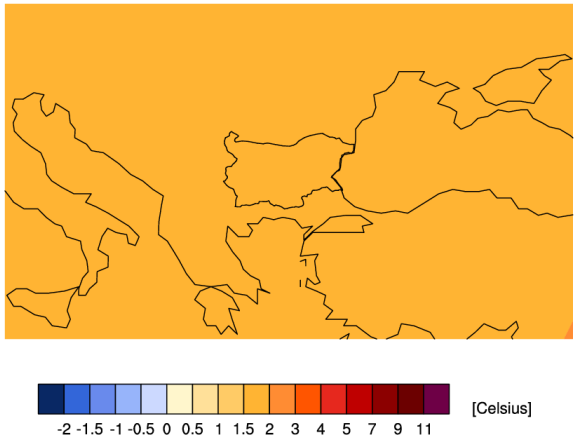
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



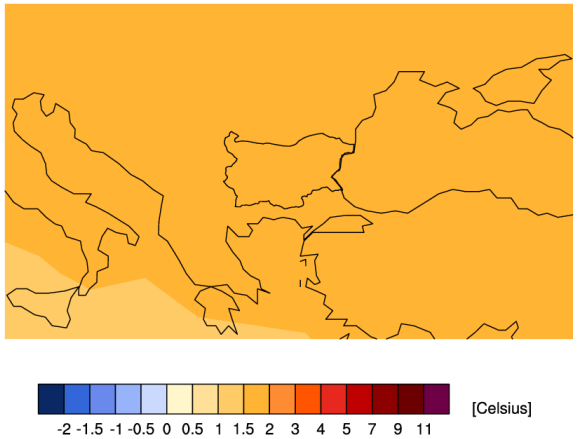
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

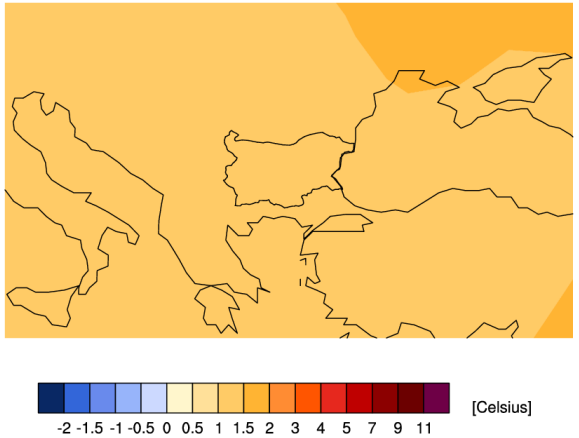
mean rcp26 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

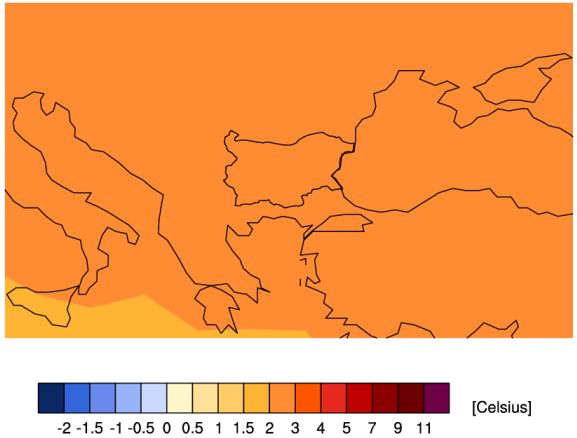
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



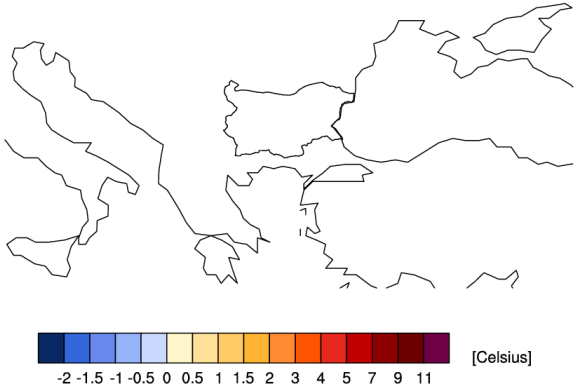
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

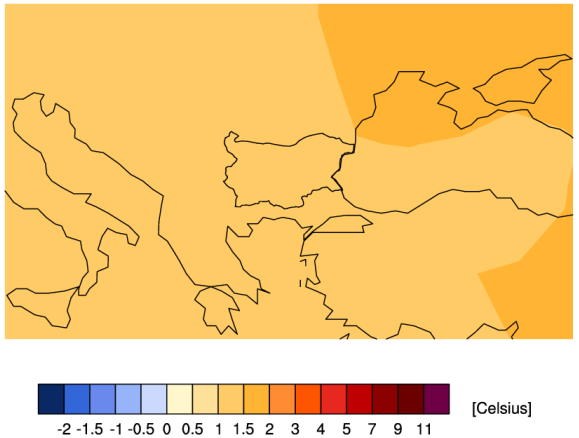
mean rcp45 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

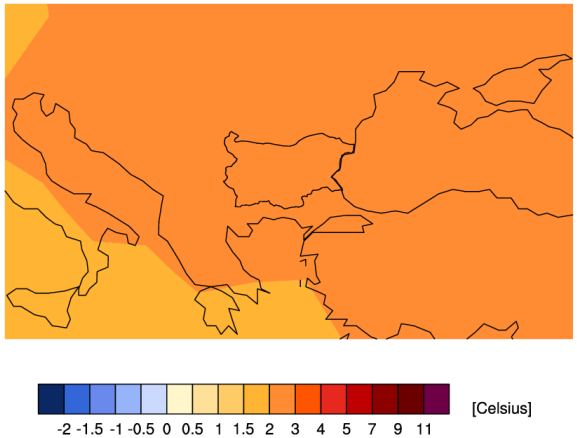
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



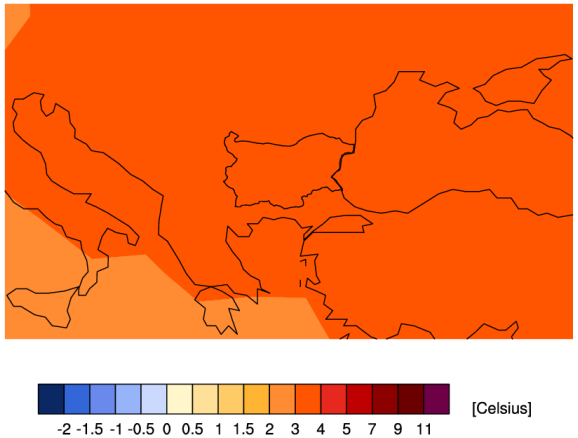
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

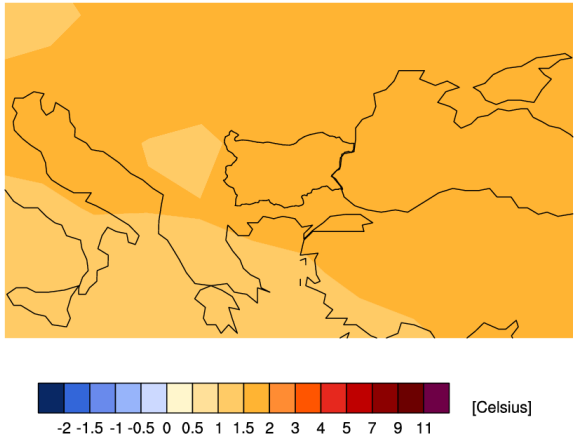
mean rcp60 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

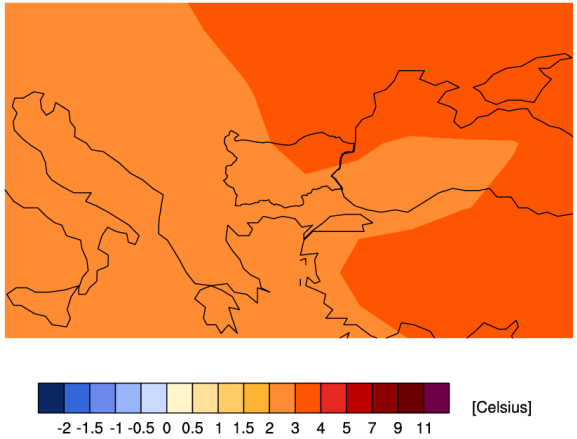
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 Tmin 2016-2035 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



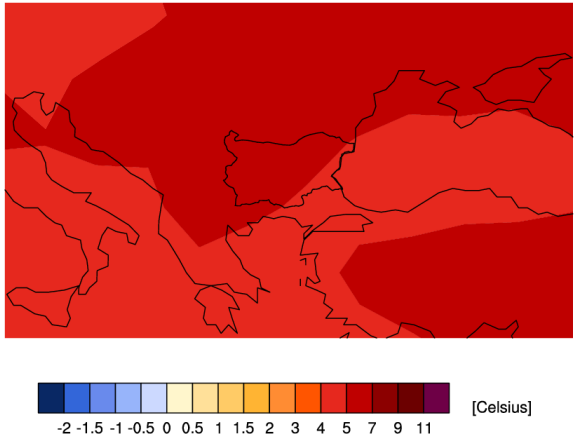
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 Tmin 2046-2065 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 Tmin 2081-2100 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble

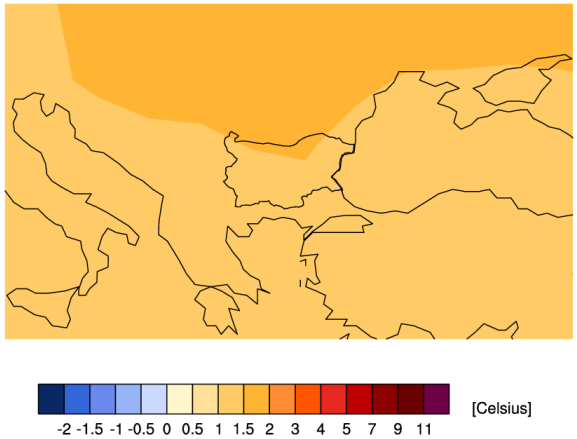


Средни максимални температури през зимата (Dec-Feb)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

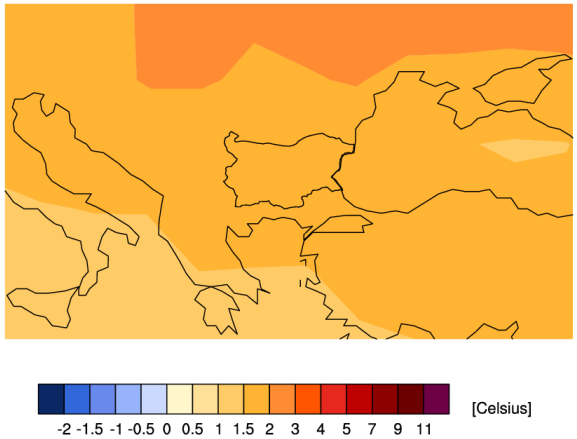
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



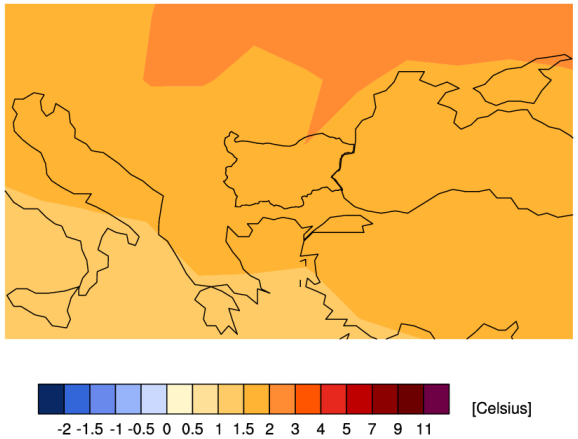
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

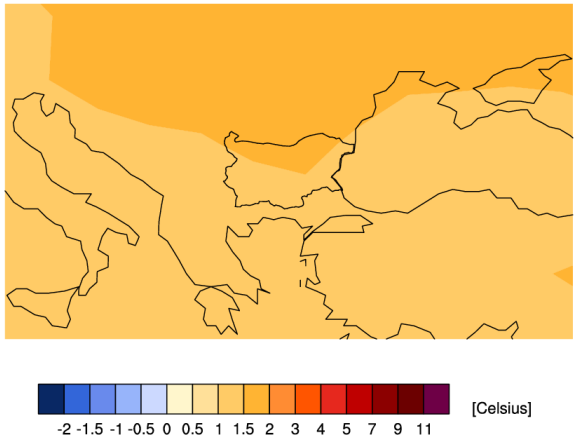
mean rcp26 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

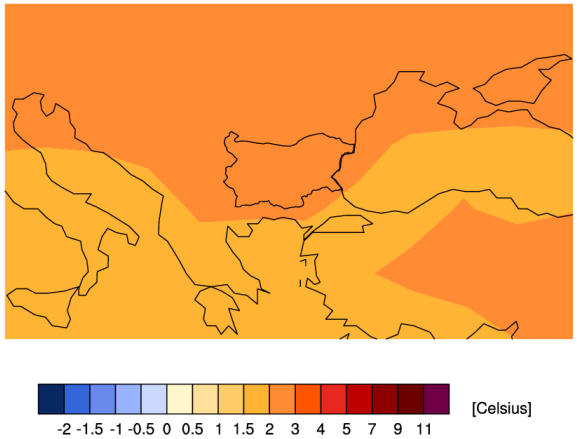
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



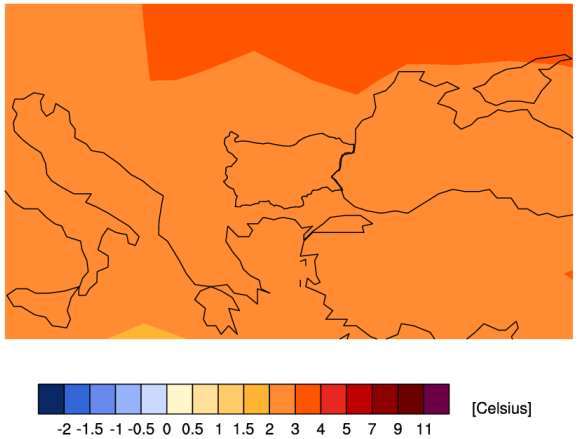
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

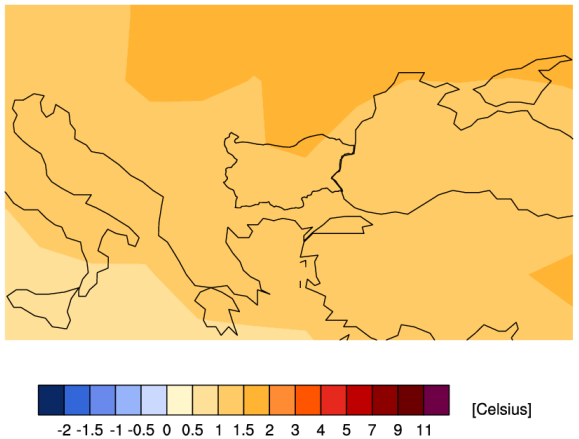
mean rcp45 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

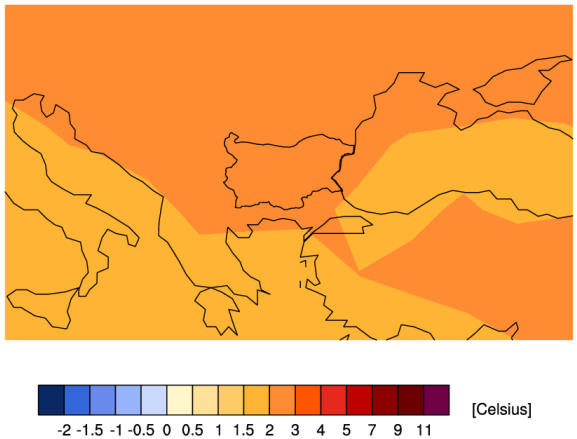
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



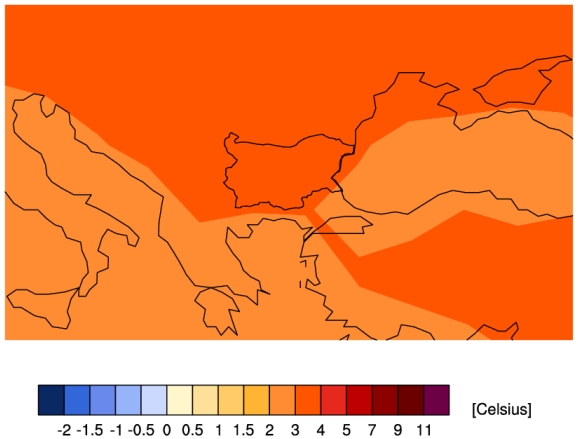
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

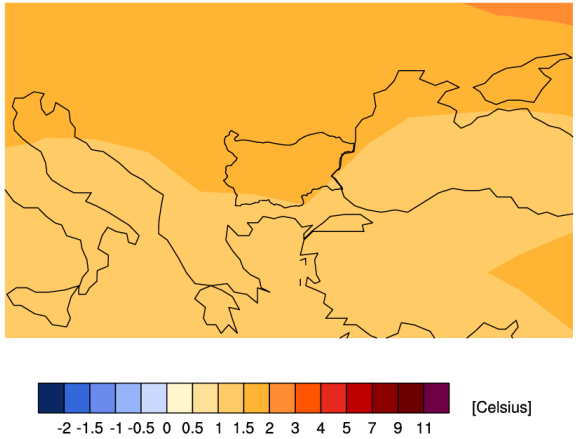
mean rcp60 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

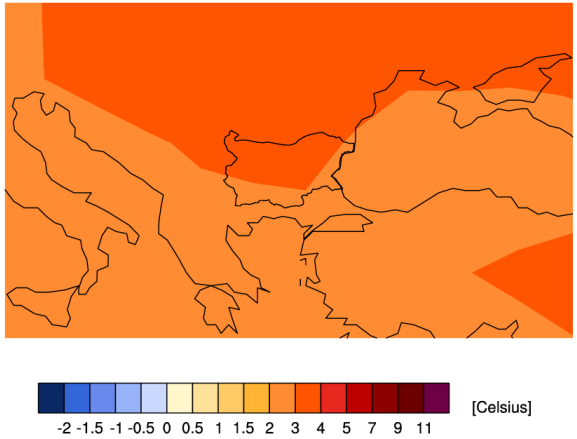
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



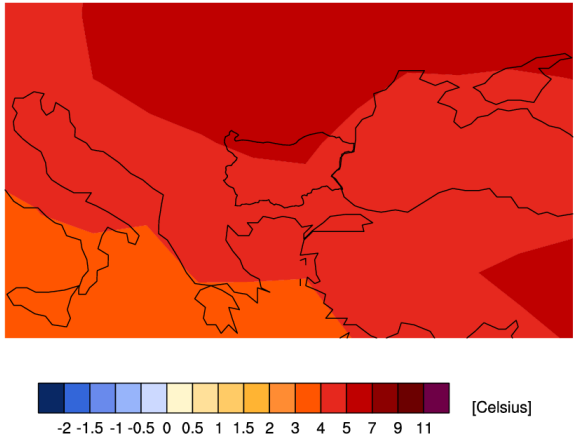
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble

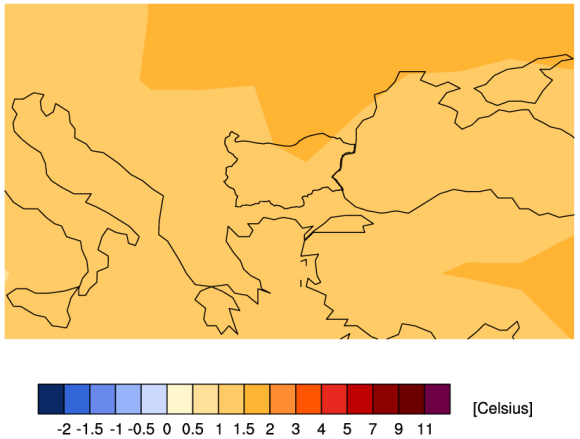


Средни максимални температури през пролетта (Mar-May)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

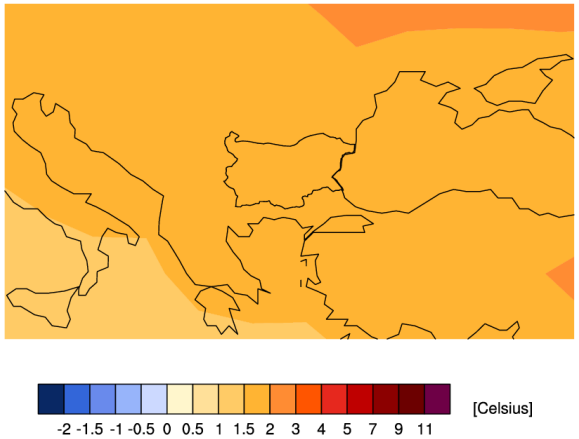
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



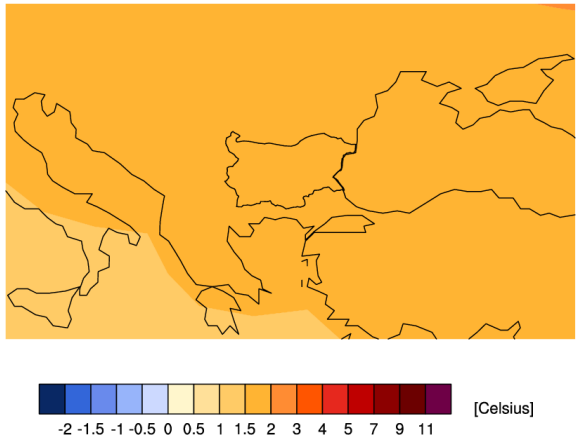
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

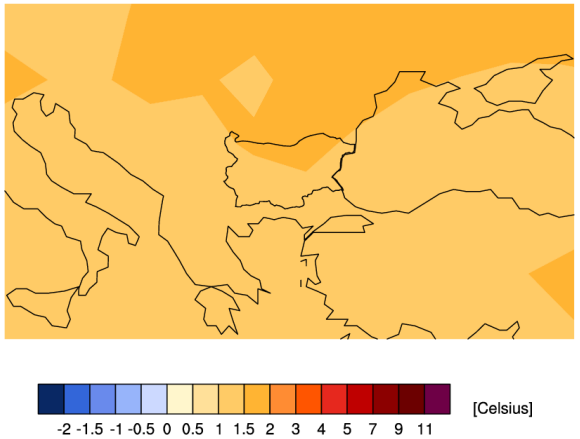
mean rcp26 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

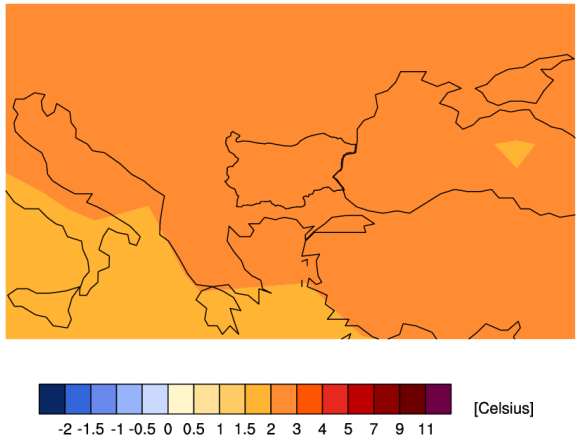
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



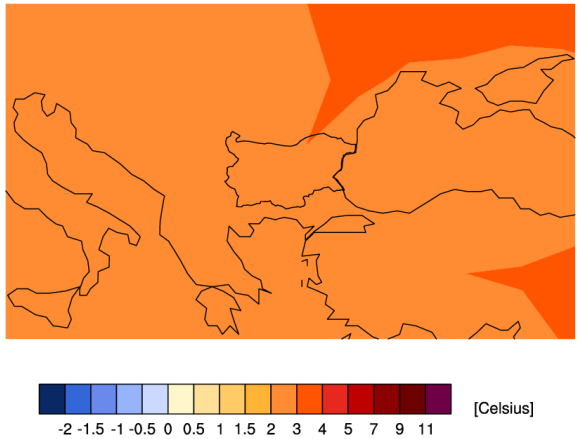
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

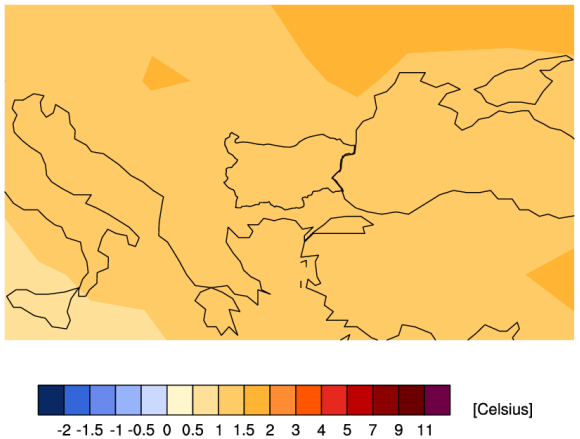
mean rcp45 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

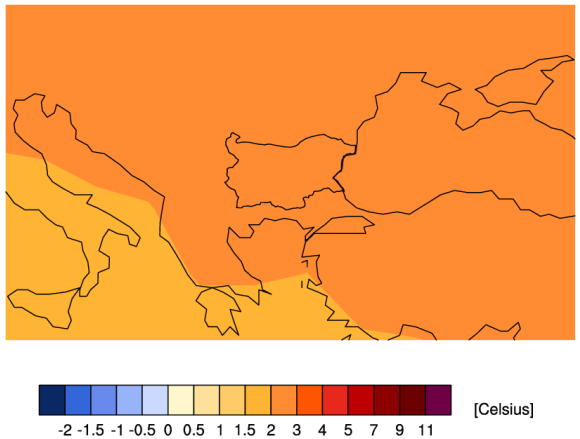
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



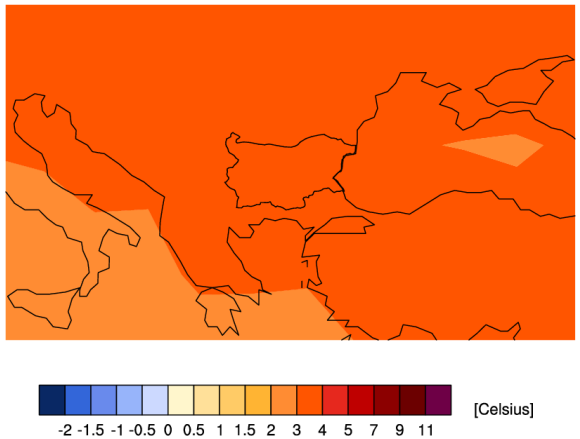
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

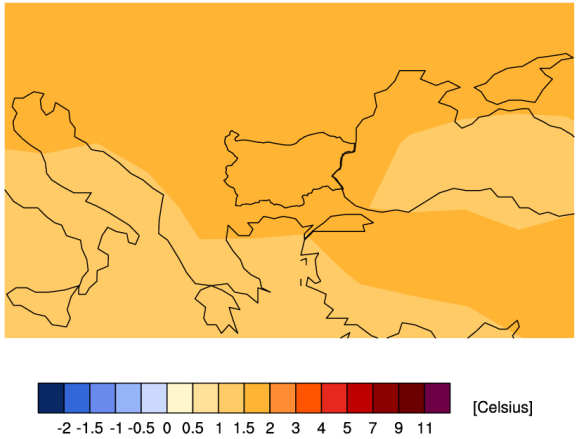
mean rcp60 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

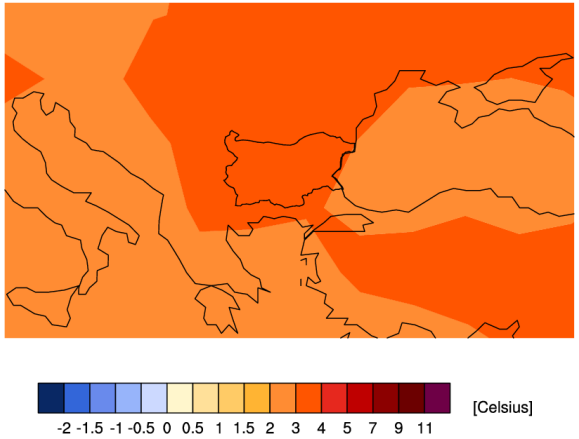
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



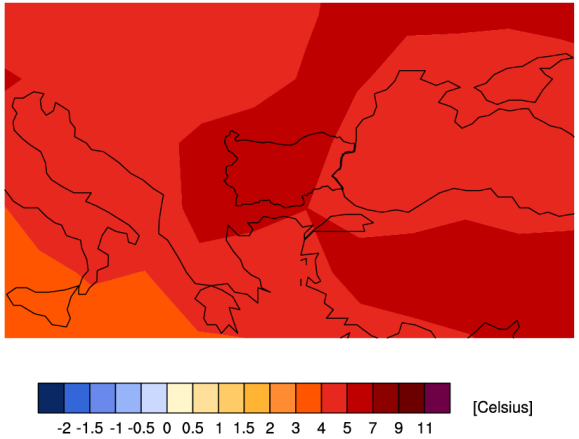
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Mar-May full CMIP5 ensemble

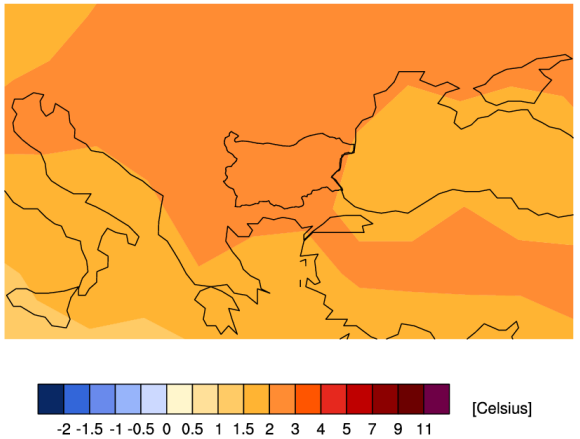


Средни максимални температури през лятото (Jun-Aug)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

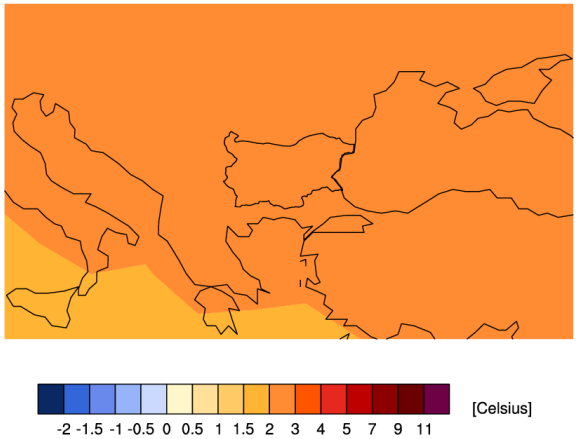
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



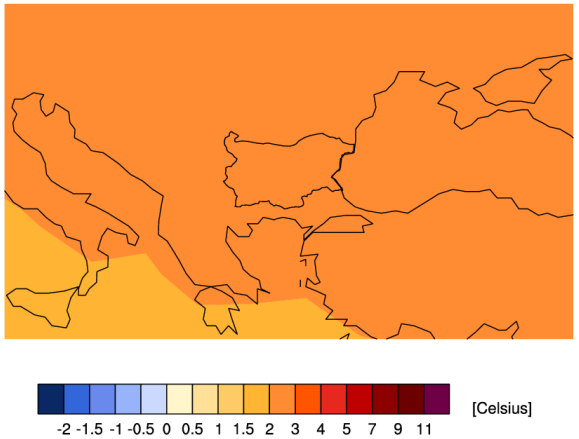
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

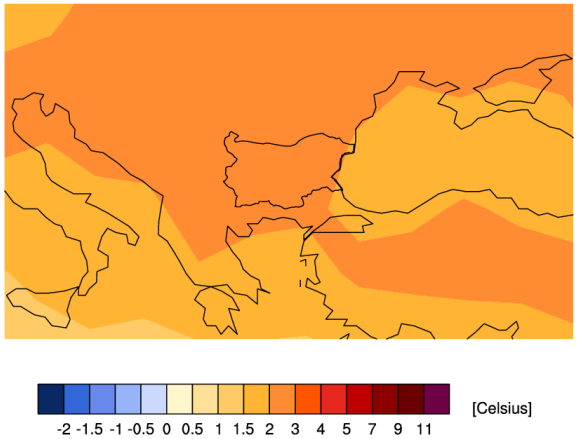
mean rcp26 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

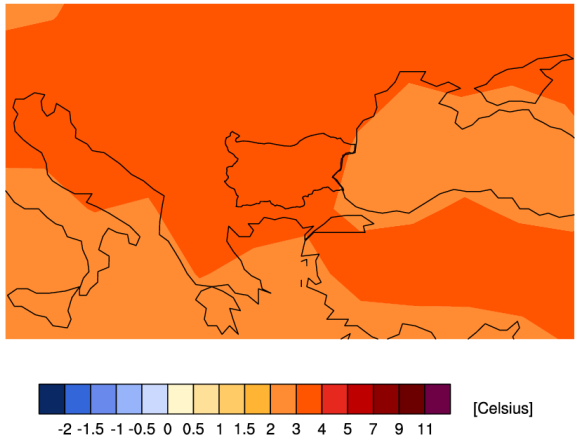
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



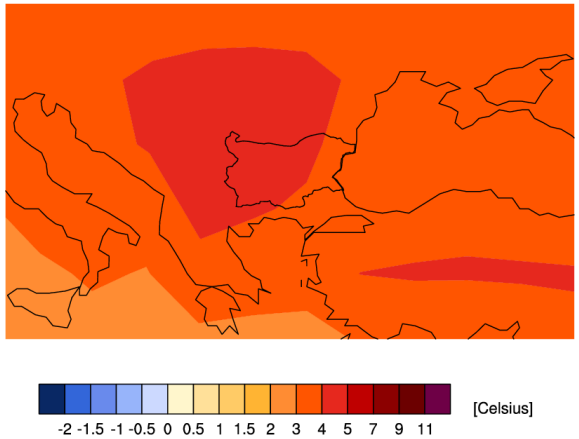
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

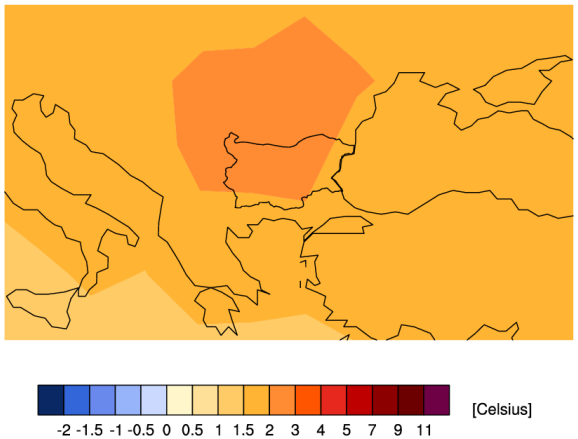
mean rcp45 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

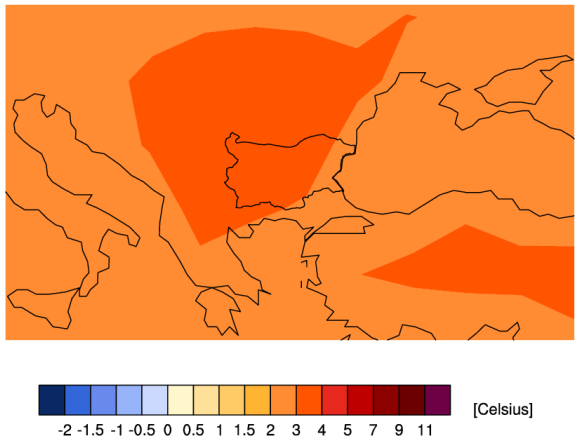
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



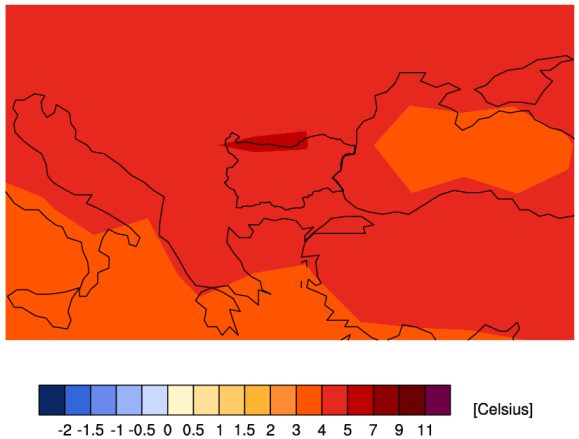
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

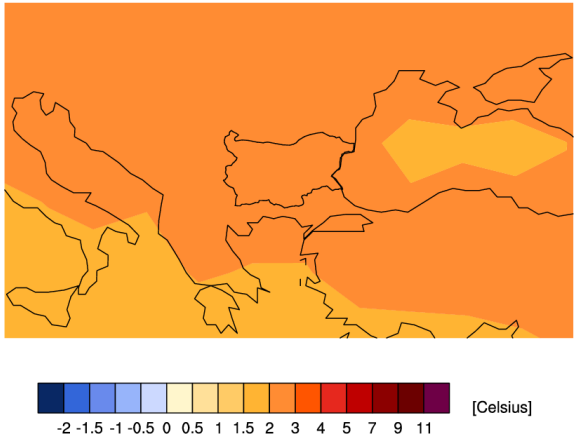
mean rcp60 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

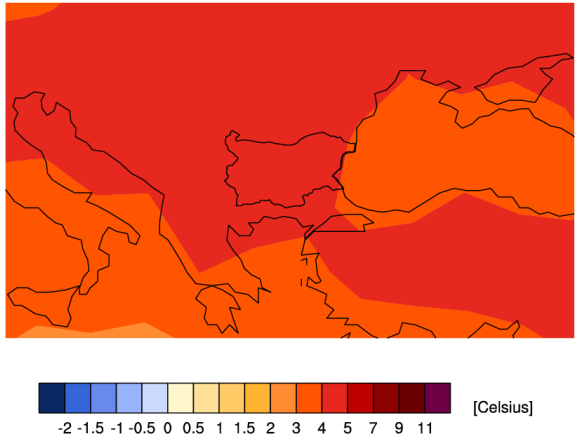
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



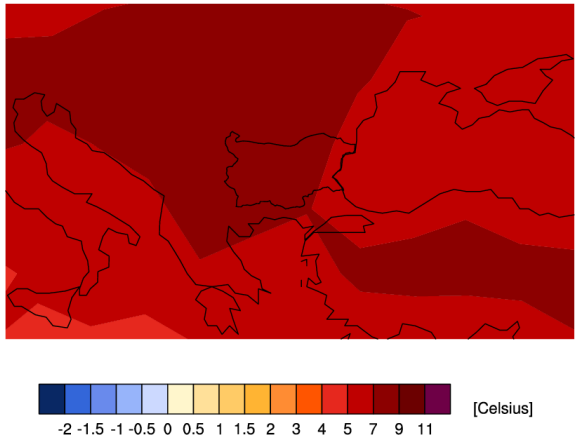
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble

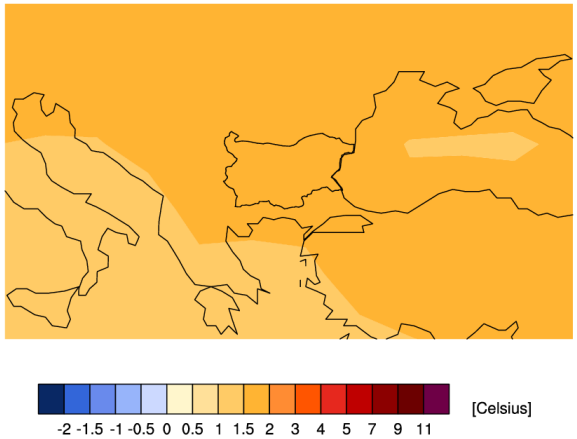


Средни максимални температури през есента (Sep-Nov)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

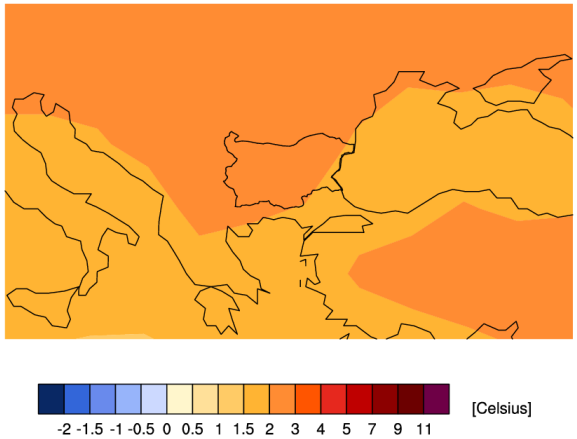
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



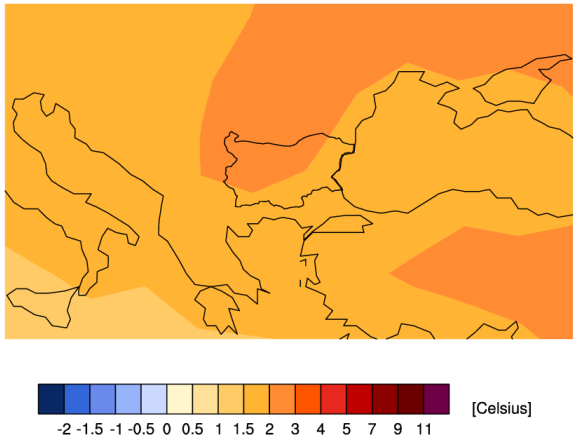
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

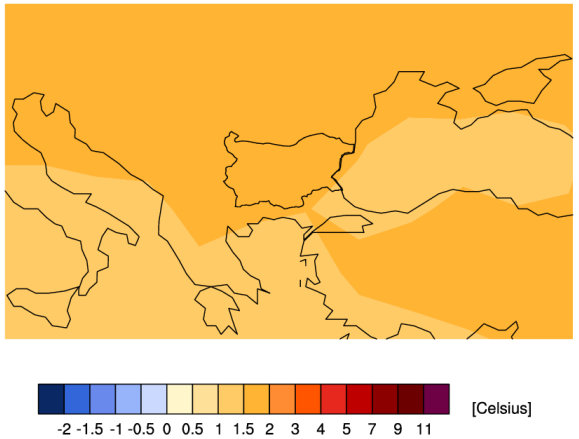
mean rcp26 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

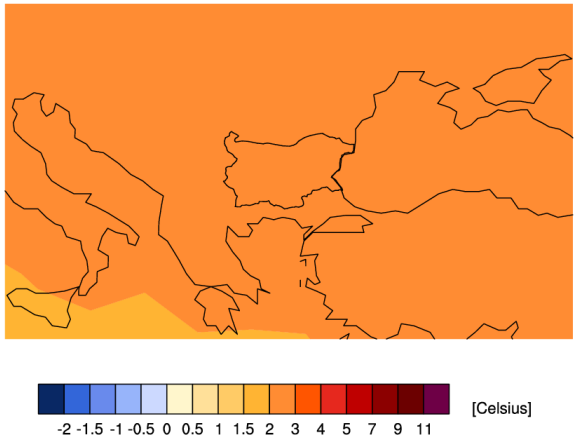
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



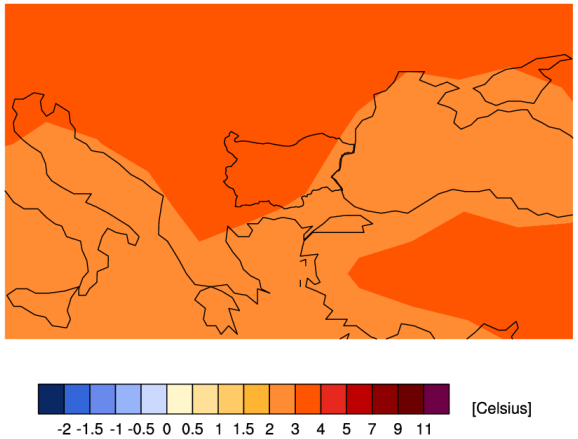
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

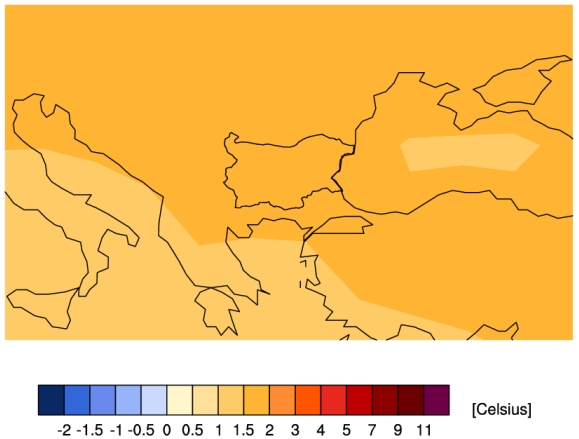
mean rcp45 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

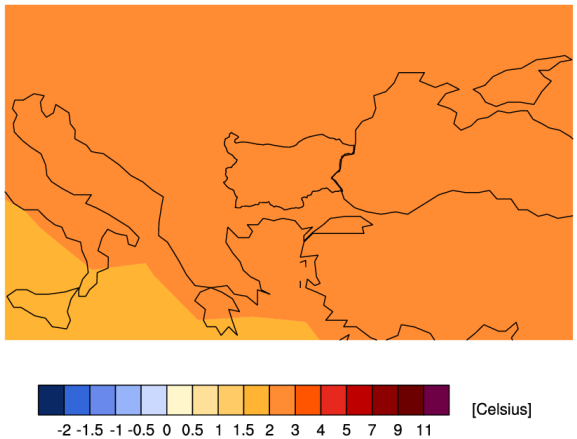
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



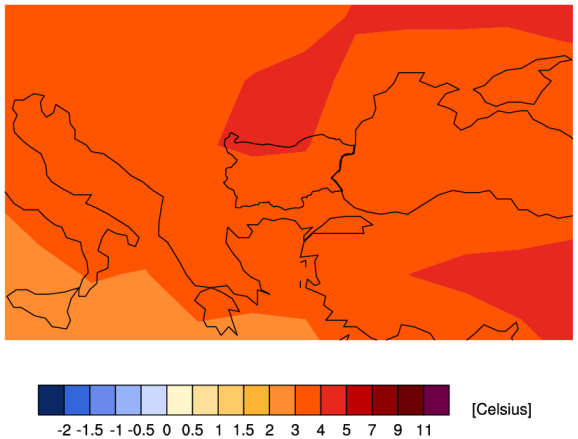
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

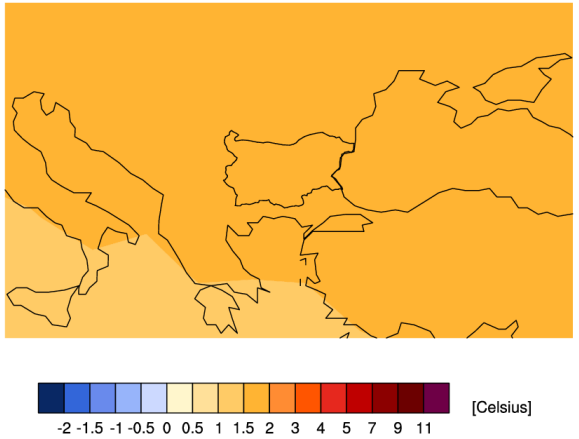
mean rcp60 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

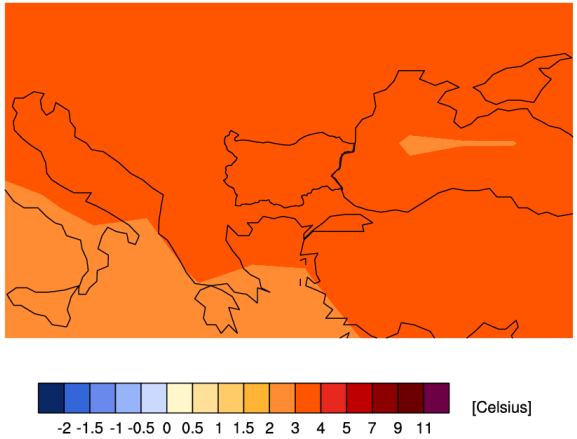
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 Tmax 2016-2035 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



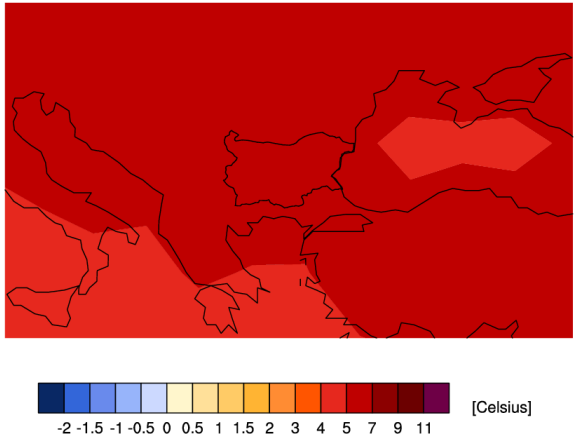
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 Tmax 2046-2065 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 Tmax 2081-2100 minus 1961-1990 Sep-Nov full CMIP5 ensemble

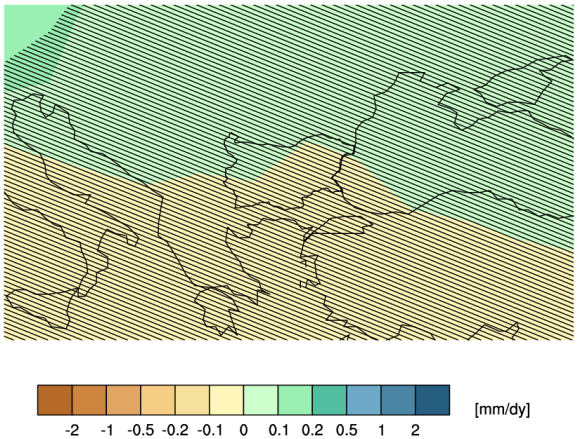


Промени в средногодишните валежи (Jan-Dec) (mm/ден)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

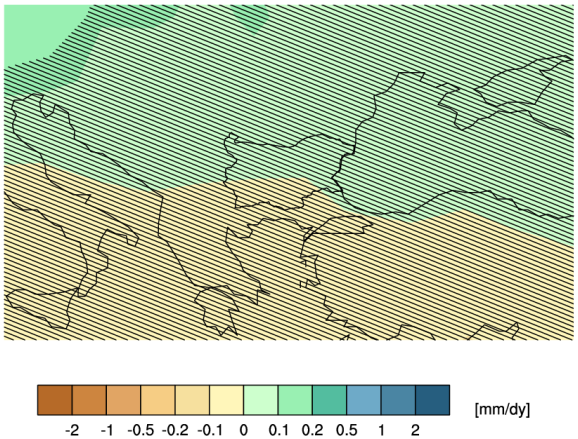
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



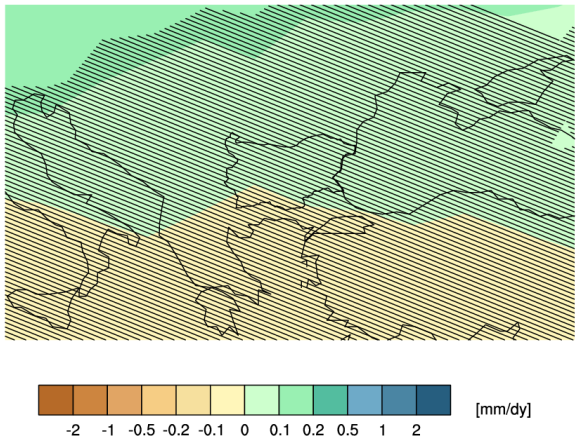
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

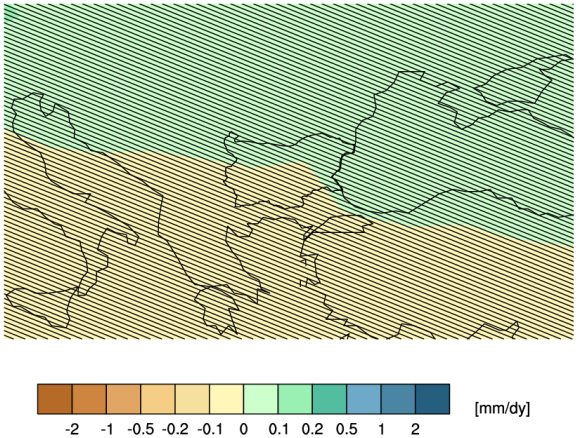
mean rcp26 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

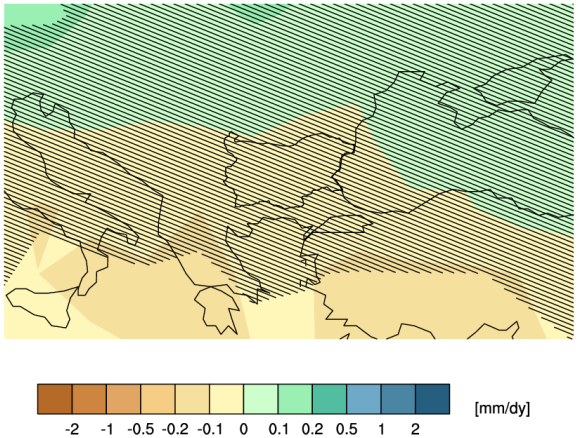
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



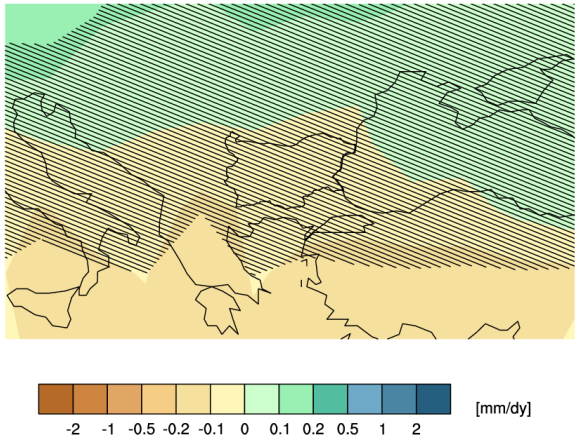
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

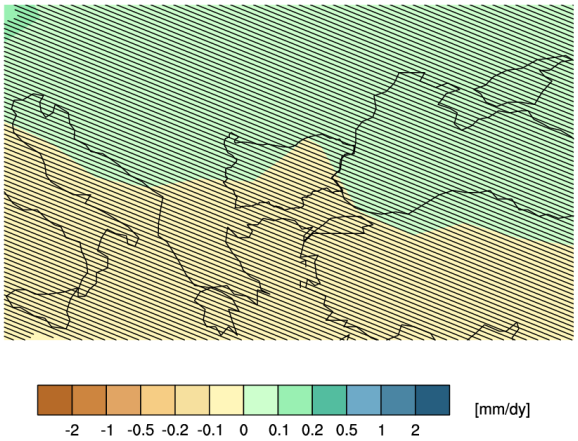
mean rcp45 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

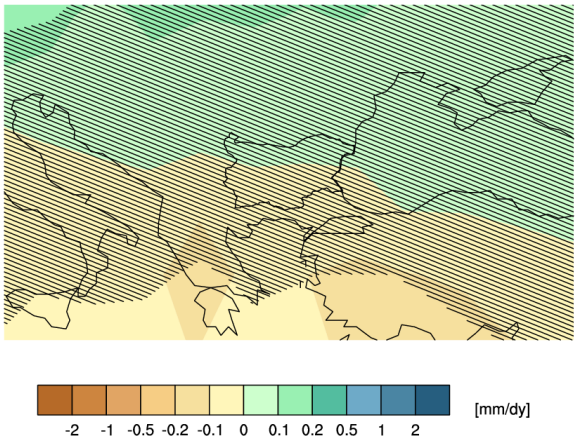
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



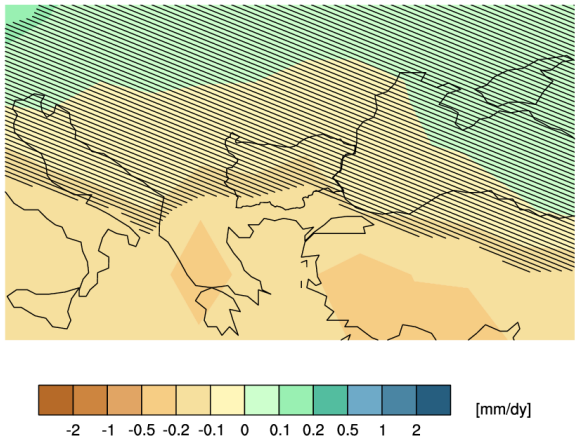
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

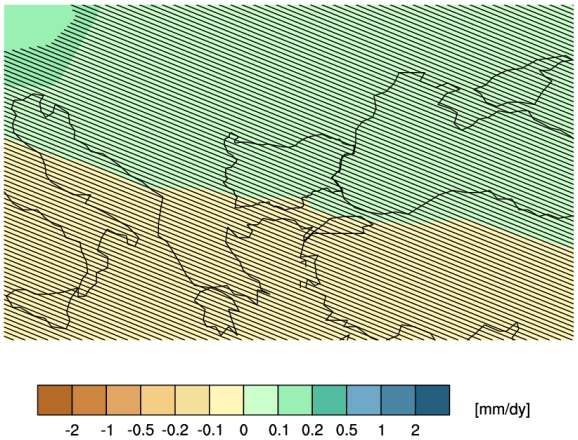
mean rcp60 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

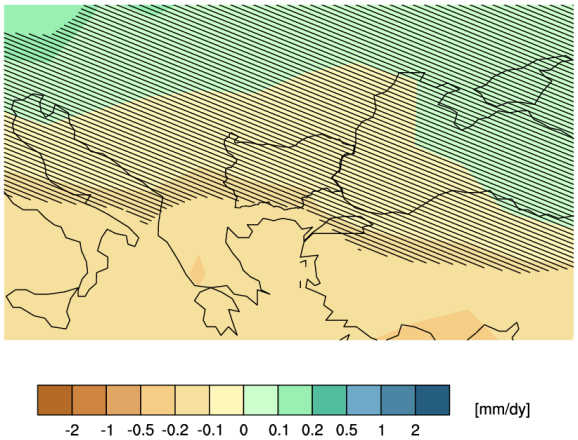
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



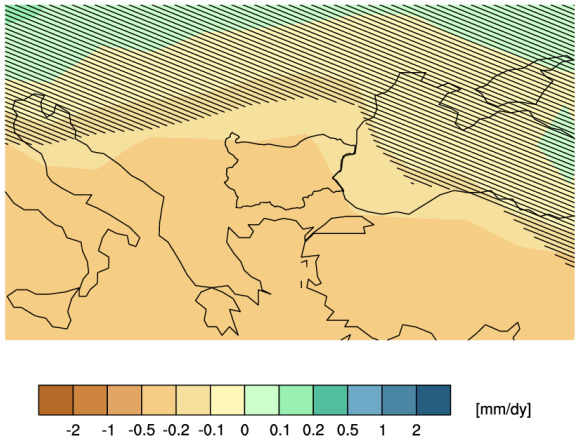
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble

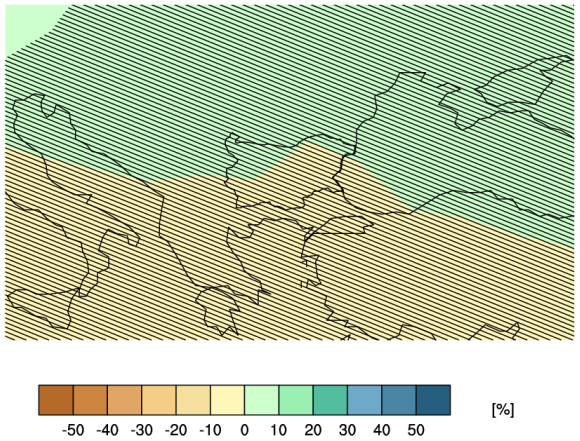


Промени в средногодишните валежи (Jan-Dec) (%)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

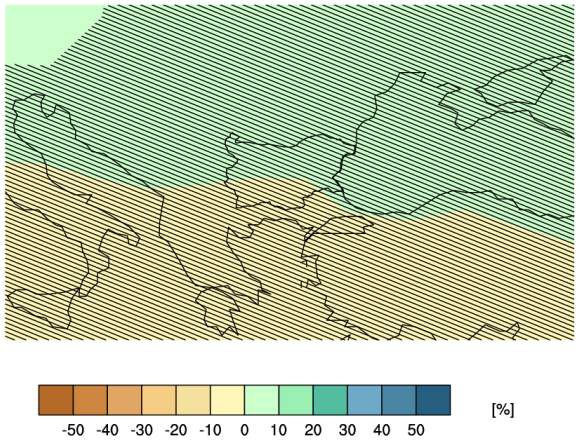
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



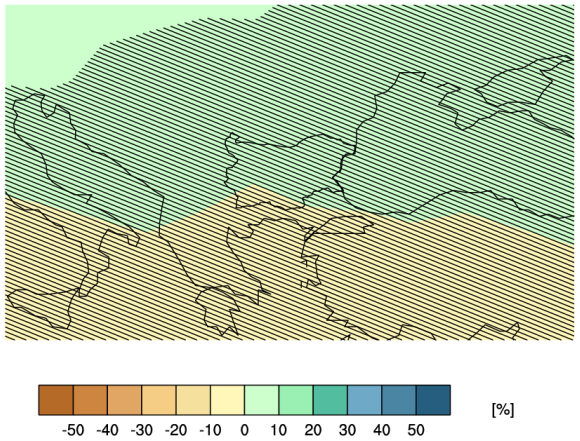
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

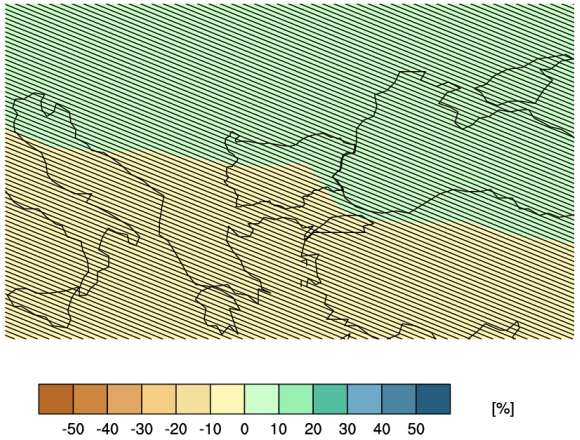
mean rcp26 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

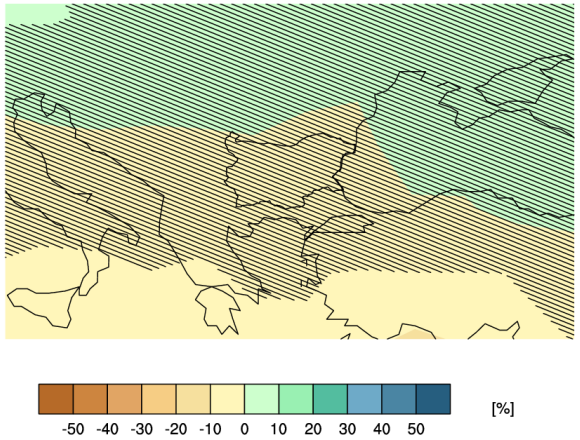
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



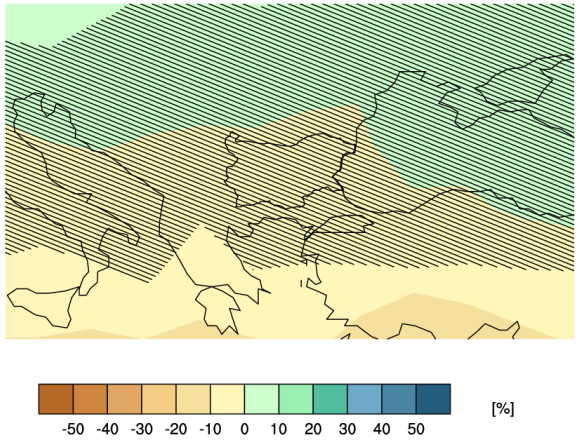
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

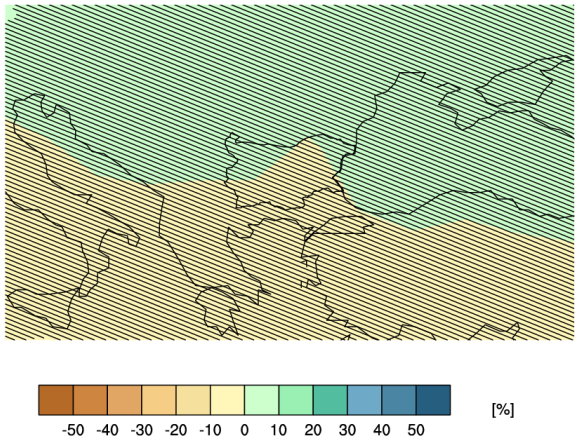
mean rcp45 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

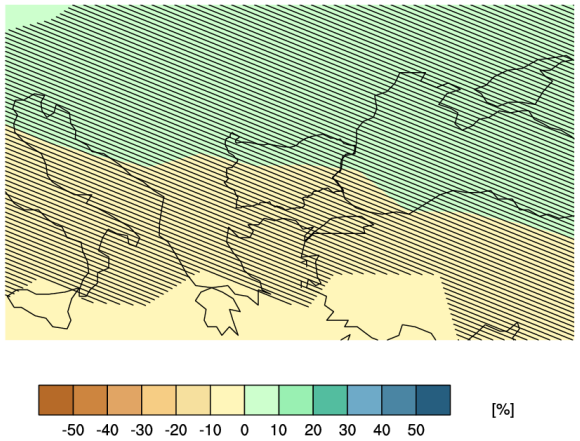
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



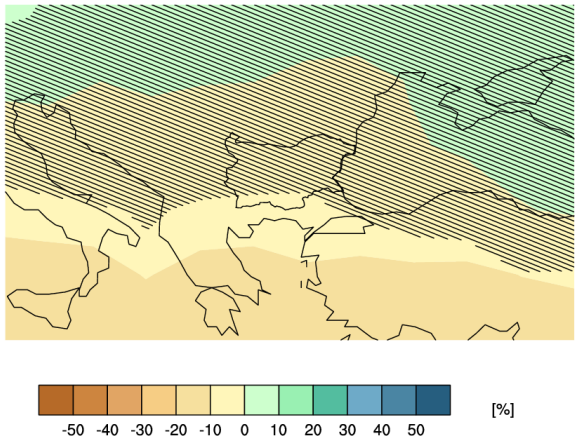
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

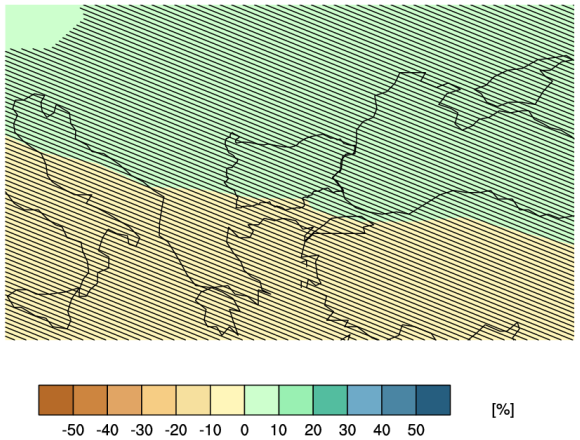
mean rcp60 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

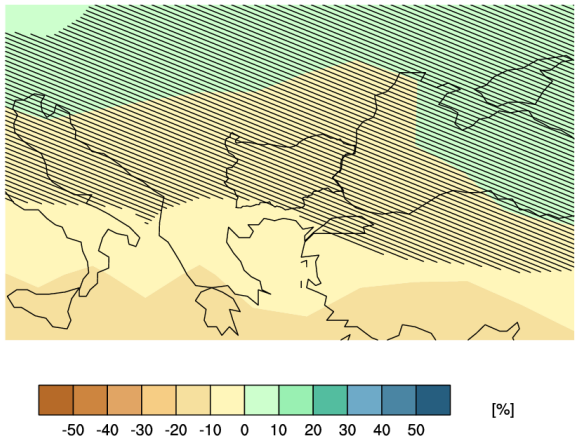
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



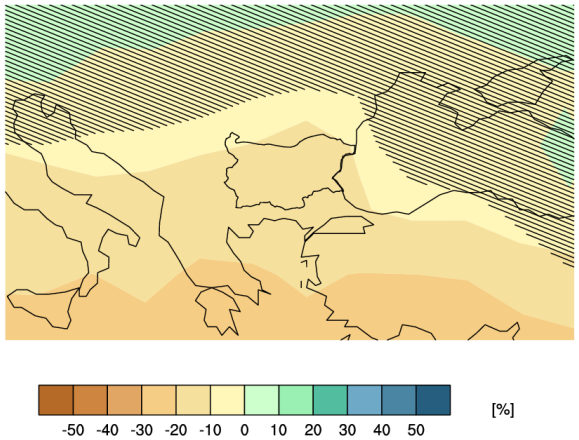
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jan-Dec full CMIP5 ensemble

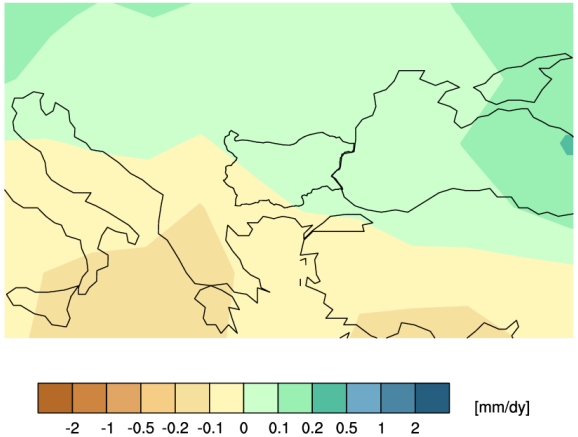


Промени в зимните валежи (Dec-Feb) (mm/ден)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

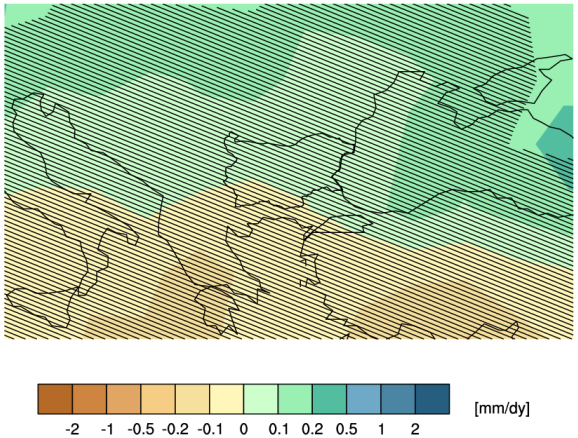
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



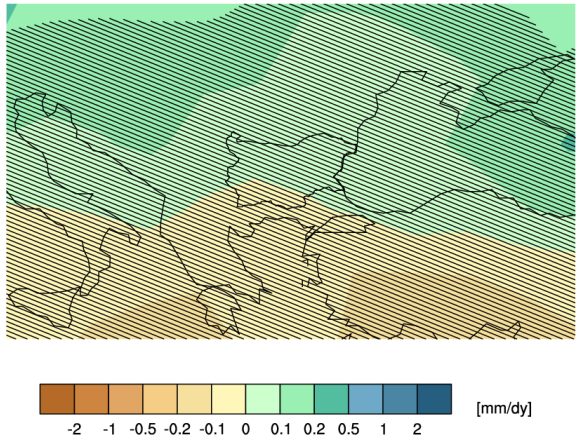
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

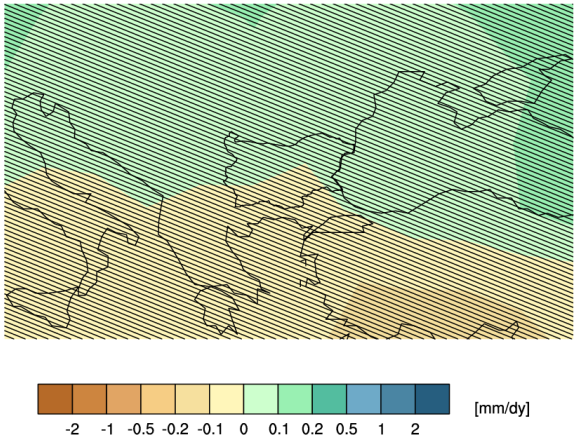
mean rcp26 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

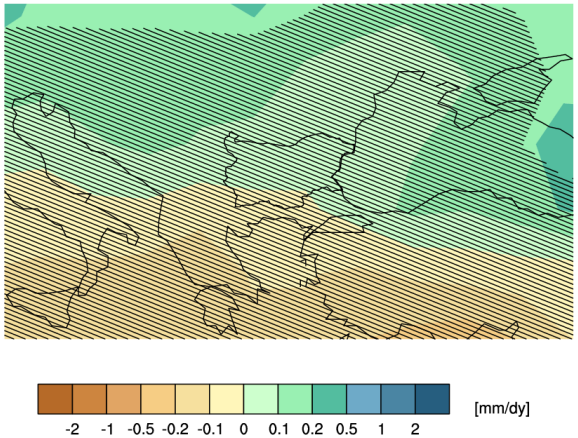
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



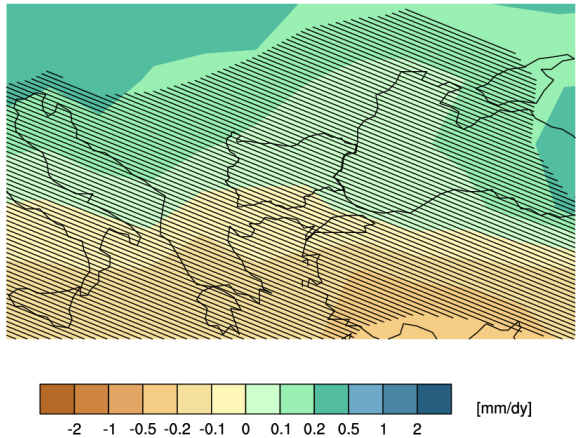
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

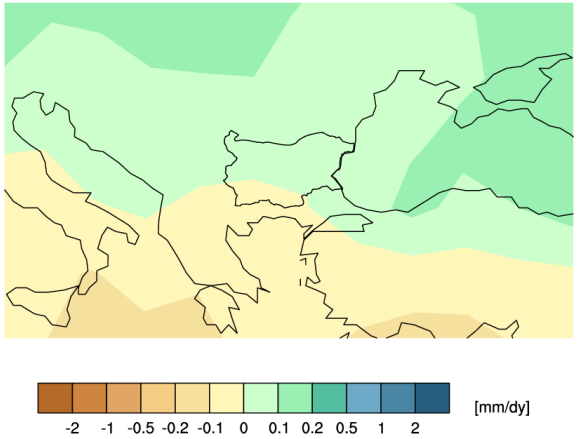
mean rcp45 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

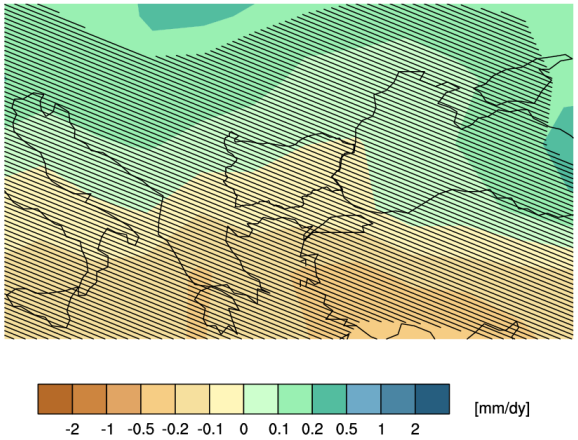
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



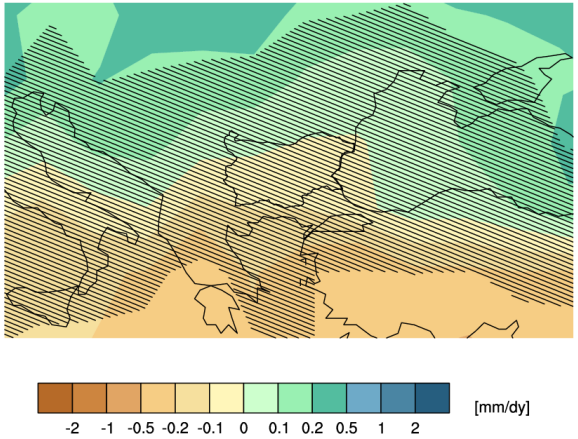
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

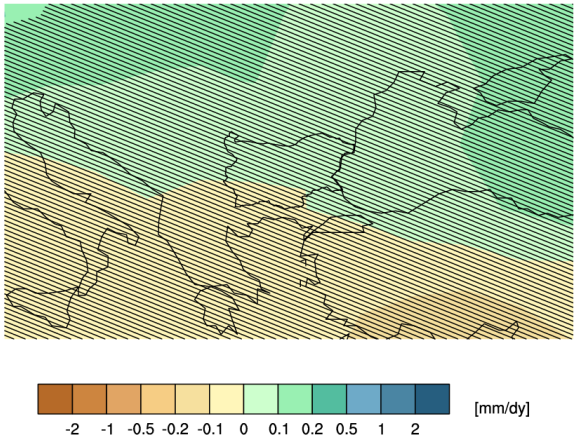
mean rcp60 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

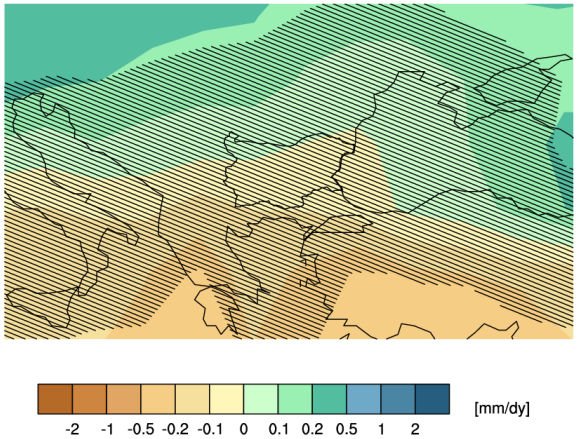
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



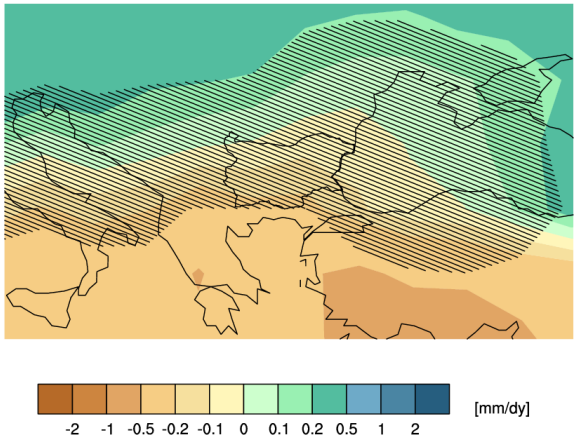
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble

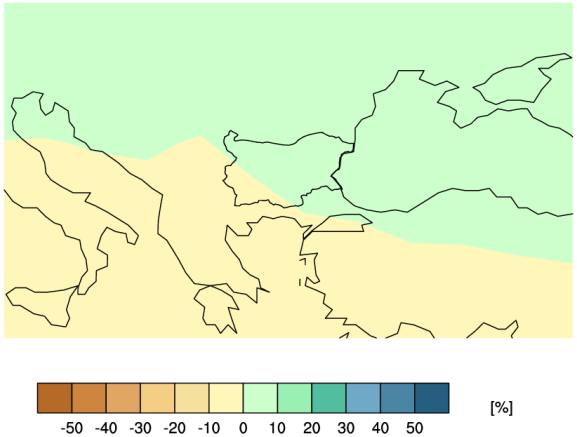


Промени в зимните валежи (Dec-Feb) (%)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

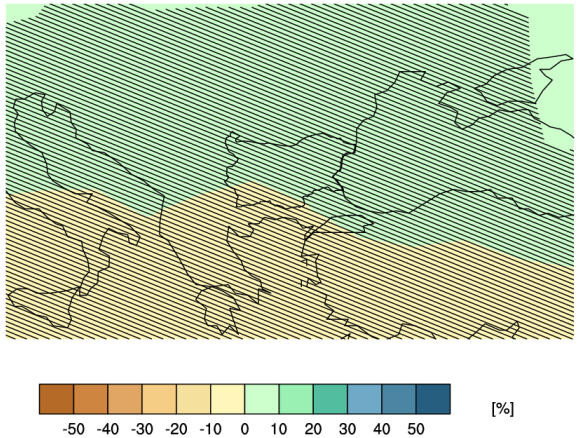
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



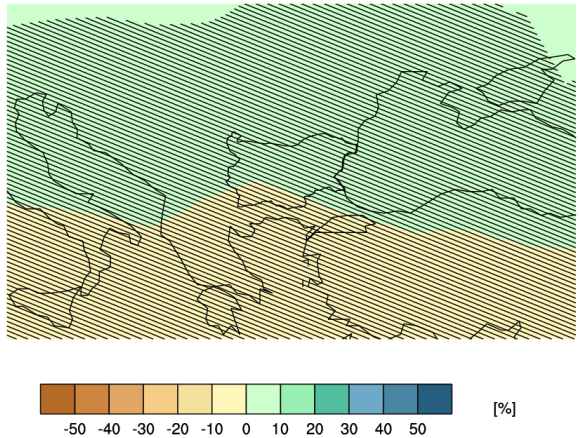
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

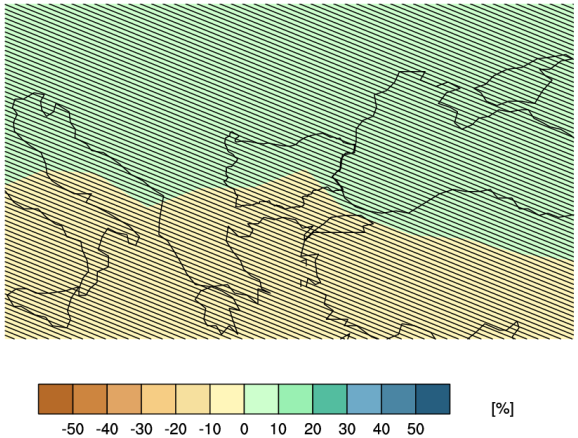
mean rcp26 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

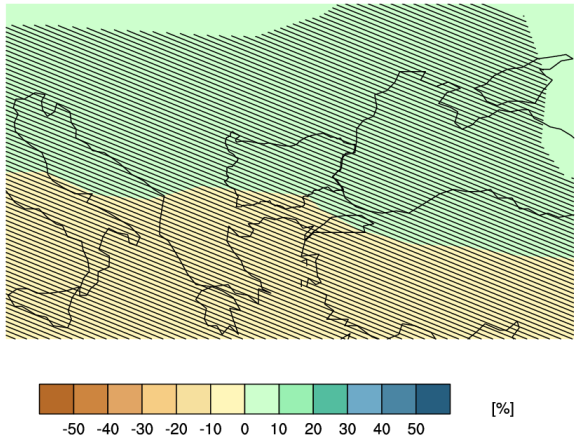
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



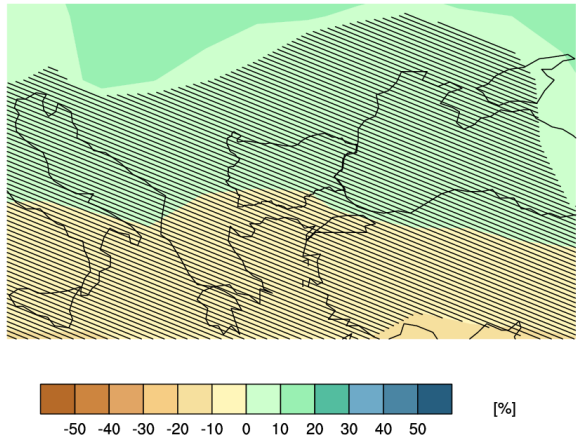
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

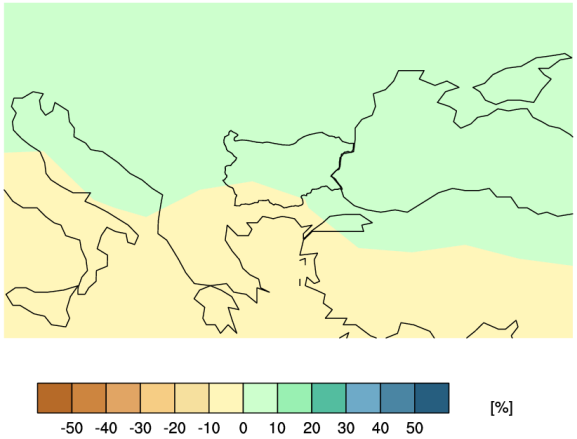
mean rcp45 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

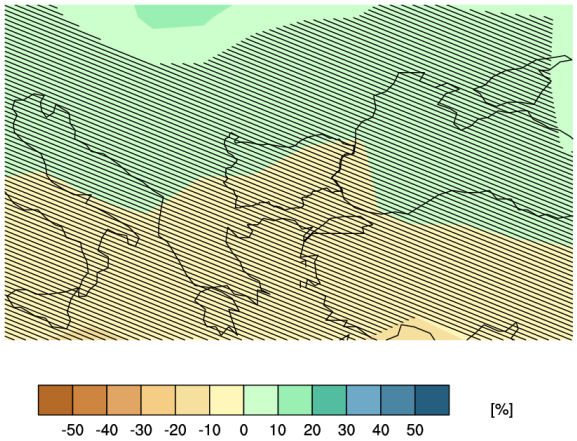
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



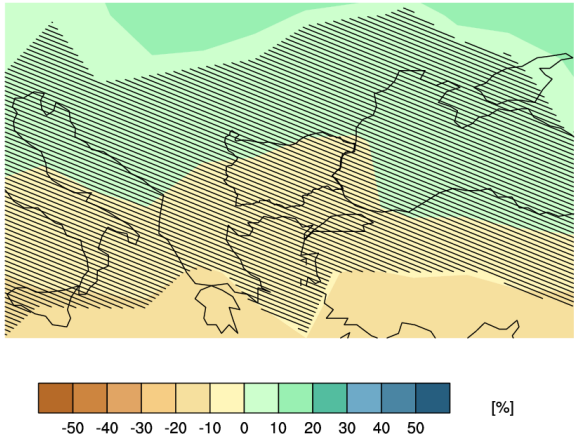
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

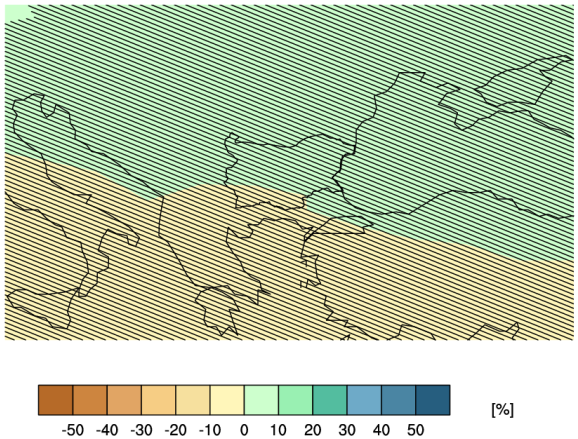
mean rcp60 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

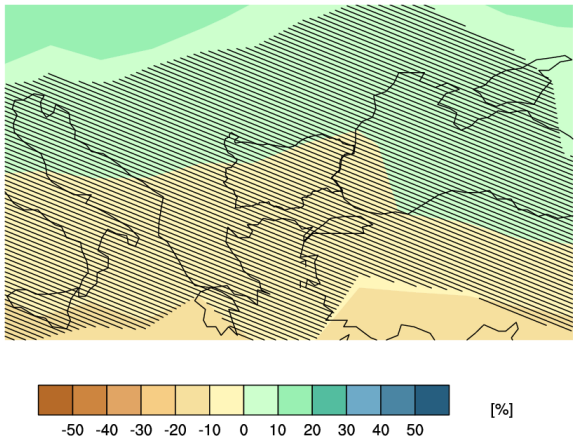
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



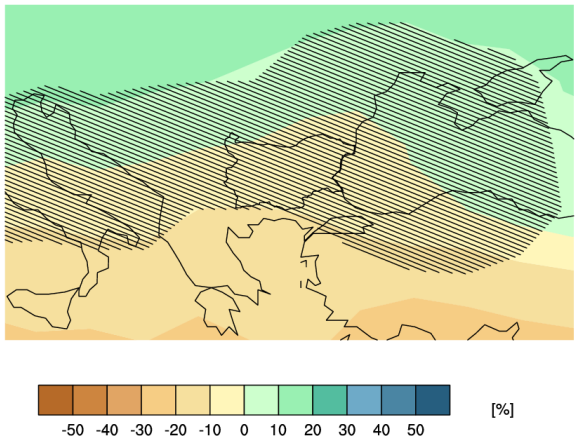
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Dec-Feb full CMIP5 ensemble

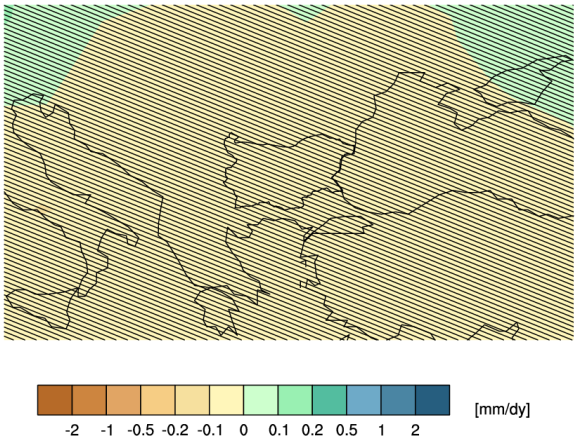


Промени в летните валежи (Jun-Aug) (mm/ден)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

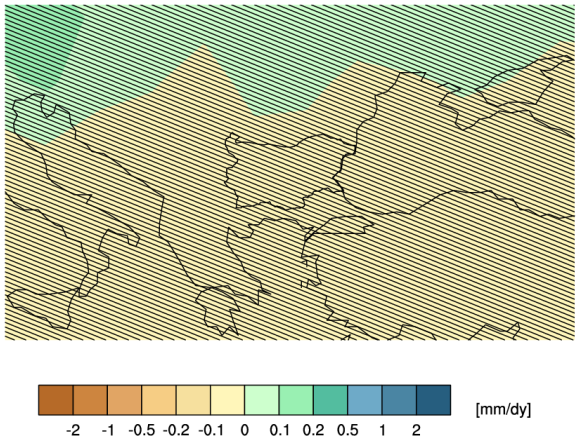
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



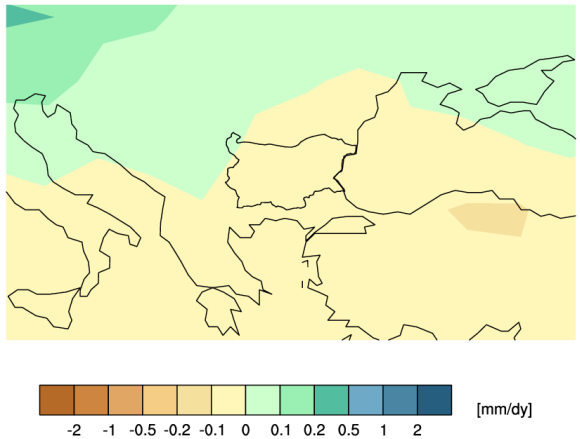
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

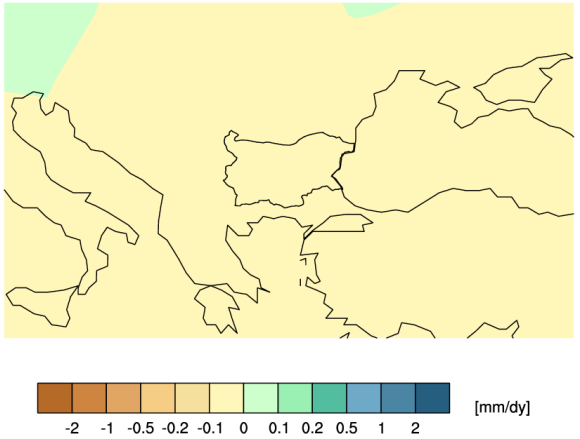
mean rcp26 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

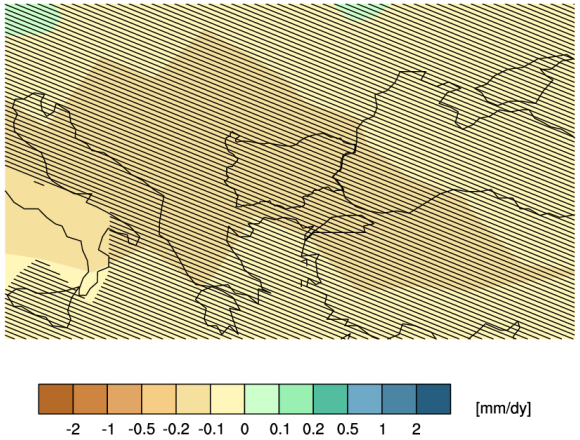
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



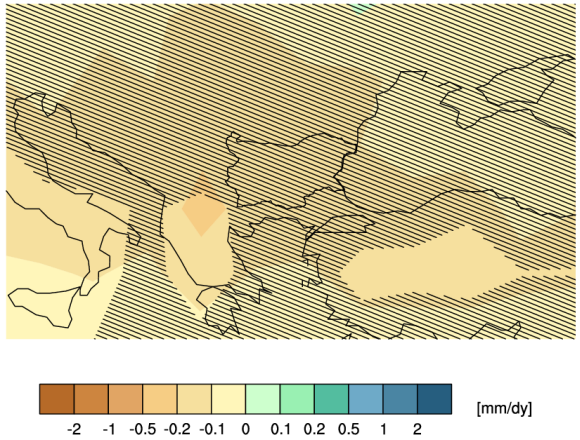
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

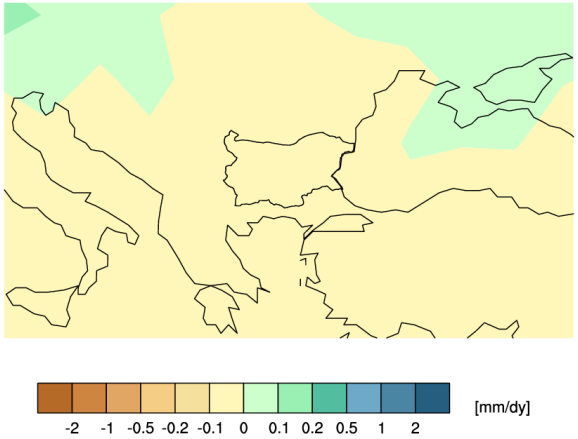
mean rcp45 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

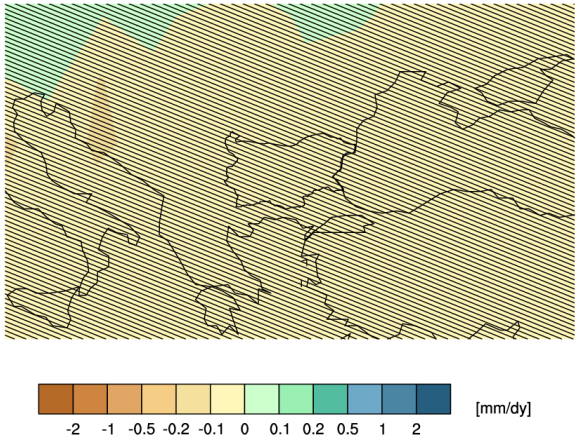
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



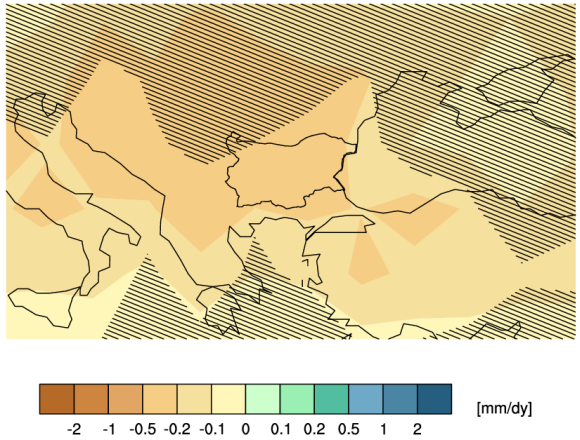
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

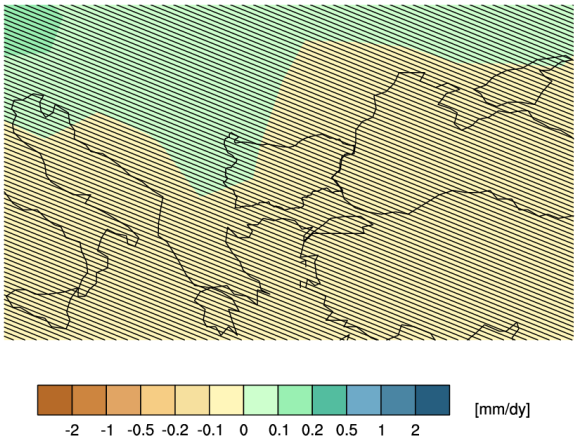
mean rcp60 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

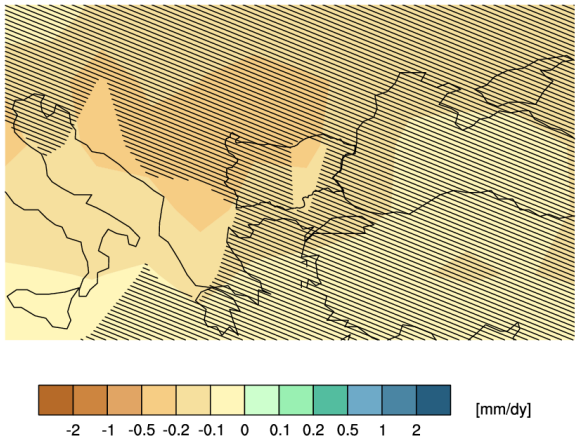
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



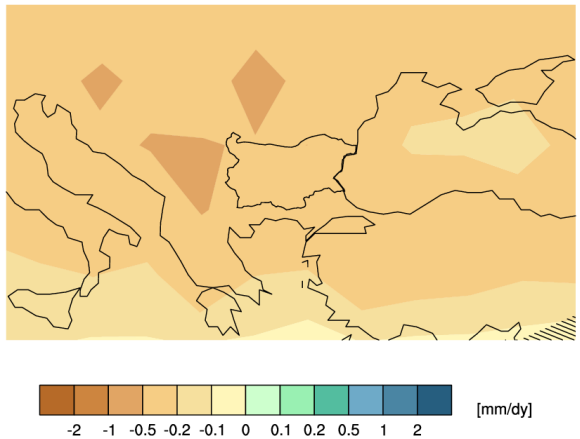
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble

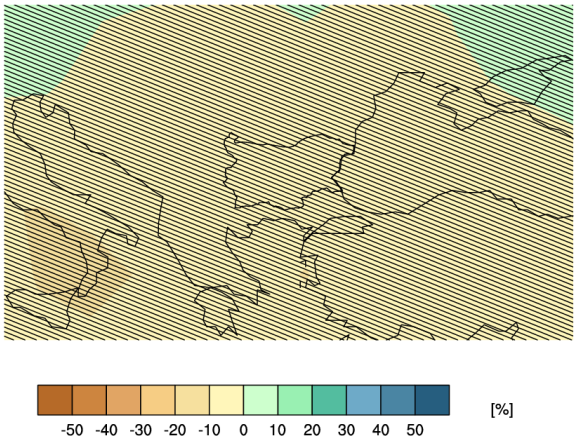


Промени в летните валежи (Jun-Aug) (%)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

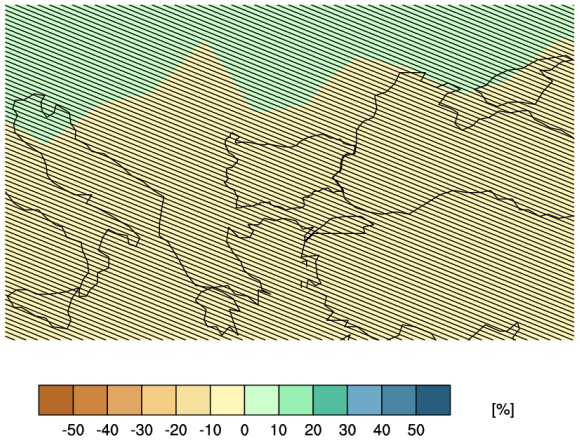
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp26 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



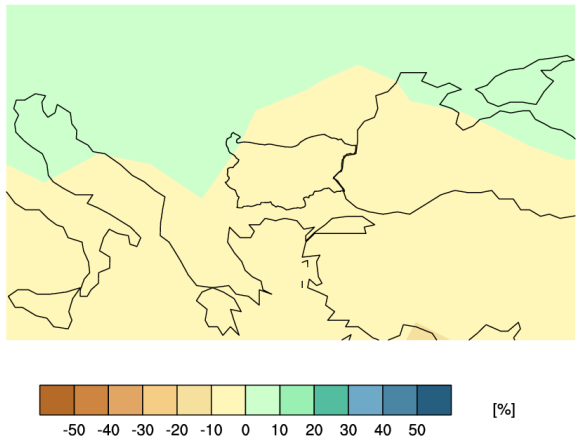
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp26 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

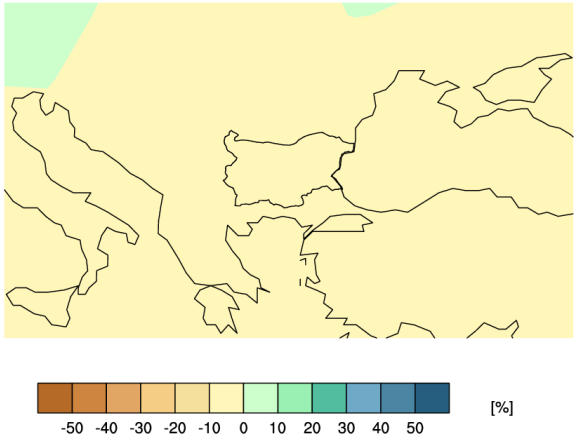
mean rcp26 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

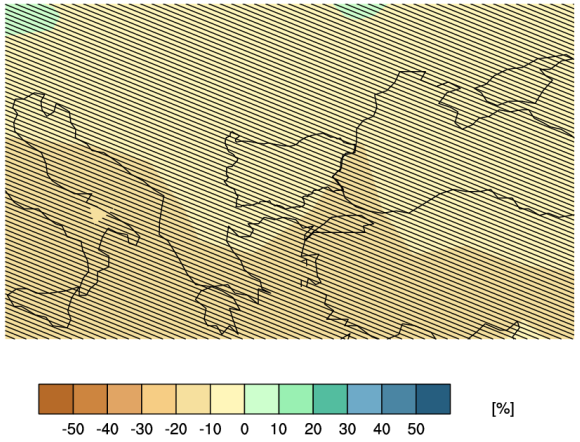
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp45 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



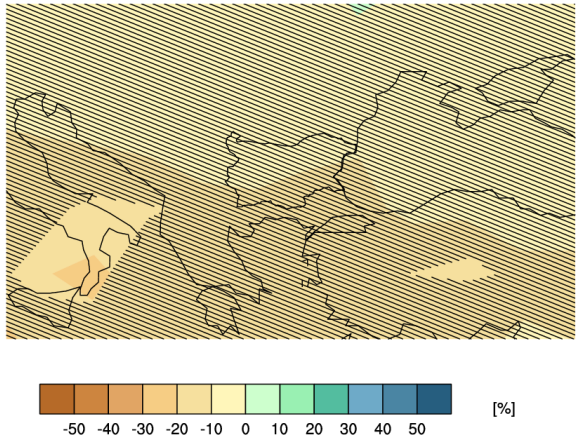
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

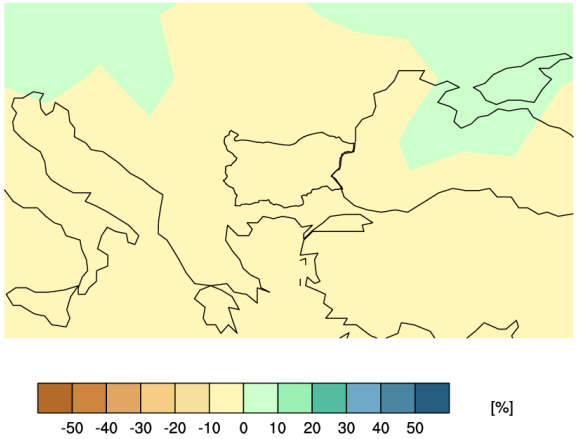
mean rcp45 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

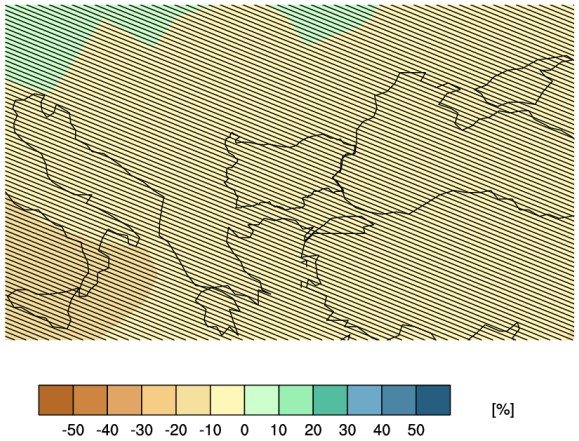
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



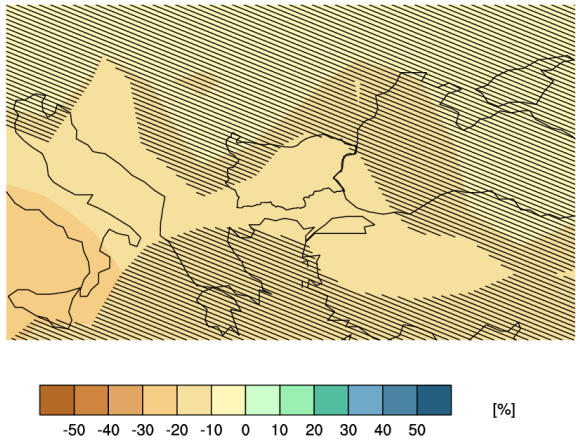
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

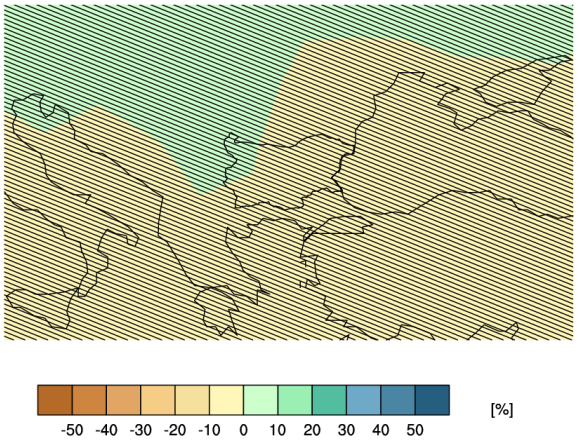
mean rcp60 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

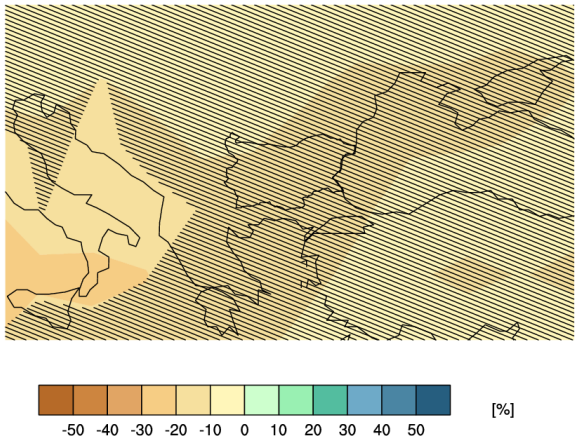
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 relative precipitation 2016-2035 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



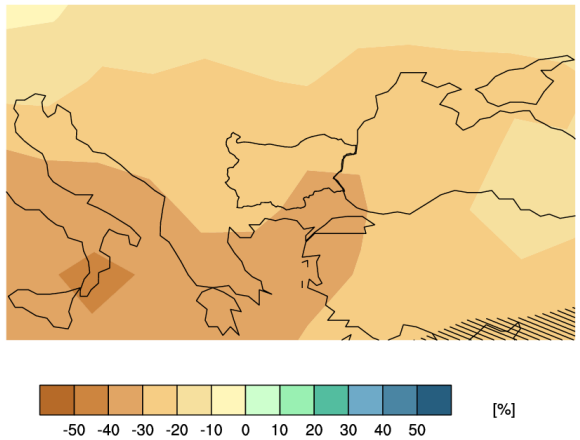
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 relative precipitation 2046-2065 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 relative precipitation 2081-2100 minus 1961-1990 Jun-Aug full CMIP5 ensemble



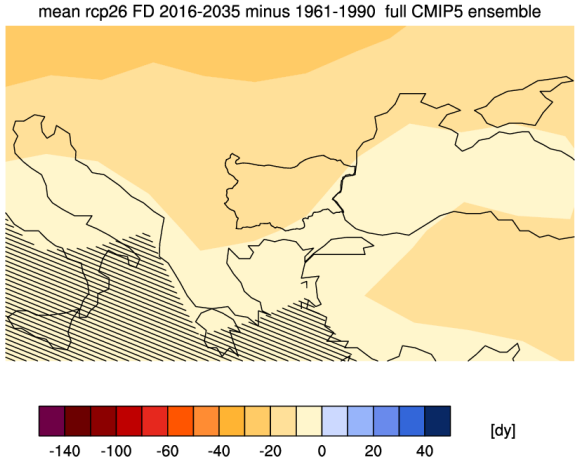
Карти на очакваните промени на екстремните климатични явления

Карти на температурните индекси

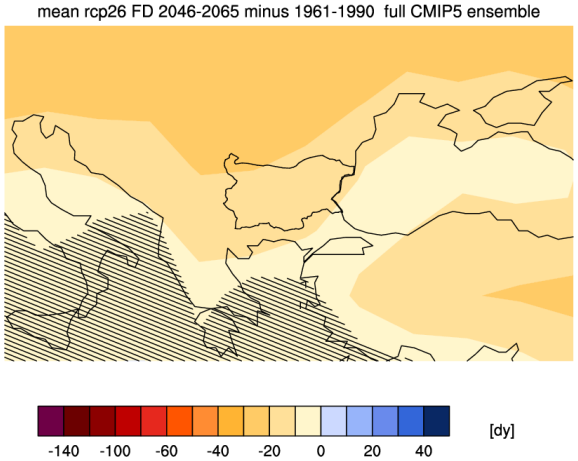
I.1. Индекси за „*студени*“ екстремни явления

Студени дни (FD, Frost days): Промени в годишния брой на дните с денонощна минимална температура < 0°C (дни)
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

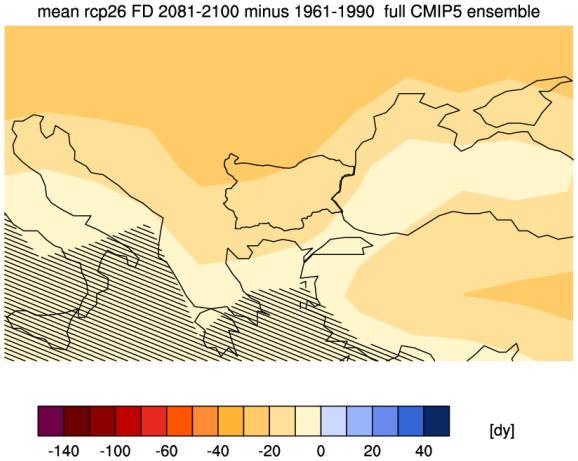
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

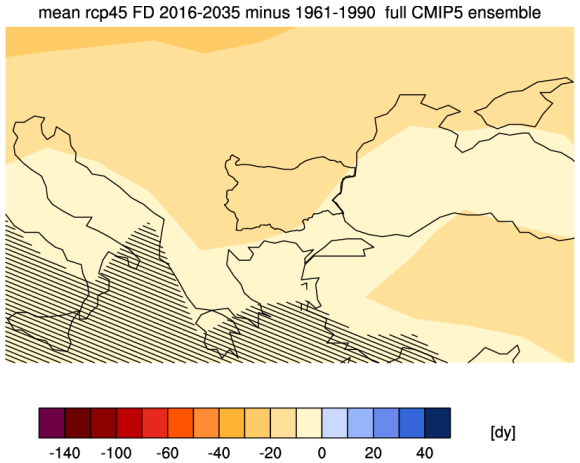


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

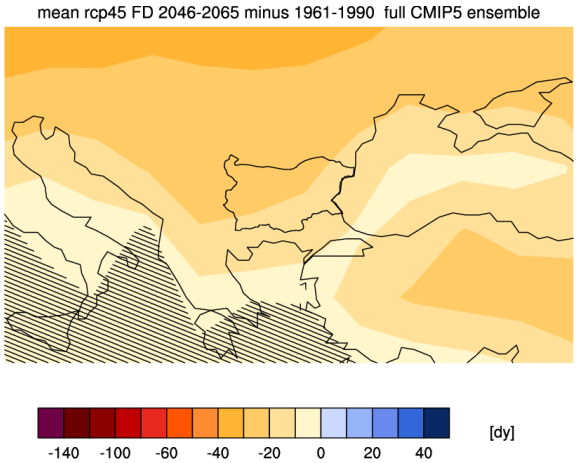


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

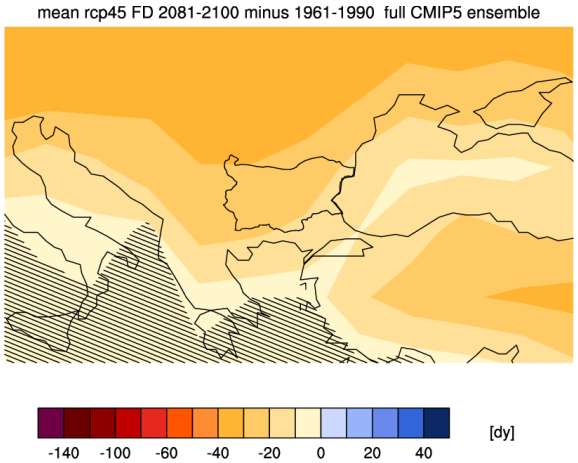
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

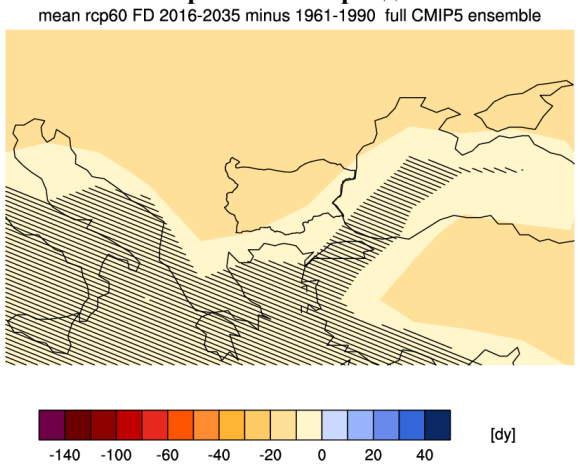


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

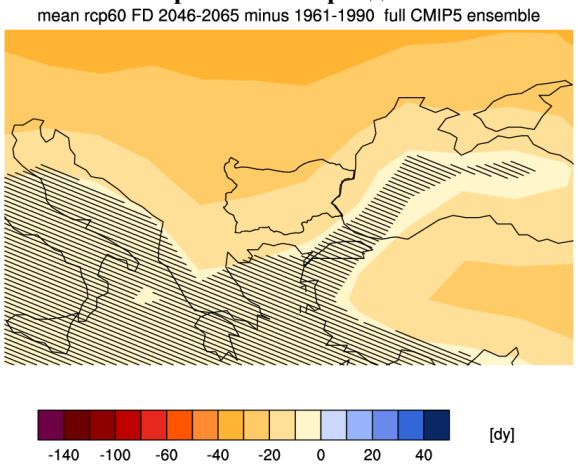


Сценарий на IPCC AR5: RCP6

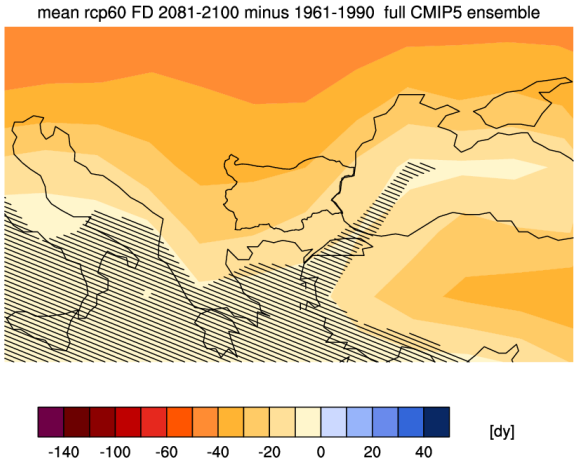
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

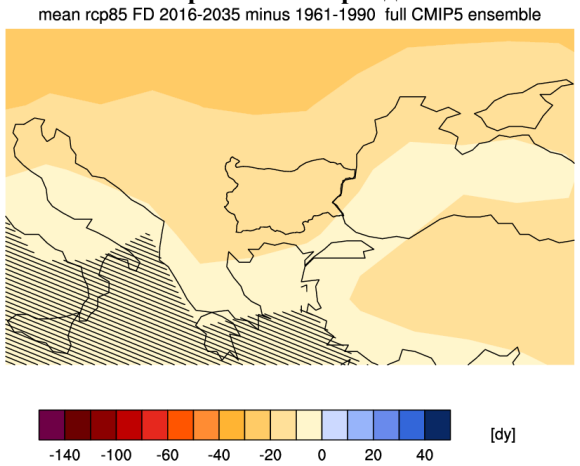


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

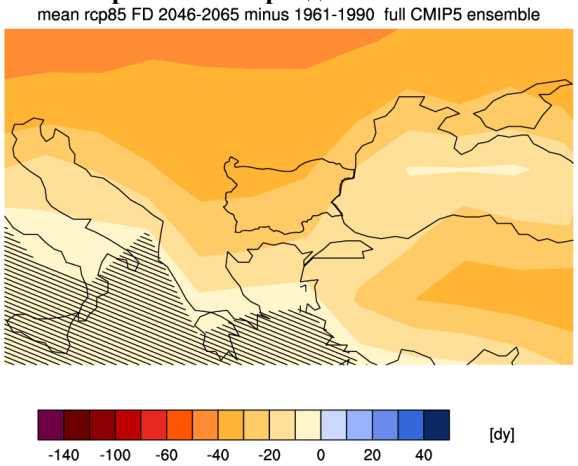


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

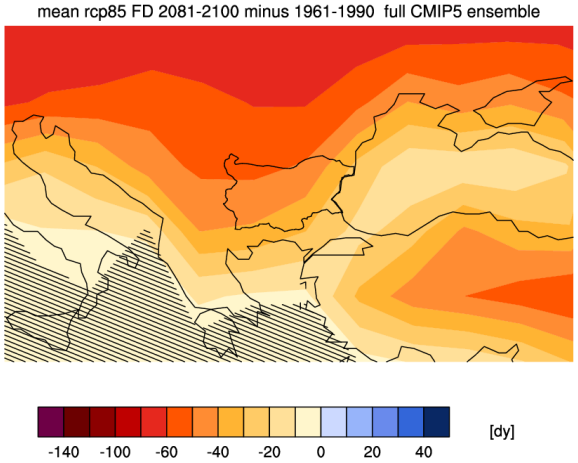
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



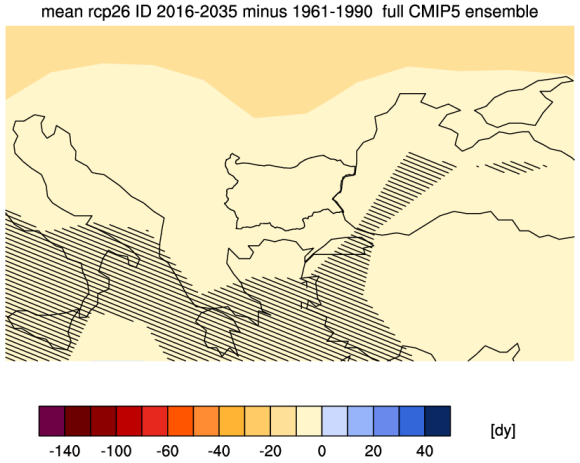
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



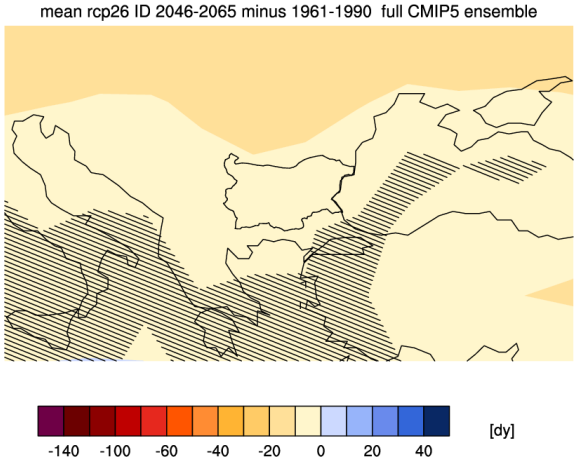
Ледени дни (ID, Ice days): Промени в годишния брой на дните с денонощна максимална температура < 0°C (дни)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

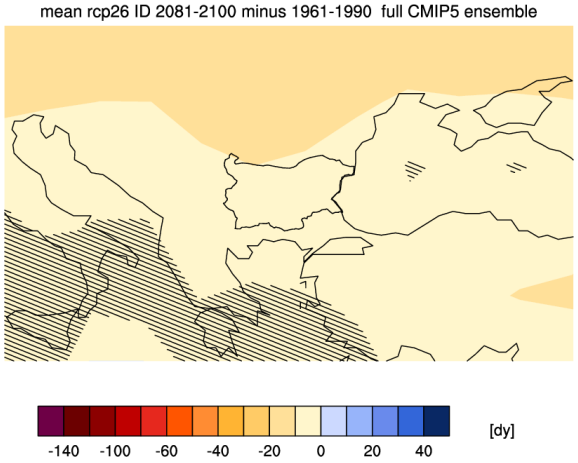
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



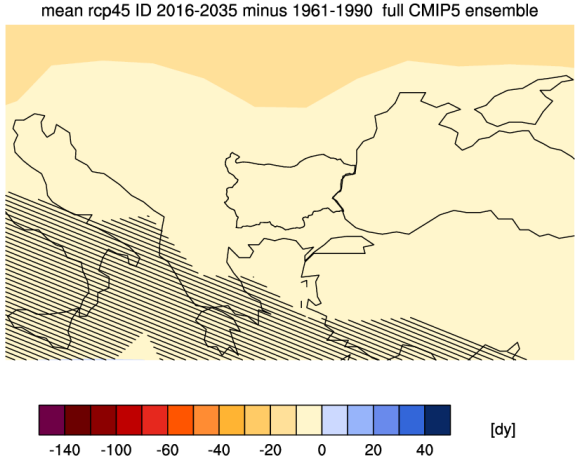
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

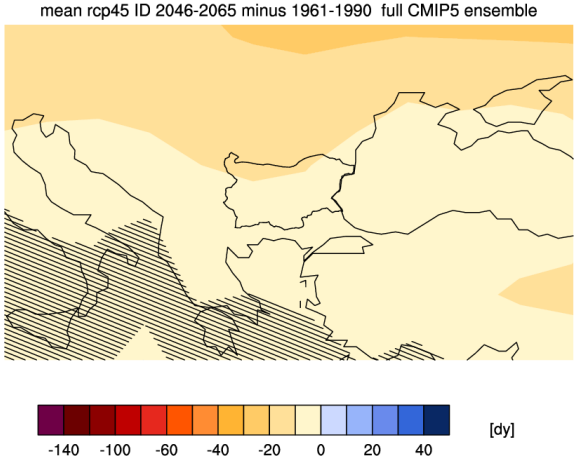
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp45 ID 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



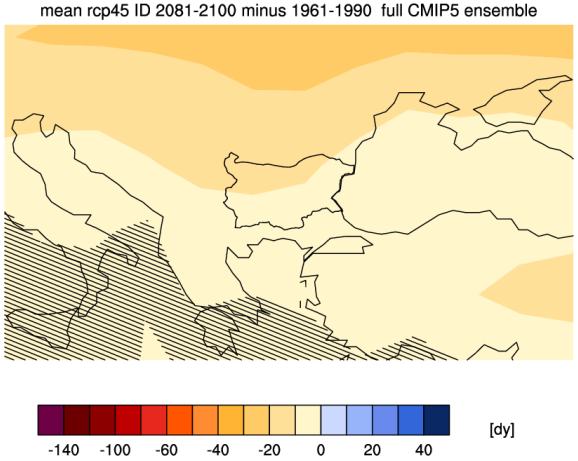
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 ID 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

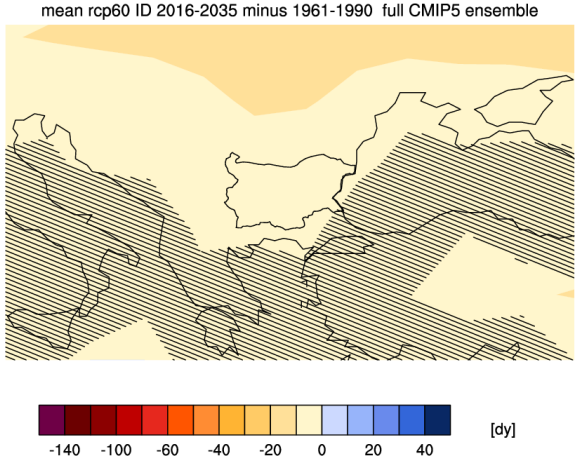
mean rcp45 ID 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

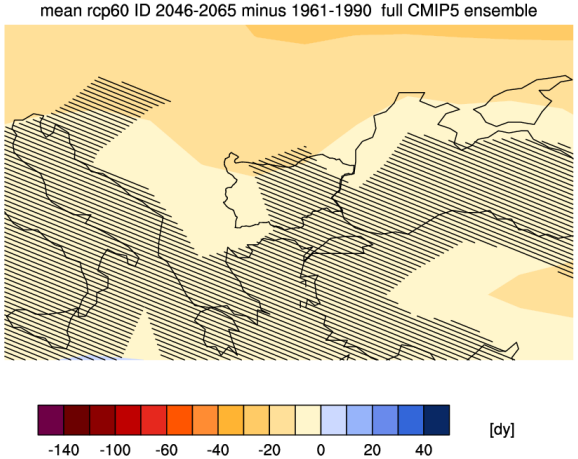
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 ID 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



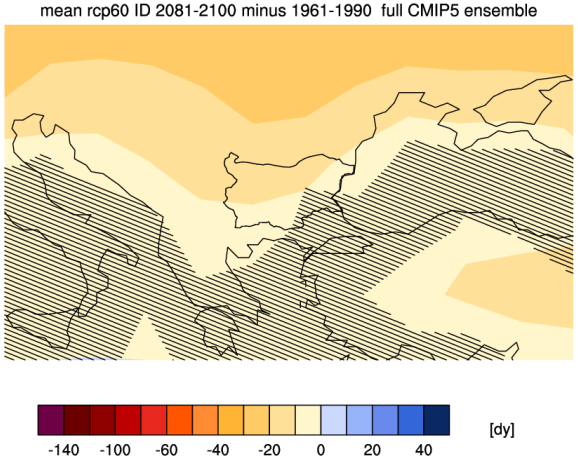
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 ID 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



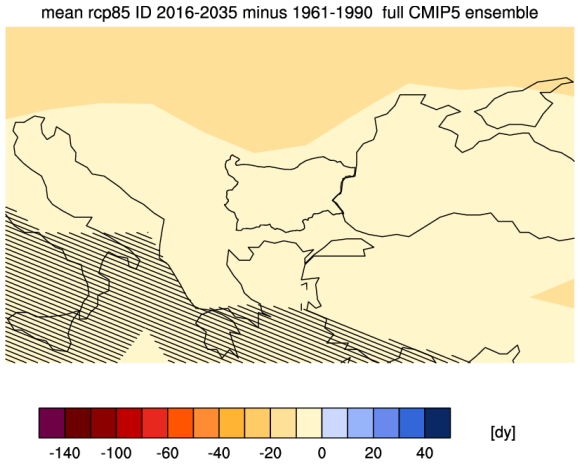
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp60 ID 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble

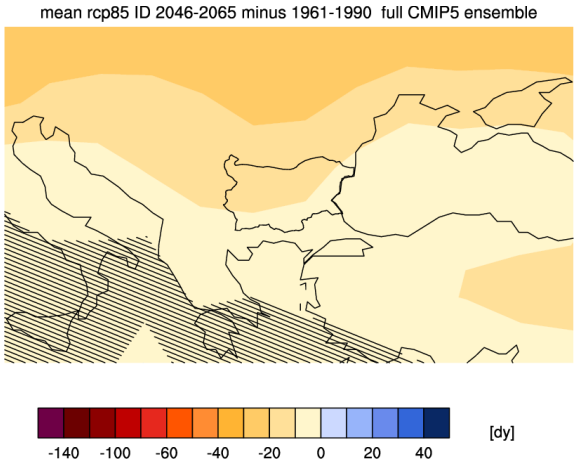


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

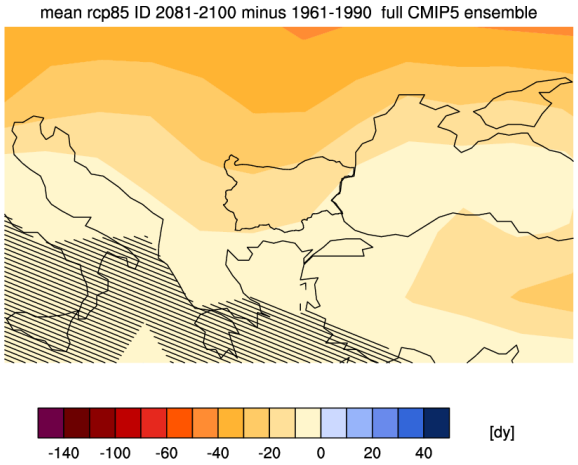
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



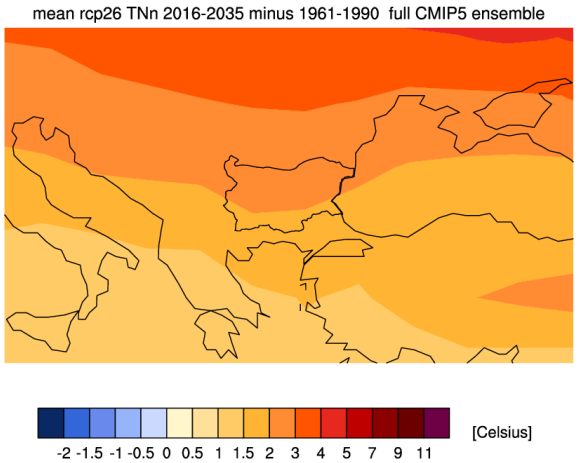
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



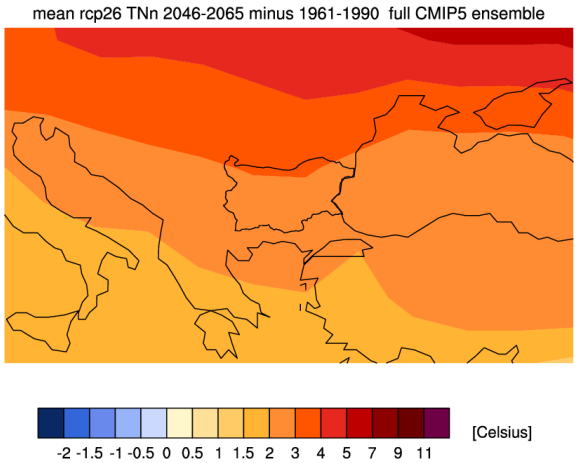
TNn (Min Tmin): Промени на месечните минимални стойности на средноденонощната минимална температура (°C)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

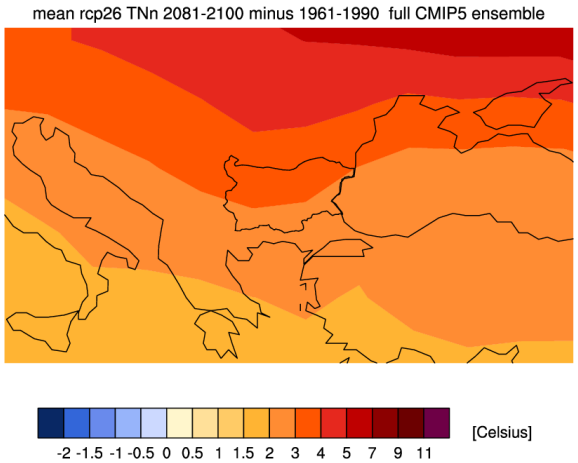
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

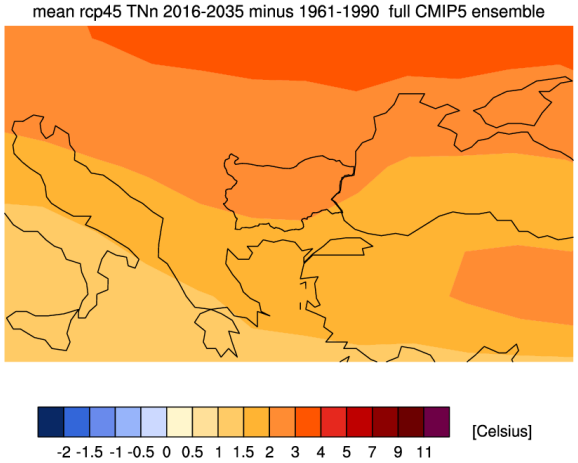


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

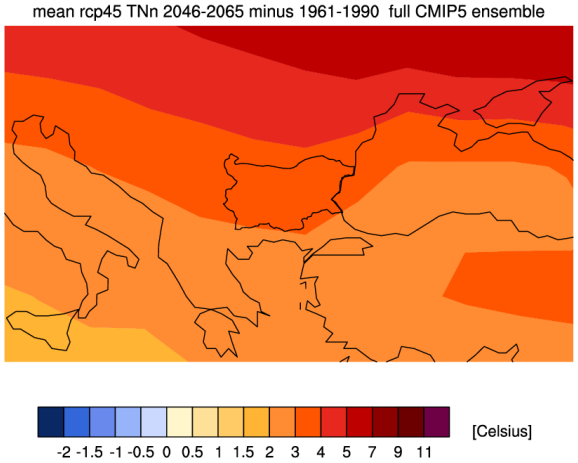


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

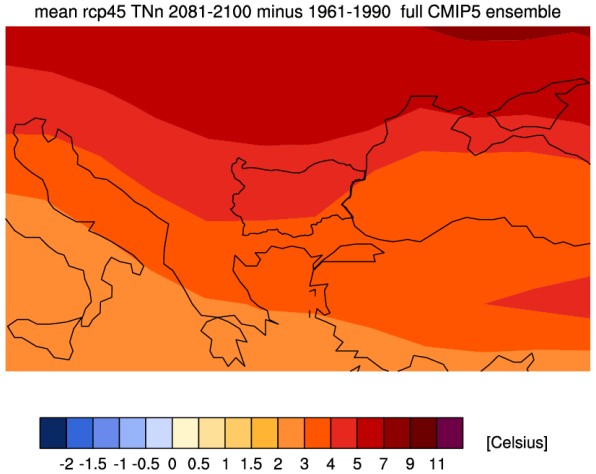
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



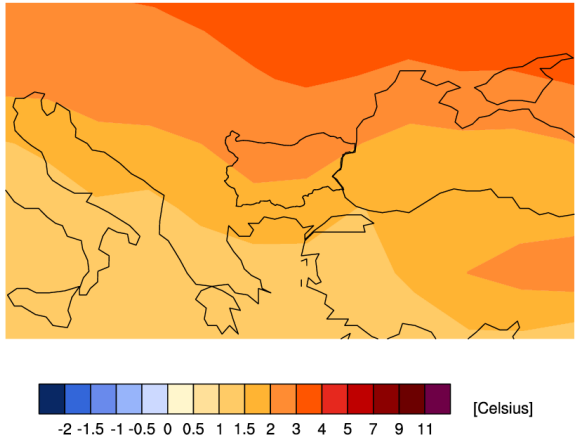
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

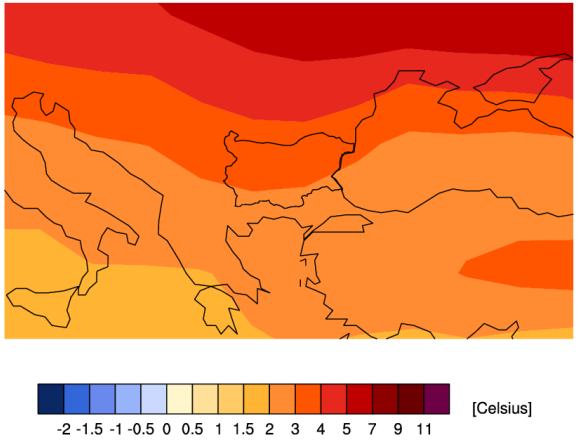
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 TNn 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



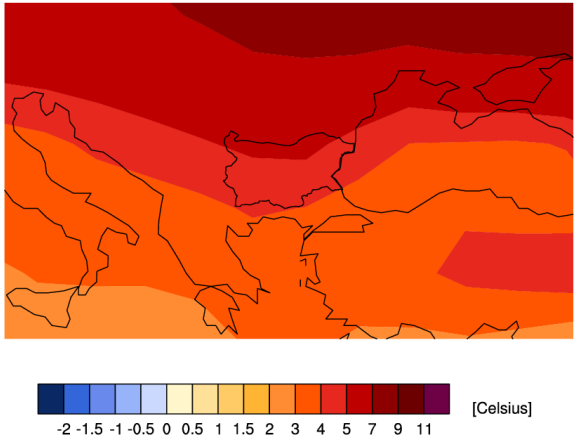
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 TNn 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

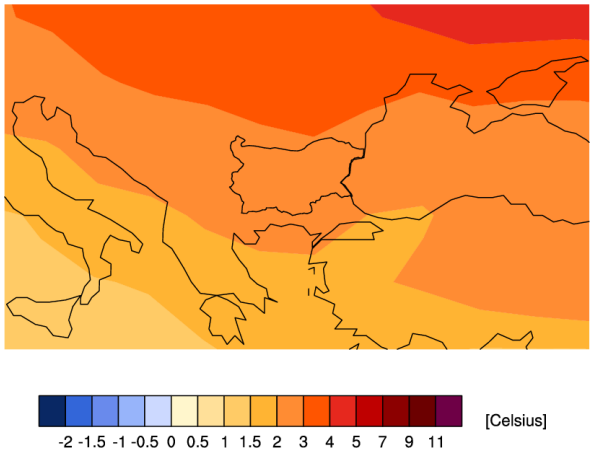
mean rcp60 TNn 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

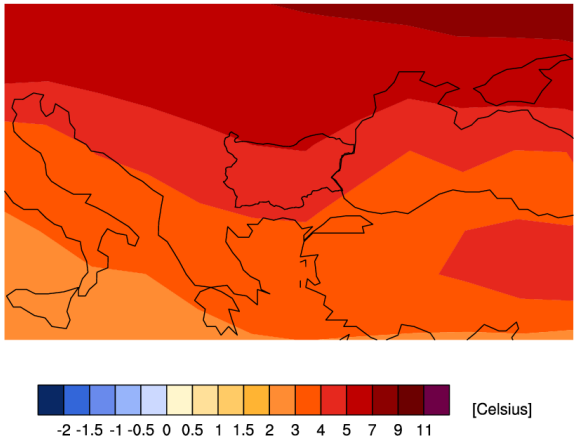
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 TNn 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



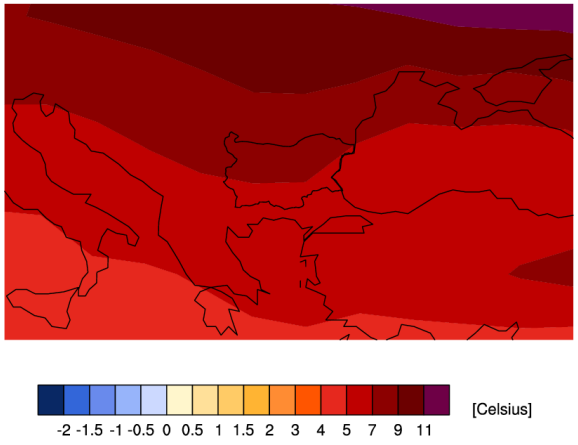
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 TNn 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

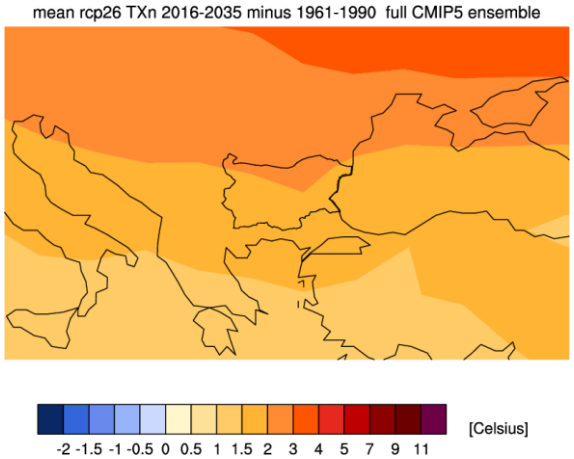
mean rcp85 TNn 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



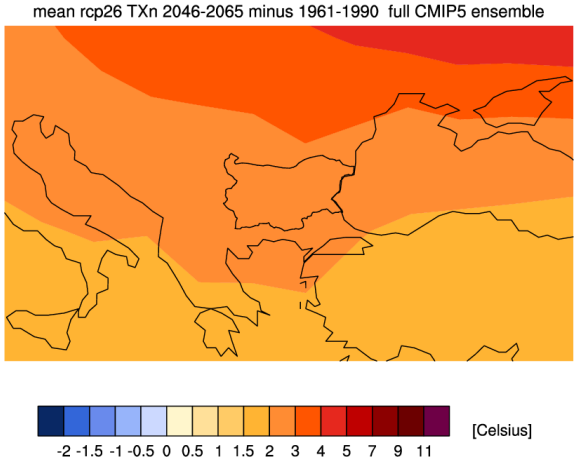
TXn (Min Tmax): Промени на месечните минимални стойности на средноденонощната максимална температура (°C)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

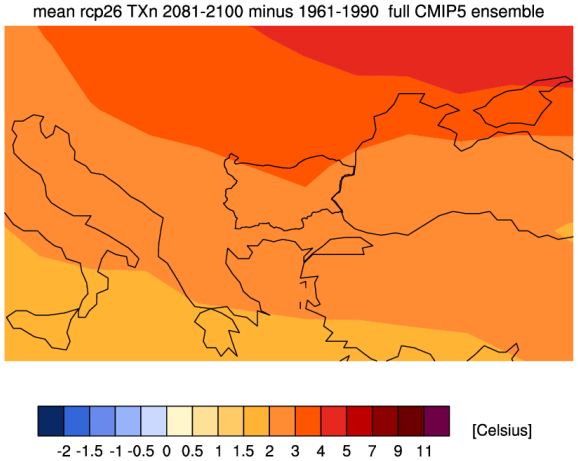
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

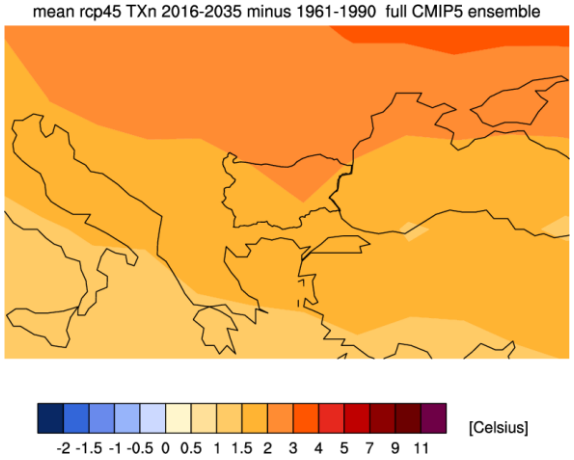


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

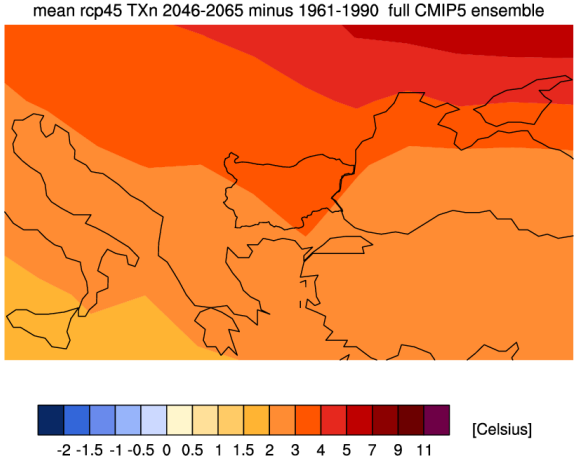


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

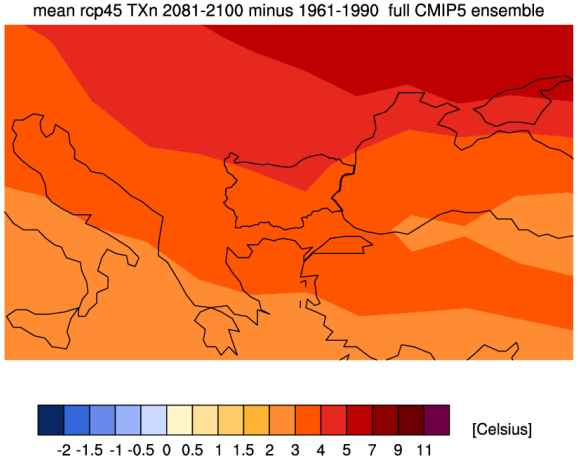
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



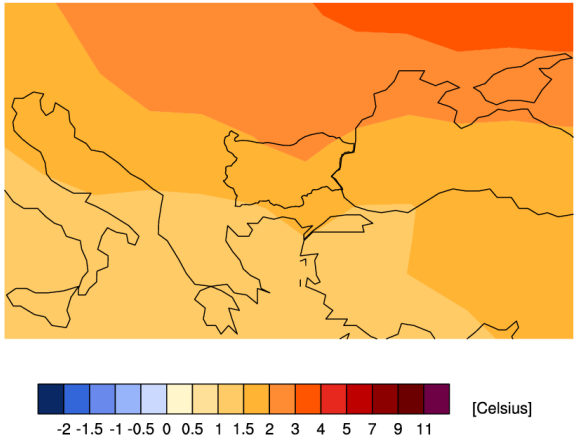
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

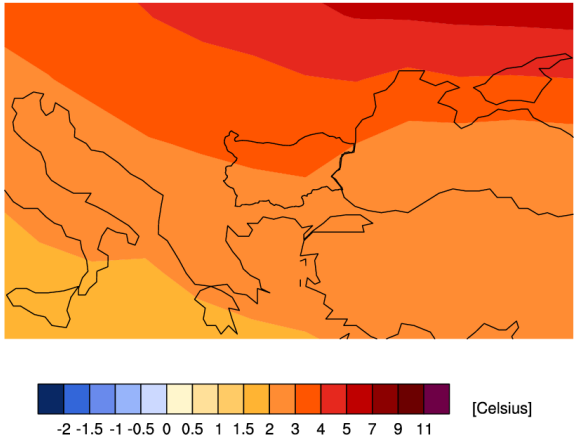
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp60 TXn 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



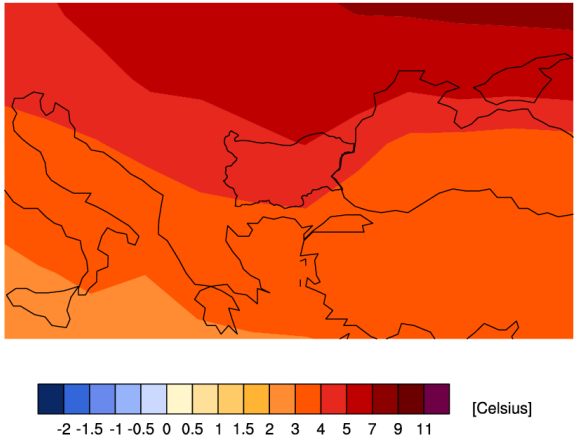
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 TXn 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

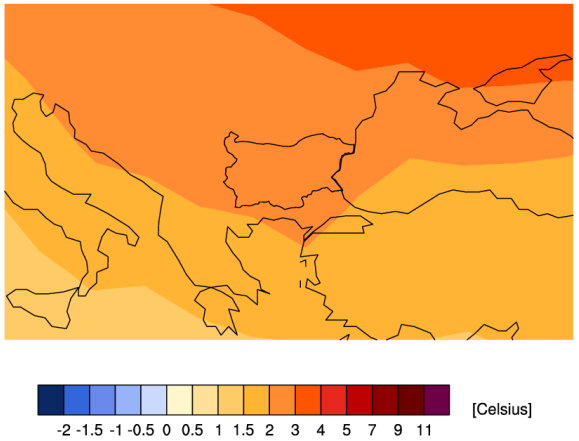
mean rcp60 TXn 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

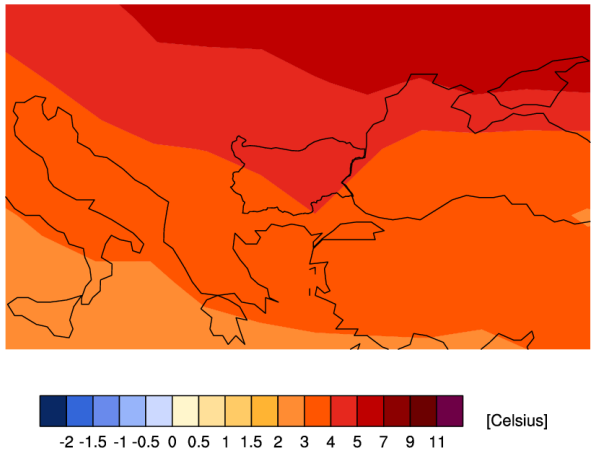
Очаквани промени за периода 2016-2035 г.

mean rcp85 TXn 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



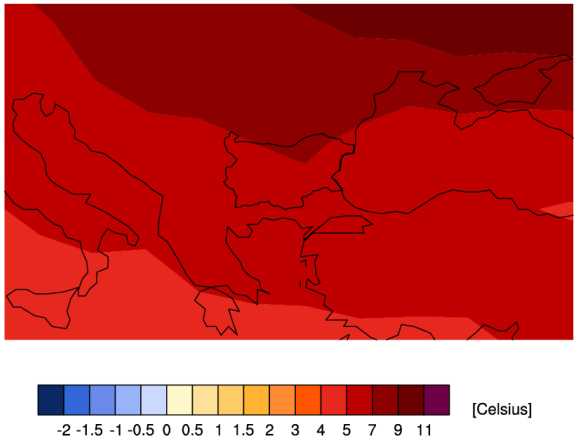
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 TXn 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

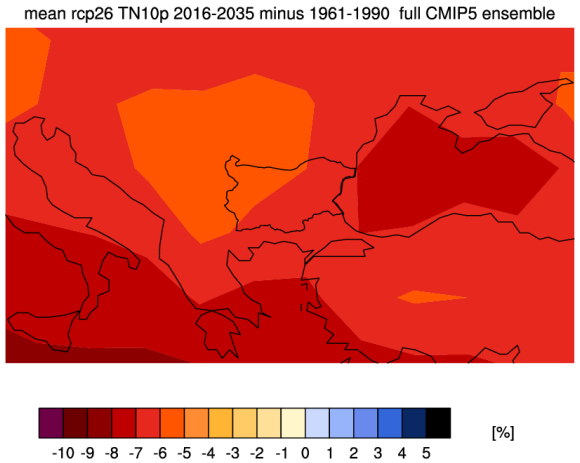
mean rcp85 TXn 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



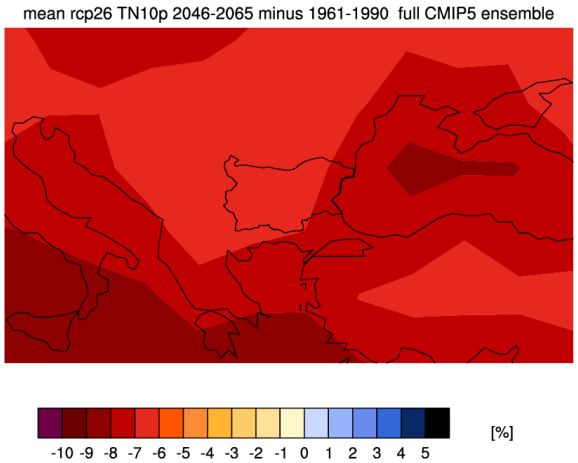
TN10p (Cool nights) Студени нощи: Промени в дела на дните с минимална температура <10-я процентил (%)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

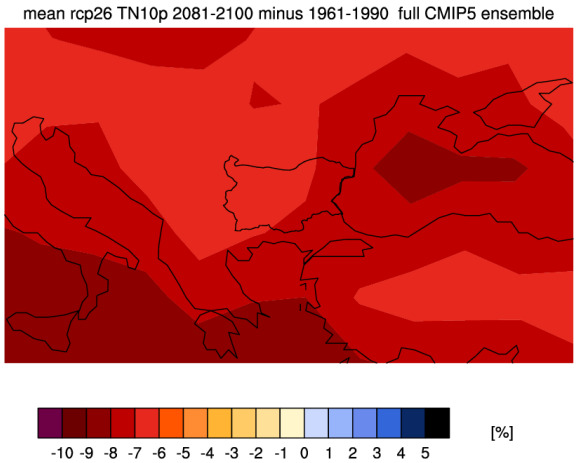
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

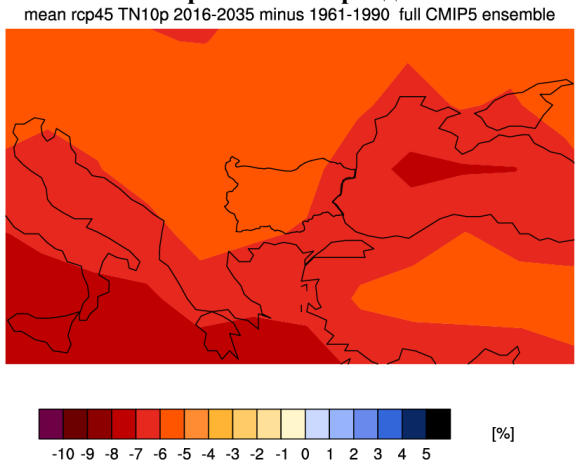


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

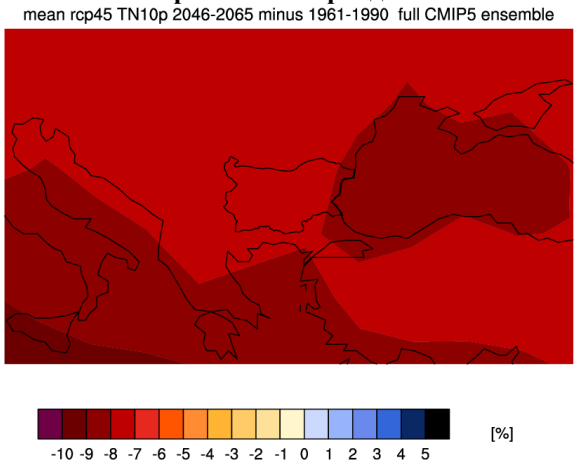


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

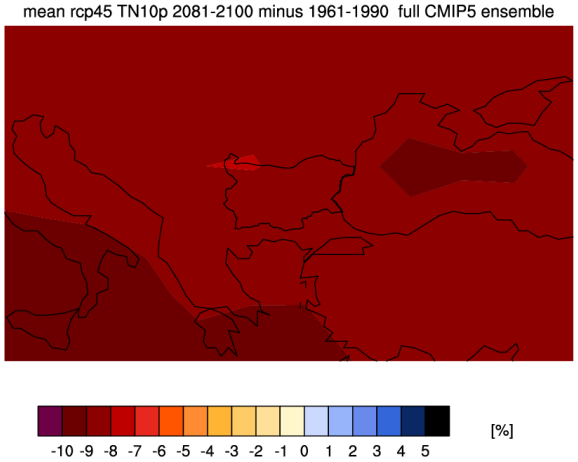
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



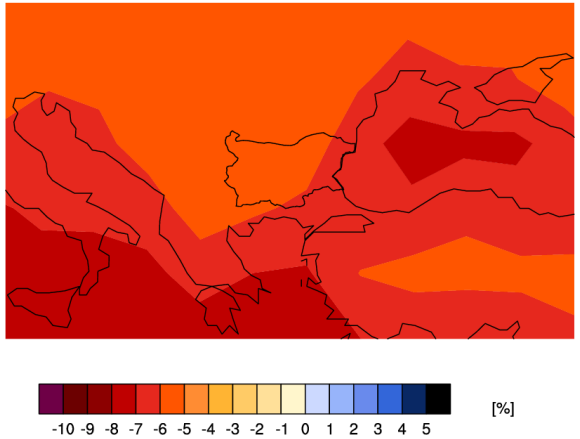
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

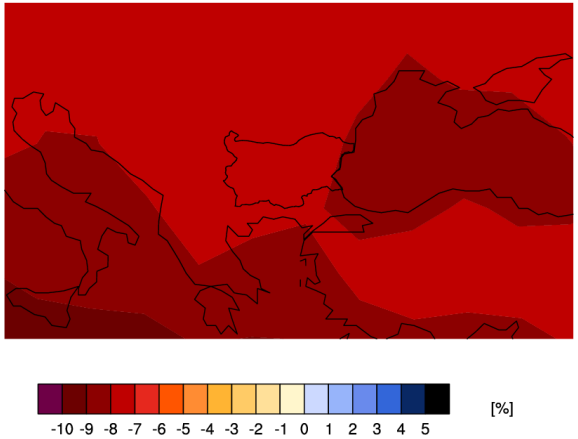
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 TN10p 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



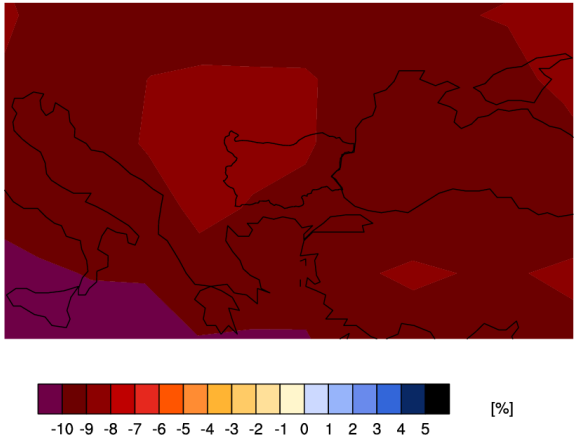
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 TN10p 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

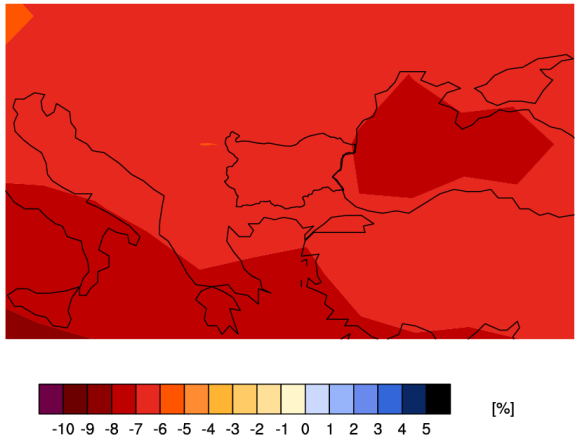
mean rcp60 TN10p 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

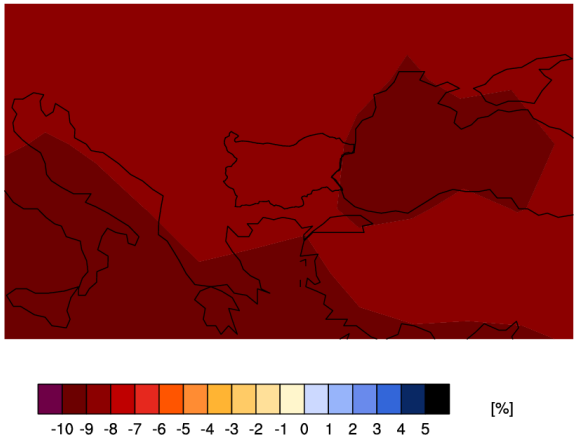
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 TN10p 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



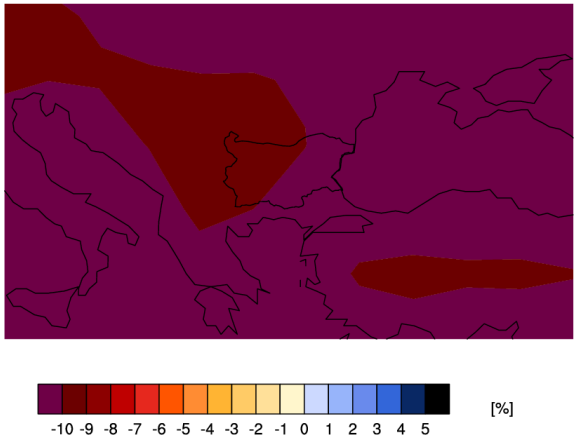
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 TN10p 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

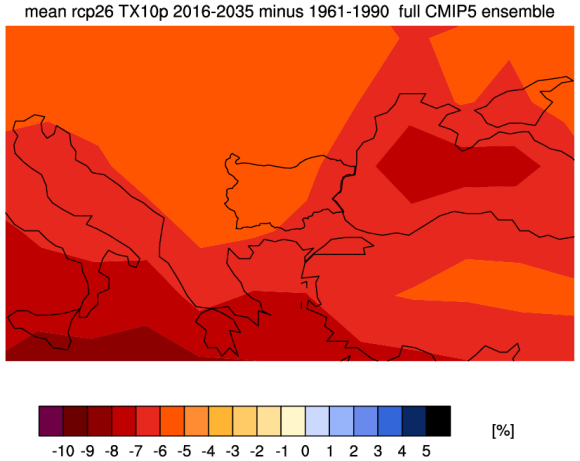
mean rcp85 TN10p 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



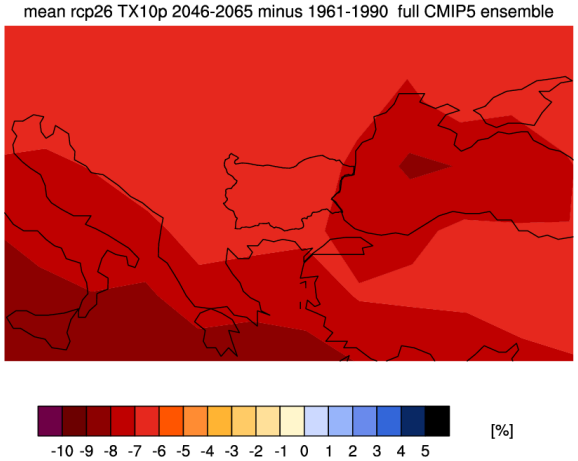
TX10p (Cool days) Студени дни: Промени в дела на дните с максимална температура <10-я процентил (%)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

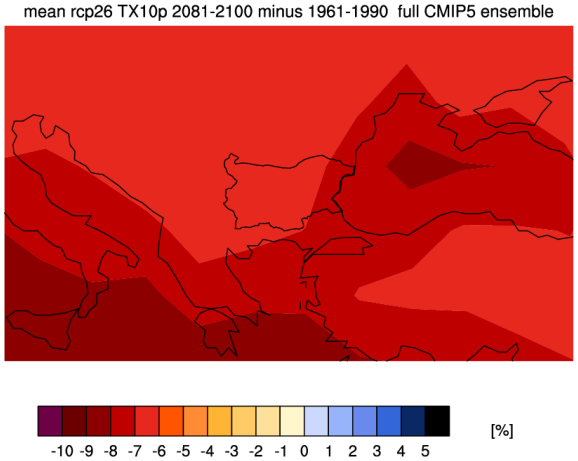
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

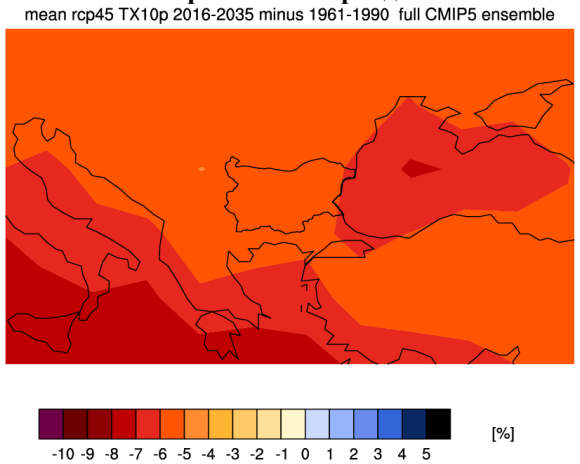


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

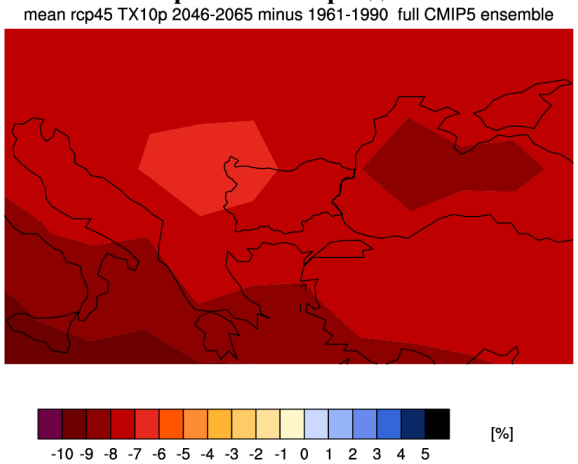


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

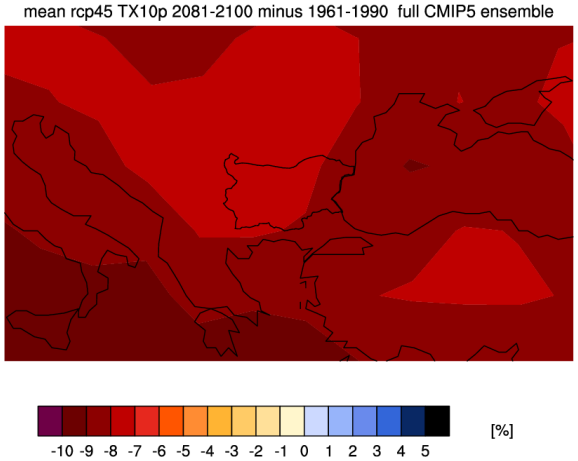
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



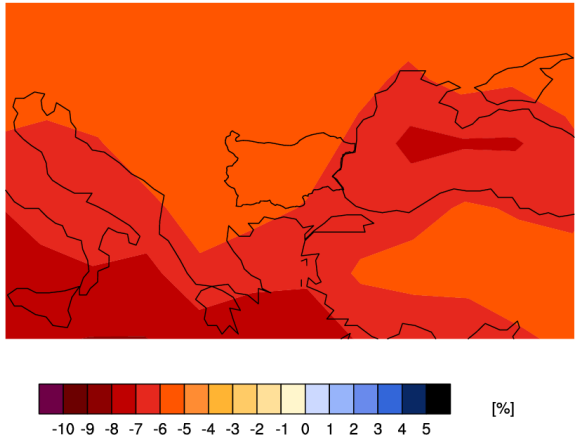
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

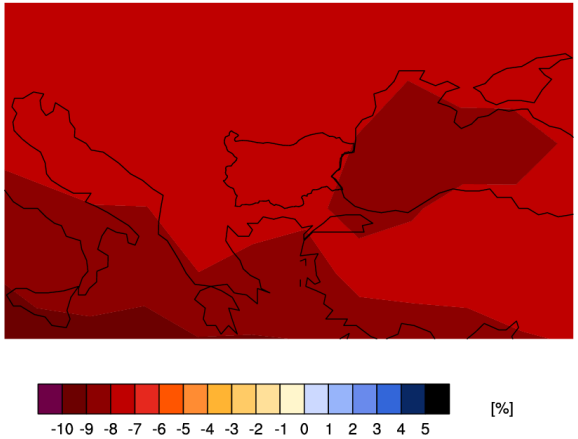
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 TX10p 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



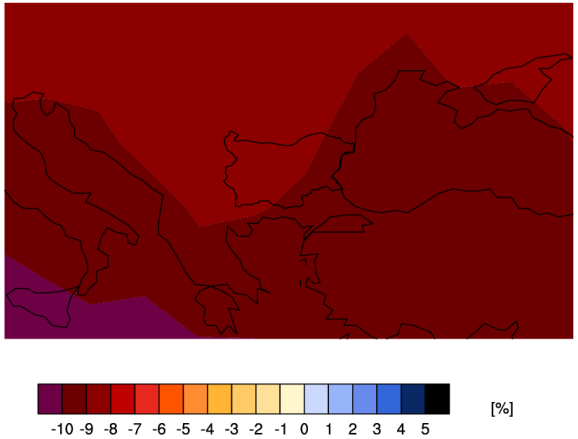
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 TX10p 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

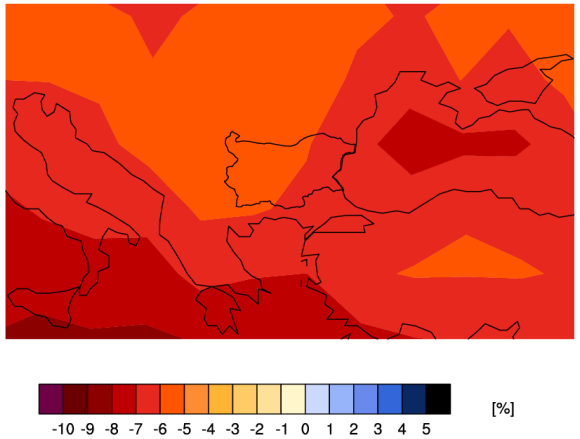
mean rcp60 TX10p 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

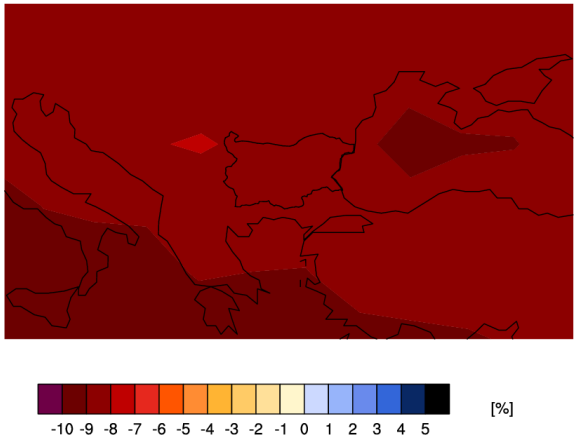
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 TX10p 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



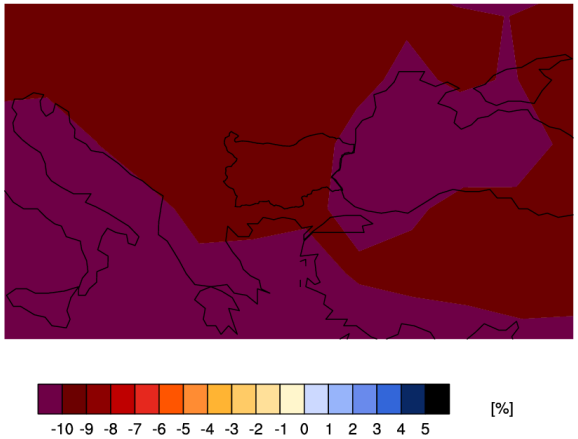
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 TX10p 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

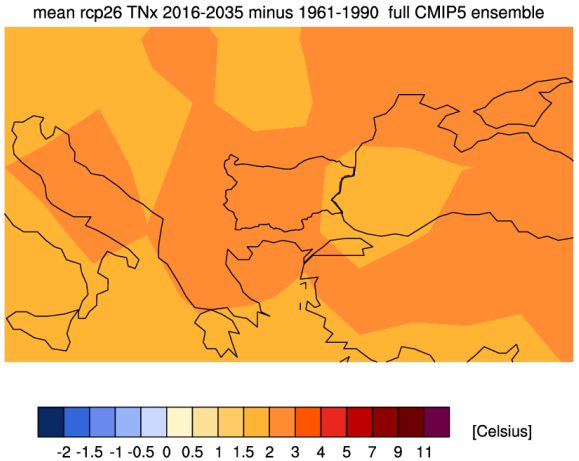
mean rcp85 TX10p 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



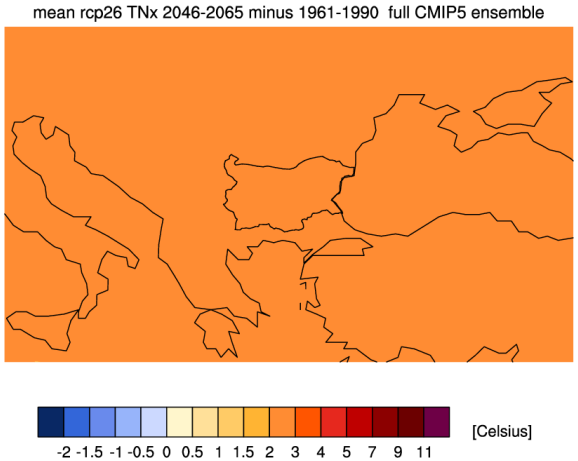
I.2. Индекси за „*горещи*“ екстремни явления:

TNx (Max Tmin): Промени на месечните максимални стойности на средноденонощната минимална температура (°C)
Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

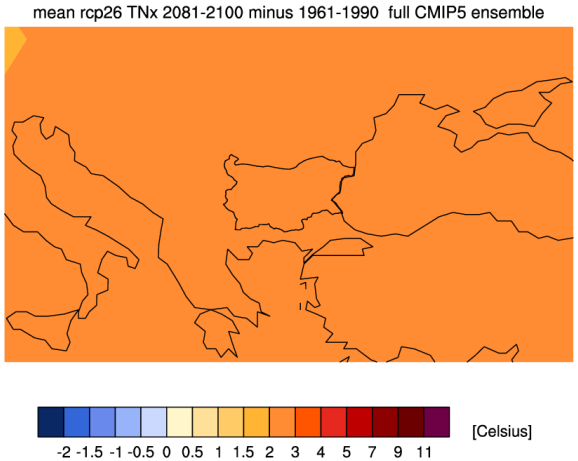
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



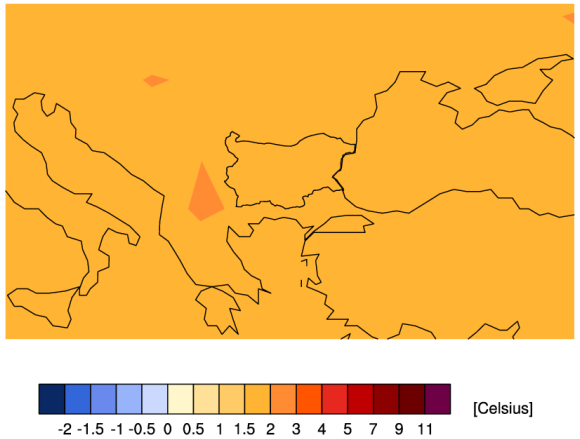
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

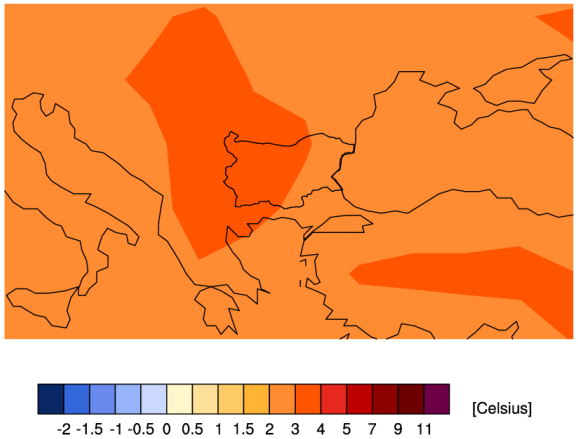
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp45 TNx 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



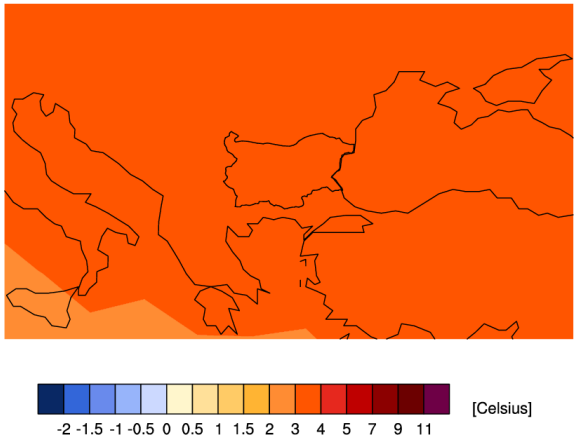
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 TNx 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

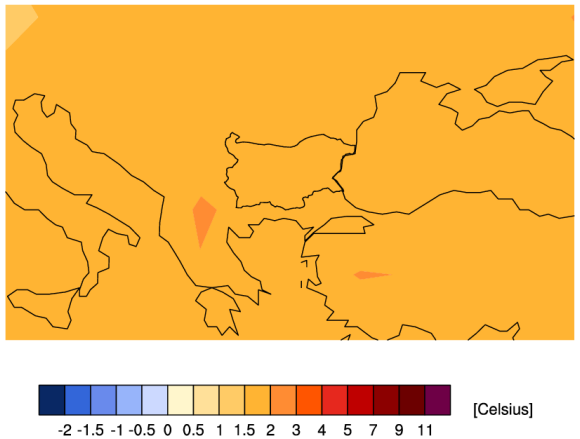
mean rcp45 TNx 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

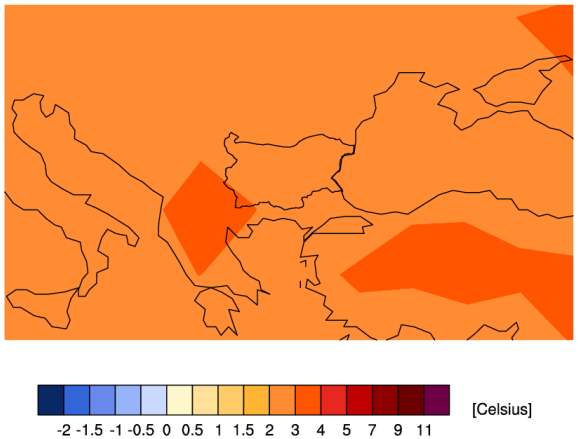
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 TNx 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



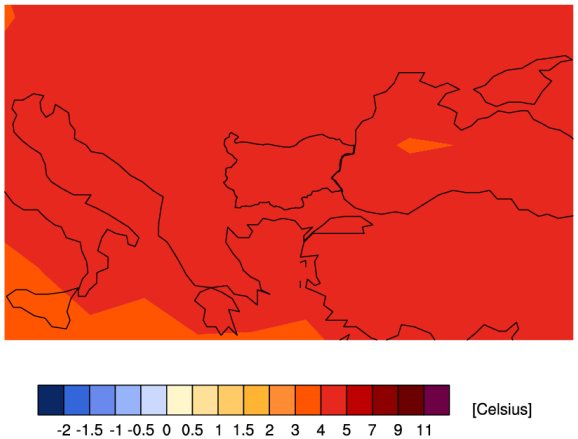
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 TNx 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



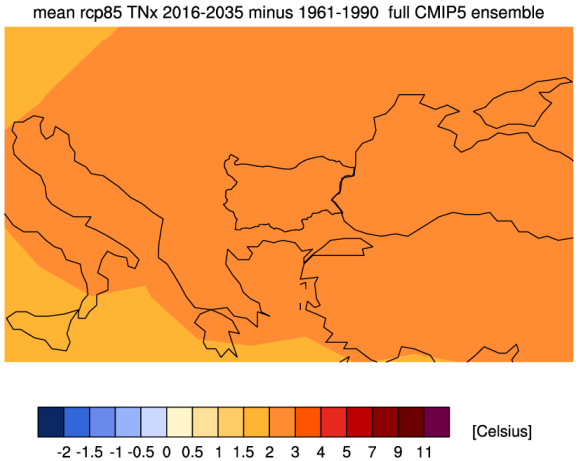
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp60 TNx 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble

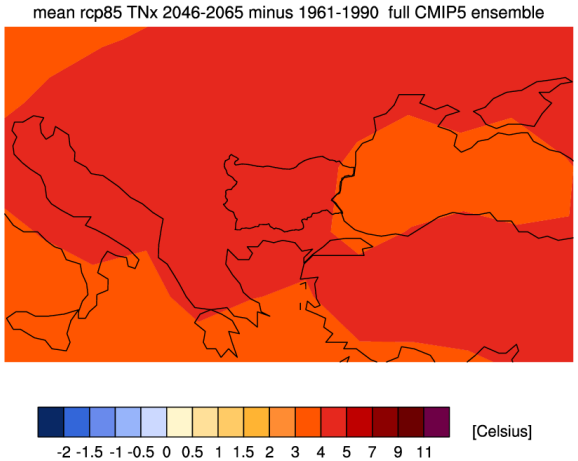


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

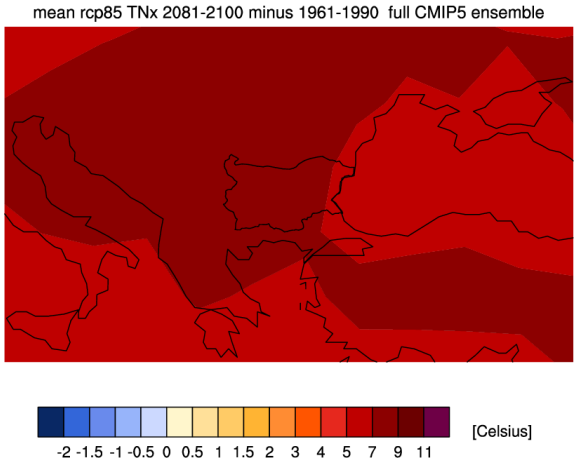
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



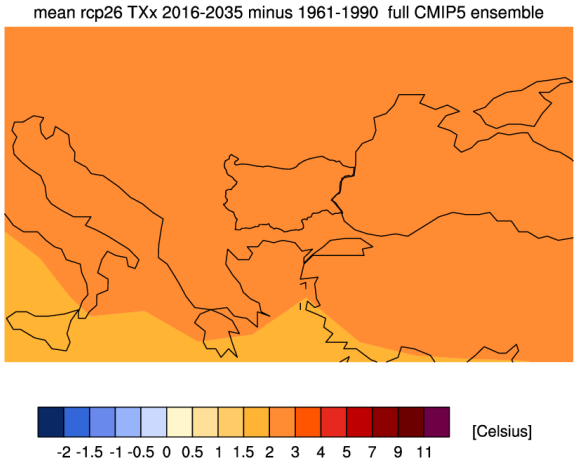
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



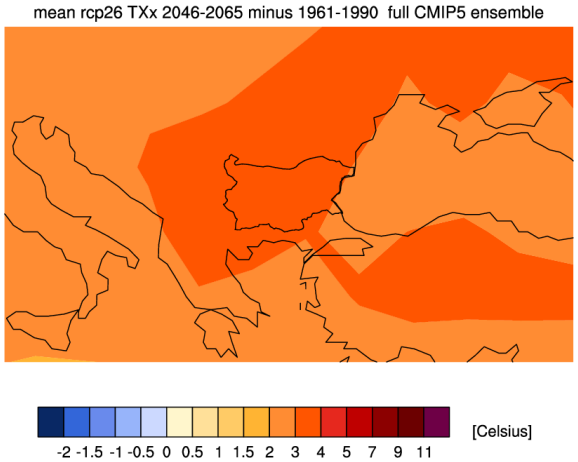
TXx (Max Tmax): Промени на месечните максимални стойности на средноденонощната максимална температура (°C)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

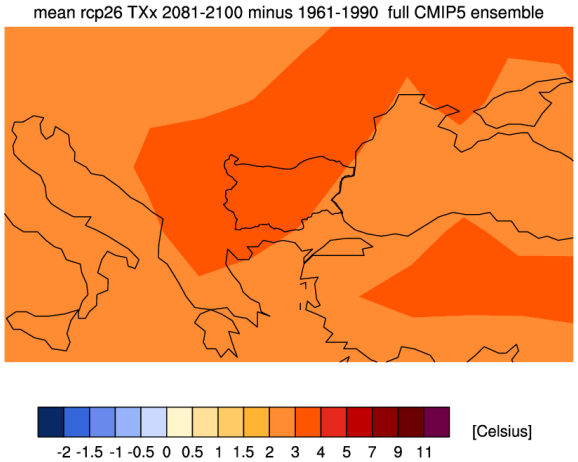
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



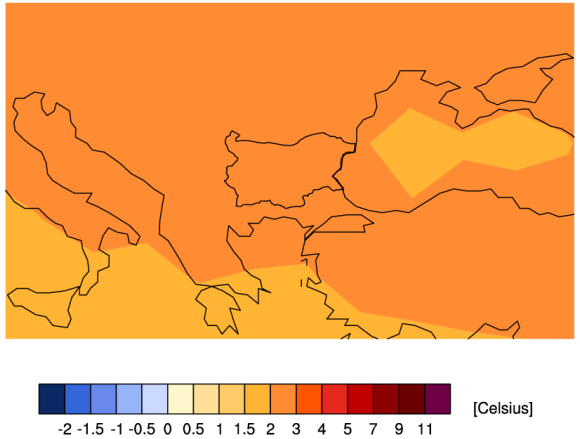
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

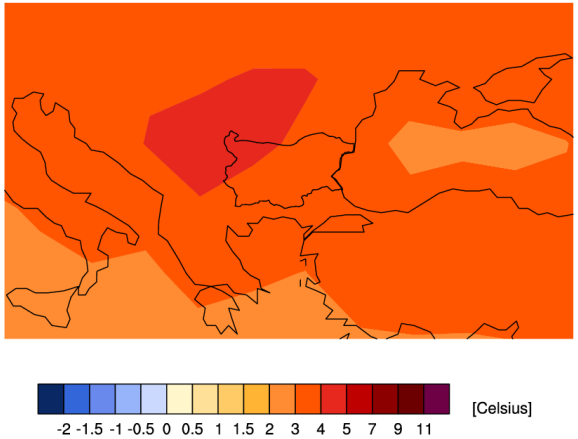
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp45 TXx 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



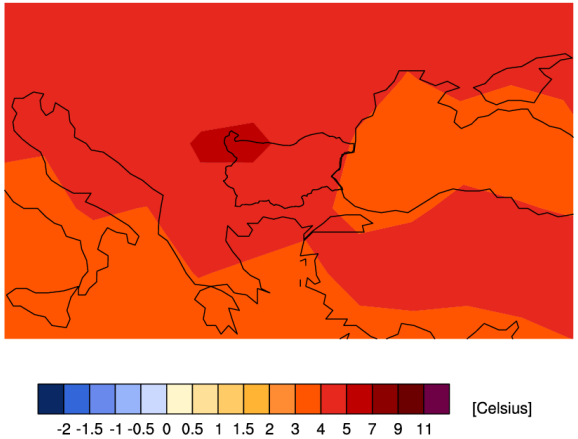
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 TXx 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

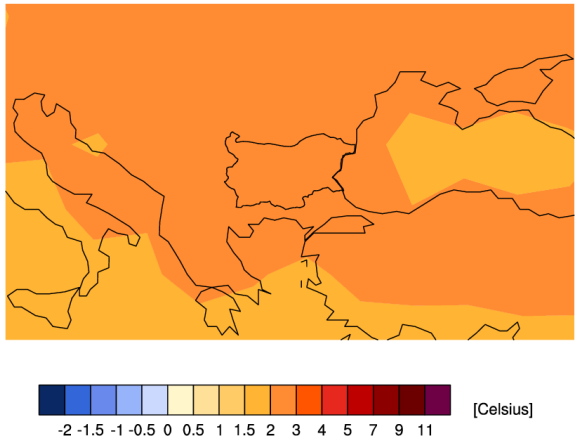
mean rcp45 TXx 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

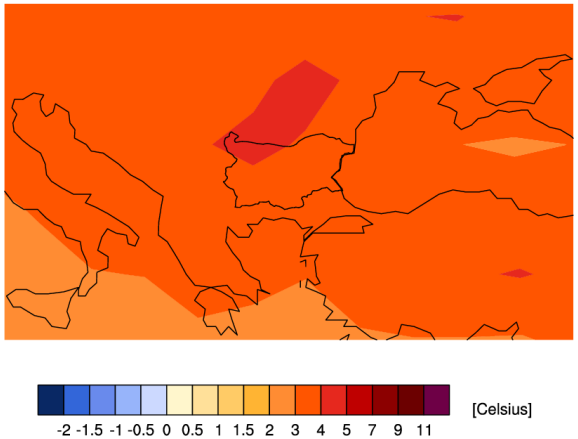
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 TXx 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



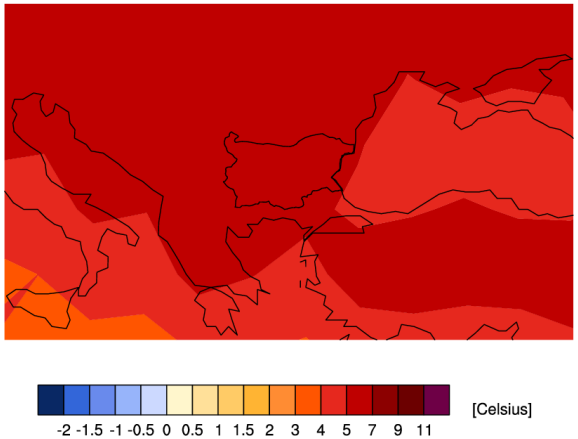
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 TXx 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



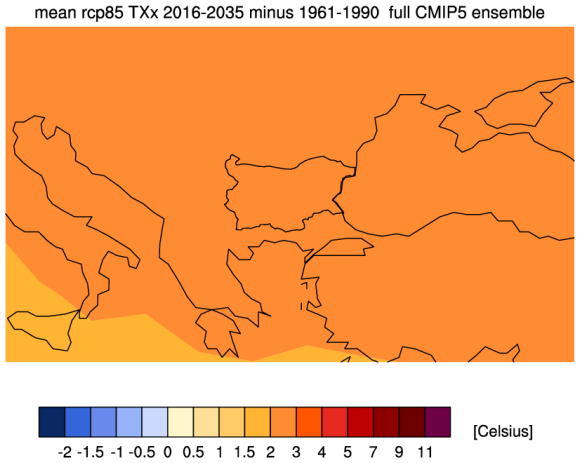
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp60 TXx 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble

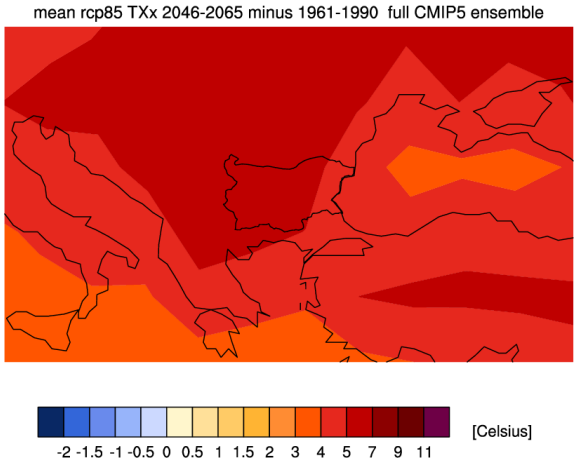


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

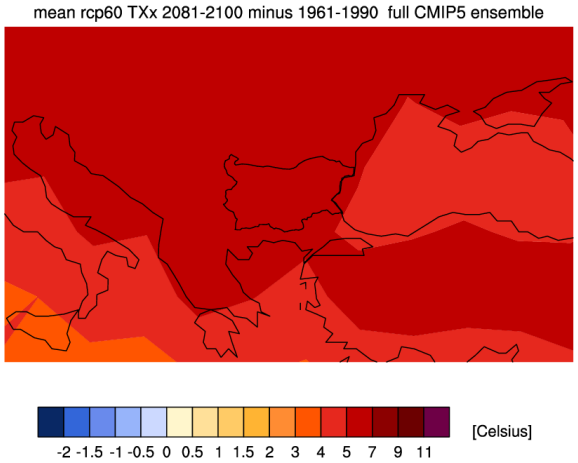
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



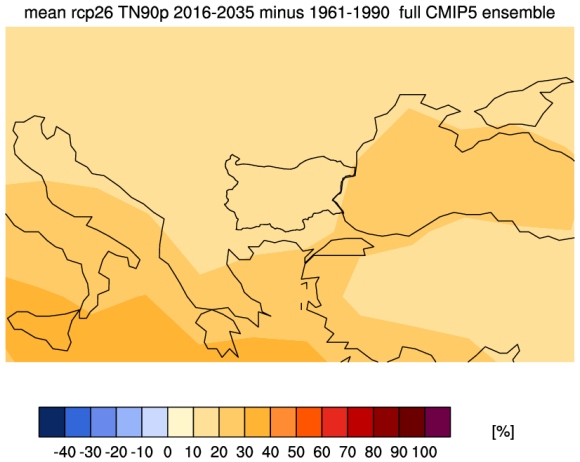
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



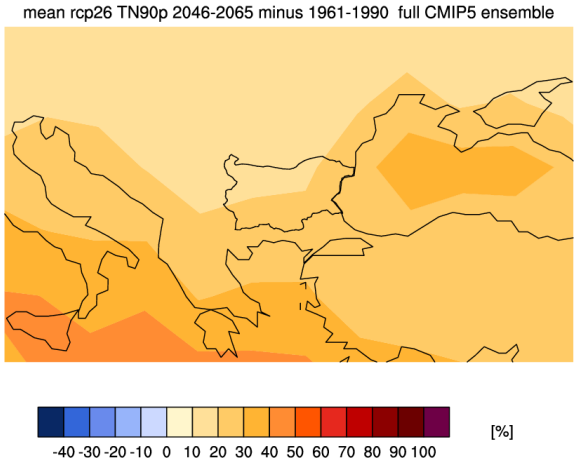
TN90p (Warm nights) (Горещи нощи): Промени в дела на дните с минимална температура >90-я процентил (%)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

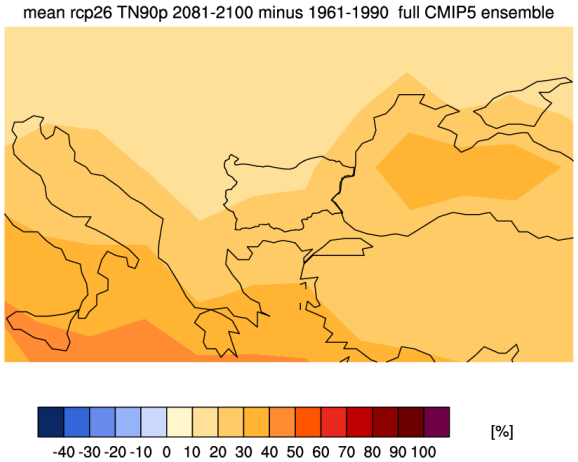
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



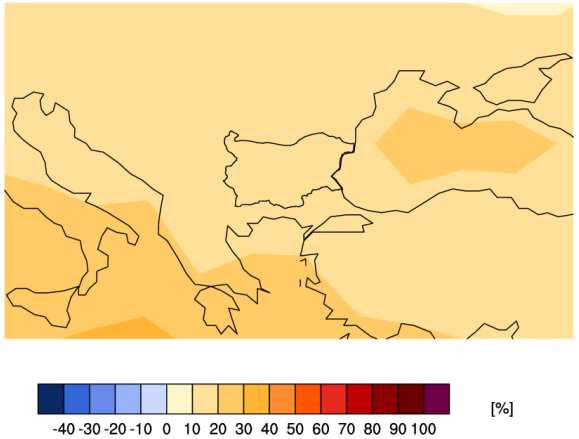
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

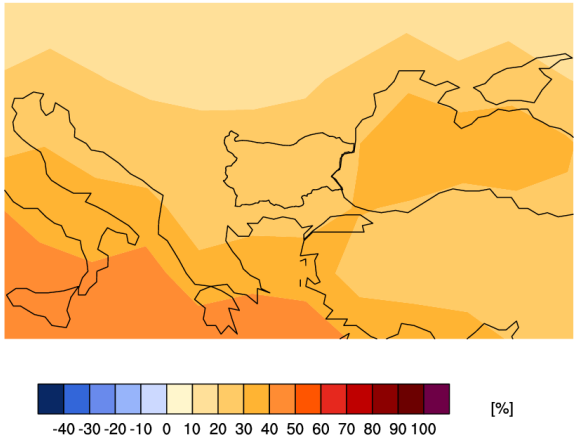
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp45 TN90p 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



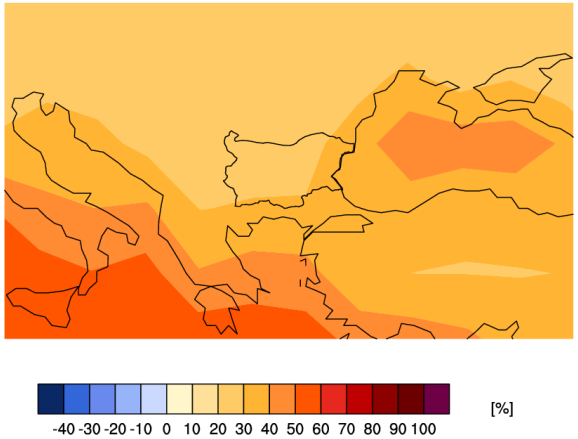
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 TN90p 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

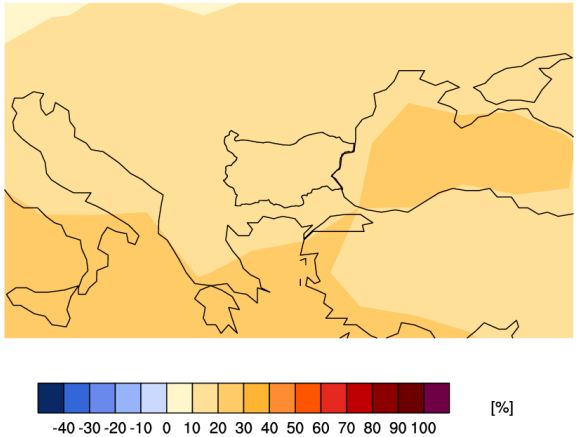
mean rcp45 TN90p 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

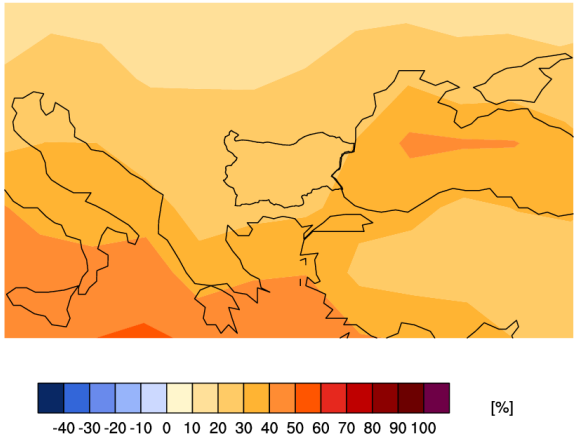
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 TN90p 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



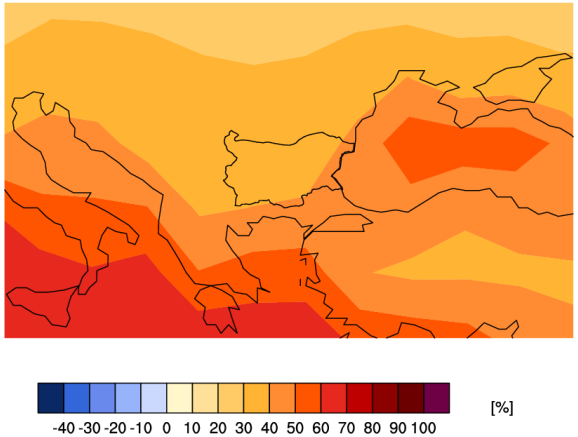
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 TN90p 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



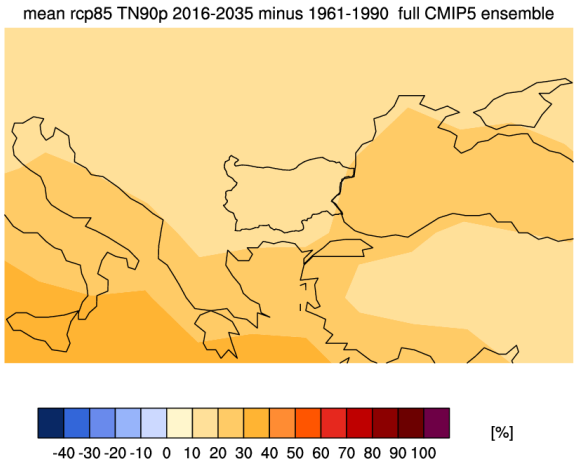
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp60 TN90p 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble

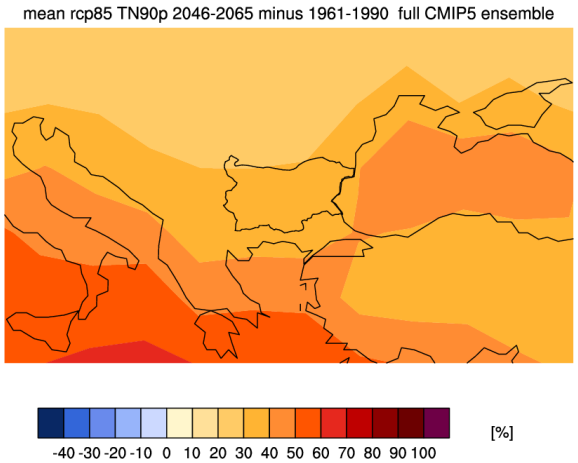


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

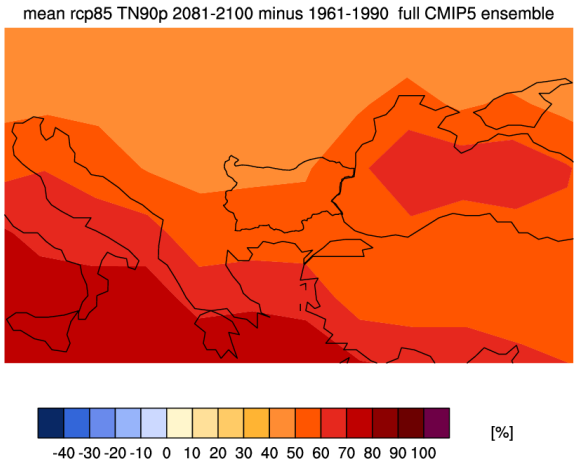
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



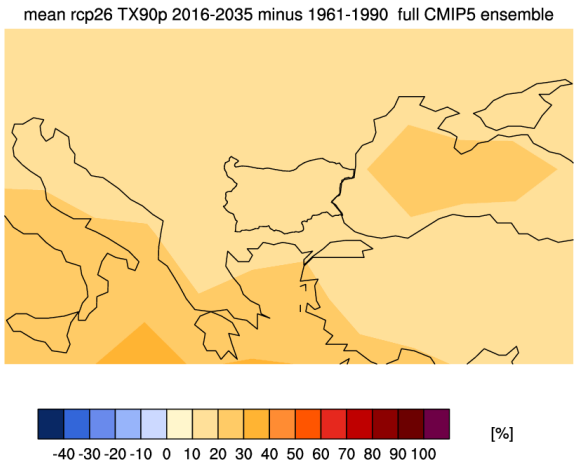
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



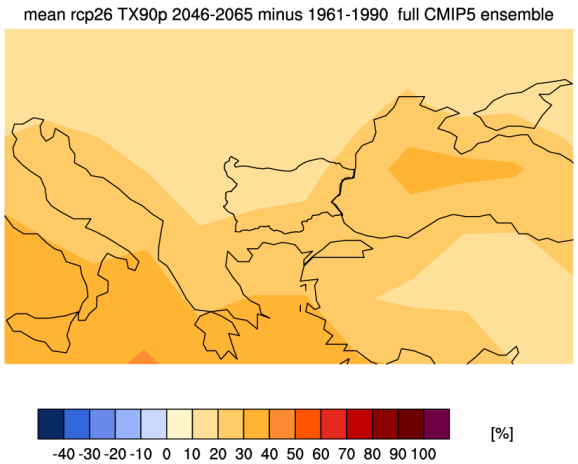
TX90p (Warm days) (Горещи дни): Промени в дела на дните с максимална температура >90-я процентил (%)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

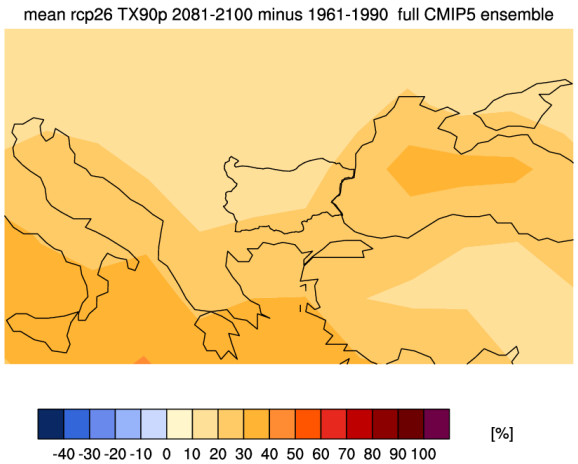
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



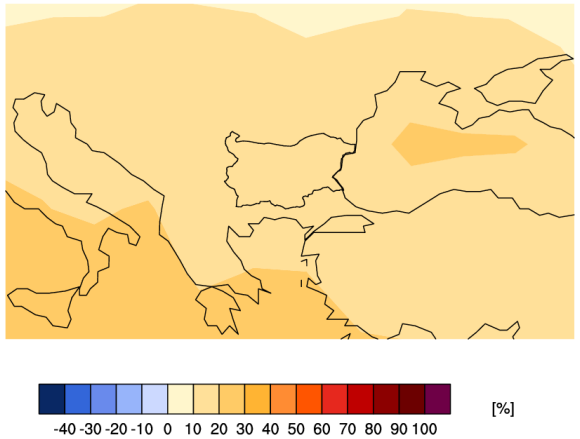
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

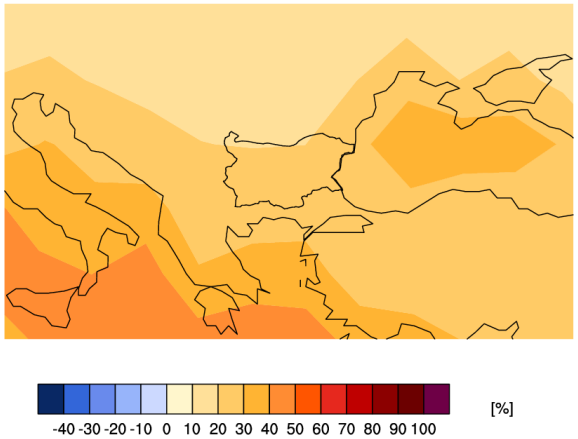
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp45 TX90p 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



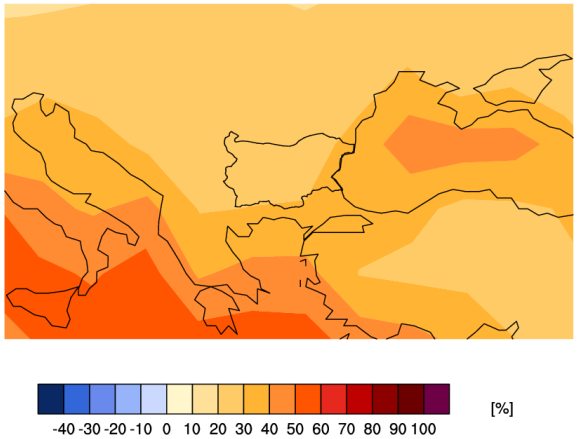
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 TX90p 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

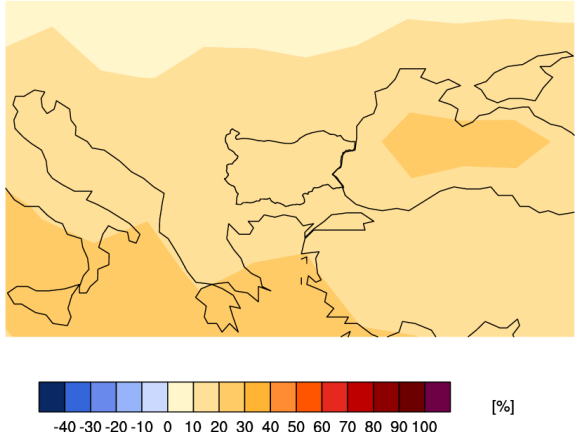
mean rcp45 TX90p 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

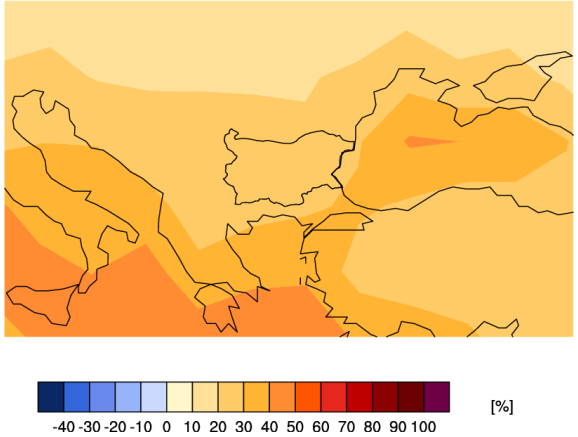
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 TX90p 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



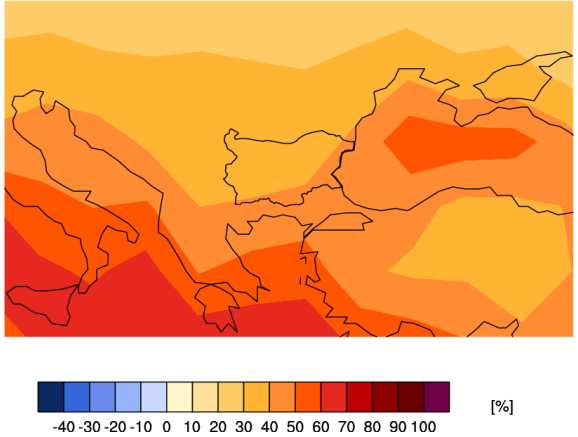
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 TX90p 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



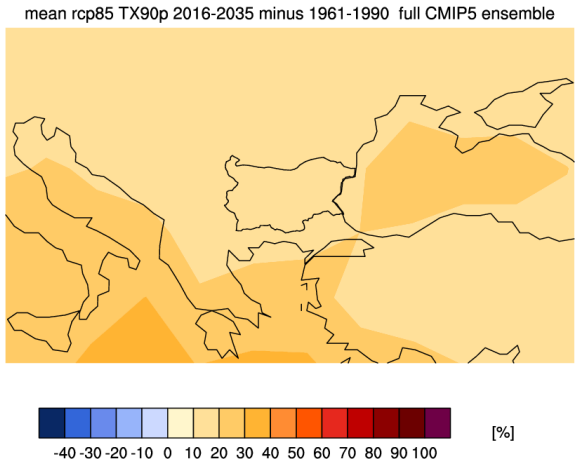
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp60 TX90p 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble

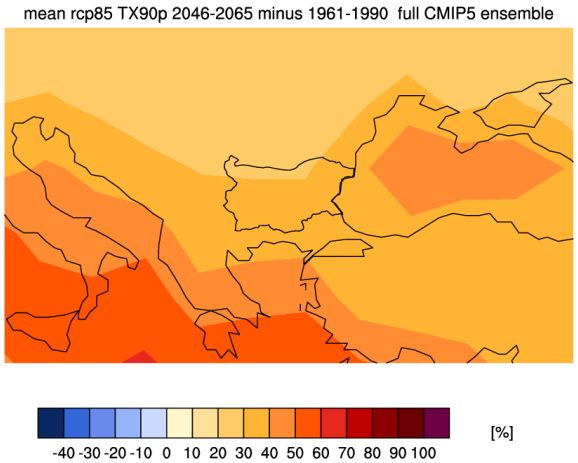


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

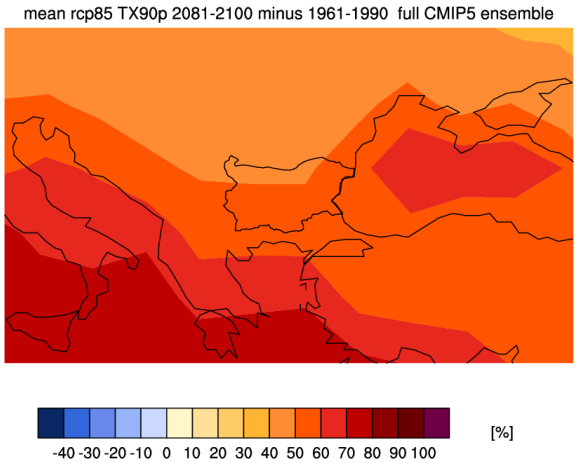
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

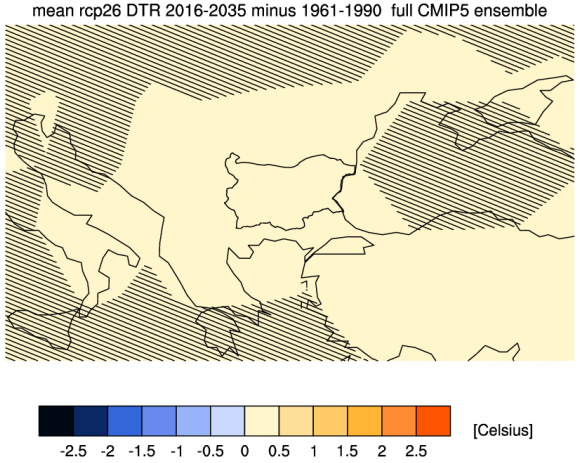


1.3. Промени в стойностите на други температурни индекси

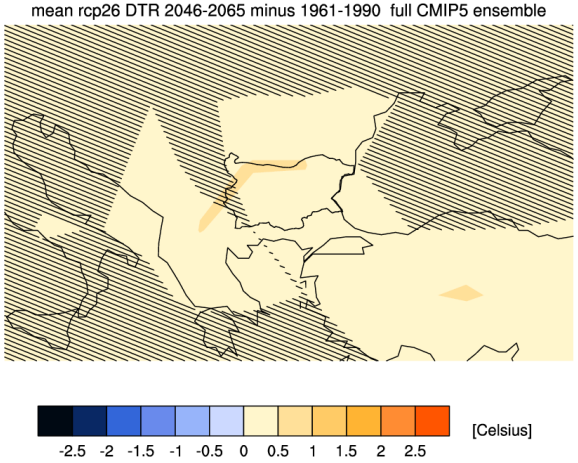
DTR (Diurnal temperature range): Промени на месечната средна разлика между максималните и минималните температури (°C)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

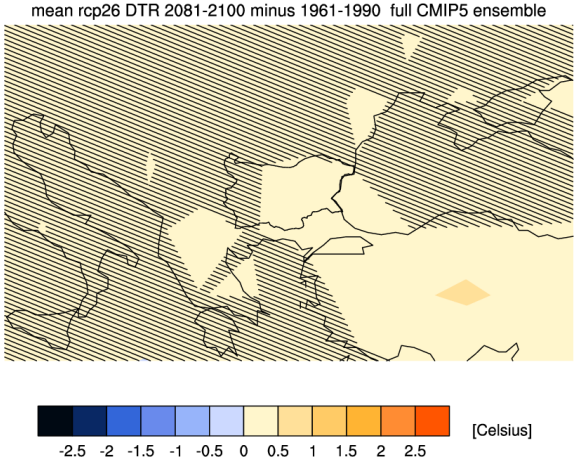
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



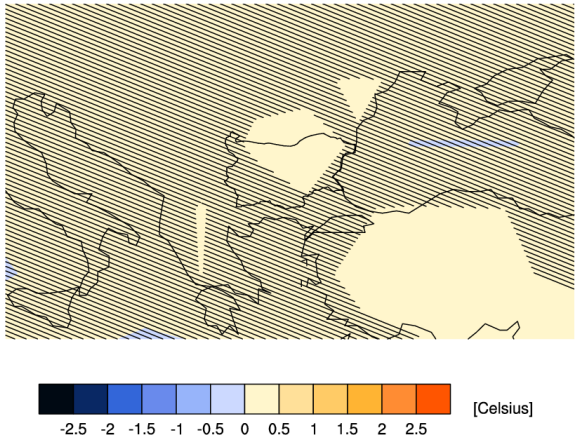
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

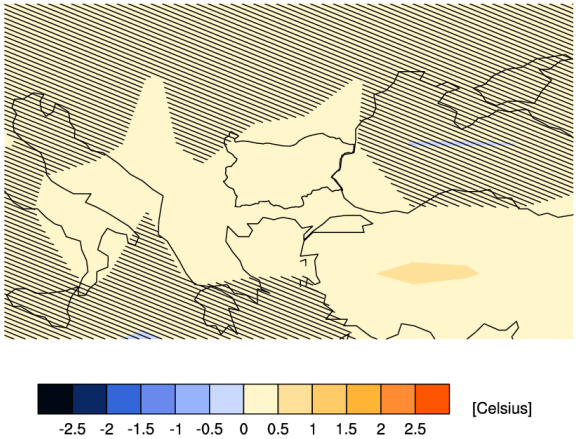
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp45 DTR 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



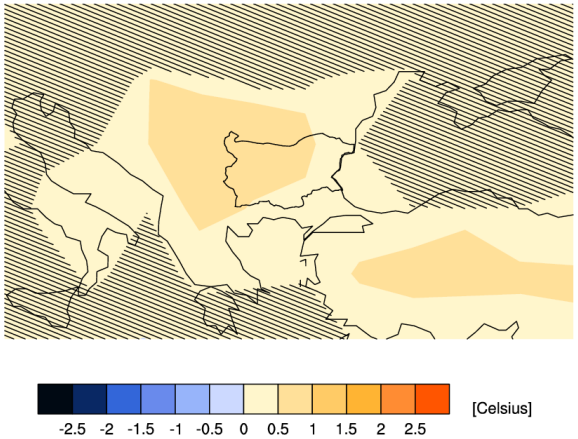
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 DTR 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

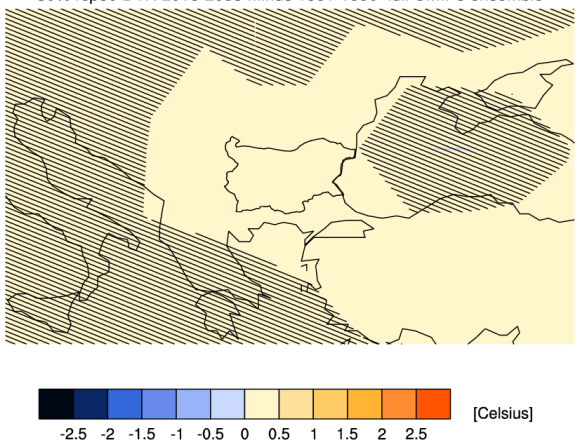
mean rcp45 DTR 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

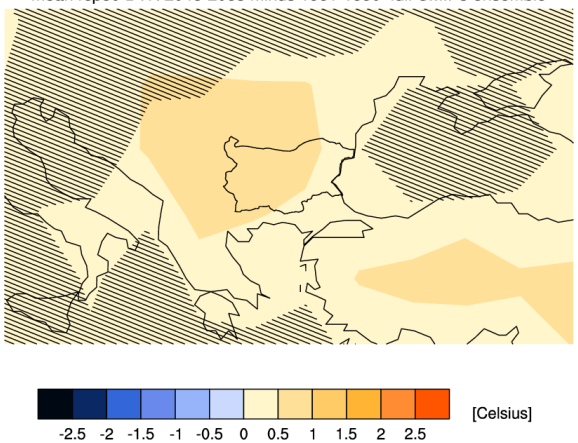
Очаквани промени за периода 2016-2035

50% rcp60 DTR 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



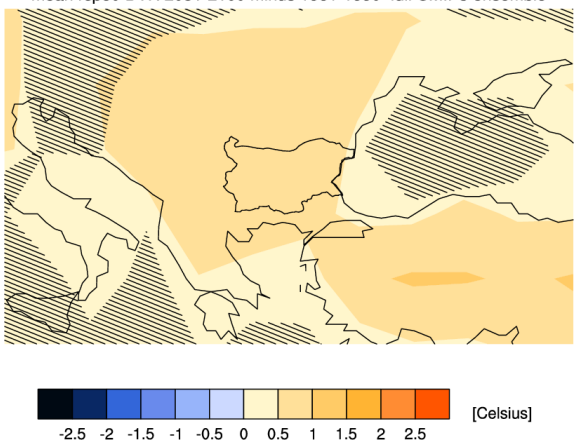
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 DTR 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



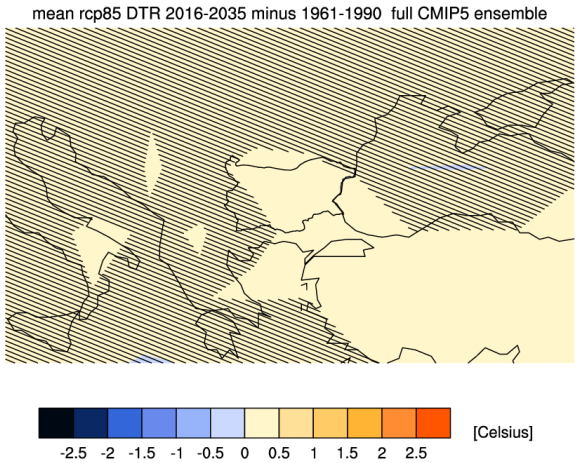
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp60 DTR 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble

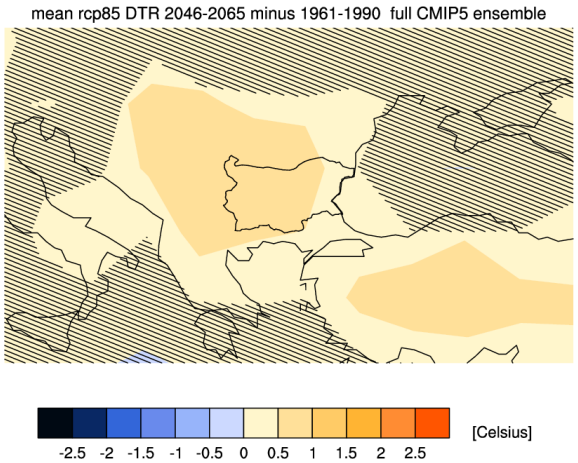


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

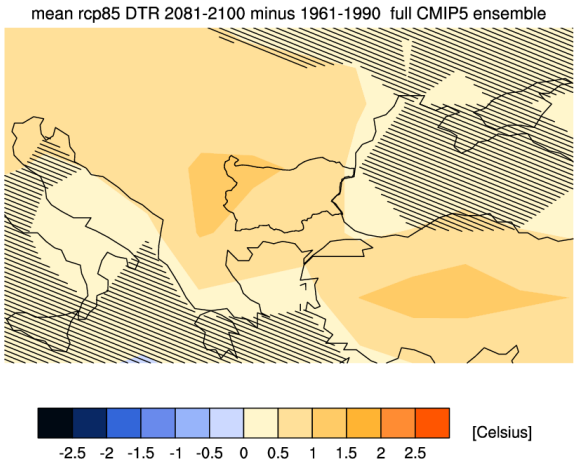
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



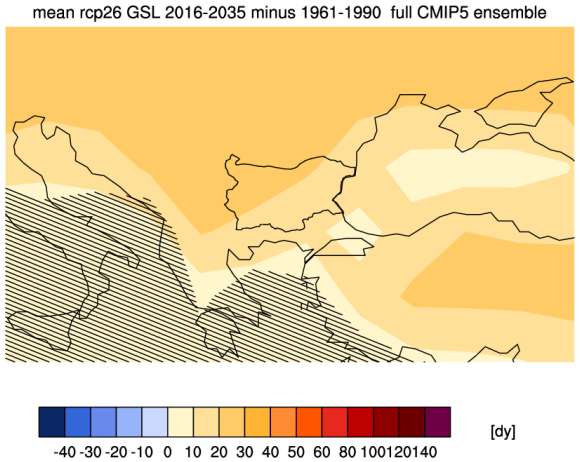
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



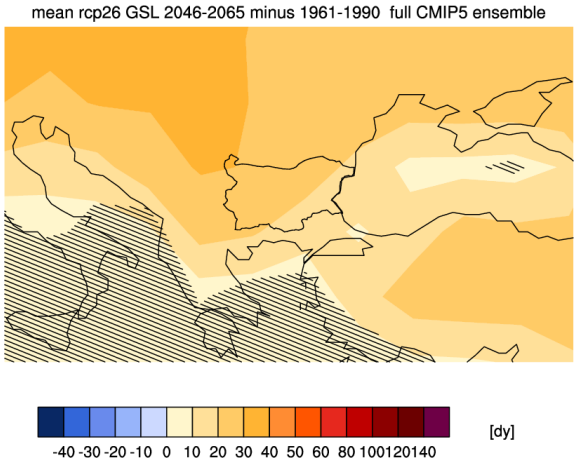
GSL (Growing season length) (Продължителност на вегетационния период): Промени в продължителността на вегетационния период (дни)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

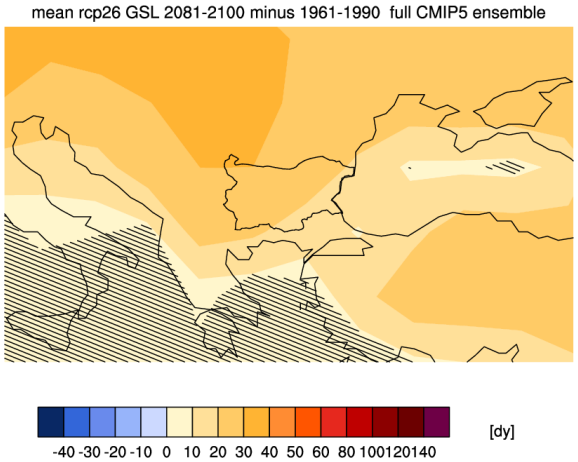
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



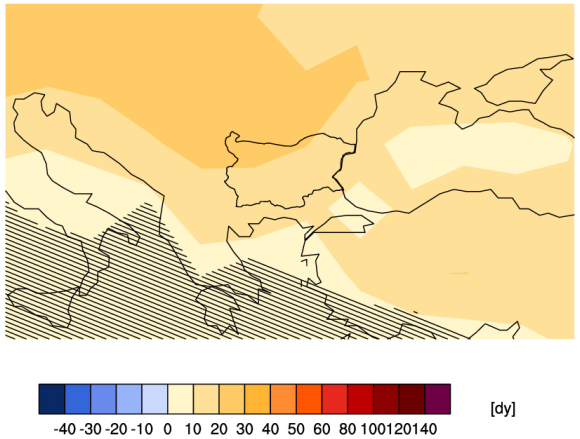
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

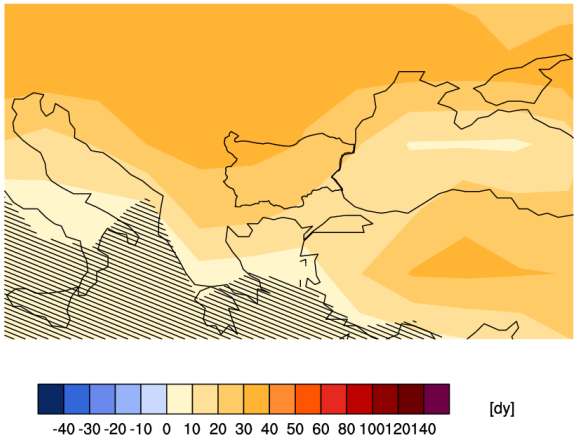
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp45 GSL 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



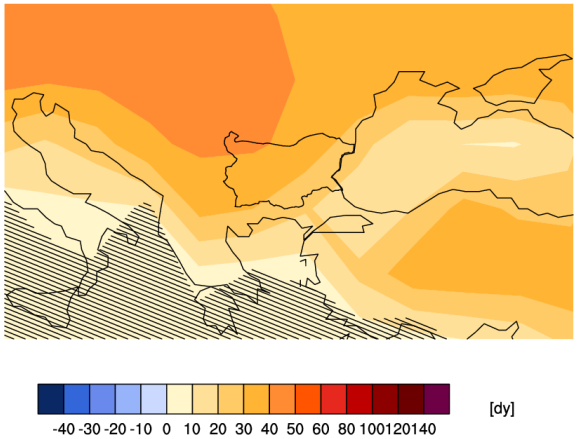
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp45 GSL 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

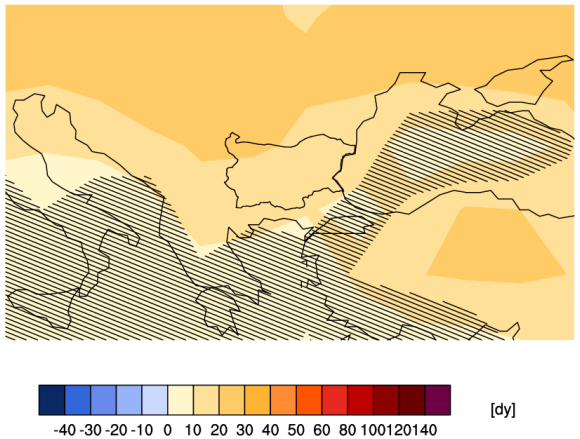
mean rcp45 GSL 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

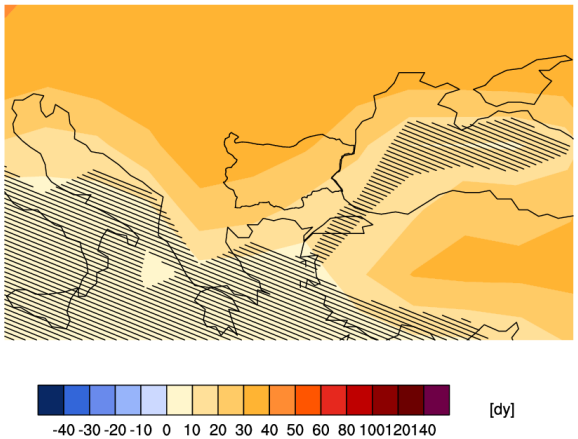
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 GSL 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



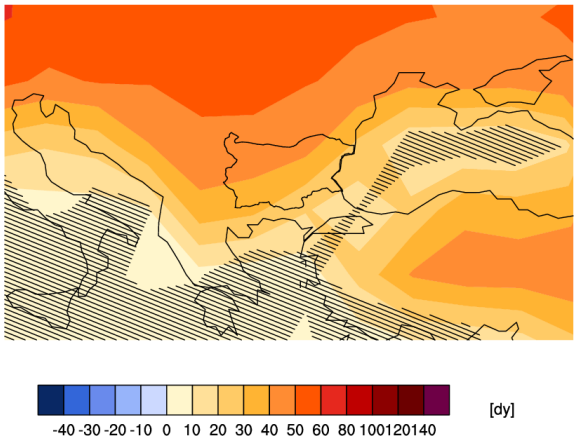
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 GSL 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



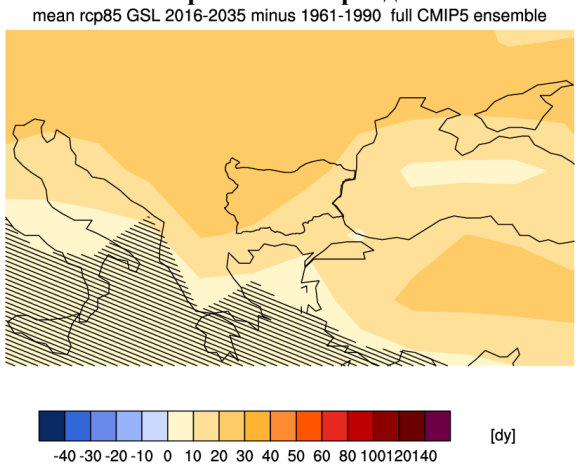
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp60 GSL 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble

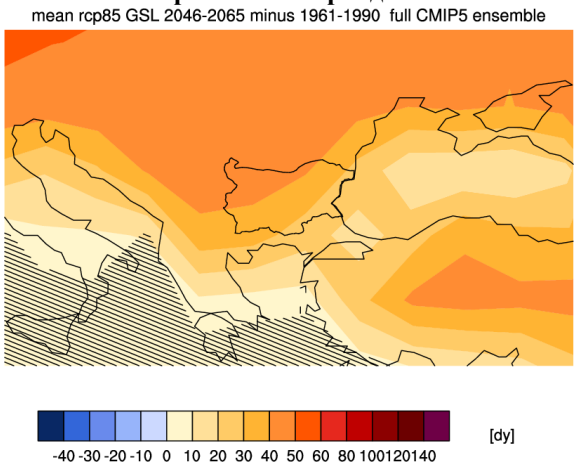


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

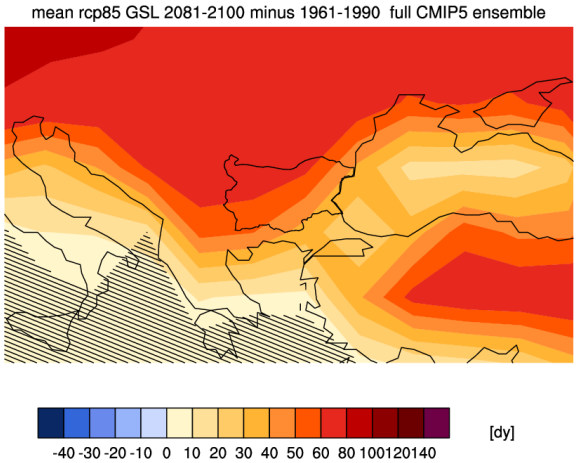
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

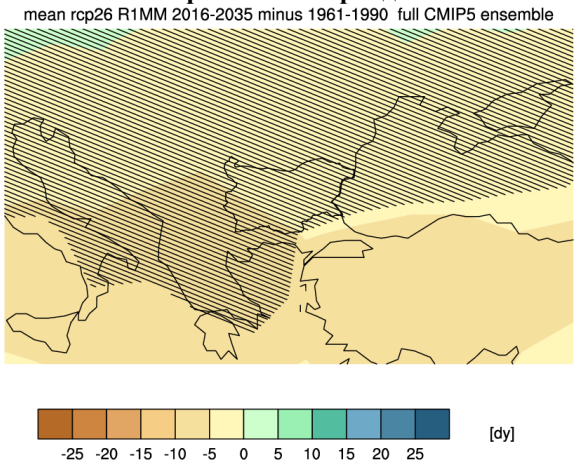


II. Карти на валежните индекси за очакваните екстремни климатични явления

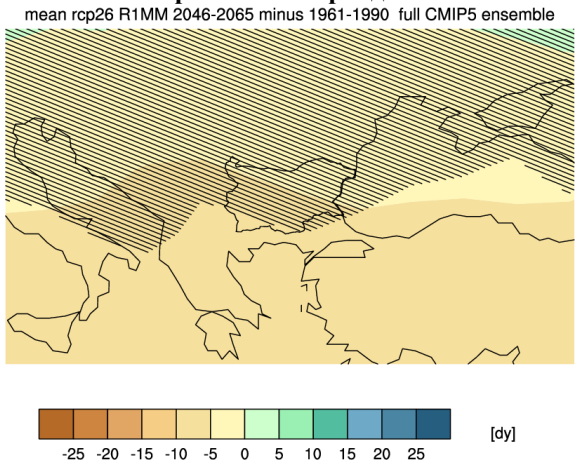
R1mm (Wet days) (Влажни дни): Промени в годишния брой на влажните дни (брой на дните с валеж ≥ 1mm за 24 ч.)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

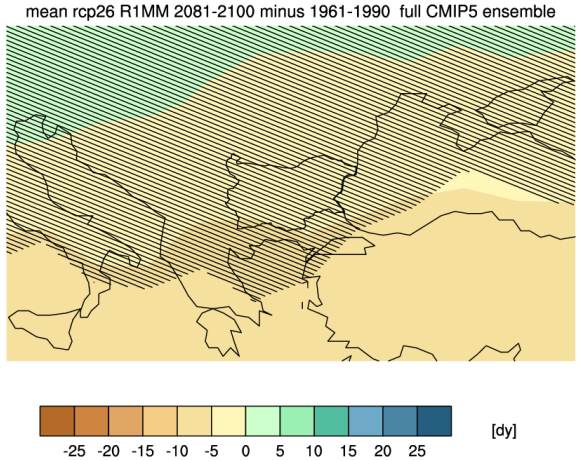
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

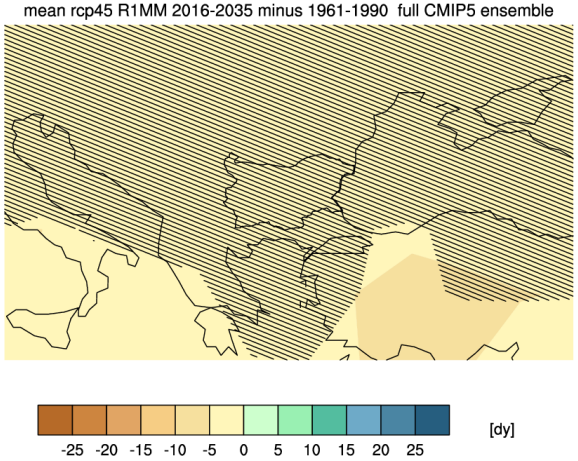


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

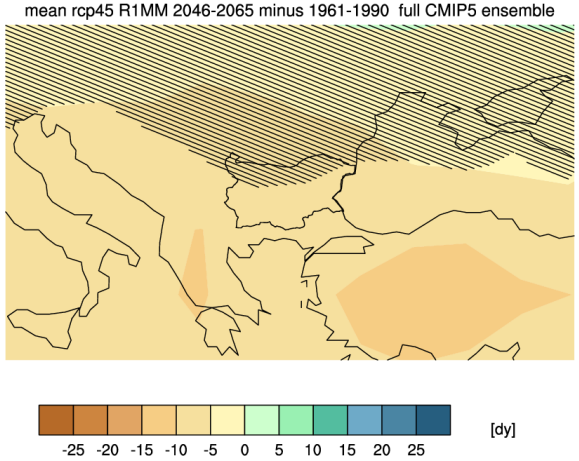


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

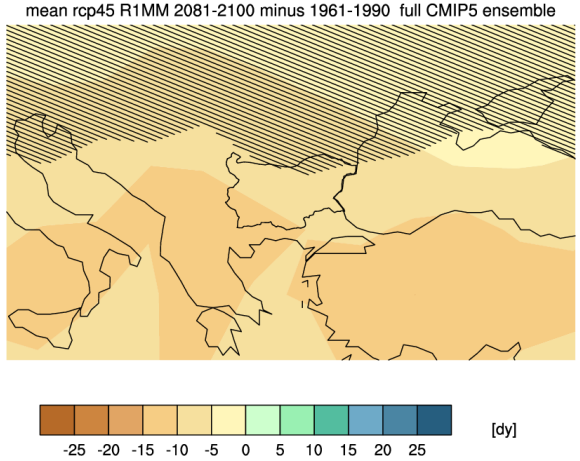
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



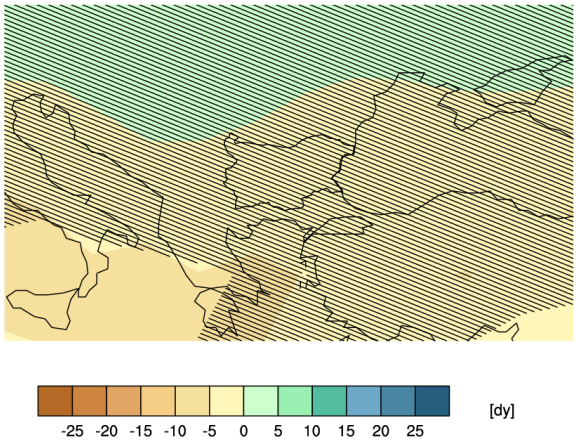
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

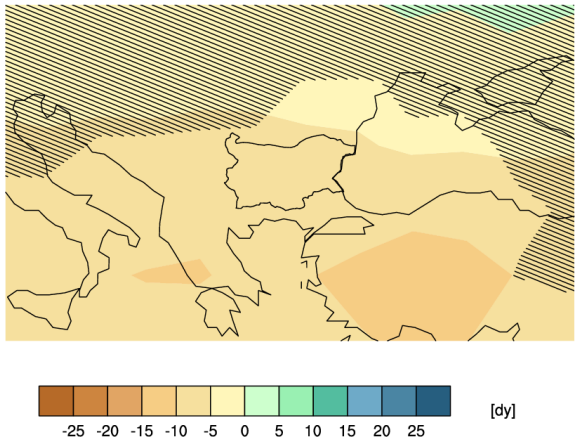
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 R1MM 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



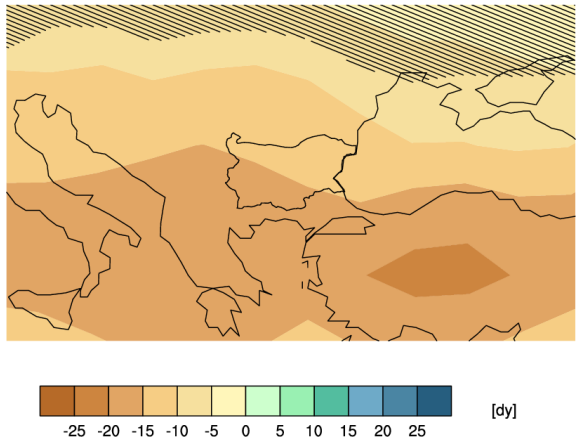
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 R1MM 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

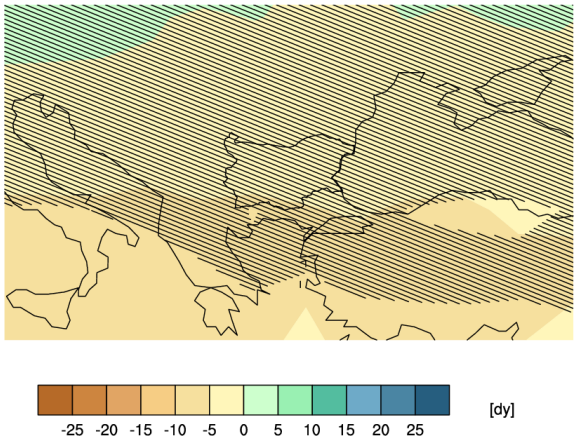
mean rcp60 R1MM 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

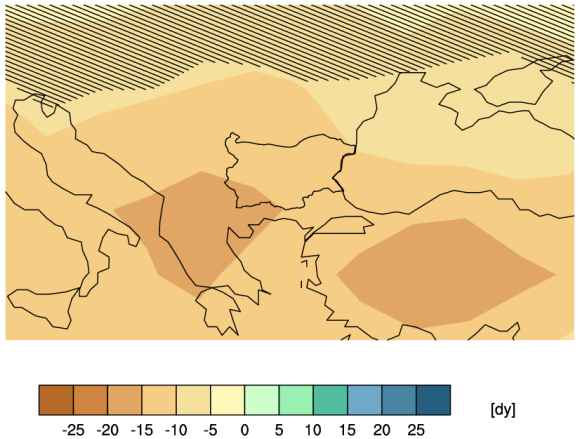
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 R1MM 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



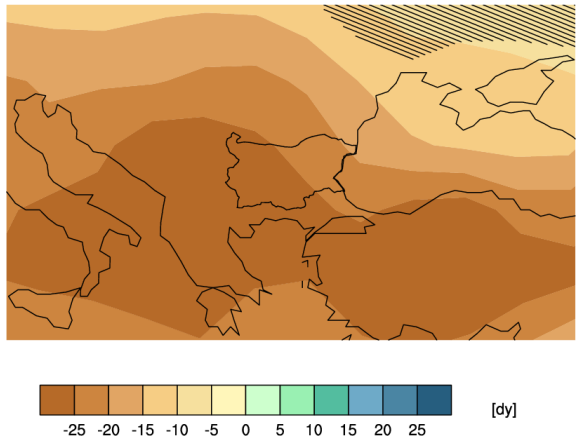
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 R1MM 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

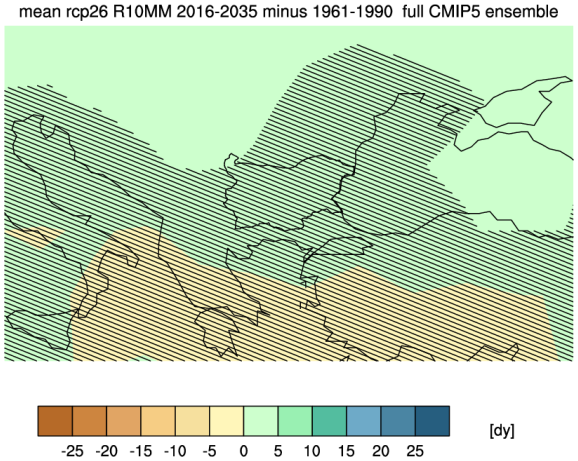
mean rcp85 R1MM 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



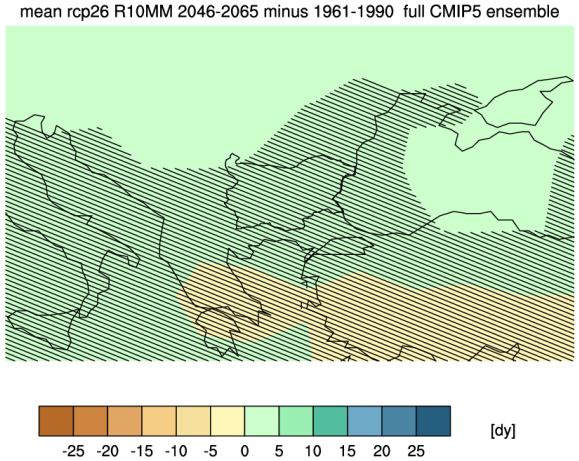
R10mm (Heavy precipitation days) (Много влажни дни): Промени в годишния брой на дните с със силни валежи (брой на дните с валеж ≥ 10mm за 24 ч.)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

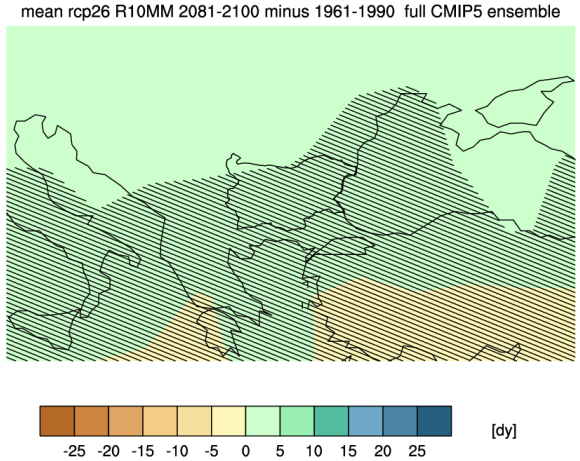
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

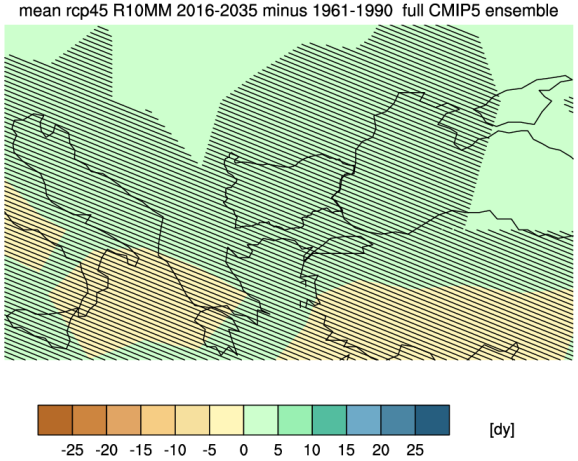


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

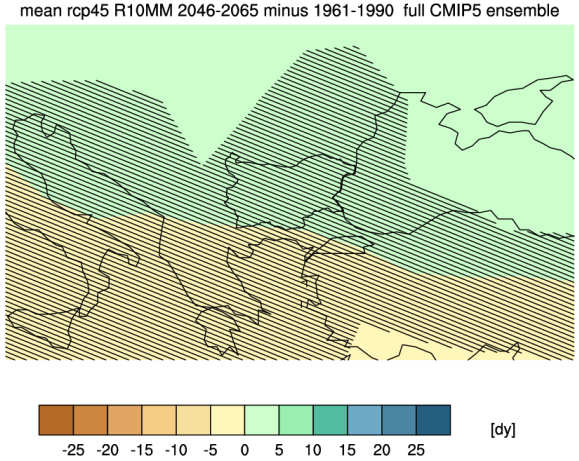


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

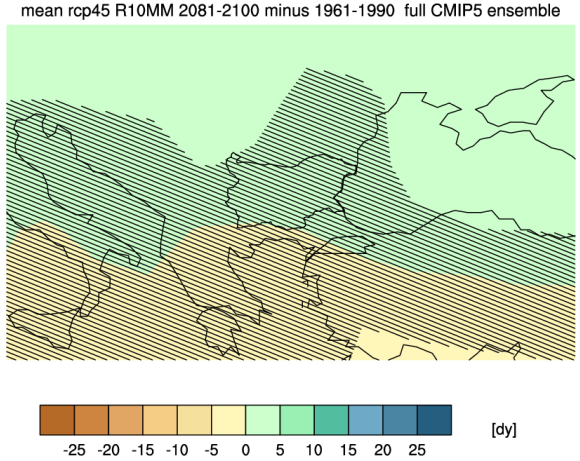
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



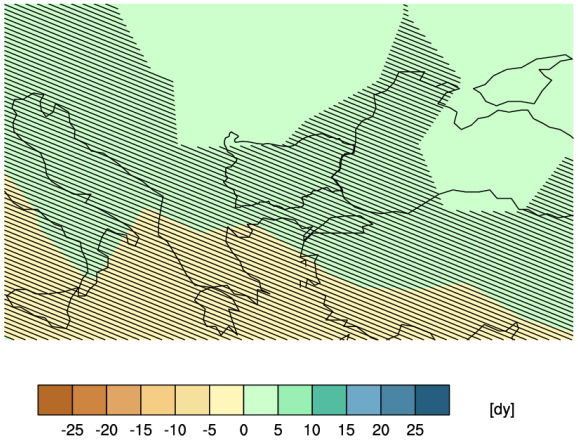
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

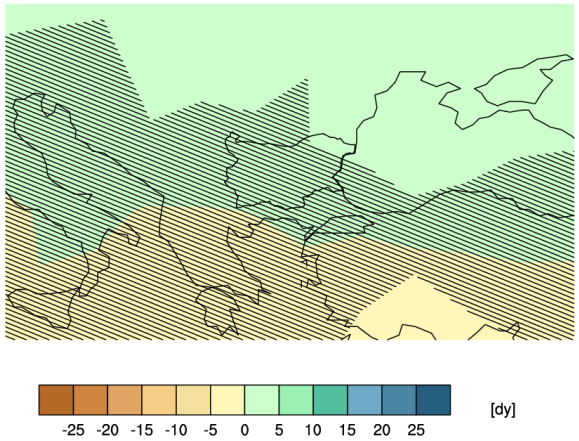
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 R10MM 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



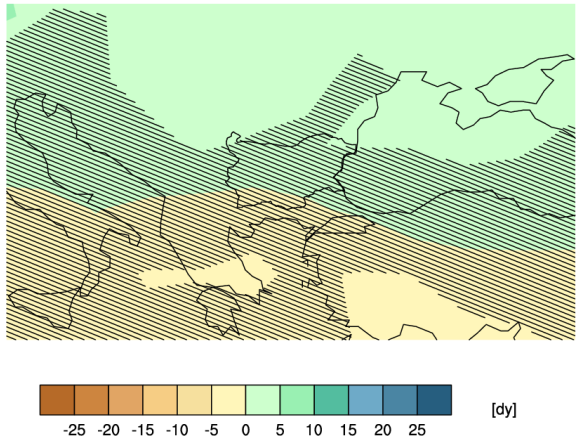
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 R10MM 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

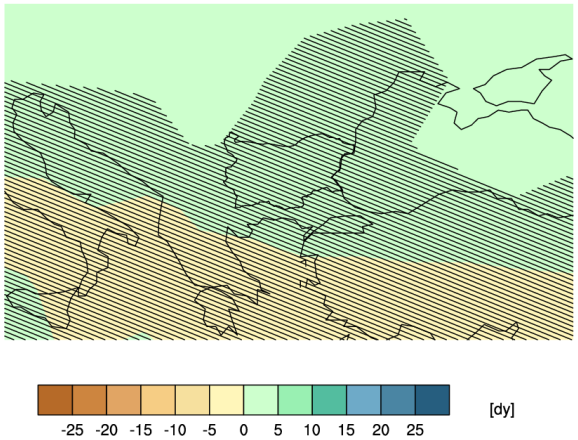
mean rcp60 R10MM 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

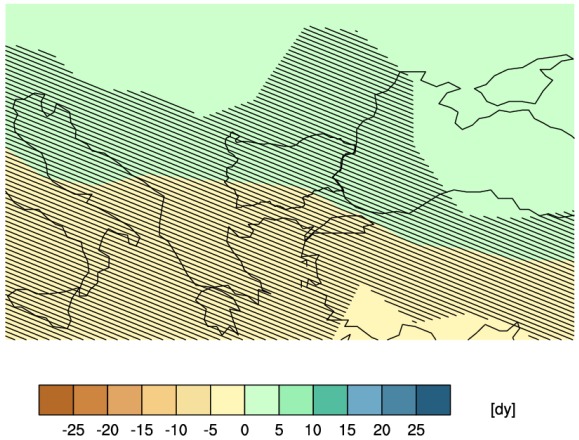
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 R10MM 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



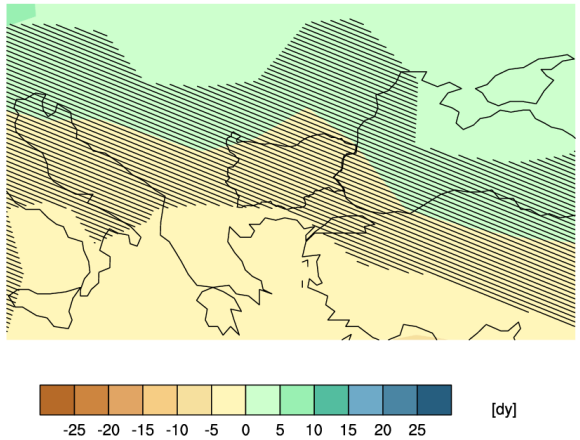
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 R10MM 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

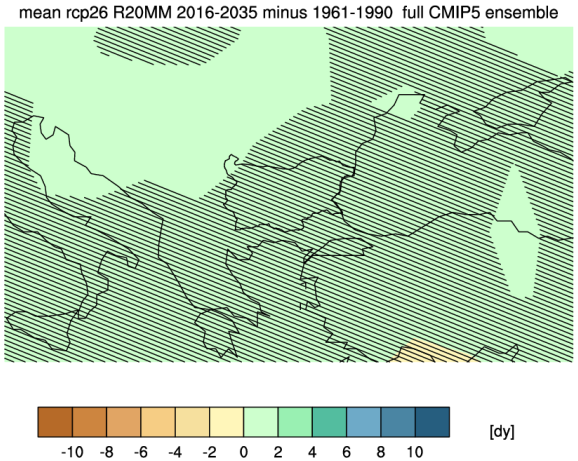
mean rcp85 R10MM 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



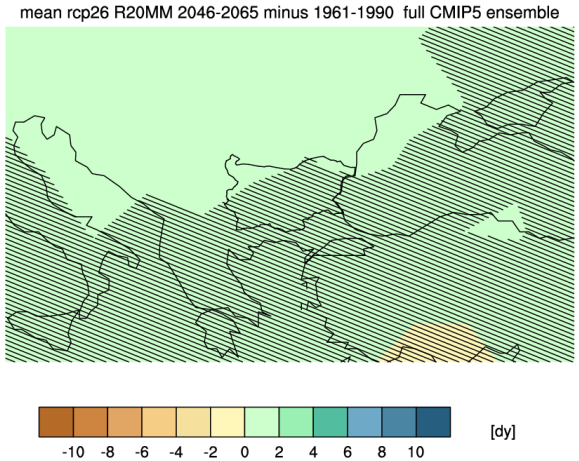
R20mm (Very heavy precipitation days) (Много силно влажни дни): Промени в годишния брой на дните с много силни валежи (брой дните с валеж ≥ 20mm за 24 ч.)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

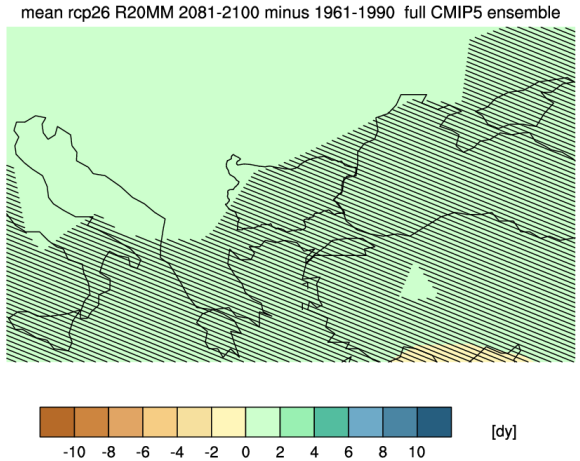
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

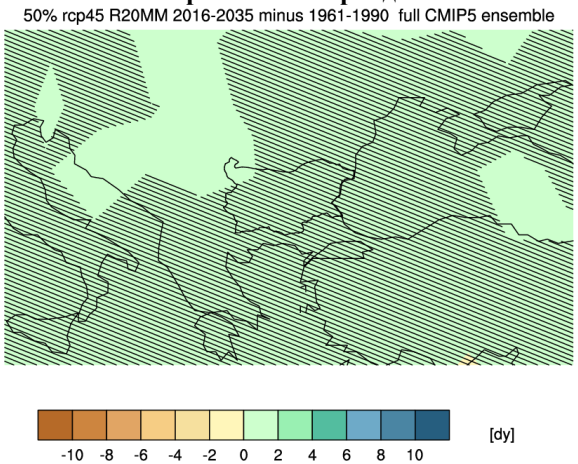


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

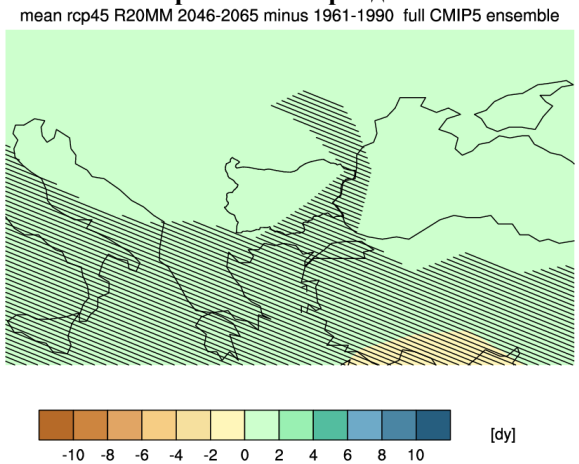


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

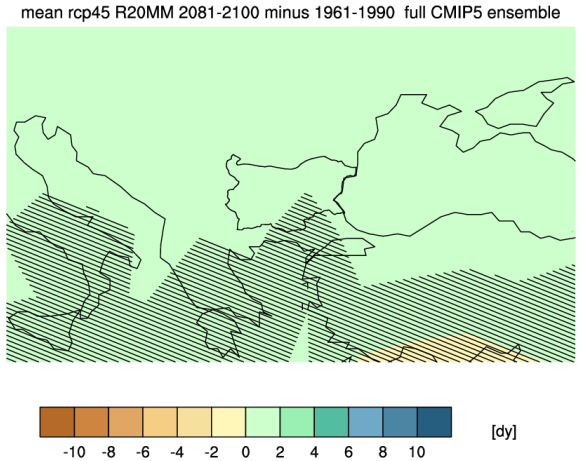
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



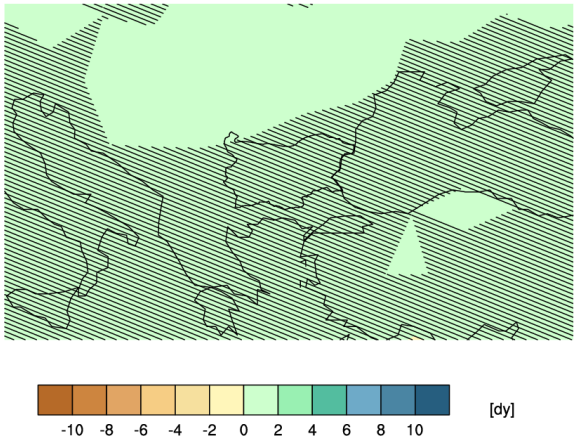
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

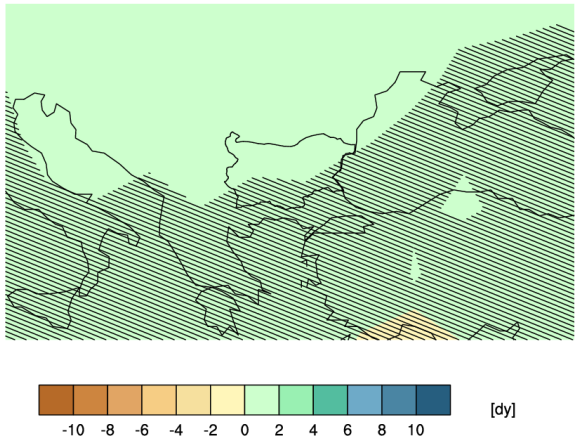
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 R20MM 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



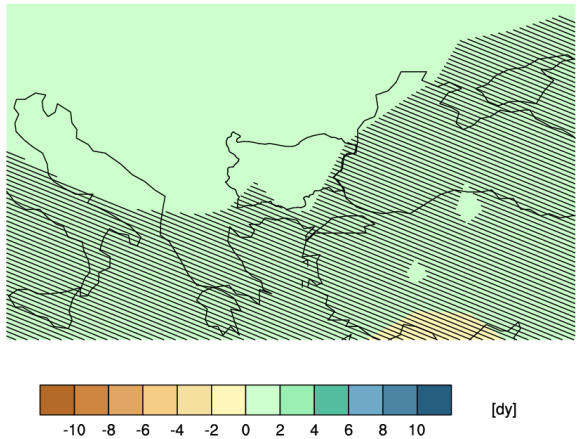
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 R20MM 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

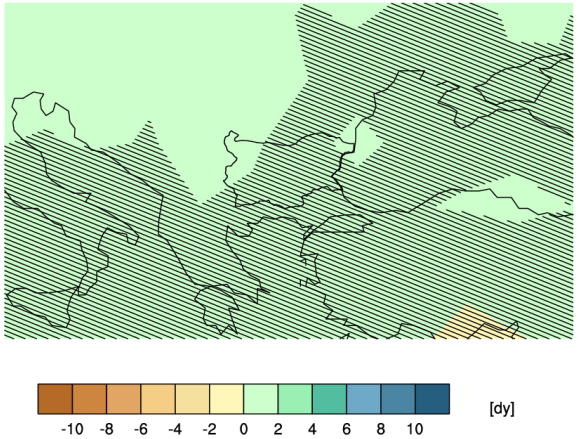
mean rcp60 R20MM 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

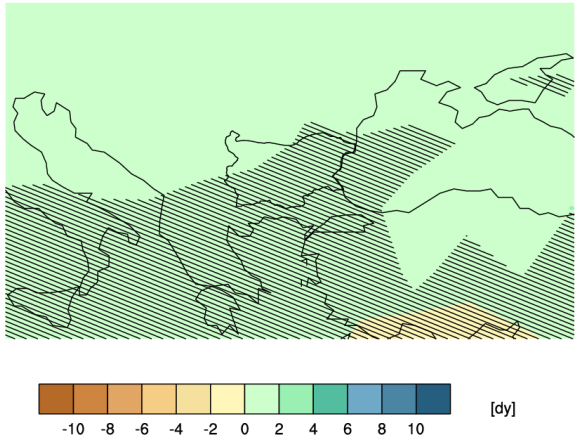
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 R20MM 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



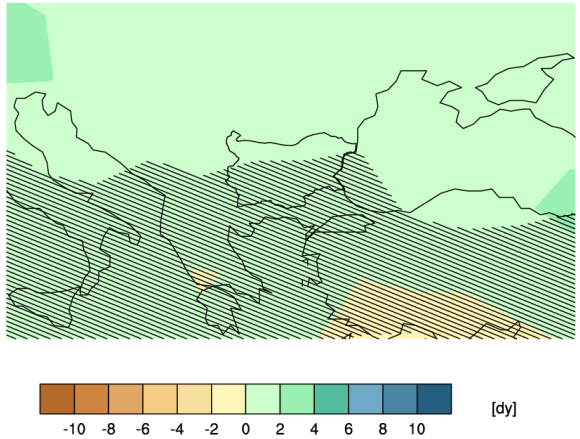
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 R20MM 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

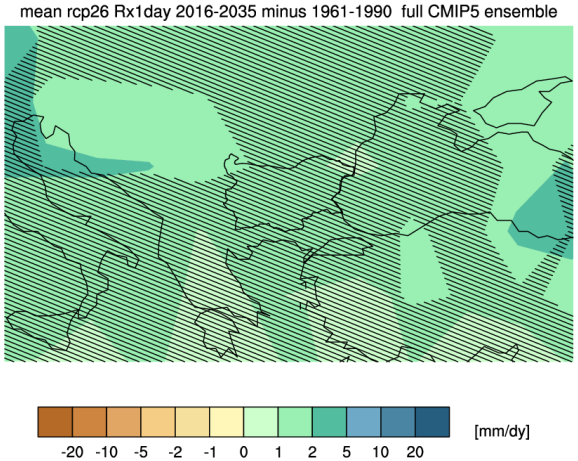
mean rcp85 R20MM 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



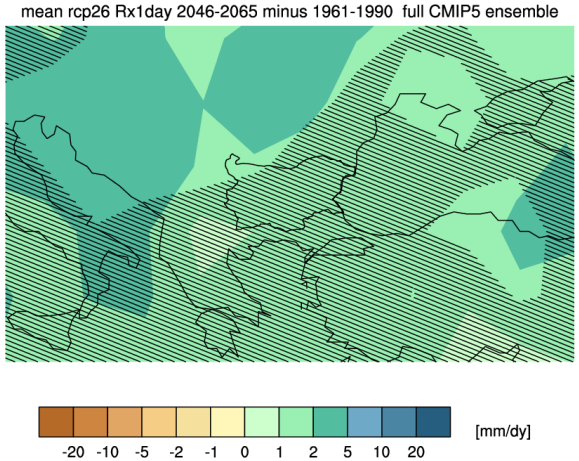
RX1day (Max 1-day precipitation amount) (Максимални валежни суми за 24 ч.):
Промени в годишните максимални количества на валежите за едно денонощие (24 ч.) (max mm/1 денон.)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

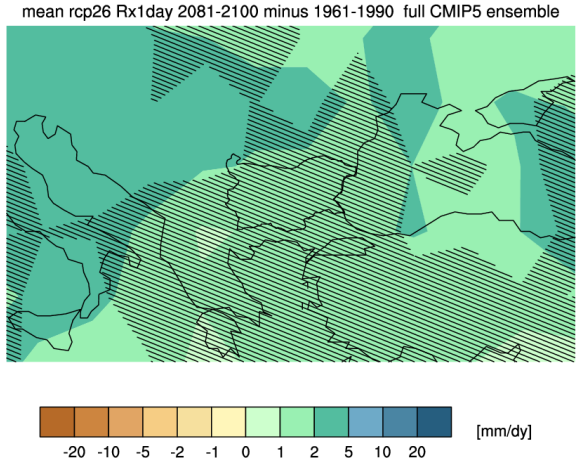
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

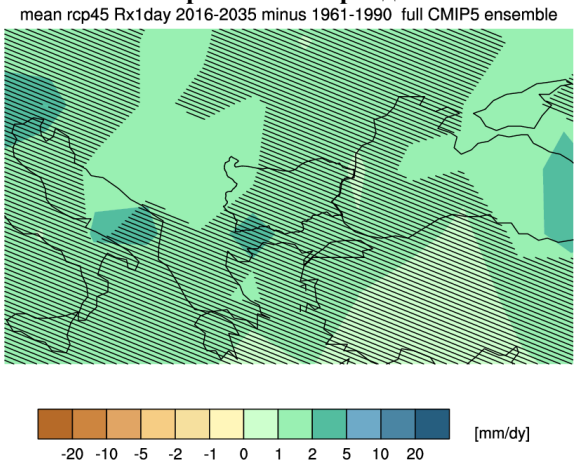


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

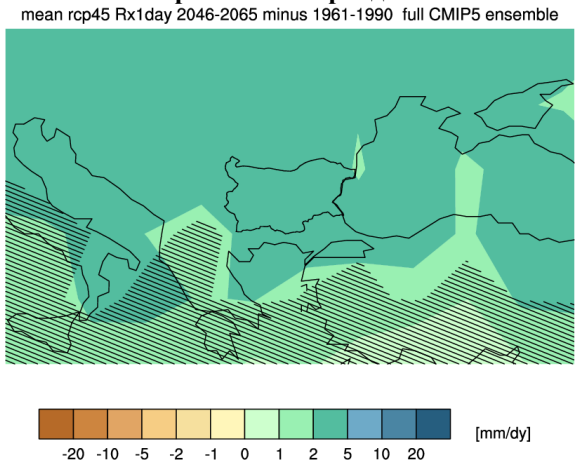


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

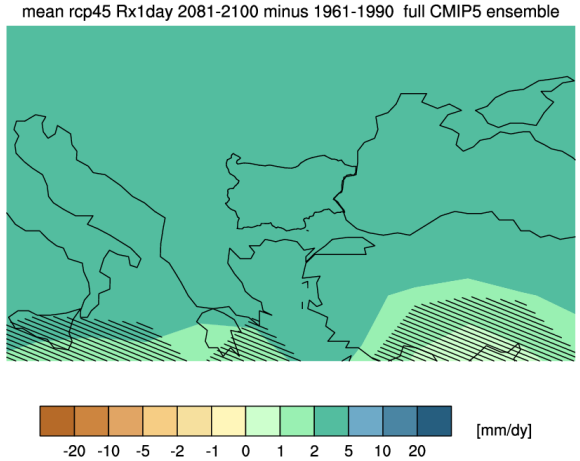
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



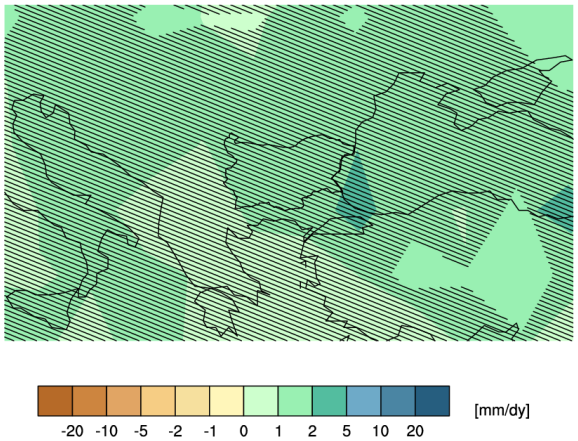
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

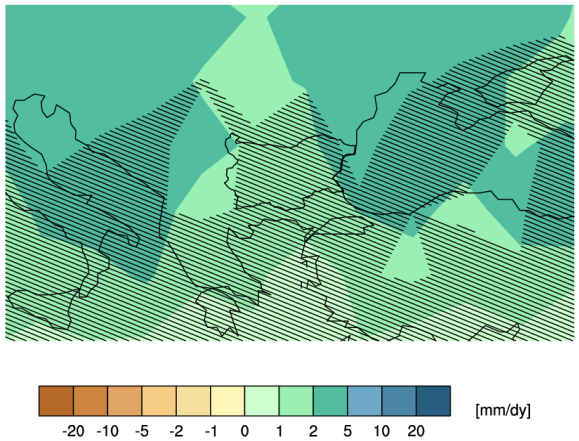
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 Rx1day 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



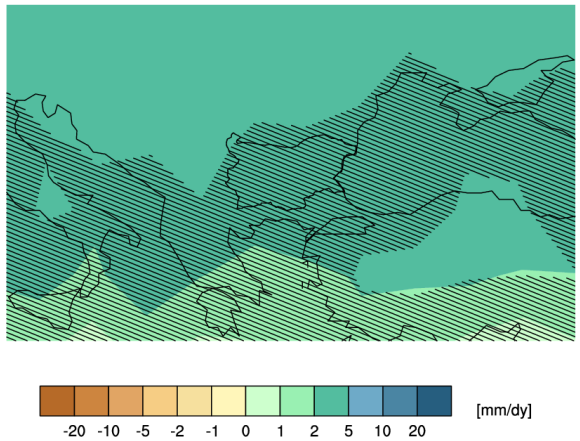
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 Rx1day 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

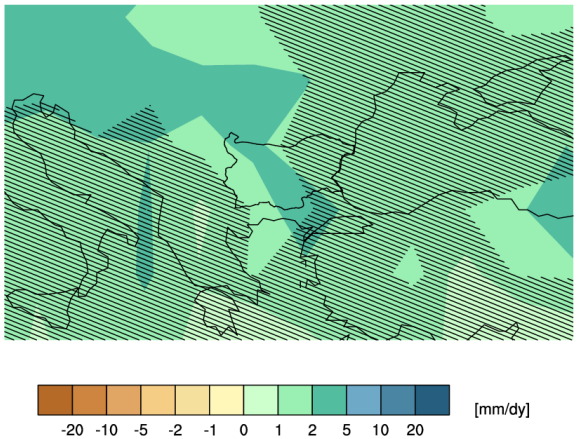
mean rcp60 Rx1day 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

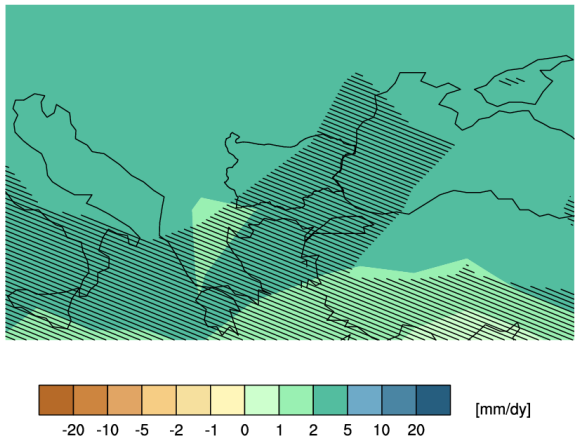
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 Rx1day 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



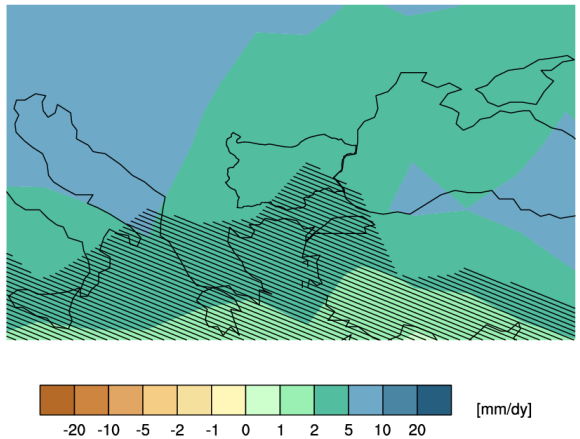
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 Rx1day 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

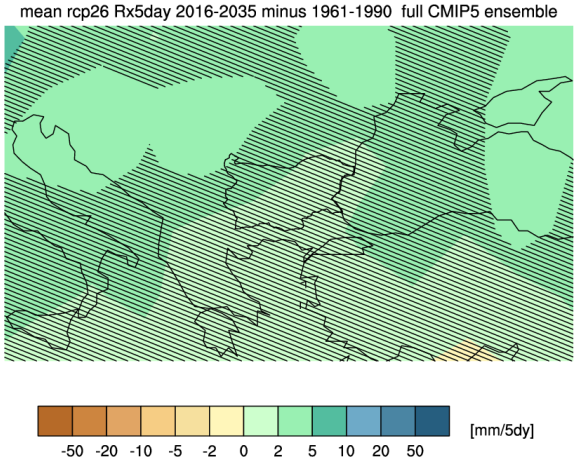
mean rcp85 Rx1day 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



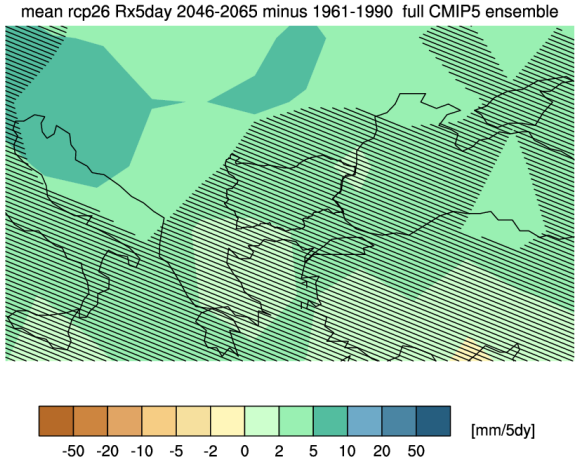
Rx5day (Annual maximum consecutive 5-day precipitation): Промени в годишния максимум на валежите за 5 последователни денонощия (max mm/5 последователни денон.)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

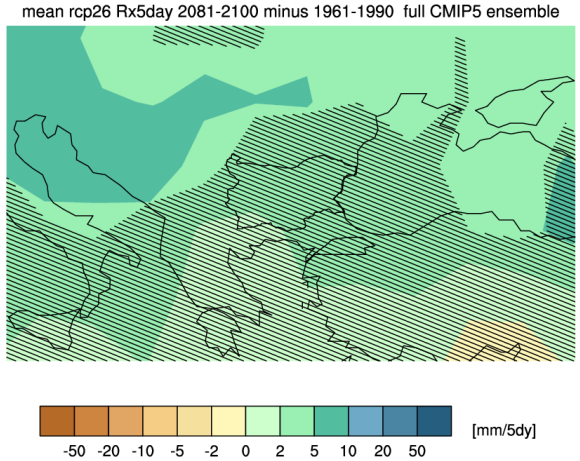
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

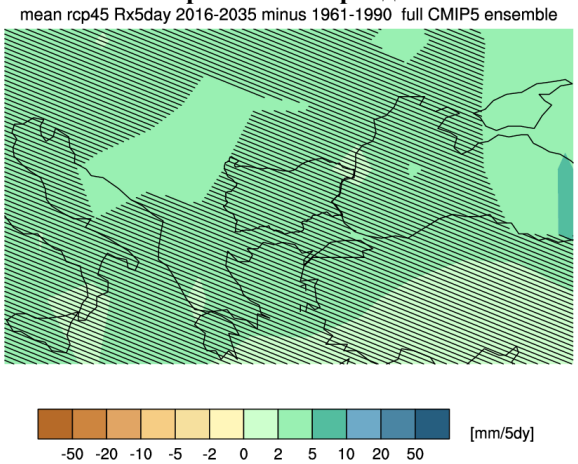


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

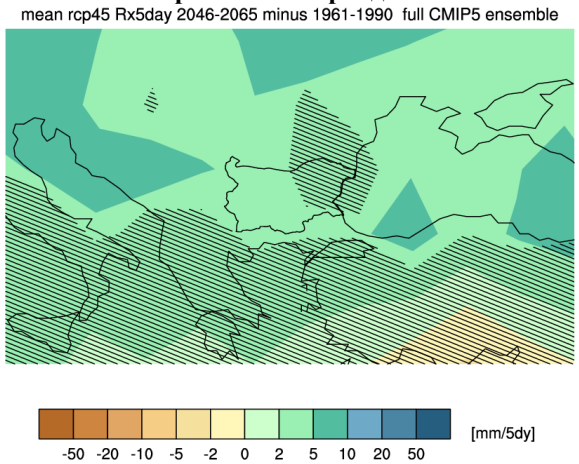


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

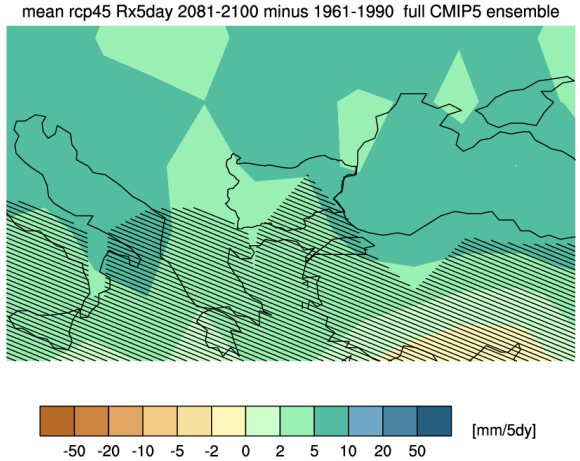
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



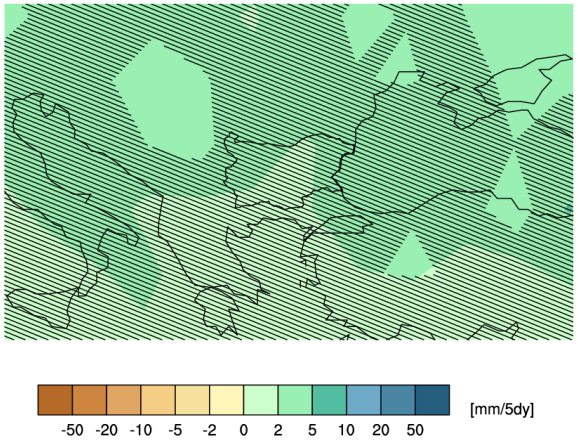
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

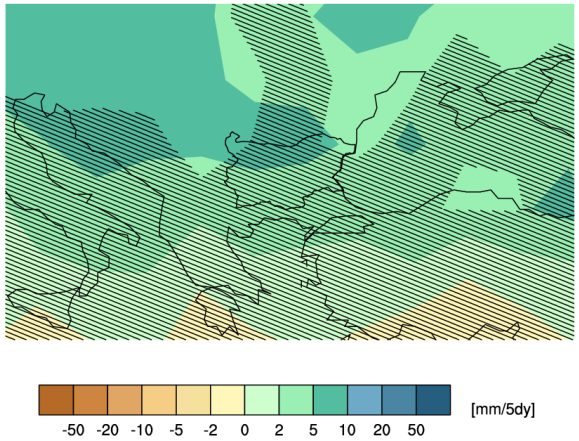
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 Rx5day 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



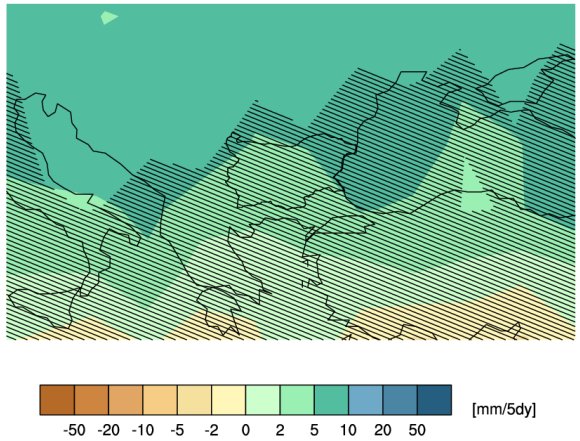
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 Rx5day 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

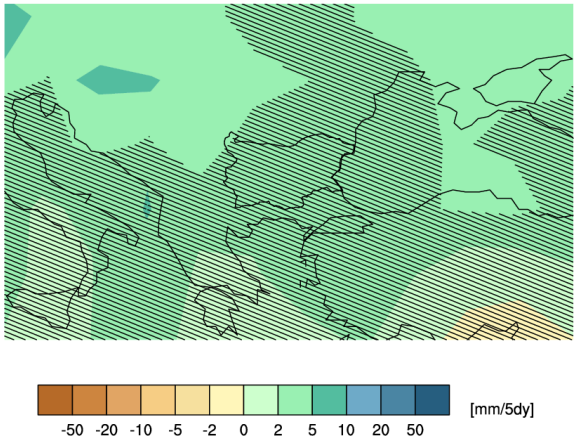
mean rcp60 Rx5day 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

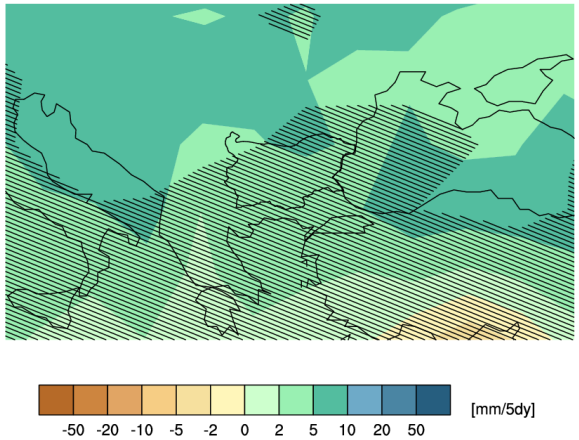
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 Rx5day 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



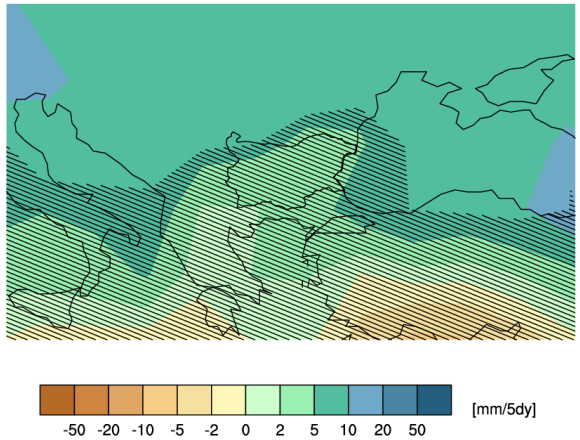
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 Rx5day 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

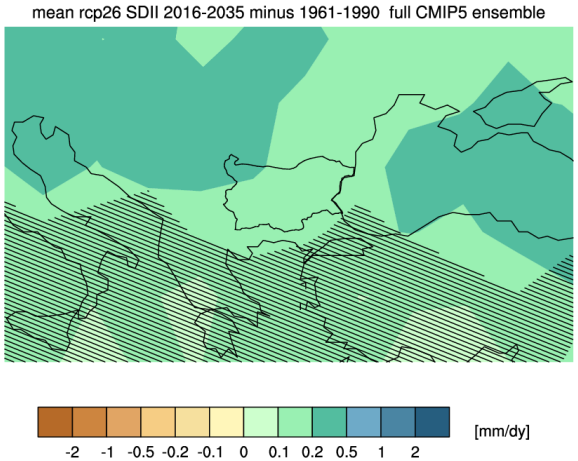
mean rcp85 Rx5day 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



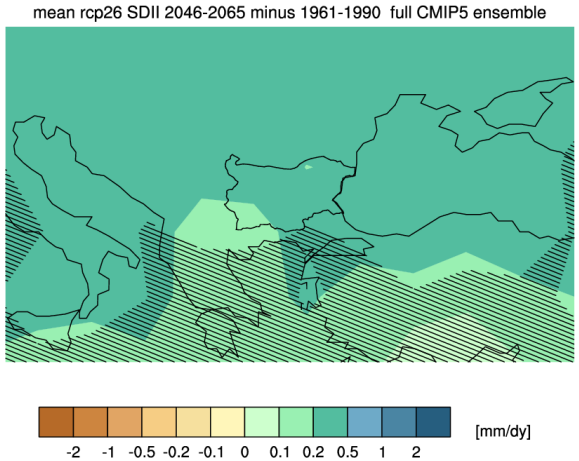
SDII (Simple precipitation intensity index): Промени в стойностите на Простия индекс за интензивност на валежите (mm/ден)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

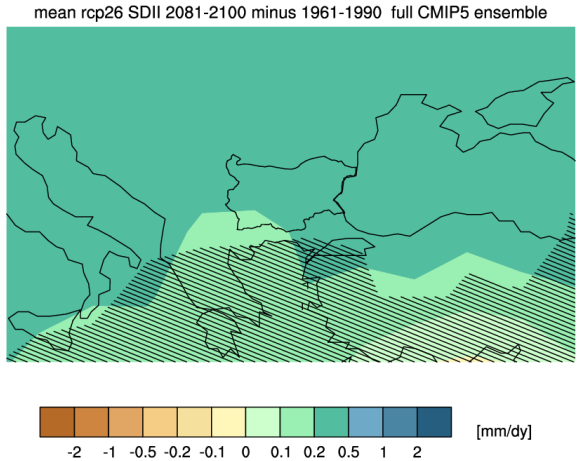
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

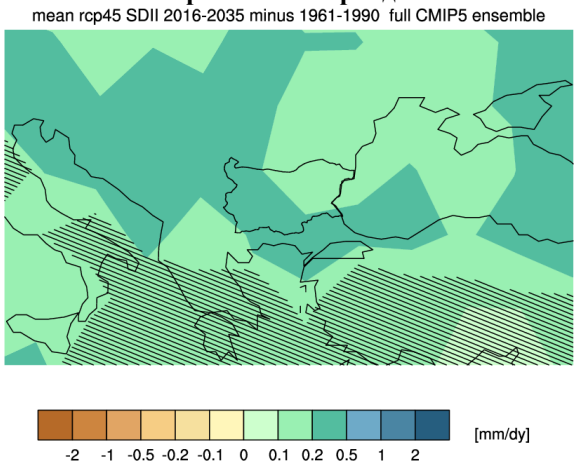


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

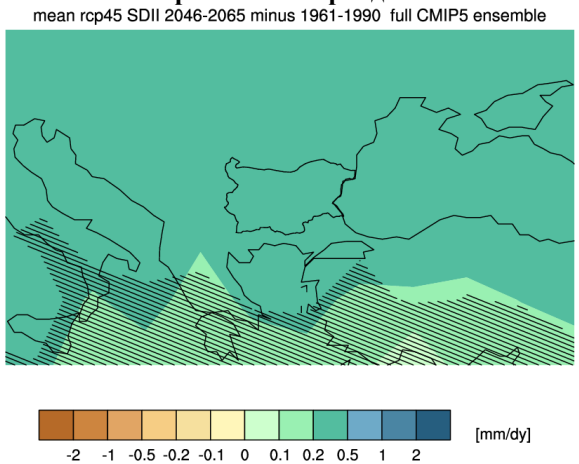


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

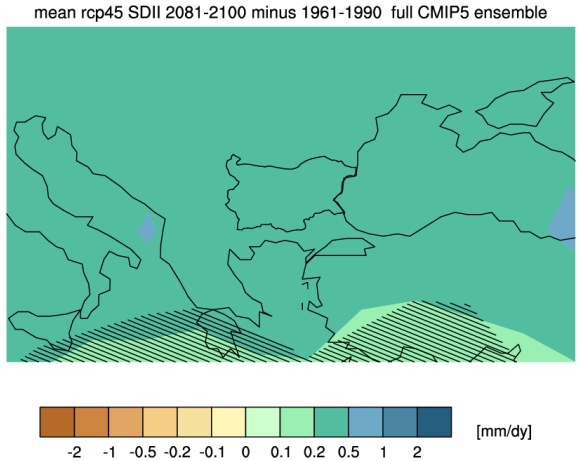
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



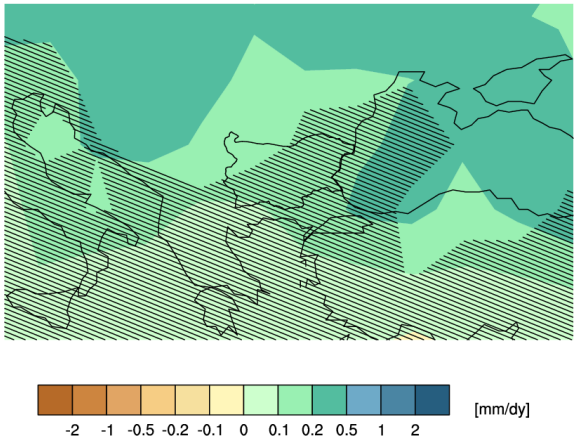
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

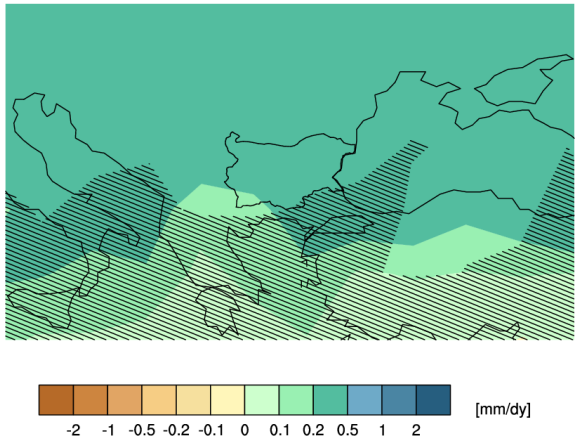
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 SDII 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



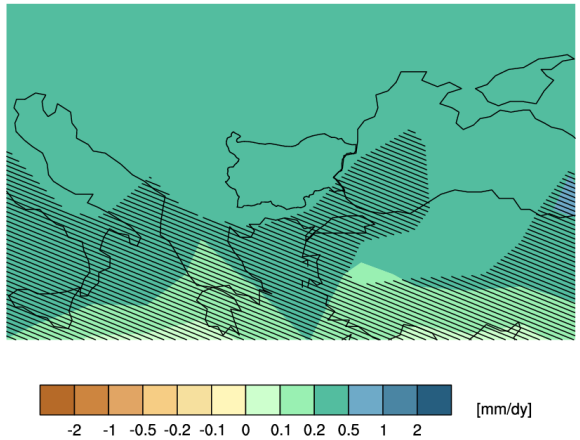
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 SDII 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

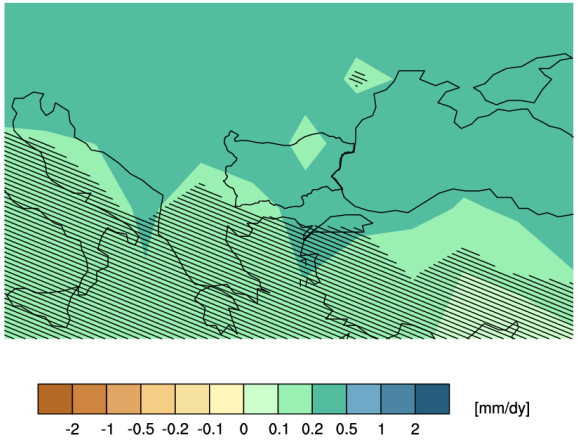
mean rcp60 SDII 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

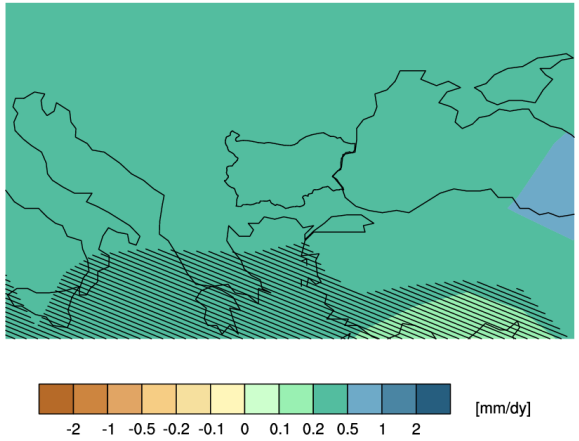
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 SDII 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



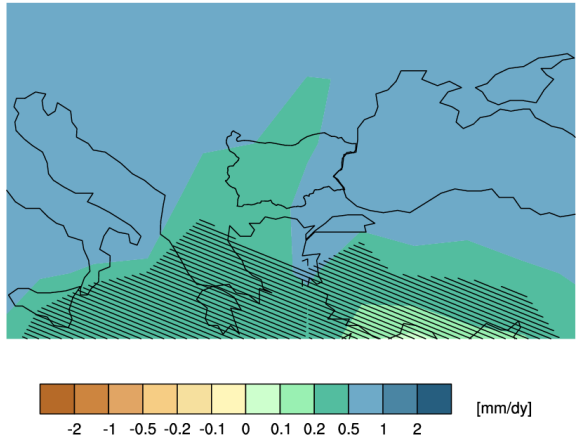
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 SDII 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

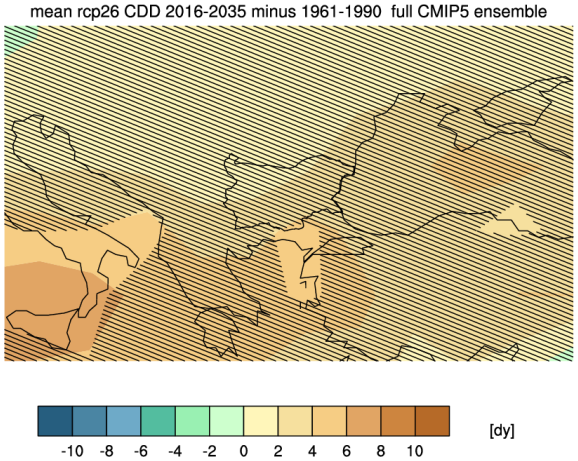
mean rcp85 SDII 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



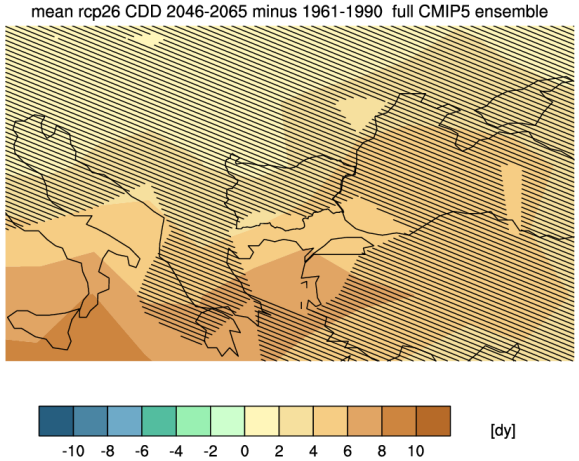
CDD (Consecutive dry days, Maximum length of dry spell) (Последователно сухи дни): Промени в годишния максимален брой последователните дни с валежи <1 mm (дни)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

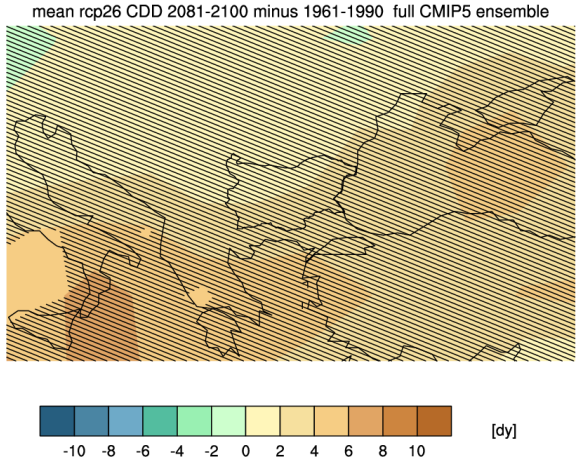
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

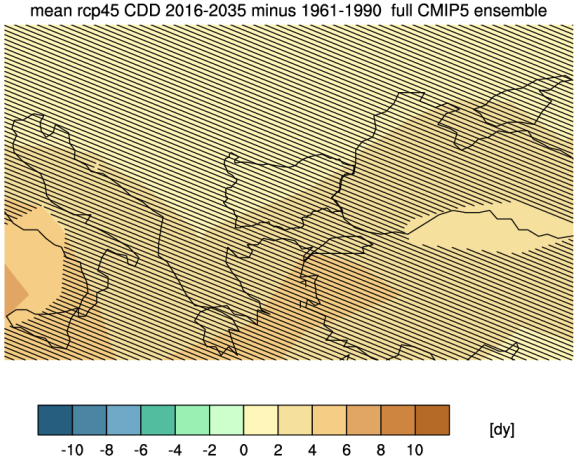


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

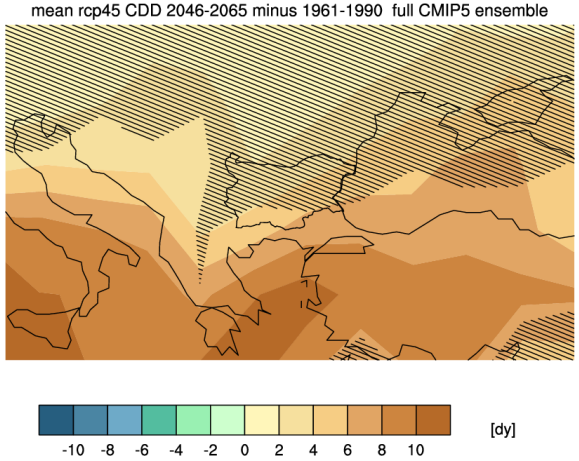


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

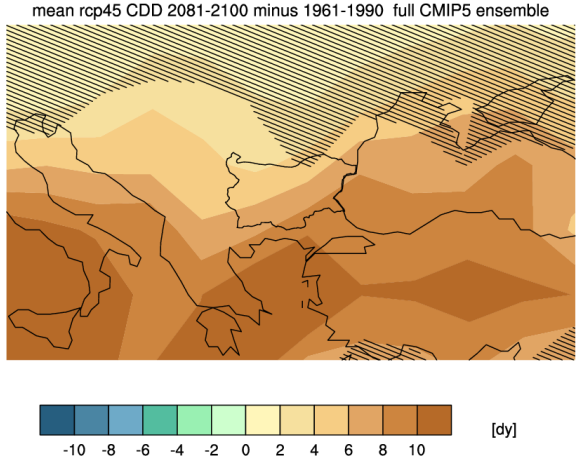
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



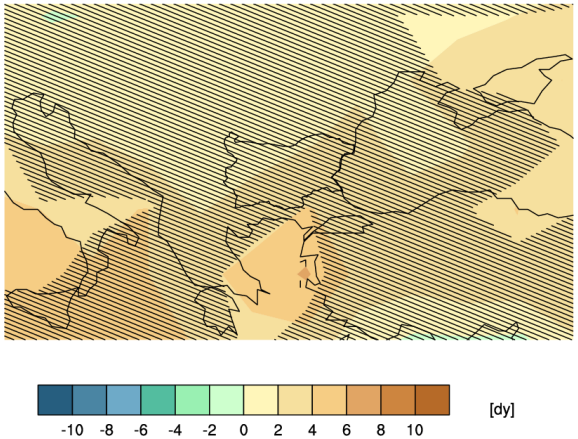
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

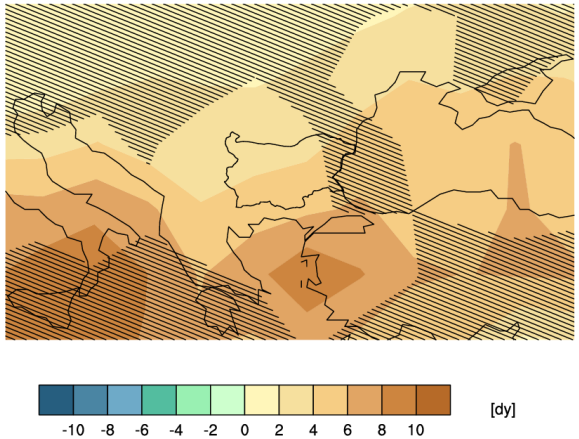
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 CDD 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



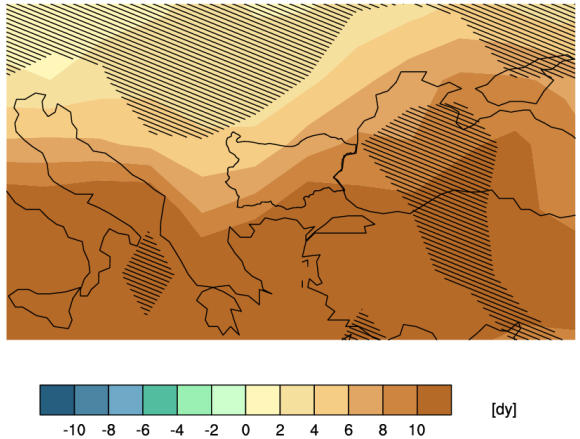
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 CDD 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

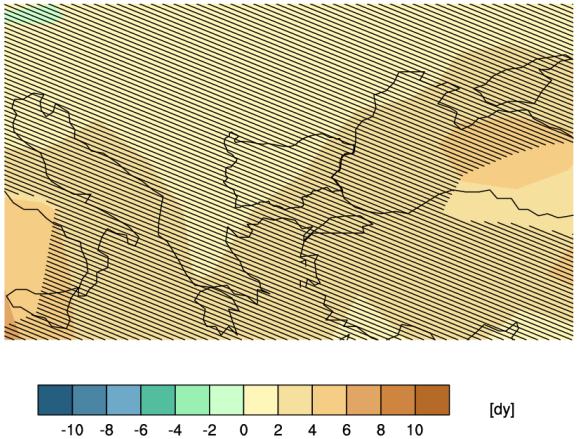
mean rcp60 CDD 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

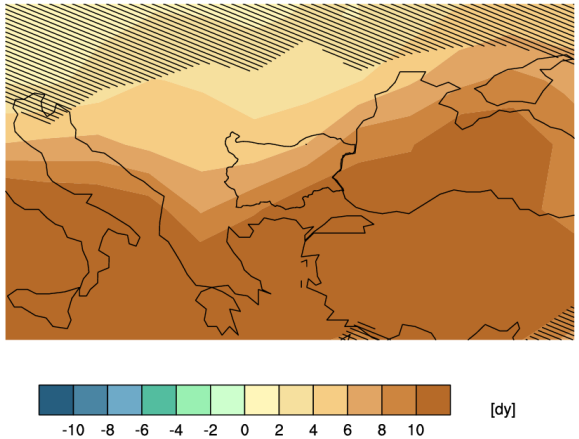
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 CDD 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



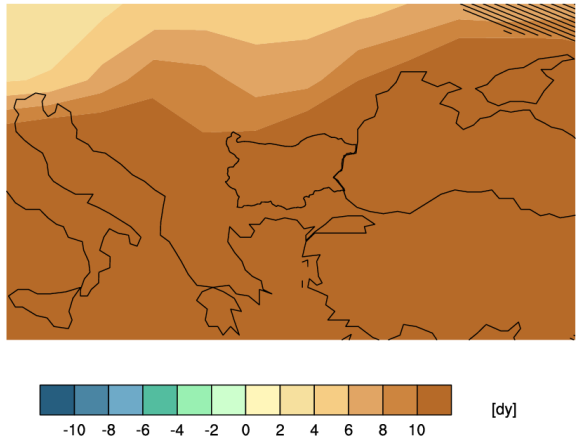
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 CDD 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

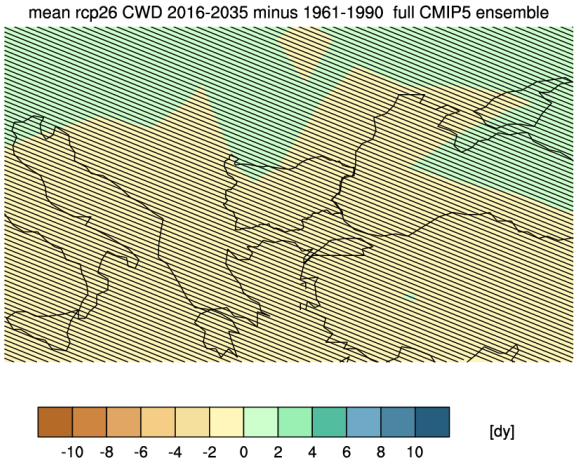
mean rcp85 CDD 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



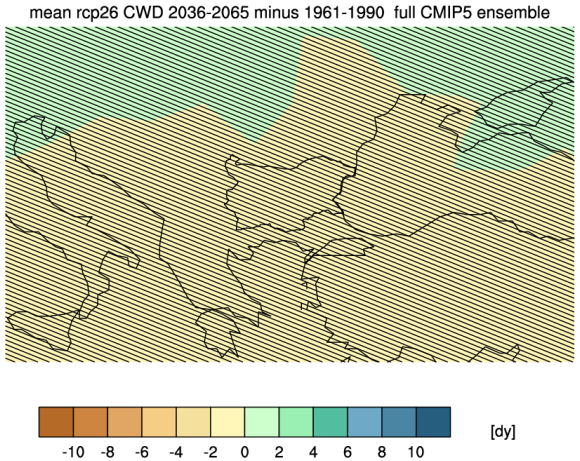
CWD (Consecutive wet days, Maximum length of wet spell) (Последователно влажни дни): Промени в годишния максимален брой последователни дни с валежи ≥ 1 mm (дни)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

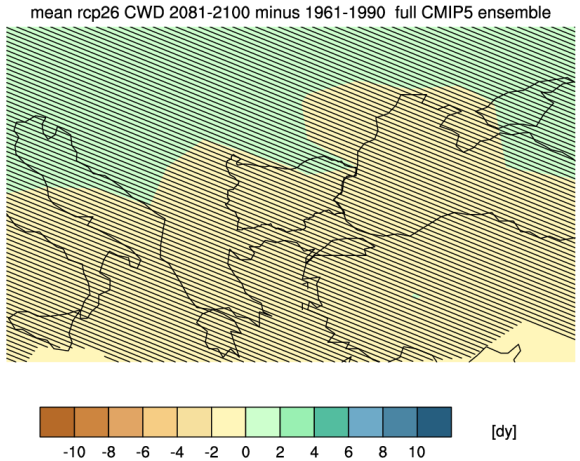
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

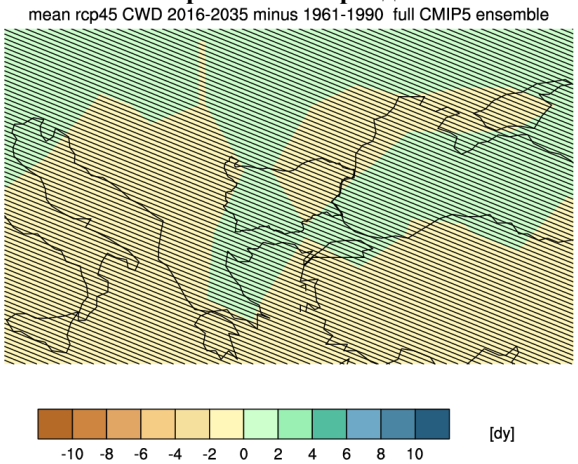


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

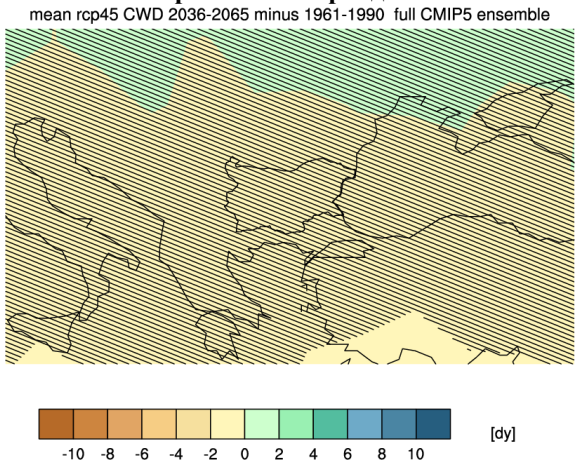


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

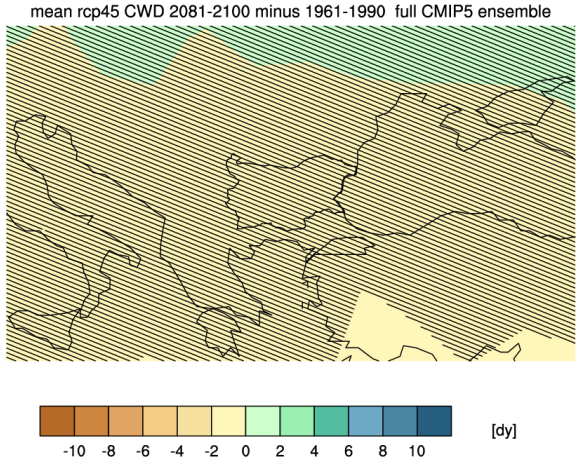
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

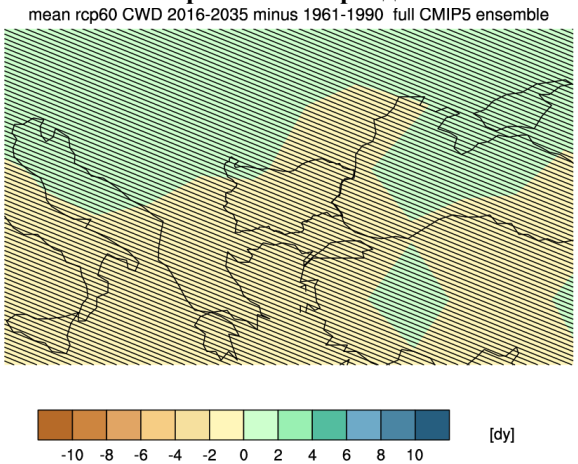


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

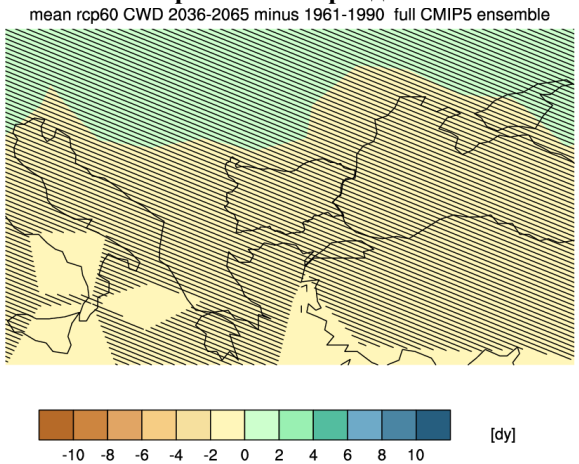


Сценарий на IPCC AR5: RCP6

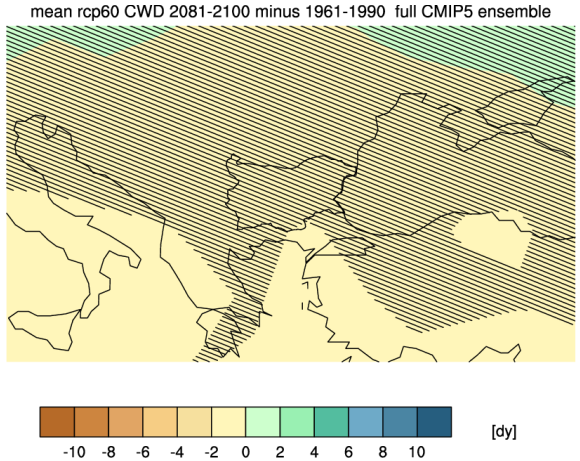
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

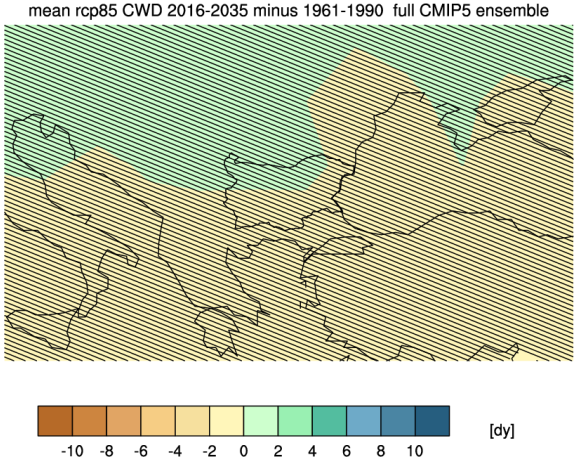


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

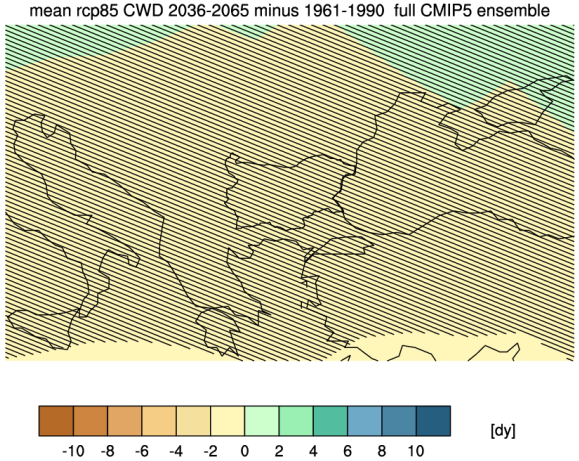


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

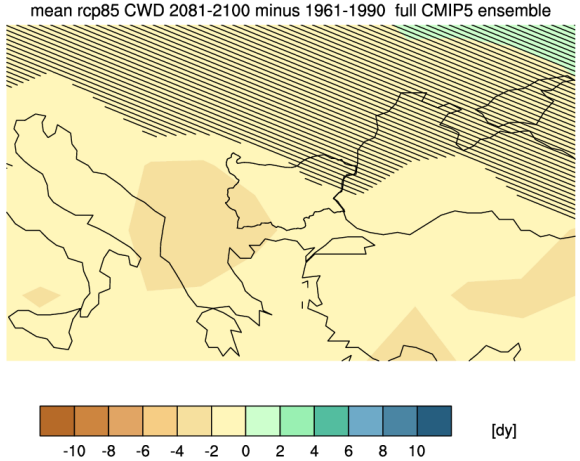
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



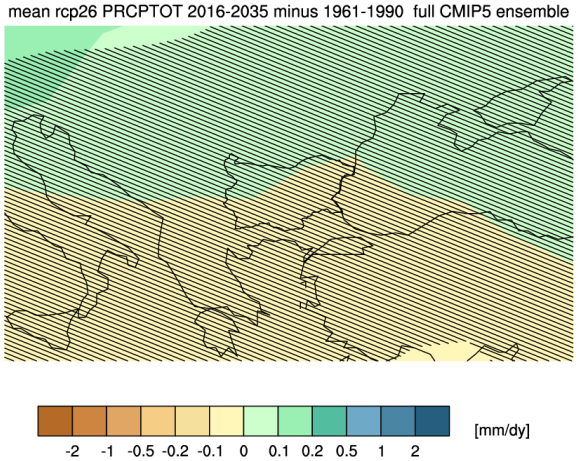
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



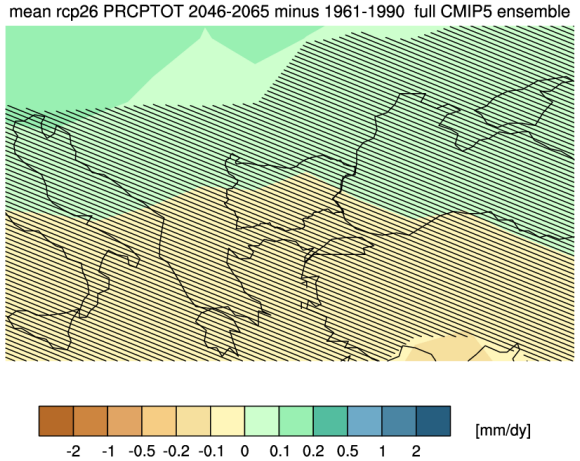
PRCPTOT (Annual total wet-day precipitation): Промени в годишната сума на валежите през влажните дни (за дните с денонощен валеж ≥ 1 mm) (mm/ден)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

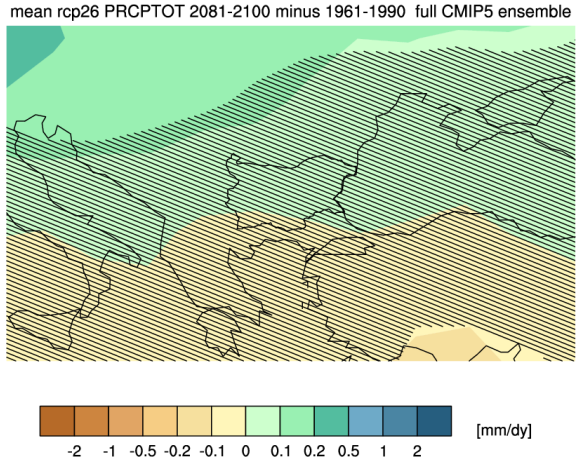
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

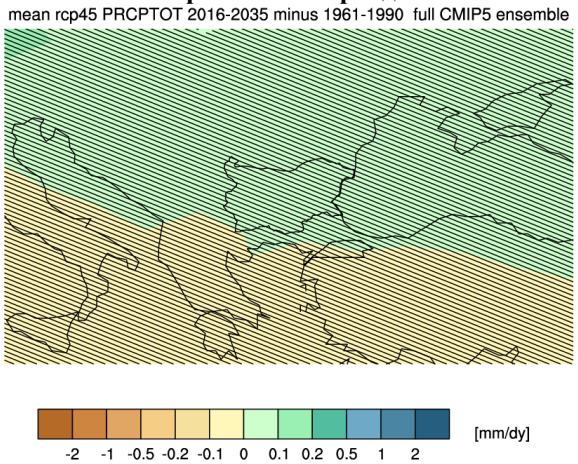


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

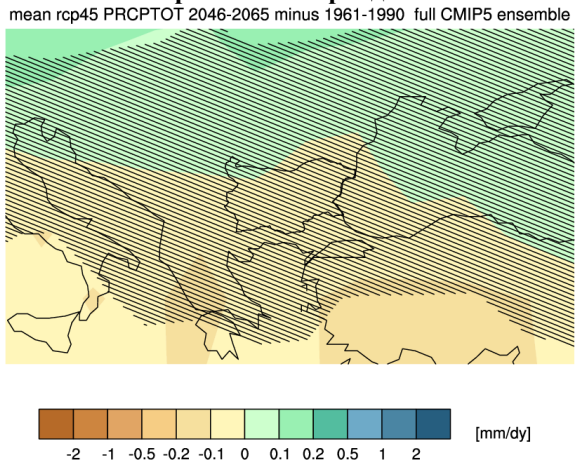


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

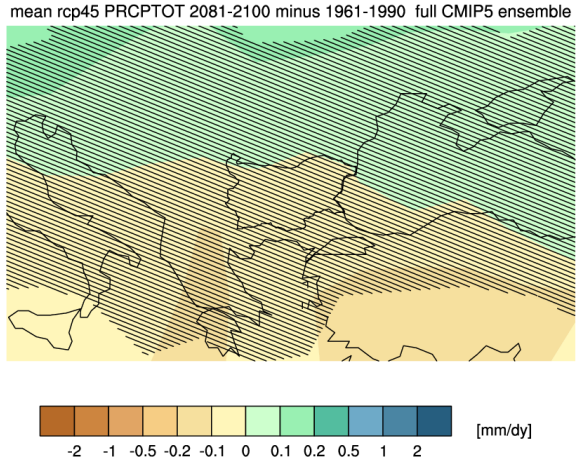
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

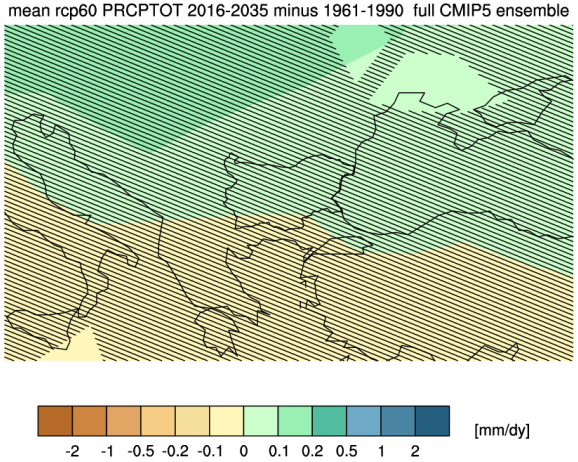


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

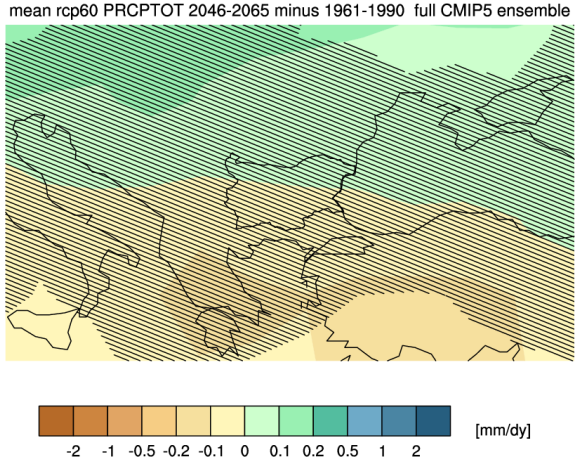


Сценарий на IPCC AR5: RCP6

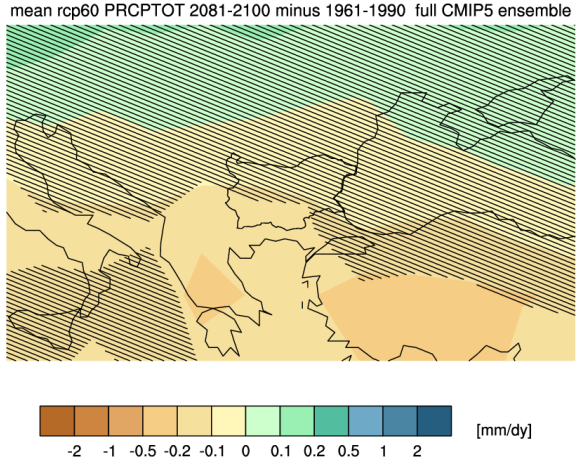
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

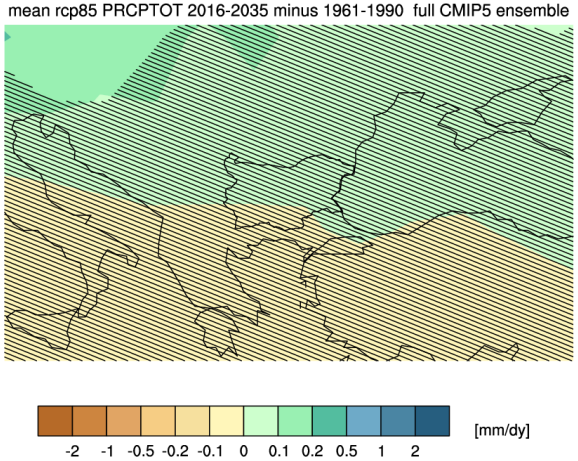


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

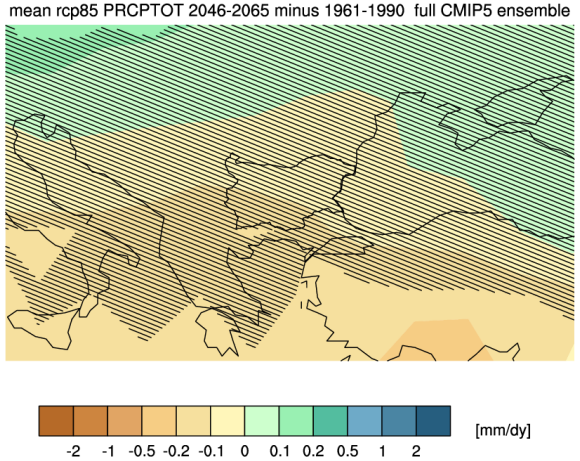


Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

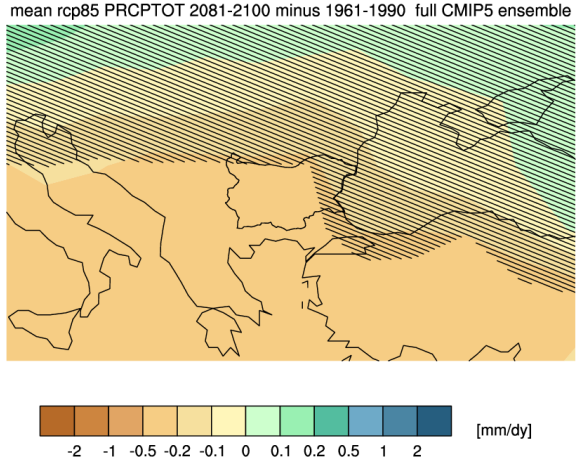
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



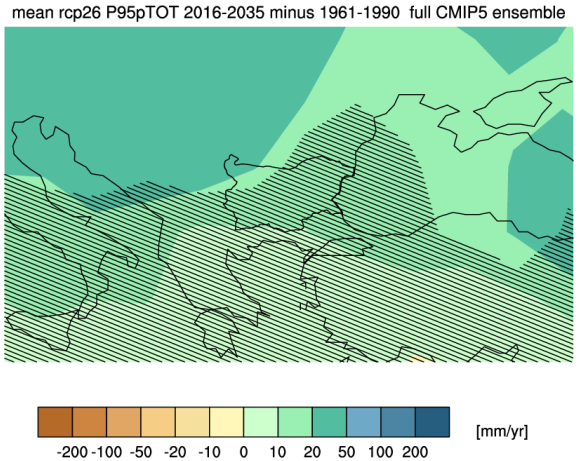
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



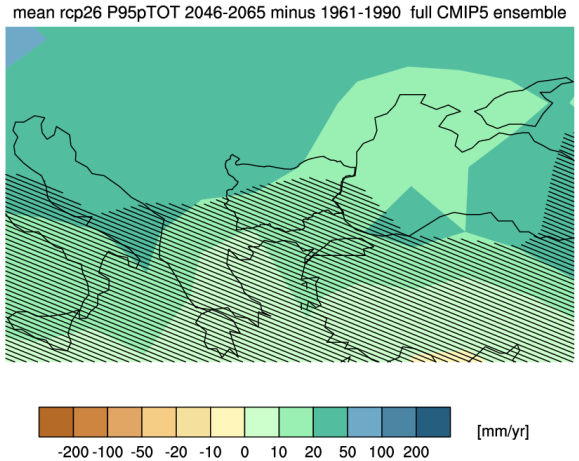
R95pTOT (Very wet days): Промени в годишната сума от > 95-я процентил на количеството на валежите през влажните дни (за дните с валеж ≥ 1.0 mm) (mm/год.)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

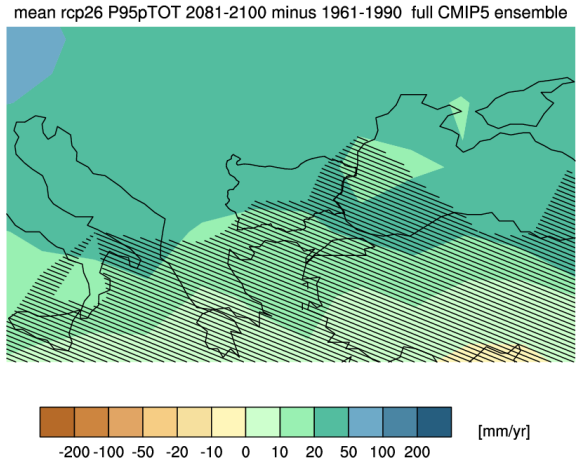
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

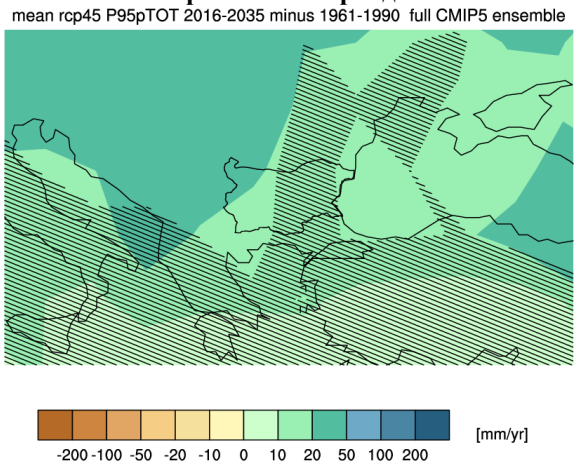


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

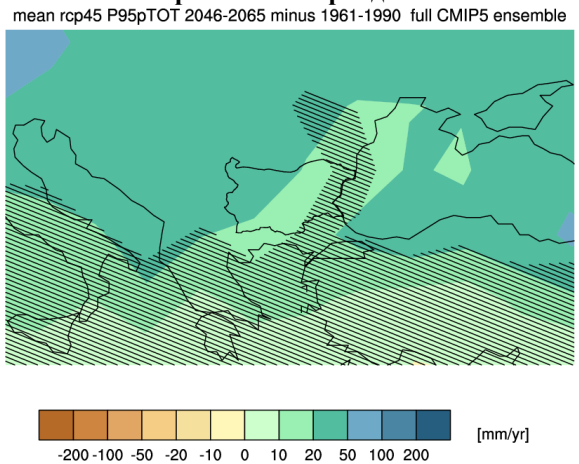


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

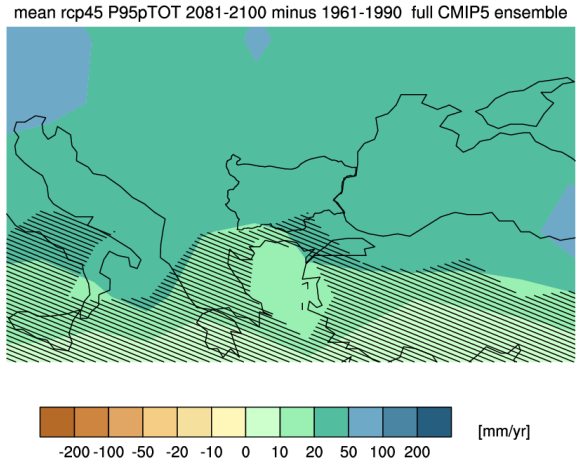
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



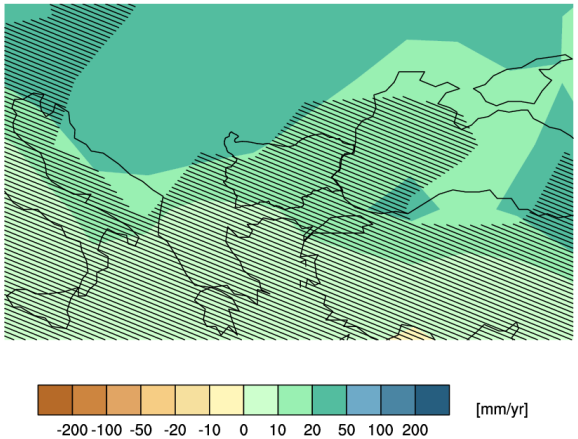
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

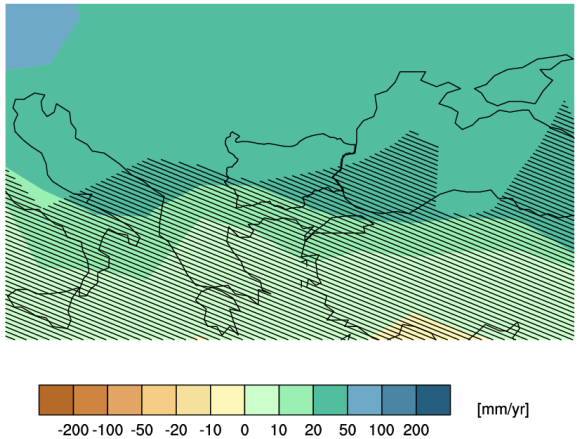
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 P95pTOT 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



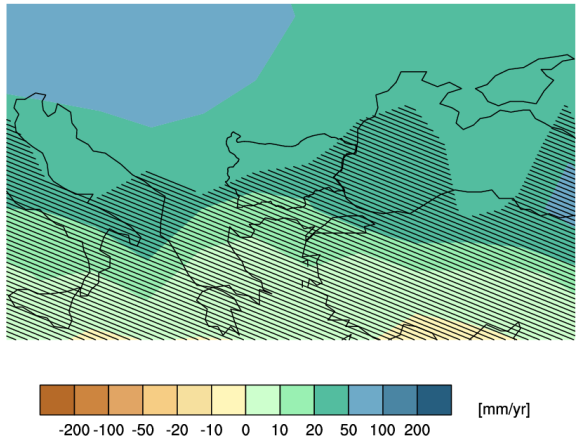
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 P95pTOT 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

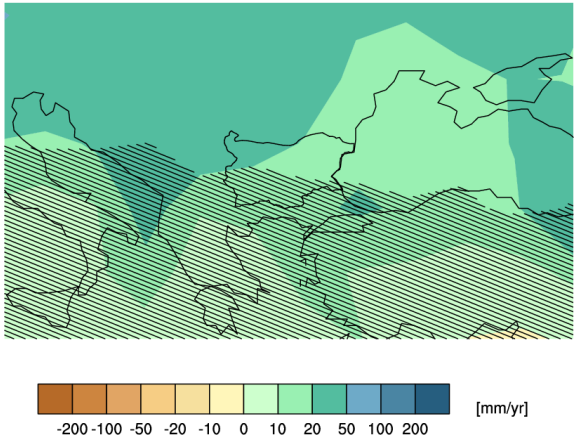
mean rcp60 P95pTOT 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

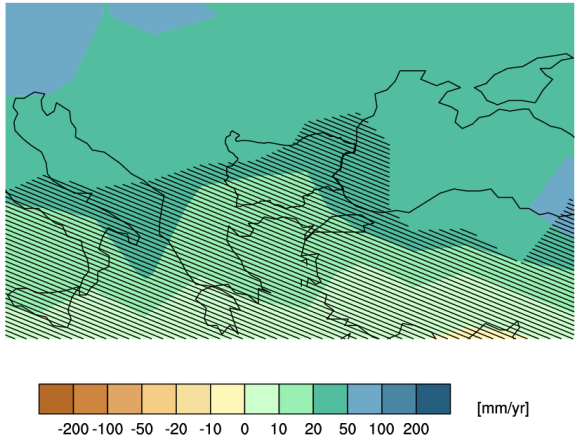
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 P95pTOT 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



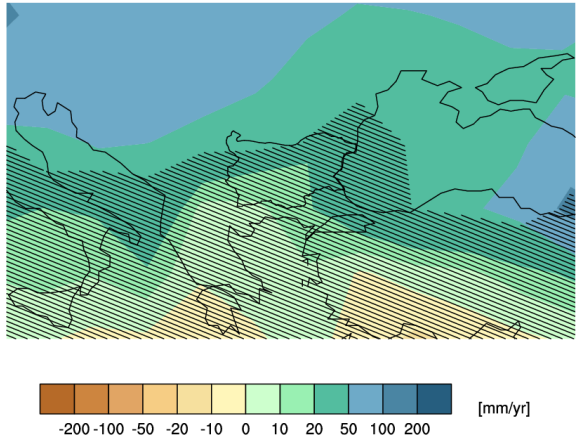
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 P95pTOT 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

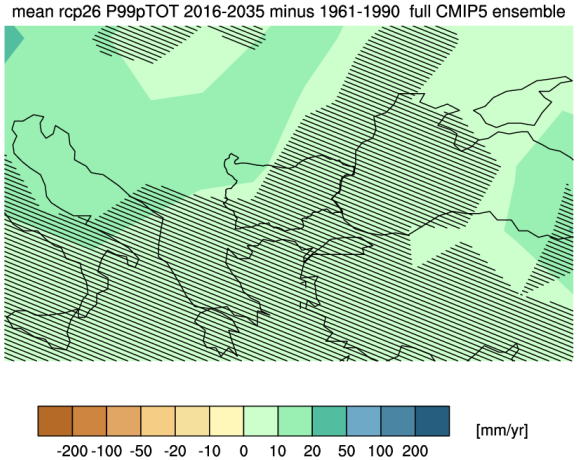
mean rcp85 P95pTOT 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



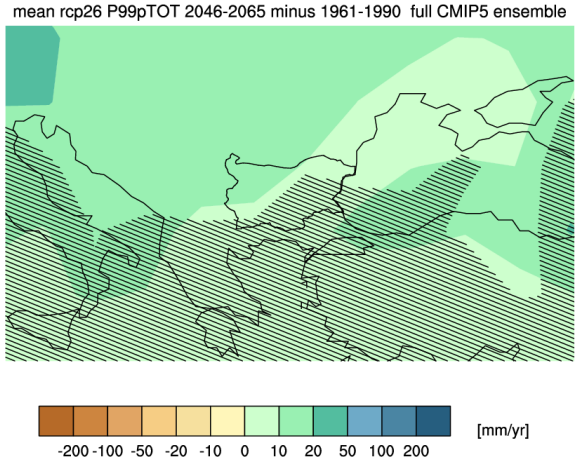
R99pTOT (Extreme wet days) (Екстремно влажни дни): Промени в годишната сума от > 99-я процентил на количеството на валежите през влажните дни (за дните с валеж ≥ 1.0 mm)

Сценарий на IPCC AR5: RCP2.6

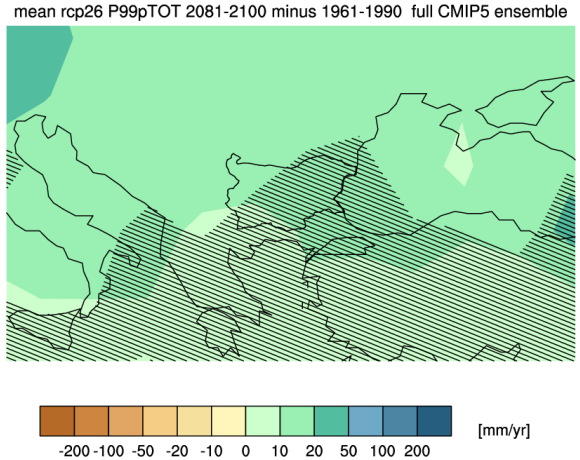
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

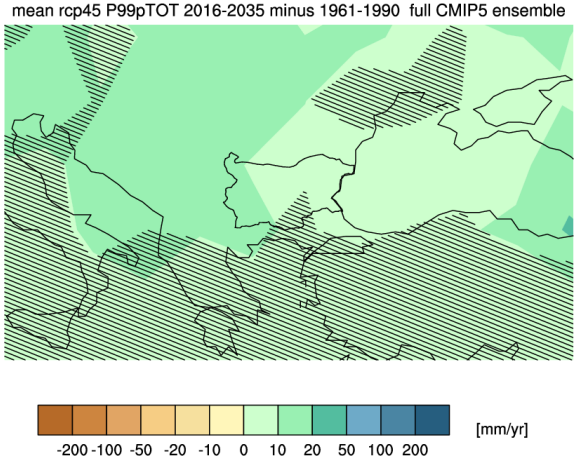


Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

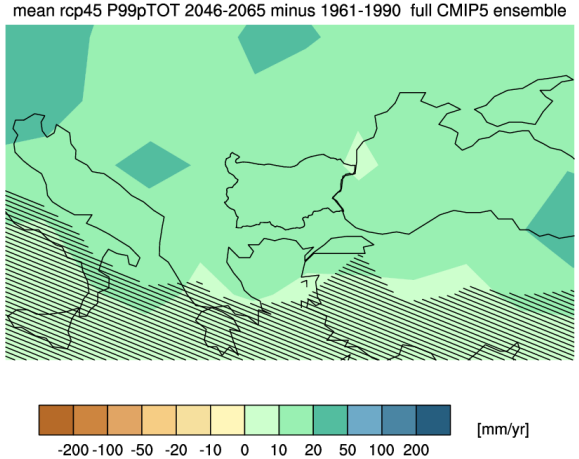


Сценарий на IPCC AR5: RCP4.5

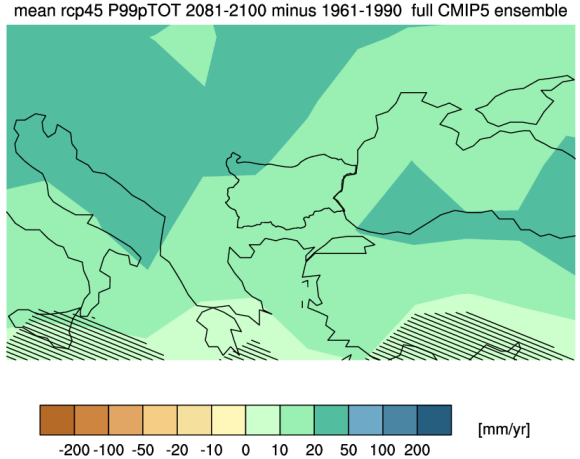
Очаквани промени за периода 2016-2035



Очаквани промени за периода 2046-2065 г.



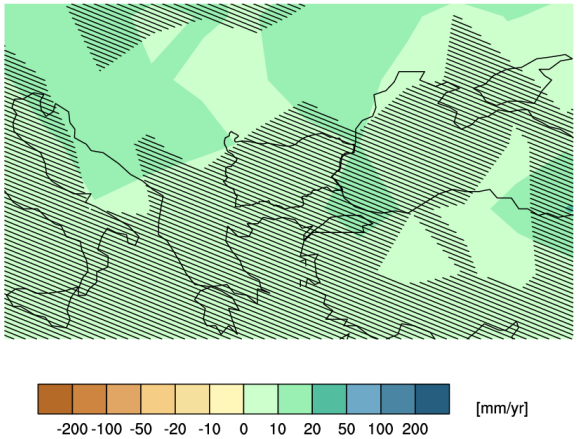
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.



Сценарий на IPCC AR5: RCP6

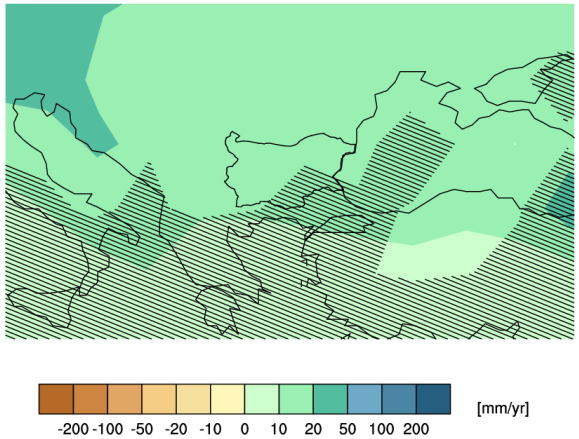
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp60 P99pTOT 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



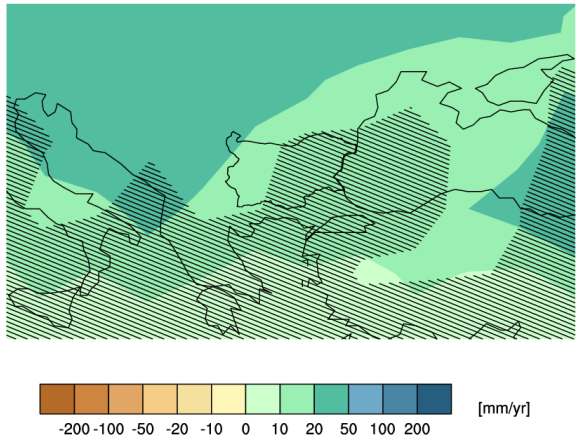
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp60 P99pTOT 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

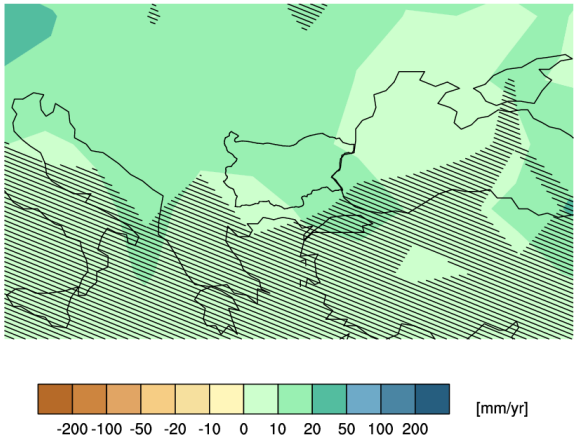
mean rcp60 P99pTOT 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Сценарий на IPCC AR5: RCP8.5

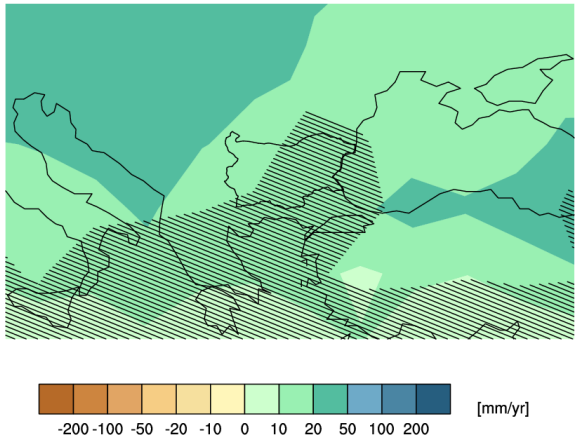
Очаквани промени за периода 2016-2035

mean rcp85 P99pTOT 2016-2035 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



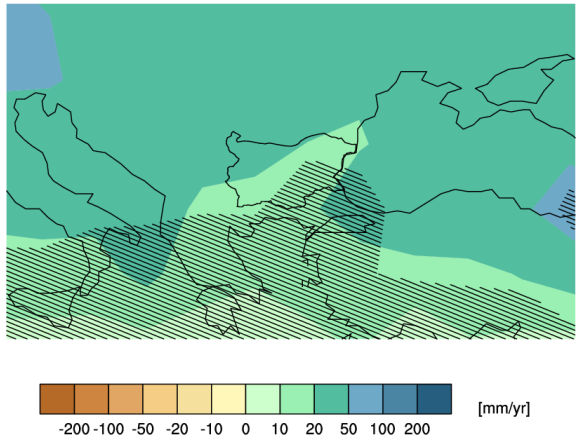
Очаквани промени за периода 2046-2065 г.

mean rcp85 P99pTOT 2046-2065 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



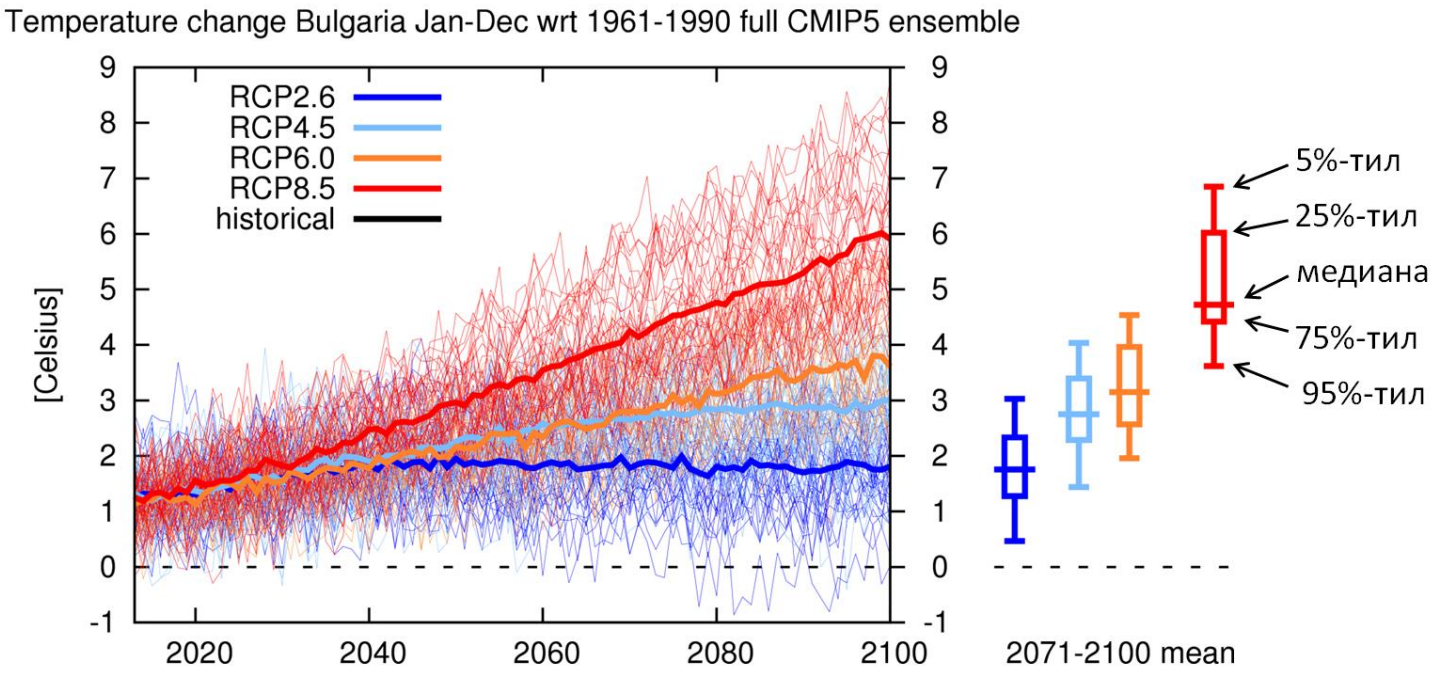
Очаквани промени за периода 2081-2100 г.

mean rcp85 P99pTOT 2081-2100 minus 1961-1990 full CMIP5 ensemble



Графики на времеви серии

Очаквани промени на средногодишните и сезонните температури на въздуха

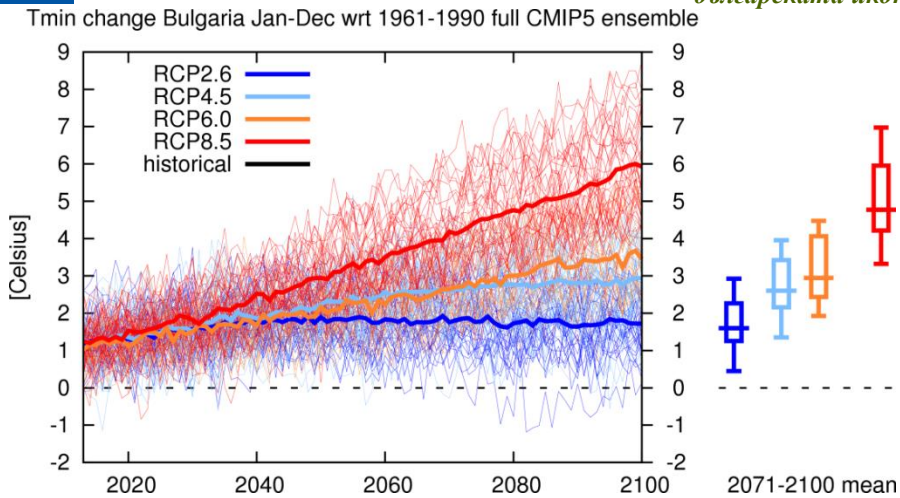


Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) в средногодишните температури на въздуха в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990.

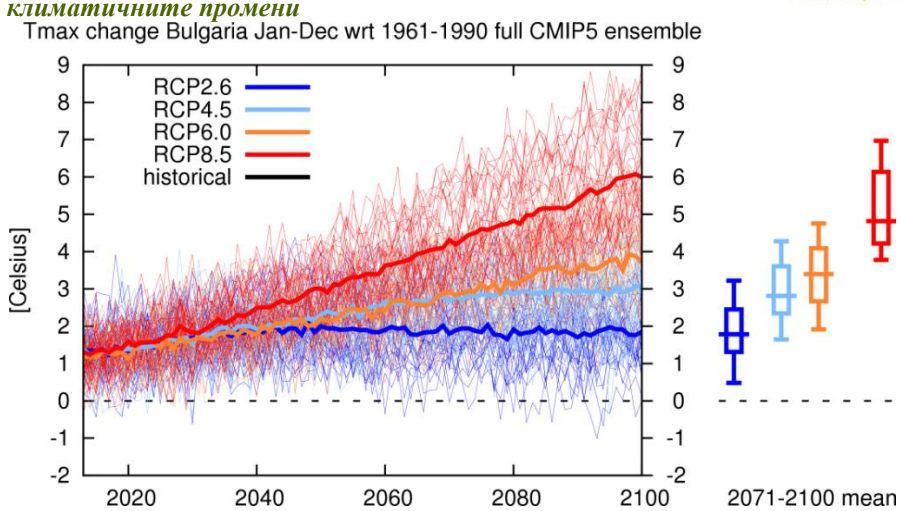
Пояснение към всички графики на времевите серии за очакваните климатични промени

На графиката: Тънките линии на графиката съответстват на всеки един от асемблираните индивидуални климатични модели за всеки от 4-те сценария. Дебелите линии съответстват на осреднените асемблирани данни от използваните модели за всеки един от 4-те сценария.

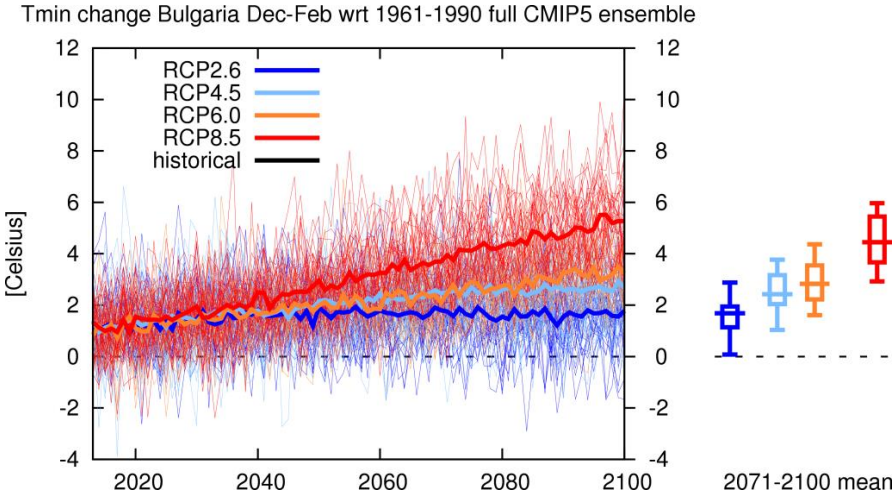
Отдясно на графиката: Процентили на всеки набор от данни за съответния сценарий (средно към периода 2071-2100 г.). Правоъгълниците обхващат от 25-я процентил до 75-я процентил. Вертикалните линии отгоре и отдолу на правоъгълниците показват от 5%-тил до 95%-тил. Хоризонталната линия, пресичаща правоъгълниците, показва медианата (50%). 25-тият процентил е стойност, при която 25% от данните имат по-ниски стойности, а 75% от данните имат по-високи стойности. Медианата е стойността, спрямо която данните са разпределени поравно: 50% от данните имат по-ниски стойности, а 50% от данните имат по-високи стойности. 75-тият процентил е стойност, при която 75% от данните имат по-ниски стойности, а 25% от данните имат по-високи стойности.



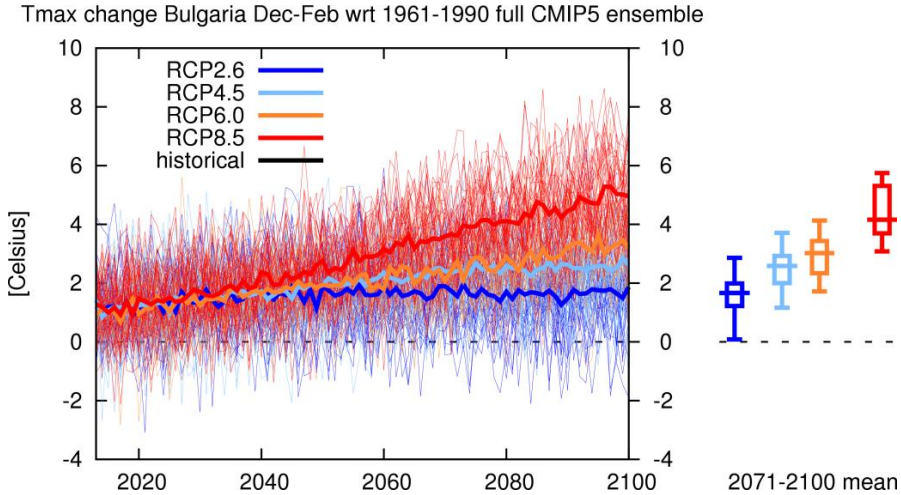
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средногодишната минимална температура на въздуха в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



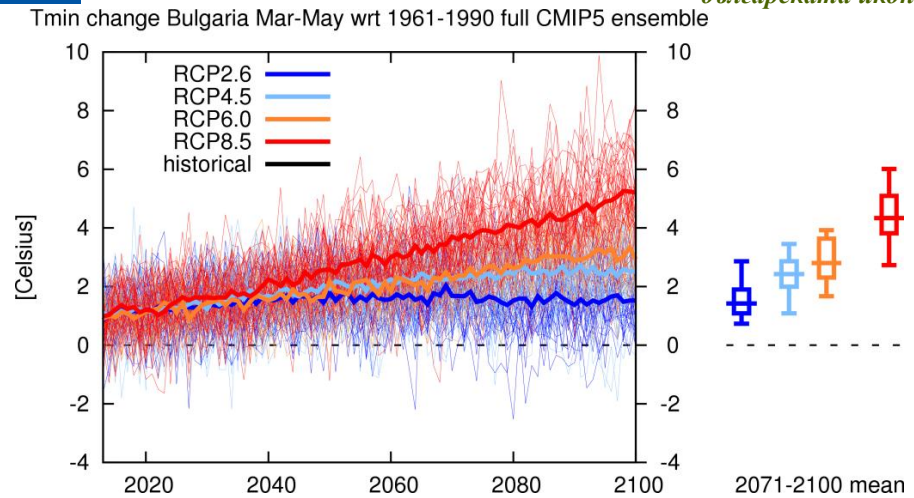
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средногодишната максимална температура на въздуха в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



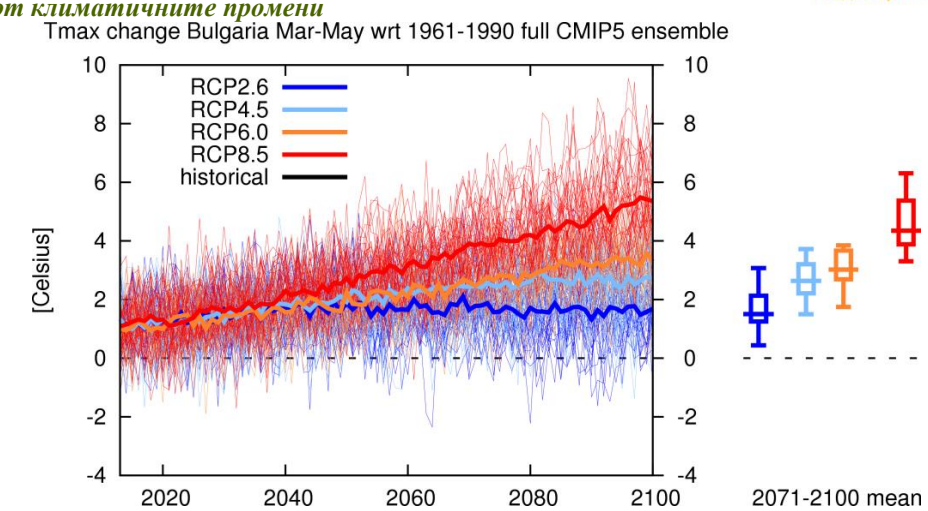
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средната минимална температура на въздуха през зимата в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



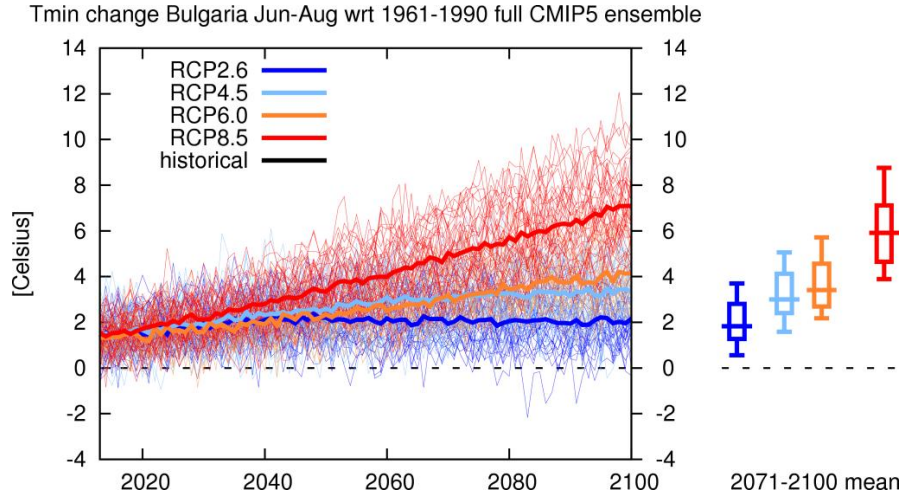
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средната максимална температура на въздуха през зимата в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



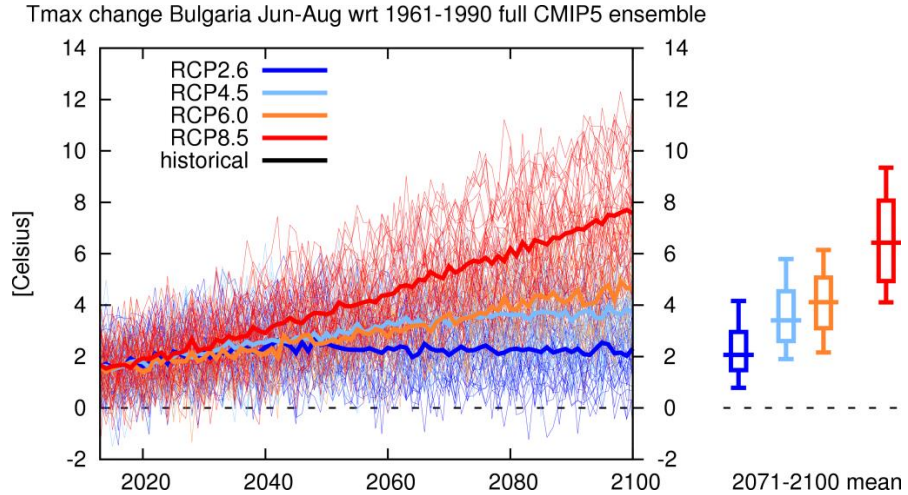
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средната минимална температура на въздуха през пролетта в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



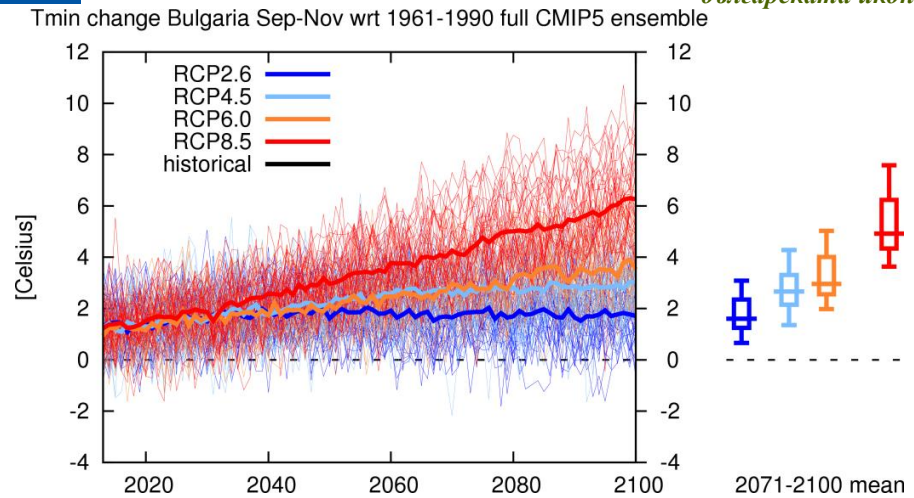
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средната максимална температура на въздуха през пролетта в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



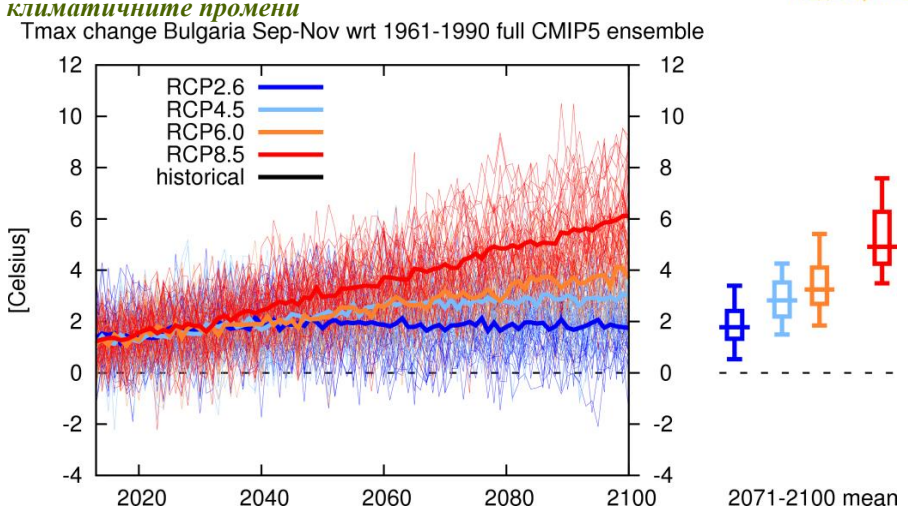
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средната минимална температура на въздуха през лятото в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средната максимална температура на въздуха през лятото в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

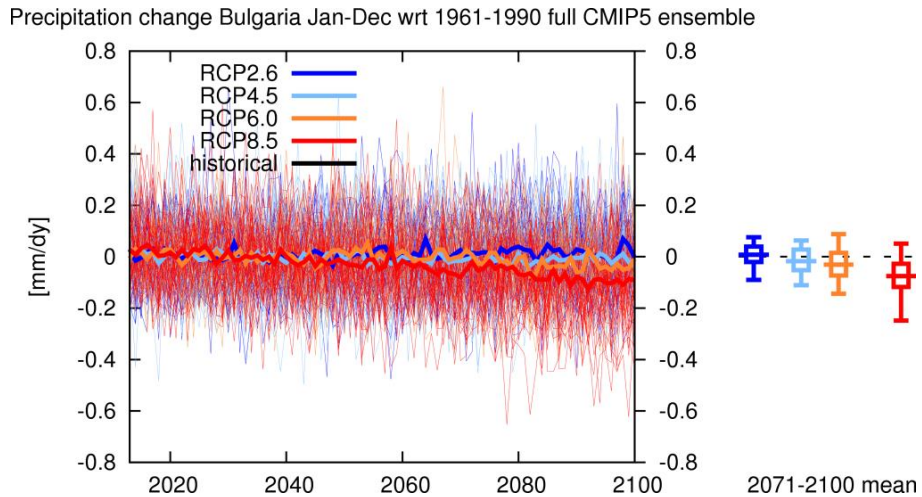


Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средната минимална температура на въздуха през есента в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

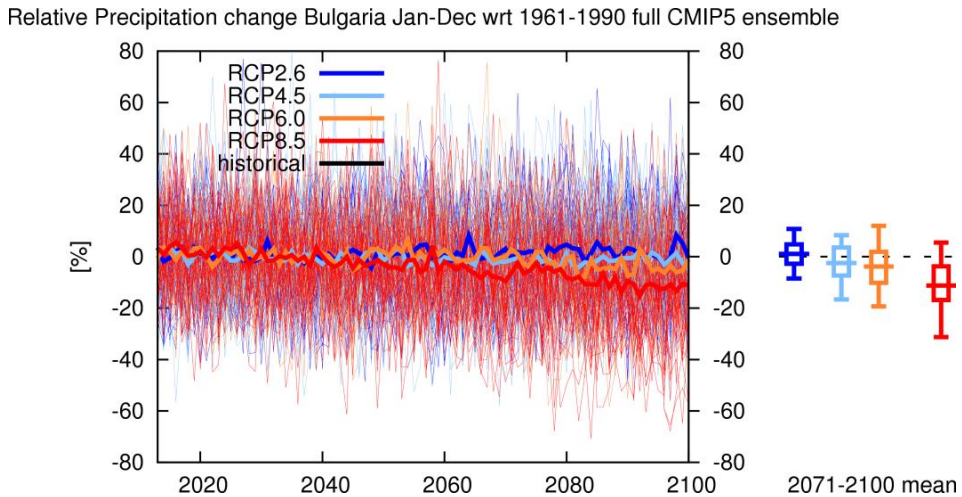


Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средната максимална температура на въздуха през есента в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

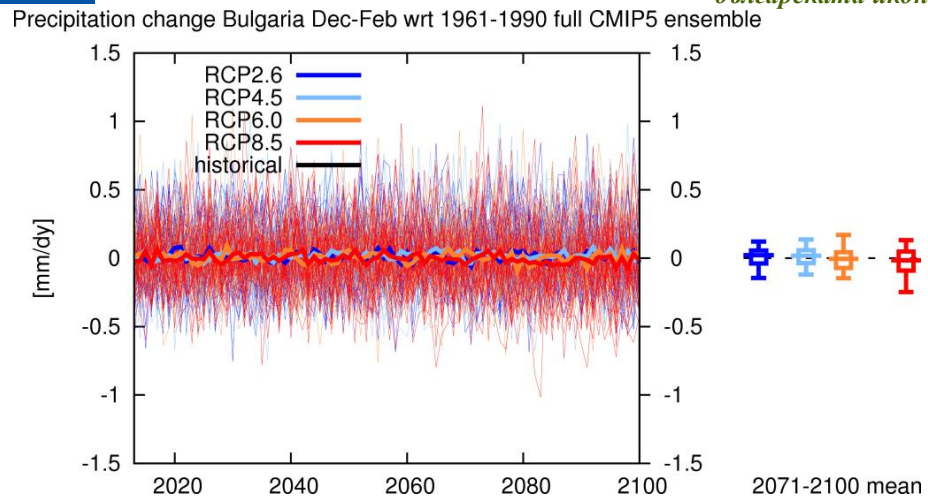
Очаквани промени на средногодишните и сезонните валежи



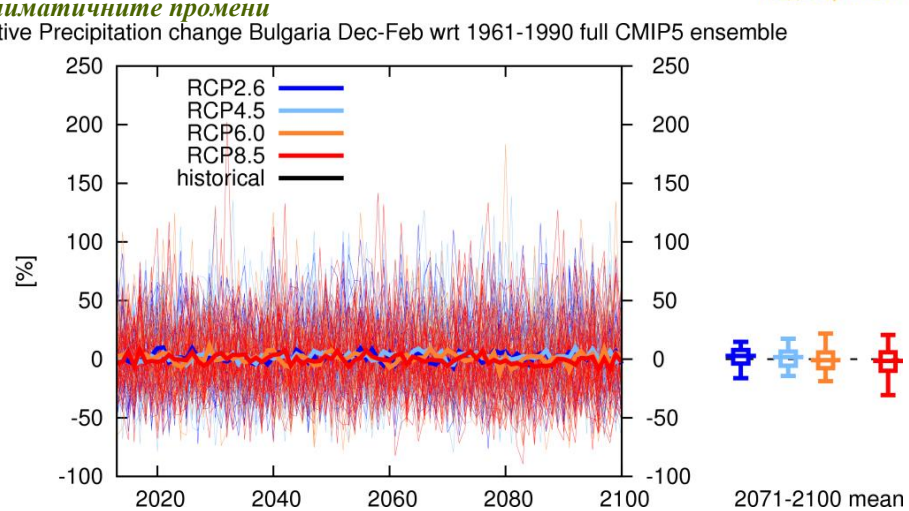
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средните годишни валежи (mm/ден) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



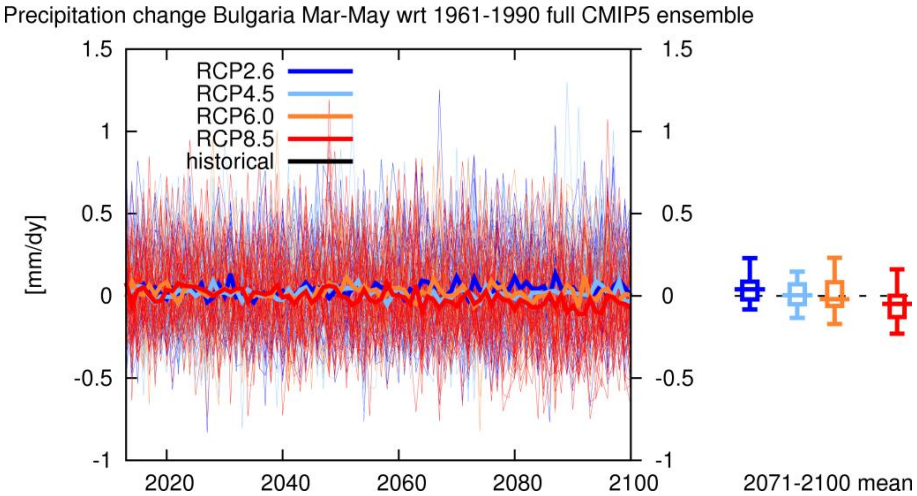
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на средните годишни валежи (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



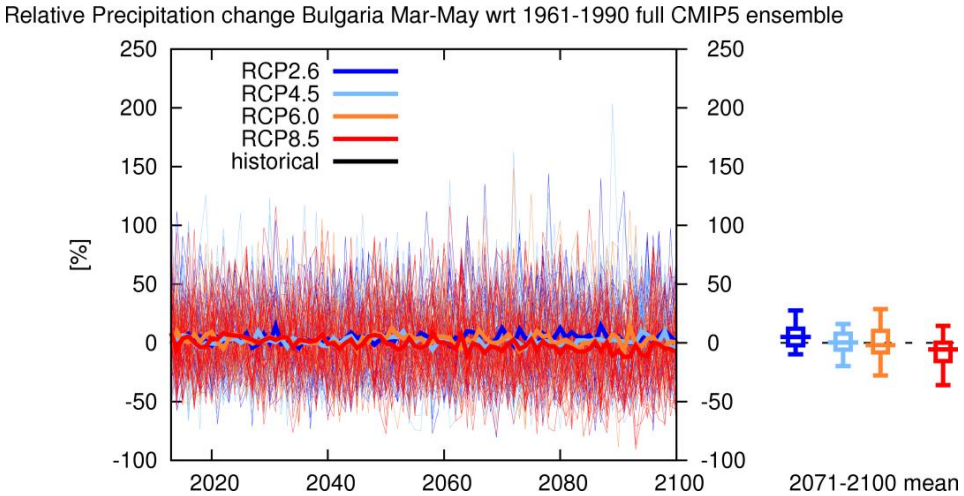
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на валежите през зимата (mm/ден) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



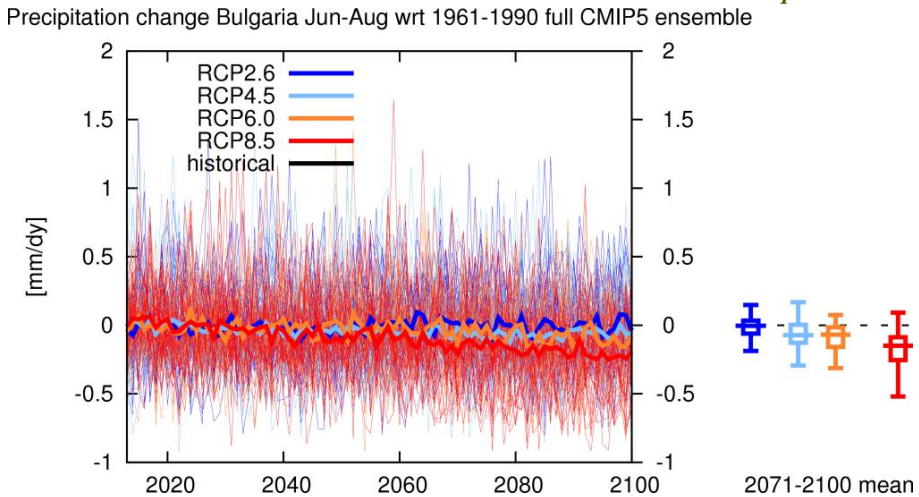
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на валежите през зимата (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



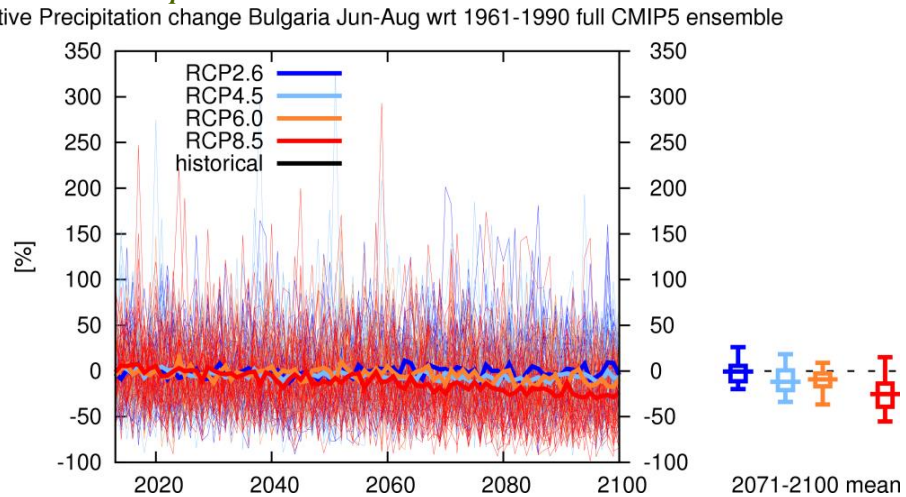
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на валежите през пролетта (mm/ден) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



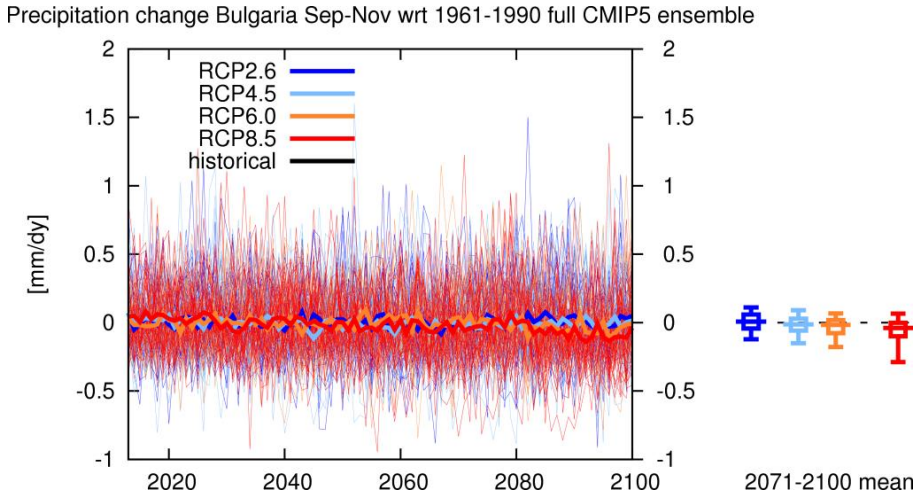
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на валежите през пролетта (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



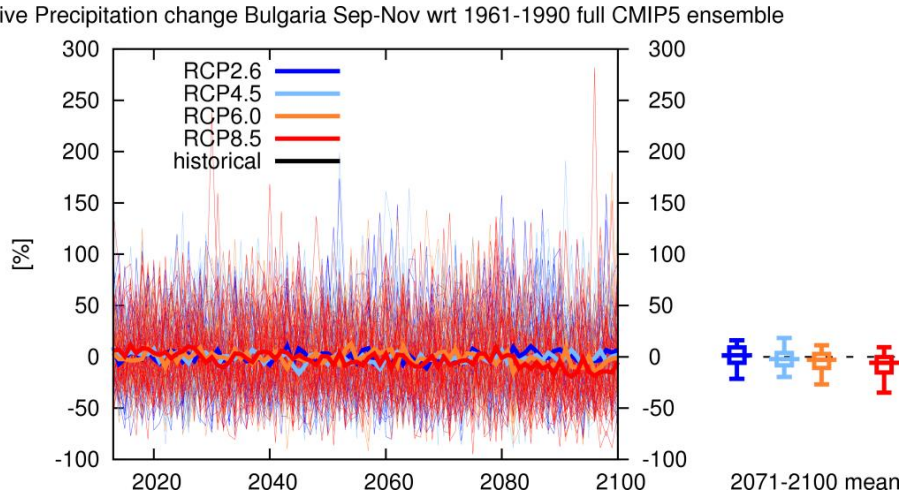
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на валежите през лятото (mm/ден) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



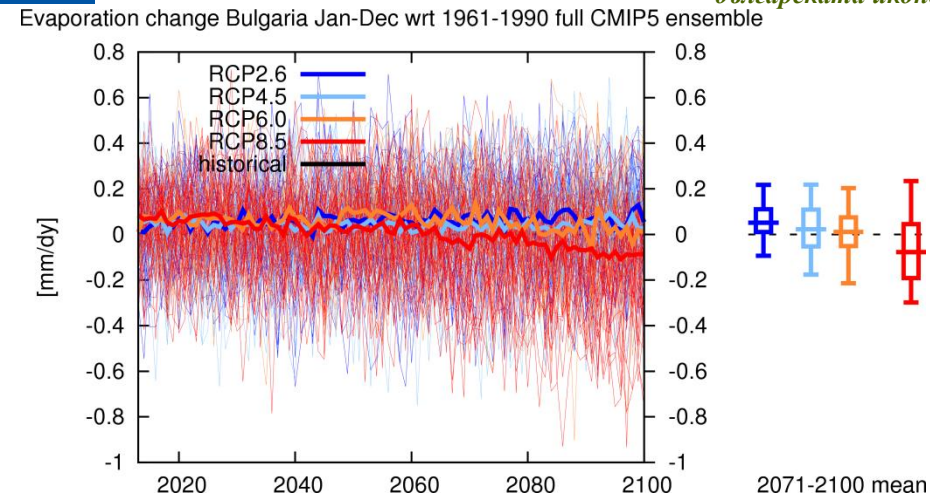
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на валежите през лятото (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



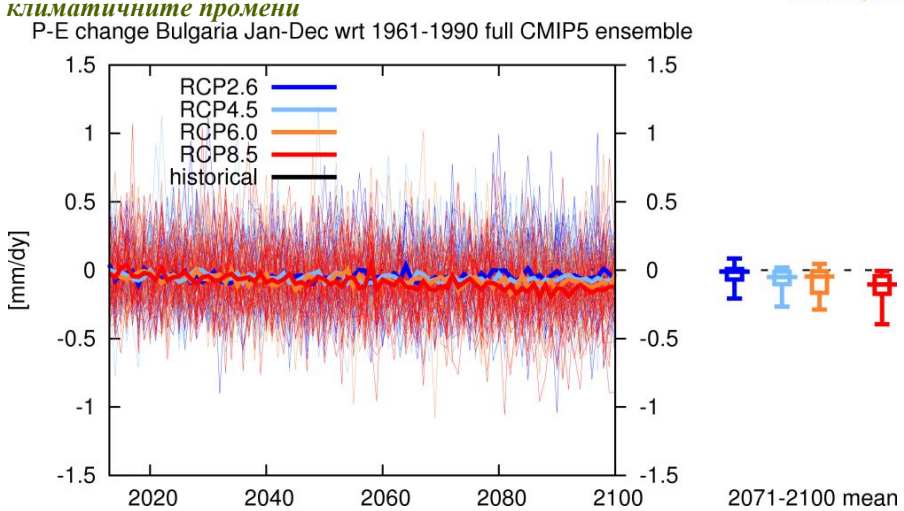
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на валежите през есента (mm/ден) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



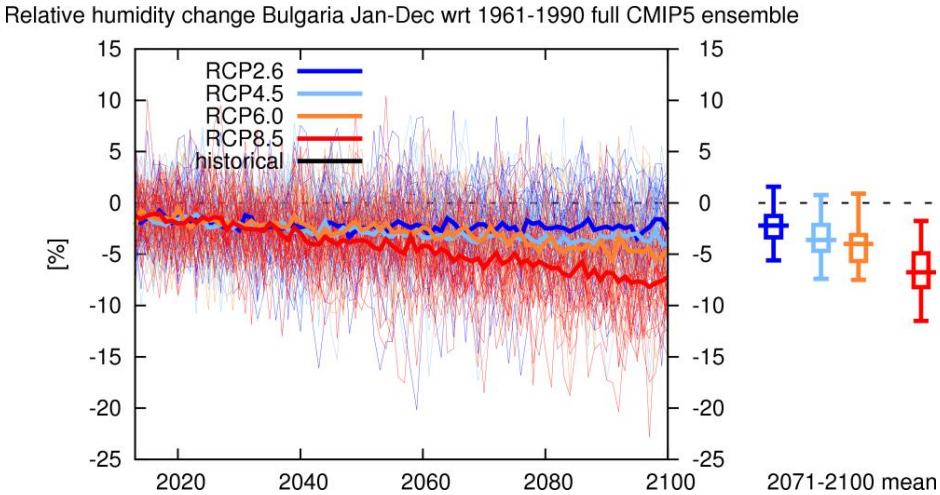
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на валежите през есента (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на изпарението (mm/ден) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

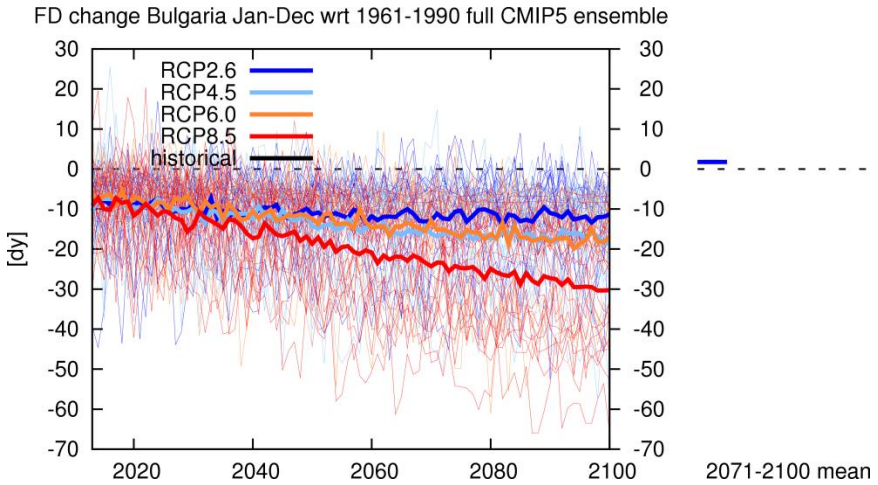


Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на разликата между валежите и изпарението (mm/ден) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

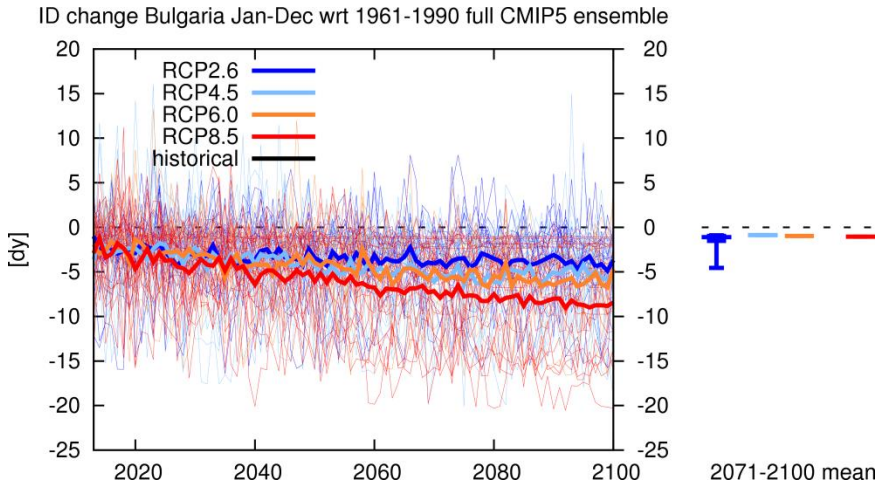


Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на относителната влажност (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

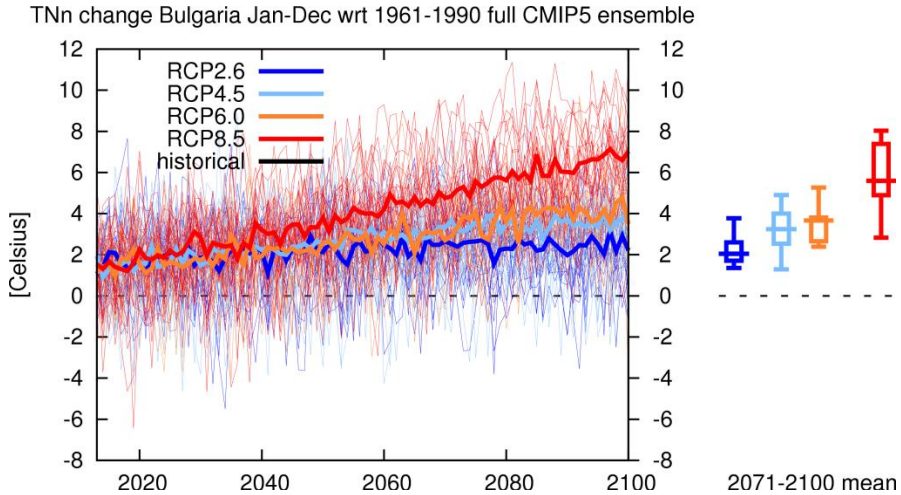
Графики на времеви серии за очакваните екстремни климатични явления



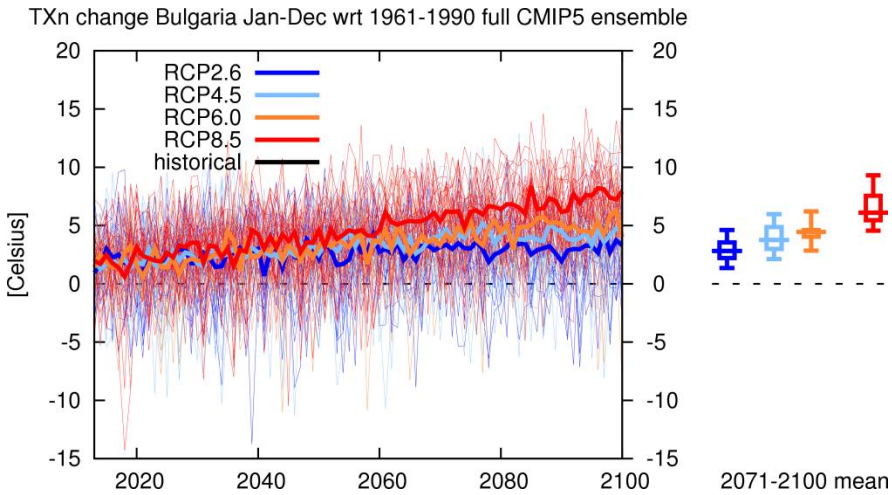
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за студени дни (FD) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за ледени дни (ID) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

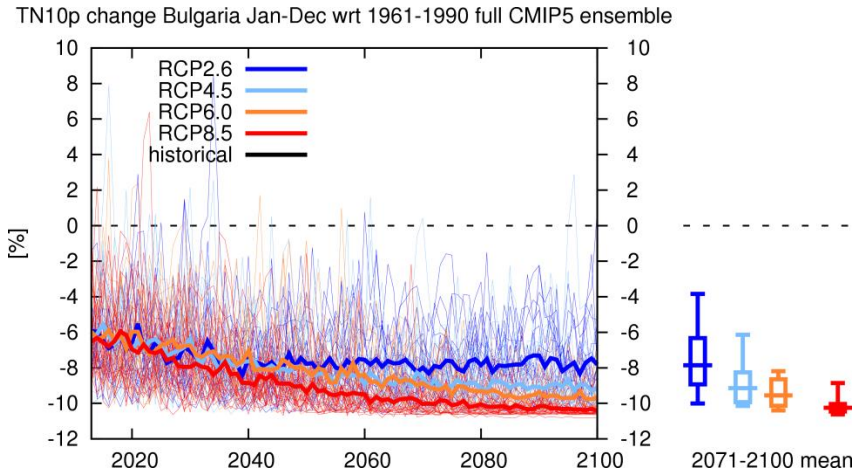


Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса TNn (°C) от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

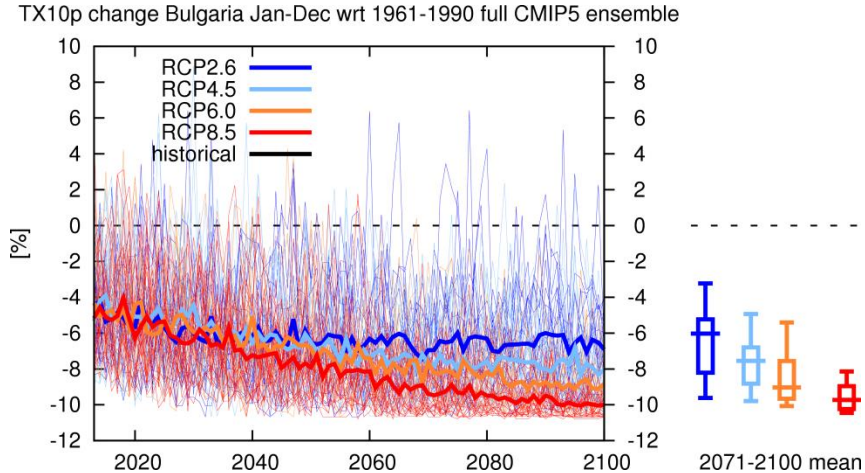


Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса TXn (°C) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990

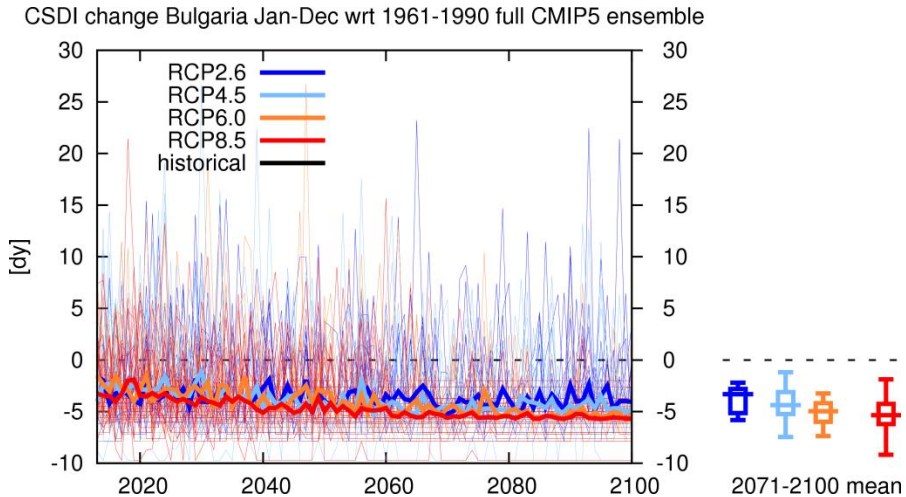
г.



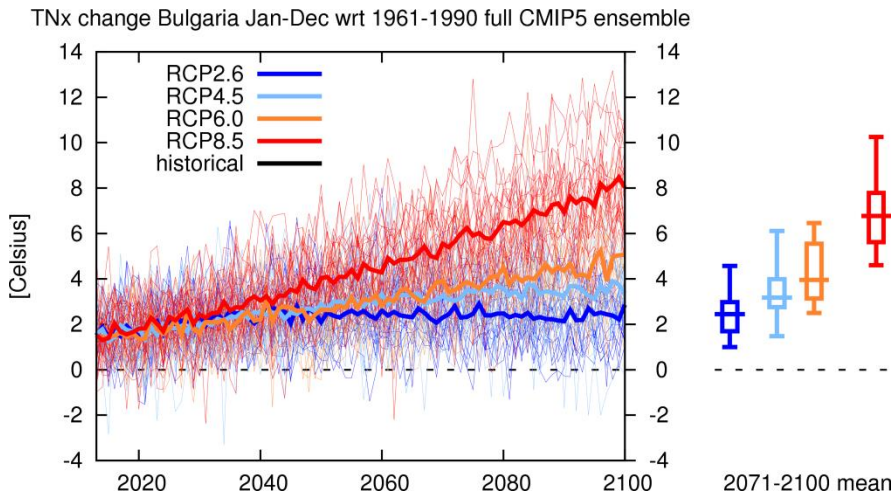
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за студени нощи TN10p (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



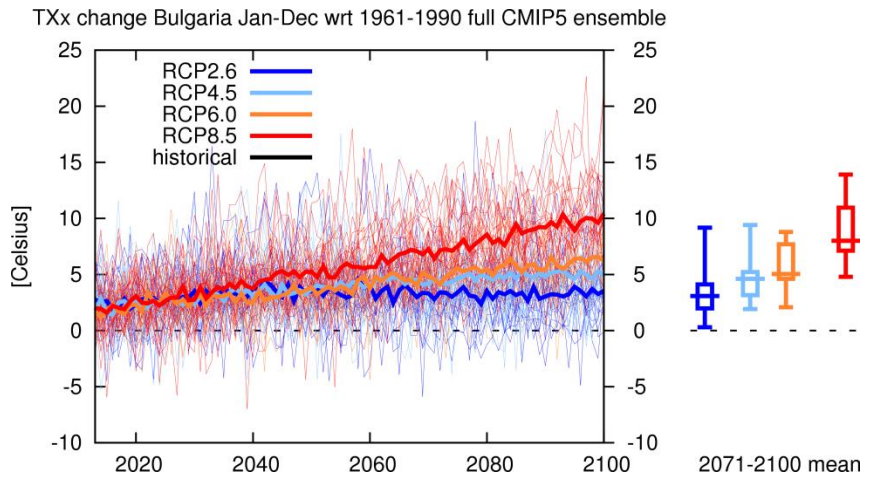
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за студени дни TX10p (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



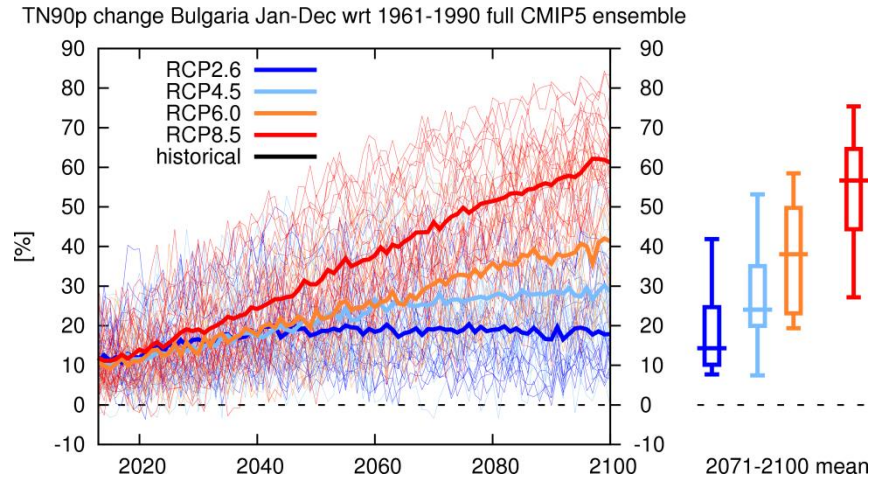
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса CSDI (дни) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



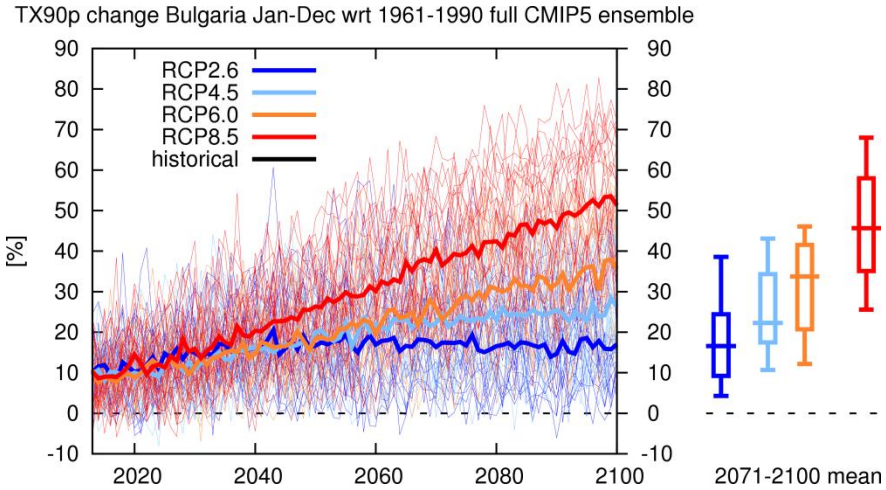
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса TNx (°C) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



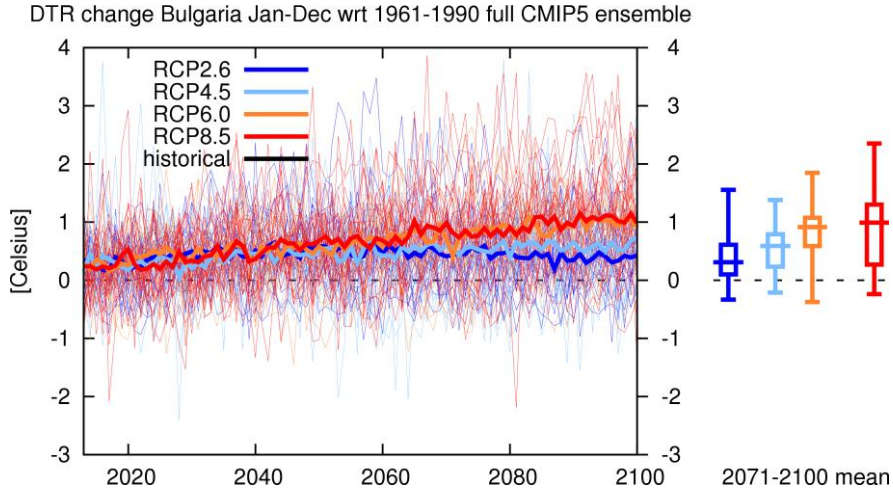
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса TXx (°C) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



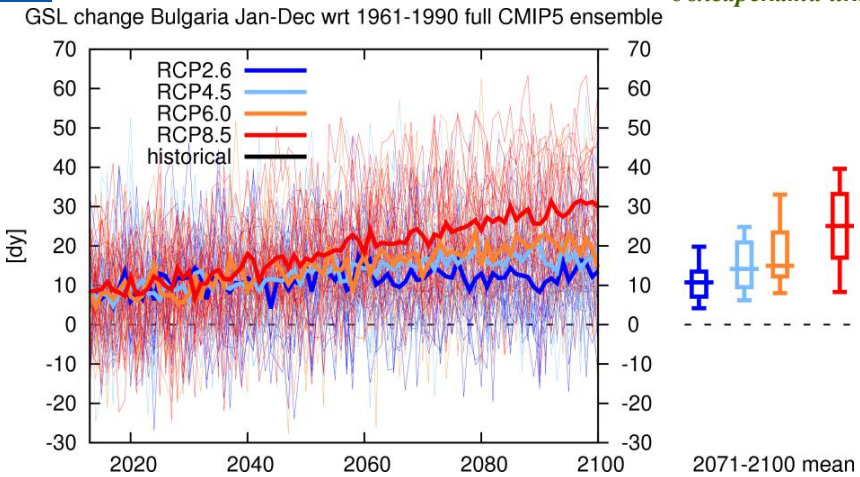
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за горещи нощи (TN90p) (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



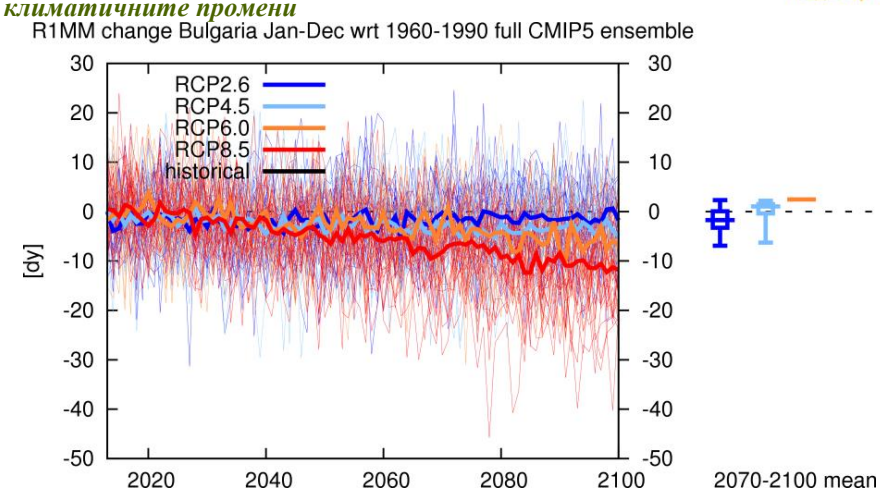
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за горещи дни (TX90p) (%) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



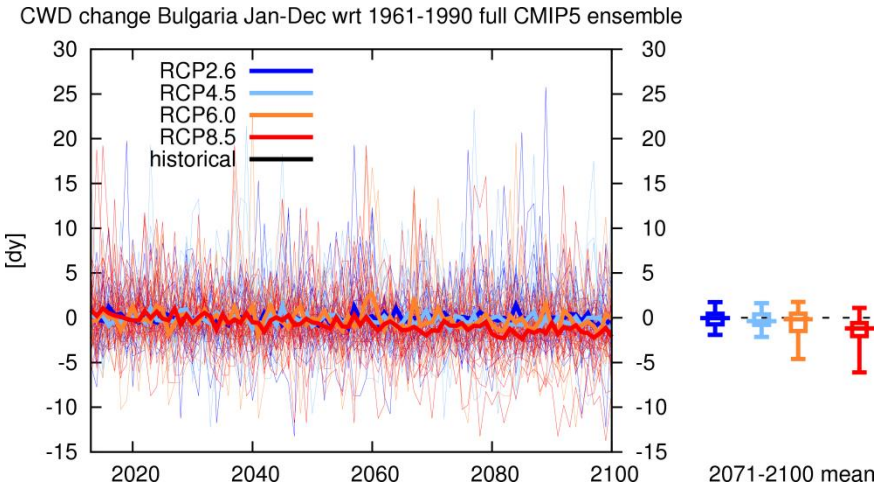
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса DTR (°C) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



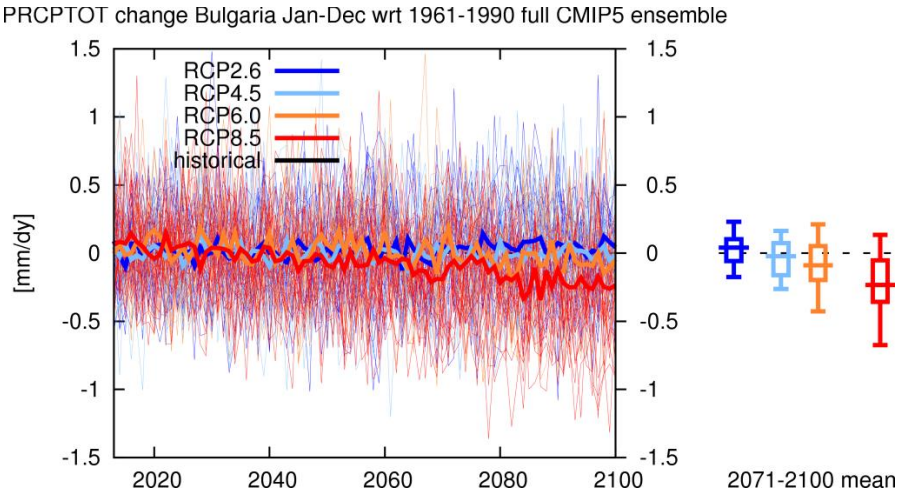
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса GSL (продължителност на вегетационния период) (дни) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



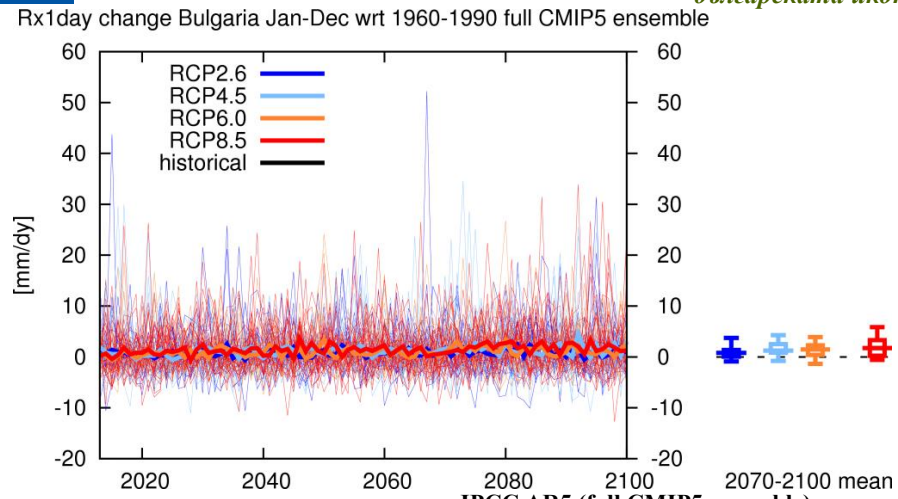
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) индекса за влажните дни (R1mm) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



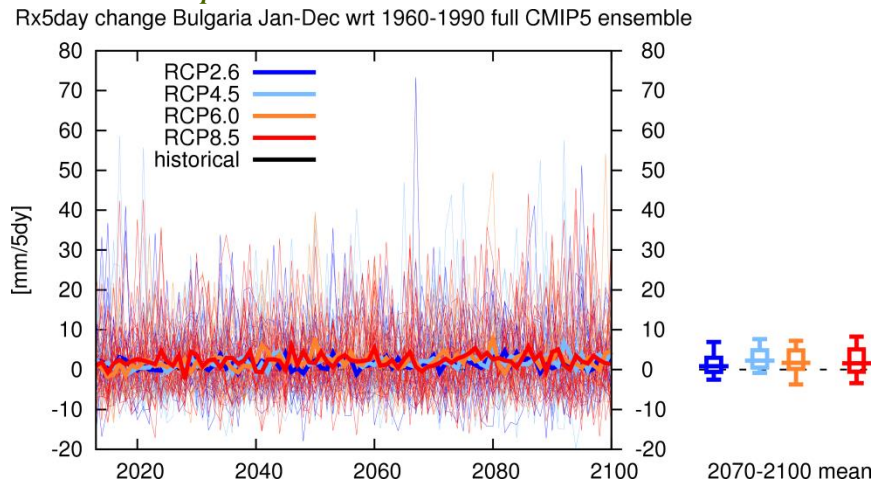
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за годишния максимален брой последователните дни с валежи ≥ 1 mm (CWD) (дни) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



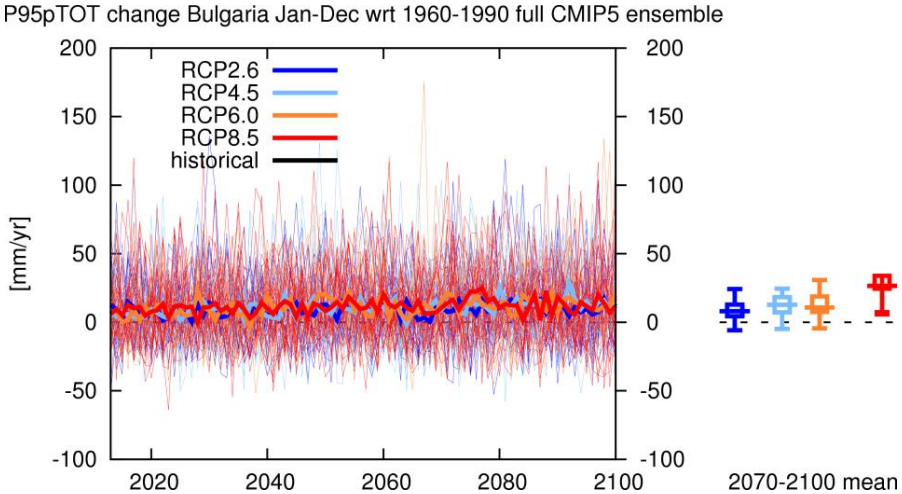
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса PRCPTOT (за годишна сума от валежите през денонощията с валеж ≥1 mm) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



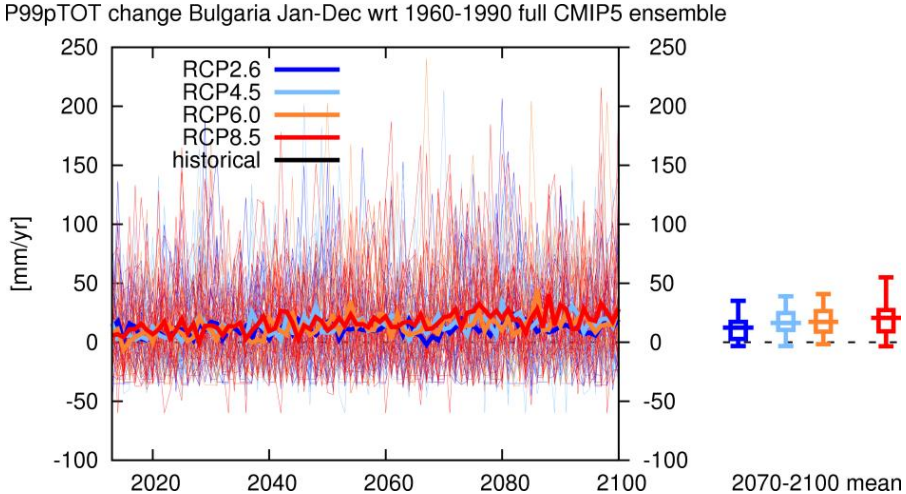
Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за максимални еднодневни валежни суми (RX1day) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.



Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за максимални петдневни валежни суми за пет последователни денонощия (Rx5day) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

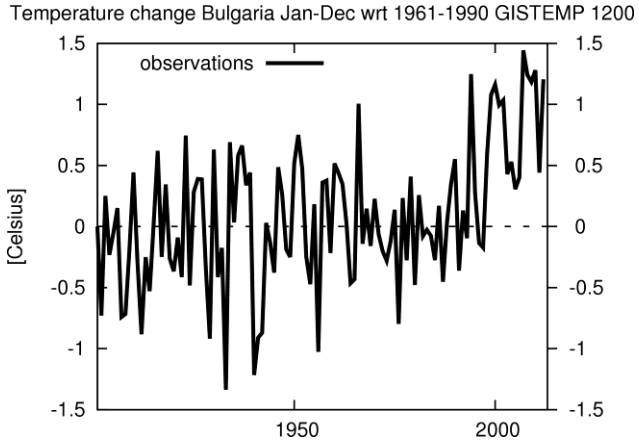


Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) на индекса за много влажни дни (R95pTOT) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

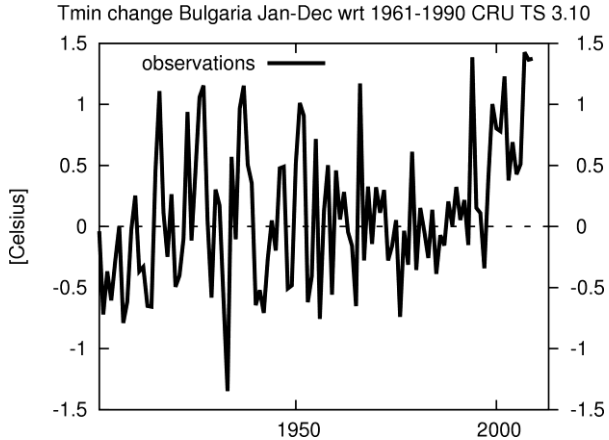


Очаквани промени по различни сценарии на IPCC AR5 (full CMIP5 ensemble) индекса за екстремно влажните дни (R99pTOT) в България от 2013 до 2100 г. спрямо референтния климатичен период 1961-1990 г.

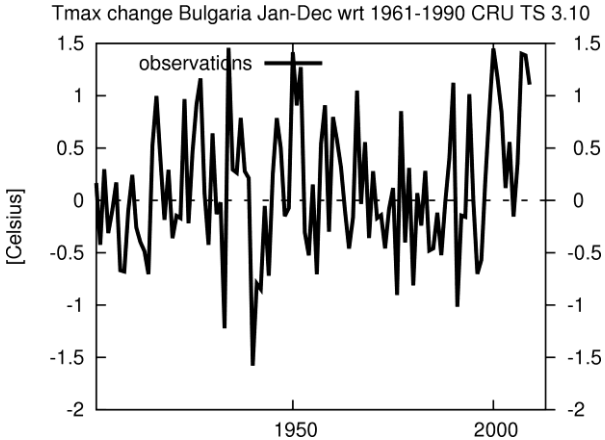
<u>Приложение 6.1</u>. Графики на времеви серии за колебанията на средногодишните и сезонните температури и валежи през периода 1901-2009 г.
спрямо базисния климатичен период 1961-1990 г. по осреднени данни за България от наблюденията



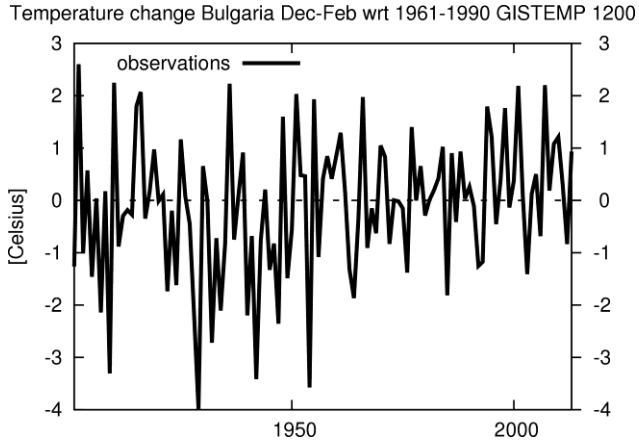
Фиг.1.Промени на средната годишна температура на въздуха в България през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни GISTEMP 1200)



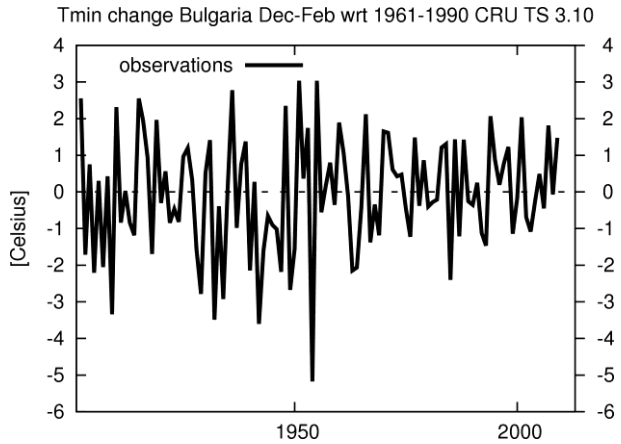
Фиг.2.Промени на средната годишна минимална температура в България през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10)



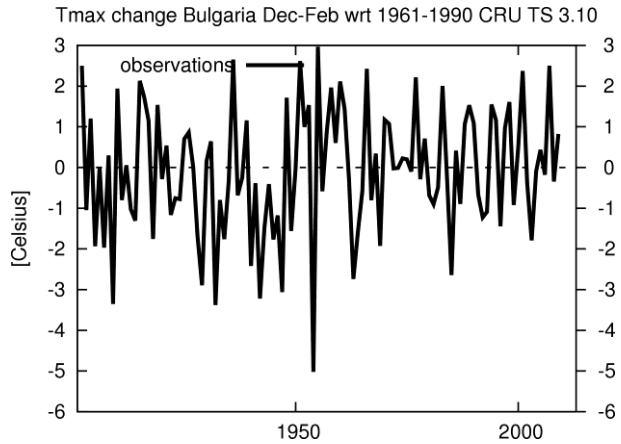
Фиг.3.Промени на средната годишна максимална температура в България през периода 1901 - 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10)



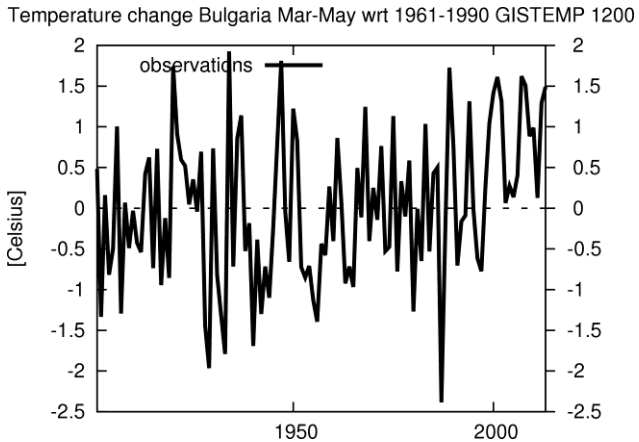
Фиг.4.Промени на средната температура на въздуха в България през зимата през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни GISTEMP 1200)



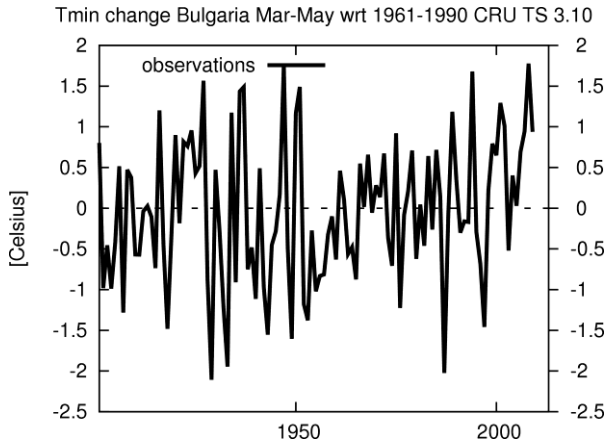
Фиг.5.Промени на средната минимална температура в България през зимата през периода 1901 - 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10)



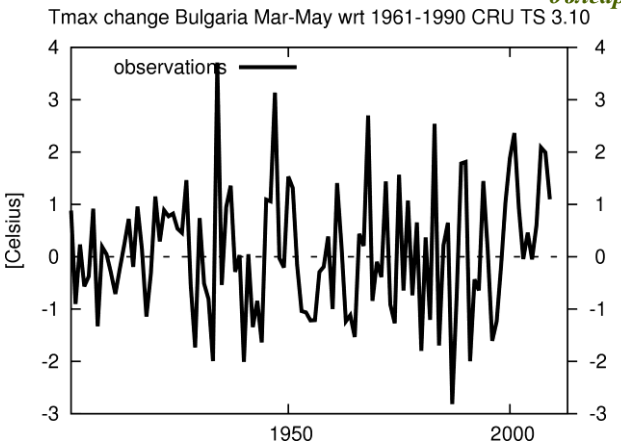
Фиг.6.Промени на средната максимална температура в България през зимата през периода 1901 - 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10)



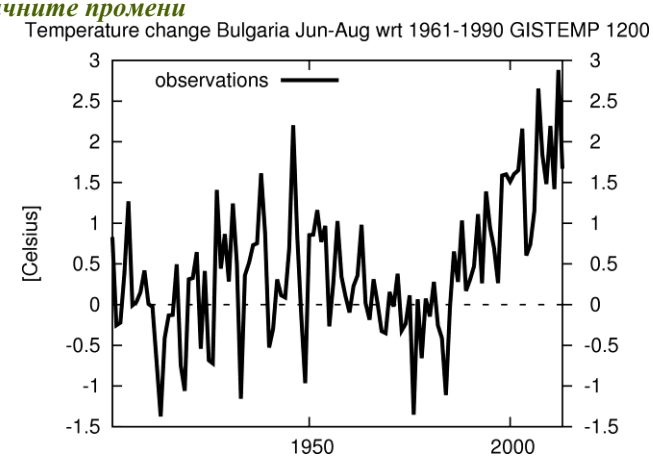
Фиг.7.Промени на средната температура на въздуха в България през пролетта през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни GISTEMP 1200)



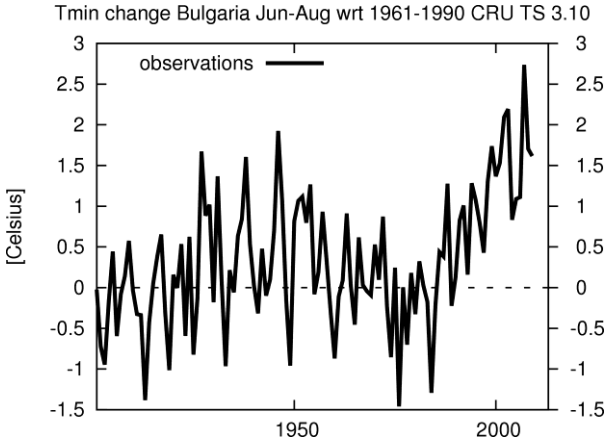
Фиг.8.Промени на средната минимална температура в България през пролетта през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10)



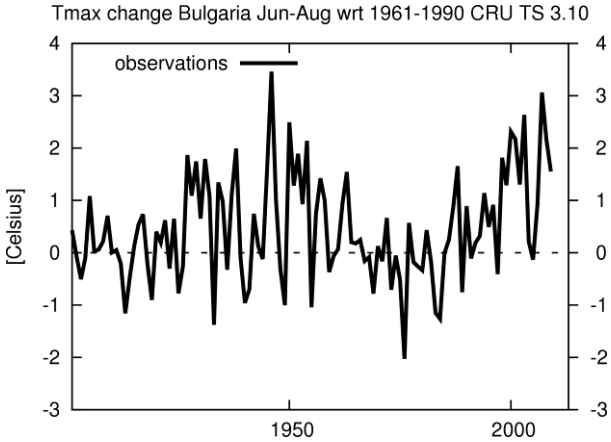
Фиг.9.Промени на средната максимална температура в България през пролетта през периода 1901 - 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10)



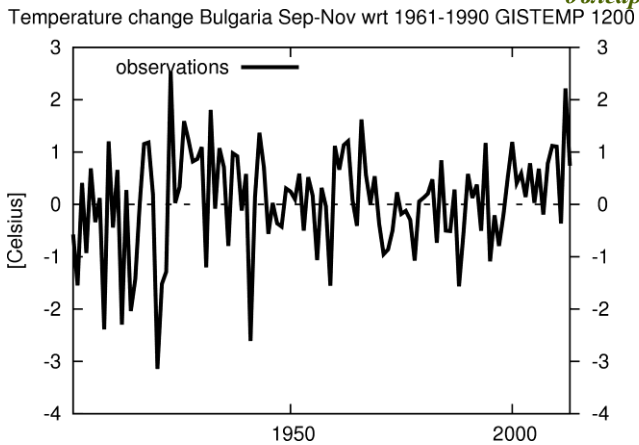
Фиг.10.Промени на средната температура на въздуха в България през лятото през периода 1901 - 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни GISTEMP 1200)



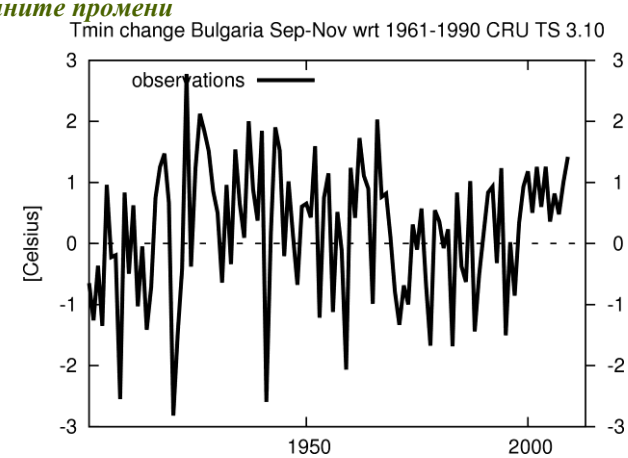
Фиг.11.Промени на средната минимална температура в България през лятото през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10)



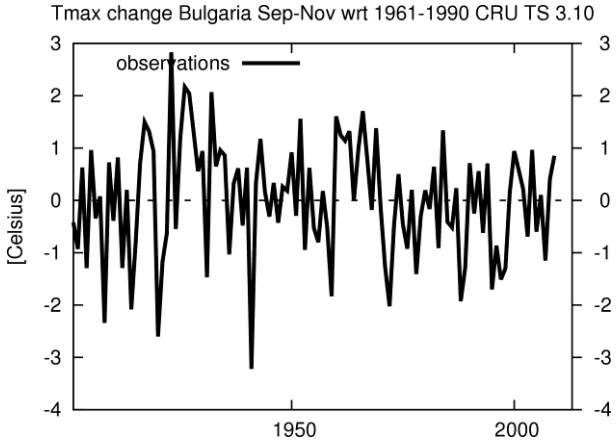
Фиг.12.Промени на средната максимална температура в България през лятото през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10)



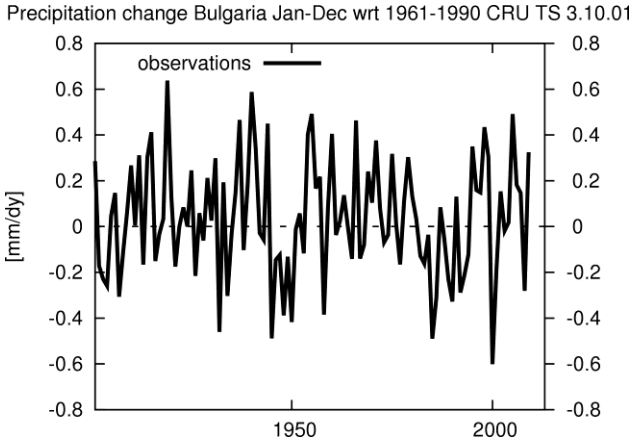
Фиг.13.Промени на средната температура на въздуха в България през есента през периода 1901 - 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни GISTEMP 1200)



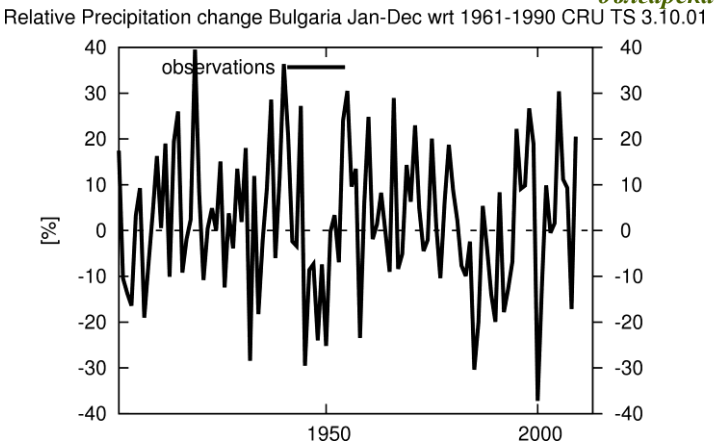
Фиг.14.Промени на средната минимална температура в България през есента през периода 1901 – 2009 в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10)



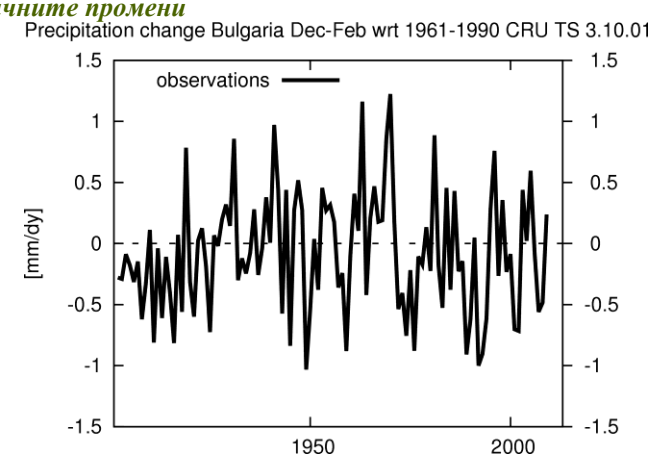
Фиг.15.Промени на средната максимална температура в България през есента през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10)



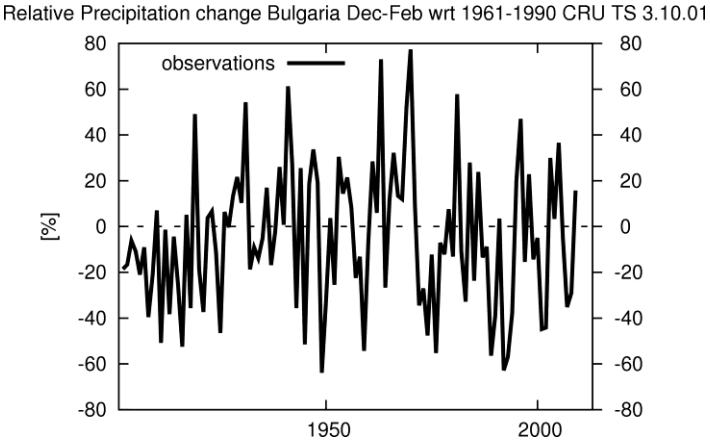
Фиг.16.Промени на средногодишните количества на валежите (mm/ден) в България през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10.01)



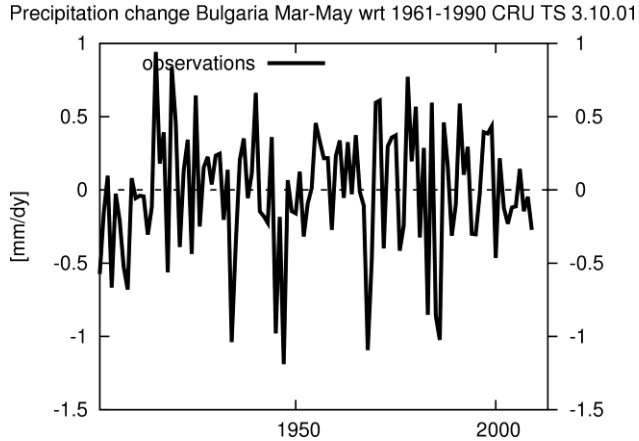
Фиг.17.Промени на средногодишните количества на валежите (%) в България през периода 1901 - 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10.01)



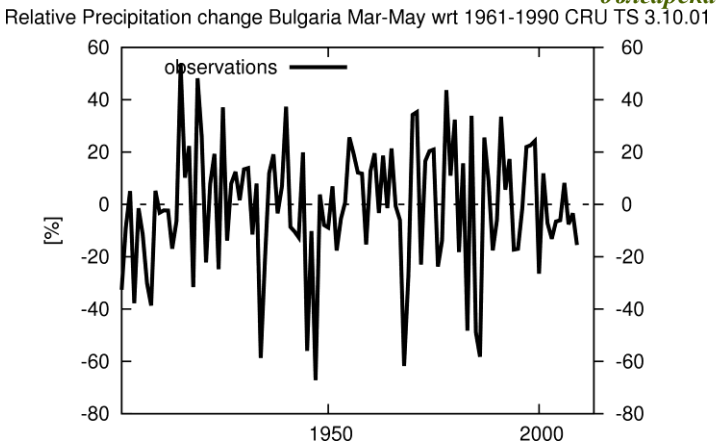
Фиг.18.Промени на средните количества на валежите (mm/ден) в България през зимата през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10.01)



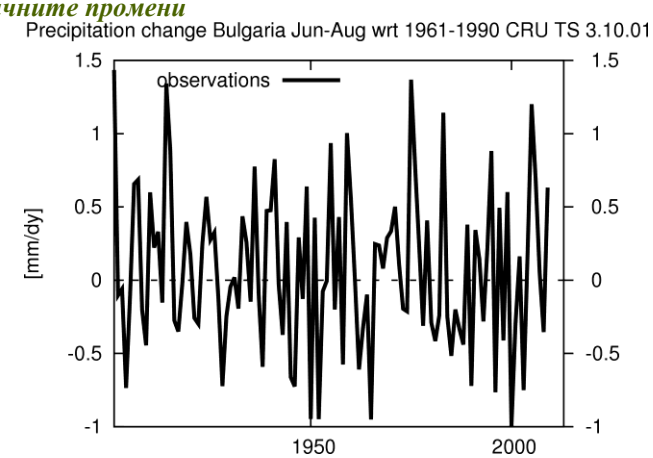
Фиг.19.Промени на средните количества на валежите (%) в България през зимата през периода 1901 – 2009 в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10.01)



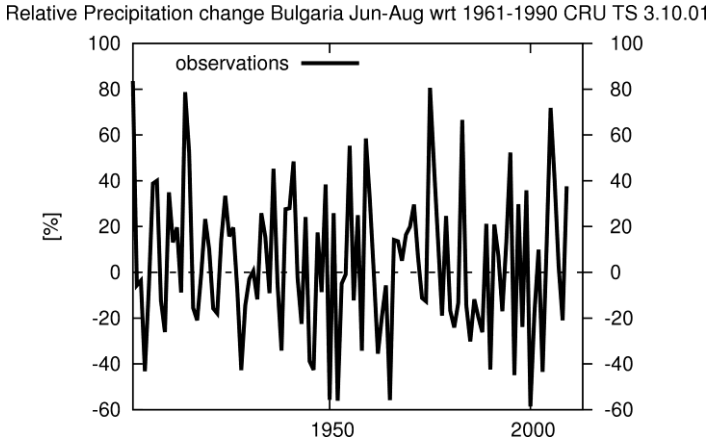
Фиг.20.Промени на средните количества на валежите (mm/ден) в България през пролетта през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10.01)



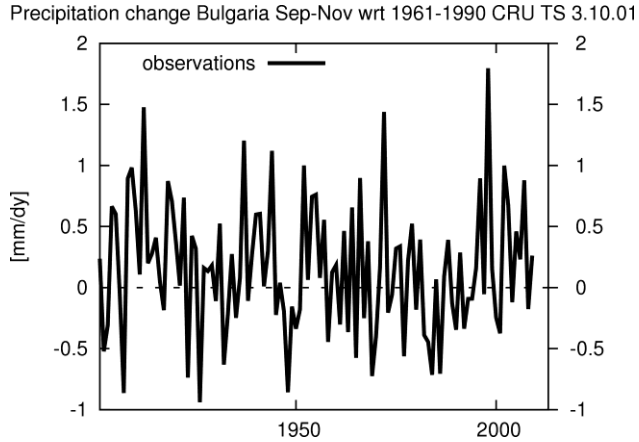
Фиг.21.Промени на средните количества на валежите (%) в България през пролетта през периода 1901 - 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10.01)



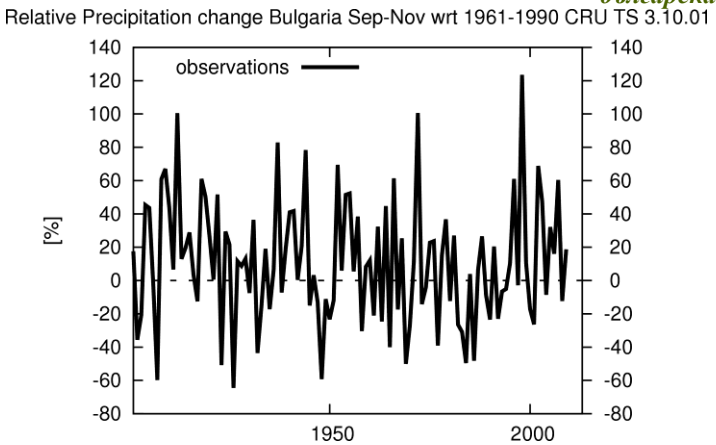
Фиг.22.Промени на средните количества на валежите (mm/ден) в България през лятото през периода 1901 – 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10.01)



Фиг.23.Промени на средните количества на валежите (%) в България през лятото през периода 1901 - 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10.01)



Фиг.24.Промени на средните количества на валежите (mm/ден) в България през есента през периода 1901 - 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10.01)



Фиг.25.Промени на средните количества на валежите (%) в България през есента през периода. 1901 - 2009 г. в сравнение с базисния климатичен период 1961-1990 г. (база данни CRU TS 3.10.01)

III. СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНАТА ЛИТЕРАТУРА

Александров, В. (ред) 2011. Методи за мониторинг, оценка и въздействие на сушата в България, София

Александров, В. (ред), 2010. Климатични промени, НИМХ БАН.

Александров, В. (ред), 2011.Сушата в България, София.

Александров, В. 2006. Мониторинг на почвеното засушаване (преглед). В проект : ”Изграждане на капацитет за устойчиво управление на земите в България”. UNDP-GEF, 2005-2008. С. 42.

Александров, В., Н. Петкова, 2011. Изменения и колебания на снежната покривка в планинските райони на България, Национална работна среща “ Устойчиво развитие на планинските региони: наука и практика”, София, БАН, 19 май, 2011.

Анализ на заплахите и оценка на риска за приоритетни горски местообитания от мрежата Натура 2000 в България в рамките на Проект „Съхраняване на генетичния фонд и възстановяване на приоритетни горски хабитати в НАТУРА 2000 зони” Life10/NAT/BG/000146), Финален доклад , София, 2012.

Артинян, Е., Спиридонов, В., Богачев, А., Димитров, Д., 2005. принципна схема за прогнозиране на високи води в поречието на р. Арда с цел защита на населението и оптимизиране работата на хидроенергийните съоръжения от каскада „Арда”, Сборник доклади от Първа национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс. 194-201.

Атлас на Народна Република България, 1973, БАН.

Блъскова,Г., 1994. Ръководство за упражнения по дървесинознание. Земиздат.С.

Бояджиев, Т.1994. Почвена карта на България според американската таксономична система. Почвознание, агрохимия и екология. № 4-6. 43-51.

Бручев, И., (ред.), 1994. Геоложката опасност в България. Обяснителен текст към карта в М 1: 500 000. Изд. БАН, София.

Бъчваров М., Цв.Тончев (2000) Основи на туризма, София

Векилска, Б., 2004. Обща климатология, УИ „ Св. Климент Охридски”, София, сс 283.

Велев, С. 2005. Поройните валежи в България през XX век. Проблеми на Географията 1-2, 169-172.

Велев, Ст. 2010. Климатът на България, С. сс. 75-77.

Векилска, Б., 2004. Обща климатология, УИ „ Св. Климент Охридски”, София, сс 283.

в-к „Новинар”, 12 ноември, 2007. http://novinar.bg/news/shtorm-potopi-dva-tankera-na-vhoda-na-cherno-more_MjQxNjsxOA==.html

Воденска М., М. Асенова (2011) Въведение в туризма, МАТКОМ, София

Генев, М, Божилова, Е. 2005. Речните прииждания в поречията на реките Янтра и Арда, Сборник доклади от Първа национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс.178-186.

Герасимов,С.,1963, Някои проблеми на анализите на високите вълни и възможности за тяхното решение, Трудове на ИХМ, т. II.

Герасимов, С. и др., 1980, Максимален отток, В: Хидрологичен наръчник, С. , Техника.

Гогушев, Г. (2010). Синтаксономичен анализ на дъбовите гори в Западни гранични планини. С. Дисертация, ЛТУ, 185.

Годишен доклад за състоянието на националната сигурност на Република България през 2011 година. Приложение 1 към Решение № 476 на МС от 2012 г.

Гочева Р. България е третият най-голям енергиен прахосник.- СЕГА-Иконмика, бр.4801,26.09.2013.

Делков, Н. 1992. Дендрология. Мартилен. С. с. 366.

Димитров, Б., 1995. Разливания и наводнения на добруджанските черноморски реки, Год. СУ"Климент Охридски", ГГФ, 87, т. 2, сс. 171-182.

Донов В. и колектив, 1991. Причини за съхненето на иглолистните култури у нас. ЛТУ- НИС.

Дончева, М., Л. Малинова, Д. Безлова, М. Николова, К.Богданов, И. Колева. 2009-2010. Методика за изчисляване на емисии и поглътители на парникови газове от сектор "Използване на земята, промяна в използването на земята и горско стопанство съгласно изискванията на РКОНИК и Протокола от Киото". МОСВ-ИАОС.127

Драганов, Д., М. Гюрова, 1982. Земеделска Метеорология, ВСИ „В. Коларов", Пловдив.172-184.

Дунчев, Ал. 2007. Проучване върху възобновителните процеси във ветровални площи в смърчови гори на ПП „Витоша". Дипл.работа. ЛТУ.

Енчев, Е., 1984. Дървесинознание. Земиздат.С.с 322.

Закон за енергетиката изменен от 26.07.2013 г.

Зелена книга по енергийна ефективност

Изменение на климата – анализи, оценки, прогнози. Принос към Третия национален план за действие по изменение на климата (2013-2020). 2012. МОСВ. С. 231.

Индес на рисковите за енергийната сигурност на България.Policy Brief No. 40, Септември 2013

Каменов, Б. И.Илиев, 1963. Инженерно-геоложко райониране на България. Сборник трудове 2,5, 125. В: Бручев, И., (ред.), 1994. Геоложката опасност в България. Обяснителен текст към карта в М 1: 500 000. Изд. БАН, София.

Карагьозова, Ц., 2010. България – Географски атлас, ТанграТаНакРа, София. сс. 101, 99

Климатичен справочник, 1982. НИМХ БАН.

Колева, Е и Р. Пенева, 1990. Климатичен справочник за НР България. Валежи в България. НИМХ БаН, София.

Костов Е. (1994) Въведение в икономиката на туризма, София

Костов и кол. 2011. Режими за устойчиво управление на горите по Натура 2000. ISBN 978-954-90748-9-5.

Костов, Г. и Е. Рафаилова, 2009. Динамика на горските ресурси в България при различни режими на стопанисване, 320 стр.

Любенов, К., В. Константинов. 2008. Анализ и оценка на пожарите и пожарната опасност в горите. Лесовъдска мисъл, 1-2 (36), 57-73.

Малинова Л., М. Дончева, Д. Безлова. 2011. Определяне запаса на органичен въглерод в почви от категория земеползване „Гори" за целите на инвентаризацията на емисии/поглъщане на парникови газове. Почвознание, агрохимия и екология. ISSN 0861-9425. год. XLII. бр.1. Издателство на Селскостопанска академия.С. 32-40.

Малинова, Л., Е. Молле, Я. Любенов. 2011. Проучване варирането на органичен въглерод в Cambisols от стационарна пробна площ „Юндола". Международна конференция „100 години почвена наука в България". 16-20 май. София, част 1, 171-175.

Мардиросян, Г., 2007. Природни бедствия и екологични катастрофи. Изучаване превенция защита. Акад. Изд. „Проф. Марин Дринов", София,с.301.

Мардиросян, Г., Б. Рангелов, А. Близнаков, 2011. Природни бедствия. Възникване, последици, защита. АИ „ Авит Консулт", София, сс. 109-110.

МЗХ-ИАГ, 2012. Годишен отчетен доклад на ИАГ .

МИЕ (2013) Туризъм, Статистически данни (http://www.mi.government.bg/bg/themes-c262.html)

Милина В. Нови тенденции в политиката за сигурност на критичната енергийна инфраструктура. 2013г.

Михов, С., И. Христов, 2010. Опазване и възстановяване на речните коридори. WWF Дунавско-Карпатска програма България. http://awsassets.panda.org/downloads/bg_vodi_all_2.pdf

Модев, Ст., С. Кирилова, 2005. Влияние на водохранилищата в засегнатите от наводненията райони на територията на Република България в периода 4-8.08.2005г., Сборник доклади от Първа национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс.201-211.

МОСВ, 2014. http://eea.government.bg/bg/soer/2011/climate/climate1.

Национална стратегия за развитие на горския сектор в България за периода 2013 - 2020г. http://www.iag.bg

Недков, Ст., 2007. Моделиране на оттока на малки водосбори при случаи на наводнение, Сборник доклади от Втора национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс. 299-309.

Николов, В., 2007а. Геоморфоложки методи за оценка на опасността от наводнения в планински водосбори, Сборник доклади от Втора национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс. 338 - 350.

Николов, В., 2007б. Приложение на геоморфоложки методи за оценка на катастрофалното наводнение на 6 овгуст2007 г. в гр. Цар Калоян, Сборник доклади от Втора национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс. 350-361.

Николова, М., 1998. Системния подход в географския анализ на риска, Проблеми на географията, книга 3-4, БАН, София, сс.

Николова, М., 2002. Температура на въздуха, В: География на България. Физическа и социално-икономическа география, ФорКом, с. 147.

Николова, М., 2007б. Климатични условия за формироне на високи вълни и наводнения във водосбора на р. Малки Искър над гр. Етрополе, Сборник доклади от Втора национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс. 309 - 319

Николова, М. 2008. Управление на риска от опасни природни явления в планинските общини, Проблеми на географията, кн. 1-2, БАН, сс. 71-77.

Николова, М., 2010. България – Географски атлас, ТанграТаНакРа, София. сс. 87, 85.

Николова М. (2012) Климатични промени и туризъм, Сборник от международна конференция " Географски науки и образование" 19-20 октомври, ШУ "Еп. Константин Преславски"

Николова, М. С. Недков, 2012. Рискът от наводнения. ГИС моделиране на промените в околната среда за оценка на риска от наводнения, ТерАрт, сс.247.

Николова, М., Ст. Недков, 2012. Рискът от наводнения. ГИС моделиране на промените в околната среда за оценка на риска от наводнения.ТерАрт, София, сс.247.

Николова, М., Недков, С., Генев, М., Николов, В., Коцев, Ц., Вацева, Р., Зъздров, И., Крумова, Ю., Сланчева, О., Дукова, А., 2007. Приложение на модела KINEROS за определяне на застрашените от наводнение територии в басейна на р. Малки искър, Сборник доклади от Втора национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс. 361 - 372.

НСИ (2013) (http://statlib.nsi.bg:8181/isisbgstat/SSP/isisframes-basic.html)

НСИ, 2014. http://www.nsi.bg/

Орлова, С. Д., В. Д. Васильевской. 1994. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. Московского университета.

Палазов, А., Хр. Станчев, 2007. Средномногогодишни и екстремални вълнови условия в българската прибрежна зона на Черно море, Сборник доклади от Втора национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс. 273-283.

Панов, П. 2007. Ръководство за гасене и превенция на горски пожари, София. «Минерва» ISBN 978-954-8702-03-4.

Попов Г. и кол. 2013. Трансформация на иглолистните култури създадени извън ареала на естественото им разпространение в широколистни гори (отчет)

Попов, Г., П. Иванов, 1996. Стопанисване на иглолистните култури, създадени извън ареала на естественото им разпространение, сп. Гора, бр.5.

Преглед на българския енергиен пазар. Доклад HSBS, 2011г.

Предварителна оценка на риска от наводнения в главните речни басейни на Р България – методика за оценка на риска от наводнения, съгласно изискванията на Директива 60/2007/ЕС, 2011, Част А, мосв, с. 59.

Програма от мерки за адаптиране на горите от РБ и смекчаванепна негативното влияние на климатичните промени върху тях. 2011. FUTUREforest

Проект за енергийна стратегия на България до 2020г.

Проект на стратегия за национална сигурност на Република България.07.06.2010 |БА

Работен документ на службите на Комисията-Обобщена оценка на въздействието придружаваща съобщението „Стратегия на ЕС за адаптация към изменението на климата“. Брюксел, 16.04.2013г.

Раев И., Роснев Б., 2003. Засушаването в България съвременен аналог на климатичните промени. БАН ISBN954-90896-1-4.

Раев, И. И др. 1996. Bulgarian Country Study to Address Climate Change. Inventory of the Greenhouse Gases Emission Sources and Sinks. Alternative Energy Balance and Technical Programs. Елемент 2- Оценка потенциала на горите за поглъщане на парникови газове. Уязвимост спрямо климатичните промени и мерки за адаптация на горската и земеделската растителност в България. Смекчаване влиянието на климата в неенергийния сектор. с.104.

Раев, И., G. Knight, М. Станева, 2003. Засушаването в България – съвременен аналог на климатични промени. Природни, икономически и социални измерения на засушаването 1982-1994.БАН, София, сс.284.

Раев, И., О. Грозев. 1996. Акумулация на CO2 в надземната маса на българските гори през периода 1955-1993г. Сборник научни доклади. Втора Балканска конференция по проучване, опазване и използване на горските ресурси. 3-5.06.1996. София., том 1, 268-272.

Раев, Ив и кол. 2011. Програма от мерки за адаптиране на горите от РБ и смекчаванепна негативното влияние на климатичните промени върху тях. FUTUREforest.

Роснев, Б. 1987. Разпространение и динамика на епифитотиите причинявани от кореновата гъба (Heterobasidion annosum /Fr./ Bref.) в иглолистните гори на България и методи за тяхното ограничаване. Автореферат за получаване на научната степен „Доктор на селскостопанските науки”, София, 47 стр.

Роснев, Б., П. Мирчев, П. Петков, Г. Георгиев, Хр. Цаков, Хр. Стойков, Й. Петров, Я. Найденов, Хр. Христов, М. Матова, М. Георгиева, М. Кирилова. 2006. Състояние на церовите гори в България и мероприятия за тяхното подобряване, София, Фондация “Силвика”, 120 стр.

Роснев, Б., П. Петков. 1992. Върху патологичните причини за влошаване на здравословното състояние на цера (Quercus cerris L.) в България. В Сб.: „Национална научно-техническа конференция по лесозащита”, 45-51.

Роснев, Б., Ст. Златанов. 1982. Трахеомикозно заболяване на зимния дъб в Източна Стара планина. Горско стопанство, 8, 50-54.

Русева, С. (ред.), 2010. Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Част I. Северна България. Изд. ‘Публиш СайсСет –Еко’, София. с.11

Сантурджиян, О., Цанков К. 2005. Обилните валежи и наводненията – нова, недостатъчно оценена заплаха за страната, Сборник доклади от Първа национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс. 116-124.

Симеонов, П., 1984. Върху режимана градовите явления в Горнотракийската низина. Хидрология и метеорология, кн. 6, НИМХ.

Симеонова, Г, 1988. Формиране на бреговата зона на водоемите при различни инженерно-геоложки условия в България. Дисертация, ЛГСЗОТ, БАХ,234с. В: Бручев, И., (ред.), 1994. Геоложката опасност в България. Обяснителен текст към карта в М 1: 500 000. Изд. БАН, София.

Славова П. За мерките при променящия се климат в България. 07.02.2013г.

Стойчева, А., Л. Латинов, 2005. Синоптични условия през зимата на 2005 г. , предизвикали наводнения и снежни бури в някои райони на България, Сборник доклади от Първа национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс. 211-220.

Събитията на 2005-а: Наводненията в България (обзор, Агенция „Фокус") http://bedstvia.start.bg/article.php?aid=3189

Състояние на реките през 2006 г. НИМХ , http://www.meteo.bg/

Теохаров, М. 2004. Корелация на почвите, отразени в картата и класификацията на България със световната референтна база (WRBSR, 2002). Почвознание, агрохимия и екология. № 4. 3-13.

Тетовски, М., 2005. Наводненията в България през 2005 г., http://svami.hit.bg/Valezhite%20v%20Bulgaria.doc

Тишков, Х., 1972. Фьонът неговото отражение върху характера на времето и локалния климат в средния Предбалкан и част от Дунавската равнина, Известия на Географския институт, БАН, т. XV, сс 75-97.

Топлийски, Д. 2003. Хронологична структура на климатичния индекс на Горчински в България.Годишник на СУ „ Св. Климент Охридски", География, кн. 2 т. 95.сс. 57-67.

Францова, А., Рангелов, Б., Г. Мардиросян, 2005. Мултирисков анализ на наводненията в България – 2005 г., Първа национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението. София, БАН, 10 ноември, сс. 71- 80.

Христов, Х., Латинов, Л., 2005. три обстановки през лятото на 2005 г., довели до наводнения в България, Сборник доклади от Първа национална научно-практическа конференция по управление в извънредни ситуации и защита на населението, София, БАН, сс. 134-142

Четвърто национално съобщение по изменение на климата. Рамкова конвенция на ОН по изменение на климата. София,2006г.

Шуйский, Ю., Г. Симеонова. 1982. Относно типовете абразионни клифове, разпространени по българските брегове на Черно море. Инженерна геология и хидрогеология, 12, 11-21. В: Бручев, И., (ред.), 1994. Геоложката опасност в България. Обяснителен текст към карта в М 1: 500 000. Изд. БАН, София.

Adapting to climate change: Towards a European framework for action Brussels, WHITE PAPER, 2009. 147 .

Adapting to climate change in Europe – options for EU action, 2007. Green paper. Commission to the Council, the European Parliament, European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions . 849.

Battisti, A, M. Stastny, S. Netherer, C. Robinet, A. Schopf, A. Roques, S. Larsson. 2005. Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. Ecological Applications, 15, 2084-2096.

Below, R., Wirtz, A., and Guha-Sapir, D., 2009. Disaster Category Classification and peril Terminology for Operational Purposes, Working Paper, Universite Catholique de Louvain, pp. 1-10.

Bocheva, L., Gospodinov, I., Simeonov, P., Marinova, T., 2010. Climatological Analysis of the Synoptic Situations Causing Torrential Precipitation Events in Bulgaria over the Period 1961–2007, Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe, Part 2, 97-108, (doi: 10.1007/978-90-481-8695-2_9).

Bocheva, L., T. Marinova, P. Simeonov, 2011. Long-term variability and distribution of thunderstorms in non-mountainous Regions of Bulgaria (1961-2010). 6th European Conference on Severe Storms, 3-7 October, 2011, palma de Mallorca, Balearic Islands, Spain.

Bocheva, L., I. Gospodinov, P. Simeonov, T. Marinova, 2009. On Change in Extreme Daily Precipitation Characterisics in Bulgaria (1961-2007). 5th European Conference on Severe Storms, 12-16 October, Landshut, Germany.

Bocheva, L., Gospodinov, I., Simeonov, P., Marinova, T., 2010. Climatological Analysis of the Synoptic Situations Causing Torrential Precipitation Events in Bulgaria over the Period 1961–2007, Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe, Part 2, 97-108, (doi: 10.1007/978-90-481-8695-2_9).

Brooks, N. (2003). Vulnerability, Risk and Adaptation: A conceptual framework, Working paper 38, Tyndall Centre for Climate Change Research, pp. 6-15. Retrieved from http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/wp38.pdf

Ciscar, J. C. (Ed.), 2009. Climate change impacts in Europe.Final report of the PESETA research project, EC JRC DOI 10.2791/32500, ISBN 978-92-79-14272-7

Choi, O. and A. Fisher, 2003: The impacts of socioeconomic development and climate change on severe weather catastrophe losses: Mid-Atlantic Region (MAR) and the US. Climatic Change, 58(1-2), 149-170. In: IPCC 2012: Managing the Risk of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

CLAVIER, 6FP (2006 – 2009). http://www.clavier-eu.org

Climate ADPT, 2013. http://climate-adapt.eea.europa.eu/

Climate change, impacts and vulnerability in Europe (2012), An indicator-based report, EEA. http://www.eea.europa.eu//publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012

CLIMSAVE, 2013. http://www.climsave.eu/climsave/doc/Report_on_key_impacts_and_cross-sectoral_interactions.pdf

Dakova, S., 2009. Extreme Hydrological Events _ Driught and Flood in Context of Changing Climate. Geophiscal Research Abstracts, Vol. 11., EGU 2009-3376, EGU General Assembly.

Dale, V.H., L.A. Yoyce, S. McNulty, R.P. Nielson, M.P. Ayres, M.D. Simberloff, F.J. Swanson, B.J. Stocks, M.B. Wotton. 2001. Climate Change and Forest Disturbances. BioScience, 51 (9), 723-734.

Dankers, R., Hiederer, R., 2008. Extreme Temperatures and Precipitation in Europe: Analysis of a High-Resolution Climate Change Scenario, JRC,EUR 23291 EN, 2008 p. 82

Debarati Guha-Sapir, Philippe Hoyois and Regina Below, 2013. Annual Disaster Statistical Review 2012.The numbers and trends, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, Institute of Health and Society (IRSS), Université catholique de Louvain, http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2012.pdf

Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ). 2004. Risk Analysis – A Basis for Disaster Risk Management,

Dregne, E., N. Chou. 1992. Global Desertification Dimensions and Costs. – In: Degradation and Restoration of Arid Land. Lubbock: Texas Tech. University.

EC, 2013. An EU strategy on adaptation to climate change. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0216:FIN:EN:PDF

EEA, 2008. Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment. Report No 4. Joint EEA-JRC- WHO report. http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_reference_report_2008_09_climate_change.pdf

EEA, 2011. http://www.eea.europa.eu/themes/climate

EEA,2012a.ReportNo12, http://www.energee-watch.eu/sites/default/files/Climate%20change-%20impacts%20and%20vulnerability%20in%20Europe%202012.pdf, (Доклад 12 на Европейската агенция по околна среда "Климатични промени, въздействие и уязвимост 2012").

EEA, 2012b. Key facts and messages. http://www.eea.europa.eu/themes/climate

EEA, 2013. Report No3. Adaptation in Europe. Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments.

EM-DAT 2013. http://www.cred.be/project/em-dat

EMI Energy Management Institute,www.emi-bg.com/

European Climate Adaptation Platform. http://climate-adapt.eea.europa.eu/web/guest/vulnerabilities-and-risks

Evans et al., 2004; In: IPCC 2012: Managing the Risk of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

Fayen, L., Dankers, R. and K. Bodis, 2010. Climate worming and future flood risk in Europe, In; The Euroipean Environment. Adapting to Climate Change. State and Outlook, 2010. EEA, p. 13.

Fayen, L., Dankers, R., Barredo, J., Kalas, M., Bodis, K., Ad de Roo, Lavalle, K., 2006. Flood Risk in Europe in a Changing Climate, PESETA: Projection of Economic Impact s of climate Change in Sectors of Europe Based on Buttom-up Analysis, IES, JRC, Luxemburg, EUR 22313 EN, p.1-20.

Fitzgerald, J. and Lindner, M. (eds.) 2013. Adapting to climate change in European forests - Results of the MOTIVE project. Pensoft Publishers, Sofia, 108 pp.

Garcia, J., Wagan, A., Medina, S., Simplicio, M. VAST-Agro: Community- based Vulnerability and Adaptive Capacity Assessment for Agriculture. Retrieved from http://www.google.bg/#fp=2feca5a13ebc64f7&q=VAST-Agro:+Community-+based+Vulnerability+and+Adaptive+Capacity

Global Biodiversity Outlook 3, May, 2010, p. 56. http://www.cbd.int/gbo3/

Global Cimate Risk Index, 2012. GERMANWATCH, Think Tank & Research.

http://ec.europa.eu/clima/news/articles/news_2013092701_en.htm

Global Cimate Risk Index, 2014. GERMANWATCH, Think Tank & Research.

Gocheva, A. L. Trifonova, T. Marinova, L. Bocheva, 2006. Extreme hot spells and heat waves on the territory of Bulgaria. CD Proceedings from Conference Water Observ ation and Information Systems for Decision Support (BALWOIS),23-26 May, Ohrid, Macedonia (FYR).

Hall et al., 2005; In : Managing the Risk of Extreme Events and Disaster to Advance climate Change Adaptation. A Special Report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.

Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

http://ec.europa.eu/clima/news/articles/news_2013092701_en.htm

Hanewinkel, M., Cullmann, D. A., Schelhaas, M.-J., Nabuurs, G.-J. and Zimmermann, N. E. 2012. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land.Nature Climate Change 3: 203–207.
http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/euro_forests/full_report_en.pdf
http://www.nature.com/nclimate/journal/v3/n3/full/nclimate1687.html

http://www.tso.bg/uploads/file/Profile/bg/ESO_Annual_Report_2012.pdf

Harmeling, S. 2009. Global Climate Risk Index 2007. Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-Related Loss Events in 2012 and 1990, GERMSNWATCH.

Harmeling, S. 2010. Global Climate Risk Index 2010. Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-Related Loss Events in 2012 and 1990, GERMSNWATCH.

Harmeling, S. 2011. Global Climate Risk Index 2011. Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-Related Loss Events in 2012 and 1990-2009., GERMSNWATCH.

Harmeling, S. 2012. Global Climate Risk Index 2012. Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-Related Loss Events in 2012 and 1993-2012., GERMSNWATCH.

Harmeling, S. and D. Eckstein, 2013. Global Climate Risk Index 2013. Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-Related Loss Events in 2011 and 1991-2010., GERMSNWATCH.

Huber, D. and J. Gulledge, 2011. “Extreme weather & climate change : Understanding the link and managing the risk”, Science and Impacts Program. Center for Climate and Energy Solution:Arlington, VA. Avilable at: http://www.c2es.org/publications/extreme-weather-and-climate-change.

Huntly B. 1991. How plant respond to climate change: migration rates, individualism and the consequences for plant communities. Annals of Botany, 67, 15-22.

Huntly B. 2007 Climatic change and the conservation of European biodiversity: Towards the development of adaptation strategies. Discussion paper presented at the First meeting] of the Group of Experts “Climate change and biodiversity”, Strasbourg, 58 pp.

Impacts of Climate Change on European Forests and Options for Adaptation. 2008. AGRI-2007-G4-06 Report to the European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development.

Impact of Europea’s Changing Climate, 2008. Indicator -based Assessment. Adaptation to Climate Change.

IPCC GPG. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Chapter 3. Section 3.2. 83.

IPCC GPG. 2006. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Chapter 4. 79.

IPCC, 2007. Climate change 2007: Synthesis Report (Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC 2012: Managing the Risk of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK,and New York, NY, USA, 582 pp.

IPCC, 2013. http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/#.Uua1Dzj8Jdg

IUCN. 2003. Climate change and nature: Adapting for the future, The World Conservation Union, Gland

Kleinen and Petschel-Held, 2007). In: Managing the Risk of Extreme Events and DisASTER TO Advance climate Change Adaptation. A Special Report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

Knight, G., I. Raev, M. Staneva, 2004. Drought in Bulgaria. Ashgate, MPG Books Ltd., pp.335

Kok, K., M. Grambeerger, K. Zellmer, K. Simon, J. Juger and I.Omann, 2013. The CLIMSAVE Projec. Climate Change Integrated Assessment Methodology for Cross-Sectoral Adaptation and Vulnerability in Europe.pp17-19.

Kundzewicz, z., W., Graczyk, D., Maurer, T., Pinskwar, I., Radziejewski, M., Svenson,S., and Szwed, M., 2005. Trend detection in river flow series: 1 Annual maximum flow. Hydrol. Sci. J. 50 (5), pp. 797-810.

Koleva, E. and V. Alexandrov, 2008. Drought in the Bulgarian low regions during 20th century. Theoretical and applied climatology 92. Netherlands, pp. 113-120.

Lehner, B., Doll, P.,Alcamo, J., Henrichs, T., Kaspar, F., 2006. Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: A continental, integrated analysis, Climate Change 75:273-299, Springer (doi: 10.1007/s10584-006-6338-4).

Le Treut, H., and McAvaney, B.J., 2000. A Model Intercomparison od the equilibrium climate change in response to CO2 doubling. Note du pole se modelisation del'IPSL, 18, Paris, In: Mitchell, J., Love, J., A Wood, R., Vellinga, M., 2006. Extreme Events due to Human-indused Climate Change, Philosophical Transactions of the Royal Society, A 364, 2117-2133. (doi:10.1098/rsta.2006.1816).

Luo Y., X. Zhou. 2006. Soil respiration and Environment. ISBN -13.978-0-12-088782-8. Elsevier. USA. 316.

Macklin, M. G. and Rumsby, B. T. (2007), Changing climate and extreme floods in the British uplands. Transactions of the Institute of British Geographers, 32: 168–186. (doi: 10.1111/j.1475-5661.2007.00248.x).

Mitchell, R.J.; Morecroft, M.D.; Acreman, M.; Crick, H.Q.P.; Frost, M.; Harley, M.; Maclean, I.M.D.;Mountford, O.; Piper, J.; Pontier, H.; Rehfisch, M.M.; Ross, L.C.; Smithers, R.J.; Stott, A.; Walmsley,C.A.; Watts, O.; Wilson, E. 2007. England biodiversity strategy – towards adaptation to climate change. Final report to Defra for contract CRO327.

Mokrech et al., 2008 In: Managing the Risk of Extreme Events and Disaster to Advance climate Change Adaptation. A Special Report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

Mortsch, L.D. 2006. Impact of climate change on agriculture, forestry and wetlands. – In: Bhatti, J., R. Lal, M. Apps, M. Price (Eds.). Climate change and managed ecosystems, Taylor and Francis, CRC Press, Boca Raton, FL, US, pp. 45-67.

Munich RE (NatCatService) http://www.munichre.com/geo

National Report on Human Development . Bulgaria. (2004). Municipalities indices. Sofia: United Nations Development Program (UNDP). Retrieved from http://www.undp.bg/uploads/documents/1176_602.pdf

ND-GAIN, 2013. University of Notre Dame Global Adaptation Index. Detailed Methododlogy Report. http://gain.org/

NOAA, 2012. http://co2now.org/

Olson, J. S., J. A.Watts, L. J. Allison. 1983. Carbon in vegetation of major world ecosystems. ORNL-5862. Oak Rindge National Laboratory. Tennessee. 152 pp.

Orazio, Christophe et al. 2013. The Influence of Climate Change on European Forests and the Forest Sector. http://www.rokfor.eu/

Overpeck, J.T., D. Rind, R. Goldberg. 1990. Climate-induced changes in forest disturbance and vegetation. Nature, 343, 51-53.

Peduzzi, P., B. Chatenoux, H. Dao, C. Herold, and G. Giuliani, 2011: Preview Global Risk Data Platform. UNEP/GRID and UNISDR, Geneva, Switzerland, preview.grid.unep.ch/index.php?preview=tools&cat=1&lang=eng

PESETA, 2009. http://peseta.jrc.ec.europa.eu

Petkova, N., V. Alexandrov and E. Koleva, 2010. Snow Cover Variability in Bulgaria, 1931-2005, In: Proceedings of papers from International Conference "Geography and Regional Development", Sofia, BAS, 2010, 198-204.

Simeonov, P. L. Bocheva, T. Marinova, 2007. A climate study of severe storms over Bulgaria: Frequency distribution and severity. 4th European Conference on Severe Storms, 10-14 September, Trieste, Italy.

Simeonov, P., Bocheva, L., Marinova, T., 2009. Severe convective storms phenomena occurance during the warm half of the year in Bulgaria (1961-2006). Atmos. Research 93 (1-3):498-505.

Smith, K., 1992. Environmental Hazards: Assessing Risk and Redusing Disasters, Routledge, NY pp. 46-52., pp. 220-240.

SOER, 2010. http://www.eea.europa.eu/soer

Sonke, K. and D. Eckstein, 2014. Global Climate Risk Index 2014. Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-Related Loss Events in 2012 and 1993-2012., GERMSNWATCH, Think Tank & Research.

The Vulnerability of Energy Infrastructure to Environmental Change, Cleo Paskal, Chatham House Briefing Paper, July 2009.

Trenberth, K., 2012. Framing the way to relate climate extremes to climate change, Climate Change, 115:283.

Trenberth, K.E. 2012. Framing the way to relate climate extremes to climate change. Climate change 115. Springer, 283-290.

Trenberth KE, Jones PD, Ambenje P, Bojariu R, Easterling D, Klein Tank A, Parker D, Rahimzadeh F, Renwick JA, Rusticucci M, Soden B, Zhai P., 2007. Observations: surface and atmospheric climate change. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis MC, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds) Climate Change 2007. The physical science basis. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, pp 235–336

Turn Down the Heat. Why 4 C womer world must be avoied, World Bank, Nov. 2012 http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/Turn_Down_the_heat_Why_a_4_degree_centrigrade_warmer_world_must_be_avoided.pdf

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster reduction). (2005). Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters. World Conference on Disaster Reduction, Hyogo: Retrived from http://www.unisdr.org/we/inform/publications/1037

UNISDR, 2011: Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development. United Nations International Strategy for Disaster Reduction Secretariat, Geneva, Switzerland, Information Press, Oxford, UK, pp. 178

United Nations, 2002. Risk awareness and assessment. In: Living with Risk, pp. 39-78. Geneva: ISDR, UN, WMO and Asian Disaster Reduction Centre.

Vanhanen, H., T.O. Veleli, S. Paivinen, S. Kellomaki, P. Niemela. 2007. Climate change and range shifts in two insect defoliators: Gypsy moth and nun moth - A model study. Silva Fennica, 41, 621-638.

Weber, M.G., M.D. Flannigan. 1997. Canadian boreal forest ecosystem structure and function in a changing climate: impact on fire regimes. – Environ. Rev., 5,145-166.

Weslien,J.L Finerq J. Jonsson, H. Koivisalo, A. Lauren, T. Ranius, B. Sigurdsson. 2009.Effects of increased forest productivity and wanner climates on carbon sequestration run-off water quality and accumulation of dead wood in a boreal landscape: A modeling study. Scandinavian J of forest Rescarch 24: 333-347.

Wu, P., Wood, R., scott, P., 2005. Human influence on increasing Arctic river discharges. Geophys. Res. Lett. 32, LO2703 (doi:10.1029/2001JB000420), In: Mitchell, J., Love, J., A Wood, R., Vellinga, M., 2006. Extreme Events due to Human-indused Climate Change, Philosophical Transactions of the Royal Society, A 364, 2117-2133. (doi:10.1098/rsta.2006.1816).