



ПРИЛОЖЕНИЕ към точка 7.2.1
Използване на модели при разработване
на Екологичната Оценка

на
Национален план
за възстановяване
и устойчивост

НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

(версия 1.5 от 06.04.2022г.)

София, Септември 2022

СЪДЪРЖАНИЕ

7.2.1	КЛИМАТ И АТМОСФЕРЕН ВЪЗДУХ	5
7.2.1.1	КЛИМАТИЧНИ ПРОМЕНИ	5
7.2.1.2	ВЪЗМОЖНОСТ НА АТМОСФЕРАТА ЗА САМООЧИСТВАНЕ	8
7.2.1.3	ВЕТРОВА ЕНЕРГИЯ	16
7.2.1.4	СЛЪНЧЕВА ЕНЕРГИЯ	23
7.2.1.5	ОСНОВНИ ИЗВОДИ	28
7.2.1.6	КАЧЕСТВО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ (КАВ)	30
7.2.1.7	ИНДЕКС НА ЗАМЪРСЯВАНЕТО	35

СПИСЪК ТАБЛИЦИ

ТАБЛИЦА 7.2.1-1	– ПРОГНОЗА ЗА ЕМИСИИТЕ НА ЗАМЪРСИТЕЛИ НА ВЪЗДУХА	35
ТАБЛИЦА 7.2.1-2	– ОБЩ ИНДЕКС НА ЗАМЪРСЯВАНЕ	36
ТАБЛИЦА 7.2.1-3	– ГРАНИЧНИТЕ СТОЙНОСТИ МЕЖДУ ИНДЕКСА ЗА ВСЕКИ ЗАМЪРСИТЕЛ	37
ТАБЛИЦА 7.2.1-4	– ИНДЕКСИ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ВЪЗДУХА И ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ЧОВЕШКОТО ЗДРАВЕ.	37

СПИСЪК ФИГУРИ

ФИГУРА 7.2.1-1	– ДЕНОНОЩЕН ХОД НА СРЕДНАТА ДЕБЕЛИНА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА РЕФЕРЕНТНИЯТ ПЕРИОД 1975–2004Г.	11
ФИГУРА 7.2.1-2	– ДЕНОНОЩЕН ХОД НА СРЕДНАТА ДЕБЕЛИНА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ПРЕЗ А) ПРОЛЕТА, Б) ЛЯТОТО, В) ЕСЕНТА И Г) ЗИМАТА ЗА РЕФЕРЕНТНИЯТ ПЕРИОД 1975 –2004Г.	11
ФИГУРА 7.2.1-3	– ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОД 2021-2050Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	12
ФИГУРА 7.2.1-4	– СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	12
ФИГУРА 7.2.1-5	– ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА .2070-2099Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	12
ФИГУРА 7.2.1-6	– СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	13
ФИГУРА 7.2.1-7	– ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2021-2050 ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	13
ФИГУРА 7.2.1-8	– СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА 2021-2050 ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	13
ФИГУРА 7.2.1-9	– ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	14
ФИГУРА 7.2.1-10	– СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	14
ФИГУРА 7.2.1-11	– ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2021-2050 ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	14
ФИГУРА 7.2.1-12	– СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	15
ФИГУРА 7.2.1-13	– ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	15
ФИГУРА 7.2.1-14	– СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА .2070-2099Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.	15
ФИГУРА 7.2.1-15	– ДЕНОНОЩЕН ХОД НА СРЕДНАТА ПЛЪТНОСТ НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 НА ГОДИШНА БАЗА.	18
ФИГУРА 7.2.1-16	– ДЕНОНОЩЕН ХОД НА СРЕДНАТА ПЛЪТНОСТ НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 ЗА ПРОЛЕТ, ЛЯТО, ЕСЕН, ЗИМА.	18
ФИГУРА 7.2.1-17	– ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ.	19
ФИГУРА 7.2.1-18	– СЕЗОНЕН И ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА.	19

Фигура 7.2.1-43 – Трите области на интегриране с хоризонтална разрешаваща способност съответно 81 км (D1), 27 км (D2) и 9 км (D3).....	32
Фигура 7.2.1-44 – Карти на годишната повторяемост на обобщените индекси на замърсяване [%] за всички емисионни сценарии в категория „Умерено замърсяване „(индекси 4, 5, 6).	39
Фигура 7.2.1-45 – Карти на годишната повторяемост на обобщените индекси на замърсяване [%] за всички емисионни сценарии в категория Високо замърсяване (индекси 7, 8, 9, 10).	40
Фигура 7.2.1-46 – Карти на годишната повторяемост [%] на случаите, когато доминантен замърсител при определяне на обобщените индекси на замърсяване с озон (O ₃) в 6, 12, 18 и 24 часа в категория „Умерено замърсяване„ (индекси 4, 5, 6), получени с емисиите при всеки от сценариите.	41
Фигура 7.2.1-47 – Карти на годишната повторяемост [%] на случаите, когато доминантен замърсител при определяне на обобщените индекси на замърсяване със серен диоксид (SO ₂) в 6, 12, 18 и 24 часа в категория „Умерено замърсяване „ (индекси 4, 5, 6), получени с емисиите при всеки един от сценариите.	42
Фигура 7.2.1-48 – Карти на годишната повторяемост [%] на случаите, когато доминантен замърсител при определяне на обобщените индекси на замърсяване със серен диоксид (SO ₂) в 6, 12, 18 и 24 часа в категория „Високо замърсяване „ (индекси 7, 8, 9, 10), получени с емисиите при всеки от сценариите.	43

7.2.1 КЛИМАТ И АТМОСФЕРЕН ВЪЗДУХ

7.2.1.1 КЛИМАТИЧНИ ПРОМЕНИ

7.2.1.1.1 КЛИМАТИЧНИ СЦЕНАРИИ

Механизмите, които обуславят разнообразието и определят колебанията и измененията на климата са в резултат от множество разнообразни физични, химични и биологични процеси не само в атмосферата, но и в подложната повърхност (суша, океани, снежни и ледени повърхности, растителна покривка) и които са сложен комплекс на взаимодействие и обратни връзки, развиващи се в широк диапазон от пространствено-времеви мащаби. Това определя и дефиницията: *Климатът е статистически ансамбъл от състояния през който преминава системата атмосфера-хидросфера-литосфера-криосфера-биосфера за периоди от порядъка на няколко десетилетия.*

Разработването на теорията на климата става обект на математическата физика чрез използването на мощния апарат на физико-математическото моделиране, без това да изключва възможностите на класическата климатология и методи при анализ и оценка на регионалните климатични закономерности и особености.

Климатичният сценарий (КС) представлява правдоподобно (макар и схематизирано) представяне на бъдещия климат, изготвено чрез отчитане на всевъзможните аспекти на антропогенното въздействие и естествената климатична изменчивост под влияние на други фактори (радиацията от Слънцето, респективно слънчева константа, орбитални характеристики и пр.). КС не бива да се разглежда като климатична прогноза или някакъв аналог на метеорологичната прогноза най-малко по две причини:

- Оценката на антропогенното въздействие се основава на проекция в бъдещето на глобални социално-икономически характеристики като ръст на населението, макроикономика и енергетика, земеползване и пр. които имат най-общ и по-скоро схематичен характер.
- КС не отчита трудно прогнозируеми, но с потенциал за огромно въздействие фактори (класическият пример е изригване на вулкан и последваща глобална зима).

Фокусът на климатичните сценарии е върху антропогенното въздействие върху климата поради очевидния факт, че само то е подчинено на съзнателната човешка воля, респективно планиране.

Концепцията за климатичните сценарии е с около 40-годишна история като досега съществуват 5 поколения групи сценарии, изготвени под егидата на IPCC и представени в регулярните оценъчни доклади (**Assessment Reports** – AR), като четвъртото се ползва понастоящем с най-голяма популярност. То се нарича с обобщаващото име **Representative Concentration Pathways (RCPs)**, описано е през 2010 и е използвано в петия оценъчен доклад **AR5**. Има четири принципни разлики между **RCP** сценариите от една страна и предходните три поколения от друга.

Първата е естеството на сценария - **RCP** сценариите са радиационни, за разлика от предходните три поколения, които са емисионни. Съществуват 4 **RCP** – сценария: **RCP2.6**, **RCP4.5**, **RCP6.0** и **RCP8.5** като числото в името е промяната през 2100 година (спрямо пред индустриалната епоха) на радиационното въздействие (т.е. лъчистия поток) върху климатичната система във ват на квадратен метър. Тези стойности са фиксирани и се изготвят ретроспективни (от 2100 към 2010) линии на

развитие на обобщения антропогенен фактор, който би имал резултантен радиационен ефект равен на зададения. Четирите сценария могат, макар и условно, да се разделят в три групи: **RCP2.6** (оптимистичен), **RCP4.5** и **RCP6.0** (реалистични) и **RCP8.6** (песимистичен).

Осреднената проектна атмосферна концентрация на парникови газове (CO₂ еквивалент в обемни части на милион) през 2100 е 421 за **RCP2.6**; 650 за **RCP4.5**; 850 за **RCP6.0** и 1370 за **RCP8.5**. Трябва да се подчертае, че оптимистичният сценарий предвижда достигане на максимална концентрация преди края на века (по-точно около 2050), реалистичните предвиждат стабилизация на нивата към 2100, а песимистичният — продължаващо увеличение на концентрациите и след този времеви хоризонт.

В основата на емисионните сценарии са макроикономиката и най-вече енергопотреблението. Така например поколението AR4 SRES включва сценарии на интензивно, средно високо, средно ниско и предимно ниско потребление на изкопаеми горива, означени съответно A1FI, A2, B2 и B1.

Втората съществена разлика е обстоятелството, че сценариите RCP2.6, RCP4.5 и RCP6.0 отчитат явни политики за смекчаване (митигация) на неблагоприятното антропогенно въздействие. Дори при песимистичния сценарий (RCP8.5), при който се предполага по-нататъшен ръст на концентрацията на парникови газове (главно в резултат на значителна употреба на изкопаеми горива) проектира намален темп на емисиите след 2050 година. Всички RCP сценарии предполагат и съществено намаление на атмосферните аерозоли.

В заключение трябва да се подчертаят следните важни факта относно сценариите **RCP**:

- **Механизмът на въздействие** върху климатичната система при всички сценарии, независимо от сложността им, **се свежда до емисии в атмосферата на вещества**, влияещи на радиационния топлообмен – парникови газове и аерозоли.
- **При всички сценарии има**, макар и с различен темп през различните десетилетия, **увеличение на концентрациите на парниковите газове** спрямо пред индустриалната епоха, а от това неминуемо следва ръст на средната температура на тропосферата в глобален мащаб.
- Всичките четири сценария предвиждат **увеличение глобалните концентрации на парникови газове** (поне) до 2050 г., което неминуемо **води до увеличение на глобално осреднената температура** на тропосферата.
- **Основните цели на Парижко споразумение** (Рамкова конвенция на ООН по изменение на климата - първото всеобщо, правно задължително световно споразумение за климата) единствено могат да **се постигнат при реализация на оптимистичния сценарий**, а именно *ограничаване на глобалното затопляне до по-малко от 2°C до 2050 г. (респективно 1.5°C в края на 21-ви век) в сравнение с периода преди индустриализацията.*
- **Осреднените глобални тенденции не са представителни за дългосрочните изменения на регионалния/локалния климат.** „Екстраполацията“ на резултати от един към друг пространствено-времеви мащаб е методологически неиздържано. Съществуват много примери на съществена разлика в динамиката на глобалния и регионалния климат (в някои, макар и редки случаи, дори до тенденции с противоположен знак).

7.2.1.1.2 АТМОСФЕРНА ЦИРКУЛАЦИЯ

Атмосферата е непрекъснатата газова среда и състоянието ѝ в даден момент време, както и изменчивостта в пространството и времето се описват посредством фундаменталните физически закони на термо- и флуидната динамиката. Тези закони в случая на атмосферната циркулация се изразяват математически чрез система от частни диференциални уравнения, която както в общия, така и в практически всеки значим за реалността случай, няма аналитично решение. Това налага прилагането на методически подход от областта на числената математика – съставяне на числени стимулационни модели. Подходът, освен че е физически съдържателен, е и изключително продуктивен, което определя крайъгълното му положение в почти всички направления на съвременната метеорология. Примерите в тази посока са много, може да се посочи само успехите на кратко- и средносрочната прогноза на метеорологичното време – тази област е доминирана от численото симулиране вече няколко десетилетия, както по света, така и у нас.

Понастоящем съществува световен научен консенсус около становището, че числените модели за миналото, настоящето и бъдещето на общата атмосферна циркулация (**ОАЦ**), както и двупосочното взаимодействие на атмосферата с другите геофизични среди (хидро- и литосфера, ледената обвивка – криосферата) са най-съдържателният от физико-математическа гледна точка и затова методологически най-издържан подход на описание. В климатологията числените модели се разделят най-общо на: глобални циркулационни модели (**ГЦМ**)¹ и на регионални климатични модели (**РКМ**)², според областта върху която се решават уравненията на термо-хидродинамиката.

Основната цел за използване на модели над ограничена територия е детайлизиране на картината, представена от **ГЦМ**.

В настоящето изложение са представени някои резултати от скорошни изследвания на проектния бъдещ климат, основани на данни от **ГЦМ** и **РКМ** с пряко отношение към енергийния сектор.

Международната инициатива **CMIP** ³ е резултат от отвореното сътрудничество между водещите световни научни центрове-разработчици на **ГЦМ**. Най-общо казано, **CMIP** е стандартен експериментален протокол-конвенция за изследване на резултатите от числените симулации с **ГЦМ** като предоставя и общностно базирана и потребителски ориентирана е-инфраструктура за диагностика, валидация, сравнения, документация и достъп до данни. В настоящата, пета фаза на проекта (**CMIP5**) участват над 20 **ГЦМ**.

Измененията на климата са понастоящем водеща тема във фокуса на вниманието на международната общественост и експертните среди. Сравнително плавните климатични промени, обаче, не са основната причина за непосредствените щети от метеорологичен характер върху човека и околната среда. Тези нежелани последици са резултат от проявите на така нареченото екстремно време – сравнително редки събития и процеси, но с нетипична (по отношение на „регулярната“ им проява) интензивност и/или продължителност. Ето защо важна задача на съвременната климатология, паралелно с оценката на осреднените характеристики на климата, е и анализът на статистическата страна на проявите на екстремно време – честота и интензивност на събитията пространствени разпределения, наличие (или отсъствие) на устойчиви тенденции. През последните десетилетия интересът към този

¹ General Circulation Models (GCM)

² Regional Climate Models (RCM)

³ Coupled Model Intercomparison Project

вид явления става все по-голям поради прякото им въздействие върху обществото (включително и енергетиката) и околната среда, в резултат на което те са и предмет на дискусия във всички доклади на **IPCC**.

От методологическа гледна точка съществуват различни подходи на описание на климатологията на средните състояния и екстремните събития, но вероятно, анализът, основан на климатичните индекси (**КИ**), е един от най-често прилаганите. КИ са сравнително прости, но статистически издържани, количествени индикатори. Те се изчисляват с помощта на строго определени (най-често и стандартизирани в рамките на международни проекти) математически процедури чрез минимален брой входни данни, продукт на ежедневните метеорологични наблюдения или моделни оценки, както в случая.

В климатологията понастоящем съществува съгласие относно становището, че многомоделните ансамбли са методологически оправдан инструмент за анализ на очакваните климатични изменения и най-вече на оценка на несигурността на този анализ. В много теоретични разработки се разглеждат различни начини за конструиране на ансамбли, но преобладаващото мнение е, че ансамбловата оценка е по-надеждна от тази направена на основата на единичен модел. Средната многомоделна стойност (**СМС**) и особено многомоделната медиана (**ММХ50**) са най-често употребяваните количествени индикативни характеристики.

7.2.1.2 ВЪЗМОЖНОСТ НА АТМОСФЕРАТА ЗА САМООЧИСТВАНЕ

7.2.1.2.1 ВИСОЧИНА НА АТМОСФЕРЕН ГРАНИЧЕН СЛОЙ (ТУРБУЛЕНТЕН СЛОЙ НА СМЕСВАНЕ)

Височината на атмосферния граничен слой (АГС) е интегрална характеристика на потенциала на атмосферата да се очисти от примеси. По-голямата височина на АГС е свързана и с по-интензивен турбулентен обмен и с по-голяма дълбочина на слоя, в който се разпространяват примесите, поради което се нарича още **турбулентен слой на смесване**. Изменението на потока на лъчиста енергия в атмосферата определя температурата в този слой, която е един основен фактор за характеризиране на турбулентния режим в него и съответно условията за разпространението на вредните вещества в атмосферата. Концентрациите на замърсители в долните слоеве на атмосферата (нивата, на които се развива човешката активност и човек диша) определя качеството на атмосферния въздух по отношение на човешкото здраве и екосистемите.

Направените симулации са за три времеви периода, като първият - 1975-2004г. е наречен референтен. Спрямо него са представени и измененията при бъдещи проекции на климатичния модел за втория - 2021-2050г. (близко бъдеще), и за третия 2070-2099г. (далечно бъдеще) периоди, при радиационни сценарии **RCP2.6**, **RCP4.5** и **RCP8.5**:

- **RCP2.6** е така нареченият оптимистичен сценарий за при който концентрациите на парниковите газове са най-ниски, като нарастват до около средата на 21-ви век и след това намаляват до 2100 година.
- **RCP4.5** е така нареченият реалистичен сценарий, при който изменението на общият поток лъчиста енергия се стабилизира преди 2100г. вследствие намаляване на парниковите газове.
- **RCP8.5** е така нареченият песимистичен сценарий, при който концентрациите на парниковите газове са най-високи, като нарастват непрекъснато до 2100 г.

7.2.1.2.2 ОЦЕНКА

Оценката се прави на базата на относителното изменение на дебелината на атмосферният граничен слой (в проценти) и се разглежда на годишна база (средни многогодишни стойности) и средни стойности за всеки от сезоните – пролет(март, април, май), лято(юни, юли, август), есен(септември, октомври, ноември), зима(декември, януари, февруари).

Средногодишната симулирана дебелина на граничния слой представен на **Фигура 7.2.1-1** се характеризира с добре изразен денонощен ход с максимум в 12 UTC⁴ или 15 UTC, когато се проявяват и разликите между различните части на страната. Като цяло, пространственият ѝ градиент следва релефа. Сезонното разпределение (**Фигура 7.2.1-2**) показва най-голяма височина на АГС през най-топлия сезон. Характерното е, че през пролетта височината на граничния слой средно достига по-големи стойности, отколкото през есента. Също така, в северните и източните области дебелината достига по-ниски стойности, отколкото през останалите сезони през лятото в нощните часове.

Денонощният ход на относителното изменение на годишна база на проекцията за 2021-2050г. при сценарий **RCP2.6** е дадена на **Фигура 7.2.1-3**. То е отрицателно в сутрешните и нощните часове, и положително в останалите, с изключение на Черно море и варира от около -10 % до към +10 %.

Сезонният ход на относителното изменение на проекцията за периода 2021-2050 при сценарий **RCP2.6** е дадена на **Фигура 7.2.1-4**. През лятото дебелината на граничния слой на проекцията в по-голямата част от територията на страната намалява спрямо референтният период в сутрешните и нощните часове, и нараства в дневните, като в 09 часа намаляването се ограничава в централните и най-северните части на страната. Изменението варира в рамките на между -10 % и +10 %. Картината на проекциите през пролетният и есенният сезон показва, че денонощният ход на относителното изменение е подобен на този през лятото. От друга страна той е по-малък по абсолютна стойност, в рамките на между -10% и +5% и пространственото му разпределение се характеризира с повече райони в който е симулирано отрицателно изменение в дневните часове. През зимният сезон промяната на дебелината на граничния слой е отрицателна на повечето места, и няма добре изразен денонощен ход на относителното изменение. Това изменение е по-голямо по абсолютна стойност и в северните и източните части, а не предимно в западните, както и при останалите сезони.

Годишното разпределение на дебелината в далечно бъдеще при сценарий **RCP2.6** (**Фигура 7.2.1-5**) се характеризира с добре изразен денонощен ход с положителни изменения в дневните часове и отрицателни в останалите. Промяната е между -5% и +5% с малко изключения.

Сезонният ход на относителното изменение на проекцията за периода далечно бъдеще при сценарий **RCP2.6** дадена на **Фигура 7.2.1-6** показва следните особености. През пролетния сезон е симулиран добре изразен денонощен ход при който в сутрешните часове преобладават районите с отрицателни, а в следобедните и вечерните – районите с положителни относителни изменения. Те се изменят в интервала от -5% до +5%. Проекцията през есенният сезон показва, че денонощният ход на изменението се характеризира със смяна на знака на измененията в Северна България от положителен в следобедните и вечерните часове до отрицателен в нощните часове и преди обед. Промяната на стойностите в течение на самото денонощие, както и техните пространствени разлики са в рамките на пролетните. Летният сезон се характеризира с

⁴ UTC (Universal Time Coordinated) - координирана времева скала. Преди 1972 г. това време се наричаше средно време по Гринуич (GMT).

по-големи вариации на стойностите на изменението спрямо преходните сезони, в рамките на -10 % до +10 %. Проекцията през зимният сезон показва отрицателни изменения достигащи до -10 % през цялото денонощие, като в следобедните и вечерните часове са с по-малка абсолютна стойност в по-голямата част от територията на страната.

Пространственото разпределение, както и денонощният ход на относителното изменение на проекцията на дебелината на граничния слой за близко бъдеще при **RCP4.5** на годишна база (**Фигура 7.2.1-7**) е подобна на тази при далечно бъдеще и **RCP2.6** сценарий. Най-съществените разлики са увеличаване на стойностите до +10 % в източните части, и отсъствието на отрицателни изменения през деня.

На **Фигура 7.2.1-8** е дадено сезонното разпределение на относителните изменения за периода 2021-2050г. при сценарий **RCP4.5**. Резултатите показват, че през пролетта във всички часове има райони с отрицателни стойности, които варират от 0 до между -2 % и -5 %. Те заемат най-големи площи през нощта и преди обяд. След обяд дебелината на граничния слой се увеличава от 0 до около 5 %. През лятото положителните изменения нарастват до между 5 % и 10 %, а отрицателните достигат до между -5 % и -10 %, като в 12 UTC височината на граничния слой нараства в цялата страна. През есента абсолютните стойности отново намаляват до границите през пролетта, с разликата, че височината на граничния слой нараства в повече райони на страната и положителните изменения са по-големи. През зимата, височината на граничния слой намалява повсеместно, като разликите с референтният период са по-големи по абсолютна стойност, отколкото при сценарий **RCP2.6**, и достигат до между -5 % и -10 %.

Картината на пространственото разпределение на измененията на годишна база за далечно бъдеще и **RCP4.5** сценарий (**Фигура 7.2.1-9**) е подобна на тези при **RCP2.6** за далечно бъдеще и **RCP4.5** за близко бъдеще, като най-съществената разлика е увеличаване на областите с изменения между -5 % и -10 %.

На **Фигура 7.2.1-10** е дадено сезонната картина при далечно бъдеще и **RCP4.5** сценарий. Проекцията за пролетния сезон е подобна на тази за близко бъдеще при **RCP2.6** сценарий, като най-съществените разлики са, че районите в които отрицателната разлика е в границите -5% до -10 % са повече, като те са най-много в 06 UTC. Проекцията за летния сезон има подобно пространствено разпределение и денонощен ход както за **RCP4.5** близко бъдеще и **RCP2.6** далечно бъдеще, като се наблюдава нарастване на площите заети от изменения между +10 % и + 15 % главно в северните части на страната, и по-малки от -15 % в западните части. Проекцията за есенния сезон показва резултати подобни на симулациите за далечно бъдеще при **RCP2.6** сценарий, като най-съществената разлика е, че по-голяма площ е заета от отрицателни разлики, което се вижда най-добре в следобедните и вечерните часове. Проекцията за зимният сезон има картина подобна на тези в останалите случаи, с изключение на периода близко бъдеще при **RCP2.6** сценарий. Характеризира се с намаляване на дебелината на граничния слой спрямо референтният период, като относителните изменения са най-малки по абсолютна стойност в 18 UTC.

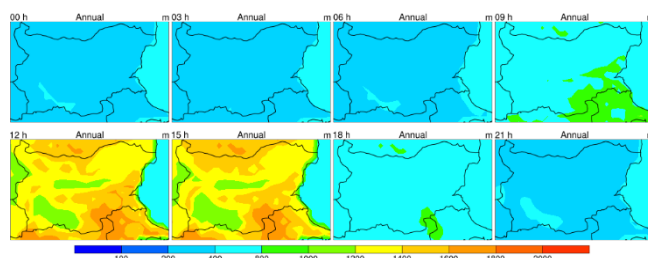
Изменението на дебелината на атмосферният граничен слой на годишна база за проекцията през 2021-2050г. при емисионен сценарий **RCP8.5** дадено на **Фигура 7.2.1-11** има денонощен ход и пространствено разпределение подобен на тези при **RCP2.6** и далечно бъдеще при **RCP4.5**.

Сезонното разпределение на проекцията за близко бъдеще при **RCP8.5** сценарий е дадено на **Фигура 7.2.1-12**. То се характеризира с предимно отрицателни стойности през пролетния и есенния сезони, като през последният са с по-голяма абсолютна

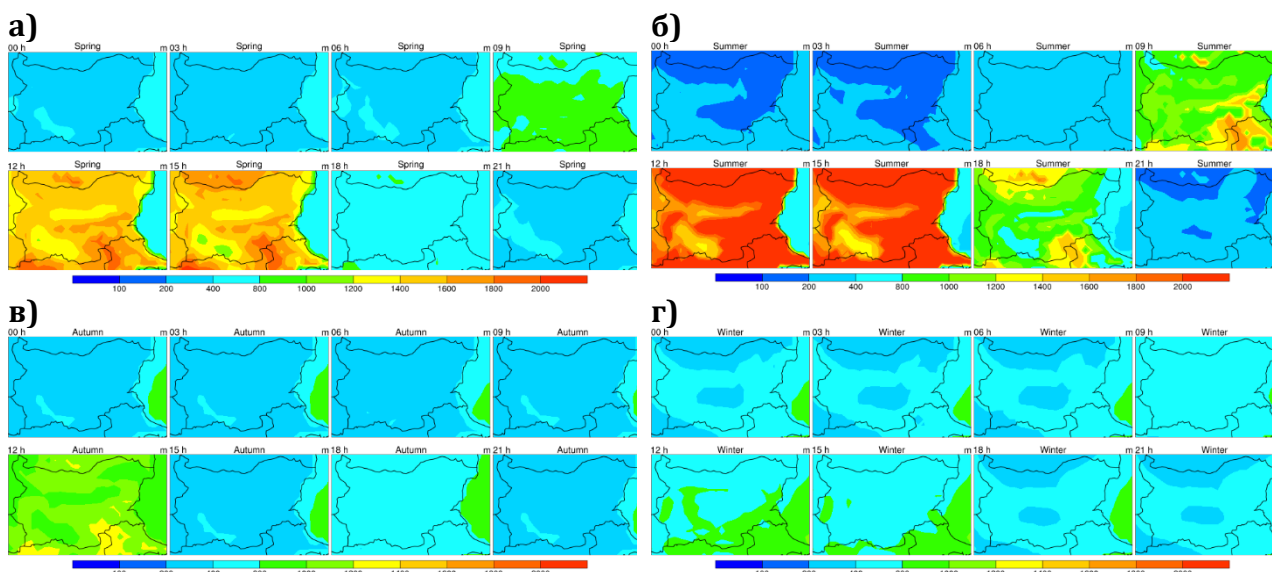
стойност. По отношение на денонощният ход за тези два сезона, относителното изменение има минимум в 18 UTC. Характерните особености на проекцията за летният сезон са подобни на тези при сценарий **RCP4.5** и **RCP2.6**, но по-малки по абсолютна стойност от тези за далечно бъдеще при горните два сценария.

На **Фигура 7.2.1-13** е дадено средното многогодишно изменение на дебелината на атмосферният граничен слой спрямо 1975-2004г. за периода далечно бъдеще при емисионен сценарий **RCP8.5**. То има картина на пространствено разпределение и сезонен ход подобен на този за близкото бъдеще, но с повече райони в които се наблюдават относителни изменения под -15 % и над +15 %.

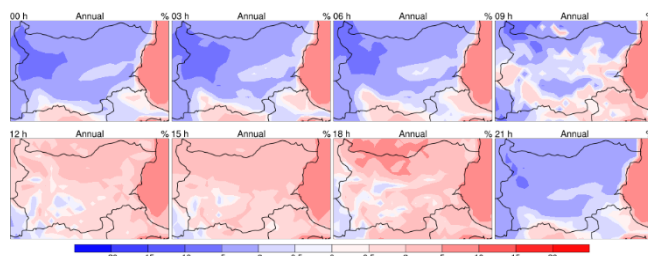
На **Фигура 7.2.1-14** е дадено сезонното изменение на дебелината на атмосферният граничен слой спрямо 1975-2004г. за периода далечно бъдеще при емисионен сценарий **RCP8.5**. Картината за пролетният сезон е подобна на тази при близко бъдеще, но с повече райони в които са симулирани отрицателни изменения и стойности между -5 % и -10 % . Проекцията за летният сезон е с по-повсеместно разпространение на относителни изменения над 15 % и под -15 %, както и спрямо периода близко бъдеще, както и по отношение на другите сценарии. От друга страна, няма съществена промяна в картината на денонощният ход. Проекцията за есенния сезон, отнасяща се за същия период и сценарий показва прилики в пространственото разпределение и денонощният ход с тази за близкото бъдеще, но с повече райони в който относителното изменения е под -10 %. Резултатите по отношение на зимният сезон показва, че най-голямата разлика се явява спрямо периода на близкото бъдеще при **RCP2.6** сценарий, когато са симулирани повече положителни и по-малки абсолютни стойности.



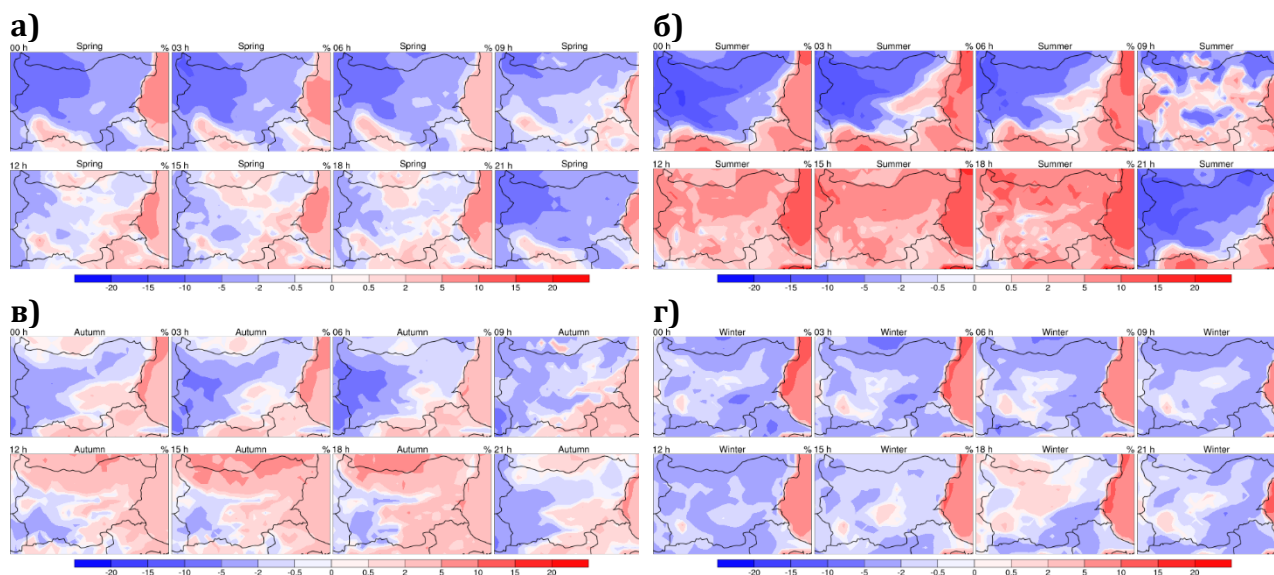
Фигура 7.2.1-1 – Денонощен ход на средната дебелина на атмосферният граничен слой в метри на годишна база за референтният период 1975–2004г.



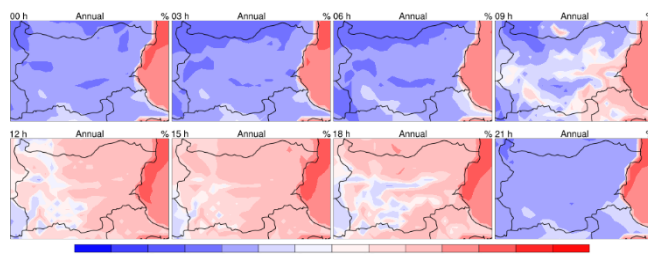
Фигура 7.2.1-2 – Денонощен ход на средната дебелина на атмосферният граничен слой в метри през а) пролетта, б) лятото, в) есента и г) зимата за референтният период 1975–2004г.



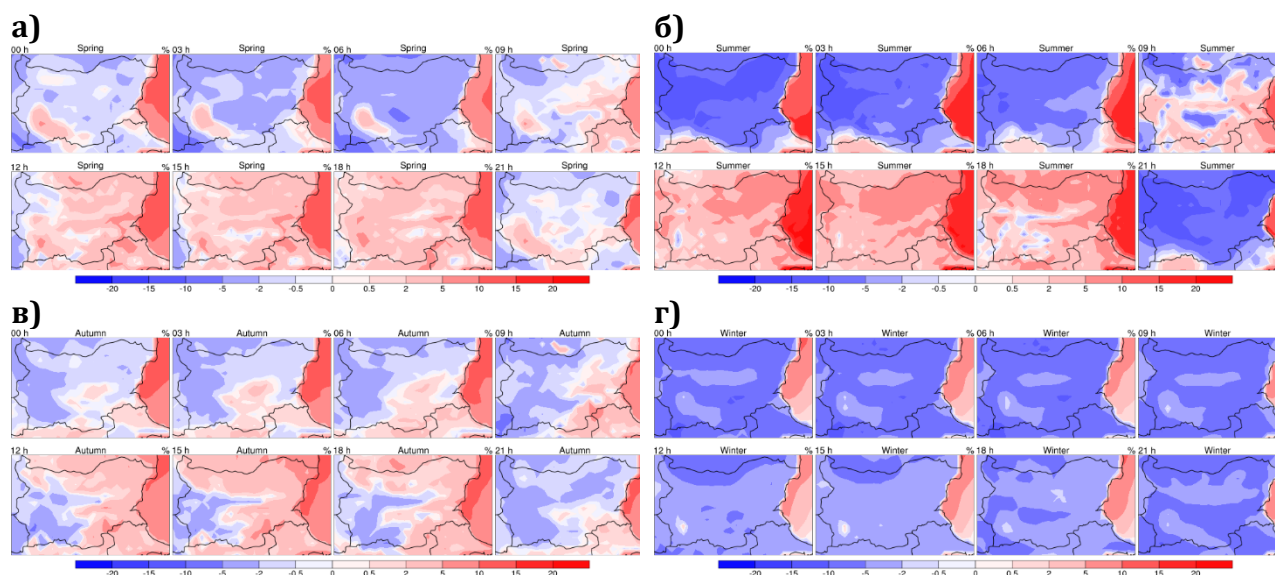
ФИГУРА 7.2.1-3 – ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОД 2021-2050Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.



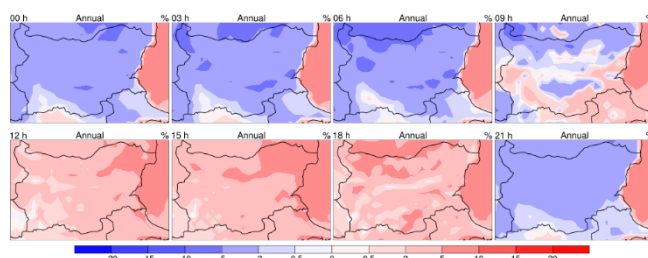
ФИГУРА 7.2.1-4 – СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.



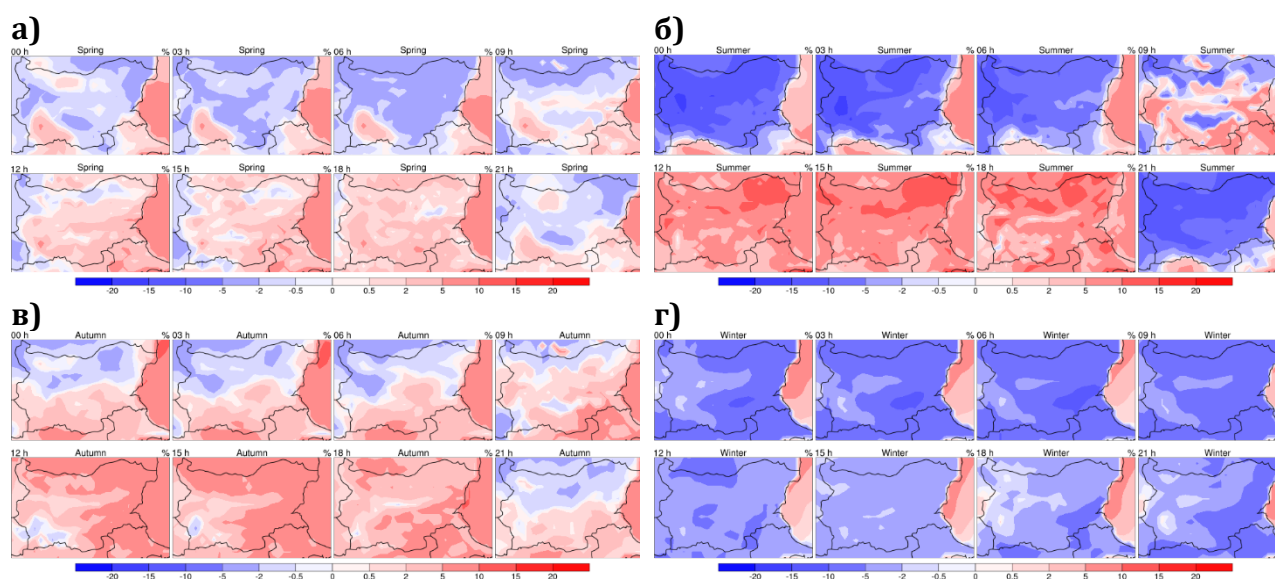
ФИГУРА 7.2.1-5 – ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА .2070-2099Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.



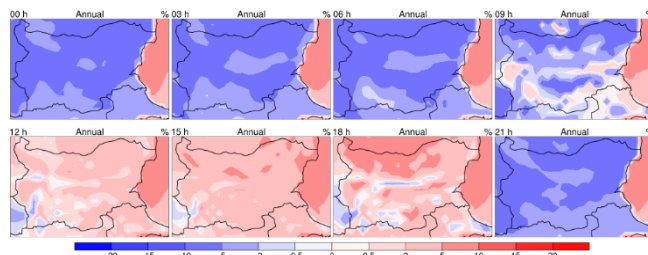
ФИГУРА 7.2.1-6 – СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.



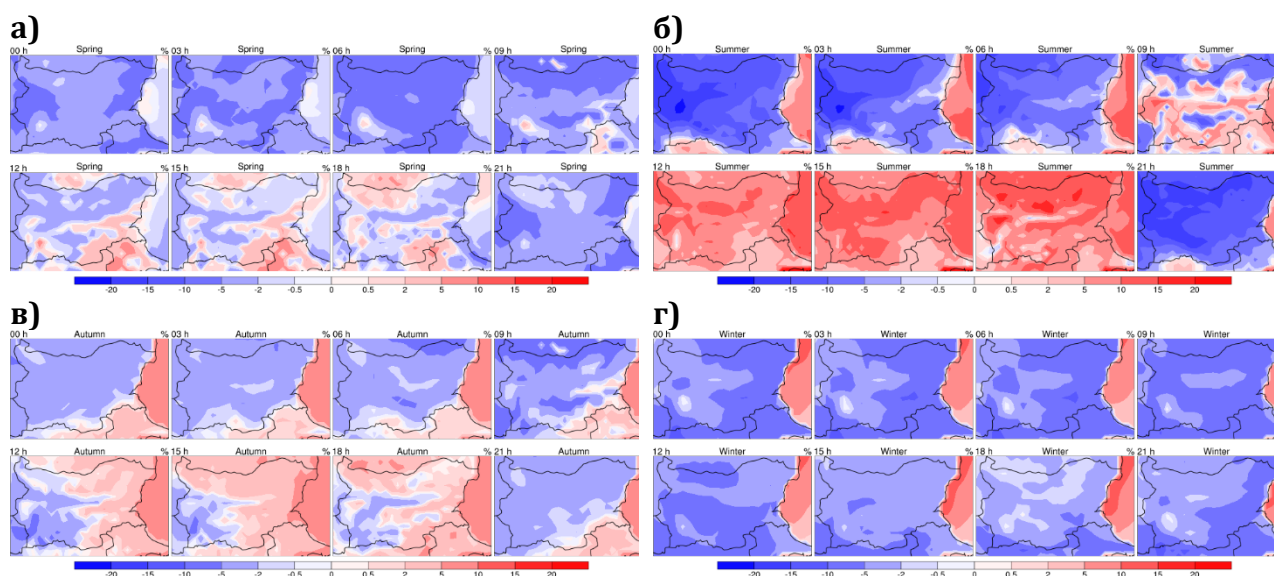
ФИГУРА 7.2.1-7 – ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2021-2050 ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.



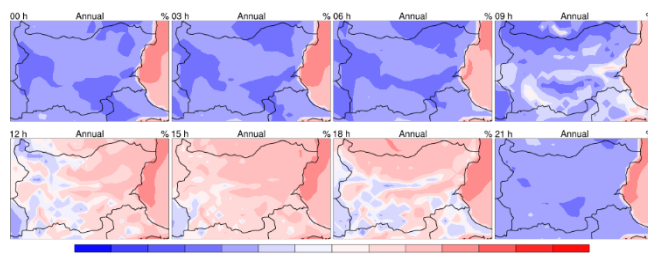
ФИГУРА 7.2.1-8 – СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА 2021-2050 ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.



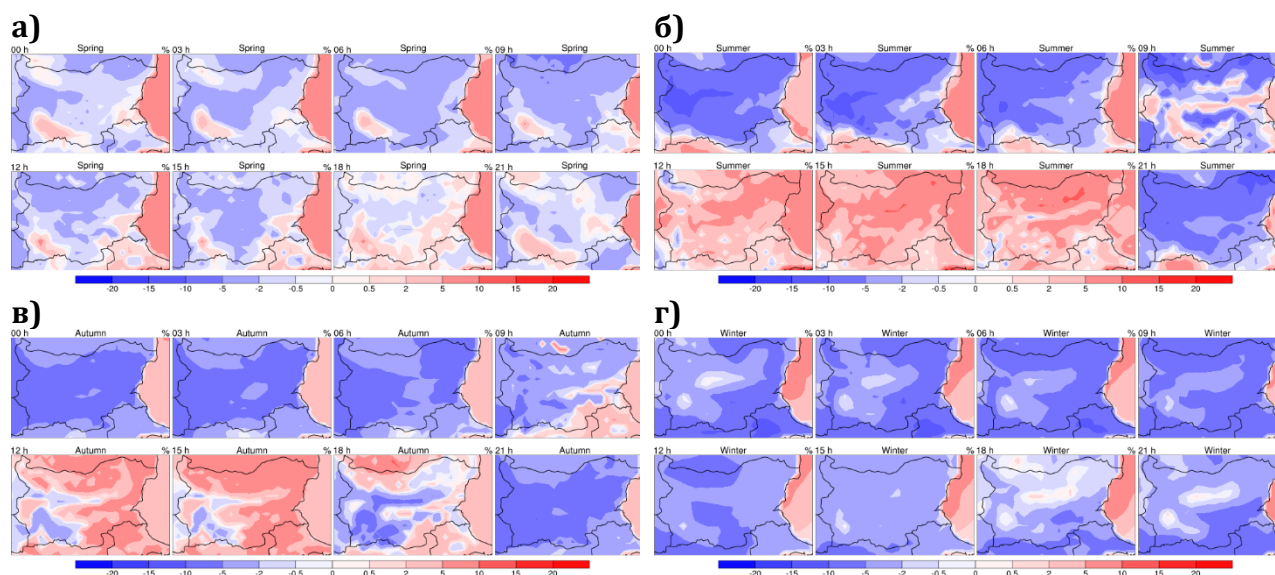
ФИГУРА 7.2.1-9 – ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.



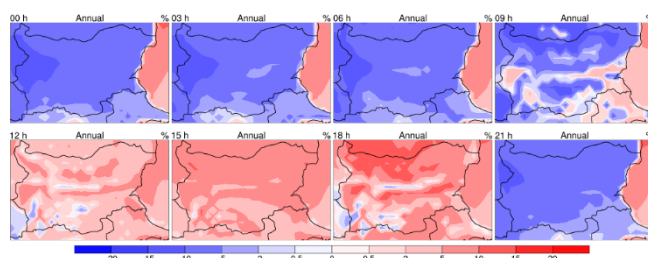
ФИГУРА 7.2.1-10 – СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.



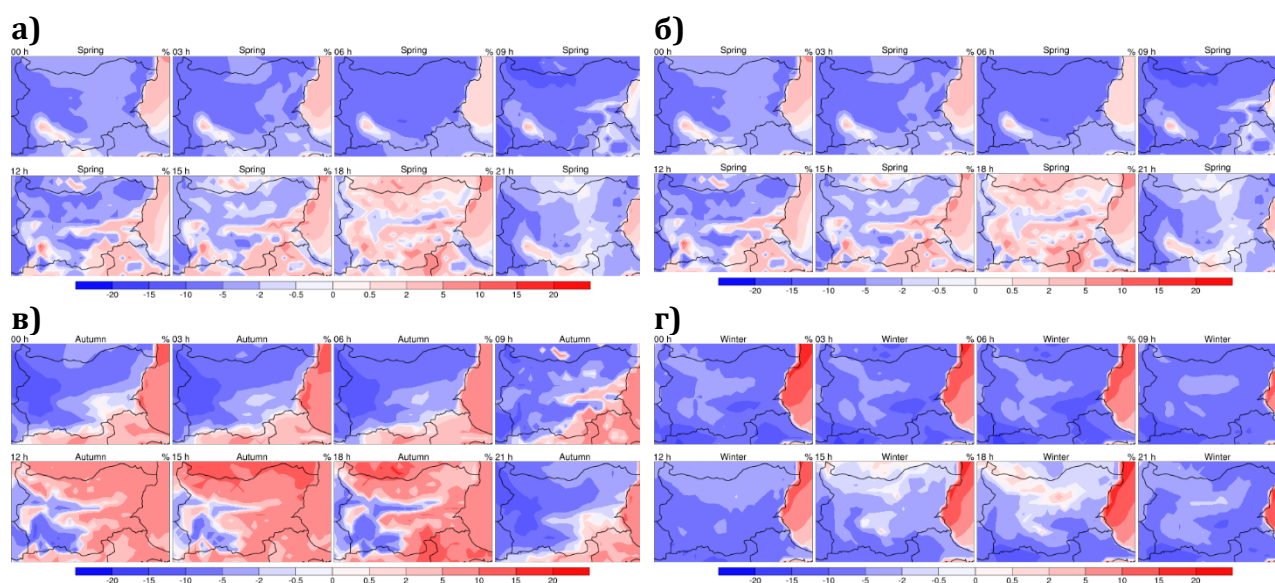
ФИГУРА 7.2.1-11 – ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2021-2050 ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004.



ФИГУРА 7.2.1-12 – СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004.



ФИГУРА 7.2.1-13 – ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.



ФИГУРА 7.2.1-14 – СЕЗОННО И ДЕНОНОЩНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ДЕБЕЛИНАТА НА АТМОСФЕРНИЯТ ГРАНИЧЕН СЛОЙ В МЕТРИ ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА, СПРЯМО ПЕРИОДА 1975–2004Г.

7.2.1.3 ВЕТРОВА ЕНЕРГИЯ

7.2.1.3.1 ПЛЪТНОСТ НА МОЩНОСТТА НА ЕНЕРГИЯТА НА ВЯТЪРА НА ВИСОЧИНА 100 МЕТРА

Плътността на мощността на енергията на вятъра (P), или ветровия потенциал се изчислява по формулата:

$$P = \rho v^3 / 2,$$

където ρ е плътността на въздуха, v е скоростта на вятъра за височина 100 метра. Данните за вятъра на височини 100 метра за периодите от 1975г. година до 2004г. година, приет за исторически, и от 2021г. до 2050г., който се приема за „близко бъдеще“.

7.2.1.3.2 ОЦЕНКА

Представени са резултатите за средната стойност на плътността на ветровата мощност на височина 100 метра за периода 1975-2004г., който се приема за референтен, както и относително изменение в проценти за периодите 2021-2050 г.(близко бъдеще), и 2070-2099г. (далечно бъдеще) спрямо референтната 2005г. Дадени са резултати и за относителното изменение на плътността на ветровата мощност в проценти. Ветровият потенциал се разглежда на годишна база (средни многогодишни стойности) и средни стойности за всеки от сезоните – пролет(март, април, май), лято(юни, юли, август), есен(септември, октомври, ноември), зима (декември, януари, февруари).

Средногодишното разпределение на ветровият потенциал (**Фигура 7.2.1-15**) показва, че най-благоприятни за използване са местата разположени в източната и югозападната части, както и крайните южни части на страната. Варира между 50 W/m² и 400 W/m² на повечето места, и има денонощен ход в рамките на около 50 W/m², по-слабо изразен в централните части на страната, където е и с най-малка стойност. Причините за това могат да бъдат особеностите на релефа, начинът на симулиране на динамиката и физическите процеси в модела, както и на ограниченията вследствие на разделителната способност и стъпката по времето.

При сезонния ход (**Фигура 7.2.1-16**) се наблюдава най-висок ветрови потенциал през зимата, а най-малък през лятото, като разликите могат да достигнат и над 200 W/m² особено в южната част на страната. Останалите сезони заемат междинно положение, като през пролетта има малко по-високи стойности на места. По отношение на денонощния ход, той е по-добре изразен лятото и преходните сезони. Най-високите му стойности са симулирани в следобедните и вечерните часове, с амплитуда до около 200 W/m² на места в южната част на страната.

По-нататък са показани средногодишните стойности, денонощният и сезонният ход на относителното изменение в проценти на ветровият потенциал за бъдещи периоди и различни сценарии, спрямо референтният такъв.

При оптимистичният сценарий на бъдещата проекция за 2021-2050, средногодишният ветрови потенциал се променя в рамките на -20 % до към +10% спрямо референтният период (**Фигура 7.2.1-17**). Намалява главно в северозападните части на страната в сутрешните и нощните часове. В останалите части на страната нараства, което също има денонощен ход с по-големи стойности след полунощ и в първата половина на деня.

В сезонният ход (**Фигура 7.2.1-18**) се наблюдава най-голямо нарастване на относителното изменение през лятото, когато относителното изменение е над 20 % на повечето места, спрямо другите сезони. Тогава и денонощният ход е най-силно изразен. От друга страна, през пролетта е симулирано най-голямото намаляване на ветровия

потенциал спрямо референтният период. През есента и зимата се наблюдава по-фрагментирано пространственото разпределение на относителното изменение.

Денонощният ход на средногодишното относително изменение за далечно бъдеще при сценарий RCP2.6 е малко по-слабо изразен, и с по-малки стойности, отколкото за периода близко бъдеще (**Фигура 7.2.1-19**).

В сезонният ход при сценарий RCP2.6 за далечното бъдеще се наблюдават следните особености (**Фигура 7.2.1-20**). Летният сезон се характеризира с най-високите стойности на намаление на ветровият потенциал спрямо референтния период. През зимата са симулирани относително най-ниски стойности на промяна на ветровият потенциал спрямо другите сезони. През пролетният и есенният сезон се наблюдават повече райони с нарастване на ветровият потенциал и относително най-големият денонощен ход в рамките на около 15 %. Нарастването на потенциала преобладава в нощните часове през пролетта, и дневните часове през есента.

Ветровият потенциал за близко бъдеще при сценарий RCP4.5 се променя по следният начин. По отношение на средногодишните стойности (**Фигура 7.2.1-21**), се наблюдава нарастване в по-голямата част от страната. То е най-голямо в периода от малко след полунощ до 15 часа, и най-добре изразено в централните части. Разликите в денонощният ход са в рамките на 5% на повечето места. Относителното намаление на най-голямо в крайните северозападни части, като отслабва в дневните часове.

Сезонният ход на ветровия потенциал за близко бъдеще при сценарий RCP4.5 (**Фигура 7.2.1-22**) се характеризира с преобладаващо нарастване през пролетта и намаляване през зимата в рамките от -10% до към +20%. Последното е симулирано не само в северозападните, но и в южните части на страната. През тези два сезона не се наблюдава добре изразен денонощен ход. Лятото се характеризира с най-високи стойности на изменението достигащо над 20%, което е и с най-големи пространствени разлики. В Северна България се наблюдава намаляване, а в южните части нарастване на ветровия потенциал. През есента преобладава нарастването на потенциала, със стойности по-големи от пролетните, и по-близки до летните.

Средногодишните изменения на ветровият потенциал за периода на далечно бъдеще при сценарий RCP4.5 (**Фигура 7.2.1-23**) са относително по-малки от тези за близкото на повечето места в страната, с изключение на централните планински райони. Денонощният ход се характеризира със стойности по-големи във вечерните часове, и вариращи в рамките на около 10 %.

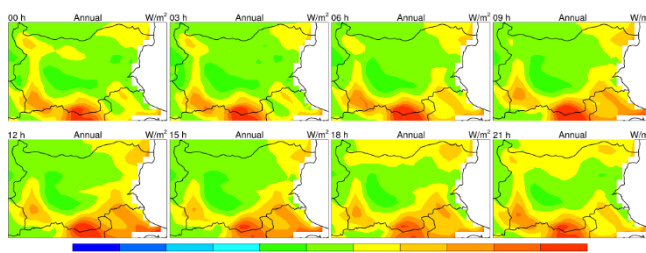
Сезонният ход на потенциала за далечно бъдеще и сценарий RCP4.5 (**Фигура 7.2.1-24**) има следните особености. Пролетният и летният сезони с характеризират с повече райони в които са наблюдава намаление, отколкото през другите сезони. През пролетта, изменението на потенциала в Източна и част от Северна България претърпява промяна на денонощният ход от преобладаващо положителен в 00 UTC и 03 UTC до отрицателен през дневните и вечерни часове. Контрастите между различните области се засилват през лятото, най-вече в нощните и сутрешни часове, достигайки стойности от -20% до над +20%. Зимният сезон се характеризира с преобладаващо положително изменение, с някои изключения в южните части, и не много добре изразен денонощен ход. Есенният сезон (**Фигура 7.2.1-24-в**) е с около 5-10% по-големи положителни стойности на изменението, като на повечето места то достига максимум в 12 UTC.

Средногодишното относително изменение на ветровият потенциал за сценарий RCP8.5 за близко бъдеще (**Фигура 7.2.1-25**) е по-слабо от това при RCP2.6, като на повечето места е между -5 % и 2 % и няма добре изразен денонощен ход.

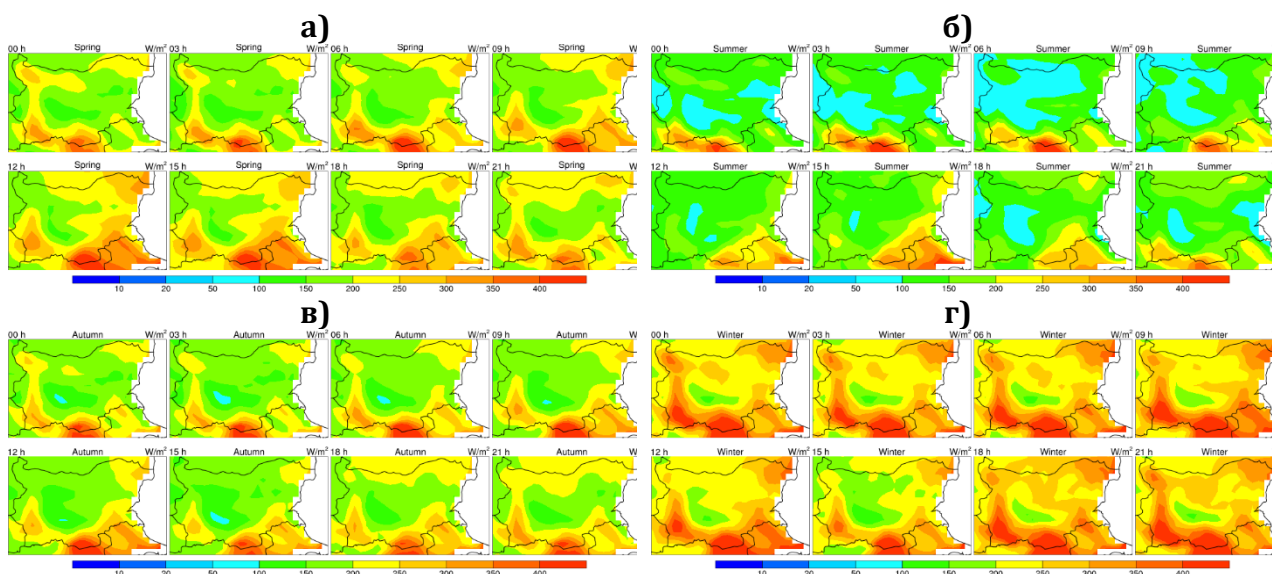
При сезонният ход (Фигура 7.2.1-26) се забелязва отчетливо намаляване на потенциала през есента. През лятото се наблюдава най-голям пространствен градиент по-малък отколкото при RCP2.6, подобен на този за RCP4.5. Отрицателното изменение на потенциала през зимата е най-голямо в 12 UTC и 09 UTC. През пролетта са симулирано както положителни, така и отрицателни изменения на потенциала подобно на зимният сезон, но с малко по-малък контраст и повече райони с намаление, особено в северните части.

Изменението на ветровият потенциал за периода далечно бъдеще при сценарий RCP8.5 на годишна база (Фигура 7.2.1-27) е с по-големи пространствени градиенти отколкото за периода 2021-2050, както и по отношение на другите два сценария. Изменението се засилва в отрицателна посока на север, и положителна посока в централните части, като това е по-добре изразено във нощните, отколкото в останалите часове.

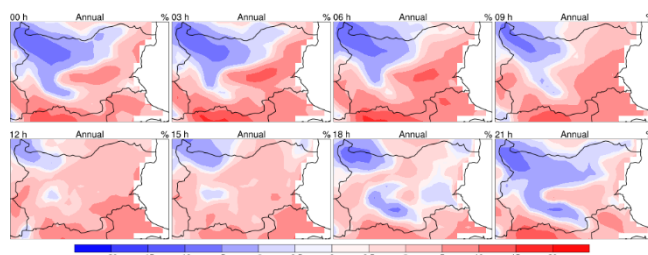
При сезонното разпределение (Фигура 7.2.1-28), се вижда, че пространствените градиенти са най-големи през лятото, следвани от тези през есента. Районите с над 20 % изменение през лятото са най-много спрямо другите два сценария за същият период, и имат най-голяма прилика с RCP2.6 за близко бъдеще. Денонощният ход през лятото е характерен с по-слаби контрасти в пространственото разпределение за следобедните часове, което може да се каже и за есента. Пролетта се характеризира с най-слаби изменения, а зимата се характеризира с отрицателни изменения в южните и западни части на страната и денонощен ход най-добре изразен в северните такива.



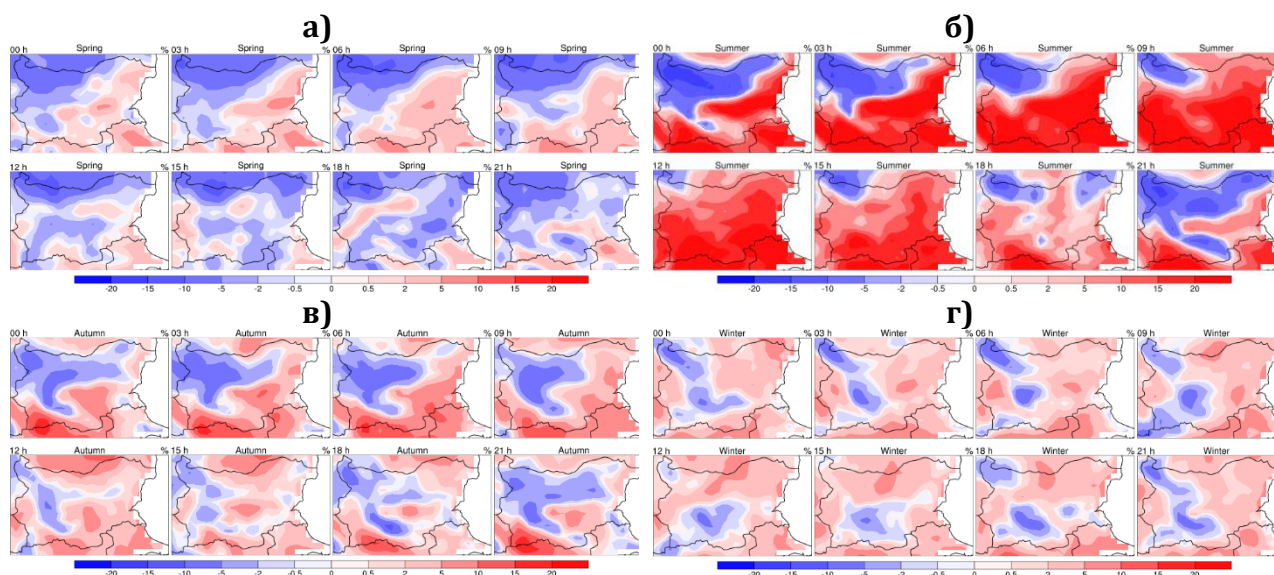
Фигура 7.2.1-15 – Денонощен ход на средната плътност на ветровата мощност в W/m^2 на ГОДИШНА БАЗА.



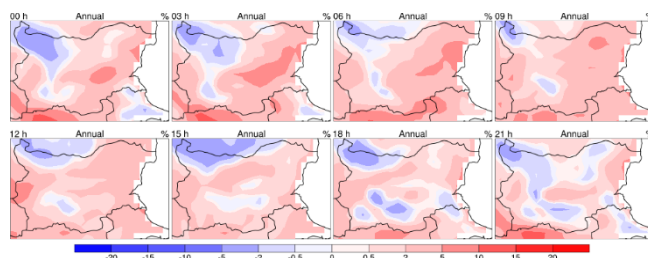
Фигура 7.2.1-16 – Денонощен ход на средната плътност на ветровата мощност в W/m^2 ЗА ПРОЛЕТ, ЛЯТО, ЕСЕН, ЗИМА.



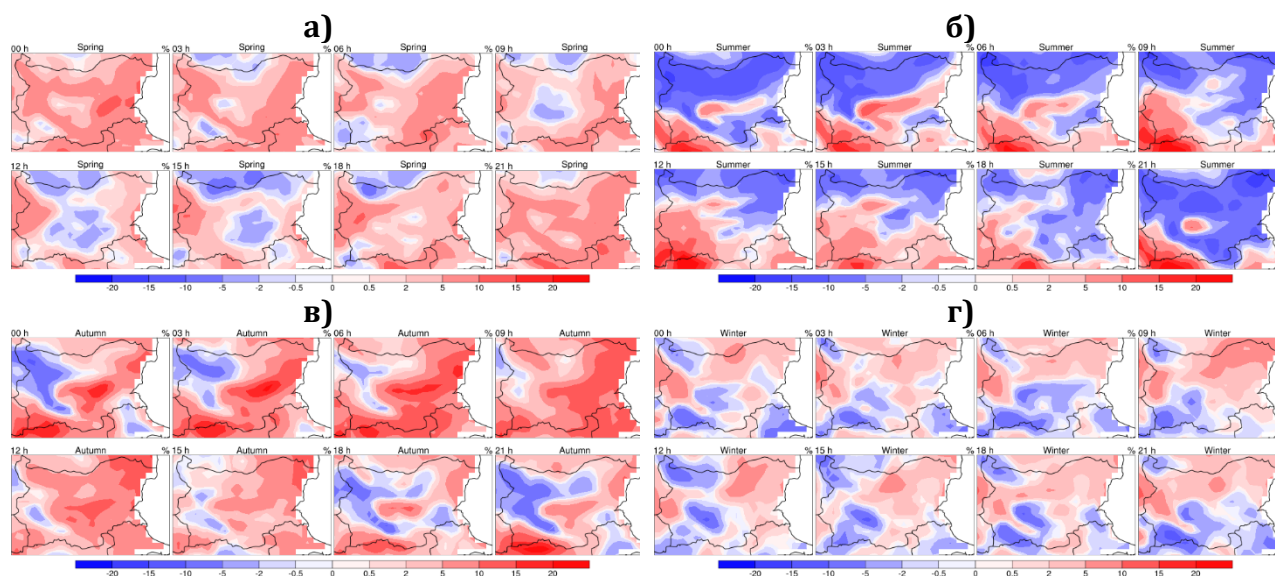
ФИГУРА 7.2.1-17 – ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ.



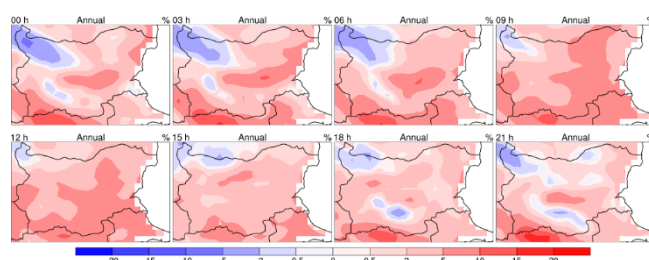
ФИГУРА 7.2.1-18 – СЕЗОНЕН И ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА.



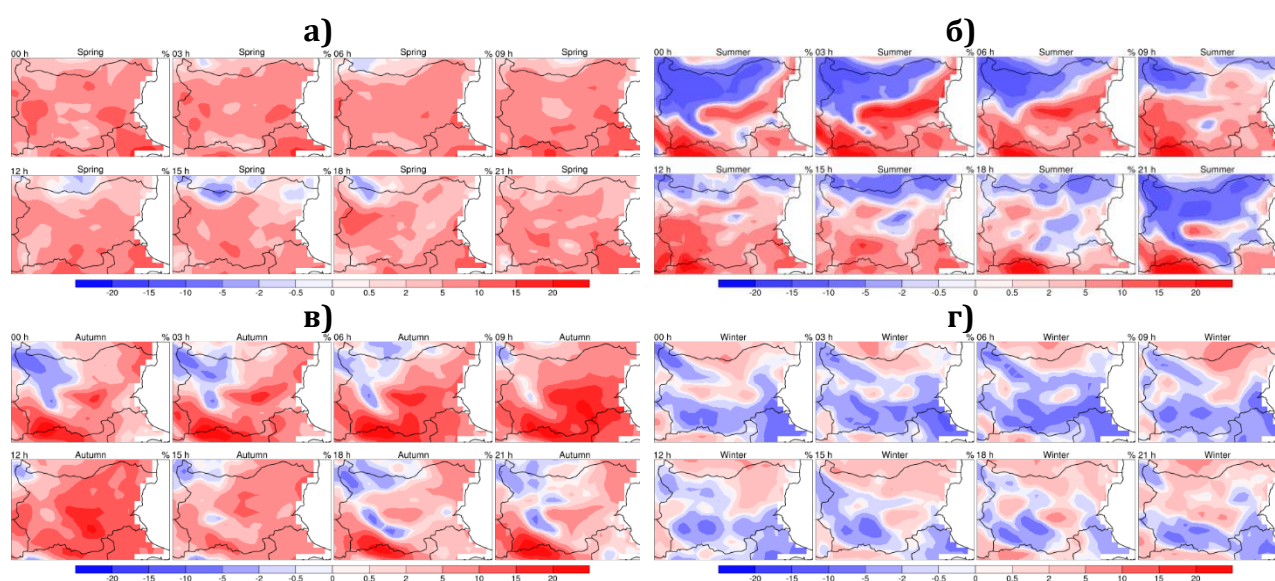
ФИГУРА 7.2.1-19 – ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ.



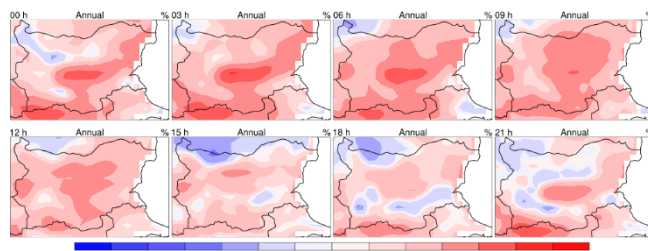
ФИГУРА 7.2.1-20 – СЕЗОНЕН И ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА.



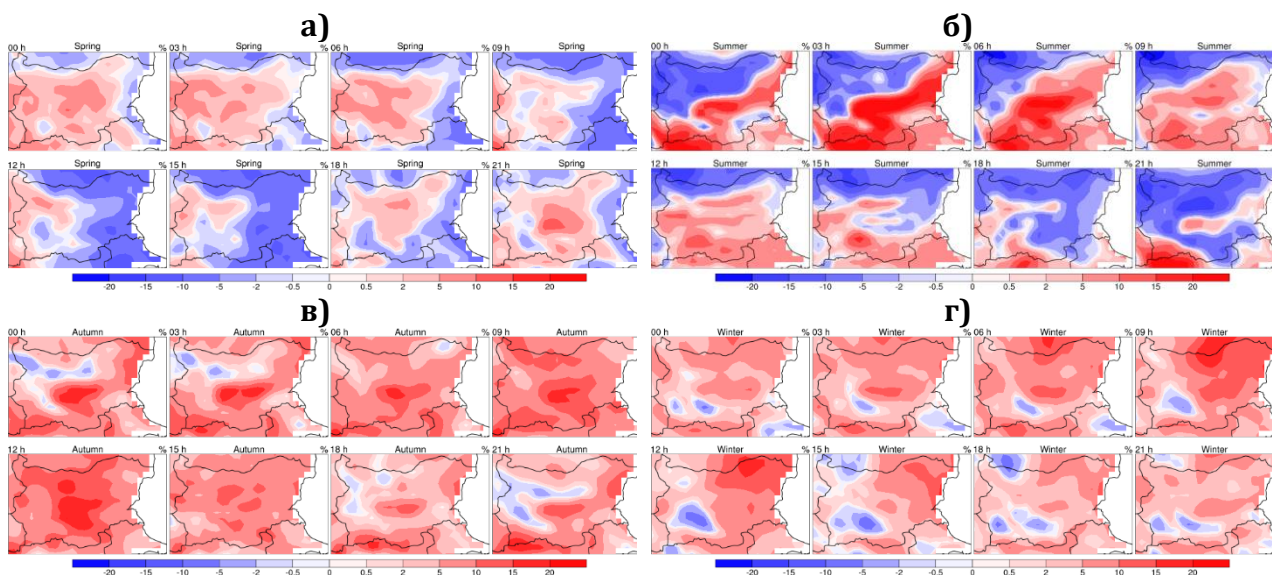
ФИГУРА 7.2.1-21 – ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ.



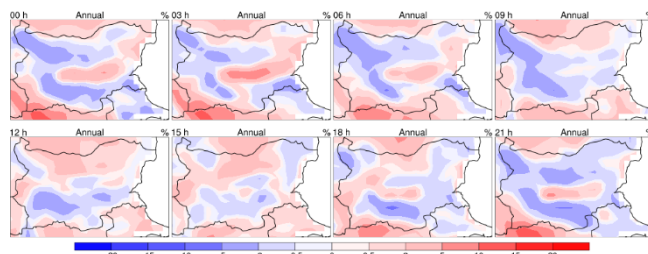
ФИГУРА 7.2.1-22 – СЕЗОНЕН И ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА.



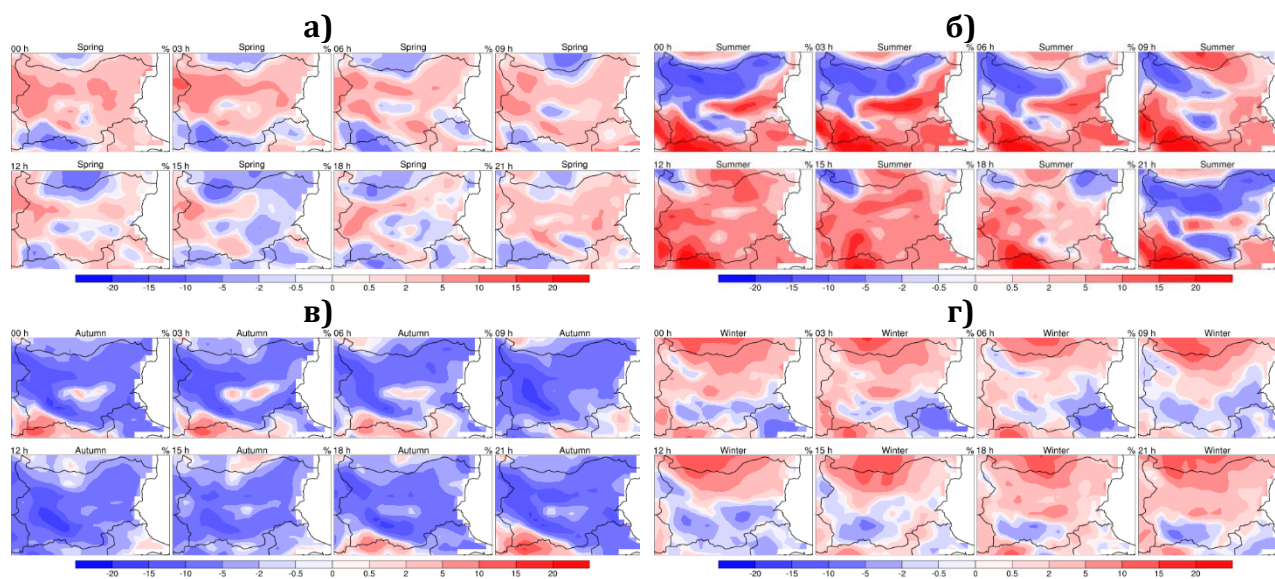
Фигура 7.2.1-23 – Денонощен ход на относителното изменение на плътността на ветровата мощност в W/m^2 на годишна база за периода 2070-2099г. при RCP4.5 сценарий.



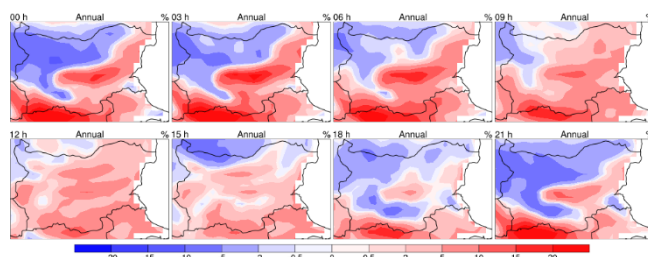
Фигура 7.2.1-24 – Сезонен и денонощен ход на относителното изменение на плътността на ветровата мощност в W/m^2 за периода 2070-2099г. при RCP4.5 сценарий за сезон а) пролет, б) лято, в) есен и г) зима.



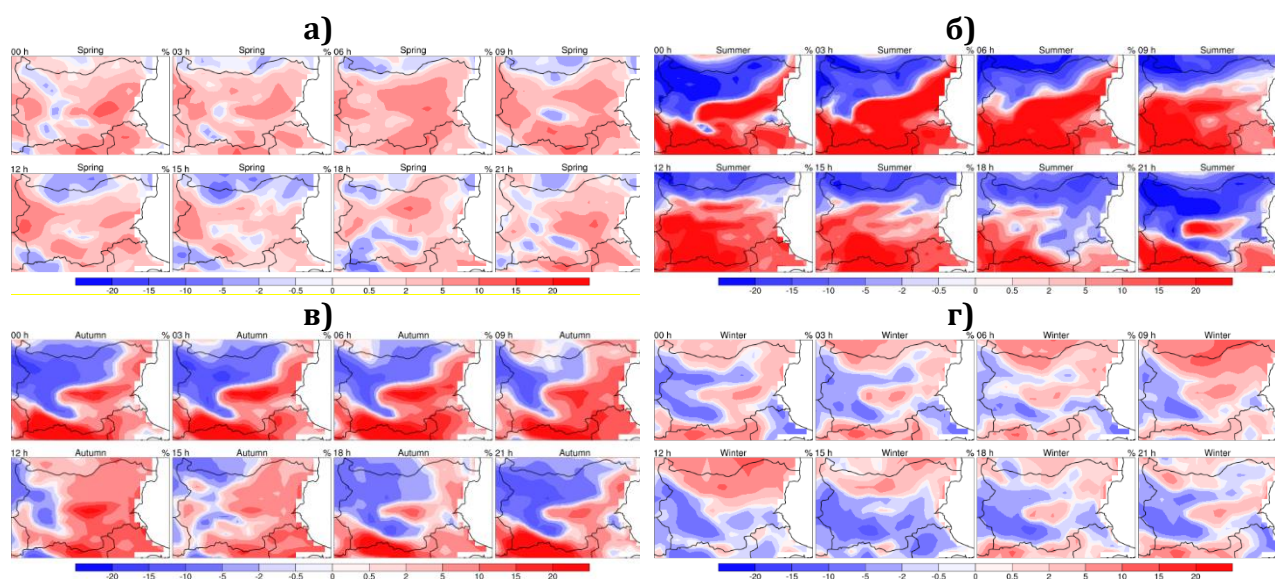
Фигура 7.2.1-25 – Денонощен ход на относителното изменение на плътността на ветровата мощност в W/m^2 на годишна база за периода 2021-2050г. при RCP8.5.



ФИГУРА 7.2.1-26 – СЕЗОНЕН И ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА.



ФИГУРА 7.2.1-27 – ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ.



ФИГУРА 7.2.1-28 – СЕЗОНЕН И ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА ВЕТРОВАТА МОЩНОСТ В W/m^2 ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА.

7.2.1.4 СЛЪНЧЕВА ЕНЕРГИЯ

7.2.1.4.1 ПОТОК НА КЪСОВЪЛНОВАТА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ ПРИ ЗЕМЯТА

В тази част се прави оценка на потенциала за използване на слънчева енергия на територията на България. Късовълновата слънчева радиация и продължителността на слънчевото греене са главните фактори които определят количеството енергия което може да се получи от слънчевите електроцентрали. Те зависят от географската ширина, сезона, особеностите на релефа и количеството облачност. За целта на оценката, се използват симулации от регионален климатичен модел RegCM4, с хоризонтална разделителна способност 20 km, стъпка по времето 30 секунди и изходни стойности през интервал от 3 часа и 18 вертикални нива.

За изучаването на промяната на потока късовълнова слънчева радиация (КСР) в бъдеще, се използват бъдещите проекции за възможни промени на климата, за различни сценарии за промяна на емисиите, концентрациите на парниковите и химически активните газове, както и на земното покритие, наречени Representative Concentrations Pathways (**RCP**). Тези сценарии могат да бъдат представени под формата на еквивалентно изменение на потока на лъчиста енергия в атмосферата вследствие на промяна на концентрациите на парниковите газове.

7.2.1.4.2 ОЦЕНКА

Симулациите са направени за три времеви периода, като първият - 1975-2004г. е наречен референтен. Спрямо него са представени и измененията при бъдещи проекции на модела за 2021-2050г. (близко бъдеще), и 2070-2099г. (далечно бъдеще), при емисионни сценарии **RCP2.6**, **RCP4.5** и **RCP8.5**.

От множеството изходни параметри, в оценката ще се използват стойностите на потока КСР в часовете 06 UTC, 09 UTC, 12 UTC, 15 UTC и 18 UTC, с цел да включим частта от денонощието през което е налична симулирана слънчева радиация. Оценката се прави на базата на относителното изменение на потока КСР, изразено в проценти за бъдещи проекции спрямо референтният период. Потокът КСР се разглежда на годишна база (средни многогодишни стойности) и средни стойности за всеки от сезоните – пролет(март, април, май), лято(юни, юли, август), есен(септември, октомври, ноември), зима (декември, януари, февруари).

Денонощният ход на средногодишната радиация (**Фигура 7.2.1-29**) показва, че в 06 UTC и 18 UTC тя е под 50 W/m², в 09 UTC и 15 UTC е между 100 W/m² и 200 W/m², а по обяд достига стойности до около 350 W/m².

Сезонното разпределение на потока КСР (**Фигура 7.2.1-30**) показва по-големи стойности през пролетта, отколкото през есента с разлики достигащи около 200 W/m². През пролетта достига интервала между 700 W/m² и 800 W/m², като денонощният ход в избраните часове варира от 300 W/m² до към 600 W/m². През лятото потока КСР в най-източните и най-южните части надминава 850 W/m² в 12 UTC, и има денонощен ход в избраните часове от 400 W/m² до над 750 W/m². През есента до около 500 W/m², като денонощният ход в избраните часове е около 450 W/m². През зимата максималните стойности са между 300 W/m² и 350 W/m².

На **Фигура 7.2.1-31** е показано разпределението на относителното изменение на средногодишните стойности на потока КСР на проекцията за близко бъдеще и сценарий **RCP2.6**. Стойностите му през деня са в рамките на до 2 % на повечето места, а в 06 UTC е между 2 % и 5 %. Във вечерните в много райони се повишава до между 2 % и 5 %, като в някои планински райони надминава 5 %.

Сезонният ход (**Фигура 7.2.1-32**) показва, че през пролетният, летният и есенният сезони, изменението е положително, и се променя от -2 % до около 15 %. В 06 UTC през есента и някои западни райони през лятото е между 10 % и 15 %. В 18 UTC също достига стойностите както в 06 UTC, но само в планинските райони на Западна България, някои части на Южна, и Североизточна България. Зимният сезон се характеризира с преобладаващо отрицателни изменения, достигащи до -5 %, и по-голяма и по-сложно пространствено разпределение.

Проекцията на изменението за далечно бъдеще и сценарий **RCP2.6** спрямо референтният период има следните особености. Денонощният и ход (**Фигура 7.2.1-33**) е подобен на този за близко бъдеще.

В сезонният ход обаче (**Фигура 7.2.1-34**), се забелязват някои разлики. Изменението през пролетта и лятото с подобни на тези за близкото бъдеще, като тук стойностите на изменението над 5 % се достигат само в отделни точки, и липсват отрицателни такива. Първата разлика се отнася и за картината през есента, но за разлика от близкото бъдеще, са симулирани и отрицателни до около -2 % в части от Западна България, и централните части, където измененията намаляват и под -2 %. През зимният сезон се очаква предимно отрицателни стойности, като за разлика от близкото бъдеще, изменението може да достигне и под -5 % в 06 UTC и 18 UTC.

Проекцията за близко бъдеще при сценарий **RCP4.5** на годишна база (**Фигура 7.2.1-35**), показва картина подобна на тези при сценарий **RCP2.6**, с някои разлики. Тук площта на територията с изменения над 2 % е по-голяма, а в 06 UTC и 18 UTC и тези с изменения над 5 %.

Картината на сезонният ход на изменението за близко бъдеще при **RCP4.5** (**Фигура 7.2.1-36**) е подобна на тази за същия период при **RCP2.6**, с някои разлики. При симулацията за пролетният сезон, се наблюдават повече райони със стойности 2 % - 5 %. През лятото, районите предимно в Западна България с изменения между 2 % и 5 % са повече, както и тези в интервала 5 % - 10 %. През есента районите с изменения между 5 % и 10 % са повече отколкото при **RCP2.6**, но най-вече в 06 UTC. Също така, и са симулирани отрицателни стойности в Горнотракийската низина, които във вечерните часове са и под -2 %. Зимният сезон се характеризира с повече райони в които измененията са между -2 % и -5% и под -5 %, спрямо **RCP2.6**, главно в Западна България. В 18 UTC, страната почти изцяло е в границите -2 % ÷ -5 %, както и под -5 % в Западна България.

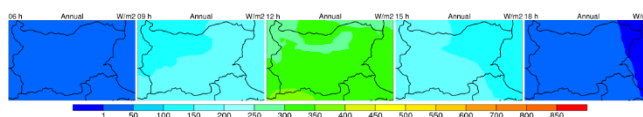
Годишните изменения за далечно бъдеще и сценарий **RCP4.5** спрямо референтният са дадени на **Фигура 7.2.1-37**, а сезонните на **Фигура 7.2.1-38**. Средногодишно, пространственото разпределение на потока КСР е подобен на този за близкото бъдеще. Разликите се явяват най-вече за 06 UTC и 18, в които са симулирани повече области в Западна и Централна България в интервала 5 % ÷ 10 % в периода далечно бъдеще. През пролетта, районите с 2 % до 5 % изменения са по-малко, отколкото за близкото бъдеще, особено в часовете преди 18 UTC. През лятото нараства територията заета от изменения 5 % ÷ 10 %, в сравнение с периода близко бъдеще през всичките часове от симулацията на модела. През есента в сравнение с периода близко бъдеще, най-отчетливо се забелязва наличието на по-малко места с изменение между 5 % и 10 % в 06 UTC, както и по-голяма площ с отрицателни изменения в Горнотракийската низина, достигащи до между -2 % и -5 %. През зимата, измененията са предимно отрицателни. За разлика от периода близко бъдеще, относителните изменения спрямо референтният период в интервалите -0.5 % ÷ 2 % и -2 % ÷ 5 % заемат по-голяма площ в Северна и Западна България, основно в часовете 06 UTC и 18 UTC.

Проекцията при сценарий **RCP8.5** за близко бъдеще показва следните характеристика на относителното си изменение спрямо референтният период. Средногодишното пространствено разпределение, както и денонощният ход (**Фигура 7.2.1-39**), имат големи прилики със проекцията при **RCP4.5** за близко бъдеще, но липсват изменения в интервала 5 % ÷ 10 %.

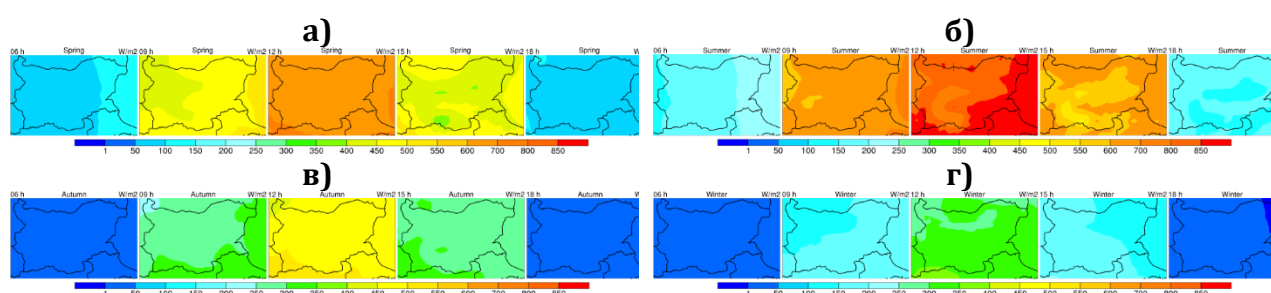
На **Фигура 7.2.1-40** са показани сезонните изменения за близко бъдеще при сценарий **RCP8.5**. През пролетта, за разлика от симулациите при сценарии **RCP2.6** и **RCP4.5**, са моделирани и отрицателни отклонения до -2 % повсеместно разпространени в 06 UTC и 06 UTC, и в планинските райони на Западна България за останалите часове. През есенния сезон, цялата територия на страната в 06 UTC е с относителни изменения между 5 % и 10 %, а в 18 UTC Северна България и Рило-Родопският масив. В останалите часове, измененията са между 2 % и 5 %, с някои петна над 5 % в 15 UTC. Зимният сезон е с преобладаващи отрицателни отклонения от -2 % до -5 %, с някои изключения под -5 % в 12 UTC и най-вече в 18 UTC. Картината в 06 UTC е малко по-пъстра. Тази проекция е с по-голяма площ от страната обхваната от коментираните отклонения, в сравнение с проекциите при другите сценарии за същият период.

Средногодишните отклонения на относителните изменения на проекцията с емисионен сценарий **RCP8.5** за периода далечно бъдеще (**Фигура 7.2.1-41**) са по-големи отколкото за близко бъдеще и другите сценарии. Те са между 2 % и 5 % в повечето райони на България, а в 15 UTC и особено в 06 UTC достигат и между 5 % и 10 %. В 18 UTC нарастват и над 10 % в Рило-Родопският масив и чати от Стара планина.

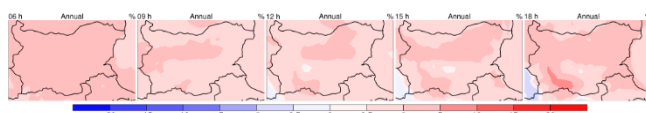
На **Фигура 7.2.1-42** е показан сезонният ход на относителните изменения на проекцията спрямо референтният период. Пролетният сезон се характеризира със стойности между 2 % и 5 % на повечето места. Това което отличава тази проекция от другите е това, че се достигат и по-високи стойности, но най-вече във вечерните часове. Летният сезон има подобно пространствено разпределение както при **RCP4.5** за далечно бъдеще. В случая обаче, площите с относителни изменения в границите 5 % ÷ 10 % и 10 % ÷ 15 % са по-големи, като единствено за този сценарий и този времеви период се появяват отклонения над 15 % в 18 UTC. Есенният сезон е с подобни характеристики на измененията на потока КСР както за близко бъдеще, но в 06 UTC и 18 UTC се появяват и стойности над 10 %.



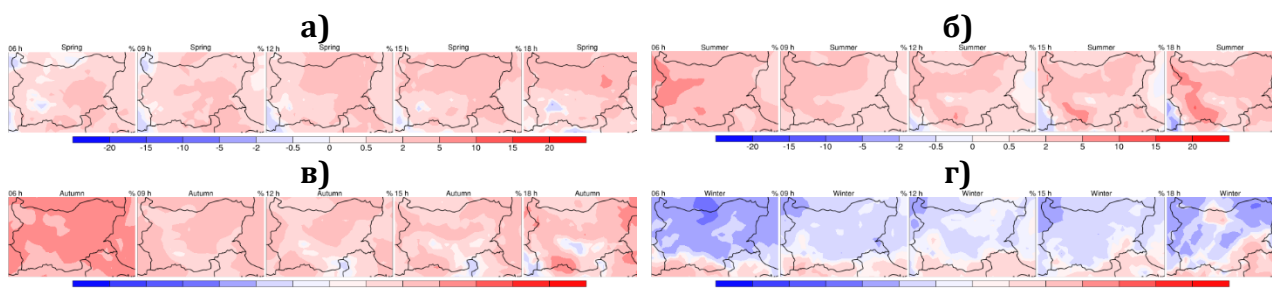
Фигура 7.2.1-29 – Денонощен ход на средната стойност на потока късовълнова слънчева радиация [W/m^2] на годишна база за референтният период 1975-2004г.



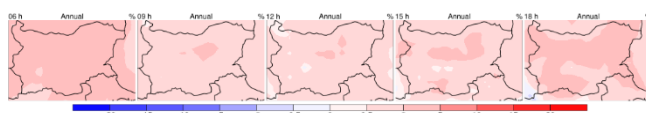
Фигура 7.2.1-30 – Сезонен и денонощен ход на потока късовълнова слънчева радиация [W/m^2] за пролет, лято, есен, зима за референтният период 1975-2004г.



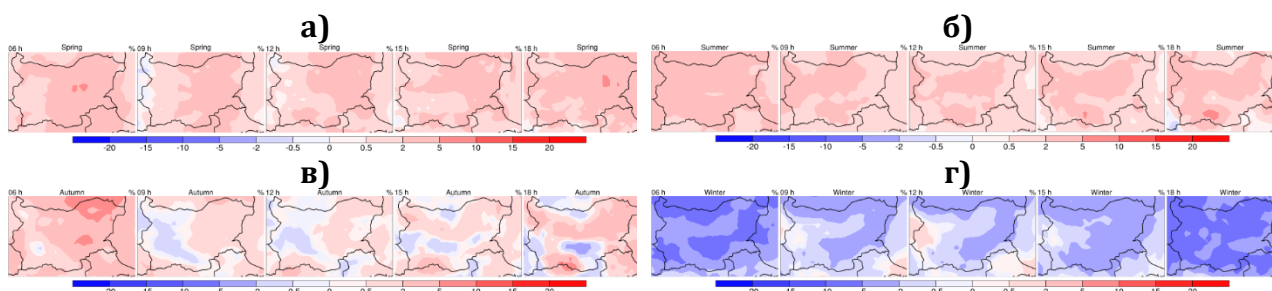
ФИГУРА 7.2.1-31 – ДЕНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ $[W/m^2]$ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP2.6 ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.



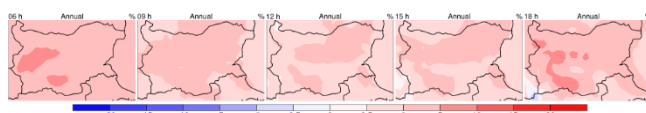
ФИГУРА 7.2.1-32 – СЕЗОНЕН И ДЕНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ $[W/m^2]$ ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.



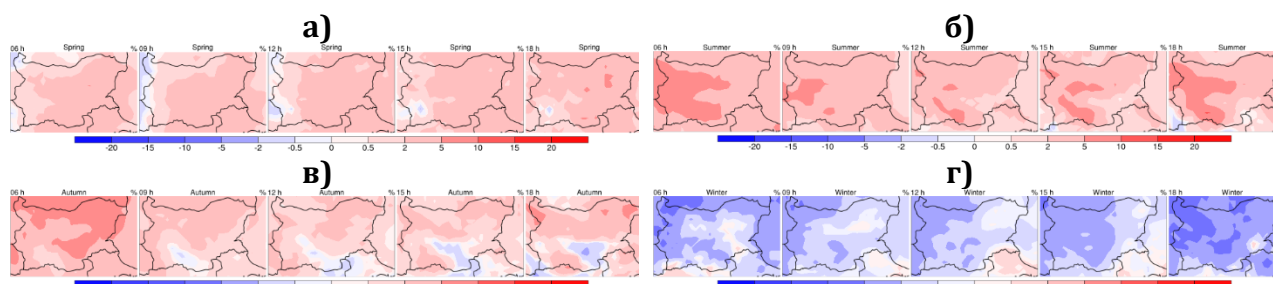
ФИГУРА 7.2.1-33 – ДЕНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ $[W/m^2]$ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.



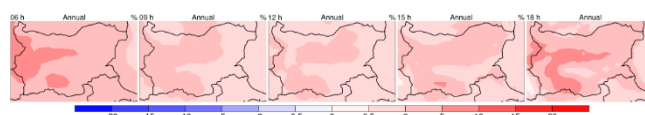
ФИГУРА 7.2.1-34 – СЕЗОНЕН И ДЕНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ $[W/m^2]$ ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP2.6 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.



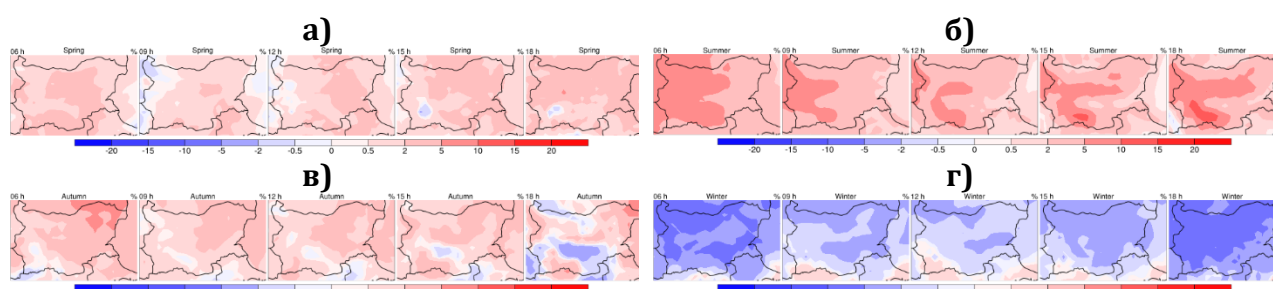
ФИГУРА 7.2.1-35 – ДЕНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ $[W/m^2]$ НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.



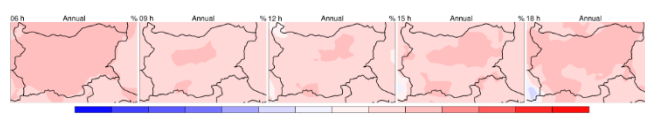
ФИГУРА 7.2.1-36 – СЕЗОНЕН И ДЕНООЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ [W/m^2] ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.



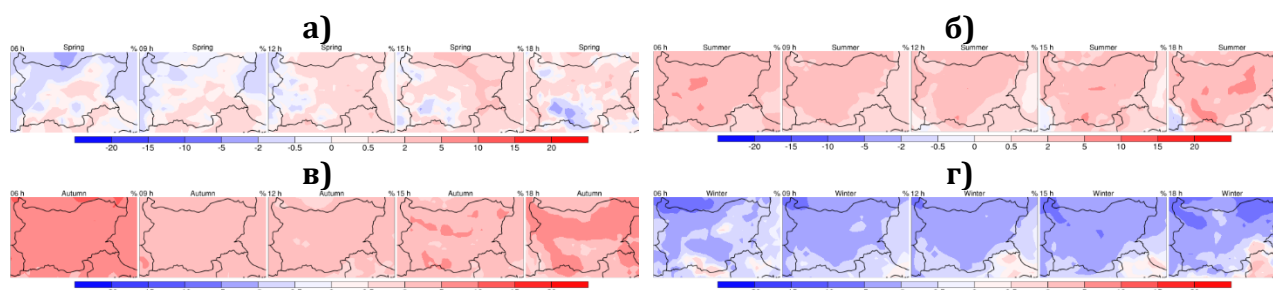
ФИГУРА 7.2.1-37 – ДЕНООЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ [W/m^2] НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.



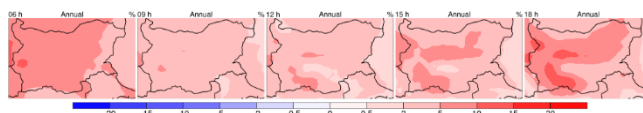
ФИГУРА 7.2.1-38 – СЕЗОНЕН И ДЕНООЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ [W/m^2] ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP4.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.



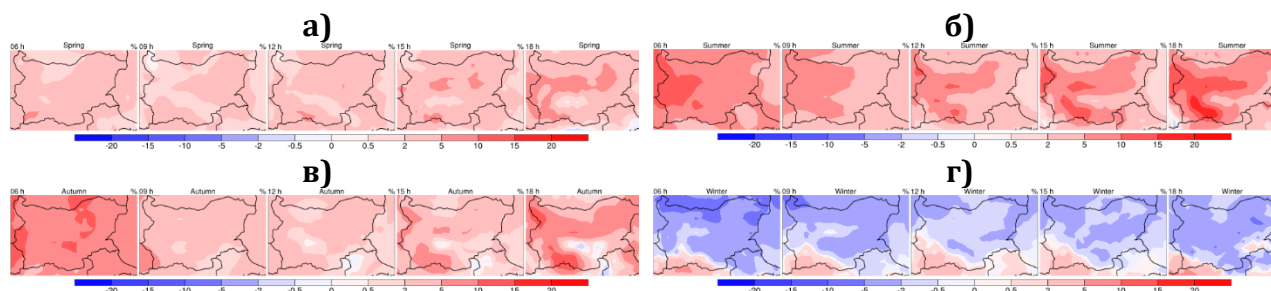
ФИГУРА 7.2.1-39 – ДЕНООЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ [W/m^2] НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.



ФИГУРА 7.2.1-40 – СЕЗОНЕН И ДЕНООЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ [W/m^2] ЗА ПЕРИОДА 2021-2050Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.



ФИГУРА 7.2.1-41 – ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ [W/m^2] НА ГОДИШНА БАЗА ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.



ФИГУРА 7.2.1-42 – СЕЗОНЕН И ДЕНОНОЩЕН ХОД НА ОТНОСИТЕЛНОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНАТА СТОЙНОСТ НА ПОТОКА КЪСОВЪЛНОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ [W/m^2] ЗА ПЕРИОДА 2070-2099Г. ПРИ RCP8.5 СЦЕНАРИЙ НА ЗА СЕЗОН А) ПРОЛЕТ, Б) ЛЯТО, В) ЕСЕН И Г) ЗИМА СПРЯМО ПЕРИОДА 1975-2004Г.

7.2.1.5 ОСНОВНИ ИЗВОДИ

Настоящият анализ, макар и твърде общ и съвсем не изчерпателен, води до няколко основни общи изводи, които, въпреки ограничеността на методологическия подход, изглеждат безспорни:

7.2.1.5.1 ЗАТОПЛЯНЕ

- В годините до края на настоящия век ще има генерална (което не изключва аномални прояви на студ с различна продължителност) тенденция на климатично затопляне над територията на цяла България.
- Степента на затопляне варира в зависимост от симулационния модел използван за оценка, методологическия подход и района на интерес, но като цяло е пропорционален на степента на увеличение на лъчистото въздействие, т.е. променя се в посока увеличение от RCP2.6 към RCP8.5.
- Очакваното затопляне е статистически значимо (5%) над територията на цялата страна при всички сценарии с някои изключения само - при оптимистичния сценарий RCP2.6.

7.2.1.5.2 ГРАНИЧЕН АТМОСФЕРЕН СЛОЙ

Различните сценарии влияят върху дебелината на граничния слой в близко и далечно бъдеще по следният начин:

- Проекциите на средногодишните относителни изменения показват, че неустойчивостта намалява през нощните часове и сутрешните часове, и се увеличава в следобедните часове. Като цяло, очаква се по-голямо нарастване на устойчивостта, тоест по-добри условия за задържане на замърсителите близо до земята за периода 2070-2099г., отколкото в близко бъдеще.

- През **зимния сезон** условията за изчистване на атмосферата от замърсители са неблагоприятни и водят до задържане на вредните вещества близо до земната повърхност (приземния слой), като това важи с по-голяма сила за северните части на страната.
- През **летния сезон**, се създават по-добри условия за изнасяне на замърсителите във височина през втората половина на деня поради нарастване на неустойчивите състояния на приземните слоеве на атмосферата, и обратното през останалите часове. Най-голяма промяна на неустойчивостта се очаква за периода 2070-2099г. при сценарий **RCP8.5**. При реализиране на сценариите **RCP4.5** и **RCP8.5**, се очаква по-голямо нарастване на неустойчивостта за периода 2070-2099г., спрямо периода 2021-2050г.
- Резултатите за **пролетния сезон** показват, че неустойчивостта, съответно способността на атмосферата да изнася замърсителите във височина намалява над по-голямата част от територията на страната. Симулациите за 2021-2050 при **RCP4.5** и 2070-2099г. при **RCP2.6** се отличават от другите по това, че в следобедните часове преобладава засилване на неустойчивостта в по-голяма част от територията на страната.
- Резултатите за **есенния сезон** показва, че в северните и западните райони на страната се наблюдава намаляване на неустойчивостта, съответно по-лоши условия за изнасяне на замърсителите във височина в нощните часове и първата половина на деня до 12 UTC. В останалото време, тенденциите са различни, като на повечето места е симулирано увеличение на неустойчивостта, с изключение на планинските райони.

7.2.1.5.3 ВЕТРОВИ ПОТЕНЦИАЛ

От резултатите за бъдещите проекции могат да се направят следните изводи за очакванията свързани с ветровият потенциал на височина 100 метра в България:

- Най-благоприятните места по отношение на ветровият потенциал, са източните, югоизточните и югозападните части на страната, като лятото е най-неблагоприятният сезон.
- Средногодишно, изменението на ветровият потенциал по абсолютна стойност е преобладаващо положително, и е по-голямо за периода 2021-2050г. отколкото през 2070-2099г. при сценариите **RCP2.6** и **RCP4.5** и обратно за **RCP8.5**.
- Най-голямо изменение на потенциала за близко и далечно бъдеще е симулирано през лятото, с изключение на прогнозната оценка за периода 2070-2099г. и **RCP2.6** сценарий. Най-голямо е намалението в северните централни и западни части на страната, а в останалите се наблюдава повсеместно увеличение.
- През пролетта, потенциалът намалява в най-голяма степен за периода 2021-2050г. при **RCP2.6**, 2070-2099г. при **RCP4.5**, а се увеличава най-много за периода 2021-2050г. при **RCP4.5**.
- През есента, потенциалът е с най-голям пространствен градиент за периода 2070-2099г. за **RCP8.5** и преобладаващо отрицателен за 2021-2050г. при **RCP8.5** сценарий. Той е положителен в по-голямата част от територията на страната за останалите комбинации от периоди и сценарии.

- Относителното изменение на ветровия потенциал е в границите от -10% до +20%, но на места има и по-високи стойности.

7.2.1.5.4 СЛЪНЧЕВА ЕНЕРГИЯ

Разпределението на късовълновата слънчева радиация в България при разгледаните сценарии показва следното:

- Разпределението и на територията на страната е сравнително еднородно, с изключение на **летният сезон**, когато максималните стойности, които надминават 850 W/m^2 са симулирани в 12 UTC в Източна и Югоизточна България.
- През **пролетния сезон** са симулирани стойности с около $50\text{-}100 \text{ W/m}^2$ по-високи, отколкото през **есенния**.
- Средногодишните относителни изменения спрямо референтният период са най-големи в далечно бъдеще (2070–2099г.) при реализиране на сценариите **RCP4.5** и **RCP8.5**, като достигат 10 % - 15 %.
- Средните относителни изменения през **пролетния сезон** достигат най-големи положителни стойности от 5 % до 10 % в периода 2070–2099г. при реализиране на сценарий **RCP8.5**. В периода 2021–2050г. при реализиране на сценарий **RCP8.5** са симулирани и отрицателни изменения, достигащи до минус $5\% \div 2\%$.
- Средните относителни изменения през **летният сезон** са изцяло положителни с максимални стойности за периода 2070–2099г., при реализиране на сценарий **RCP4.5**, когато достигат 10 % - 15 %, и сценарий **RCP8.5**, при който надминават 15 %.
- Средните относителни изменения през **есенният сезон** са изцяло положителни при реализиране на сценарий **RCP8.5** за периода 2021–2050г., и достигат до $10\% \div 15\%$. При реализиране на останалите сценарии, както и при този за периода 2070–2099г., се увеличава дела на отрицателните изменения, като най-голям дал от територията заемат при **RCP2.6** за периода 2070–2099г.
- Средните относителни изменения през **зимният сезон** са отрицателни, с малки изключения - основно в Южна България. Абсолютни им стойности се увеличават в сутрешните и вечерните часове, и достигат до минус $10\% \div 15\%$.

7.2.1.6 КАЧЕСТВО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ (КАВ)

Оценката на въздействието на Националния план за възстановяване и устойчивост на Република България върху КАВ е извършена със средствата на компютърните симулации. Целта е да се установи влиянието на прогнозираните изменения в националните емисии върху КАВ.

Съгласно Директива (ЕС) 2016/2284, България поема определени задълженията за намаляване на емисиите на серен диоксид (SO_2), азотни оксиди (NO_x) и неметанови летливи органични съединения (НМОС), амоняк (NH_3) и фини прахови частици ($\text{PM}_{2.5}$) спрямо нивата на базовата 2005г. за периода 2020–2029г и за след 2030г. Именно ефекта от тези изменения на емисиите се оценява в настоящия раздел.

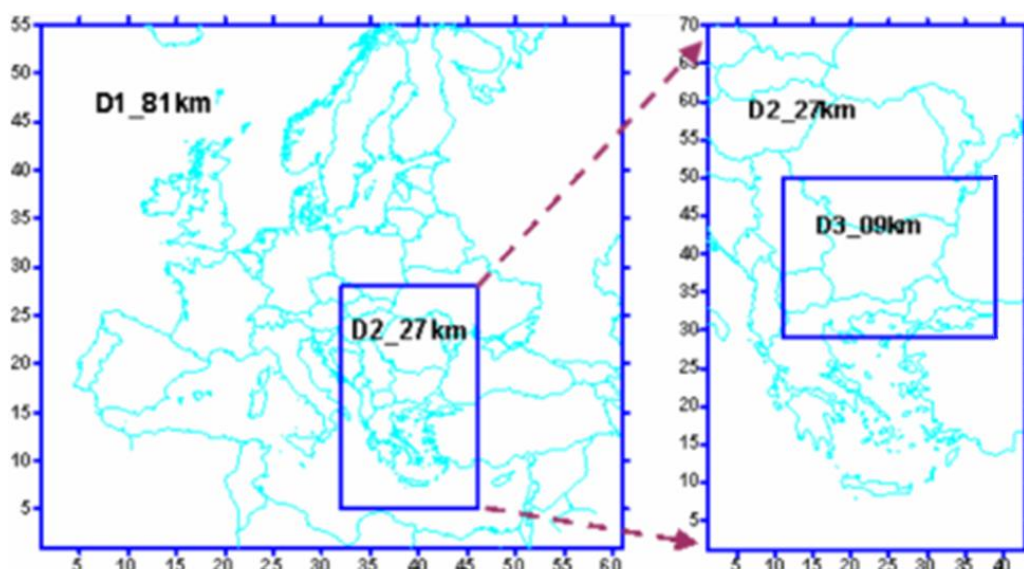
7.2.1.6.1 ИЗПОЛЗВАНИ МОДЕЛИ

За настоящото изследване беше използвана следната моделна система:

- **WRF v.3.2.1** - Weather Research and Forecasting Model, <http://www.wrf-model.org/>, (Skamarock et al. 2007), метеорологичния предпроцесор към CMAQ. Моделът за изследване и прогнозиране на времето (WRF) е следващо поколение мезо-мащабна цифрова система за прогнозиране на времето, предназначена да обслужва както оперативното прогнозиране, така и нуждите на атмосферните изследвания. Той е еволюционен наследник на модела MM5. Създаването и по-нататъшното развитие на WRF се дължи на съвместните усилия на няколко американски институции като NCAR, NOAA, NCEP и други. WRF е напълно сгъстим и нехидростатичен модел с координати на хидростатично налягане, следващи терена. Дискретизацията е тип Arakawa-C. Повече информация може да се намери на <http://www.wrf-model.org/index.php>
- **CMAQ v.4.6** - дисперсионен модел с доказани качества и приложимост в световната и европейска практики, <http://www.cmaq-model.org/>, (Byun et al., 1998, Byun and Ching, 1999, Byun, Schere 2006);
- **SMOKE** - емисионен модел. Следва да се отбележи, че **SMOKE** е много силно ориентиран към американската методика за определяне на емисиите с нейните категоризации и бази данни. По тази причина приложението му за моделиране нивата на замърсителите в Европа и България е сравнително ограничено. Най-често европейските учени ползват създадени от тях емисионни модели. В редица изследователски групи се извършва интензивна работа по адаптирането на **SMOKE** към европейските условия. В случая използването на този процесор е частично най-вече за оценка на биогенните емисии, на емисиите от големи точкови източници и обединяване и записване на различните емисионни файлове в нужните формати.

Тази група от модели носи наименованието **Models-3** и е типичен пример за т.нар. "Community models", т.е. модели създадени от голям брой колективи, при изпълнение на различни проекти, най-вече финансирани от Агенцията по околна среда на Съединените щати (**US EPA**). Агенцията е създала и специален център, който поддържа развитието на моделите, извършва обучение и дава консултации по използването им (<http://www.cmascenter.org/>).

Важно е да се отбележи че, изборът на точно тази система от модели се дължи не само на голямата им популярност и високо оценени симулационни качества, но също и на обстоятелството, че през последните години с тези модели бяха извършени мащабни компютърни симулации на състава на атмосферата на Балканския полуостров и България (Gadzhev et al. 2011, 2012, 2013 a,b,c,d).



ФИГУРА 7.2.1-43 – ТРИТЕ ОБЛАСТИ НА ИНТЕГРИРАНЕ С ХОРИЗОНТАЛНА РАЗРЕШАВАЩА СПОСОБНОСТ СЪОТВЕТНО 81 КМ (D1), 27 КМ (D2) И 9 КМ (D3).

7.2.1.6.2 МЕТЕОРОЛОГИЧНИ ДАННИ

Крупномасштабните (фонови) метеорологични данни, използвани в изследването са взети от ‘NCEP Global Analysis Data’ с хоризонтална разрешаваща способност $1^{\circ} \times 1^{\circ}$. При използване възможностите за ‘nesting’ на моделите WRF и CMAQ беше постигната разрешаваща способност от 9 km за територията на България, чрез последователно решаване на задачата в няколко последователни, вметени една в друга области (Фигура 7.2.1-43).

7.2.1.6.3 ЕМИСИОННИ ДАННИ И ЕМИСИОННО МОДЕЛИРАНЕ

Използвана детайлната инвентаризация на емисиите, направена от TNO, Нидерландия (A. Visschedijk et al., 2007). Инвентаризацията на емисиите е направена на годишна база. Замърсителите са изчислени в групи като CH₄, CO, NH₃, NMVOC (Non Methan VOC, VOC - Volatile Organic Compounds), NO_x, SO_x, PM₁₀ и PM_{2.5}.

CMAQ, както и другите химически транспортни модели, изисква входа му с емисиите да бъде в определен формат отразяващ еволюцията във времето на всички замърсители, включени в използвания химичен механизъм. При подготовката на файла с емисии за **CMAQ**, трябва да се направят известен брой допълнителни процедури:

- Първо, цялата първична информация трябва да бъде интерполирана в съответната избрана мрежа/мрежи (гридиране от grid – мрежа);
- Второ, трябва да бъдат наложени времеви профили които да модифицират годишните стойности, така че да се отчетат сезонните, седмичните и дневните вариации на работата на източниците.
- Накрая, емисиите от “фамилиите” органични газове и в по-малка степен NO_x, SO_x и PM_{2.5} трябва да бъдат разцепени или „преобразувани” в по-голям брой компоненти, съгласно изискванията за емисионен вход на **CMAQ**, които пък зависят от избрания химически механизъм – процедура, наречена “speciation”.

При това всеки от различните типове източници: площни (AS), големи точкови (LPS) и биогенни (BgS) следва да се третира по специфичен начин. (емисиите от транспорта също са отделна категория, но поради начина на инвентаризирането им у

нас те се обединяват с площните източници). Очевидно, емисионните модели са необходими пре-процесори за моделите на химичните трансформации и пренос на замърсители. Такъв компонент в **Models-3** системата е **SMOKE**. За съжаление, както вече беше отбелязано, той е много силно адаптиран към условията в САЩ – инвентаризации на емисиите, административно деление, категоризации, горивни процеси и т.н.

За целите на настоящото изследване времевите вариации на емисиите са изчислени на базата на дневни, седмични и месечни профили предоставени в (Builtjes et al., 2003, Schaap et al., 2008). Тези времеви профили са специфични за държава, замърсител и относно SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution).

Процедурата по “speciation” е зависима от използвания химичен механизъм. **CMAQ** поддържа различни химични механизми. За целите на озоновото моделиране най-често се използва Carbon Bond v.4 - **CB4** (Gery et al., 1989). Основата на **CB4** механизма е това че реактивността на органичните компоненти в атмосферата може да бъде симулирана добре от различни механизми представящи различни типове въглеродни връзки. От времето на публикуването **CB4**, са направени няколко промени. По-специално, добавена е химия на **PM**. Във версия 4.6 на **CMAQ CB4** е обновен с версия 1.7 на ISORROPIA aerosol model (Nenes et al., 1998). Според този комбиниран механизъм (**CB4-aero3**) 10 органични и 5 $PM_{2.5}$ съставки са добавени към входа с другите неорганични газове. Повечето от органичните съставки в **CB4** представляват тип въглерод-въглеродна връзка, но етилена (ETH), изопрена (ISOP) и формалдехида (FORM) са представени явно. Въглеродният тип връзки включва въглеродни атоми които съдържат само прости връзки (PAR), двойно-свързани въглеродни атоми с представител олефин (OLE), 7-въглеродна пръстеновидна структура с представител толуен (TOL), 8-въглеродна пръстеновидна структура с представител ксилон (XYL), карбонилна група и присъединен въглероден атом в ацеталдехид и алдехиди с по-голямо молекулно тегло с представител ацеталдехид (ALD2) и нереактивни въглеродни атоми (NR). Аерозолният вход към **CB4-aero3** е едрите съставки на **PM** (PM_{10} = PM_{10} - $PM_{2.5}$) и $PM_{2.5}$ разделен съответно на 5 вида: първичен елементарен въглерод (PEC), първичен нитратен аерозол (PNO3), първичен органичен аерозол (POA), първичен сулфатен аерозол (PSO4) и други по-фини частици **PM** (PM_{FINE} = $PM_{2.5}$ -PEC-PNO3-POA-PSO4). SO_x и NO_x също са разделени съответно на SO_2 и H_2SO_4 (SULF), и на NO и NO_2 . Препоръчаното от (Visschedijk et al., 2007) разделяне на NMVOC е базирано на работата по базата данни EDGAR (Olivier et al., 2001). Според тази методология, VOC са разделени на 25 главни групи от съединения (изопрените и монотерпените бидейки биогенни емисии имат нулеви разделящи коефициенти). Разцепването е специфично за държави и по категории източници (SNAP). В подготовката на файл с емисии, готов за модела, тези 25 съединения трябва да бъдат комбинирани в горните блокови замърсители в зависимост от използвания химичен механизъм следвайки съответните процедури.

Разработен беше специфичен подход за осъществяване на това разцепване (speciation). Предлага се за целите на прогноза нивата на озона в нашата страна да се следва технологията разработена от US EPA Emission Factor and Inventory Group (Ryan, R., 2002). Всичката необходима информация може да бъде свалена от съответния уеб сайт (виж цитираната работа в Литературата към този отчет). На същото място може да се намерят профилите на VOC, така и на $PM_{2.5}$, NO_x и SO_x и съответните справочни таблици. Много удобно е това че профилите са специфични за химичния механизъм давайки директно разделяне на коефициентите от количеството на VOC в [g/s] към блоковете замърсители в [moles/s], което е изисквания вход на емисиите за **CMAQ**. Малко усложнение е това, че VOC не могат да бъдат директно разделени. Те трябва първо да бъдат трансформирани в TOG (Total Organic Cases) включващи и CH_4 емисиите. Трансформационните коефициенти зависят от източника.

Директното използване на тези доста детайлни данни не е възможно извън Северна Америка защото US EPA SCC (Source Category Code) съдържа около 10000 типа източника, докато CORINAIR съдържа по-малко от 300 типа източника и само 11 SNAP категории. За преодоляване на тази трудност, на основата на експертно проучване бяха открити редица съвпадения между главни Български източници за всеки SNAP и подобни на тях SCC източници. Тегловните (теглата са приноса в проценти на всеки тип източник съгласно US EPA SCC към съответната обща Българска емисия за съответния SNAP) средни за съответните профили на разцепване (speciation) от US EPA SCC са приети като разделящи фактори, специфични за съответния SNAP. По този начин, могат да се получат както обработените профили на TOG и PM_{2.5}, така и VOC-TOG коефициентите на преобразуване. Трябва да се отбележи че такова преобразуване се предпочита пред директното сумиране на VOC и CH₄ поради голямата неопределеност на пресмятанията на CH₄ емисиите.

Входната информация, необходима за изчисляване на емисиите са мрежови данни за площните източници (Area Sources – AS), за мощните точкови източници (Large Point Sources – LPS) и данни за характера на земната повърхност (LandUse), необходими за моделиране на естествените (или биогенни) източници (BgS). Последните емитират органика, CO и NO и стойностите им зависят силно от метеорологичните условия, включително слънчевото греене.

Данните за площните източници захранват специално създадената програма **AEmis**, която извършва разцепването (speciation) и налагането на времевите профили за всяка клетка от мрежата за всеки SNAP, за съответните юлиански дати. Получените часови стойности на всичките 22 замърсителя: CH₄, CO, NH₃, 10 типа VOC, NO_x, SO_x, PM₁₀ (груби прахови частици) и 5 типа PM_{2.5}, се записват във файл в NetCDF формат.

Базата данни LPS съдържа данни само за 4 SNAP сектора – 1, 3, 4 и 8. Тази информация, заедно с изхода на MCIP се подават на **LPS-процесора** на **SMOKE**, който произвежда съответния емисионен файл. За целта инвентаризацията на мощните точкови източници се трансформира в изисквания от **SMOKE** IDA-формат. Това е текстов файл по порядъка на променливите и техните позиции са фиксирани. В този файл, наред с инвентаризационните данни, влизат и редица параметри на източниците като географски координати, височина и диаметър на комина, скорост и температура на изхвърляне на замърсителите и др. За целите на проекта бе направено сериозно обновяване на базите данни на **SMOKE**, за да се въведат използваните в Европа времеви профили, както и получените от нас speciation-профили. Моделът не само извършва специация и времева алокация, но и изчислява т.нар. “plume-rise” изхвърлянето на замърсителите във височина в резултат от механичния импулс и архимедовите сили. Това нарастване на височината на струята зависи съществено и от метеорологичните условия – вятър и устойчивост на атмосферата. В резултат **SMOKE** произвежда 3D-файл – замърсителите се изхвърлят на различни нива (нивата съвпадат с вертикалната структура на **CMAQ**). Визуализация на тези емисии няма да се представя, защото ненулеви стойности има само в някои точки и на някои нива.

SMOKE се използва и за направата на файл с третия вид емисии - биогенните емисии. **SMOKE** в момента поддържа механизма BEIS (Biogenic Emissions Inventory System), версии 2 и 3 (Pierce et al., 1998, Guenther et al., 2000). BEIS2 и BEIS3 се захранват с пространственото разпределение на вида подложна повърхност за първата стъпка от процеса – пресмятане на нормализираните емисии за всяка клетка от мрежата и за всяка категория подложна повърхност (това са емисиите при фиксирани стандартни метеорологични параметри). Финалната стъпка е привеждането на нормализираните емисии към актуални емисии на базата на гридирана, почасова метеорологична

информация. В сегашната версия на **SMOKE** е вграден механизма BEIS3.13 (Schwede et al., 2005).

Входната към BEIS информация за вида на подложната повърхност е класифицирана в 230 категории (различна земна повърхност, различна растителност) от които 19 USGS (US Geological Survey) категории. Само последните са използвани в това изследване, изтеглени от 1-км база данни на USGS (www.usgs.gov). По този начин, всяка клетка от мрежата съдържа 100 на брой 1-километрови елемента и това дава възможност да се пресметне процентното отношение на всяка категория. Процентът на останалите категории е нула. Данните се запазват като три NetCDF файла и се подават към **биогенения процесор** на **SMOKE**. Другият вход е метеорологичната информация за настоящия ден. Изходният NetCDF файл съдържа дневния ход на CO, NO и 10-те органични блокови замърсители.

Оценката на въздействието на прогнозните емисии за периода 2020-2029г. и след 2030 г., съгласно ангажиментите на Р. България за намаляване на емисиите на атмосферните замърсители по **Директива (ЕС) 2016/2284**, разписани в **Таблица 7.2.1-1** е извършена със средствата на компютърните симулации.

ТАБЛИЦА 7.2.1-1 – ПРОГНОЗА ЗА ЕМИСИИТЕ НА ЗАМЪРСИТЕЛИ НА ВЪЗДУХА.

Замърсител	Емисии според инвентаризацията за 2016 г. в kt			Намаление на емисиите спрямо базовата 2005 г., %			Задължение за намаляване на емисиите, %	
	2005	2020	2030	2020	2025	2030	2020-2029	2030+
SO ₂ *	771.3	79.6	83.4	90%	90%	89%	78%	88%
NO _x **	183.2	93.8	74.7	49%	54%	59%	41%	58%
НМЛОС **	80.7	62.1	46.3	23%	34%	43%	21%	42%
NH ₃	51.6	45.0	43.8	13%	15%	15%	3%	12%
ФПЧ _{2.5}	30.9	22.2	7.8	28%	57%	75%	20%	41%
Дата на оценката на емисиите			27 Януари, 2019 г.					

Източник: Национална програма за контрол на замърсяванията на въздуха 2020-2030 г.

* Емисиите на Азотни оксиди и NMVOC не включват секторите 3В, 3Д, селско стопанство

** Емисиите на SO₂ в базовата 2005 година се различават от последната стойност в Националната инвентаризация на емисиите, поради причини, обяснени в Приложение IV.

Сравненията между симулациите направени с емисиите за 2005 г. с тези направени с прогнозните стойности за периода 2020-2029г. и след 2030г. дава оценката на въздействието на националните емисии върху КАВ.

7.2.1.7 ИНДЕКС НА ЗАМЪРСЯВАНЕТО

7.2.1.7.1 МЕТОДОЛОГИЯ

Индексът на замърсяване се дефинира като мярка за замърсяването на въздуха разглеждано в контекста на влиянието му върху човешкото здраве (ЧЗ). Той дава интегрална оценка на влиянието на цялата съвкупност от замърсители върху ЧЗ и се изчислява на базата на концентрацията на различните замърсители получена от измерване или числено моделиране.

Индексът на замърсяване се определя в няколко интервала, за всеки от които е линейна функция на концентрацията на съответни примеси (ЕРА, 2009):

$$I = \frac{I_{high} - I_{low}}{C_{high} - C_{low}}(C - C_{low}) + I_{low} \quad (1)$$

където:

I = индекс на замърсяване,

C = концентрация на замърсителя,

C_{low} = долна гранична стойност на концентрацията C ,

C_{high} = горна гранична стойност на концентрацията C ,

I_{low} = долна граница на индекса съответстваща на C_{low} ,

I_{high} = горна граница на индекса съответстваща на C_{high} .

Така изчисления индекс на замърсяване попада в някой от диапазоните на безразмерната скала. Във всеки диапазон стойностите на индекса са свързани с определен цветен код, лингвистично описание и препоръка касаеща ЧЗ.

В различните държави и организации се конструират различни индекси и скали описващи замърсяването на въздуха и влиянието му върху човешкото здраве, като се взимат за база различни замърсители: САЩ (0-500), Канада (1-10), Хонг Конг (0-500), Китай (0-300), Сингапур (0-400), Южна Корея (0-500), Англия (1-10). За страните от Европейския съюз в рамките на проекта CITEAIR беше разработен Общ Индекс на Замърсяване, който различава часови, дневен и годишен индекс.

Часовия и дневен индекси имат 5 нива използвайки скала от 0 (много слабо) до >100 (много силно) в относителни единици от концентрацията на замърсителите. Базират се на три замърсителя, които са най-значими за Европа – PM_{10} , NO_2 и O_3 . Могат да се използват в допълнение следните примеси: CO , SO_2 и $PM_{2.5}$. Пример за легендата използвана при общия индекс на замърсяване в Европа е представен на **Таблица 7.2.1-2**.

ТАБЛИЦА 7.2.1-2 – ОБЩ ИНДЕКС НА ЗАМЪРСЯВАНЕ

Замърсяване	Стойност
Много слабо	0/25
Слабо	25/50
Средно	50/75
Силно	75/100
Много силно	>100

Общият годишен индекс се изчислява по различен метод, като представя отклонението от така наречената гранична стойност извлечена от Европейските директиви за годишни стандарти на въздуха. Когато този индекс е по-голям от 1 това означава, че за един или повече замърсители граничната стойност не е достигната, т.е. има превишение на съответния стандарт. Ако индексът е по-малък от 1 това означава, че граничната стойност е достигната т.е. няма превишение на съответния стандарт за нито един от замърсителите. Този индекс представя излагането на вредното влияние на замърсяването за по-дълготраен период и е свързан с препоръките за опазване здравето на населението направени от Световната Здравна Организация (СЗО).

Често използван Индекс за замърсяване е Британският индекс за качество на атмосферния въздух (Leeuw, F. de, Mol, W., (2005)). Той се използва и в България в рамката на Българската Система за Прогноза на Химичното време (Syraikov et al., 2009,

2011a,b, 2012, Etropolska et al, 2010). Този индекс е конструиран на 10 нива, които са разпределени в 4 категории: **ниско, средно, високо и много високо**.

Индексът на замърсяване се базира на концентрациите на 5 замърсителя: Озон (O₃), Азотен диоксид (NO₂), Серен диоксид (SO₂) и Прахови частици (PM_{2,5}, PM₁₀). Граничните стойности между индекса се определят за всеки замърсител поотделно и общия индекс се определя като се вземе максималната стойност на индекса **Таблица 7.2.1-3**. За различните замърсители се използват различни периоди на осредняване. Съответните здравни препоръки към този индекс са представени в **Таблица 7.2.1-4**.

ТАБЛИЦА 7.2.1-3 – ГРАНИЧНИТЕ СТОЙНОСТИ МЕЖДУ ИНДЕКСА ЗА ВСЕКИ ЗАМЪРСИТЕЛ.

INDEX	O ₃ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	SO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
1	0-32	0-95	0-88	0-3.8	0-21
2	33-66	96-190	89-176	3.9-7.6	22-42
3	67-99	191-286	177-265	7.7-11.5	43-64
4	100-126	287-381	266-354	11.6-13.4	65-74
5	127-152	382-477	355-442	13.5-15.4	75-86
6	153-179	478-572	443-531	15.5-17.3	87-96
7	180-239	573-635	532-708	17.4-19.2	97-107
8	240-299	636-700	709-886	19.3-21.2	108-118
9	300-359	701-763	887-1063	21.3-23.1	119-129
10	> 360	> 764	> 1064	> 23.2	> 130

Референтните нива използвани при образуването на такива таблици и скали са свързани с директивите за граничните нива за опазване на човешкото здраве, определени от Европейския Съюз и/или от Световната Здравна Организация (WHO 2005).

ТАБЛИЦА 7.2.1-4 – ИНДЕКСИ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ВЪЗДУХА И ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ЧОВЕШКОТО ЗДРАВЕ.

Лингвистично описание	Стойност	Здравна препоръка
Ниско	1–3	Ефекти е малко вероятно да бъдат забелязани дори от хора, които знаят, че са чувствителни към замърсителите на въздуха.
Средно	4–6	Леки ефекти, могат да бъдат забелязани сред чувствителните към замърсителите на въздуха хора.
Високо	7–9	Значителни ефекти могат да бъдат забелязани от най-чувствителните лица. Може да е необходимо избягване или намаляване на обичайните ви действия (напр. намаляване на експозицията, като прекарат по-малко време в замърсени райони на открито).
Много високо	10	Ефектите върху чувствителни индивиди, описани за "висока" степен на замърсяване могат да се влошат. Препоръчително е ограничаване на дейностите на открито.

7.2.1.7.2 Оценка

На **Фигура 7.2.1-44** и **Фигура 7.2.1-45** са показани денонощните вариации на годишната повтораемост на индекси на замърсяване за всички емисионни сценария. За

краткост индексите на замърсяване са обобщени в две категории – Умерено замърсяване (индекси 4, 5, 6) и Високо замърсяване (индекси 7, 8, 9, 10). Повторяемостта на индексите от категорията Слабо замърсяване (индекси 1, 2, 3) допълва повторяемостта на индекси Умерено замърсяване и Високо замърсяване до 100%.

Вижда се, че при емисиите от 2005г. повторяемостта на индексите в двете категории е по висока, спрямо сценариите с различни приложени мерки WEM или WAM. Разликите най-вече се забелязват в обедните часове (12:00 GMT), където в категория Умерено замърсяване повторяемостта е около 15% над цялата страна и 20% над София, ТЕЦ Бобов дол и ТЕЦ Марица Изток, докато при прилагане на мерки, повторяемостта намалява в тези райони до към 10-13%.

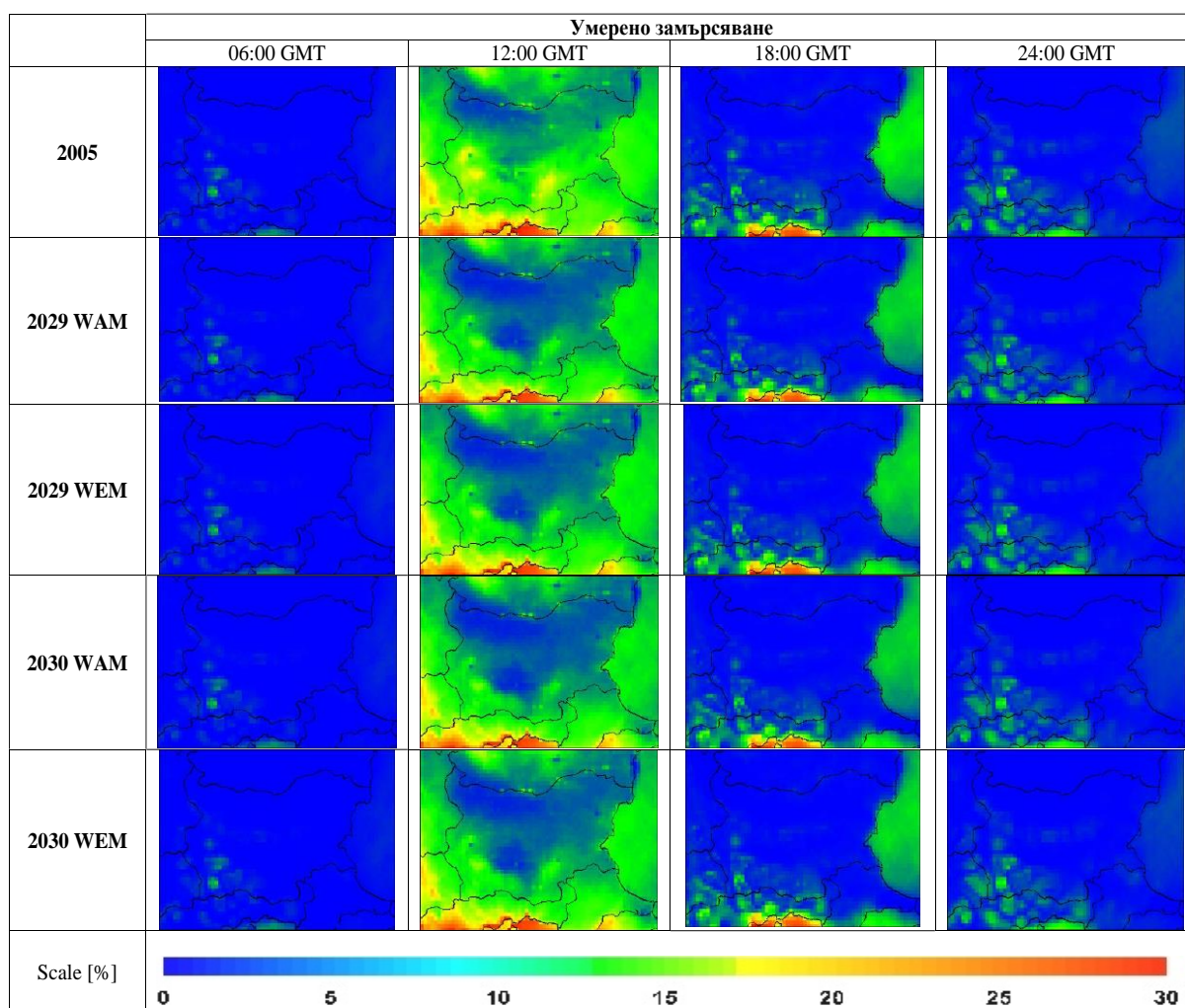
За категория Високо замърсяване (**Фигура 7.2.1-45**) през референтната 2005г. отново в обедните часове се открива повторяемост около 1% над ТЕЦ Марица Изток, която се нулира при прилагане на различни мерки WEM или WAM по сценариите. Това показва, че и Умереното и Високото замърсяване във гореспоменатите райони е намаляло при прилагане на съответните мерки.

Наред с индексите на замърсяване са определени и съответните доминиращи замърсители – тези, при които се достига съответната за дадената категория на индекса на замърсяване прагова стойност и които всъщност определят стойността на индекса. Съответните карти на повторяемост са дадени от **Фигура 7.2.1-46** до **Фигура 7.2.1-48**, като са показани случаи при които доминират озон (O_3) и серен диоксид (SO_2), тъй като останалите замърсители имат пренебрежимо малка, почти нулева повторяемост, при определяне индекса на замърсяване.

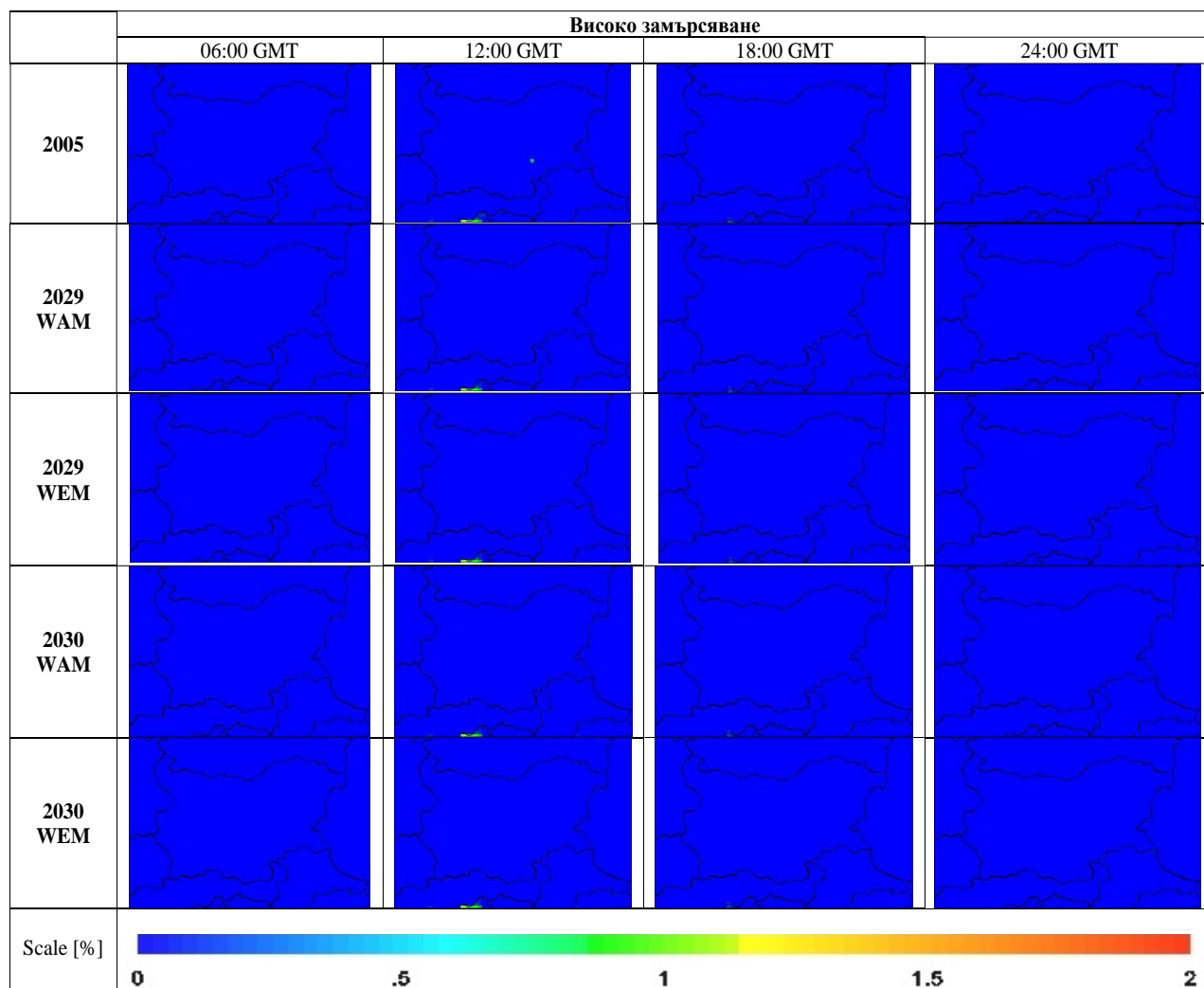
За всички емисионни сценарии, доминиращият замърсител за категория Умерено замърсяване (**Фигура 7.2.1-46**) е O_3 , като в обедните часове той е със 100% повторяемост над цялата страна. През останалите часове се забелязват „дупки“ с нулева повторяемост на озона, което означава че в тези райони доминира друг замърсител. Поради факта, че озонът над България се дължи предимно на трансграничен пренос, няма и особена разлика при картите през различните сценарии, което показва и, че озоновите концентрации, не се влияят от различни прилагани мерки, а по скоро неговото сложно разпределение се запазва.

Трябва да се отбележи обаче, че в една от „дупките“, а именно районът на ТЕЦ Марица Изток се открива повторяемост от 80% доминация на SO_2 (**Фигура 7.2.1-47**) при емисиите от 2005г., като при разглеждане на сценарии с различни приложени допълнителни мерки, тази повторяемост изчезва.

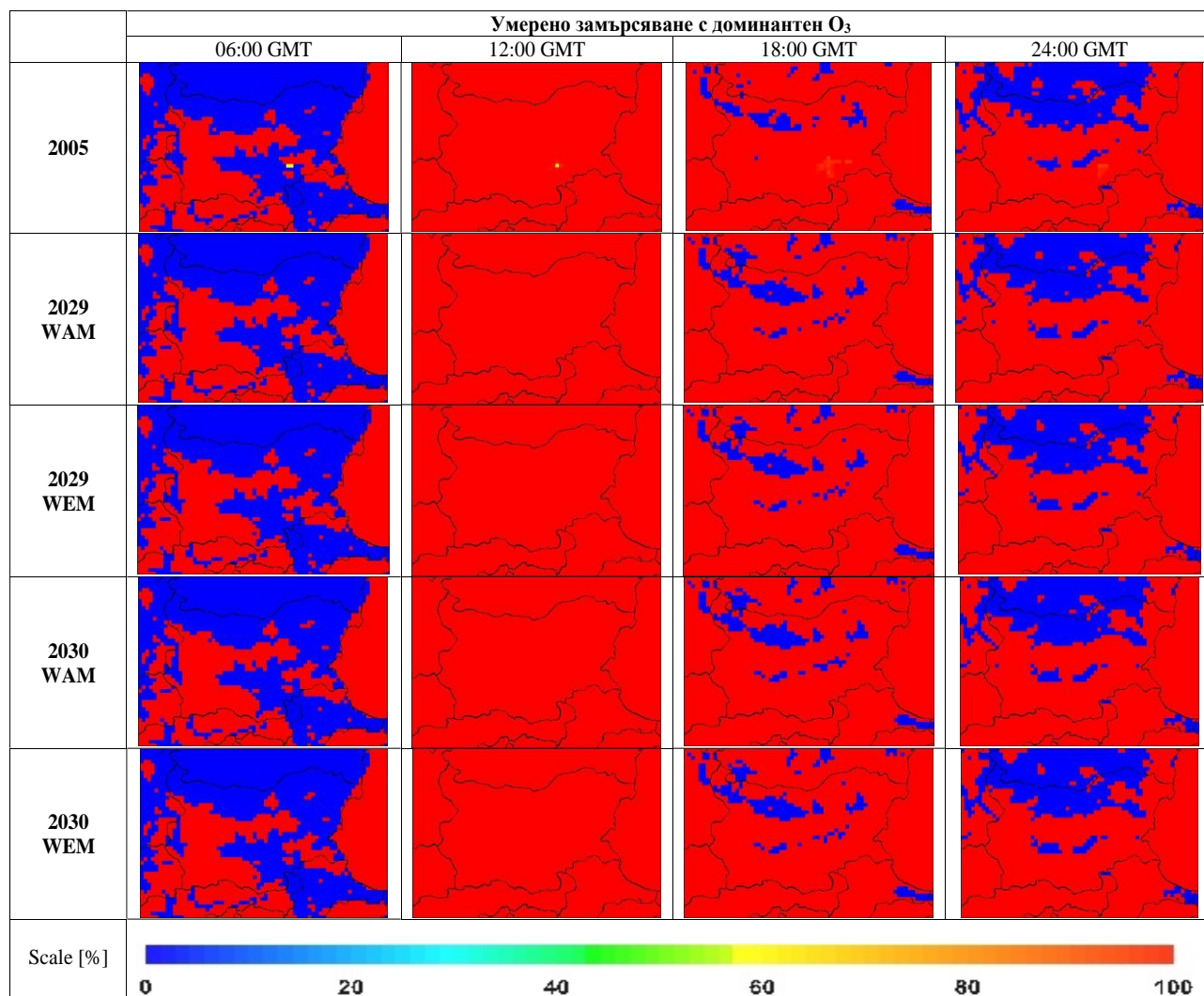
За категория Високо замърсяване се вижда, че повторяемост на SO_2 има отново в района на ТЕЦ Марица Изток в обедните часове (**Фигура 7.2.1-48**) около 90% за 2005г., като тази повторяемост се нулира при прилагане на мерките WEM или WAM.



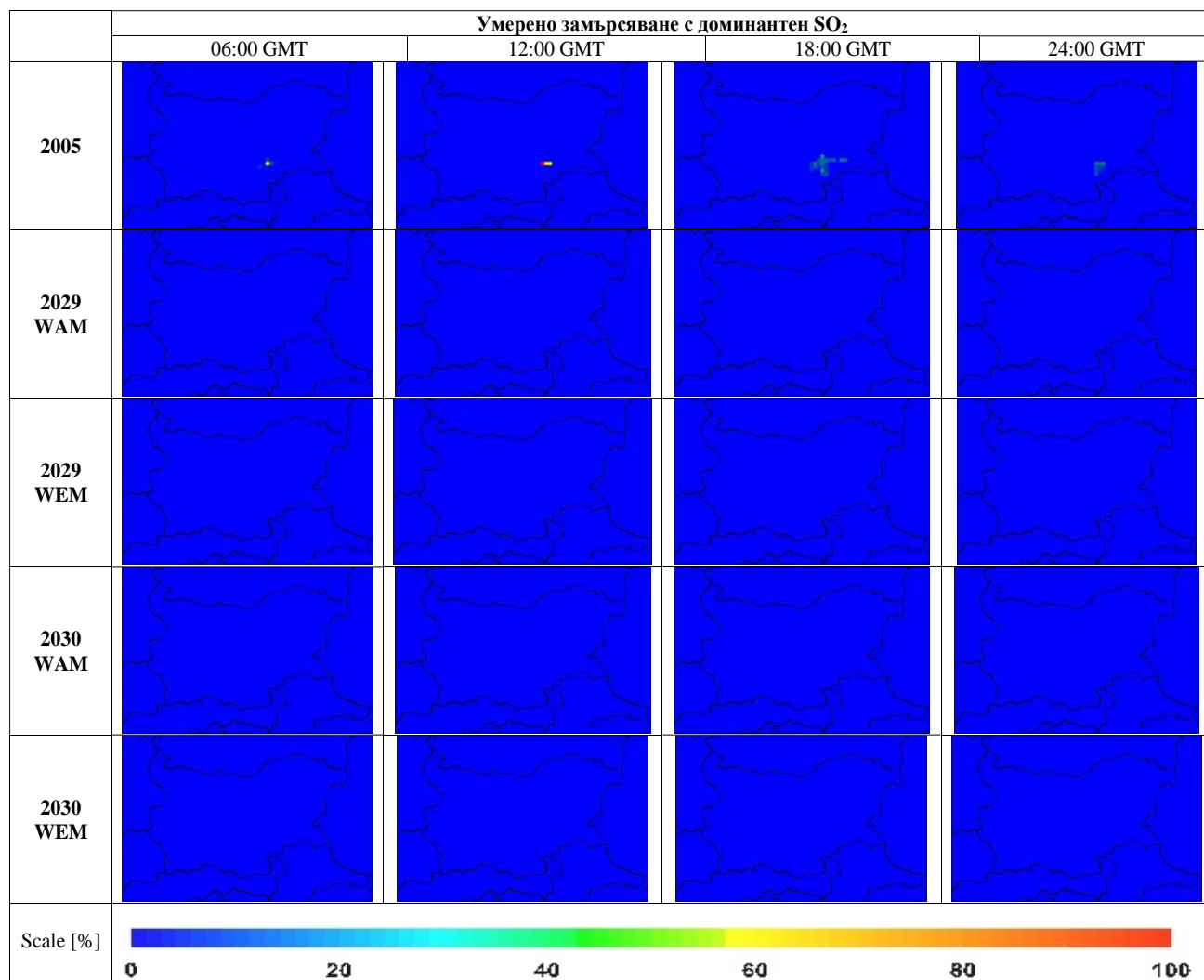
Фигура 7.2.1-44 – КАРТИ НА ГОДИШНАТА ПОВТОРЯЕМОСТ НА ОБОБЩЕНИТЕ ИНДЕКСИ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ [%] ЗА ВСИЧКИ ЕМИСИОННИ СЦЕНАРИИ В КАТЕГОРИЯ „УМЕРЕНО ЗАМЪРСЯВАНЕ“, (индекси 4, 5, 6).



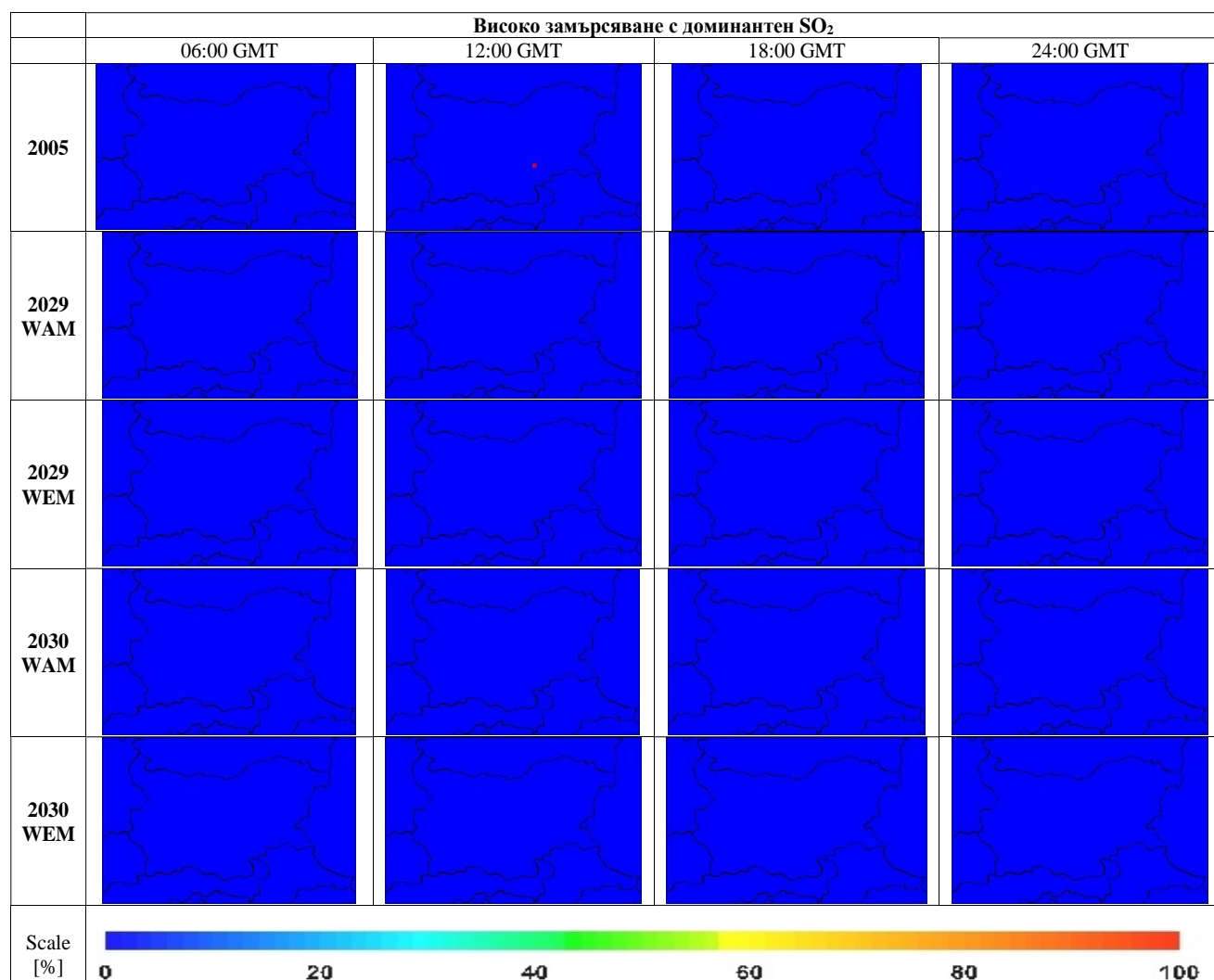
Фигура 7.2.1-45 – Карти на годишната повторяемост на обобщените индекси на замърсяване [%] за всички емисионни сценарии в категория Високо замърсяване (индекси 7, 8, 9, 10).



Фигура 7.2.1-46 – Карти на годишната повторяемост [%] на случаите, когато доминантен замърсител при определяне на обобщените индекси на замърсяване с озон (O₃) в 6, 12, 18 и 24 часа в категория „Умерено замърсяване„ (индекси 4, 5, 6), получени с емисиите при всеки от сценариите.



Фигура 7.2.1-47 – КАРТИ НА ГОДИШНАТА ПОВТОРЯЕМОСТ [%] НА СЛУЧАИТЕ, КОГАТО ДОМИНАНТЕН ЗАМЪРСИТЕЛ ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОБОБЩЕНИТЕ ИНДЕКСИ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ СЪС СЕРЕН ДИОКСИД (SO₂) В 6, 12, 18 И 24 ЧАСА В КАТЕГОРИЯ „УМЕРЕНО ЗАМЪРСЯВАНЕ „ (ИНДЕКСИ 4, 5, 6), ПОЛУЧЕНИ С ЕМИСИИТЕ ПРИ ВСЕКИ ЕДИН ОТ СЦЕНАРИИТЕ.



Фигура 7.2.1-48 – КАРТИ НА ГОДИШНАТА ПОВТОРЯЕМОСТ [%] НА СЛУЧАИТЕ, КОГАТО ДОМИНАНТЕН ЗАМЪРСИТЕЛ ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОБОБЩЕНИТЕ ИНДЕКСИ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ СЪС СЕРЕН ДИОКСИД (SO₂) В 6, 12, 18 И 24 ЧАСА В КАТЕГОРИЯ „Високо замърсяване „ (индекси 7, 8, 9, 10), ПОЛУЧЕНИ С ЕМИСИИТЕ ПРИ ВСЕКИ ОТ СЦЕНАРИИТЕ.

7.2.1.7.3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение може да се каже, че най-голяма повтаряемост има категория **Умерено замърсяване** в обедните часове, като доминиращ замърсител е озонът (O₃) със 100% повтаряемост.

Повтаряемостта на индекса в категория **Високо замърсяване** е малка, но определено серният диоксид (SO₂) е доминиращ при образуването на индекса в тази категория.

При прилагането на различни мерки от различните сценарии се забелязва определено положителен ефект в повтаряемостта. За повечето замърсители и категории тя е почти нула, което се дължи на намаляването на концентрациите на замърсителите при прилагане на мерките (WEM или WAM), включително и тези участващи при конструирането на индекса на замърсяване.