



Финансиран во согласност со посебен договор за финансиска помош бр. 2017/388-041 за ЕУ ИПА II Мулти-Програма за корисниците Албаниа, Босна и Херцеговина, Поранешна Југословенска Република Македонија, Косово*, Црна Гора и Србија

* Ова назначување не е во спротивност со позициите за статусот и е во согласност со Резолуцијата 1244/199 на Советот за безбедност на ОН и мислењето на МСП за прогласувањето независност на Косово.

Инвестициски Фонд за Западен Балкан Инструмент за техничка помош за инфраструктурни проекти 7 (ИПФ7) TA2017050 R0 IPA

WB18-MKD-TRA 01

Основен проект и Оцена на влијанијата врз животната средина од Автопатот А4 Скопје-Блаце

**Секција 2: Изградба на автопат од
клучка со локален пат за село Блаце
(Клучка „Блаце“) до Скопје (клучка
„Стенковец“), km 2+000 до ~km 12+250**

Извештај за климатска отпорност

Февруари, 2022





Инвестициската рамка за Западен Балкан (ИРЗБ) е финансирана од Европската комисија во декември 2009 година, заедно со Банката за развој на Советот на Европа (ЦЕБ), Европската банка за обнова и развој (ЕБОР), Европската инвестициона банка (ЕИБ), Билатералните донатори и земјите од Западен Балкан со цел да обезбедат финансирање за стратешки инвестициски проекти во земјите-кориснички. Подобните сектори вклучуваат развој на инфраструктурата во животната средина, енергетиката, транспортот, социјалниот и дигиталниот сектор, како и развојот на приватниот сектор. KfW и Светската банка последователно се приклучија на Рамката. Во јули 2017 година, KfW стана партнер организација.

Одрекување од одговорност

Оваа публикација е изработена со помош на Европската унија. Содржината на оваа публикација е единствената одговорност на конзорциумот IPF7 предводен од Хил Интернешнл и на ниеден начин не може да се одрази на ставовите на Европската Унија

**ПОДАТОЦИ ЗА ПРОЕКТОТ**

ИМЕ НА ПОДПРОЕКТОТ	Основен Проект и Оцена на влијанието врз животната средина и социјалните аспекти за Автопат А4, Скопје - Блаци
РЕФЕРЕНЦА НА ПОДПРОЕКТОТ	WB18 MKD TRA 01
КОРИСНИК	Министерство за Транспорт и Врски на Република Северна Македонија – Јавно Претпријатие за Државни патишта
СЕКТОР	Транспорт
ЗЕМЈА	Република Северна Македонија
ВОДЕЧКА МФИ	ЕБОР
ОДГОВОРНО ЛИЦЕ	Билјана Милошеска
СЕКТОРСКИ КЛУЧНИ ЕКСПЕРТИ	Ioannis Koutras Менка Спировска
ДАТА	Февруари 2022
НАСЛОВ НА ИЗВЕШТАЈ	Извештај за климатска отпорност

Ревизија	1	2	3	4
Датум	10.11.2021	31.01.2022		
Детално	Извештај за климатска отпорност	Извештај за климатска отпорност		
Подготвил	Кристина Петровска	Кристина Петровска		
Проверил	Менка Спировска	Менка Спировска		
Одобрил	Ioannis Koutras	Ioannis Koutras		

Содржина

1. ВОВЕД.....	6
2. НАЦИОНАЛНА РАМКА.....	9
3. ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА ОБЕМ, ВАРИЈАБЛИ, РИЗИЦИ И ПОДАТОЦИ.....	12
3.1. Обем и цели	12
3.2. Историски преглед на климатски податоци	13
<i>Температура</i>	13
I. <i>Врнежи</i>	22
II. <i>Свлечишта</i>	26
III. <i>Поплави</i>	28
IV. <i>Суши и пожари</i>	30
3.3. Проекции и сценарија за климатски промени	31
Климатски модели и идни проекции.....	32
3.4. Проценка на ранливост	44
4. ПРОЦЕНУВАЊЕ И ПРИОРЕТИЗИРАЊЕ РИЗИЦИ.....	51
4.1. Проценка на веројатност на влијанија	51
4.2. Проценка на сериозност на влијанија	53
4.3. Воспоставување на резултати за ризик	55
5. ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА ВЛИЈАНИЈА И ОДБИРАЊЕ НА МЕРКИ ЗА АДАПТАЦИЈА	57
5.1. Идентификација на влијанија и мерки за адаптација во градежната и оперативната фаза	57
6. ЗАКЛУЧОК.....	62
7. РЕФЕРЕНЦИ	63

Листа на табели

Табела 1 Релевантно национално законодавство за управување со климатски промени	9
Табела 2 Просечна годишна температура на воздухот	13
Табела 3 Појави на тоplotен бран во Скопје	17
Табела 4 Појави на ладни бранови во Скопје.....	20
Табела 5 Просечни годишни суми на врнежи за периодот 1990 – 2017.....	23
Табела 6 Пресметана максимална сума на врнежи во mm во даденото времетраење за различни веројатности (период на враќања) во % (години) за Скопје, Петровец	25
Табела 7 Пресметана максимална сума на врнежи во mm во даденото времетраење за различни веројатности (период на враќања) во % (години) за Скопје, Зајчев Рид.....	26
Табела 8 Класи на опасност од поплави и број на историски настани на поплави	28
Табела 9 Предвидени промени на температурата на воздухот: 2025, 2050, 2075 и 2100, за четири сезони (зима, пролет, лето, есен) и годишно (Година)	33
Табела 10 Предвидени промени на количините врнежи за: 2025, 2050, 2075 и 2100, за четири сезони (зима, пролет, лето, есен) и годишно (Година)	36
Табела 11 Повратен период на појава на максимални краткотрајни врнежи за Скопје Петровец (l/sec *h)	38
Табела 12 Повратен период на појава на максимални краткотрајни врнежи за Скопје Зајчев Рид (l/sec*h).....	39
Табела 13 Локација на структурите долж трасата на автопатот	44
Табела 14 Матрица на изложеност за градежната фаза	46
Табела 15 Матрица на изложеност за оперативната фаза	46
Табела 16 Скала на чувствителност	46
Табела 17 Матрица на ранливост.....	47
Табела 18 Проценка на ранливост во градежната фаза на автопатот A4	47
Табела 19 Проценка на ранливост во оперативната фаза на автопатот A4	48
Табела 20 Добра ранливи на влијанија од климатски промени во градежната фаза	51
Табела 21 Добра ранливи на влијанија од климатски промени во оперативната фаза	51
Табела 22 Бодување на веројатност на влијанија	52
Табела 23 Резултати на веројатност на влијанија за дефинираните добра во градежната фаза на автопатот	52
Табела 24 Резултати на веројатност на влијанија за дефинираните добра во оперативната фаза на автопатот.....	52
Табела 25 Скала за сериозност на влијание.....	53
Табела 26 Скала за сериозност на влијание на дефинираните добра во градежната фаза на автопатот ...	54

Табела 27 Скала за сериозност на влијание на дефинираните добра во оперативната фаза на автопатот	54
Табела 28 Матрица на ризик	55
Табела 29 Категории на ризик и одговори	55
Табела 30 Резултат за ризик на дефинираните добра во градежната фаза на автопатот	55
Табела 31 Резултат за ризик на дефинираните добра во оперативната фаза на автопатот	56
Табела 32 Влијанија и мерки за адаптација во градежната фаза	57
Табела 33 Влијанија и мерки за адаптација во оперативната фаза	59
Табела 34 Придобивки и недостатоци во случај на спроведување на проектот и „нулта алтернатива“	62

Листа на слики

Слика 1 Број на појави на тоplotни бранови за периодот 1961–2012 во Скопје.....	14
Слика 2 Годишна честота на појава на тоplotни бранови за периодот 1961–2012.....	15
Слика 3 Топлотни бранови во 2012 во Скопје	15
Слика 4 Честота на појава на тоplotен бран по месеци за периодот 1961–2012.....	16
Слика 5 Честота на појава на тоplotен бран во тоplotиот и ладниот дел од годината за периодот 1961–2012	16
Слика 6 Просечен годишен број на летни денови (денови со максимална температура на воздухот $T_x > 25$ °C) за периодот 1971–2000.....	17
Слика 7 Летни денови (денови со максимална температура на воздухот од $T_x > 25$ °C) во периодот 1961–2012	18
Слика 8 Тропски ноќи (денови со минимална температура на воздухот $T_n > 20$ °C) во периодот 1961–2012	18
Слика 9 Честота на појава на ладни бранови, по месеци за периодот 1961–2012	19
Слика 10 Просечен годишен број на мразни денови (денови со минимална температура на воздухот $T_n < 0$ °C) за периодот 1971–2000.....	20
Слика 11 Мразни денови (денови со минимална температура на воздухот $T_n < 0$ °C (период 1961–2012) ..	20
Слика 12 Просечен годишен број на ледени денови (денови со минимална температура на воздухот $T_x < 0$ °C (период 1971–2000).....	21
Слика 13 Ледени денови - денови со максимална температура на воздухот $T_x < 0$ °C за периодот 1961–2012.....	21
Слика 14 Мапа на врнежи во основно сценарио	22
Слика 15 Распределба на веројатноста за максимални врнежи за 5, 10, 20, 40, 60 и 90 минути за Скопје, Петровец.....	25
Слика 16 Распределба на веројатноста за максимални врнежи за 150, 300 и 720 минути и 24 часа за Скопје, Петровец.....	25
Слика 17 Распределба на веројатноста за максимални врнежи за 5, 10, 20, 40 и 60 минути за Скопје, Зајчев Рид.....	26
Слика 18 Распределба на веројатноста за максимални врнежи за 90, 150, 300, 720 и 1440 минути и 24 часа за Скопје, Зајчев Рид	26
Слика 19 Свечишта во скопскиот регион, вклучувајќи го и проектното подрачје	27
Слика 20 Карта за опасност од поплави	28
Слика 21 Зони на поплави и минати настани на поплави	29
Слика 22 Климатолошки станици и индекс на аридност	31
Слика 23 Температурни проекции засновани врз најлошото сценарио на климатски промени RCP85 за анализираниот период	35
Слика 24 Повратен период на појава на максимални краткотрајни врнежи за Скопје Петровец	39
Слика 25 Повратен период на појава на максимални краткотрајни врнежи за Скопје Зајчев Рид	40
Слика 26 Проекции на врнежи засновани врз најлошото сценарио на климатски промени RCP85 за анализираниот период	41
Слика 27 Проекции на поплави засновани врз најлошото сценарио на климатски промени RCP85 за анализираниот период	42
Слика 28 Проекции за поплави во проектното подрачје: тековна ситуација (лево); најлошото сценарио за климатски промени (десно)	43
Слика 29 Карта на подложност на свлекување (лево) и проектирана карта (десно) врз основа на најлошото сценарио за климатски промени RCP85 за анализираниот период	43

1. ВОВЕД

Климатските промени се резултат на взаемни влијанија на повеќе причини и последици. Првичната причина е нерамнотежата на стакленички гасови кои се емитураат во атмосферата, што предизвикува системски и циклични промени на нормалните атмосферски процеси, кои пак предизвикуваат промени на временските услови во светот. Таквите брзи промени на временските услови имаат влијание, исто така, врз регионалните и локалните предели/екосистеми/биолошка разновидност. Ова се должи на тоа што локалните системи се мачат да се приспособат и да се развиваат, ако се има предвид непредвидливоста на екстремните временски настани предизвикани од климатските промени.

Глобалните климатски промени водат кон екстремни временски настани, како долги периоди на високи температури и суши, пропратени со високи воздушни температури, интензивни кратки периоди на врнежи и појава на ладни бранови и негативни температури, како и периоди на снег и дожд. Екстремните временски настани имаат негативни влијанија врз здравјето на луѓето и животните, земјоделските и водните ресурси, и предизвикуваат нерамнотежа во топлина и енергија.

Република Северна Македонија како држава која не потпаѓа под Анекс I од UNFCCC¹, а истовремено и кандидат за членство во Европската Унија (ЕУ), мора да се придржува кон политичката рамка на ЕУ за клима и енергија, која всушност ги презема обврските на земјите од Анекс I. Правната рамка за климатски промени во моментот потпаѓа под Законот за животна средина, заедно со деталите за развојот на националните инвентари на стакленички гасови. Како држава која не потпаѓа под Анекс I од UNFCCC, Република Северна Македонија подготвува Инвентар на антропогени емисии по извори и нивно отстранување по апсорбенти на стакленички гасови уште од 2000 година.

Република Северна Македонија ја има ратификувано Рамковната конвенција на ОН за климатски промени (UNFCCC) во декември 1997 година, а Протоколот од Кјото во 2004 година. Како одговор кон обврските кои произлегуваат од потпишувањето на Рамковната конвенција како страна која не потпаѓа под Анекс I, државата го подготви и достави „Првиот национален извештај за климатските промени“ во 2003 година, „Вториот национален план за климатските промени“ во 2008 година и „Третиот национален план за климатски промени“ во 2013 година. Во овие Национални планови се развиени инвентарите на стакленички гасови, со примена на методот „тиер 1“ (т.е. наједноставниот метод) за повеќето сектори. Методот „тиер 2“ беше делумно применет во Енергетскиот сектор како клучен извор на CHCs (хлорирани јаглеводороди), со над 70 % од вкупните емисии. Во рамката на Третиот национален план за климатски промени (2013), подготвени се сценарија за температурни промени и врнежи во државата под влијание на климатските промени. Петтиот извештај на Меѓувладиниот панел за климатски промени идентификува четири таканаречени сценарија за репрезентативни концентрации (RCP) за идните глобални концентрации на стакленички гасови: RCP8.5, RCP6.0, RCP4.5 и RCP2.6. Овие сценарија претставуваат можни промени во концентрациите на стакленичките гасови во атмосферата во периодот 2006-2100 година.

Државата го потпиша Договорот од Париз во септември 2016, и ги достави Националниот придонес кон климатските промени (NDC²) со цел намалување на емисиите на CO₂ од согорување на фосилни горива за 30%, односно за 36% при повисоко ниво на амбиција до 2030, во однос на референтното сценарио. Македонскиот Парламент го усвои Законот за ратификација на Договорот од Париз во 2017 година. Важно е да се напомене дека целта на Република Северна Македонија е да вклучи што повеќе од принципите за известување прифатени од членките на ЕУ (како кандидат за целосно членство во ЕУ), со надминување на условите за известување како земја во развој која не потпаѓа под Анекс I од UNFCCC.

Сепак, станува се појасно дека со цел да се избегнат опасните климатски промени, потребно е да се намалат емисиите на стакленички гасови не само во индустријализираните, туку и во

¹ UNFCC - United Nations Framework Convention on Climate Change - Рамковна конвенција на Обединетите нации за климатски промени

² NDC - National Determined Contributions - национален придонес кон климатските промени

земјите во развој. На глобално ниво, транспорт секторот е еден од секторите кои значително придонесуваат кон зголемувањето на емисиите на стакленички гасови³. Во 2005 година, 23% од светските емисии на стакленички гасови потекнуваа од транспортниот сектор, а уделот на OECD⁴ државите изнесуваше 30 %⁵. Поради ова, транспортниот сектор прогресивно стигна до врвот на агендата за ублажување на климатските промени во Европа, како и во други делови од светот.

Со предвидени 30-40 години временско заостанување помеѓу емисиите на стакленички гасови во атмосферата и видливоста на нивното влијание врз нашата клима, како и со несигурностите во природните циклуси, предвидувањето кои климатски промени веќе станува сложена наука. Сепак, оваа инерција која постои во нашата клима значи дека минатите емисии на стакленички гасови ќе резултираат со неизбежни климатски промени на Земјата.

Клучните IPCC (Меѓувладин панел за климатски промени) проекции се следните:

- Земјата ќе стане потопла;
- Некои региони ќе станат генерално повлажни, а некои посуви;
- Ќе се подигне нивото на морињата и ќе се подигне висината на брановите од невремиња;
- Ќе се намали снежната покривка и обемот на морскиот мраз; и,
- Ќе се зголеми зачестеноста и сериозноста на екстремните временски настани (како невремиња, топлотни бранови, суши и периоди на продолжени и обилни врнежи).

Овие промени ќе имаат значително влијание врз дизајнот, изградбата, одржувањето и користењето на глобалната патна инфраструктура. На пример, посуво и потопло време ќе доведе до повеќе случаи на инфраструктурно тонеење и топлотна штета врз коловози и структури, почестите настани на обилни врнежи ќе резултираат со зголемени случаи на поплавување во ниските подрачја и котлините, а повисокото ниво на морињата може да предизвика одредени мрежи, средства и услуги да бидат привремено или трајно недостапни. Овие влијанија ќе доведат до попречување на услугите и зголемени трошоци за управување, одржување и итна санација. Заедниците, бизнисите и локалното население кои се дел од овие мрежи ќе бидат засегнати доколку дел од мрежата стане недостапна како резултат на влијанијата од климатските промени или од екстреман временски настан. Затоа, со цел мрежите, средствата и услугите да станат отпорни во соочувањето со променливата клима, треба да се преземе ефективна и насочена акција за минимизирање на нарушувањата, штетите и трошоците. Ова е главната цел поради која подготовката на овој Извештај за климатска отпорност има клучно значење за новиот автопат А4 Блаце – Скопје (клучка Стенковец).

Управата за хидрометеоролошки работи е орган во состав на Министерството за земјоделство, шумарство и водостопанство. Управата за хидрометеоролошки работи, во согласност со Законот за слободен пристап до информациите од јавен карактер, како правно лице објавува хидролошки, метеоролошки, климатолошки и агрометеоролошки информации, дава анализа и прогноза на време преку нивните метеоролошки станици распоредени на неколку локации низ целата држава. Најблиските метеоролошки станици до проектното подрачје се станиците во Скопје Зајчев Рид и Скопје Петровец, кои извршуваат 24 часовно набљудување, седум дена во неделата.

Локациите на овие репрезентативни станици се следните: Зајчев Рид е $\lambda=21^{\circ}24'00''$, $\varphi=42^{\circ}01'00''$ и Hs=301 м, а за ГМС Скопје Петровец $\lambda=21^{\circ}37'17''$, $\varphi=41^{\circ}57'42''$ и Hs=239 м.

³ Браниган К, Гибсон Г, Хил Н, Дитрих М, Шротен А, Есен ВХ, Гринсвен ВА. Стакленички гасови во транспортот во Европската Унија: Патиштата кон 2050? Развивање на подобро разбирање на обемот на поврзаните придобивки поврзани со политиките за намалување на стакленички гасови во транспортниот сектор. Финален нацрт текст од февруари 16, 2012.

⁴ OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development - Организација за економска соработка и развој

⁵ OECD. Намалување на емисиите на стакленички гасови, трендови и податоци од транспорт. 2010



ГМС Скопје Зајчев Рид



ГМС Скопје Петровец

Денес, станиците извршуваат непрекинати мерења на сите метеоролошки елементи и феномени, преку визуелни набљудувања и мерења со модерни автоматизирани инструменти.

2. НАЦИОНАЛНА РАМКА

Условите за заштита на животната средина и климатски промени сè уште не се доволно интегрирани во релевантните секторски политики на државата. Стратешка цел на државата е да осигура апроксимација на законодавството на ЕУ и негово спроведување. Иако не постои усвоен национален Закон за климатски промени, постојат рамковни документи кои обезбедуваат основа за понатамошно регулирање. Следната табела го претставува целосното релевантно законодавство за управување со климатски промени.

Табела 1 Релевантно национално законодавство за управување со климатски промени

Законодавство	Опис
Нацрт Закон за климатска акција (или ЗКА) - (не е усвоен – нацрт процес)	Овој нацрт Закон ќе ја регулира рамката за климатска акција во РСМ (Република Северна Македонија). По стапувањето во сила, Законот ќе служи како сеопфатен закон за сите размислувања во однос на ублажување и адаптација на климата. Овој нацрт Закон за климатска акција обезбедува поволна средина за сеопфатните процеси на координација на политики, и го дефинира правниот механизам за националниот пат кон одржлив развој.
Закон за животна средина („Службен весник на РМ“ бр. 53/05, 81/05, 24/07, 159/08, 83/09, 48/10, 124/10, 51/11, 123/12, 93/13, 187/13, 42/14, 44/15, 129/15, 192/15, 39/16, 99/18)	Овој Закон е насочен кон обезбедување заштита и унапредување на животната средина, заради остварување на правото на граѓаните на здрава животна средина. Целите за заштита ја вклучуваат озонската обвивка и антропогените влијанија врз климата. Документот го задолжува релевантното Министерство да развие Национален еколошки акционен план со вклучени насоки за ублажување на климатските промени. Фондот за програмата ќе вклучува проекти поврзани со климата. Националниот план за ублажување на климатски промени ќе биде понатамошно усвоен. Член 187 се однесува на Националниот план за ублажување на климатски промени, а Член 188 се однесува на Националниот инвентар на антропогени емисии по извори и понори на стакленички гасови. Член 188-а, и Член 189 се однесуваат на Акциониот план.
Закон за возила („Службен весник на РМ“ бр. 140/08, 53/11, 123/12, 70/13, 164/13, 138/14, 154/15, 192/15, 39/16)	Целта на овој закон е обезбедување на висок степен на безбедност на сообраќајот на патиштата и при изведување на земјоделски и шумски работи, заштита на животот и здравјето на луѓето, заштита на животната средина и природата и енергетската ефикасност.
Закон за енергетика („Службен весник на РМ“ бр. 96/2018, 96/2019)	Со овој закон се уредуваат целите и начинот на спроведување на енергетската политика, изградбата на енергетски објекти, статусот и надлежноста на Регулаторната комисија за енергетика и водни услуги на РСМ, пазарите на електрична енергија, природен гас, топлинска енергија, како и пазарот на сурова нафта, нафтени деривати и горива за транспорт, начинот и постапката за утврдување и исполнување на обврските за обезбедување на јавна услуга на пазарите за електрична енергија, природен гас и топлинска енергија, како и правата и обврските на потрошувачите на енергија и корисниците на енергетските системи, начинот и условите за поттикнување на користењето на

	обновливите извори на енергија.
Закон за водите („Службен весник на РМ“ бр. 87/08, 6/09, 161/09, 83/10, 51/11, 44/12, 23/13, 163/13, 180/14, 146/15, 52/16, 151/21)	Со овој закон се уредуваат прашањата коишто се однесуваат на површинските води, постојаните водотеци или водотеците во коишто повремено тече вода, езерата, акумулациите и изворите, подземните води, крајбрежното земјиште и водните живеалишта и нивното управување вклучувајќи ги и распределбата на водите, заштитата и зачувувањето на водите, како и заштитата од штетното дејство на водите, водостопанските објекти и услуги, организационата поставеност и финансирањето на управувањето со водите, како и условите, начинот и постапките под кои можат да се користат или испуштаат водите.
Закон за управување со кризи („Службен весник на Република Македонија“ бр. 29/05, 36/11, 41/14, 104/15, 39/16, 83/18)	Со овој закон се уредува системот за управување со кризи: организацијата и функционирањето, одлучувањето и употребата на ресурсите, комуникацијата, координацијата и соработката, процена на загрозеноста на безбедноста, планирањето и финансирањето.
Закон за хидрометеоролошка дејност („Службен весник на Република Македонија“ бр. 103/08)	Со овој закон се уредуваат основите на функционирањето на хидрометеоролошката дејност во Република Северна Македонија.
Закон за локална самоуправа („Службен весник на Република Македонија“ бр. 05/02)	Со овој закон се уредуваат надлежностите на општината, непосредното учество на граѓаните во одлучувањето, организацијата и работата на органите на општината, актите на органите, имот - сопственост на општината, надзорот над работата на органите на општината, распуштањето на советот на општината, механизмите на соработка меѓу општините и Владата, заштитата на локалната самоуправа, утврдување на службени јазици итн.
Закон за водостопанство („Службен весник на Република Македонија“ бр. 51/15)	Со овој закон се уредуваат стопанисувањето, користењето, функционирањето и одржувањето на хидросистемите, системите за наводнување и системите за одводнување. Целите на овој закон се: обезбедување на економично стопанисување, користење, функционирање и одржување на хидросистемите, системите за наводнување и системите за одводнување, дефинирање на обемот на услугите кои се даваат на корисниците на вода од страна на вршителот на водостопанската дејност, воспоставување на услови за нормално и успешно работење на вршителот на водостопанската дејност и користење на неговите услуги од корисниците на вода, и основање на акционерско друштво во државна сопственост АД Водостопанство на Република Македонија.
Закон за урбанистичко планирање („Службен весник на Република Македонија“ бр. 32/20)	Со овој закон се уредува системот, целите и начелата на просторно и урбанистичкото планирање, содржината на урбанистичките планови, условите за вршење на работите од областа на урбанистичкото планирање, постапките за изработување, донесување и спроведување на урбанистичките планови, надзорот над спроведувањето на одредбите на овој закон, итн.

Закон за заштита и спасување („Службен весник на Република Македонија“ бр. 36/04, 49/04, 86/08, 124/10, 18/11, 41/14, 129/15, 71/16, 106/16, 83/18)

Со овој закон се уредува системот за заштита и спасување на луѓето, животната средина, материјалните добра, природните богатства, животинскиот и растителниот свет и културното наследство од природни непогоди и други несреќи во мир, вонредна состојба и воена состојба.

Закон за ратификација на Рамковна Конвенција на Обединетите Нации за климатски промени („Службен весник на Република Македонија“ бр. 61/97);
Закон за ратификација на протоколот од Кјото кон рамковната конвенција на Обединетите Нации за климатски промени („Службен весник на Република Македонија“ бр. 49/2004);
Закон за Ратификација на Договорот од Париз („Службен весник на Република Македонија“ бр. 161/2017);
Закон за ратификација на Амандманот од Доха на Протоколот од Кјото кон Рамковната Конвенција на Обединетите Нации за климатски промени („Службен весник на Република Македонија“ бр. 152/2019 од 25.07.2019);
Закон за ратификација на Кигали Амандманот кон Монреалскиот протокол за супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка („Службен весник на Република Македонија“ бр. 34/2020)

Закони со кои Република Северна Македонија ги ратификува Протоколот од Кјото и UNFCCC, Амандманот од Доха кон Протоколот од Кјото, Кигали Амандманот кон Монреалскиот протокол за супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка и Договорот од Париз. Република Северна Македонија го потпиша (2015) и ратификува (јануари 2018) Договорот од Париз, следниот придонес во глобалните напори за смалување на емисиите на стакленички гасови: „Да се намалат емисиите на јаглероден диоксид од согорувањето на фосилни горива за 30%, односно за 36% при повисоко ниво на амбиција, до 2030 година во однос на референтното сценарио.

Северна Македонија стана дваесет и третата држава на светот која ги достави своите Националните придонеси кон климатските промени (NDC).

3. ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА ОБЕМ, ВАРИЈАБЛИ, РИЗИЦИ И ПОДАТОЦИ

3.1. Обем и цели

Главната цел на овој Извештај за климатска отпорност е да ја обезбеди и да ја зајакне отпорност на предложената изградба на новиот автопат А4 Блаце – Скопје (Стенковец) кон ефектите на климатските промени и екстремните временски настани. Други клучни елементи кои ќе придонесат кон севкупната проектна цел се:

- Да се почитува националното законодавство за климатски промени;
- Да се разбере како треба да се приспособат стандардите на дизајн на добрата;
- Да се разбере ранливоста на патната мрежа кон климатски промени;
- Да се даде приоритет на добрата и дејствата за адаптација.

Со цел да се прикажат и проценат како најсоодветни, влијанијата од климатските промени врз изградбата и оперативноста на новиот автопат А4 Блаце – Скопје, следните податоци беа анализирани и земени предвид:

- Податоци за годишна температура во регионот;
- Податоци за годишни врнежи во регионот;
- Предвидени промени на температура;
- Предвидени промени на врнежи;
- Интензивни врнежи во регионот;
- Поплави;
- Суши;
- Свлечишта.

Со цел да се исполнат барањата, тимот започна со преглед на сите релевантни национални правни и стратешки документи во Република Северна Македонија. Следната листа на документи беше земена предвид:

- Екстремни климатски настани - Екстремните климатски настани се дел од секој Национален план за климатски промени. За нашата цел, анализиран беше Третиот национален план за климатски промени UNFCCC;
- Трет двогодишен извештај за климатски промени, август 2020;
- Техничка поддршка за изготвување проекти отпорни на климатски промени, упатства за „Јавно претпријатие за државни патишта“ на Република Северна Македонија, јули 2019;
- Нацрт Закон и Долгорочна стратегија за климатска акција;
- СОЖС на Стратегија за животна средина и климатски промени 2014-2020;
- Акциски план за првиот стадиум на имплементација на Стратегијата и Законот;
- Студија за ерозија и акционен план за градот Скопје, 2017;
- План за управување и заштита од ризик од поплави на сливот на река Лепенец;
- Податоци за интензивни врнежи од УХМР;
- Отпорно Скопје – Стратегија за климатски промени.

Откако се дефинираа обемот, целите и намерите, тимот започна со разгледување на добрата, климатските променливи и влијанија кои ќе бидат дел од проценката. Со цел да се направи ова, претставени се информации за следните аспекти кои ќе помогнат да се утврди кои променливи ќе бидат вклучени во проценката:

- Проценка на нивоата на ранливост на различни добра и локации, врз основа на изложеност и нивоа на чувствителност;
- Проценка на постоечкото ниво на приспособлив капацитет и како тоа влијае врз ранливоста; и
- Проценка и користење на проекциите и сценаријата за климатски промени за да се разберат идните климатски услови и влијанието на ранливоста.

3.2. Историски преглед на климатски податоци

Температура

Во Третиот национален план за климатски промени кон UNFCCC, подготвена е анализа на екстремните температури и ладни бранови за државата и градот Скопје. Анализата на топлите бранови и топлото време за периодот 1961–2012 е направена за 11 метеоролошки станици Скопје, Битола, Прилеп, Штип, Демир Капија, Гевгелија, Струмица, Крива Паланка, Берово, Охрид и Лазарополе.

Следната табела ја претставува просечната годишна температура на воздухот од 2011 – 2020. Изворот на податоците е „Open Weather Map“ (<https://home.openweathermap.org/history/bulks>).

Табела 2 Просечна годишна температура на воздухот

Месец	Година									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Јануари	0.00	-1.36	1.49	3.48	0.26	0.54	-5.47	2.10	-1.72	0.58
Февруари	1.50	-2.77	4.25	6.25	2.75	7.80	4.25	2.76	3.41	4.59
Март	6.55	7.55	6.94	8.76	5.58	7.59	9.88	6.91	9.30	6.87
Април	11.37	11.83	12.78	11.30	9.95	14.32	11.35	15.63	12.22	10.80
Мај	15.16	15.81	17.47	15.38	17.45	15.11	16.27	18.14	14.56	15.64
Јуни	20.09	22.78	20.01	19.64	19.54	21.52	21.58	19.95	21.62	19.26
Јули	23.00	25.99	22.32	22.02	24.83	23.13	24.05	22.20	22.61	22.54
Август	23.64	24.67	24.04	22.63	23.93	21.51	24.03	22.95	24.42	21.89
Септември	21.13	20.08	17.38	16.97	19.50	17.28	18.25	18.46	18.85	19.32
Октомври	10.32	14.29	12.72	11.91	12.30	11.78	11.90	13.75	14.40	12.67
Ноември	3.46	8.57	8.21	8.46	7.88	5.72	6.14	7.39	10.70	6.04
Декември	1.80	-0.26	0.51	2.65	2.21	-0.39	2.83	0.86	3.36	4.83

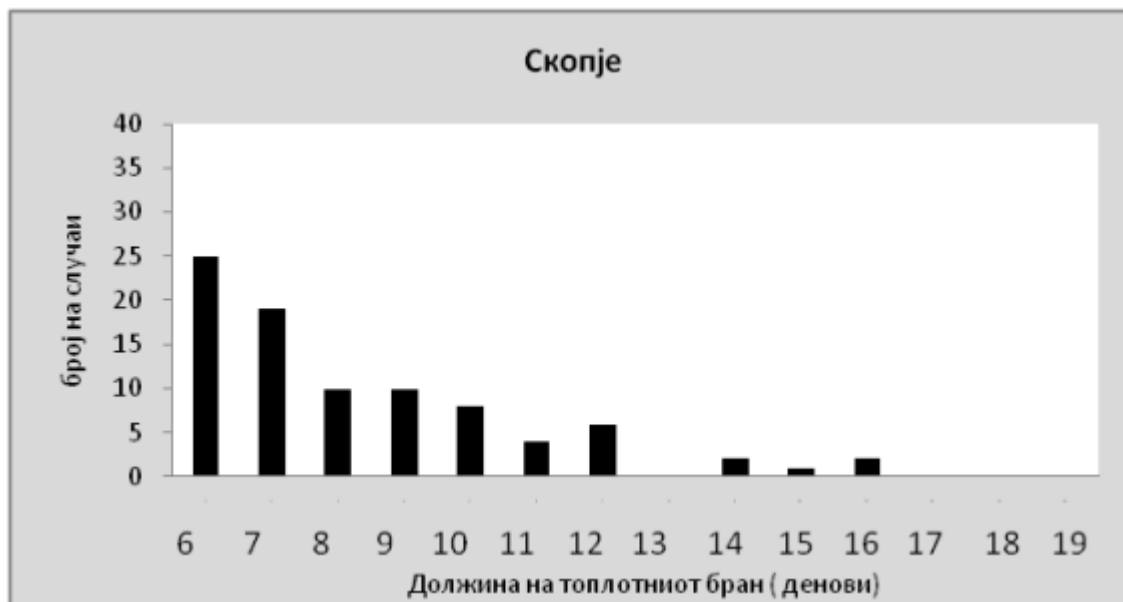
Анализата на топлите бранови и топлото време за периодот 1961–2012 е направена за 11 метеоролошки станици Скопје, Битола, Прилеп, Штип, Демир Капија, Гевгелија, Струмица, Крива Паланка, Берово, Охрид и Лазарополе. Анализата се заснова врз следните климатски параметри:

- Индекс на времетраење на топлотни бранови (HWDI): максимално траење на топлотните бранови, интервал од најмалку 6 последователни денови каде $T_x > T_{xavg} + 5^\circ\text{C}$;
- Бројот на топлотни бранови;
- Месечна и годишна честота на топлотни бранови;
- Честота на појави на топлотни бранови во топлите и ладните делови на годината;
- Летни денови: денови со максимална температура на воздухот $T_x > 25^\circ\text{C}$;
- Тропски ноќи: денови со минимална температура на воздухот $T_n > 20^\circ\text{C}$.

Врз основа на максималните вредности на дневни воздушни температури, може да се заклучи дека зачестеноста на топлотни бранови се намалува во корелација со должината на нивното

траење, каде најчестите тоplotни бранови се оние со најкратко времетраење, т.е. не повеќе од 6 последователни денови. За периодот 1961–2012, бројот на тоplotни бранови со времетраење од 6 денови за Скопје изнесуваше 25, а поединечната појава на тоplotни бранови со подолго траење изнесуваше 16.

Сликата 1 го прикажува бројот на тоplotни бранови со одредено времетраење за метеоролошката станица Скопје.



Слика 1 Број на појави на тоplotни бранови за периодот 1961–2012 во Скопје⁶

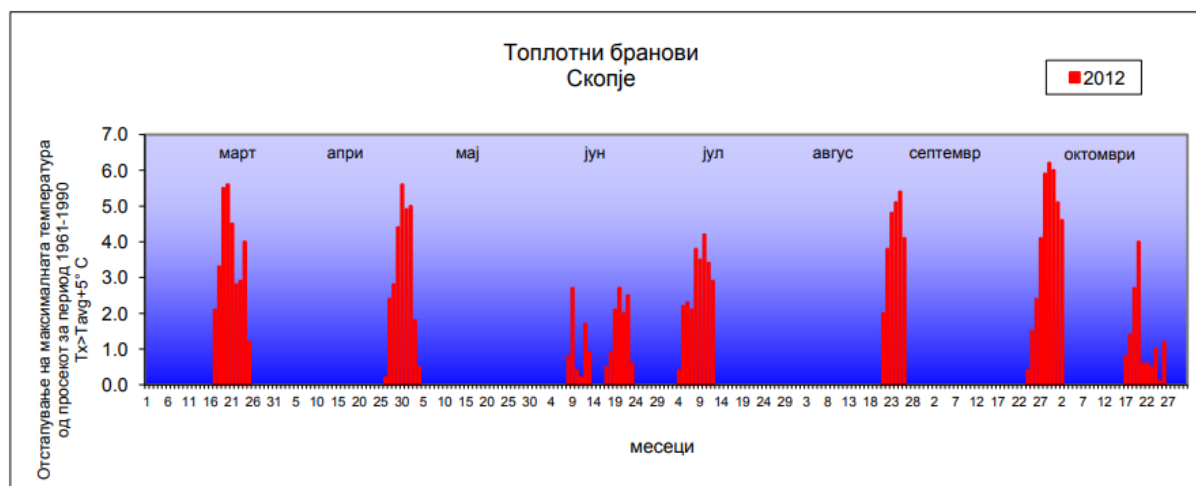
Од анализата на годишната честота на појава на тоplotните бранови, се забележува дека вкупниот број на забележани бранови не е рамномерно распореден по години. Како што може да се забележи од Слика 2, годишната честота на појава на тоplotен бран се зголемува во втората половина од анализираниот период, поточно започнувајќи од 1987 година расте честотата на појава. За разлика од првата половина на периодот, тоplotен бран е евидентиран речиси секоја година од 1987 година навака. Исто така, може да се забележи дека најголема честота на појава на тоplotен бран е забележан во последните десетина години со максимум на случаи на најголем број во 2012 и 2007 година. Во текот на 2012 година забележани се 8 тоplotни бранови во Скопје, Штип, Лазарополе и Демир Капија, 7 во Гевгелија и Берово, 6 во Битола, 5 во Струмица и Прилеп и 3 во Охрид.

⁶ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC



Слика 2 Годишна честота на појава на топлотни бранови за периодот 1961–2012⁷

Специфична година со топлотни бранови е 2012 година, со најмногу топлотни бранови во летниот период од анализираниот период, но најголемото отстапување беше забележано за пролетниот и есенскиот период. Сликата 3 ја прикажува појавата на топлотни бранови за мерната станица Скопје.



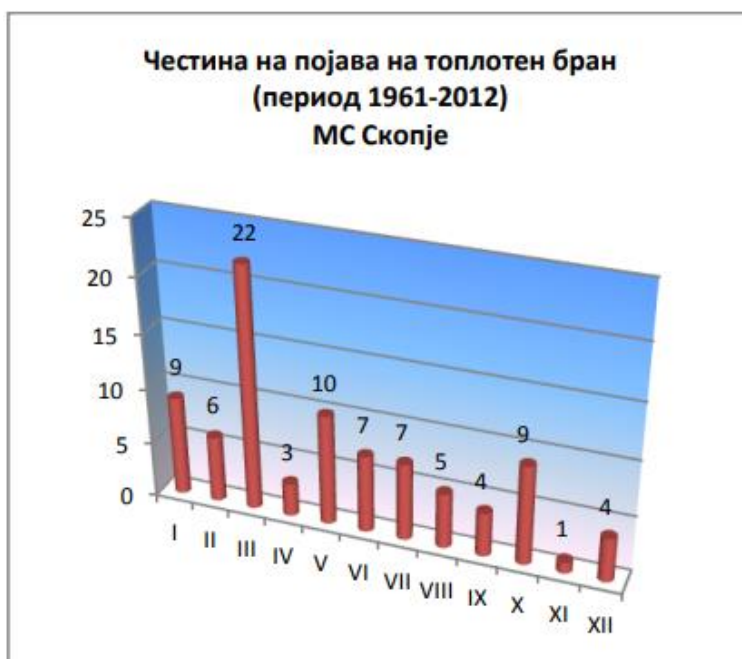
Слика 3 Топлотни бранови во 2012 во Скопје⁸

Топлотните бранови не се рамномерно распоредени во текот на годината по месеци. Месецот март се издвојува како месец со најголем број на случаи на појава на топлотни бранови. Честотата на појава на топлотен бран за Скопје изнесува 22 случаи. Може да се заклучи дека

⁷ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

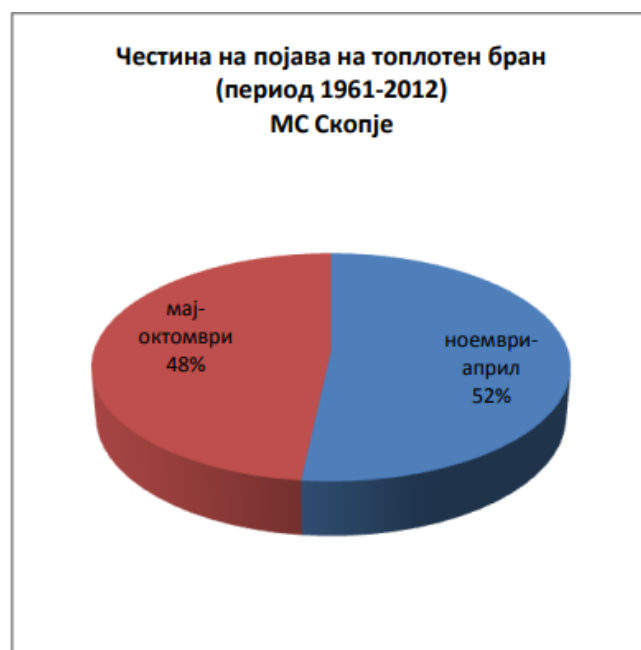
⁸ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

најмала честота на појава на топлотен бран на најголем број станици е забележана во месец март (Слика 4).



Слика 4 Честота на појава на топлотен бран по месеци за периодот 1961–2012⁹

Што се однесува до распределбата на појавата на топлотни бранови во топлиот и ладниот дел од годината, анализата покажа (Слика 5) дека процентот на забележани случаи на топлотни бранови во споредба со повеќегодишниот просек е поголем во ладниот дел од годината (ноември–април) отколку во топлиот дел на годината (мај–октомври).



Слика 5 Честота на појава на топлотен бран во топлиот и ладниот дел од годината за периодот 1961–2012¹⁰

⁹ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

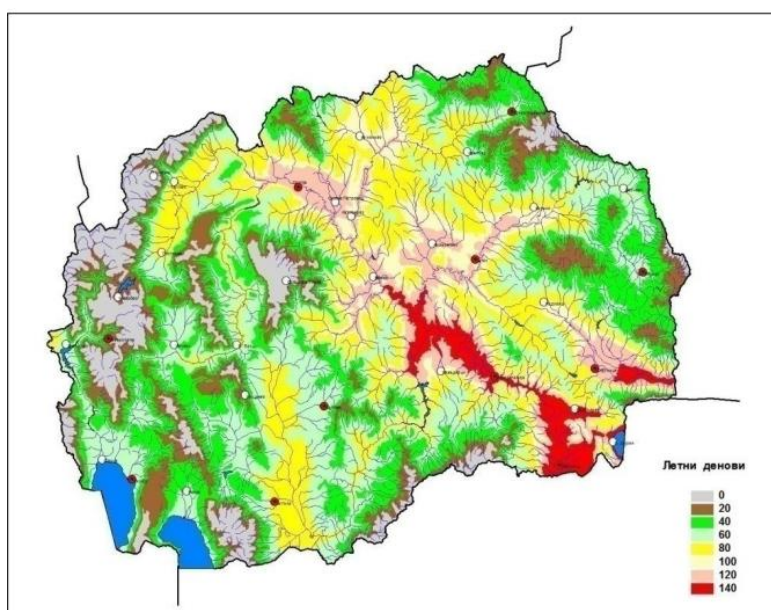
Максималните должини на траење на топлотните бранови се одредени врз основа на индексот на траење на топлотниот бран (HWDI). Од сите забележани случаи на топлотни бранови, како најкарактеристичните случаи се забележани за топлиот дел од годината, во мај 2003, јули 2007 и октомври 2012 година.

Еден од најдолготрајните топлотни бранови, особено во топлиот дел од годината е топлотниот бран што ја зафати целата територија на Република Северна Македонија во периодот од 29 април 2003 до 15 мај 2003. Максималната должина на траење на бранот во Скопје изнесуваше 16 денови. Иако со пократок период на траење (од 8 до 15 дена), не помалку е интересен и топлотниот бран во 2007 година во периодот од 16 до 25 јули. Во овој период се измерени и највисоките вредности на максималната температура на воздухот на повеќето станици на територијата на Република Северна Македонија. Една од најкарактеристични години во однос на честота и распределба на топлотните бранови е 2012, главно во потоплиот дел од годината. Следната табела ги прикажува појавите на топлотен бран во Скопје за периодите: од 29 април 2003 до 15 мај 2003, од 16 јули 2007 до 25 јули 2007, од 30 јуни 2012 до 12 јули 2012, од 24 септември 2007 до 7 октомври 2012.

Табела 3 Појави на топлотен бран во Скопје¹¹

Прв - последен ден	29 април 2003 до 15 мај 2003	16 јули 2007 до 25 јули 2007	30 јуни 2012 до 12 јули 2012	24 септември 2007 до 7 октомври 2012
Времетраење (денови)	16	8	9	9

Една од карактеристиките на топлотните бранови е бројот на деновите со максимална температура на воздухот $T_x > 25^\circ\text{C}$ (летни денови), прикажани на Слика 6, изработена во ГИС – технологија за периодот 1971-2000. Се забележува дека во проектното подрачје, бројот на летни денови во периодот 1971-2000 изнесува помеѓу 80-120 денови.



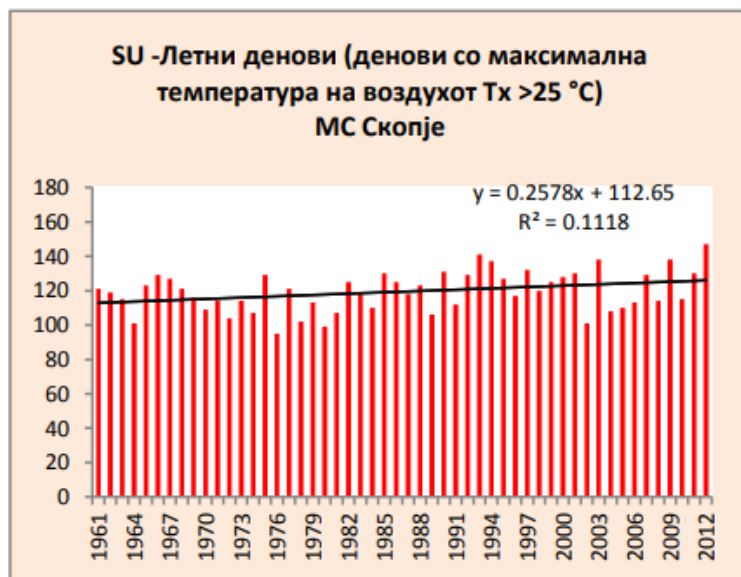
Слика 6 Просечен годишен број на летни денови (денови со максимална температура на воздухот $T_x > 25^\circ\text{C}$) за периодот 1971–2000¹²

¹⁰ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

¹¹ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

¹² Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

Сликите 7 и 8 го покажуваат бројот на летни денови забележан во главните метеоролошки станици во Скопје за периодот од 1961 до 2012 година, и ја прикажуваат промената на бројот на летни денови и тропски ноќи по година за овој период. Бројот на летни денови и тропски ноќи е значително зголемен во скорешните години во споредба со бројот на почетокот на анализираниот период.



Слика 7 Летни денови (денови со максимална температура на воздухот од $T_x > 25^{\circ}\text{C}$) во периодот 1961–2012¹³



Слика 8 Тропски ноќи (денови со минимална температура на воздухот $T_n > 20^{\circ}\text{C}$) во периодот 1961–2012¹⁴

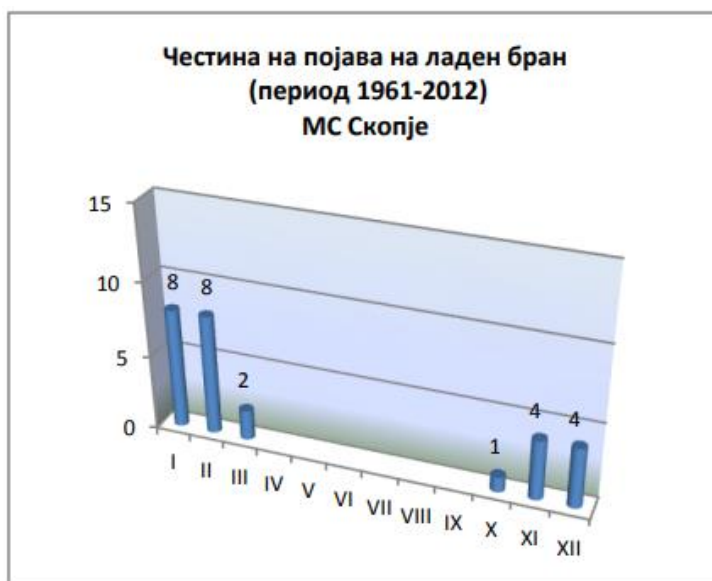
¹³ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

¹⁴ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

Анализата на ладните бранови и студеното време е направена врз основа на следните климатски параметри:

- Индекс на времетраење на ладниот бран (CWDI): максимална должина на ладен бран, интервал од најмалку 6 последователни денови со $T_n < T_{avg} - 5^{\circ}\text{C}$;
- Број на случаи на ладни бранови;
- Месечна и годишна честота на појава на топлотни бранови;
- Мразни денови: денови со минимална температура на воздухот $T_n < 0^{\circ}\text{C}$;
- Ледени денови: денови со максимална температура на воздухот $T_x < 0^{\circ}\text{C}$.

Врз основа на направената статистичка обработка на дневните вредности за минималната температурата на воздухот, може да се заклучи дека најголема честота на појава имаат најкратките ладни бранови, односно брановите со должина на траење од 6 дена. Така на пример во Скопје се забележани 7 случаи на бранови со должина на траење од 6 дена. Подолготрајните ладни бранови имаат помала честота односно помал број на појавување во текот на анализираниот период. Ладните бранови се појавуваат многу поретко од топлите бранови. На пример, вкупниот број на забележани случаи на ладни бранови за периодот 1961-2012 година во Скопје изнесува 27. Карактеристични се годините 1991 и 1967, поради најголемиот годишен број (4 случаи) на појава на ладни бранови. Како што може да се забележи од Слика 9, ладните бранови не се рамномерно распоредени по месеци во текот на годината; всушност, најголема честота се забележува во ладниот дел од годината особено во месеците јануари и февруари, а со најмала честота во топлиот дел од годината.



Слика 9 Честота на појава на ладни бранови, по месеци за периодот 1961–2012¹⁵

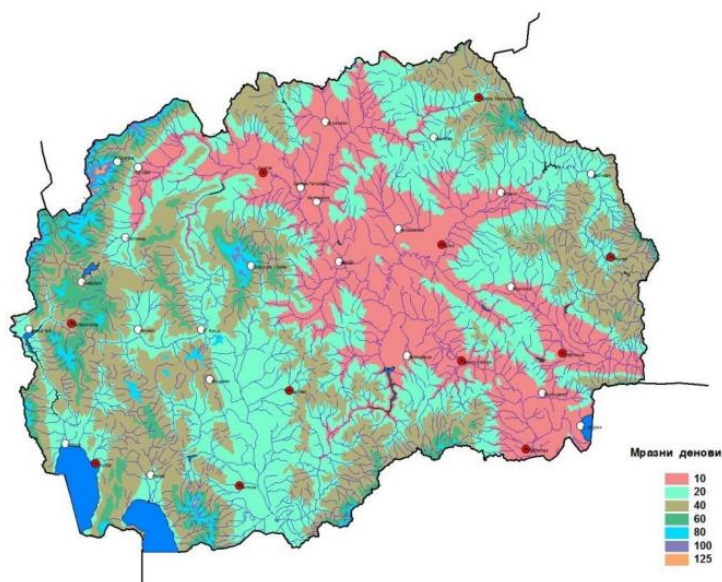
Честотата на ладни бранови во периодите од 22 јануари до 2 февруари, 1963 и 12-27 февруари, 1985 се претставени посебно како најкарактеристичните од сите забележани случаи. Ладни бранови со најдолго времетраење се забележани во овие периоди низ целата територија на Република Македонија. Најдолготрајните ладни бранови со максимална должина од 22 дена се забележани во Скопје (во периодот од 17 декември 2001 до 7 јануари 2002 и 21 ден во Битола во периодот од 4 јануари 1993 до 24 јануари 1993) се претставени во следната табела.

¹⁵ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

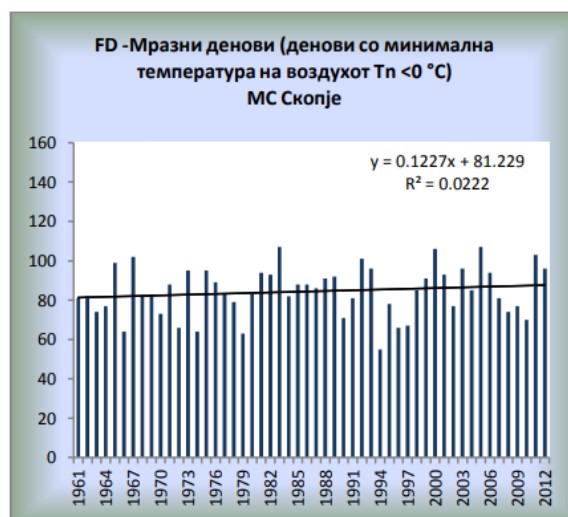
Табела 4 Појави на ладни бранови во Скопје¹⁶

Прв – последен ден	22 јануари 1963 до 2 февруари 1963	12 февруари 1985 до 27 февруари 1985
Времетраење (денови)	11	15

Просторната распределба на овие екстремни климатски параметри од температурата на воздухот (просечен број на мразни и ледени денови) за територијата на Република Македонија е прикажана на следната мапа. Може да се забележи дека во проектното подрачје, бројот на мразни денови се движи околу 10 денови.

**Слика 10** Просечен годишен број на мразни денови (денови со минимална температура на воздухот $T_n < 0$ °C) за периодот 1971–2000¹⁷

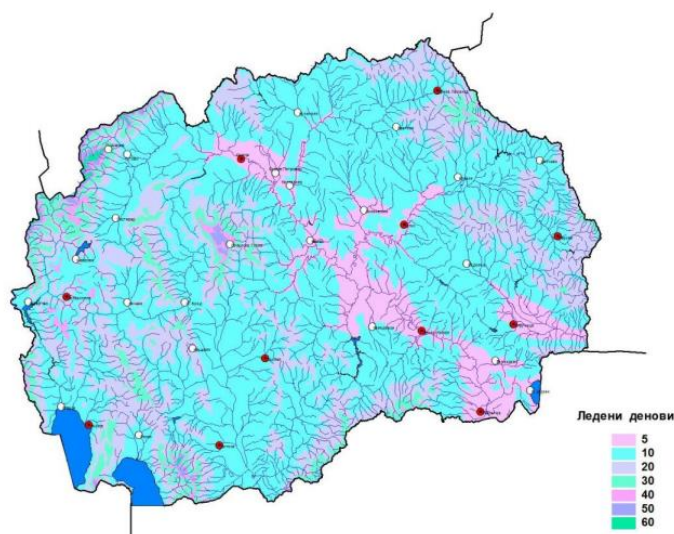
Следната слика го прикажува бројот на мразни денови со минимална температура на воздухот $T_n < 0$ °C (период 1961–2012).

**Слика 11** Мразни денови (денови со минимална температура на воздухот $T_n < 0$ °C (период 1961–2012)¹⁸

¹⁶ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

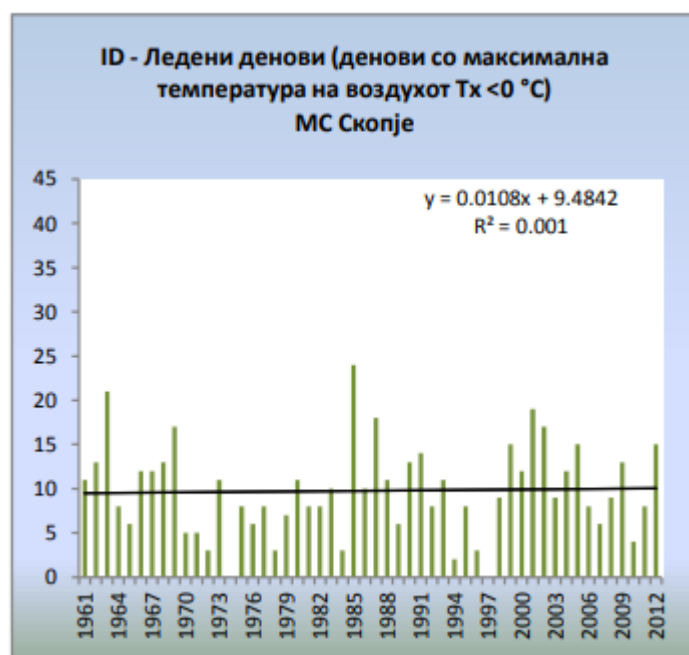
¹⁷ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

Просечниот број на ледени денови на територијата на Република Македонија изнесува помеѓу 5 и 60 дена, во зависноста од надморската височина. Во проектното подрачје, бројот на ледени денови варира од 5 до 10. Следната слика го прикажува просечниот годишен број на ледени денови.



Слика 12 Просечен годишен број на ледени денови (денови со минимална температура на воздухот $T_x < 0$ °C (период 1971–2000))¹⁹

Следната слика го прикажува бројот на ледени денови - денови со максимална температура на воздухот $T_x < 0$ °C за периодот 1961–2012.



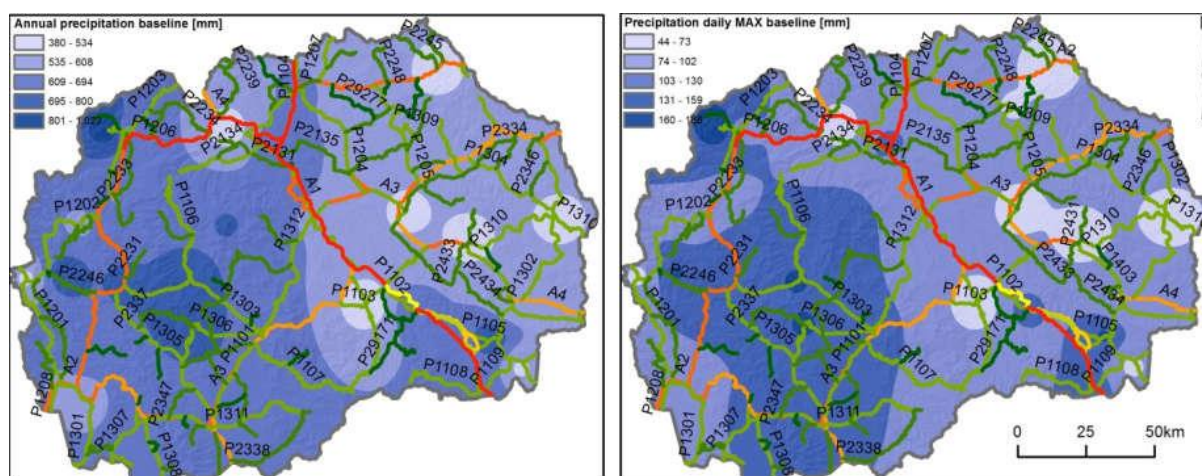
Слика 13 Ледени денови - денови со максимална температура на воздухот $T_x < 0$ °C за периодот 1961–2012²⁰

¹⁸ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

¹⁹ Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

I. Врнежи

Како резултат на влијанието на континенталната и медитеранска клима, врнежите во Република Северна Македонија се нерамномерно распределени по простор и време. Тековниот тренд на врнежи во Северна Македонија, и врнежите од периодот на постојната состојба, сугерираат дека постои големо отстапување помеѓу централниот и западниот дел на државата, бидејќи вкупните врнежи драматично се зголемуваат, со приближно 400 mm/година во централниот и над 100 mm/година во западниот дел на државата. За максималните 24 часа на врнежи, беа користени најновите податочни серии од 1961 се до 2017 година за 13 станици. Дневните максимални врнежи се групирани во западниот дел од државата, во ридските подрачја и достигнуваат приближно над 150 mm/ден, додека источниот дел е релативно стабилен со приближно 40-70 mm/ден. Ова ги одразува екстремните настани, кои генерално се очекуваат и историски се случуваат почесто во западните ридски предели. Сликата подолу дава резиме на континуирани и екстремни врнежи. Главниот патен правец A1 долж долината на Вардар, не искусува ниту еден од овие два ефекти, но A2 е засегнат, заедно со придружните патишта од пониско ниво (P1 и P2).



Слика 14 Мапа на врнежи во основно сценарио

Во Скопје, количеството на годишните врнежи во 2017 година во однос на просечната годишна сума на врнежи за период 1981-1990 година, незначително се зголемил за 5% од просекот. Најголемо количество на годишни врнежи од 782,9 mm имало во 2014 година. Во оваа година било и најголемото отстапување од долгогодишните просечни врнежи во периодот од 1981 до 1990 година, и изнесува 76%. На следната табела се претставени количините на просечните годишни суми на врнежи за периодот 1990 – 2017.

20 Извор: Анализа на екстремни температури, топли и ладни бранови, Трет национален план за климатски промени кон UNFCCC

Табела 5 Просечни годишни суми на врнежи за периодот 1990 – 2017²¹

Единица		1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
1	Просечна сума на врнежи за 1990 – 2017	mm										445.4										
2	Годишна сума на врнежи за Скопје	mm	309.9	585.7	296.4	297.9	726.5	563.3	532.0	573.1	511.4	527.7	445.8	656.6	704.1	329.2	412.7	464.8	782.9	526.3	682.9	468.3
3	Отстапување од просечната сума на врнежи	%	69	131	67	67	163	113	119	129	115	118	100	147	158	74	93	104	176	118	153	105
4	Максимална месечна сума на врнежи	mm	97.9	98.8	57.7	89.4	155.9	118.2	63.2	101.7	96.7	140.0	78.4	104.3	143.9	88.2	108.2	66.1	167.5	138.1	130.7	93.3
5	Минимална месечна сума на врнежи	mm	4.4	0.2	2.1	1.3	14.7	1.7	16.1	21.2	13.2	1.2	0.8	10.2	3.5	2.3	4.2	15.7	6.7	0	0	7.52

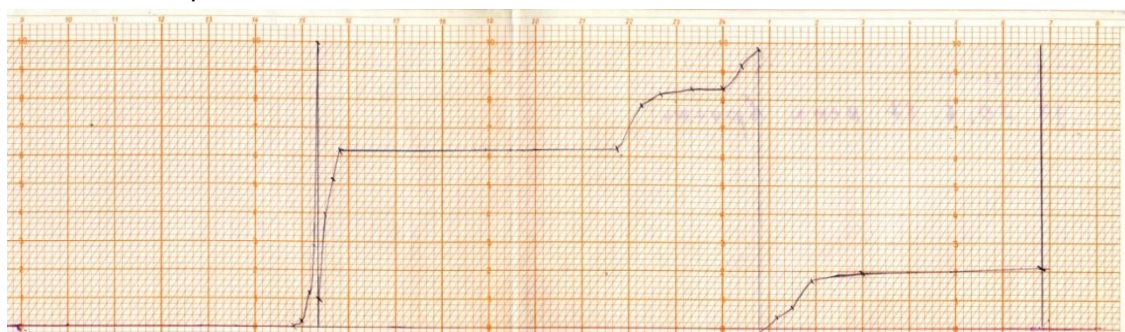
²¹ Извор: План за управување и заштита од ризик од поплави на сливот на река Лепенец

Мерењето на интензитетот и времетраењето на врнежите се изведува преку еднодневни, седумдневни и месечни плувиографи. Еднодневните плувиографи најчесто користат германски инструменти од компанијата „Lambrecht“ и „R. Fruess“, како и рускиот вид „P-2“ (со принудно празнење). Најчестите од седумдневните и месечните плувиографи се германските инструменти од компанијата „Lambrecht“.

Со оглед на техничките средства за плувиографски мониторинг на врнежи, мерењата се извршени само во топлиот дел од годината (април до ноември). На зима, се користат таканаречените плувиографи со грејач (за да се избегне мрзнење при негативни температури), но тогаш не се користи еднодневна туку седумдневна плувиографска лента. Таквите записи се неупотребливи за одредување на количината на врнежи за времетраење на дождливи епизоди пократки од 60 минути.

Оваа студија ги претставува резултатите од обработените плувиографски дијаграми од ГМС Скопје Петровец од претходни студии (Интензивни врнежи во Република Македонија, Машински факултет - Институт за хидротехника, Скопје, 1993) за периодот 1956-75; 1978-1980; 1982-84 и 1986-88.

Обработката е збогатена со поновите триесетгодишни податочни серии во однос на мерната точка Скопје Зајчев Рид за периодот 1991-2020. Оттука, читањето на плувиографските дијаграми се изведува на два начини: рачно и автоматски. Бидејќи двете методи во поединечни случаи не даваат идентични резултати, експертска оценка е дека при изборот на годишниот максимум на врнежите за одредено траење треба да се земе во предвид за понатамошна обработка повисоката вредност.



Обработка на плувиографска лента од ден 27. 06. 1987					Избор на најголеми вредности		
Време (час, минути)	Количина на врнежи (мм)		$\Delta t = t_{i+1} - t_{i(мин)}$	$H_i / \Delta t$	Интервал $\Delta t(мин)$	Почеток и крај на интервалот	Избрани врнежи $H_i(мм)$
	Σh_i	H_i					
1	2	3	4	5	6	7	8
14 ⁵⁰	0.0	0.2	10	0.020	5	15 ¹⁵ -15 ²⁰	7.10
15 ⁰⁰	0.2	1.0	10	0.100	10	15 ¹⁵ -15 ²⁵	10.00
15 ¹⁰	1.2	1.7	5	0.340	20	15 ¹⁰ -15 ³⁰	12.80
15 ¹⁵	2.9	7.1	5	1.420	40	15 ¹⁰ -15 ⁵⁰	15.00
15 ²⁰	10.0	4.0	10	0.400	60	14 ⁵⁰ -15 ⁵⁰	16.20
15 ³⁰	14.0	2.2	20	0.110	90	14 ⁵⁰ -16 ²⁰	16.20
15 ⁵⁰	16.2	0.0	295	0.0	150	14 ⁵⁰ -17 ²⁰	16.20
21 ⁴⁵	16.2	1.6	30	0.53	300	14 ⁵⁰ -19 ⁵⁰	16.20
22 ¹⁵	17.8	0.4	25	0.016	720	14 ⁵⁰ -02 ⁵⁰	21.90
22 ⁴⁰	18.2	0.2	40	0.005	1440	(960) 14 ⁵⁰ -06 ⁵⁰	22.10

Плувиографските дијаграми ја одредуваат најголемата сума на врнежи H (mm) за назначеното времетраење t (5, 10, 20, 40, 60, 90, 150, 300 и 720 минути и 24 часа) за станиците Скопје Петровец и Скопје Зајчев Рид.

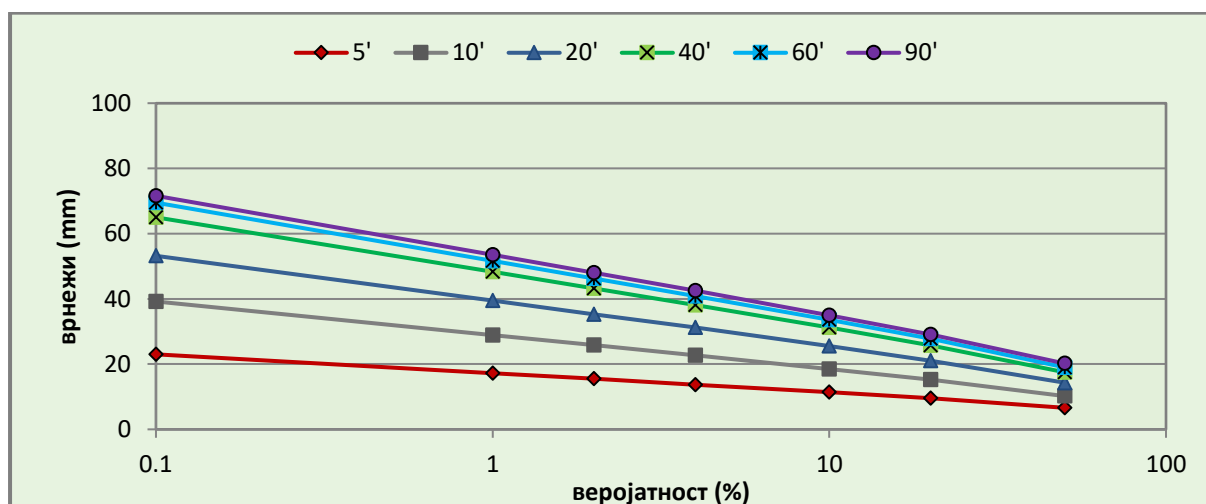
Добиените вредности за годишната максимална сума на врнежи за назначеното времетраење понатаму се користат за статистичка обработка.

Табелите 4 и 5 ги прикажуваат пресметаните вредности на максимална сума на врнежи. Поради конзистентност и можност за споредба со претходните пресметки на интензивни врнежи за Скопје-Петровец, исто така податоците од Зајчев Рид за периодот 1991-2020 се анализирани со Гумбелова дистрибуција. Додатно, тестот на Колмогоров-Смирнов и Хи-квадрат тестот беа користени за да се процени соодветноста на теоретската распределба со емпириските податоци. За сите нивоа на значајност на тестови, не постои оправдување за отфрлање на избраните статистики.

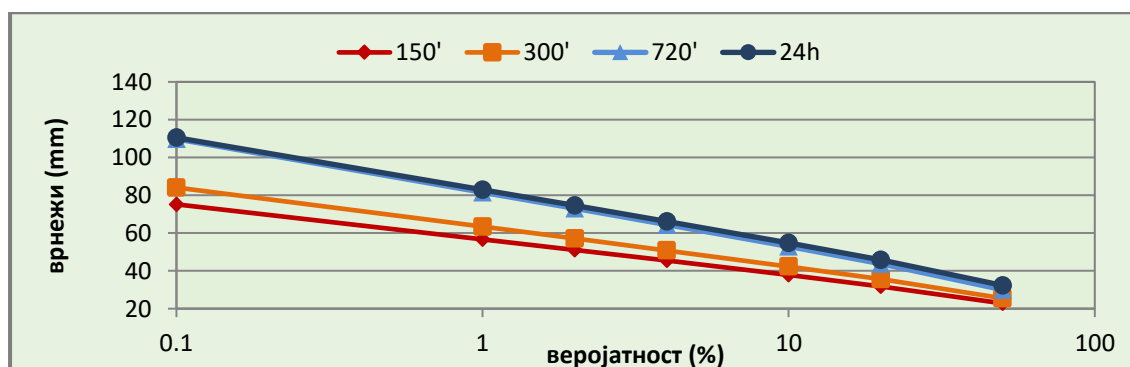
Распределбата на веројатноста за појава на максимални количини на врнежи пресметана во милиметри за Скопје Петровец за периодот 1956-1988, е графички прикажана за различни временски интервали (графикони 1а и 16), и за Скопје Зајчев Рид за периодот 1991-2020 на графиконите 2а и 26.

Табела 6 Пресметана максимална сума на врнежи во mm во даденото времетраење за различни веројатности (период на враќања) во % (години) за Скопје, Петровец

P (%)	5'	10'	20'	40'	60'	90'	150'	300'	720'	24ч	T (година)
50	6.6	10.2	14.3	17.5	19.0	20.2	22.8	25.5	30.0	32.3	2
20	9.5	15.2	21.0	25.7	27.8	29.1	31.8	35.6	43.8	45.8	5
10	11.4	18.5	25.5	31.2	33.6	35.0	37.9	42.3	53.0	54.8	10
4	13.7	22.7	31.2	38.1	40.9	42.5	45.5	50.8	64.5	66.1	25
2	15.5	25.8	35.3	43.2	46.3	48.0	51.1	57.1	73.1	74.6	50
1	17.2	28.9	39.5	48.3	51.7	53.5	56.7	63.4	81.6	82.9	100
0.1	23.0	39.2	53.2	65.0	69.5	71.6	75.2	84.1	109.8	110.5	1000



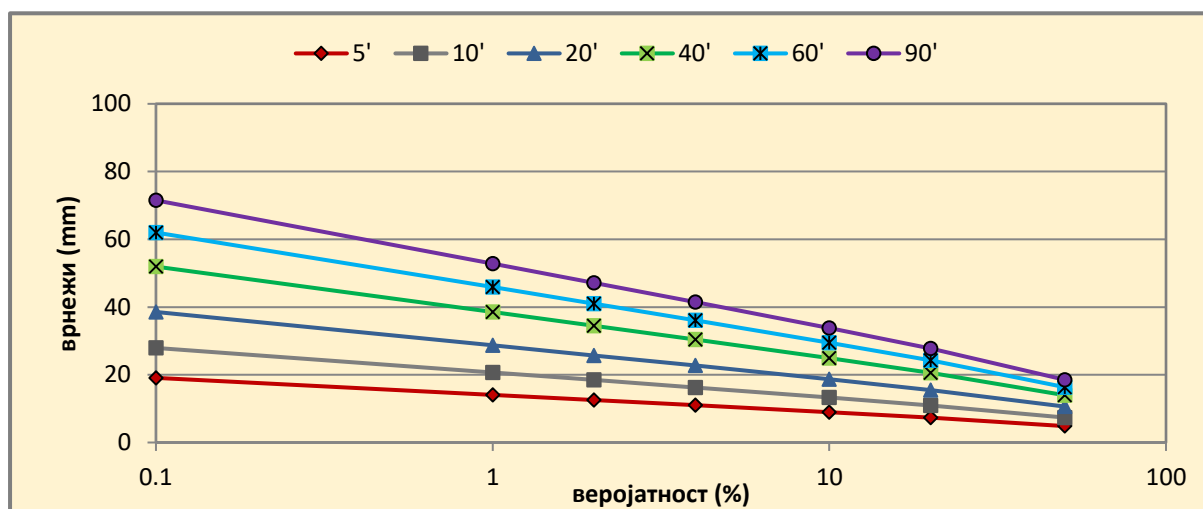
Слика 15 Распределба на веројатноста за максимални врнежи за 5, 10, 20, 40, 60 и 90 минути за Скопје, Петровец



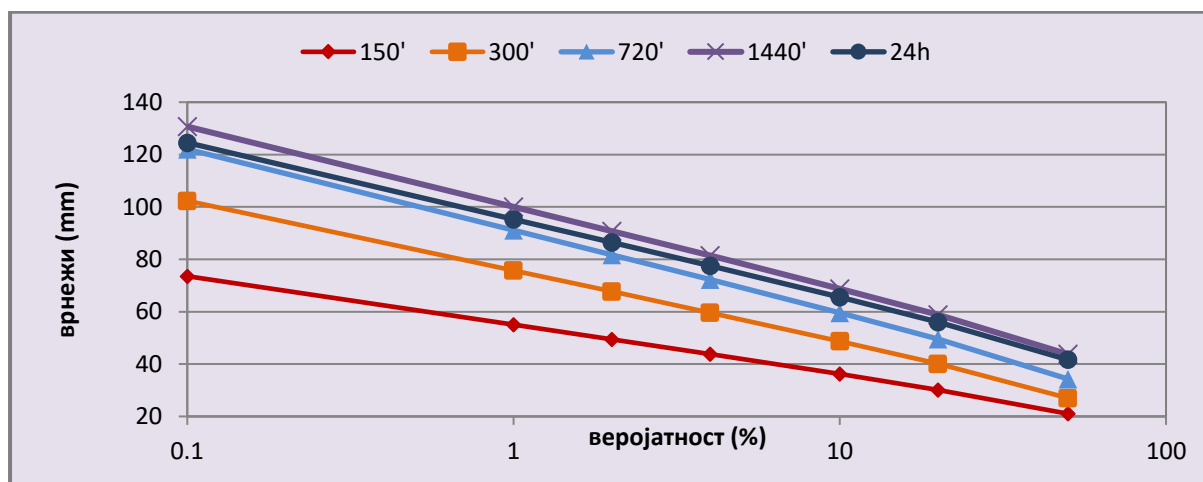
Слика 16 Распределба на веројатноста за максимални врнежи за 150, 300 и 720 минути и 24 часа за Скопје, Петровец

Табела 7 Пресметана максимална сума на врнежи во мм во даденото времетраење за различни веројатности (период на враќања) во % (години) за Скопје, Зајчев Рид

P (%)	5'	10'	20'	40'	60'	90'	150'	300'	720'	1440'	24ч	T (година)
50	4.8	7.4	10.6	14.0	16.4	18.5	21.0	27.0	34.3	43.76	41.7	2
20	7.3	10.9	15.5	20.6	24.3	27.7	30.1	40.1	49.5	58.83	56.0	5
10	9.0	13.3	18.7	24.9	29.5	33.8	36.2	48.7	59.6	68.80	65.5	10
4	11.0	16.3	22.7	30.4	36.1	41.5	43.8	59.6	72.3	81.40	77.6	25
2	12.5	18.5	25.7	34.5	41.0	47.2	49.4	67.7	81.7	90.75	86.5	50
1	14.1	20.7	28.7	38.5	45.9	52.8	55.0	75.8	91.1	100.03	95.3	100
0.1	19.1	27.9	38.5	51.9	62.0	71.5	73.6	102.3	122.1	130.69	124.5	1000



Слика 17 Распределба на веројатноста за максимални врнежи за 5, 10, 20, 40 и 60 минути за Скопје, Зајчев Рид



Слика 18 Распределба на веројатноста за максимални врнежи за 90, 150, 300, 720 и 1440 минути и 24 часа за Скопје, Зајчев Рид

II. Свлечишта

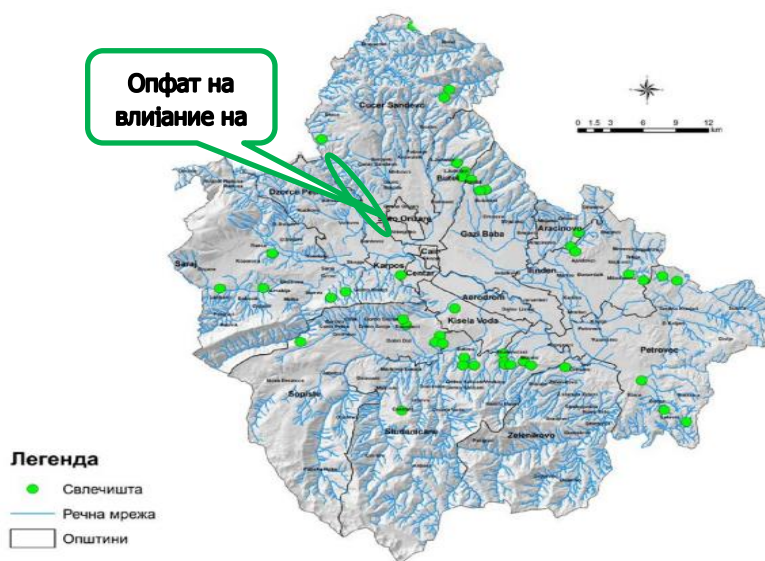
Свлечишта се случуваат кога стабилноста на падините се менува од стабилна во нестабилна. Промената на стабилноста на падината може да биде предизвикана од голем број фактори, кои влијаат едни врз други или независно едни од други. Следната табела ги прикажува причините за свлечишта.

Геолошки причини • Распадински материјали • Испреплетени материјали • Спојки или пукнатини • Неповолно ориентирани дисконтинуитети • Пропустливи контрасти • Материјални контрасти • Дожд и снег • Земјотреси	Антропогени причини • Обесшумување • Ископи • Насипи • Водостопанство (извлекување на подземните води и истекување на вода) • Користење на земјиште (на пример, изградба на патишта, куќи и сл.) • Рударство и вадење на камен • Вибрации
Физички причини <i>Топографија</i> • Наклон и изложеност на падина <i>Геолошки фактори</i> • Фактори на дисконтинуитет <i>Тектонска активност</i> • Сеизмичка активност, вулканска ерупција <i>Физичко распаѓање</i> • Одмрзнување, замрзнување-затоплување, ерозија на почва <i>Хидрогеолошки фактори</i> • Интензивни врнежи од дожд, брзо топење на снег, продолжени врнежи, промени кај подземните води, оттекување.	Морфолошки причини • Агол на наклон, • Издигање на земјиште, • Спуштање на земјиште, • Флувијална ерозија, • Абразивна ерозија, • Глацијална ерозија, • Латерална ерозија, • Подземна ерозија (суфозија), • Вештачки косини, • Промена на вегетацијата

Извор: Студија за ерозија и акциски план за градот Скопје, 2017

Во градот Скопје се евидентирани 13 свлечишта, 2 во урбаните области, 3 долж пат и 8 во ненаселено подрачје. Сите свлечишта што ја загрозуваат инфраструктурата или објектите се санирани. Најголемото свлечиште е во делот Кисела Вода - Теферич и на оваа свлечиште има заштитни мерки а истовремено се мониторира. Вон градот Скопје се регистрирани 31 свлечиште, 1 во населено подрачје (Ракотинци), 5 вдоль пат и 25 во ненаселени подрачја. Санирани се сите 7 свлечишта што ја загрозуваат инфраструктурата или објектите, а 3 свлечишта се мониторираат. Во проектното подрачје не постојат значителни свлечишта кои се случиле во минатото.

На следната слика е прикажана мапа од регистрираните свлечишта во градот Скопје, како и во проектното подрачје.



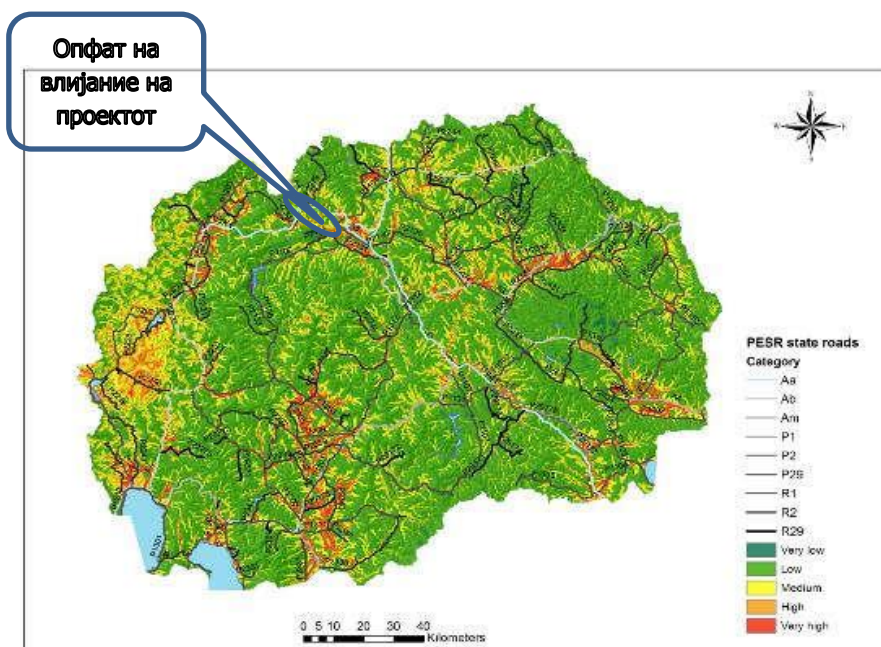
Слика 19 Свлечишта во скопскиот регион, вклучувајќи го и проектното подрачје²²

²² Извор: Студија за ерозија и акциски план за градот Скопје, 2017

III. Поплави

Речните поплави преставуваат најчестата и најскапата природна непогода која ги погодува повеќето земји низ светот. Главни фактори кои придонесуваат кон речни поплави се: обилни дождови на речни извори, топење на снегот и промена во користење на земјиштето (како обесшумување и урбанизација). Површинско истекување по обилни врнежи е главната причина за речни поплави, а со зголемувањето на урбанизацијата се зголемуваат и непропустливите подрачја, што доведува до поголема стапка на површинско истекување.

Во рамките на проектот „Техничка поддршка за изготвување проекти отпорни на климатски промени, упатства за јавно претпријатие за државни патишта на Република Северна Македонија“, тимот на проектантите изврши анализа на поплави со цел да се подготви карта за опасност од поплави за сите регионални и магистрални патишта во државата. Картата за опасност од поплави, заснована на аналитичко хиерархиски процес (Слика 19) произведен во ГИС околина, прикажува модел на поплави кој е под силно влијание на параметрите за интензитет на дождови заради високата тежина доделена во текот на мултикритериумската постапка на аналитичко хиерархискиот процес. Просторната распределба на картата за опасност од поплави е извршена во пет нивоа, имено: многу ниска, ниска, умерена, висока и многу висока опасност од поплави. Следната слика ја претставува картата за опасност од поплави за целата држава.



Слика 20 Карта за опасност од поплави²³

Верификацијата на произведената карта за опасност од поплави се прави со користење на неколку информации за минати поплави каде штетата врз инфраструктурата е евидентна (за овие Упатства, од 2015). Резултатите (Табела 6) прикажуваат дека скоро сите минати настани на поплави се лоцирани во класи на опасност од умерена до многу висока.

Табела 8 Класи на опасност од поплави и број на историски настани на поплави²⁴

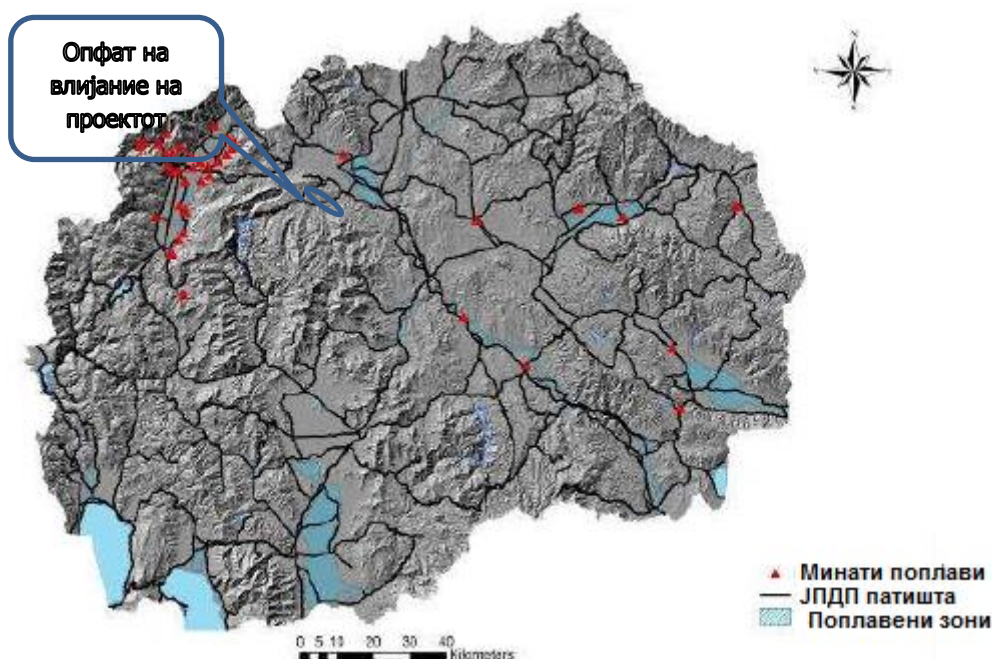
ОПАСНОСТ ОД ПОПЛАВИ	БРОЈ НА НАСТАНИ
Многу ниска	6

²³ Извор: Дел Б: Методологија: Техничка поддршка за изготвување проекти отпорни на климатски промени, упатства за јавно претпријатие за државни патишта на Република Северна Македонија

²⁴ Извор: Дел Б: Методологија: Техничка поддршка за изготвување проекти отпорни на климатски промени, упатства за јавно претпријатие за државни патишта на Република Северна Македонија

Умерена	12
Висока	9
Многу висока	13

Покрај тоа, визуелна инспекција каде што инфраструктурната штета е очигледна беше извршена, а беше извршена и проценка на добиената карта на опасност преку споредба на истата со картата за зони на поплави која е развиена на национално ниво. Се забележува задоволително поистоветување меѓу двете карти, иако картата за зоните за поплави е прилично груба и со ситен размер (1:200,000) и има недостаток што се однесува само за алувијалните низини на големите реки (помали притоки и порои не се вклучени). Резултатите се прикажани на следната слика.



Слика 21 Зони на поплави и минати настани на поплави²⁵

Водите на реката Треска, горниот тек на реката Вардар и долниот тек на реката Лепенец, се комбинираат и можат да создадат големо испуштање во реката Вардар. Комбинацијата од интензивни есенски невремиња со дожд, слеањето на трите наведени реки и сливното подрачје, нудат мала отпорност кон поплавни води и оттука, предизвикани се големи и ненадејни поплави во Скопје во минатото. Градот Скопје и низводната речна долина беа поплавени во 1876, 1895, 1916, 1935, 1962, 1979 и 2016. Во мај 1916, реката Вардар ги поплави обата брега, навлезе низ улиците во куќи со голема количина вода. Водите кои се излеваа од речното корито на Варда стигнаа до старата железничка станица.

Дваесет години подоцна, се случија две нови поплави, а за нив, за поплавите од 1935 и 1937, постојат многу подетални информации забележани од хидролошката станица Скопје-Железен Мост, како и од хидролошката станица во Шишево. Главната причина за двете поплави, како и за поплавата која се случи на 16 ноември 1962, беа интензивните врнежи во горниот тек на реката Вардар, сливот на реката Треска и сливот на реката Лепенец. Во поплавата што се случи на 16 ноември, односно помеѓу 16 и 20 ноември, 1962 година, која се смета за најголема во поновата историја на Скопје, немаше жртви, но 5000 куќи беа поплавени и причинета беше голема материјална штета. Според информациите објавени во весникот „Нова Македонија“ само при првиот бран на поплави, помеѓу 16 и 17 ноември 1962, водата срушила околу 1000 куќи и околу 4000 фамилии останале без дом.

²⁵ Извор: Дел Б: Методологија: Техничка поддршка за изготвување проекти отпорни на климатски промени, упатства за јавно претпријатие за државни патишта на Република Северна Македонија

Поплавата во 1979 имала влијание врз голем дел од Скопје и регионот на скопската котлина, од Ѓорѓе Петров се до Белимбегово, оставајќи зад себе огромна материјална штета, но, за среќа, без директни човечки жртви. Во Маџари, Хиподром и околните села, 1400 куќи биле поплавени, 20 биле потполно срушени, а 5000 жители биле евакуирани.

Општите согледувања се дека во услови на интензивни врнежи и топење на снег, водата тече од коритото на реката Лепенец во Република Северна Македонија, почнувајќи веднаш по Качаничката клисура и се до вливот во реката Вардар. Врз основа на Нацрт-Извештај за анализа на река Лепенец, утврдено е дека 124 ха биле поплавени во 1979 во рамнината долж реката Лепенец. Истовремено, се проценува дека 50% од подрачјето на скопскиот регион е изложено на поплави, со проценети 8730 ха според Оценка на закани кон Градот Скопје од елементарни непогоди и други несреќи е поради нивото на водата на реката Лепенец и нејзиниот нерегулиран тек, како и недостатокот на објекти за заштита од водата кои би го контролирале текот на реката Лепенец.

Врз основа на снимените податоци за автоматско мерење на врнежите во општините Гази Баба и Карпош за поплавите во 2016 година, во период од скоро два часа паднаа врнежи од над 100.00 mm/m², што е приближно три пати од месечниот просек, или скоро еднакво на максимално забележаните врнежи во цел месец август во Скопје. Споредено со податоците за врнежи во периодот од 1978 до 2010 година, невремето е категоризирана како настан со 0.1% веројатност да се случи (еднаш на илјада години). Невремето имаше влијание на поширока област на 15 општини околу главниот град Скопје. Сепак, најголеми последици беа забележани на североисток од регионот, на падините на планината Скопска Црна Гора, т.е. општините Гази Баба и Арачиново, со брз и значителен пораст на нивото на водата во пороите кои доаѓаат од врвовите на планината кон реката Вардар, создавајќи разорни ефекти на неколку приградски населби и села. Иако, како резултат на теренските топографски карактеристики, акумулираната дождовна вода се дренираше релативно брзо, урбаните, индустриските и руралните области на најпогодените региони беа целосно под вода и кал/наноси, отсечени без електрична енергија и комуникации и со оштетување на патиштата и транспортните капацитети. Следствено, голем број куќи беа оштетени или останаа под вода, што доведе до значителен број раселени домаќинства. Освен тоа, значителни штети беа причинети на две локации на обиколницата околу Скопје, бидејќи дождовната вода на пороите од планината се слеа преку автопатот. Во целина, поплавата влијаеше на 1 милион луѓе кои живеат во 15 општини лоцирани во поширокиот регион на Скопје. Најмалку 21 лице загина при овој настан.

Просечната годишна популација под влијание на поплави во Македонија е околу 70000 а годишниот просек на влијание врз БДП е со износ од околу 500 милиони долари. За најголем број од регионите, влијанијата на десетгодишни или стогодишни поплави не се разликуваат многу, па релативно честите поплави имаат големо влијание на овие просечни вредности (Извор: Светска Банка).

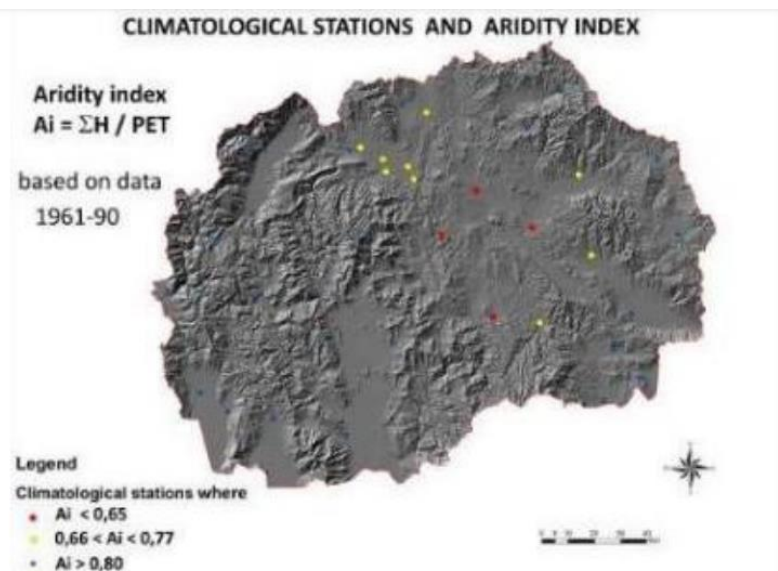
Исто така, во последните неколку години, Македонија има црни статистики во однос на поплавите (Центар за истражување на епидемиологија на катастрофи – ЦИЕК). Во 2015 и во 2016 година, Македонија е помеѓу топ 10 земји со најголеми материјални штети и смртност, исто така како резултат на поплави:

- 6-та од топ 10 земји во однос на смртност од катастрофи во 2016 година (1.06/100.000);
- 3-та од топ 10 земји по штети во 2016 година (0.55% од БДП);
- 8-ма од топ 10 земји по штети во 2015 година (0.85% од БДП).

IV. Суши и пожари

Сушите се чест феномен во Македонија. Метеоролошките елементи поврзани со сушите се: P-средно годишно количество на врнежи [mm], PET - потенцијална евапотранспирација [mm], AI – индекс на аридност, $0.05 < AI < 0.65$ - региони склони кон опустинување, Md - дефицит на влажност [mm], DI - Индекс на суша по De Martone, PF - Дождовен фактор по Lang, G - климатска ознака според Gracani, (a) - ариден, (sa) - семи-ариден и Na, Nsa - број на аридни/семи-аридни месеци во годината.

Сушните подрачја постојат бидејќи годишната загуба на вода (евапорација) ги надминува годишните врнежи. Заради тоа овие региони имаат постојан дефицит на вода. Врз основа на пресметка на индексот на аридност ($A_i = \Sigma H / PET$) на годишно ниво, каде што ΣH се Сума на Врнежи (Precipitation), а PET е Потенцијалната Евапо-Транспирација (Potential Evapo-Transpiration) и критериумите за RVD Регион Подложен на Десертификација (Region Vulnerable to Desertification) според UNCCD, беше подготвена карта со определените климатолошки станици и индексот на аридност (врз основа на постари податоци 1961-1990). На следната слика е прикажана картата со климатолошките станици и индексот на аридност.



Слика 22 Климатолошки станици и индекс на аридност²⁶

Индексот на аридност за Скопје изнесува 0.69²⁷. Сè уште не се извршени детални истражувања за опустинувањето во Република Македонија, односно обележување на регионите подложни на опустинување.

Во проектното подрачје, во периодот помеѓу 2015 и 2020, два големи шумски пожари се забележани од страна на ЈП „Национални шуми“ од Скопје; првиот во локалитетот Стенковец, катастарска општина (КО) Глуво-Бразда, каде изгореа 5.61 ha млада шума со црн бор, а вториот во шумските делови 25a, 26a, 27a и 28a од шумскостопанската единица „Скопска Црна Гора“ во локалитетот Блаце, КО Блаце, каде изгореа 220 ha дабова шума.

3.3. Проекции и сценарија за климатски промени

Споменатите и многу други податоци укажуваат на постоење на голема веројатност дека зголемувањето на средната температура на воздухот, зголемување на нивото на морето, измена на просторните и временски шеми на ветровите, појавата на интензивни екстра-тропски бури, долготрајни топлотни бранови и слично се должат на влијанието на човековите активности и пред сè на зголемување на количината на стакленички гасови во атмосферата. Ова се поткрепува и со резултатите од бројните математички модели кои се користат за симулирање – предвидување на идната состојба на климата. Иако природните процеси и фактори се премногу сложени за да може доволно добро да се опишат со овие модели, резултатите недвојбено укажуваат на влијанието на стакленичките гасови кои се продукт на човековите активности на промените на климата.

Овие математички модели познати како Глобални циркулациони модели (GCM) или Атмосфера-океан глобални циркулациони модели (AOGCM) опфаќаат генерално две компоненти кои влијаат на промената на климата. Едната компонента се природните фактори: сончевото

²⁶ Извор: Дел Б: Методологија: Техничка поддршка за изготвување проекти отпорни на климатски промени, упатства за јавно претпријатие за државни патишта на Република Северна Македонија

²⁷ Национален акциски план за борба против опустинување во Република Македонија (2017-2023)

зрачење, процесите на кружење на водата во атмосферата, периодичните (дневни, сезонски и годишни) промени на атмосферата и океаните, вулканските ерупции, пустинската прашина и слично. Овие количини и нивните промени се искажуваат преку реално измерени вредности – параметри или со математички функции.

Втората компонента е присуството на стакленичките гасови изразено преку: интензитетот на нивно испуштање во атмосферата, нивниот состав, вкупната и парцијална количина. Оваа компонента се опишува со таканаречени „Емисиони сценарија“. Овие емисиони сценарија се изработени од страна на IPCC и се опишани во Специјалниот извештај за емисиони сценарија (SRES). Тие опишуваат различни состојби на емисијата и вкупната количина на стакленички гасови во периодот до 2100 година и заедно со сценаријата (предвидувањата) за идниот економски, технолошки, демографски и социолошки развој на различни делови од нашата планета претставуваат влезни податоци за моделите со кои се изработуваат предвидувањата за идната состојба на климата.

Предвидување на климатските промени во Македонија е спроведено со помош на софтверскиот пакет „MAGICC/SCENGEN“ верзија 5.3. При ова се почитувани основните препораки на IPCC и резултати изнесени во последниот, Четвртиот извештај за процена (Fourth Assessment Report / AR4), и тоа:

- Непостоење на едно фаворизирано („најдобро“) сценарио, односно залагање за употреба на неколку сценарија со што би се добил спектар на веројатни резултати, а не единечни вредности;
- Употреба на три најверојатни вредности (оптимални и граничните вредности) за климатската сензитивност: 2.0°C, 3.0°C и 4.5°C;
- Избор на сценарија валидни за просторот кој се набљудува.

Процена на промените на температурите и врнежите се прават во споредба со периодот 1961 – 1990 година кој се зема како референтен и почетен. Согласно препораките во софтверот „MAGICC/SCENGEN“, иако се генерираат сценарија за одредена година, всушност за отстранување на меѓугодишните флукуации и неодредености, тие податоци претставуваат средна состојба во триесетгодишен период за кој избраната година е централна година. На пример годината 2025 е претставник на периодот 2011 – 2040 година. При ова при изборот на 2100 година за генерирање на сценарио, има мала недоследност во однос на претходново. Бидејќи сценаријата дефинирани во SRES ја опишуваат состојбата со емисијата на стакленички гасови до 2100 година, резултатите за промената на температурата и врнежите за 2100 година го презентираат периодот 2086 – 2100 година.

Проценката се прави за четири карактеристични години:

- 2025, централна година за 2011 - 2040,
- 2050, централна година за 2036 - 2065,
- 2075, централна година за 2061 - 2090
- 2100, го претставува периодот 2086 - 2100.

Климатски модели и идни проекции

Температурата и врнежите се сметаат за клучни климатски параметри бидејќи емисиите на стакленички гасови се надвор од обемот, иако тие се главната причина за промените и се тесно поврзани со температурните промени, а индиректно со врнежите. Зголемувањето на температурите е глобално прифатено и дека постојат различни варијанти на зголемување на температурите во зависност од сценариото на емисии на гасови (од оптимистичко до песимистичко). Од друга страна, врнежите опаѓаат на глобално ниво, но со поголема честота и интензитет на локализирани екстреми на врнежи. Почетокот на климатските промени се потврдува со набљудување на изминатите неколку декади, при што климатските параметри се менуваат многу брзо, со стапки далеку повисоки од стапките во претходните 100 години. Според некои проекции, во следните 40 години, износот на пораст на температурата ќе биде еднаков на порастот во претходните 100 години. Исто, некои сценарија предвидуваат дека

честотата на суши и екстремни врнежи ќе се удвои, што пак може да предизвика непоправливи промени во биосистеми на Земјата, во кои спаѓа и човековата околина, урбаното ткиво, инфраструктурата, итн. Следните подпоглавја ги прикажуваат проекциите за посебните климатски параметри за Република Северна Македонија.

Температурни проекции

Предвидените промени во температурата на воздухот се пресметани за периодот 2025, 2050, 2075 и 2100 за сите четири сезони (зима, лето, есен и пролет) на годишно ниво. На следната табела се прикажани промените на просечната температура на воздухот.

Табела 9 Предвидени промени на температурата на воздухот: 2025, 2050, 2075 и 2100, за четири сезони (зима, пролет, лето, есен) и годишно (Година)²⁸

	Зима				Пролет				Лето				Есен				Година			
	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100
Високи	1.1	2.4	3.8	5.0	1.4	3.0	4.6	6.2	2.4	4.8	7.9	10.6	1.5	3.0	5.0	6.7	1.6	3.3	5.3	7.1
Средно високи	0.9	1.9	3.0	3.9	1.1	2.4	3.6	4.8	1.9	3.8	6.2	8.2	1.2	2.4	3.9	5.2	1.3	2.6	4.2	5.5
Средни	0.8	1.5	2.2	2.7	1.0	1.8	2.7	3.3	1.7	3.0	4.6	5.8	1.1	1.9	3.0	3.7	1.2	2.0	3.1	3.9
Средно ниски	0.7	1.0	1.5	1.7	0.9	1.3	1.9	2.1	1.6	2.1	3.4	3.9	1.0	1.3	2.2	2.5	1.1	1.4	2.2	2.5
Ниски	0.5	0.8	1.1	1.1	0.7	0.9	1.4	1.4	1.2	1.5	2.4	2.7	0.7	1.0	1.6	1.8	0.8	1.0	1.6	1.7

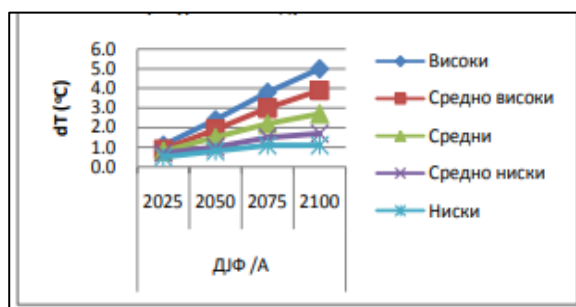
Очигледно е дека сите вредности се позитивни, што значи дека во периодот 2025 – 2100 година се превидува зголемување на температурата на воздухот. Промените на температурата се дадени подолу. Вредноста пред средната заграда е средната промена, а вредностите во заградата се: максималната (апсолутно најголемата) и минималната (апсолутно најмалата) промена.

Резултатите се следните:

Зимска сезона (декември, јануари, февруари):

- 2025 година – промена 0.8 [0.5 – 1.1] °C,
- 2050 година – промена 1.5 [0.8 – 2.4] °C,
- 2075 година – промена 2.2 [1.1 – 3.8] °C,
- 2100 година – промена 2.7 [1.1 – 5.0] °C.

Ова е прикажано на графикон 1.

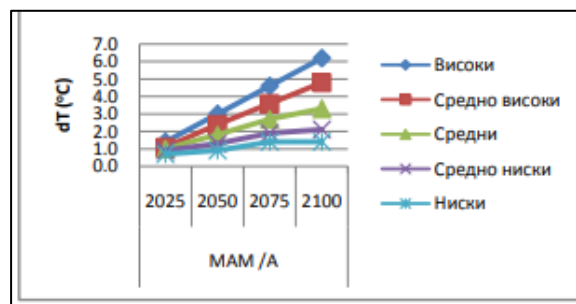


Графикон 1 Предвидување за промената средна температурата на воздухот за зимската сезона

Пролетна сезона (март, април, мај):

- 2025 година – промена 1.0 [0.7 – 1.4] °C,
- 2050 година – промена 1.8 [0.9 – 3.0] °C,
- 2075 година – промена 2.7 [1.4 – 4.6] °C,
- 2100 година – промена 3.3 [1.4 – 6.2] °C.

Ова е прикажано на графикон 2.



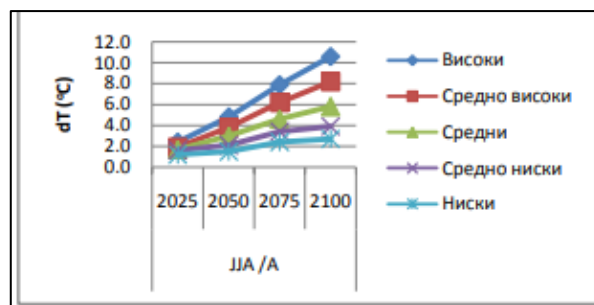
Графикон 2 Предвидување за промената средна температурата на воздухот за пролетната сезона

²⁸ Извор: Сценарија за климатски промени за Македонија, 2012

Летна сезона (јуни, јули, август):

- 2025 година – промена 1.7 [1.2 – 2.4] °C,
- 2050 година – промена 3.0 [1.5 – 4.8] °C,
- 2075 година – промена 4.6 [2.4 – 7.9] °C,
- 2100 година – промена 5.8 [2.7 – 10.6] °C.

Ова е прикажано на графикон 3.

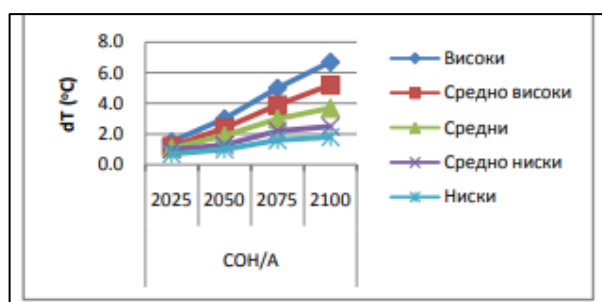


Графикон 3 Предвидување за промената средна температурата на воздухот за летната сезона

Есенска сезона (септември, октомври, ноември):

- 2025 година – промена 1.1 [0.7 – 1.5] °C,
- 2050 година – промена 1.9 [1.0 – 3.0] °C,
- 2075 година – промена 3.0 [1.6 – 5.0] °C,
- 2100 година – промена 3.7 [1.8 – 6.7] °C.

Ова е прикажано на графикон 4.

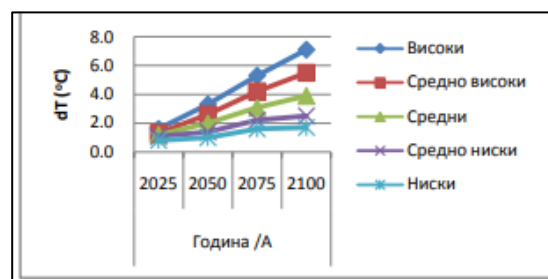


Графикон 4 Предвидување за промената средна температурата на воздухот за есенската сезона

На годишно ниво:

- 2025 година - промена 1.2 [0.8 – 1.6] °C,
- 2050 година - промена 2.0 [1.0 – 3.3] °C,
- 2075 година - промена 3.1 [1.6 – 5.3] °C,
- 2100 година - промена 3.9 [1.7 – 7.1] °C.

Ова е прикажано на графикон 5.



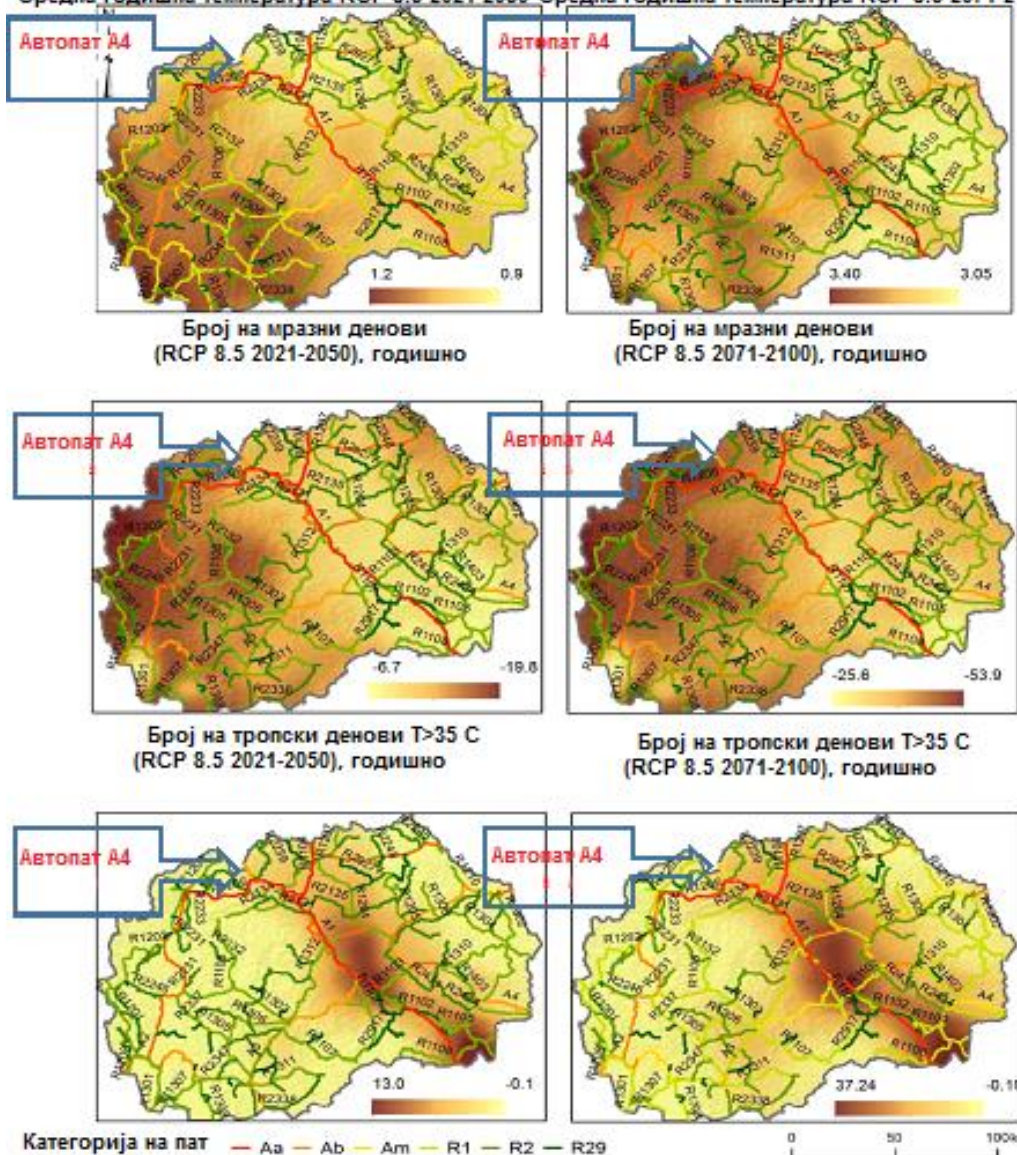
Графикон 5 Предвидување за промената средна годишна температурата на воздухот

Од графиконите, забележливо е следното:

- Веројатно е во периодот 2025 – 2100 година да има континуиран пораст на температурата;
- Споредено со периодот 1961-1990 година, предвидените промени се најинтензивни во топлиот дел од годината. Летата би биле сè потопли, а порастот на температурата поизразен. Се предвидува пораст и на температурите на воздухот во ладниот дел од годината, но со помал интензитет;
- На преминот од зима во пролет веројатно е приближување и изедначување на средните месечни температури во овој период.

На следната слика се прикажани температурните проекции врз основа на најлошото сценарио за климатски промени RCP85 за анализираниот период.

Средна годишна температура RCP 8.5 2021-2050 Средна годишна температура RCP 8.5 2071-2100



Слика 23 Температурни проекции засновани врз најлошото сценарио на климатски промени RCP85 за анализираниот период²⁹

Проекции за врнежи

Предвидените промени на количините врнежи за: 2025, 2050, 2075 и 2100, за четири сезони (зима, лето, есен и пролет) на годишно ниво. На следната табела се прикажани промените на просечните количини на врнежи.

²⁹ Техничка поддршка за изготвување проекти отпорни на климатски промени, упатства за јавно претпријатие за државни патишта на Република Северна Македонија јули 2019

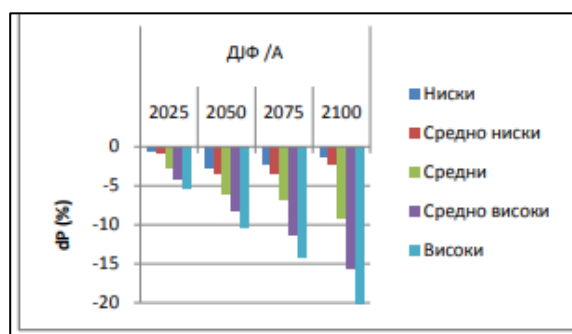
Табела 10 Предвидени промени на количините врнежи за: 2025, 2050, 2075 и 2100, за четири сезони (зима, пролет, лето, есен) и годишно (Година)³⁰

	Зима				Пролет				Лето				Есен				Година			
	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100
Високи	-1	-3	-2	-1	-2	-5	-7	-9	-4	-12	-29	-36	-1	-5	-8	-9	-2	-6	-8	-8
Средно високи	-1	-4	-3	-2	-2	-6	-10	-12	-6	-15	-38	-47	-1	-7	-10	-13	-3	-8	-10	-12
Средни	-3	-6	-7	-9	-3	-8	-13	-17	-13	-25	-46	-57	-2	-9	-14	-20	-4	-10	-15	-19
Средно ниски	-4	-8	-11	-16	-4	-9	-17	-23	-20	-38	-54	-66	-4	-11	-21	-27	-5	-11	-21	-27
Ниски	-5	-10	-14	-20	-5	-12	-21	-29	-25	-48	-68	-80	-5	-14	-25	-34	-6	-14	-25	-33

Се забележува е дека сите вредности се негативни, што значи дека во периодот 2025 – 2100 година се предвидува намалување на количините врнежи. Вредноста пред средната заграда е средната промена а вредностите во заградата се: максималната (апсолутно најголемата) и минималната (апсолутно најмалата) промена. Резултатите се следниве:

Зимска сезона (декември, јануари, февруари):

- 2025 година – промена -3 [-1/-5] %,
- 2050 година – промена -6 [-3/-10] %,
- 2075 година – промена -7 [-2/-14] %,
- 2100 година – промена -6 [-1/-20] %.



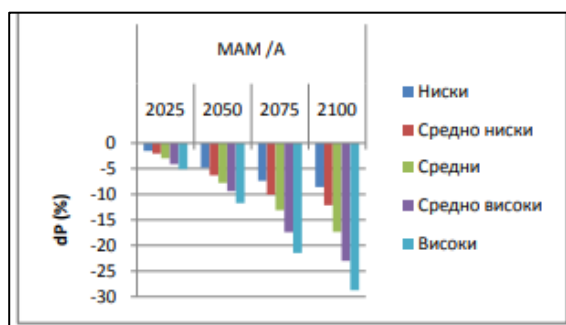
Ова е прикажано на графикон 6.

Графикон 6 Предвидување за промена на врнежите во зимска сезона

Пролетна сезона (март, април, мај):

- 2025 година – промена -3 [-2/-5] %,
- 2050 година – промена -8 [-5/-12] %,
- 2075 година – промена -13 [-7/-21] %,
- 2100 година – промена -17 [-9/-29] %.

Ова е прикажано на графикон 7.



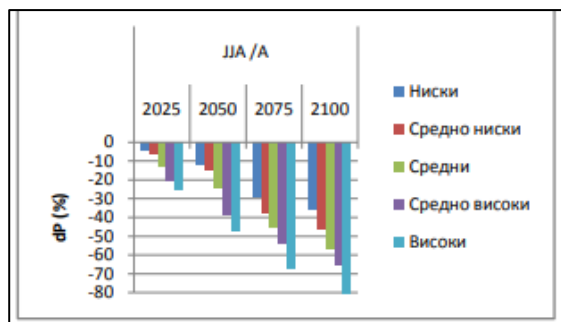
Графикон 7 Предвидување за промена на врнежите во пролетна сезона

³⁰ Извор: Сценарија за климатски промени за Македонија, 2012

Летна сезона (јуни, јули, август):

- 2025 година – промена -13 [-4/-25] %,
- 2050 година – промена -25 [-12/-48] %,
- 2075 година – промена -46 [-29/-68] %,
- 2100 година – промена -57 [-36/-80] %.

Ова е прикажано на графикон 8.

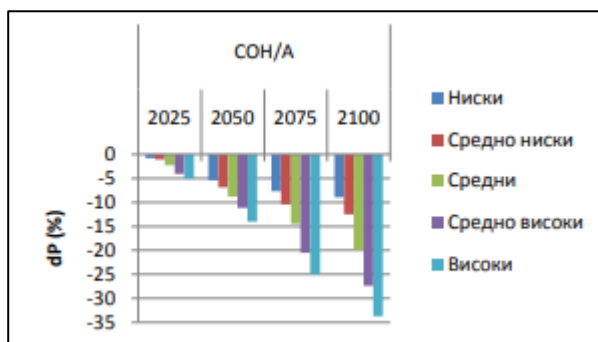


Графикон 8 Предвидување за промена на врнежите во летна сезона

Есенска сезона (септември, октомври, ноември):

- 2025 година – промена -2 [-1/-5] %,
- 2050 година – промена -9 [-5/-14] %,
- 2075 година – промена -14 [-8/-25] %,
- 2100 година – промена -20 [-9/-34] %.

Ова е прикажано на графикон 9.

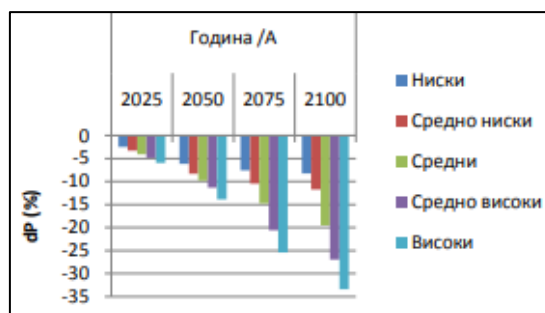


Графикон 9 Предвидување за промена на врнежите во есенска сезона

На годишно ниво:

- 2025 година – промена -4 [-2/-6] %,
- 2050 година – промена -10 [-6/-14] %,
- 2075 година – промена -15 [-8/-25] %,
- 2100 година – промена -19 [-8/-33] %.

Ова е прикажано на графикон 10.



Графикон 10 Предвидување за промена на врнежите на годишно ниво

Во сите сезони и на годишно ниво постои намалување на количините врнежи, со максимум во летната сезона. Графиконите го прикажуваат следното:

- За сите избрани години, генерално сите промени на врнежите се негативни, односно постои намалување на средните количини на врнежи;
- Интензитетот на промените е најголем во топлиот дел од годината па во јули и август може да достигне до 80 %, па веројатно е во овие месеци воопшто да нема врнежи;
- Во ладниот дел на годината, се предвидуваат намалувања од помеѓу 20 % до 34 % на просечните месечни количини;
- Намалување на средната количина врнежи;

- За сите години (2025 – 2100) и интензитет на промени (високи, средни, ниски) постои максимално намалување на врнежите во летната сезона (јуни, јули, август);
- Во летната сезона намалувањето на врнежите ќе биде многу поголемо и побрзо отколку во другите сезони;
- Во ладниот дел од годината намалувањата се поумерени.

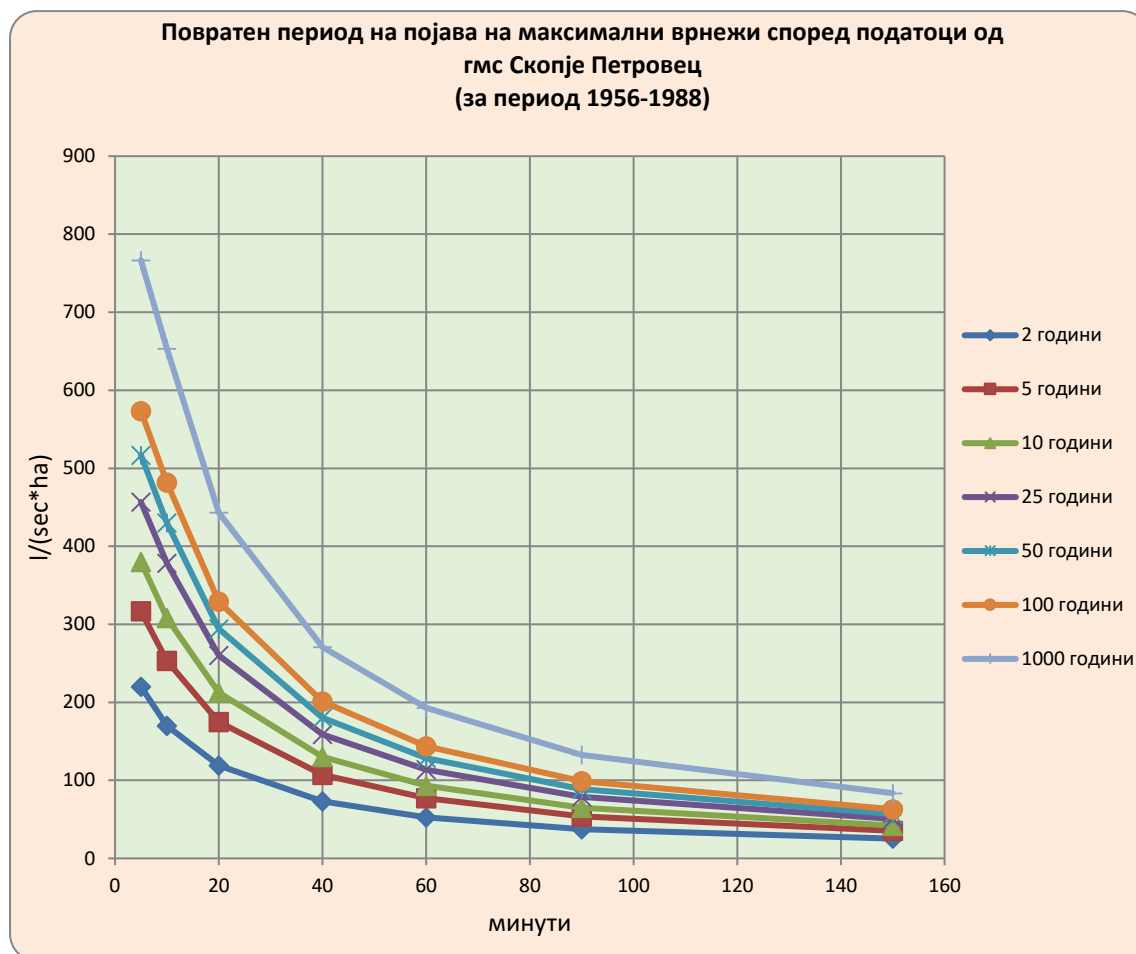
Од претходново следува дека:

- Веројатно е во периодот 2025 – 2100 година да има континуирано намалување количините врнежи;
- Предвидените промени се најинтензивни во топлиот дел од годината, па летата би биле сè посуви и веројатно е некои летни месеци (јули, август) да бидат без врнежи. Исто така, во претходниот период за кој постојат податоци имало месеци без врнежи.
- Веројатно е намалувањата на врнежите во ладниот дел но со помал интензитет.

Повратниот период на појава на максимални краткотрајни врнежи може да биде претставен како литри во секунда по хектар ($l/(sek \cdot ha)$). Вредностите за Скопје Петровец за периодот 1956-1988 се прикажани во Табела 9 и графички прикажани на Слика 22. Вредностите за Скопје Зајчев Рид за периодот 1991-2020 се прикажани во Табела 10 и графички прикажани на Слика 23.

Табела 11 Повратен период на појава на максимални краткотрајни врнежи за Скопје Петровец ($l/sec \cdot h$)

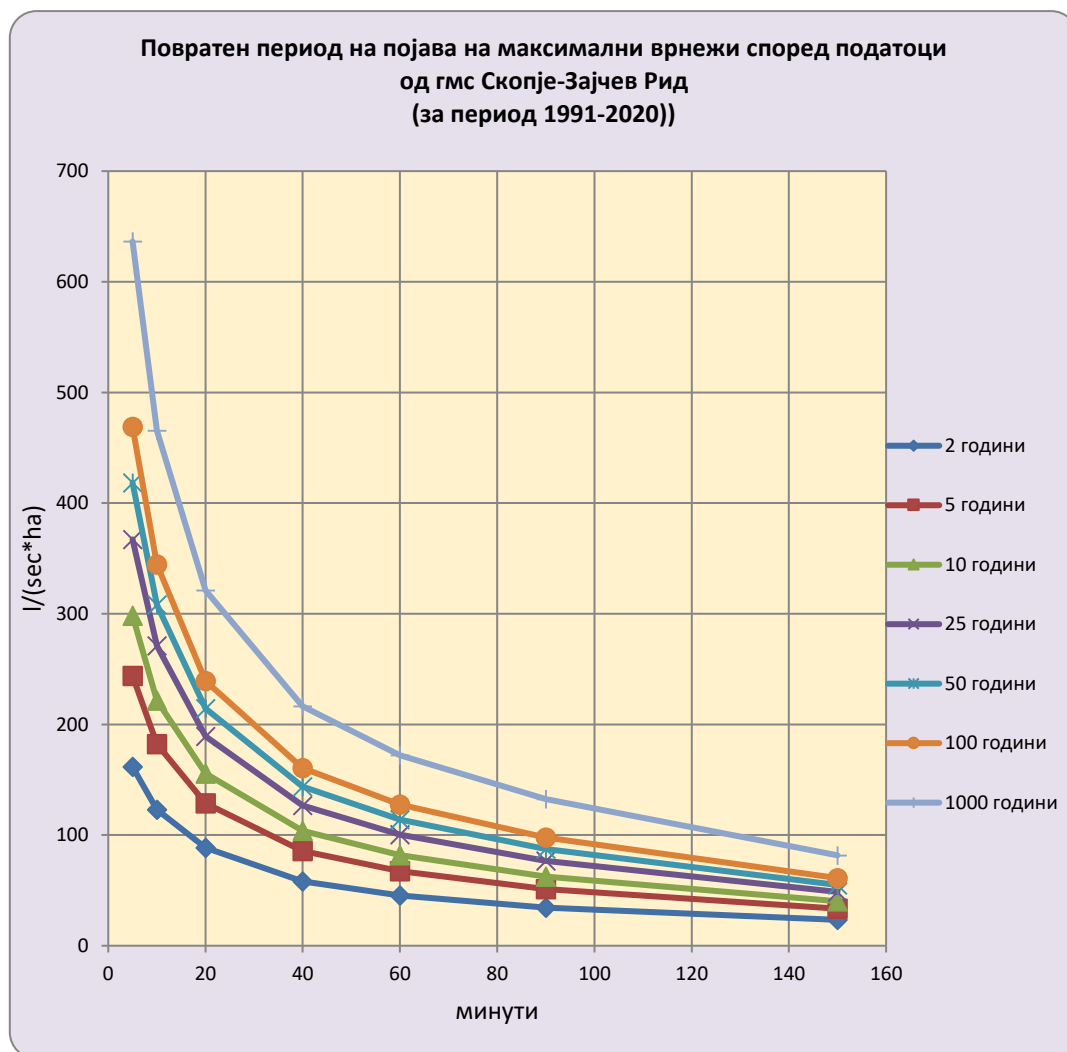
Т (година)	5 '	10 '	20 '	40 '	60 '	90 '	150 '	300 '	720 '	24h	P (%)
2	220.0	170.0	119.2	72.9	52.8	37.4	25.3	14.2	6.9	3.7	50
5	316.7	253.3	175.0	107.1	77.2	53.9	35.3	19.8	10.1	5.3	20
10	380.0	308.3	212.5	130.0	93.3	64.8	42.1	23.5	12.3	6.3	10
25	456.7	378.3	260.0	158.8	113.6	78.7	50.6	28.2	14.9	7.7	4
50	516.7	430.0	294.2	180.0	128.6	88.9	56.8	31.7	16.9	8.6	2
100	573.3	481.7	329.2	201.3	143.6	99.1	63.0	35.2	18.9	9.6	1
1000	766.7	653.3	443.3	270.8	193.1	132.6	83.6	46.7	25.4	12.8	0.1



Слика 24 Повратен период на појава на максимални краткотрајни врнежи за Скопје Петровец

Табела 12 Повратен период на појава на максимални краткотрајни врнежи за Скопје Зајчев Рид (l/sec*h)

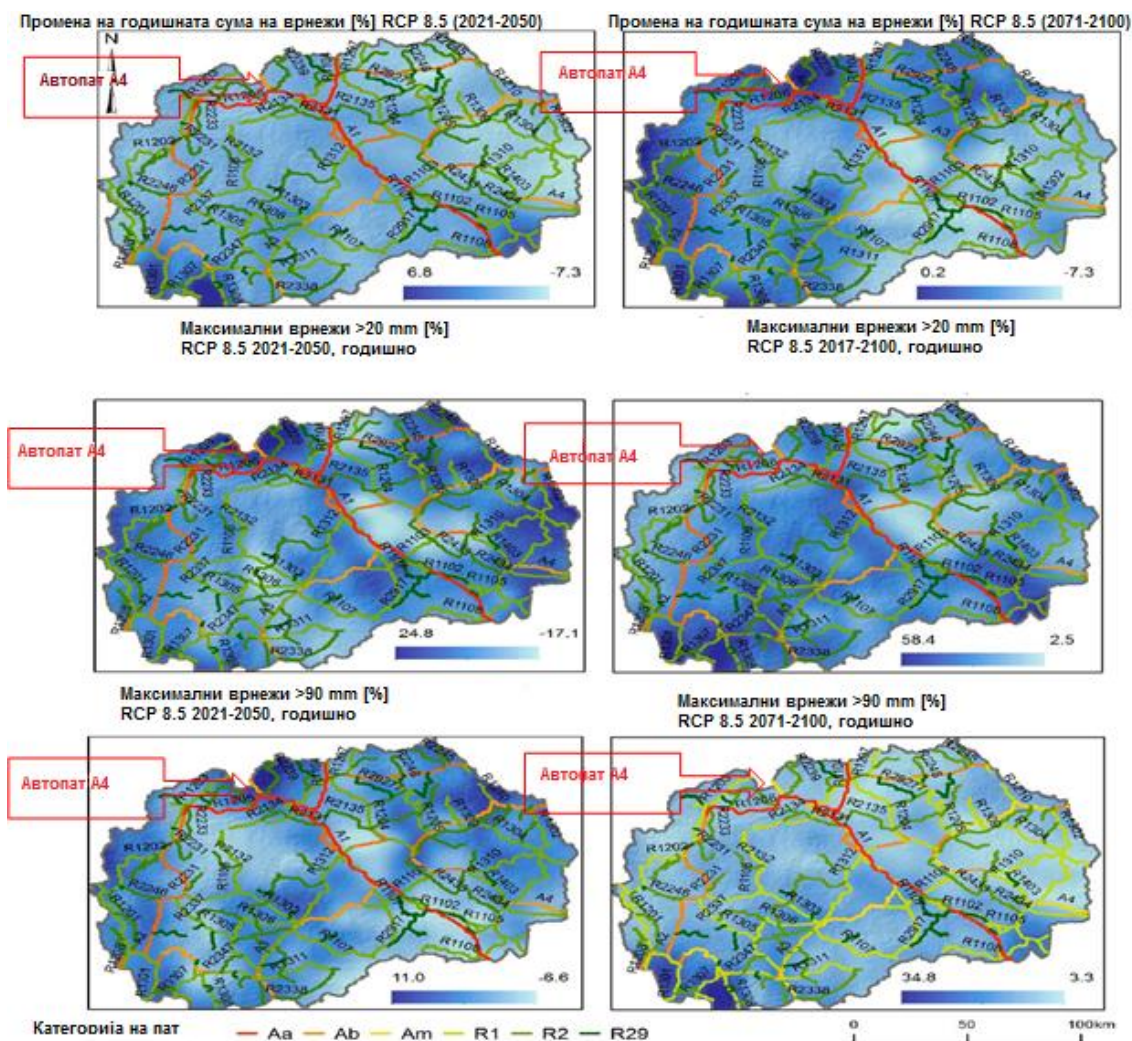
T (година)	5 '	10 '	20 '	40 '	60 '	90 '	150 '	300 '	720 '	1440 '	24h	P (%)
2	161.6	122.9	88.5	58.3	45.4	34.3	23.4	15.0	7.9	5.1	4.8	50
5	243.9	182.3	128.8	85.7	67.4	51.3	33.5	22.3	11.5	6.8	6.5	20
10	298.3	221.6	155.5	103.8	81.9	62.6	40.2	27.1	13.8	8.0	7.6	10
25	367.2	271.2	189.3	126.7	100.3	76.8	48.6	33.1	16.7	9.4	9.0	4
50	418.2	308.1	214.3	143.7	113.9	87.3	54.9	37.6	18.9	10.5	10.0	2
100	468.9	344.6	239.1	160.6	127.5	97.8	61.2	42.1	21.1	11.6	11.0	1
1000	636.4	465.5	321.2	216.4	172.2	132.4	81.7	56.9	28.3	15.1	14.4	0.1



Слика 25 Повратен период на појава на максимални краткотрајни врнежи за Скопје Зајчев Рид

Врз основа на извршените пресметки за повратниот период на појава на максимални краткотрајни врнежи за Скопје, може да се заклучи дека во иднина ќе не очекуваат почести врнежи присутни преку порои, кои ќе се краткотрајни но со поголема количина врнежи.

На следната слика се прикажани проекциите на врнежи засновани врз најлошото сценарио на климатски промени RCP8.5 за анализираниот период.



Слика 26 Проекции на врнежи засновани врз најлошото сценарио на климатски промени RCP85 за анализираниот период³¹

Проекции за поплави

Со цел да се процени ранливоста од поплави на национално ниво заради климатски промени, избрани се два параметри за врнежи (промена на годишно количество врнежи и промена на кумулативните врнежи >90-тиот перцентил) за да се симулираат ефектите на климатските промени. Двата параметри се поврзани со параметрите за врнежи кои се добиени за основното сценарио (годишно количество врнежи). Вториот параметар ја рефлектира ситуација на многу интензивни и многу брзи дождови кои е неверојатно да се случат (веројатноста е помала од 10%), што е сценарио на најлош случај. Сите климатски параметри припаѓаат на сценарио RCP8.5, со највисоко проценети емисии на гас, т.е. најостри климатски промени. Картата за ранливост од поплави за основно сценарио открива дека во близина на сите реки има релативно висока ранливост на поплави, особено на поголемите реки. Скоро сите сливови се критични во поглед на ранливост од поплави, особено во низините.

За проектното подрачје каде што е планирано да се изгради новиот автопат A4, ризикот од поплави засновани врз најлошото сценарио на климатски промени е проценет како низок.

На следната слика се прикажани проекциите на поплави засновани врз најлошото сценарио на климатски промени RCP8.5 за анализираниот период.

³¹ Техничка поддршка за изготвување проекти отпорни на климатски промени, упатства за јавно претпријатие за државни патишта на Република Северна Македонија, јули 2019

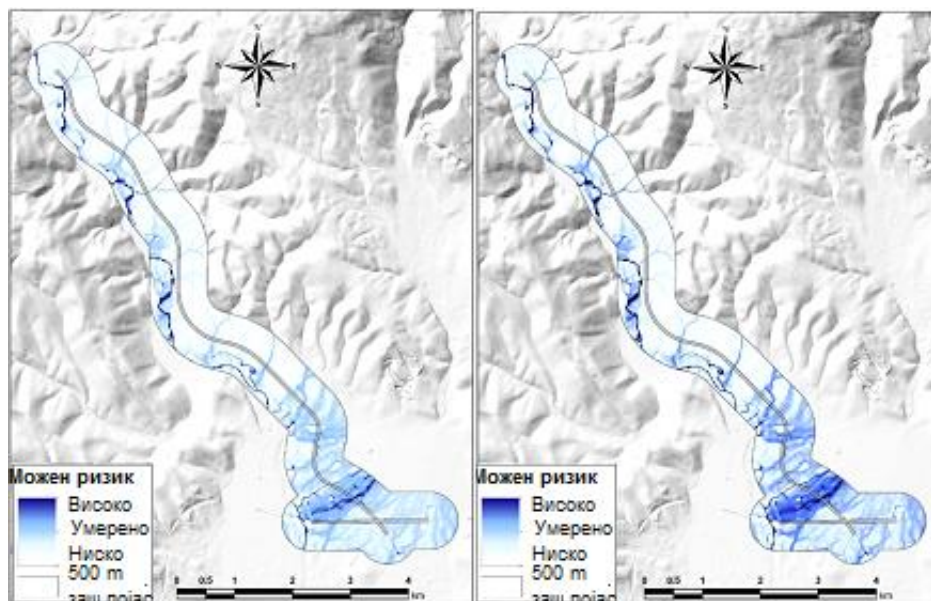
Annual precipitation sum change [%]
(RCP85 2021-2050)Annual precipitation sum change [%]
(RCP85 2051-2100)Cumulative precipitation >90th percentile change [%]
(RCP85 2021-2050)Cumulative precipitation >90th percentile change [%]
(RCP85 2051-2100)

Слика 27 Проекции на поплави засновани врз најлошото сценарио на климатски промени RCP85 за анализираниот период³²

Во споредба со основното сценарио, не се јавуваат значајни промени за проекциите за краток и за долг рок за ранливоста, врз база на годишната промена на вкупното количеството на врнежи. Промената е интензивна за проекциите за ранливост на краток рок и долг рок со врнежи кои не е толку веројатно дека ќе се случат (веројатност помала од 10%), како што е прикажано на сликата погоре.

Проекциите на поплави во проектното подрачје за долгорочен период се оценуваат со низок ризик за горниот дел од проектното подрачје и умерен до висок ризик во близина на клучката Стенковец во низината која може да се забележи во сликата што следи.

³² Техничка поддршка за изготвување проекти отпорни на климатски промени, упатства за јавно претпријатие за државни патишта на Република Северна Македонија, јули 2019

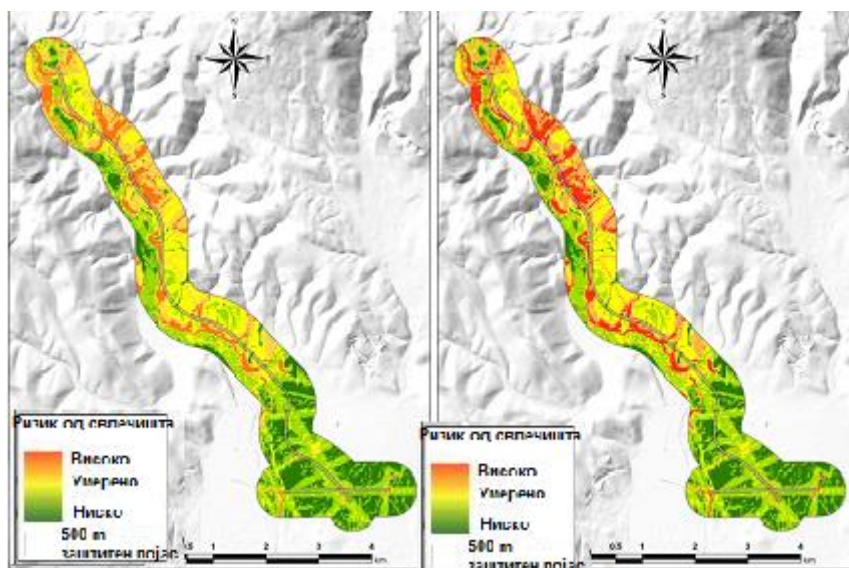


Слика 28 Проекции за поплави во проектното подрачје: тековна ситуација (лево); најлошото сценарио за климатски промени (десно)

Проценка на подложност на свлекување

Проценката на подложност на свлекување е извршена со користење на основа од модел базиран на процес на аналитичка хиерархија добиен од Милевски и други (труд во фаза на објавување при изработката на овие Упатства), каде се комбинираат типичните геолошки, морфометриски и фактори на животната средина. Секој условен фактор беше претставен како растерски модел кој е предмет на типично растерско процесирање во ГИС. Ова вклучува нивна рекласификација во соодветни интервали, со доделување тежина на важноста на секоја класа, и на крај сумирање на сите растери во финален модел за подложност на свлекување

Моделот на подложност ја претставува дистрибуцијата на природниот потенцијал да предизвика свлечиште, претставен со многу високи и многу ниски класи на подложност. Од тоа што е прикажано на следната слика, проектното подрачје има мал ризик од свлечишта во долниот дел на трасата во близина на клучката Стенковец, и умерен до висок ризик на почетокот од трасата врз основа на најлошото сценарио за климатски промени RCP8.5 за анализираниот период.



Слика 29 Карта на подложност на свлекување (лево) и проектирана карта (десно) врз основа на најлошото сценарио за климатски промени RCP85 за анализираниот период

3.4. Проценка на ранливост

Ранливост е степенот до кој еден систем е подложен на, или не умее да се справи со негативните ефекти на климатските промени, вклучително и климатските променливи и екстреми. Ранливост, во контекстот на оваа рамка, е функција на карактерот, големината и стапката на климатски промени и променливи на кои системот е подложен (неговата изложеност); и степенот до кој нешто е засегнато, било негативно или позитивно, од климатски стимули (неговата чувствителност). Ранливоста, исто така, е определена и од видот на доброто, локацијата или капацитетот за справување на операцијата, и во суштина способноста на системот да се справи и да се прилагоди на постоечките климатски променливи и идни промени.

Чекорите што следат нудат еден предложен пристапат за проценка на ранливост, кои делови од мрежата, добрата и операции најверојатно ќе бидат најизложени на ризици од климатски промени.

Избор на добра и/или локации за вклучување во проценката

Проценката на ранливост ќе ги опфати двете фази на проектот, односно градежната и оперативната фаза на автопатот А4. Поради ова, идентификувани беа различни добра и локации за проценка.

Во градежната фаза, идентификувани беа следните добра и локации:

- Градилиште и пристапни патишта кон него;
- Складирање на материјали и отпад;
- Градежна механизација, опрема и возила;
- Работна сила.

Во оперативната фаза, идентификувани беа следните добра:

- Трасата на автопатот А4;
- Тунели (11);
- Мостови (9);
- Потпатници (10);
- Потпорни сидови (10);
- Пропусти (16).

Локацијата на секоја структура долж трасата е претставена на следната табела.

Табела 13 Локација на структурите долж трасата на автопатот

Структура	СТ.ОД	СТ.ДО
Тунели	2+569,94	2+856,65
	2+630,63	2+860,00
	3+315,79	3+596,27
	3+351,00	3+630,00
	6+494,90	7+499,76
	6+805,01	7+530,00
	7+776,21	8+500,00
	8+000,00	8+150,21
	8+259,90	8+510,00
	8+829,81	9+035,77
	8+876,53	9+028,00
	2+145,03	2+327,10
Мостови	2+145,42	2+328,62
	2+415,08	2+563,14
	3+045,00	3+290,00



	6+292,00	6+434,00
	6+308,82	6+395,79
	6+666,07	6+710,00
	11+185,44	11+225,44
	11+200,00	11+240,00
Потпатници	3+913,29	3+928,53
	4+687,05	4+694,00
	5+367,04	5+374,94
	7+589,55	7+626,25
	8+670,20	8+693,98
	9+681,08	9+710,40
	10+244,98	10+249,13
	10+474,40	10+480,33
	10+875,05	10+863,29
	11+809,01	11+827,57
Потпорни сидови	2+327,10	2+415,08
	2+477,00	2+525,00
	3+027,40	3+045,00
	4+635,90	4+681,40
	6+434,00	6+519,68
	6+640,00	6+666,00
	6+711,30	6+750,00
	9+156,20	9+226,00
	11+731,70	11+900,00
	11+891,56	12+040,20
Пропусти	2+891,71	2+897,47
	3+174,40	3+187,17
	3+285,01	3+283,10
	3+668,66	3+704,86
	3+899,22	3+909,83
	4+339,06	4+341,19
	4+704,02	4+706,55
	5+012,35	5+018,20
	5+400,51	5+403,80
	5+513,48	5+517,50
	5+979,03	5+983,64
	7+636,80	7+670,97
	Тунел лево	7+954,09
	Тунел лево	8+200,82
	8+688,12	8+713,95
	9+443,37	9+462,09

Проценка на изложеност

Откако сите добра и локации се дефинирани, следниот чекор е да се процени изложеноста кон влијанија од климатски промени. Проценката на изложеност се врши преку проценка на постоечките нивоа на изложеност врз основа на историски и неодамнешни настани и набљудувања, локално и техничко знаење и постоечки истражувања и/или очекувани идни нивоа на изложеност за различни ефекти од климатските промени. Со цел да се идентификува изложеноста на одредени добра и/или локации, беше користена матрицата преставена во табелата што следи. За градежната фаза, проекциите за 2025 година беа земени предвид, а за оперативната фаза проекциите за 2050, 2075 и 2100 година беа земени предвид.

Изложеноста се бодува на овој начин:

- X = Нема или незначителна изложеност сега и/или во иднината,
- 1 = Ниска изложеност сега и/или во иднината,
- 2 = Умерена изложеност сега и/или во иднината,

- 3 = Висока изложеност сега и/или во иднината.

Табела 14 Матрица на изложеност за градежната фаза

Фаза	Добра/локација	Екстремна топлина	Просечна топлина	Суша	Просечни врнежи	Невреме/екстремни врнежи
Градежна фаза	Градилиште и пристапни патишта	1	x	x	x	1
	Складирање на материјали и отпад	2	X	x	x	2
	Градежна механизација, опрема и возила	1	X	x	x	2
	Работна сила	1	x	x	x	x

Табела 15 Матрица на изложеност за оперативната фаза

Фаза	Добра/локација	Екстремна топлина			Просечна топлина			Суша			Просечни врнежи			Невреме/екстремни врнежи		
		2050	2075	2100	2050	2075	2100	2050	2075	2100	2050	2075	2100	2050	2075	2100
Оперативна фаза	Траса на автопатот А4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	3	3
	Тунели	x	1	1	x	x	1	x	x	1	x	1	1	x	1	1
	Мостови	1	2	2	x	1	2	x	x	1	1	2	3	1	2	3
	Потпатници	x	x	1	x	x	1	x	x	x	x	2	2	1	2	2
	Потпорни сидови	x	x	1	x	x	1	x	x	x	x	1	2	1	2	2
	Пропусти	x	x	1	x	x	1	x	x	x	1	2	2	1	2	2

Проценка на чувствителност

Со цел да се процени ранливоста на проектот од климатски промени, покрај матрицата на изложеност, потребно е да се воспостави матрица на чувствителност. Чувствителност е степенот до кој еден систем е засегнат, било негативно или позитивно, од климатски стимули. Чувствителноста може да процени со користење на:

- Неодамнешни и историски настани;
- Географска локација;
- Состојба и дизајниран животен век на дефинираните добра.

Следната матрица на чувствителност беше користена за нашата проценка. Постојат 4 нивоа на чувствителност, односно занемарливо, ниско, средно и високо. На табелата што следи се преставени сите нивоа на чувствителност со опис во однос на инфраструктурата.

Табела 16 Скала на чувствителност

Ниво на чувствителност	Опис на нивото на чувствителност на инфраструктурата
3	Високо Трајна или голема штета која бара крупни поправки.
2	Средно Широко распространета инфраструктурна штета и прекин на услугите што бара умерени поправки. Делумна штета на локалната инфраструктура.

1	Ниско	Локализиран прекин на инфраструктурната услуга. Нема трајна штета. Потребни се одредени минорни реставраторски работи.
0	Занемарливо	Нема прекин или штета на инфраструктурната услуга.

Пресметка на ниво на ранливост

Преку комбинација на проценетите вредности на изложеност и чувствителност, можно е да се идентификува дали добрата се ранливи, до кој степен и од кои климатски променливи. Добрата кои имаат висока изложеност и чувствителност ќе имаат повисока ранливост од оние со ниска изложеност и ниска чувствителност. Оние со ниска ранливост од климатски променливи имаат помала веројатност да бараат да се постават стратегии за адаптација за нивна заштита. Матрицата на ранливост прикажана во следната табела објаснува како изложеноста и чувствителноста можат да се користат за да се одреди севкупното ниво на ранливост.

Табела 17 Матрица на ранливост

Изложеност	Чувствителност		
	Ниско	Средно	Високо
Високо	4 (Средно)	5 (Високо)	6 (Екстремно)
Средно	3 (Ниско)	4 (Средно)	5 (Високо)
Ниско	2 (Многу ниско)	3 (Ниско)	4 (Средно)

Ќе се користат следните категории на нивоа на ранливост:

- **Екстремна ранливост:** Мрежата или добрата се екстремно ранливи, потребно е непосредна адаптација и/или ублажување за да се избегнат загуби;
- **Висока ранливост:** Мрежата или добрата се високо ранливи; потребна е адаптација и/или ублажување за да се избегнат загуби;
- **Умерена ранливост:** Мрежата или добрата се умерено ранливи; потребна е адаптација и/или ублажување за да се избегнат загуби;
- **Ниска ранливост:** Мрежата или добрата се помалку ранливи; адаптација и/или ублажување за да се избегнат загуби би било пожелно;
- **Многу ниска ранливост:** Мрежата или добрата не се ранливи; адаптација и/или ублажување веројатно нема да бидат потребни;

Според претставената матрица на ранливост погоре, за целта на проектот беше проценето нивото на ранливост за секое дефинирано добро во градежната и оперативната фаза. Според динамичкиот план на Јавното претпријатие државни патишта (ЈПДП), проектот е планирано да започне во четвртиот квартал на 2022. Изградбата на автопатот се планира да биде реализирана во период од 3 години со можно продолжување од 1 година. Проектиите за климатски промени за проценка на проектот во градежната фаза беа земени за периодот 2025 година (централна година за 2011-2040). За оперативната фаза, проектиите за климатски промени беа земени за периодот до 2075 под претпоставка дека животниот век на автопатот е 50 години. Во следните табели се претставени достигнатите нивоа на ранливост за градежната и оперативната фаза на проектот.

Табела 18 Проценка на ранливост во градежната фаза на автопатот А4

Добра	Климатска промена	Изложеност	Чувствителност	Ранливост
Градилиште и пристапни патишта	Екстремна топлина	Умерена	Умерена	Умерена
	Просечна топлина	Ниска	Занемарлива	Многу ниска
	Суша	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
	Просечни врнежи	Ниска	Занемарлива	Многу ниска

	Невреме/екстремни врнежи	Висока	Умерена	Висока
Складирање на материјали и отпад	Екстремна топлина	Умерена	Умерена	Умерена
	Просечна топлина	Умерена	Занемарлива	Ниска
	Суша	Умерена	Занемарлива	Ниска
	Просечни врнежи	Ниска	Занемарлива	Многу ниска
	Невреме/екстремни врнежи	Висока	Умерена	Висока
Градежна механизација, опрема и возила	Екстремна топлина	Умерена	Ниска	Ниска
	Просечна топлина	Ниска	Занемарлива	Многу ниска
	Суша	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
	Просечни врнежи	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
	Невреме/екстремни врнежи	Висока	Ниска	Умерена
Работна сила	Екстремна топлина	Умерена	Ниска	Ниска
	Просечна топлина	Ниска	Занемарлива	Многу ниска
	Суша	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
	Просечни врнежи	Ниска	Занемарлива	Многу ниска
	Невреме/екстремни врнежи	Ниска	Ниска	Многу ниска

Табела 19 Проценка на ранливост во оперативната фаза на автопатот А4

Добра	Климатска промена	Година	Изложеност	Чувствителност	Ранливост
Траса на автопатот А4	Екстремна топлина	2050	Ниска	Ниска	Многу ниска
		2075	Умерена	Умерена	Умерена
		2100	Висока	Умерена	Висока
	Просечна топлина	2050	Ниска	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Умерена	Умерена	Умерена
		2100	Висока	Умерена	Висока
	Суша	2050	Ниска	Ниска	Многу ниска
		2075	Умерена	Ниска	Ниска
		2100	Висока	Ниска	Умерена
	Просечни врнежи	2050	Ниска	Ниска	Многу ниска
		2075	Умерена	Ниска	Ниска
		2100	Висока	Ниска	Умерена
Тунели	Невреме/екстремни врнежи	2050	Ниска	Ниска	Многу ниска
		2075	Висока	Умерена	Висока
		2100	Висока	Умерена	Висока
	Екстремна топлина	2050	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Ниска	Ниска	Многу ниска
		2100	Ниска	Ниска	Многу ниска
	Просечна топлина	2050	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Ниска	Ниска	Многу ниска
		2100	Ниска	Ниска	Многу ниска



Добра	Климатска промена	Година	Изложеност	Чувствителност	Ранливост
	Суша	2050	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2100	Ниска	Ниска	Многу ниска
	Просечни врнежи	2050	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Ниска	Ниска	Многу ниска
		2100	Ниска	Ниска	Многу ниска
	Невреме/екстремни врнежи	2050	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2075	Ниска	Ниска	Многу ниска
		2100	Ниска	Умерена	Ниска
Мостови	Екстремна топлина	2050	Ниска	Ниска	Многу ниска
		2075	Умерена	Умерена	Умерена
		2100	Умерена	Висока	Висока
	Просечна топлина	2050	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2075	Ниска	Ниска	Многу ниска
		2100	Умерена	Умерена	Умерена
	Суша	2050	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2100	Ниска	Ниска	Многу ниска
	Просечни врнежи	2050	Ниска	Ниска	Многу ниска
		2075	Умерена	Ниска	Ниска
		2100	Висока	Умерена	Висока
	Невреме/екстремни врнежи	2050	Ниска	Ниска	Ниска
		2075	Умерена	Умерена	Умерена
		2100	Висока	Умерена	Висока
Потпатници	Екстремна топлина	2050	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2075	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2100	Ниска	Умерена	Ниска
	Просечна топлина	2050	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2100	Ниска	Ниска	Ниска
	Суша	2050	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2100	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
	Просечни врнежи	2050	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2075	Умерена	Ниска	Ниска
		2100	Умерена	Ниска	Ниска
	Невреме/екстремни врнежи	2050	Ниска	Ниска	Ниска
		2075	Умерена	Ниска	Ниска
		2100	Умерена	Умерена	Умерена
Потпорни сидови	Екстремна топлина	2050	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2075	Занемарлива	Ниска	Многу ниска



Добра	Климатска промена	Година	Изложеност	Чувствителност	Ранливост
	Просечна топлина	2100	Ниска	Умерена	Ниска
		2050	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2075	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
	Суша	2100	Ниска	Ниска	Ниска
		2050	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2100	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
	Просечни врнежи	2050	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2075	Ниска	Ниска	Ниска
		2100	Умерена	Ниска	Ниска
	Невреме/екстремни врнежи	2050	Ниска	Ниска	Ниска
		2075	Умерена	Ниска	Умерена
		2100	Умерена	Умерена	Умерена
Пропусти	Екстремна топлина	2050	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2100	Ниска	Ниска	Ниска
	Просечна топлина	2050	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2100	Ниска	Ниска	Ниска
	Суша	2050	Занемарлива	Занемарлива	Многу ниска
		2075	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
		2100	Занемарлива	Ниска	Многу ниска
	Просечни врнежи	2050	Ниска	Ниска	Ниска
		2075	Умерена	Ниска	Ниска
		2100	Умерена	Ниска	Ниска
	Невреме/екстремни врнежи	2050	Ниска	Ниска	Ниска
		2075	Умерена	Ниска	Ниска
		2100	Умерена	Умерена	Умерена

4. ПРОЦЕНУВАЊЕ И ПРИОРЕТИЗИРАЊЕ РИЗИЦИ

Врз основа на воспоставената проценка на ранливост за дефинираните добра во градежната и оперативната фаза на автопатот, проценка и приоритизација на ризикот е следниот чекор кој треба да се спроведе за да се идентификуваат најзначајните ризици кои може да се очекуваат дека ќе се случат, како и кои мерки за адаптација треба да бидат применети и кога. За проценка и приоритизација на ризик на дефинираните добра, само оние со умерена и висока ранливост на влијанија од климатски промени ќе бидат земени предвид. Следата табела го прикажува резимето на добрата кои ќе бидат дел од анализата.

Табела 20 Добра ранливи на влијанија од климатски промени во градежната фаза

Добра	Климатска промена	Ранливост
Градилиште и пристапни патишта	Екстремна топлина	Умерена
	Невреме/екстремни врнежи	Висока
Складирање на материјали и отпад	Екстремна топлина	Умерена
	Невреме/екстремни врнежи	Висока
Градежна механизација, опрема и возила	Невреме/екстремни врнежи	Умерена

Табела 21 Добра ранливи на влијанија од климатски промени во оперативната фаза

Добра	Климатска промена	Година	Ранливост
Траса на автопатот А4	Екстремна топлина	2075	Умерена
		2100	Висока
	Просечна топлина	2075	Умерена
		2100	Висока
	Суша	2100	Умерена
	Просечни врнежи	2100	Умерена
	Невреме/екстремни врнежи	2075	Висока
		2100	Висока
Мостови	Екстремна топлина	2075	Умерена
		2100	Висока
	Просечна топлина	2100	Умерена
	Просечни врнежи	2100	Висока
	Невреме/екстремни врнежи	2075	Умерена
		2100	Висока
Потпатници	Невреме/екстремни врнежи	2075	Умерена
		2100	Умерена
Пропусти	Невреме/екстремни врнежи	2100	Умерена

4.1. Проценка на веројатност на влијанија

Веројатноста на влијанијата е поврзана со влијанијата кои се појавуваат во дадена временска рамка. Поради несигурната природа на климатските промени, проценката на веројатноста за појава на влијанија може да биде тешка. Сепак, може да се дадат приближни вредности со користење на проекциите за климатски промени, докази од минати настани, предложен дизајн на проектот во Идејниот проект, нивоата на ранливост и други заклучоци преставени во 3.2 Историски преглед на климатски податоци и 3.3 Проекции и сценарија за климатски промени.

Веројатноста треба да се бодува за одредена точка во времето или временската рамка. Процесот за проценка и бодување на веројатноста од ризиците на климатските промени со кои се соочува идниот автопат А4 е претставен во следната табела.

Табела 22 Бодување на веројатност на влијанија

Веројатност на ефект	Дефиниција	Резултат
Речиси сигурно	Поверојатно е да се случи отколку не (веројатност блиску до 100%)	5
Веројатно	Прилично веројатно е да се појави (веројатност поголема од 50%)	4
Неверојатно	Можно е да се појави (веројатност помала од 50%)	3
Ретко	Ниска, но не и невозможна (ниска, но забележително повисока од нула)	2
Многу неверојатно	Многу ниска, блиску до нула	1

Врз основа на дефинираното бодување на веројатност на влијанија, во следната табела се прикажани резултатите за сите идентификувани добра во градежната и оперативната фаза.

Табела 23 Резултати на веројатност на влијанија за дефинираните добра во градежната фаза на автопатот

Добра	Климатски промени	Ранливост	Веројатност/Резултат
Градилиште и пристапни патишта	Екстремна топлина	Умерена	Неверојатно - 3
	Невреме/екстремни врнежи	Висока	Ретко - 2
Складирање на материјали и отпад	Екстремна топлина	Умерена	Неверојатно - 3
	Невреме/екстремни врнежи	Висока	Ретко - 2
Градежна механизација, опрема и возила	Невреме/екстремни врнежи	Умерена	Ретко - 2

Табела 24 Резултати на веројатност на влијанија за дефинираните добра во оперативната фаза на автопатот

Добра	Климатски промени	Година	Ранливост	Веројатност/Резултат
Траса на автопатот А4	Екстремна топлина	2075	Умерена	Веројатно – 4
		2100	Висока	Веројатно - 4
	Просечна топлина	2075	Умерена	Речиси сигурно - 5
		2100	Висока	Веројатно - 4
	Суша	2100	Умерена	Веројатно - 4
	Просечни врнежи	2100	Умерена	Веројатно - 4
	Невреме/екстремни врнежи	2075	Висока	Веројатно - 4
		2100	Висока	Веројатно - 4
Мостови	Екстремна топлина	2075	Умерена	Неверојатно - 3
		2100	Висока	Веројатно - 4
	Просечна топлина	2100	Умерена	Веројатно - 4
	Просечни врнежи	2100	Висока	Веројатно - 4
	Невреме/екстремни врнежи	2075	Умерена	Веројатно - 4
		2100	Висока	Веројатно - 4
Потпатници	Невреме/екстремни врнежи	2075	Умерена	Неверојатно - 3
		2100	Умерена	Неверојатно - 3
Пропусти	Невреме/екстремни врнежи	2100	Умерена	Неверојатно - 3

4.2. Проценка на сериозност на влијанија

Сериозноста е поврзана со проценката за сериозноста на одредено влијание (како на пример поплавување на пат, топлинска штета на мост, свлечиште на одредена локација, итн.) кое може да се реализира, без разлика на веројатноста за случување. Сериозноста се проценува од страна на корисникот врз основа на знаење, проценки и докази од претходни слични настани (на слично ниво, на слични или исти добра, или на слична или иста локација) и може да се бодува со користење на Скалата за сериозност на влијание претставена подолу. Вкупниот назначен резултат за секое добро треба да соодветствува со највисоко оценетиот критериум. Така, на пример, доколку критериумот за Услуга е оценет како 5 (Многу висока), а сите други критериуми се оценети како 4 (Висока), тогаш Вкупната оценка за сериозност треба да биде 5 (Многу висока).

Табела 25 Скала за сериозност на влијание

Резултат Критериум	1 (Многу ниска)	2 (Ниска)	3 (Умерена)	4 (Висока)	5 (Многу висока)
Население и заедници	Помалку од 1% од населението е засегнато.	Помеѓу 1-2 % од населението е засегнато.	Помеѓу 2-5 % од населението е засегнато.	Помеѓу 5-10 % од населението е засегнато.	Над 10 % од населението е засегнато.
Економско влијание	< 5% од годишниот буџет за одржување или занемарлива буџетска вредност од проектот.	Штета на добра > 5% но < 10% од годишниот буџет за одржување или 1% од буџетската вредност од проектот.	Штета на добра > 10% но < 25% од годишниот буџет за одржување или 5% од буџетската вредност од проектот.	Штета на добра 50%+ од годишниот буџет за одржување или 25 % од буџетската вредност од проектот.	Штета на добра > од годишниот буџет за одржување или 75 % од буџетската вредност од проектот.
Штета на добра	Нема инфраструктурна штета.	Нема трајна штета/потребни се минорни реставраторски работи.	Штетата може да се надомести со одржување и ситни поправки /делумна загуба на локална инфраструктура.	Големо оштетување на инфраструктурата кое бара обемни поправки/трајна загуба на локални инфраструктурни услуги.	Трајна штета и/или загуба на инфраструктура.
Општество	Локално нарушување на основните услуги, социјални практики и настани.	Регионално нарушување на основните услуги, социјални практики и настани.	Регионално нарушување на основните услуги, социјални практики и настани.	Национално нарушување на основните услуги, социјални практики и настани.	Меѓународно нарушување на основните услуги, социјални практики и настани.
Засегнати страни и синџир на снабдување	Една засегната страна или елемент од синџирот на снабдување е засегнат.	Повеќе од една засегната страна или елемент од синџирот на снабдување е засегнат.	Една група засегнати страни или елементи од синџирот на снабдување се засегнати.	Повеќе од една група засегнати страни или елементи од синџирот на снабдување се засегнати.	Сите засегнати страни или елементи од синџирот на снабдување се засегнати.

На следните табели е прикажана скалата за сериозност на влијание на дефинираните добра во градежната и оперативната фаза.

Табела 26 Скала за сериозност на влијание на дефинираните добра во градежната фаза на автопатот

Добра	Климатски промени	Население и заедници	Економско влијание	Штета на добра	Општество	Засегнати страни и синџир на снабдување	Вкупен резултат за сериозност
Градилиште и пристапни патишта	Екстремна топлина	1	1	1	1	2	2
	Невреме/екстремни врнежи	2	1	2	2	3	3
Складирање на материјали и отпад	Екстремна топлина	1	1	1	1	1	1
	Невреме/екстремни врнежи	2	1	2	1	3	3
Градежна механизација, опрема и возила	Невреме/екстремни врнежи	1	1	2	1	2	2

Табела 27 Скала за сериозност на влијание на дефинираните добра во оперативната фаза на автопатот

Добра	Климатски промени	Година	Население и заедници	Економско влијание	Штета на добра	Општество	Засегнати страни и синџир на снабдување	Вкупен резултат за сериозност
Траса на автопатот А4	Екстремна топлина	2075	1	1	2	1	2	2
		2100	2	2	3	1	3	3
	Просечна топлина	2075	1	1	1	1	1	1
		2100	1	1	2	1	1	2
	Суша	2100	1	1	1	1	1	1
	Просечни врнежи	2100	1	1	1	1	1	1
	Невреме/екстремни врнежи	2075	1	1	2	1	2	2
		2100	2	1	3	2	3	3
Мостови	Екстремна топлина	2075	1	1	2	1	1	2
		2100	1	2	3	1	2	3
	Просечна топлина	2100	1	1	2	1	1	2
	Просечни врнежи	2100	1	1	2	1	1	2
	Невреме/екстремни врнежи	2075	1	1	2	1	2	2
		2100	1	2	3	2	3	3
Потпатници	Невреме/екстремни врнежи	2075	1	1	1	1	2	2
		2100	1	2	2	2	2	2
Пропусти	Невреме/екстремни врнежи	2100	1	2	2	2	2	2

4.3. Воспоставување на резултати за ризик

Ризикот може да се смета како комбинација на веројатност и сериозност. Со множење на резултатите од овие два критериуми, се пресметува и добива резултат за „Ризик“ од 1 до 25. Врз основа на тој нумерички резултат, секој ризик може да биде степенуван и означен по боја како што е прикажано во табелата што следи, од 1 (Ниско) до 25 (екстремно). На соодветниот резултат му се доделува еден од четирите нивоа на ризик: Ниско <5, Умерено ≥ 5 , Високо ≥ 12 и Екстремно ≥ 20 . Со ова бодување се одредуваат нивоата на акција и внимание.

Табела 28 Матрица на ризик

Веројатност	Сериозност				
	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

Дефиницијата за секое ниво на ризик е претставено во следната табела.

Табела 29 Категории на ризик и одговори

Ниво на ризик	Дефиниција
Екстремно ≥ 20	- Екстремни ризици кои бараат итна акција на највисоко ниво и не можат да бидат едноставно прифатени како дел од рутинските операции без извршно одобрување. - Овие ризици се неприфатливи без третман.
Високо ≥ 12	- Високите ризици се најсериозните кои можат да бидат прифатени како дел од рутинските операции без извршно одобрување, но тие стануваат одговорност на највисокото оперативно раководство и за нив ќе се известува на извршно ниво. - Овие ризици се неприфатливи без третман.
Умерено ≥ 5	- Умерените ризици се очекува да бидат дел од рутинските операции, но тие ќе бидат експлицитно доделени на релевантни менаџери за акција, ќе бидат одржувани под надзор и за нив ќе се известува на повисоко извршно ниво. - Овие ризици можно е да се прифатливи без третман.
Ниско < 5	- Ниските ризици ќе се одржуваат под преглед, но се очекува дека постоечките контроли ќе бидат доволни и дека нема да има потреба од дополнителна активност освен ако не станат многу потешки. - Овие ризици се прифатливи без третман.

Врз основа на воспоставената матрица на резултати за ризик и категории на ризик, финалниот чекор е проценката на ризици за сите дефинирани добра во градежната и оперативната фаза на проектот, како и нивната приоритизација. На следната табела е прикажан резултат за ризик во градежната и оперативната фаза на автопатот А4 Блаце – Скопје (Стенковец).

Табела 30 Резултат за ризик на дефинираните добра во градежната фаза на автопатот

Добра	Климатски промени	Резултат за веројатност	Резултат за сериозност	Резултат за ризик
Градилиште и пристапни патишта	Екстремна топлина	3	2	6
	Невреме/екстремни врнежи	2	3	6
Складирање на материјали и отпад	Екстремна топлина	3	1	3
	Невреме/екстремни врнежи	2	3	6



Градежна механизација, опрема и возила	Невреме/екстремни врнежи	2	2	4
--	--------------------------	---	---	---

Табела 31 Резултат за ризик на дефинираните добра во оперативната фаза на автопатот

Добра	Климатски промени	Година	Резултат за веројатност	Резултат за сериозност	Резултат за ризик
Траса на автопатот А4	Екстремна топлина	2075	4	2	8
		2100	4	3	12
	Просечна топлина	2075	5	1	5
		2100	4	2	8
	Суша	2100	4	1	4
	Просечни врнежи	2100	4	1	4
		2075	4	2	8
	Невреме/екстремни врнежи	2100	4	3	12
Мостови	Екстремна топлина	2075	3	2	6
		2100	4	3	12
	Просечна топлина	2100	4	2	8
	Просечни врнежи	2100	4	2	8
	Невреме/екстремни врнежи	2075	4	2	8
		2100	4	3	12
Потпатници	Невреме/екстремни врнежи	2075	3	2	6
		2100	3	2	6
Пропусти	Невреме/екстремни врнежи	2100	3	2	6

5. ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА ВЛИЈАНИЈА И ОДБИРАЊЕ НА МЕРКИ ЗА АДАПТАЦИЈА

Врз основа на извршената проценка за ризик за идниот автопат А4 Блаце – Скопје (Стенковец) како резултат на проекциите за климатски промени, потребно е да се изврши идентификацијата на влијанијата, како и да се предложат мерките за адаптација за секој ризик и влијание. Во следните подпоглавја се претставени проценетите влијанија и мерки за адаптација за сите дефинирани добра во градежната и оперативната фаза на автопатот.

5.1. Идентификација на влијанија и мерки за адаптација во градежната и оперативната фаза

Градежна фаза

Најзасегнати добра во градежната фаза ќе бидат:

- Градилиште и пристапни патишта;
- Складирање на материјали и отпад;
- Градежна механизација, опрема и возила.

Врз основа на извршената проценка за ризик, овие добра се ранливи на екстремна топлина и невреме/екстремни врнежи. Како резултат на екстремна топлина и невреме/екстремни врнежи, на следната табела се прикажани можните влијанија и мерки за адаптација за сите добра во градежната фаза:

Табела 32 Влијанија и мерки за адаптација во градежната фаза

Добра	Влијание на климатски промени	Влијание врз добра	Мерки за адаптација
Градилиште и пристапни патишта	Екстремна топлина	• Сушење и испукување на градежното земјиште; • Зголемени емисии на прашина; • Можна појава на шумски пожари; • Екстремна топлина може да ги ограничи градежните активности, кои може да ги зголемат трошоците и времетраењето на градежните активности и активностите за одржување.	• Запирање на работата за време на екстремни температури во согласност со препораките од владините институции; • Доставка на градилиштето со доволно техничка вода; • Прскање на градилиштето и пристапните патишта со вода за да се намалат емисиите на прашина; • Инсталација на вентилациски системи во подземни објекти; • Преглед на Идејниот проект и Основниот проект за да се проценат мерките за проектирање и спецификацијата на материјалите во однос на очекуваните прогнози и проекции за климатски промени во текот на животниот век на Проектот; • Подготовка и спроведување на План за

			подготвеност и одговор при итни случаи; Развој и спроведување на планови за итни случаи и отпорност и промени на работните практики и политики.
Невреме/екстремни врнежи		- Акумулација на вода или целосно поплавување на градилиштето и пристапот до него; - Прекумерна ерозија и седиментација, активирање на свлечишта.	- Преглед на капацитетот на опремата за испумпување; - Инсталација на системи за одводнување и собирање на атмосферски води и поројни води од поголемите сливни подрачја, односно инсталација на отворени канали, цевководи и пропусти. - Технички заштитни мерки на локацијата со можности за свлечишта.
Складирање на материјали и отпад	Екстремна топлина	Ризик од пожар како резултат на складирање запаливи супстанции во градилиштето.	- Подобра покриеност со противпожарна опрема; - Складирање на запаливи материјали во посебни огноотпорни контејнери; - Развој и спроведување на планови за итни случаи и отпорност и промени во работните практики и политики.
	Невреме/екстремни врнежи	- Поплавување на складираните материјали; - Одводнување на купиштата привремено складиран ископан материјал.	- Користење на водоотпорни материјали и материјали кои се помалку подложни на вода; - Користење на системи за зафаќање и складирање вода; - Инсталација на систем за одводнување атмосферски води; - Изградба на резервоари и базени за задржување вода.
Градежна механизација, опрема и возила	Невреме/екстремни врнежи	- Намалена прегледност за возачите; - Претварање на теренот во кал што само по себе претставува ризик по здравјето на работниците на градилиштето кои ја управуваат механизацијата; - Запалување на опрема која содржи опасни	- Запирање на работата за време на интензивни врнежи; - Инсталација на систем за одводнување атмосферски води; - Паркирање на механизацијата и опремата на стабилни терени.

- супстанции;
- Штета на градежната опрема (топење);
- Во случај на потполно поплавување на градилиштето, механизацијата, опремата и возилата не можат да се користат.

Оперативна фаза

Во оперативната фаза на автопатот А4 Блаце - Скопје (Стенковец), следните добра ќе бидат засегнати од климатски промени:

- Траса на автопатот А4;
- Мостови;
- Потпатници;
- Потпорни сидови;
- Пропусти.

Врз основа на извршената проценка за ризик, овие добра се ранливи на екстремна топлина и невреме/екстремни врнежи за периодот кој доаѓа. Како резултат на екстремна топлина и невреме/екстремни врнежи кои се очекува да се случуваат во следниот период, како што е опишано во Поглавјето: Проекции и сценарија за климатски промени, на следната табела се прикажани можните влијанија и мерки за адаптација за сите добра во оперативната фаза.

Табела 33 Влијанија и мерки за адаптација во оперативната фаза

Добра	Влијание на климатски промени	Влијание врз добра	Мерки за адаптација
Траса на автопатот А4	Екстремна топлина	• Повисоките температури и сончевото зрачење можат да ја зголемат стапката на деградација на коловозите што ќе доведе до повисоки трошоци за одржување; • Омекнување и проширување на коловозите кое може да доведе до колотрази и пукнатини на коловозот.	• Да се потврди способноста на тековните патишта и коловози за отпорност на топлина и доколку е потребно, да се користат врзивни средства и материјали потолерантни на топлина; • Користење на материјали за поплочување со посветли бои (односно бетон) или рефлексивна обработка за асфалтот. • Одржување и имплементација на практики за одржување на вегетацијата кои го минимизираат ризикот од пожари; • Подготовка на оперативен план за итна подготвеност и одговор во итни случаи; • Контрола на истекување на води за да се спречи нејзиното исчезнување во екстремно сувите периоди, што може да доведе до

			• сlegнување на почвата; • Ограничување на движењето на возила кои пренесуваат опасни супстанции во периоди со високи температури; • Воспоставување на соодветна програма за редовна контрола, одржување и инспекција на патната инфраструктура; • Редовна контрола на состојбата на пожари во проектното подрачје преку визуелна инспекција и мониторинг на вести во локалните медиуми; • Инсталација на противпожарни апарати во тунелите.
	Невреме/екстремни врнежи	• Штетите врз патиштата од свлечишта, поплави и движење на земјиштето може да го ограничи пристапот до основните служби за итни случаи, резерви на храна и пристап до пазари и други економски можности; • Поплавување на патот и површинска штета.	• Изградба на брани, резервоари и базени за задржување вода; • Изградба на сидови за заштита на патот од поплави; • Изградба на (привремени) препреки за поплави долж патот; • Редовно чистење на одводните цевки; • Засадување дрвја за да се намали стапката на површинско истекување низ сливот.
Мостови	Екстремна топлина	• Чувствителност на високи температури кои влијаат врз термалната експанзија на спојки и го зголемуваат притисокот врз земјата; • Деградација на материјали (бетон, дрво).	• Користење на взривни средства и материјали толерантни на топлина; • Користење на материјали за поплочување со посветли бои (односно бетон) или рефлективна обработка за асфалтот.
	Невреме/екстремни врнежи	• Поплавување и подривање на носечки конструкции; • Рушење на столбови.	• Чистење на водотеци и структурите подложни на поплави пред предвидените обилни врнежи; • Користење на материјали отпорни на корозија и вода (адаптација на различни дизајни на смесата може да доведе до зголемување на отпорност од водно оштетување – во споредба со бетонскиот коловоз, материјалот за асфалтниот коловоз е помалку отпорен на оштетување од вода).
Потпатници	Невреме/екстремни	• Рушење на потпатници;	• Редовно чистење и



	врнежи	Затнување на потпатници со вегетација и камења.	- отстранување на вегетација; - Засадување дрвја за да се намали стапката на површинско истекување низ сливот.
Потпорни сидови	Екстремна топлина	- Сушење на вегетацијата што ќе резултира со дестабилизација на падините; - Појава на шумски пожари кои ќе ја намалат вегетативната покривка која придонесува за зголемување на површинското истекување и потенцијалот за поплави или свлечишта.	- Одржување на засадената вегетација на падините; - Одржување и имплементација на практики за одржување на вегетацијата кои го минимизираат ризикот од пожар.
	Невреме/екстремни врнежи	- Зголемен ризик од свлечишта, прекумерна ерозија и таложење; - Пукнатини во потпорните сидови како резултат на зголемени врнежи.	- Одводнување на насипите од патот за брзо намалување на подземните води по повлекување на поплавите; - Користење на вегетација за подобрување на стабилноста на падините и заштита од ерозија; - Користење на геосинтетика за подобрување на стабилноста на падините и заштита од ерозија.
Пропусти	Невреме/екстремни врнежи	- Системите за одводнување на атмосферските води се дизајнирани врз основа на историски податоци за врнежи. Постои можност тие да не ги издржат поинтензивните и почестите настани, што може да доведе до исплакување и поплавување на добра; - Затнување на пропусти со вегетација и камења.	- Инспекција и редовно чистење на системите за одводнување; - Одржување на патното одводнување во добра состојба; - Превенција на затнување на цевки/пропусти на поврзувачките патишта.

6. ЗАКЛУЧОК

Главната цел на Извештајот за климатска отпорност е да се осигура и зајакне отпорноста на предложената изградба на новиот автопат А4 Блаце – Скопје (Стенковец) кон влијанијата од климатските промени и екстремните временски настани.

Пропишаните мерки во Извештајот за климатска отпорност, како и во студијата за ОВЖС треба целосно да се спроведат со цел проектот да биде усвоен и отпорен на идните проекции за климатски промени во регионот. Предложените мерки ќе бидат спроведени во Основниот проект со цел идниот Изведувач и Оператор да го управуваат и набљудуваат успешно спроведување на мерките со цел избегнување на идни опасности како резултат на климатски промени.

И покрај ублажувањето и мерките за адаптација кон климатски промени, овој Проект поседува и други придобивки за животната средина. Во следната табела се прикажани придобивките за секој медиум и секое подрачје на животната средина како резултат на спроведувањето и функционирањето на автопатот, како и недостатоците од сценариото „нулта алтернатива“.

Табела 34 Придобивки и недостатоци во случај на спроведување на проектот и „нулта алтернатива“

Бр.	Медиум и подрачје на животната средина	Нулта алтернатива	Спроведување
1.	Квалитет на воздух и климатски промени	Зголемени емисии на прашина, издувни и стакленички гасови како резултат зголемен сообраќај на патот, сообраќаен метеж, итн.	Намалена дисперзија на загадувачи како резултат на слободен сообраќај на автопатот, непостоење на застој во сообраќајот и достапност на повеќе возила за користење на автопатот, како и поставување на станици за полнење за електрични возила што ќе го зголеми протокот на овој вид возила во проектното подрачје.
2.	Површински и подземни води	Слободно испуштање на загадувачи во почвата и површинските и подземните водни тела без никаков третман како резултат на истекување и несреќи.	Изградените и инсталирани инфраструктури за одводнување и зафаќање на масла за собирање на атмосферски води на автопатот и елиминирање на отпадните масла.
3.	Почва	Можни ризици од свлечишта и загадување на почва.	Намален ризик од свлечишта со стабилизација на падините и изградба на потпорни сидови и избегнување на загадувања на почвата како резултат на изградена одводна инфраструктура и инсталирани маслофаќачи.
4.	Биолошка разновидност	Зголемен морталитет на животните поради недостаток на огради и коридори за движење на животните.	Намален морталитет на животни како резултат на поставување на ограда крај автопатот, изградба на тунели, потпатници и високи мостови за движење на животните, итн.

7. РЕФЕРЕНЦИ

- Меѓународна рамка за адаптација кон климатски промени за патна инфраструктура, Светска асоцијација за патишта (PIARC), 2015;
- Интегрирање на информации за климатски промени и адаптација во процесите на планирање на проекти, практични искуства, работна група на европски финансиски институции за адаптација кон климатски промени, мај 2016;
- Работен документ на персоналот на Комисијата за адаптација на инфраструктурата кон климатските промени кој го придружува документот за комуникација од Комисијата до Европскиот парламент, Советот, Европскиот економско-социјален комитет и Комитетот на регионите, стратегија на ЕУ за адаптација кон климатските промени, 2013;
- JASPERS белешка за насоки, Основи на ранливост на адаптација кон климатски промени и проценка на ризик, јуни 2017;
- Концепциски дизајн за Клучката Стенковец-Блаце граничен премин (12.5 км), 2021;
- Прелиминарна оценка на влијанијата врз животната и социјалната средина на Предложените алтернативи (МКА), февруари, 2021 ;
- Нацрт Идеен проект на трасата за Делница 2: Изградба на автопат од клучката со локален пат за с. Блаце (клучка Блаце) до Скопје (клучка „Стенковец“) км 2+000 до ~ км 12+500, од 2021;
- Техничка поддршка за изготвување проекти отпорни на климатски промени, упатства за Јавно претпријатие за државни патишта на Република Северна Македонија, јули, 2019;
- https://home.openweathermap.org/history_bulks
- Трет двогодишен извештај за климатски промени на Република Македонија, август 2020;
- Трет национален план за климатски промени UNFCCC;
- Нацрт Закон и Долгорочна стратегија за климатска акција;
- Студија за ерозија и акционен план за градот Скопје, 2017;
- Сценарија за климатски промени за Македонија 2012;
- План за управување и заштита од ризик од поплави на сливот на река Лепенец;
- Податоци за обилни врнежи од Управа за хидрометеоролошки работи;
- Национален акциски план за борба против опустинување во Република Македонија (2017-2023);
- Отпорно Скопје – Стратегија за климатски промени.