

PIEVC პროტოკოლისა და მასთან დაკავშირებული რესურსების გამოყენება საქართველოში რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილების მიღების პროცესების გასაუმჯობესებლად

საბოლოო ანგარიში

კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასება

2023 წლის ივლისი

პროექტი „PIEVC პროტოკოლისა და მასთან დაკავშირებული რესურსების გამოყენება საქართველოში რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილების მიღების პროცესების გასაუმჯობესებლად“ (ხელშეკრულების N: 81274990) დაფინანსებულია გერმანიის ეკონომიკური თანამშრომლობისა და განვითარების ფედერალური სამინისტროს (BMZ) მიერ და მხარდაჭერილია გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოების (GIZ) მიერ.

მომზადებულია:



კლიმატური რისკების ინსტიტუტის (CRI) მიერ Stantec-ის წარმომადგენლებთან თანამშრომლობით



ყდის ფოტო: TRACECA, GUAM, CAREC, BSEC, ხედვა - საქართველოს გზები და ავტომაგისტრალები

კლიმატის ცვლილების ანალიზი და რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის რეგიონის გზის ინფრასტრუქტურის მოწყვლადობის შეფასება ჩატარებულია Stantec-ის მიერ, რომელმაც ასევე მონაწილეობა მიიღო წინამდებარე ანგარიშში წარმოდგენილი რეკომენდაციებისა და დასკვნების შემუშავებაში.

წინამდებარე ანგარიშში წარმოდგენილი ყველა დასკვნა ემყარება სამუშაოს განხორციელების პერიოდში შეგროვებულ და არსებულ ინფორმაციას. ანგარიში მომზადებულია კონკრეტული პროექტისათვის, რომელშიც ჩართული იყო CRI, და შეესაბამება მის მიზნებს. მესამე მხარის მიერ ამ ანგარიშის ნებისმიერი სახით გამოყენება ან მის შინაარსზე მითითება მესამე მხარის პასუხისმგებლობას წარმოადგენს.

CRI_სა და პარტნიორების დაშვებით, ანგარიშის მომზადების დროს მათ მიერ დაინტერესებული მხარეებისგან მიღებული ინფორმაცია ზუსტი და მარტებულია. მიუხედავად იმისა, რომ CRI და პარტნიორებმა აღნიშნული ინფორმაცია გამოიყენეს სათანადო განსჯისა და კომპლექსური შემოწმების საფუძველზე, ისინი საკუთარ თავზე არ იღებენ პასუხისმგებლობას ამ ინფორმაციაში არსებული შეცდომით ან ხარვეზით გამოწვეულ შედეგებზე.

ანგარიში განკუთვნილია საქართველოში GIDRM-ის მიერ GIZ-თან CRI-ის საგრანტო ხელშეკრულების შესაბამისად განსაზღვრული ადგილობრივი პარტნიორების მიერ ექსკლუზიურად გამოსაყენებლად. მიუხედავად იმისა, რომ GIZ-მა შეიძლება ანგარიში პროექტთან დაკავშირებულ სახელმწიფო ორგანოებსა და მესამე მხარეებს მიაწოდოს, CRI უარს ამბობს ნებისმიერი სახის იურიდიულ ვალდებულებაზე, გარანტიასა ან კავშირზე მესამე მხარესთან და არ არის პასუხისმგებელი ამ მესამე მხარის მიერ მიყენებულ ზიანსა თუ ზარალზე.

მადლიერების გამოხატვა

კლიმატური რისკების ინსტიტუტი (CRI) მადლიერებით აღნიშნავს GIZ-ის იმ პროფესიონალების ძალისხმევასა და ჩართულობას, რომლებმაც საკუთარი წვლილი შეიტანეს პროექტის „PIEVC პროტოკოლისა და მასთან დაკავშირებული რესურსების გამოყენება საქართველოში რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილების მიღების პროცესების გასაუმჯობესებლად“ ფარგლებში ჩატარებულ კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასებაში:

აკაკი რუხაძე	DV, GIDRM
ელენე სამუკაშვილი	მრჩეველი, GIDRM
ფრედერიკ ლინდენმანი	საერთაშორისო სტაჟიორი, GIDRM
კარლ ჰაინც გოდრი სადა	მრჩეველი, GIDRM
მარეიკე ბენტგელდი	მრჩეველი, GIDRM

CRI ასევე ხაზს უსვამს იმ დაინტერესებული მხარეების ჩართულობისა და წვლილის მნიშვნელობას, რომლებიც დაესწრნენ PIEVC ვებინარებს, მონაწილეობა მიიღეს საჭირო მონაცემების შეგროვებასა და შეფასების შედეგების განხილვაში.

CRI ხელმძღვანელობდა პროექტის მრავალფეროვან და მაღალკვალიფიციურ გუნდს, რომელიც ჩამოყალიბდა საკუთარი და პარტნიორების თანამშრომლების მონაწილეობით მეტოლონგის კაშხლისა და თანმხლები სისტემების PIEVC შეფასების ფარგლების დასადგენად:

ელ დუგლასი, CRI	პროექტის მხარდაჭერა
დანიელა ბოდენი, CRI	პროექტის მენეჯერი
ერიკ სპარლინგი, CRI	პროექტის სპონსორი
კიმბერლი სტეფენსონი, Stantec	კლიმატის ექსპერტის მხარდაჭერა
კირსტენ მაკმილანი, CRI	ტექნიკური მხარდაჭერა
ნორმ შიპპი, Stantec	კლიმატის წამყვანი ექსპერტი, კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობა და მასთან ადაპტაცია
შეინ ო'ჰანლონი, Stantec	წამყვანი ინჟინერი, CRRS-ის კოორდინატორი

რეზიუმე

კოვიდის კრიზისმა სერიოზული საფრთხეებისთვის მომზადებასა და მათზე რეაგირებაში საზოგადოების სუსტი მხარეები, კერძოდ, მმართველობის სტრუქტურებისა და გადაწყვეტილების მიღების პროცესების არაადეკვატურობა გამოავლინა. იმისათვის, რომ „აღდგენილი ძველზე უკეთესი იყოს“, აუცილებელია მმართველობის სტრუქტურებისა და გადაწყვეტილებების მიღების პროცესები ყველა დონეზე მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდეს შესაძლო რისკების შესახებ ინფორმირებულობისა და მათი გათვალისწინების ხარისხის მხრივ. წარმოდგენილი პროექტი „PIEVC (საჯარო ინფრასტრუქტურის ტექნიკური მოწყვლადობის კომიტეტი) პროტოკოლისა და მასთან დაკავშირებული რესურსების გამოყენება საქართველოში რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილების მიღების პროცესების გასაუმჯობესებლად“ შემუშავებულ იქნა სატრანსპორტო სექტორში რისკზე ინფორმირებული მმართველობის ხელშესაწყობად, გადაწყვეტილების მიღების პროცესებში კლიმატის ცვლილებისა და მნიშვნელოვანი ინფრასტრუქტურის რისკების შეფასების ჩართვისა და გათვალისწინების გზით.

პროექტის ამოცანას წარმოადგენდა საქართველოს იმ ერთ-ერთ რეგიონში არსებული გზების მონაკვეთების მოწყვლადობის შეფასება თეორიული მეთოდებით, რომელიც ყველაზე მეტად ექვემდებარება ექსტრემალური გეოლოგიურ-მეტეოროლოგიური მოვლენების ზემოქმედებას, განსაკუთრებით მეწყერების სახით. კვლევა მოიცავდა ისტორიული კლიმატური მონაცემების ანალიზსა და კლიმატის ცვლილების პროგნოზირებას, კონკრეტული კლიმატური საფრთხეების მიმართ საგზაო ინფრასტრუქტურის მოწყვლადობის, შესაბამისი ზემოქმედებების ალბათობისა და რეგიონისა და დარგის მასშტაბით კლიმატის ცვლილების მიმართ სატრანსპორტო სექტორის მდგრადობის დაგეგმვის საჭიროების შეფასებას. პროექტის მიზანი იყო ცნობიერების ამაღლება PIEVC პროტოკოლისა და მისი რესურსების შესახებ, კლიმატის ცვლილებისა და კატასტროფების რისკის მართვის უფრო ფართო პროცესებთან PIEVC პროცესის ინტეგრირების შესაძლებლობების გამოვლენა და აღრიცხვა, ისევე როგორც ახალი სახელმძღვანელო მითითებებისა და სხვა შესაბამისი მასალების საცდელი გამოყენება რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილებების მიღების კონკრეტულ შემთხვევებში PIEVC პროტოკოლის გამოსაყენებლად.

შეფასება ეხებოდა რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის რეგიონის საგზაო ინფრასტრუქტურას, მათ შორის მეორე რიგის სამ გზასა და ადგილობრივი მოსახლეობის მიერ ხშირად გამოყენებად ადგილობრივი მნიშვნელობის გზებს [ქუთაისი (მოწამეთა) – ტყიბული - ამბროლაური და კერძოდ ნაქერალას უღელტეხილი; ქუთაისი - წყალტუბო - ცაგერი - ლენტეხი – ლასდილი; და ალპანა - ცაგერი და ქუთაისი – ალპანა - მამისონის უღელტეხილი]. კლიმატის ცვლილების ანალიზი საგზაო ინფრასტრუქტურაზე კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული არსებითი და პოტენციური საფრთხეებისა და ზემოქმედებების დასადგენად ჩატარდა. შეფასების შედეგად გამოვლენილ იქნა 89 ურთიერთქმედება კლიმატის აღწერილ საფრთხეებსა და საგზაო

ინფრასტრუქტურის თითოეული ელემენტის კონკრეტულ კომპონენტებს შორის, აქედან 44 ისტორიული და პროგნოზირებულ პირობების მიმართ მოწყვლადობის საშუალო ან მაღალი ხარისხით ხასიათდება. გაირკვა, რომ ასფალტის საფარზე, სხვა შეფასებულ კომპონენტებთან შედარებით, ზემოქმედებას ყველაზე მეტი კლიმატური საფრთხე ახდენს. ასფალტის საფარის შემთხვევაში პოტენციურ ზემოქმედებებს იწვევს ურთიერთქმედება ცხრა (9) სხვადასხვა საფრთხესთან. ამ ურთიერთქმედებებიდან შვიდი (7) - ასფალტის ურთიერთქმედება ტემპერატურის ცვლილებასთან, ექსტრემალურ სიცივესთან, სითბურ ტალღებთან, ექსტრემალურ სიცივესთან, მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექთან, მრავალდღიან ნალექსა და ტყის ხანძრებთან - მოწყვლადობის საშუალოდან მაღალ ხარისხამდე იწვევს. კომპონენტების მოწყვლადობის მაღალი ხარისხი ყველაზე ხშირად განპირობებულია ტყის ხანძრებით (ასფალტის საფარი, ყრილი, სავალი ნაწილი, ანტიციკლონიკური ელასტომერული/რეზინის საფენები, გვირაბის ვენტილაცია, ავარიული/საევაკუაციო სისტემები, მობილური კავშირგაბმულობა, და ინტერნეტი). კომპონენტებს შორის მოწყვლადობის ქულების ყველაზე დიდი ჯამური რაოდენობა დაფიქსირდა მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექთან მიმართებით, მათ შორის ასფალტის საფარის, ყრილის, საფუძვლის, სანიაღვრე არხის, და ავარიული/საევაკუაციო სისტემების შემთხვევაში.

რეკომენდებულია კლიმატთან დაკავშირებული რისკების შემდგომი კვლევა სრული PIEVC პროტოკოლის გამოყენებით. კერძოდ:

- რეგიონში კლიმატთან დაკავშირებული რისკების შემდგომი შესწავლა სრული PIEVC პროტოკოლის გამოყენების გზით, მათ შორის ობიექტების მონახულებით, ადგილობრივი მოსახლეობის ჩართულობითა და სემინარებით ისეთ ინფრასტრუქტურულ კომპონენტებთან კლიმატური საფრთხეების ურთიერთქმედების შედეგების დასადგენად, რომლებიც „ყველაზე“ მოწყვლადად ითვლება.
- ჩამოთვლილ კომპონენტებზე კონკრეტული კლიმატური საფრთხეების ზემოქმედებების უფრო დეტალურად განხილვა:
 - ასფალტი და გზის საფარი
 - სადრენაჟო ინფრასტრუქტურა და ყრილი.
- რეგიონში ტყის ხანძრების ალბათობის, მათი პოტენციური ზემოქმედებებისა და შესაბამისი რისკების შეფასება.
- დაინტერესებულ მხარეებს შორის, მათ შორის სახელმწიფო უწყებებს, გზების მართვაში ჩართულ ორგანოებს, კლიმატის შემსწავლელ მეცნიერებს, ინჟინრებს, ადგილობრივ მოსახლეობასა და მომხმარებლებს შორის თანამშრომლობის ხელშეწყობა ინფორმაციისა და ცოდნის გაზიარების უზრუნველსაყოფად. თანამშრომლობა ხელს შეუწყობს მოწყვლადი ინფრასტრუქტურისა და კლიმატის ურთიერთქმედებით გამოწვეული ზემოქმედებების სიმძიმის შეფასებას, რისკების გაანალიზებას და საადაპტაციო ღონისძიებების შემუშავებას.
- დამატებითი ტექნიკური ანალიზის ჩატარების გასაადვილებლად, როგორცაა გეოსივრცული ანალიზი, მაღალი დონის მოწყვლადობის შეფასების შედეგების გამოყენება.

გარდა ამისა, ჰიდროლოგიური მოდელების დახმარებით შესაძლებელია მოსალოდნელი წყალდიდობებისა და გზებზე მათი ზემოქმედების იდენტიფიცირება. ეს მიდგომა ითვალისწინებს ადგილობრივ ფიზიკურ პირობებს და იძლევა რეგიონული გზების მოწყვლადი სეგმენტების იდენტიფიცირებისა და პრიორიტეტიზაციის შესაძლებლობას.

რისკების შეფასების ჩატარება და მათი რეკომენდაციებისა და შემოთავაზებული საადაპტაციო ღონისძიებების განხორციელება მნიშვნელოვანი ფინანსური, სოციალური და გარემოსდაცვითი სარგებლის მომტანია. ესენია: ტექნიკური მომსახურების ხარჯების შემცირება, რესურსების უკეთ განაწილება და ექსპლუატაცია ოპტიმიზაცია, რაც გრძელვადიან პერსპექტივაში ინვესტიციების დაცვას უზრუნველყოფს. გარდა ამისა, კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის ზომები აძლიერებენ საზოგადოებრივ უსაფრთხოებასა და მდგრადობას, კლიმატთან დაკავშირებული საფრთხეების წინაშე საზოგადოების გამძლეობასა და ეკოსისტემების შენარჩუნებას და ამ გზით ამცირებენ კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებას და ზრდიან მდგრადობას.

შინაარსი

მადლიერების გამოხატვა	3
1. შესავალი	1
1.2. წინასიტყვაობა	1
1.3. პროექტის ამოცანები	2
1.4. პროექტის სფერო	3
1.5. შეფასებისა და მისი შედეგების ინტერპრეტირება	3
1.6. ანგარიშის ფორმატი	3
2. მეთოდოლოგია	4
2.2. მონაცემთა საკმარისობისა და ხარვეზების ანალიზი	4
2.3. კლიმატური პროფილი	9
2.4. ზემოქმედებების იდენტიფიცირება	11
2.5. მოწყვლადობის შეფასება	11
2.5.1. გამოვლინების/დაუცველობისა და მგრძობელობის შეფასება	13
2.5.2. ადაპტაციის უნარის დეფიციტის შეფასება	14
2.5.3. მოწყვლადობის დადგენა	14
2.6. რეკომენდაციები შემდგომი კვლევისთვის	15
2.7. კონსულტაცია დაინტერესებულ მხარეებთან	15
3. კლიმატის ცვლილების ანალიზი	16
3.2. საქართველოს კლიმატური პროფილი	16
3.2.1. კლიმატური საფრთხეების იდენტიფიცირება მოწყვლადობის შეფასებისთვის ..	20
3.2.2. ტემპერატურა	23
3.2.3. ნალექები	31
3.2.4. კომპლექსური საფრთხეები	37
4. მოწყვლადობის შეფასების შედეგები	40
4.1. შეფასებას დაქვემდებარებული აქტივების გამოვლინება/დაუცველობა	40
4.2. მოწყვლადობის შეფასების შედეგები	42
5. დასკვნები და რეკომენდაციები	53
6. სარგებელი და შესაძლებლობები	55
7. შეზღუდვები	56
8. ლიტერატურა	58
დანართები	60
დანართი A მოწყვლადობის მატრიცა	60

დანართი B მოწყვლადობის შეფასებისთვის შესწავლილი რესურსები 63

ნახაზები

ნახ. 1: PIEVC მოწყვლადობის შეფასების პროცესის სქემატური გამოსახულება	13
ნახ. 2: საქართველოში საშუალო ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP4.5.....	24
ნახ. 3: საქართველოში საშუალო ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP8.5.....	25
ნახ. 4 : საქართველოში მაქსიმალური ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP4.5	27
ნახ. 5: საქართველოში მაქსიმალური ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP8.5	27
ნახ. 6. საქართველოში მინიმალური ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP4.5.....	30
ნახ. 7. საქართველოში მინიმალური ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP8.5.....	30
ნახ. 8. საქართველოში ნალექების პროგნოზირებული ჯამური რაოდენობა, RCP4.5.....	33
ნახ. 9. საქართველოში ნალექების პროგნოზირებული ჯამური რაოდენობა, RCP8.5.....	33
ნახ. 10. 5-დღიანი ნალექის პროგნოზირებული რაოდენობა, RCP4.5.....	36
ნახ. 11. 5-დღიანი ნალექის პროგნოზირებული რაოდენობა, RCP8.5.....	36
ნახ. 12. ძლიერი გვალვები საქართველოში მომავალში მოსალოდნელ კლიმატურ პირობებში (GIZ, 2021 წ.).....	38
ნახ. 13. ტყის ხანძრების რისკი საქართველოში კიჩ-ბაირამის გვალვის ინდექსის სიდიდეების საფუძველზე (GIZ, 2021 წ.).....	39
ნახ. 14. თითოეული საფრთხის მიერ გამოწვეული ურთიერთქმედებების წილი	42
ნახ. 15. მოწყვლადობის თითოეული ხარისხის შესაბამისი ურთიერთქმედებების პროცენტული მაჩვენებელი.....	44
ნახ. 16. მოწყვლადობის თითოეული ხარისხის მქონე კომპონენტების პროცენტული მაჩვენებელი.....	44

ცხრილები

ცხრილი 1: საქართველოს ტიპური საგზაო ინფრასტრუქტურის ინფრასტრუქტურული კომპონენტები და ქვეკომპონენტები	6
ცხრილი 2: კლიმატური საფრთხეები და მათი ინდიკატორები, რომლებიც გამოყენებულია შეფასებაში	10
ცხრილი 3: მოწყვლადობის შეფასების მატრიცა.....	15
ცხრილი 4: CMIP5 მოდელები, რომლებიც ინახება NASA NEX-GDDP-ის არქივში.....	19
ცხრილი 5: მოწყვლადობის შეფასებაში გათვალისწინებული კლიმატური საფრთხეები და კლიმატური ინდიკატორები	21

ცხრილი 6: საქართველოს ისტორიული და პროგნოზირებული საშუალო ტემპერატურა (RCP4.5 და RCP8.5).....	23
ცხრილი 7: საქართველოში ისტორიული და პროგნოზირებული მაქსიმალური ტემპერატურა (RCP4.5 და RCP8.5).....	26
ცხრილი 8: > 30°C მაქსიმალური დღიური ტემპერატურის შემთხვევები, საქართველო (RCP4.5 და RCP8.5).....	28
ცხრილი 9: > 35°C მაქსიმალური დღიური ტემპერატურის შემთხვევები, საქართველო (RCP4.5 და RCP8.5).....	28
ცხრილი 10. საქართველოში ისტორიული და პროგნოზირებული მინიმალური ტემპერატურა	29
ცხრილი 11. < -15°C მინიმალური დღიური ტემპერატურის შემთხვევები, საქართველო (RCP4.5 და RCP8.5).....	31
ცხრილი 12. საქართველოში ნალექების ისტორიული და პროგნოზირებული ჯამური რაოდენობა (RCP4.5 და RCP8.5)	32
ცხრილი 13. დღიური ნალექის 50 მმ-ზე მაღალი მაჩვენებლის მქონე დღეების სიხშირე წელიწადში	34
ცხრილი 14. ნალექის რაოდენობა მრავალდღიანი წვიმის დროს. ნალექების ხუთდღიანი რაოდენობა, საქართველო (RCP4.5 და RCP8.5).....	35
ცხრილი 15: აქტივებისა და კომპონენტების დაუცველობა კლიმატური საფრთხეების საფუძველზე.....	40
ცხრილი 16: მოწყვლადობის საშუალო და მაღალი ხარისხის მქონე კომპონენტების მოწყვლადობის შეფასების რეზიუმე.....	46

1. შესავალი

1.2. წინასიტყვაობა

კოვიდის კრიზისმა გლობალურ, ეროვნულ, რეგიონულ და სუბ-რეგიონულ დონეზე სერიოზული საფრთხეებისთვის მომზადებასა და მათზე რეაგირებაში ჩვენი საზოგადოების სუსტი მხარეები გამოავლინა. ხშირ შემთხვევაში, ეს გამოწვეულია მმართველობის სტრუქტურებისა და მათთან დაკავშირებული გადაწყვეტილების მიღების პროცესების არაადეკვატურობით. იმისათვის, რომ კოვიდის კრიზისის შემდგომ „აღდგენილი ძველზე უკეთესი იყოს“ – იმისათვის, რომ ჩვენი საზოგადოება უკეთ იყოს მომზადებული და უფრო მედეგი ყველა სახის საფრთხეებისა და მათთან დაკავშირებული რისკების მიმართ, სხვა საკითხებთან ერთად აუცილებელია, რომ *მმართველობის სტრუქტურებსა და მათთან დაკავშირებული გადაწყვეტილებების მიღების პროცესებში მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდეს რისკების შესახებ ინფორმირებულობისა და მათი გათვალისწინების ხარისხი*. ეს უნდა განხორციელდეს ყველა დონესა და მასშტაბით. განსაკუთრებული აქცენტი უნდა გაკეთდეს რისკზე ინფორმირებული მმართველობისა და გადაწყვეტილების მიღების უზრუნველყოფაზე მნიშვნელოვან საჯარო ინფრასტრუქტურულ სექტორებსა და დარგთაშორის საკითხებთან დაკავშირებით.

საქართველო მოწყვლადობის მაღალი ხარისხის მქონე ქვეყანაა, რომელიც კლიმატის ცვლილების უარყოფით ზემოქმედებას განიცდის. ამ ზემოქმედებებში მოიაზრება ექსტრემალური ტემპერატურების, ტყის ხანძრების, გვალვების, წყალდიდობებისა და მეწყერების სიხშირისა და სიმძიმის ზრდა. ვინაიდან მომავალში კლიმატთან დაკავშირებული ეს საფრთხეები კიდევ უფრო გაძლიერდება, ქვეყანა სერიოზული საშიშროების წინაშე დადგება. ექსტრემალური სიციხის, სითბური ტალღების, ექსტრემალური ნალექების, გვალვებისა და ტყის ხანძრების პროგნოზირებული მატება ხაზს უსვამს პროაქტიური დაგეგმვისა და საადაპტაციო სტრატეგიების აუცილებლობას. ამ გამოწვევებთან ეფექტიანად საბრძოლველად აუცილებელია საშიში მოვლენების სიხშირესა და მახასიათებლებზე კლიმატის ცვლილების კონკრეტული ზემოქმედების ცოდნა. კლიმატის რისკების კომპლექსური შეფასებების ჩატარებით, ჩვენ შეგვიძლია მმართველობის სტრუქტურებისა და გადაწყვეტილებების მიღების პროცესების ყველა დონეზე მნიშვნელოვნად გავაუმჯობესოთ შესაძლო რისკების შესახებ ინფორმირებულობისა და მათი გათვალისწინების ხარისხი. ეს, თავის მხრივ, გვაძლევს ისეთი საიმედო სტრატეგიებისა და პოლიტიკის შემუშავების შესაძლებლობას, რომლებიც სათანადოდ მოაგვარებენ კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების საკითხს საქართველოს მდგრადი მომავლის უზრუნველსაყოფად.

პროექტი „PIEVC (საჯარო ინფრასტრუქტურის ტექნიკური მოწყვლადობის კომიტეტი) პროტოკოლისა და მასთან დაკავშირებული რესურსების გამოყენება საქართველოში რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილების მიღების პროცესების გასაუმჯობესებლად“ ამ მიზნის მხარდასაჭერად მომზადდა. პროექტის ამოცანაა საქართველოს სატრანსპორტო სექტორში რისკზე ინფორმირებული მმართველობისა და გადაწყვეტილებების მიღების ხელშეწყობა ისეთი საინფორმაციო ბაზის შექმნის გზით, რომელიც აუცილებელია დარგობრივი

მმართველობის სტრუქტურებსა და გადაწყვეტილების მიღების პროცესებში კლიმატის ცვლილებისა და მნიშვნელოვანი ინფრასტრუქტურის რისკების შეფასების ჩასართავად.

კერძოდ, მთავარი ყურადღება ეთმობა რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის რეგიონის - საფრთხეების მიმართ ქვეყნის ერთ-ერთ ყველაზე მოწყვლადი რეგიონის - კლიმატთან დაკავშირებული შერჩეული საფრთხეებისა და ტრადიციული ინფრასტრუქტურის კომპონენტების წინასწარ სკრინინგს და საგზაო ინფრასტრუქტურის ქსელის მოწყვლადობის შეფასებას კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული საფრთხეების მიმართ.

შეფასების შედეგები და შეფასებისთვის მომზადებული მონაცემთა სისტემები, მათ შორის პროგნოზირებული კლიმატის ადაპტირებული მონაცემები, შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც რეგიონში კლიმატის ცვლილების კუთხით მომავალში ჩასატარებელ შეფასებებსა და სატრანსპორტო დარგის მდგრადობის დაგეგმვაში, ასევე საქართველოს სხვა რეგიონებში მსგავსი სამუშაოების ჩატარების პროცესში.

პროექტი შესაბამისობაშია საქართველოში გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოების (GIZ) მიერ მხარდაჭერილ კატასტროფების რისკის შემცირების ინიციატივებთან. ქვეყნებში ადგილობრივ პარტნიორებთან თანამშრომლობით, GIZ ხელს უწყობს დარგობრივ სტრუქტურებსა და პროცესებში რისკზე ინფორმირებული მმართველობისა და გადაწყვეტილებების მიღების ხარისხის გაუმჯობესებას უფრო ფართო გაგებით.

1.3. პროექტის ამოცანები

პროექტის მიზანია სატრანსპორტო სექტორში რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილებების მისაღებად საჭირო ცოდნის ბაზის გაძლიერება PIEVC პროტოკოლის - კლიმატის ცვლილების, ინფრასტრუქტურის მოწყვლადობისა და რისკების შეფასების აღიარებული ჩარჩოს - გამოყენებით. პროექტი ითვალისწინებდა ქვეყანაში ადგილობრივ პარტნიორებთან მუშაობას შემდეგი მიზნების მისაღწევად:

- ცნობიერების ამაღლება PIEVC პროტოკოლისა და მისი რესურსების უფრო ფართო ნაკრების შესახებ და აგრეთვე ინფორმირება იმის თაობაზე, თუ როგორ შეუძლიათ ამ რესურსებს დახმარება რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილებების მიღებაში;
- კლიმატის ცვლილებისა და კატასტროფების რისკის მართვის ეროვნულ და სუბეროვნულ დონეზე მიმდინარე უფრო ფართო პროცესებთან PIEVC პროცესისა და მისი შედეგების ინტეგრირებისა და წვლილის შეტანის შესაძლებლობების გამოვლენა და აღრიცხვა.
- ახალი სახელმძღვანელოს ("მაღალი დონის სკრინინგის სახელმძღვანელო" და/ან „პორტფოლიოს სახელმძღვანელო“) და სხვა შესაბამისი მასალების საცდელი გამოყენება რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილებების მიღების კონკრეტულ შემთხვევებში PIEVC პროტოკოლის გამოსაყენებლად.

1.4. პროექტის სფერო

რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის რეგიონში კლიმატთან დაკავშირებული შერჩეული საფრთხეებისა და ინფრასტრუქტურული კომპონენტების წინასწარი სკრინინგისა და საგზაო ინფრასტრუქტურის რეპრეზენტატიული არქექტივის მოწყვლადობის შეფასების პროცესში გამოყენებულ იქნა PIEVC პროტოკოლის მეთოდოლოგია და მისი რესურსები "მაღალი დონის სკრინინგის სახელმძღვანელო" და „პორტფოლიოს სახელმძღვანელო“. შეფასება ასევე შეეხო რეგიონში მეორე რიგის სამ გზასა [ქუთაისი (მოწამეთა) – ტყიბული - ამბროლაური და კერძოდ ნაქერალას უღელტეხილი; ქუთაისი - წყალტუბო - ცაგერი - ლენტეხი – ლასდილი; და ალპანა - ცაგერი და ქუთაისი – ალპანა - მამისონის უღელტეხილი] და ადგილობრივი მოსახლეობის მიერ ხშირად გამოყენებად ადგილობრივი მნიშვნელობის გზებს. კლიმატის ცვლილების ანალიზი არის შეფასების პროცესის შემადგენელი ნაწილი, რომელიც მიზნად ისახავს საგზაო ინფრასტრუქტურაზე კლიმატის ცვლილების პოტენციური საფრთხეებისა და ზემოქმედებების დახასიათებას.

1.5. შეფასებისა და მისი შედეგების ინტერპრეტირება

მოწყვლადობის შეფასება დაიგეგმა და ჩატარდა კლიმატთან დაკავშირებული შერჩეული საფრთხეებისა და ტრადიციული საგზაო ინფრასტრუქტურის კომპონენტების წინასწარი სკრინინგის მეშვეობით. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ შეფასებაში წარმოდგენილი რეკომენდაციები რისკების შეფასების ყოვლისმომცველ პროცესს არ ემყარება. მთავარი ყურადღება მოწყვლადობის იდენტიფიცირებას დაეთმო. ამის შემდეგ უნდა მოხდეს რისკების შეფასება, ადაპტაციის ზომების განსაზღვრა, გეგმების შემუშავება, ქმედებების განხორციელება და ადაპტაციის ვარიანტების ეფექტიანობის მუდმივი მონიტორინგი და შეფასება. იგულისხმება, რომ ეს პროცესი განმეორებადია, ვინაიდან ის ითვალისწინებს ახალი გამოწვევების შესაძლებლობას, უფრო სრულყოფილი მონაცემების ხელმისაწვდომობასა და შემდგომი შეფასებისა და განხორციელების საჭიროებას.

1.6. ანგარიშის ფორმატი

წინამდებარე ანგარიშში წარმოდგენილია PIEVC პროტოკოლის მიდგომისა და მისი რესურსების - "მაღალი დონის სკრინინგის სახელმძღვანელო" და/ან „პორტფოლიოს სახელმძღვანელო“ - შესაბამისად ჩატარებული კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასების მეთოდოლოგია და დასკვნები. შეფასებულია რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის რეგიონის საგზაო ინფრასტრუქტურის რეპრეზენტატიული არქექტივი. თავი 2-ში მოცემულია კლიმატის ცვლილების ანალიზისა და კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასებაში გამოყენებული მეთოდოლოგია. თავი 3-ში წარმოდგენილია კლიმატის ცვლილების ანალიზის შედეგები, საქართველოს კლიმატური პროფილისა და იდენტიფიცირებული კლიმატური საფრთხეების ჩათვლით. თავი 4-ში დაწვრილებით არის აღწერილი კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასების შედეგები. თავი 5-ში

წარმოდგენილი და განხილულია დასკვნები და რეკომენდაციები, ხოლო თავი 6-ში - პროცესის განმავლობაში გამოვლენილი შეზღუდვები.

2. მეთოდოლოგია

ანალიზისთვის გამოყენებული მეთოდოლოგია ხელმძღვანელობს PIEVC პროტოკოლის მიდგომის ელემენტებითა და მისი რესურსებით - "მაღალი დონის სკრინინგის სახელმძღვანელო" და/ან „პორტფოლიოს სახელმძღვანელო“. შეფასება შემდეგი თანმიმდევრობით ჩატარდა - ეტაპი 1: პროექტის სფეროს განსაზღვრა. ეტაპი 2: საკმარისი ინფორმაციის შეგროვება კლიმატსა და ინფრასტრუქტურასთან დაკავშირებული მონაცემების გასაანალიზებლად, ხარვეზების გამოვლენა და კლიმატური პარამეტრებისა და შესაფასებელი ინფრასტრუქტურული კომპონენტების სიის განსაზღვრა. ვინაიდან ამ შეფასების მიზანს კლიმატთან დაკავშირებული საფრთხეებისა და ტრადიციული საგზაო ინფრასტრუქტურის კომპონენტების წინასწარი სკრინინგის ჩატარება და მოწყვლადობის შეფასება წარმოადგენდა, პროტოკოლის ეტაპი 3: რისკების შეფასება - ნაწილობრივ იქნა შესრულებული. ეს ეტაპი მოიცავს დაუცველობის განსაზღვრას და ინფრასტრუქტურულ ელემენტებსა და ინფრასტრუქტურულ კომპონენტებთან ურთიერთქმედებასთან დაკავშირებული პოტენციური ზემოქმედებების აღწერას.

2.2. მონაცემთა საკმარისობისა და ხარვეზების ანალიზი

მონაცემთა საკმარისობისა და ხარვეზების ანალიზის მიზანს შეფასებისთვის საჭირო და შეგროვებული მონაცემების საფუძვლიანი განხილვა წარმოადგენდა. როგორც წესი, შეფასებებისთვის საკვლევი რეგიონის ან ადგილის მეტეოროლოგიური და კლიმატური მონაცემები გამოიყენება. კლიმატური პირობების, მათ შორის ისტორიული მეტეოროლოგიური პირობების, ექსტრემალური მოვლენებისა და კლიმატის ცვლილების სავარაუდო სცენარების ცოდნა, მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა იმ პოტენციური საფრთხეებისა და რისკების შესახებ, რომელთა წინაშეც ინფრასტრუქტურული სისტემა იმყოფება. მეტეოროლოგიური და კლიმატური მონაცემების გარდა, ძალიან მნიშვნელოვანია ინფორმაცია თავად ინფრასტრუქტურული სისტემის შესახებ, რომელიც მოიცავს ინფორმაციას მისი მშენებლობისას გამოყენებული მასალების, ტექნიკური პროექტის მახასიათებლების, აქტივების არსებული მდგომარეობისა და მათი ადგილმდებარეობის შესახებ. ინფრასტრუქტურული კომპონენტების მახასიათებლები და მოწყვლადობის ხარისხი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კლიმატთან დაკავშირებული ზემოქმედებების მიმართ მათი დაქვემდებარებულობის ხარისხის განსაზღვრაში.

ექსპლუატაციისა და ტექნიკური მომსახურების არსებული პრაქტიკაც მნიშვნელოვანი ფაქტორებია, რომლებიც აუცილებლად უნდა იქნას გათვალისწინებული. აქტივების მართვასა და მოვლასთან დაკავშირებული მონაცემები, როგორცაა ტექნიკური მომსახურების გრაფიკი, ჩანაწერები ჩატარებული სარემონტო სამუშაოების შესახებ და ინსპექტირების ანგარიშები, გვეხმარება შევაფასოთ სისტემის მდგრადობა და მისი შესაძლებლობა, გაუძლოს კლიმატთან

დაკავშირებულ ზეწოლებს. სისტემაზე წარსულში არსებული ზემოქმედებები და მისი გაუმართაობის შემთხვევები იძლევა მნიშვნელოვან ინფორმაციას მისი მოწყვლადობის შესახებ. წარსულში მომხდარი ისეთი მოვლენების შეფასება, როგორცაა ინფრასტრუქტურის გაუმართაობის შემთხვევები ან მომსახურების შეფერხება, გვეხმარება სისტემის სუსტი ადგილების გამოვლენასა და შერბილებისა და ადაპტაციის სტრატეგიების შემუშავებაში. გარდა ამისა, მოწყვლადობის შეფასებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ის უფრო ვრცელი გარემო, რომელშიც სისტემა მდებარეობს. ეკოლოგიური კონტექსტის, მათ შორის გარემომცველი ბუნებრივი და ხელოვნური გარემოს ცოდნა გვეხმარება სტრესის იმ დამატებითი ფაქტორების ან ურთიერთდამოკიდებულებების გამოვლენაში, რომლებმაც შესაძლოა ზემოქმედება მოახდინონ ინფრასტრუქტურული სისტემის ეფექტიანობასა და მდგრადობაზე. აღნიშნული ანალიზის ჩასატარებლად, პროექტის გუნდმა შეისწავლა ადგილობრივი პარტნიორების მიერ მოწოდებული ინფორმაცია იმ ხარვეზების გამოსავლენად და დასახასიათებლად, რომლებსაც შესაძლოა უარყოფითი ზემოქმედება მოეხდინათ ანალიზის შედეგებზე. პროექტის ამ ეტაპზე მომზადდა ინფრასტრუქტურული კომპონენტების სია. ეს სია, რომელიც ემყარება შესწავლის შედეგებს და წარმოდგენილია ცხრილი 1-ში, განსაზღვრავს საგზაო ინფრასტრუქტურის ძირითად კომპონენტებსა და ქვეკომპონენტებს, რაც გზის ტიპური არქექტივის ზუსტი დახასიათების შესაძლებლობას იძლევა.

ცხრილი 1: საქართველოს ტიპური საგზაო ინფრასტრუქტურის ინფრასტრუქტურული კომპონენტები და ქვეკომპონენტები

სისტემა	ინფრასტრუქტურული კომპონენტი	ინფრასტრუქტურული ქვეკომპონენტი/ მაგალითები	ქვეკომპონენტის აღწერა
სატრანსპორტო	საერთაშორისო/მეორე რიგის/ადგილობრივი მნიშვნელობის გზები და ავტომაგისტრალეები	საფუძველი	გზის ყველაზე დაბალი სტრუქტურული კომპონენტი (ასევე ცნობილია, როგორც გზის ვაკისი)
		ნატეხი ქვით მოწყობილი ქვესაგები ფენა	გზის ქვედა ნაწილი, რომელიც წარმოადგენს ასფალტის ქვეშ ნატეხი ქვით მოწყობილ ფენას
		ასფალტის საფარი	გზის საფარი
		საყრდენი კედლები	კედლები, რომლებიც განკუთვნილია ნიადაგის შესაკავებლად, ჩვეულებრივ, ციცაბო ან ვერტიკალურ ფერდობებზე. ხშირად მოწყობილია გზებთან ახლოს ნიადაგური მასალის გზებზე მოხვედრის თავიდან ასაცილებლად
		ყრილი	ნაგებობები, რომლებიც მოწყობილია გზის სავალ ნაწილზე წყლის მოხვედრისა და დატბორვის თავიდან ასაცილებლად
	ხიდები	ნაფენი/კოჭები	ჰორიზონტალური კონსტრუქციები, რომლებსაც ეყრდნობა ნაფენი და რომელთა ორივე ბოლო ბურჯებს/სანაპირო ბურჯებს ეყრდნობა
		სავალი ნაწილი	ავტომანქანების სამოდრო ადგილი ხიდის ნაფენზე
		ანტისეისმური ელასტომერული/რეზინის საფენები	ბეტონის ნაგებობების დამხმარე კონსტრუქციული კომპონენტები, რომლებიც დატვირთვას ანაწილებენ
		მოაჯირები/პარაპეტები/დამცავი ღობეები	ბარიერები, რომლებიც ჩვეულებრივ დამზადებულია ბეტონის ან ფოლადისაგან ხიდის კიდეებთან უსაფრთხოების დასაცავად
		სავალი ნაწილის ფილა	ხიდის ზედაპირი
		ტემპერატურული ნაკერები	ნაკერები, რომლებიც ბეტონს აძლევენ გაფართოებისა და შეკუმშვის საშუალებას ნაპრალების გაჩენის გარეშე

სისტემა	ინფრასტრუქტურული კომპონენტი	ინფრასტრუქტურული ქვეკომპონენტი/ მაგალითები	ქვეკომპონენტის აღწერა
		სანაპირო ბურჯი	ნაგებობა, რომელიც ხიდს გზასთან აკავშირებს. მას ეყრდნობა ხიდის ბოლო ნაწილი და ამავდროულად მისი ძირის როლს ასრულებს
		ბურჯი	მზიდი ნაგებობა, რომელიც ჩადის მიწამდე ან წყლამდე სტაბილურობის უზრუნველსაყოფად
	გვირაბები	გვირაბის შიდა კედლები	ნაგებობა, რომელიც დაპროექტებული და აშენებულია გვირაბში სტრუქტურული სიმყარის, უსაფრთხოებისა და ფუნქციონირების უზრუნველსაყოფად
		ვენტილაცია	სისტემა, რომელიც გვირაბში ჰაერის ხარისხის კონტროლისა და მართვისთვის გამოიყენება
		ავარიული ავტოსადგომი/გასასვლელი	გვირაბში გამოყოფილი ადგილი ან ზოლი, სადაც საგანგებო სიტუაციის შემთხვევაში ავტომანქანებს შეუძლიათ უსაფრთხოდ გაჩერება ან გავლა
		საყრდენი/საფუძველი	კონსტრუქციული ელემენტები, მათ შორის ანკერები, ფოლადის საყრდენები და რკინაბეტონის საგებები, რომლებიც უზრუნველყოფენ გვირაბის სტაბილურობას და ტვირთამწეობას
		გვირაბის ჰიდროიზოლაცია	დამცავი მასალები გვირაბის სტრუქტურაში წყლის მოხვედრის თავიდან ასაცილებლად
		ელექტროენერჯია/განათება	ელექტრო და განათების სისტემები გვირაბში ხილვადობის, უსაფრთხოებისა და ფუნქციონირების უზრუნველსაყოფად
		ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება	მიმდინარე ღონისძიებები და პროცედურები, რომლებიც დაკავშირებულია გვირაბის მართვასა და მისი უსაფრთხო, ეფექტიანი და საიმედო ექსპლუატაციის უზრუნველყოფასთან

სისტემა	ინფრასტრუქტურული კომპონენტი	ინფრასტრუქტურული ქვეკომპონენტი/ მაგალითები	ქვეკომპონენტის აღწერა
		ავარიული/საევაკუაციო სისტემები	არსებული ინფრასტრუქტურა, პროტოკოლები და პროცედურები გვირაბში მყოფების უსაფრთხოდ ევაკუაციისა და გვირაბში შექმნილ საგანგებო სიტუაციებზე ან ავარიებზე ეფექტიანი რეაგირების უზრუნველსაყოფად
წყლის მართვა	სანიაღვრე არხი		სისტემები, რომლებიც განკუთვნილია გზის საფარიდან, მიმდებარე ტერიტორიებიდან და გარემომცველი ლანდშაფტებიდან წვიმის წყლის შესაგროვებლად, გასატარებლად და მოსაცილებლად (მოიცავს წყალგამტარებს, ჭებს, თხრილებს და სხვა სადრენაჟო ქსელებს)
საზოგადოებრივი სერვისები	კავშირგაბმულობა	მობილური ინტერნეტი	სისტემები, რომლებიც გამოიყენება ინფორმაციისა და მონაცემების გადასაცემად სატრანსპორტო სექტორში ჩართულ იმ უწყებებს შორის, რომლებიც უზრუნველყოფენ საგზაო ტრანსპორტისა და საგანგებო სიტუაციებზე რეაგირების მართვას და ოპერატიულ კოორდინაციას.

2.3. კლიმატური პროფილი

კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობისა და რისკების შეფასების მნიშვნელოვანი ეტაპია კლიმატის ცვლილების პროგნოზების გამოყენება კლიმატის ცვლილების ისეთი საფრთხეების მიმდინარე და მოსალოდნელი პოტენციური ზემოქმედებების შესაფასებლად, როგორცაა ექსტრემალური სიციხე ან გვალვა. ცხრილი 2-ში წარმოდგენილია მოწყვლადობის შეფასებაში გამოყენებული კლიმატური საფრთხეები და მათი ინდიკატორები. საქართველოში ამჟამად არსებული და მომავალში მოსალოდნელი კლიმატური პირობების ყოვლისმომცველი სურათის დასანახად, შეიქმნა კლიმატური პროფილი და ჩატარდა პროგნოზირებული მონაცემების შეფასება. ამისათვის ქვეყნის მასშტაბით რეგიონული მონაცემები შეგროვდა.

მიმდინარე კლიმატური პროფილის შესაქმნელად ჩატარდა გამოქვეყნებული ლიტერატურიდან აღებული მონაცემების, ადგილობრივი კლიმატური მონაცემებისა და ბადეზე მიბმული ხელმისაწვდომი კლიმატური მონაცემების ბაზების, როგორცაა ECMWF-ის ERA5 განახლებული მონაცემები, ანალიზი. ERA5 მონაცემთა ბაზა მიღებულ იქნა კოპერნიკის კლიმატის ცვლილების სამსახურის მონაცემთა ბაზებიდან API მოთხოვნის საშუალებით. ERA5 იძლევა ატმოსფეროს, მიწისზედა და ოკეანის კლიმატური ცვლილების გლობალურ საათობრივ შეფასებებს 0,25 x 0,25 გრადუსიან ბადეზე (~ 25 კმ) საათობრივი დროითი გარჩევადობით. წინასწარი ERA5 მონაცემთა ბაზა მოიცავს 1950 წლიდან 1978 წლამდე პერიოდს, ხოლო ოფიციალური ERA5 მონაცემთა ბაზა - 1979 წლიდან დღემდე. ორივე მონაცემთა ნაკრები აერთიანებს ისტორიული დაკვირვებების მონაცემების დიდ რაოდენობას, მათ შორის სატელიტურ და ადგილობრივ მონაცემებს, რომლებიც გამოყენებულია მოდელირებისა და მონაცემთა ასიმილაციის მოწინავე სისტემების საშუალებით შესრულებულ გლობალურ შეფასებებში. კვლევის ისტორიული საბაზისო მნიშვნელობების გამოსათვლელად გამოყენებულ იქნა ERA5 ყოველდღიური მონაცემთა ბაზა, კლიმატური მონაცემების დიდ მასშტაბში შეგროვებისა და სივრცითი დაფარვის უზრუნველყოფის მიზნით.

მომავალში მოსალოდნელი კლიმატის პროგნოზები ეფუძნებოდა ლოკალიზებული კლიმატური პროგნოზების გლობალურ მონაცემთა ბაზას, რომელიც ხელმისაწვდომი იყო აშშ-ს აერონავტიკისა და კოსმოსური ადმინისტრაციის (NASA) NASA Earth Exchange-ის (NEX) გლობალური ყოველდღიური ლოკალიზებული პროგნოზების (GDDP) მონაცემთა ბაზაში და რომელიც ამ პროექტისათვის შეირჩა. პროგნოზირებისთვის გამოყენებული NEX-ის მონაცემები ეფუძნება გლობალური კლიმატური მოდელების ნაკრების იმ ჯგუფს, რომელიც გამოყენებულ იქნა კლიმატის ცვლილების მთავრობათაშორისი პანელის (IPCC) მეხუთე შეფასების ანგარიშის (AR-5) და კონცენტრაციის რეპროზენტატიული ტრაექტორიის (RCP) 8.5. ან მაღალემისიანი სცენარის შემუშავებისას.

NASA NEX-GDDP მონაცემთა ბაზა წარმოადგენს 21 GCM-ის (გლობალური კლიმატური მოდელი) ლოკალიზებული კლიმატური მოდელების ნაკრებს, რომლებიც მიღებულია წანაცვლებაზე კორექტირებული სივრცითი დისეგრეგაციის მეთოდის (BCSD) გამოყენებით. მონაცემთა ბაზა შედგება 21 CMIP5-ის (შეწყვილებული მოდელის ურთიერთშედარების მეხუთე პროექტი) GCM-დან მიღებული 42 კლიმატური პროგნოზისგან 2006-2100 წლებისთვის. 1950-2005 წწ. პერიოდისთვის მიღებულ იქნა ისტორიული მონაცემები. თითოეული პროგნოზი ხელმისაწვდომი იყო სივრცითი გარჩევადობით დაახლოებით 0,25 გრადუსი 0,25 გრადუსზე (დაახლოებით 25 კმ 25 კმ-ზე). ამ მონაცემთა ბაზიდან ჩამოტვირთული ცვლადები მოიცავს ტემპერატურას (მაქსიმალური, მინიმალური, საშუალო ტემპერატურა) და ნალექს (დღიური ნალექი) დაახლოებით 25 კმ 25 კმ-ზე გარჩევადობით.

RCP 8.5 სცენარი ხასიათდება დროთა განმავლობაში სათბურის აირების (GHG) ემისიების ზრდით და ჩვეულებრივ მოიხსენიება, როგორც ემისიების „ინერციული“ სცენარი, ვინაიდან სათბურის აირების ემისიების მიმდინარე დონე RCP 8.5 ტრაექტორიას შეესაბამება. ის ასევე წარმოადგენს ყველაზე კონსერვატიულ სცენარს მომავალში მოსალოდნელი მოწყვლადობისა და რისკების შესაფასებლად. მეტი ინფორმაციას კლიმატის ცვლილების სცენარებისა და საფრთხეების შესახებ შეგიძლიათ გაეცნოთ წინამდებარე ანგარიშის თავ 3.1-ში.

ცხრილი 2: კლიმატური საფრთხეები და მათი ინდიკატორები, რომლებიც გამოყენებულია შეფასებაში

	საფრთხე	საფრთხის ინდიკატორი
ტემპერატურა	ტემპერატურის ცვლილება	საშუალო ტემპერატურის პროცენტული ცვლილება
	ექსტრემალური სიცხე	დღეები 35°C-ზე მაღალი მაქსიმალური ტემპერატურით
	სითბური ტალღები	მიყოლებით 5 და მეტი ისეთი დღეების სიხშირე, როდესაც დაფიქსირებული ტემპერატურა ამ ადგილისათვის დამახასიათებელი ტემპერატურის სიდიდეების 90-ე პროცენტის აღემატება
	ექსტრემალური სიცივე	დღეები - 15°C-ზე ნაკლები მინიმალური ტემპერატურით
ნალექი	ნალექების რაოდენობის ცვლილება	ნალექების ჯამური რაოდენობის პროცენტული ცვლილება
	SDHI (მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი)	დღეები ნალექის 50 მმ-ზე მეტი რაოდენობით
	მრავალდღიანი ნალექი	ნალექების 5 დღიანი მაქსიმალური რაოდენობის პროცენტული ცვლილება

	საფრთხე	საფრთხის ინდიკატორი
კომბლექსური	გვალვა	ნალექისა და აორთქლების სტანდარტიზებული ინდექსის (SPEI) სიხშირე < -2, სადაც SPEI-ს უარყოფითი მნიშვნელობა გვალვაზე მიუთითებს
	ტყის ხანძარი	კიჩ-ბაირამის გვალვის ინდექსი (KBDI) > 150, სადაც უფრო მაღალი სიდიდეები ტყის ხანძრის გაჩენის შესაძლებლობასთან არის დაკავშირებული

2.4. ზემოქმედებების იდენტიფიცირება

ლიტერატურის შესწავლისა და მონაცემთა შეგროვების პროცესის მეშვეობით მოხდა ქვეყნისა და რეგიონის კლიმატური პარამეტრებისა და პროგნოზირებული ცვლილებების კატეგორიზაცია იმ შესაძლო ზემოქმედებების იდენტიფიცირების მიზნით, რომლებმაც შესაძლოა ზემოქმედება მოახდინონ სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურაზე, აქტივებსა და სერვისებზე. რეგიონში კლიმატური საფრთხეებისა და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურაზე მათი ზემოქმედების ანალიზი მოსალოდნელი ცვლილებების შეფასების გზით ჩატარდა (მაგ., უმნიშვნელო ცვლილება, უფრო თბილი და მშრალი ზაფხული, უფრო ხშირი და ინტენსიური ქარიშხლები, და სხვ.).

ზემოქმედებების იდენტიფიცირების პროცესში გამოვლენილ იქნა ძირითადი კლიმატური საფრთხეები და მათთან დაკავშირებული ზემოქმედებები დარგების მიხედვით. პროცესის მიმდინარეობის დროს გამოირიცხა ისეთი კლიმატური პარამეტრები, რომლებსაც არანაირი გავლენა არ აქვთ სატრანსპორტო სექტორზე. შედეგად დარჩა სატრანსპორტო სექტორისთვის აქტუალური კლიმატური საფრთხეები და ზემოქმედებები (მაგ., საფრთხის აღწერა, ისტორიული მოვლენები, მასშტაბები (ან სიმძიმე) და შესაბამისი პოტენციური ზემოქმედებები).

კლიმატური პარამეტრების სკრინინგი და ზემოქმედებების გამოვლენა ეფუძნებოდა ლიტერატურულ წყაროებს, ქვეყნის მახასიათებლებს და გუნდის პროფესიულ განსჯას, დამყარებულს მსოფლიოს სხვადასხვა ადგილებში მსგავს საგზაო სისტემებზე ჩატარებულ შეფასებების გამოცდილებაზე.

2.5. მოწყვლადობის შეფასება

მოწყვლადობის ანალიზი თითოეულ იდენტიფიცირებულ ზემოქმედებასთან მიმართებით ჩატარდა. მოწყვლადობა მრავალგანზომილებიანი ცნებაა, რომელიც მოიცავს საფრთხის მიმართ მგრძობელობას, დაუცველობასა და ადაპტაციის უნარს. ეს არის მაჩვენებელი იმისა, თუ როგორ ექვემდებარება მოსახლეობის სეგმენტი ან ჯგუფი, აქტივი, სისტემა ან სექტორი კლიმატის ცვლილებით გამოწვეულ ზემოქმედებებს, ან ვერ უმკლავდება მათ. რისკი არის

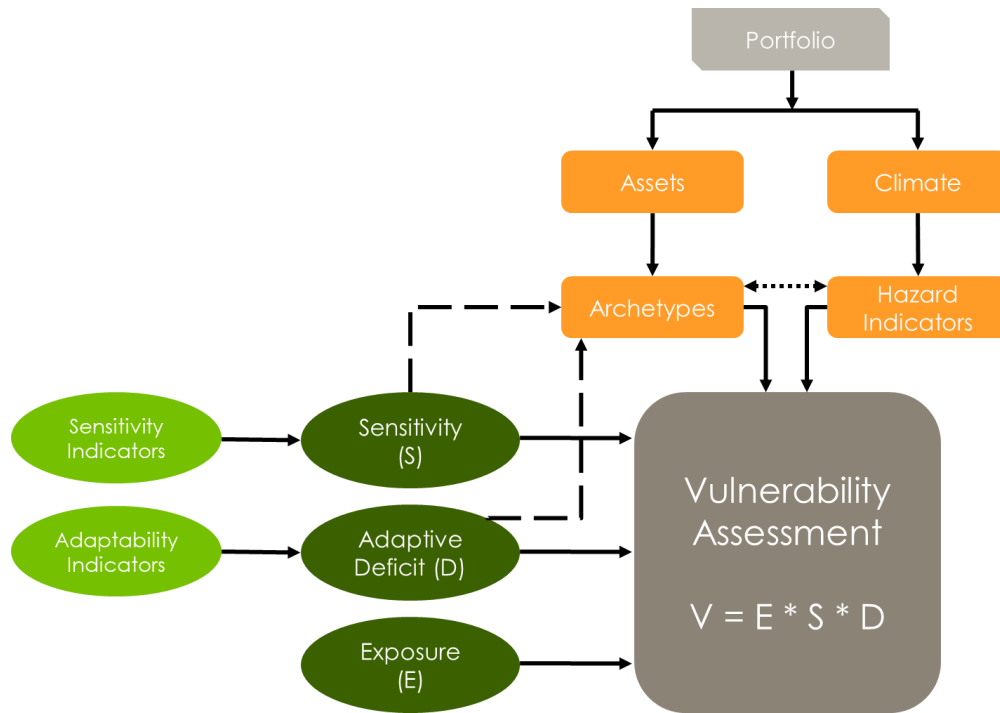
სახიფათო მოვლენის დადგომის და ზემოქმედების შემთხვევაში შესაძლო შედეგების შეფასება (რომელიც ალბათობას ემყარება). პროექტის ამ ფაზაში რისკების ანალიზი არ ჩატარებულა, განხორციელდა მხოლოდ მოწყვლადობის შეფასება.

მოწყვლადობა წარმოადგენს აქტივის, ინფრასტრუქტურული სისტემის ან მომსახურების ზონის საფრთხის წინაშე დაუცველობის, მგრძობელობისა და ადაპტაციის უნარის და აგრეთვე უფრო ფართო სოციალურ-ეკონომიკური და გარემოსდაცვითი ჯვარედინი ეფექტების ფუნქციას. ქვემოთ მოცემულია განმარტებები:

- გამოვლინება/დაუცველობა – კონტაქტის ან სიახლოვის ხარისხი, რომლითაც აქტივები, ინფრასტრუქტურული სისტემები ან მომსახურების ზონები კლიმატურ საფრთხეებთან ურთიერთქმედებენ. კლიმატთან დაკავშირებული საფრთხეების წინაშე დაუცველობა განსხვავდება მდებარეობისა და პირობების, კონსტრუქციული მახასიათებლების, მომხმარებლებისა და სხვა ფაქტორების მიხედვით, რომლებიც შეიძლება შეიცვალოს კლიმატის ზემოქმედების ცვალებადობის, ურთიერთქმედებისა და სიმძიმის მიხედვით.
- მგრძობელობა - ხარისხი, რომლითაც აქტივები, ინფრასტრუქტურული სისტემები ან მომსახურების ზონები განიცდიან კლიმატური საფრთხეების დადებით ან უარყოფით ზემოქმედებას. კლიმატური საფრთხეების მიმართ მგრძობელობის ხარისხი დამოკიდებულია არა მხოლოდ გეოგრაფიულ პირობებზე, არამედ სოციალურ-ეკონომიკურ ფაქტორებზე, როგორცაა მოსახლეობა და ინფრასტრუქტურა. ინდიკატორები შეიძლება მოიცავდეს გეოგრაფიულ პირობებს, მიწათსარგებლობას, დემოგრაფიულ მახასიათებლებს და სხვ.
- ადაპტაციის უნარი/დეფიციტი – ზემოქმედებებისა და მათ შედეგებისთვის მომზადებისა და მათზე რეაგირების უნარი. ადაპტაციის უნარი დამოკიდებულია ფიზიკურ რესურსებზე, ტექნოლოგიებსა და ინფორმაციაზე წვდომაზე, ინფრასტრუქტურის სახეებზე, ინსტიტუციურ შესაძლებლობებსა და რესურსების განაწილებაზე. ადაპტაციის უნარის ძირითადი განმსაზღვრელი ფაქტორებია ეკონომიკური და სოციალური რესურსები, ტექნოლოგიების დონე, ხელმისაწვდომი ინფორმაცია და უნარ-ჩვევები, სოციალური კაპიტალი და არსებული ინსტიტუტების ეფექტიანობა, და სხვ. აქტივის ან აქტივის კომპონენტის დონეზე შეიძლება გათვალისწინებულ იქნას ისეთი ფაქტორებიც, როგორცაა ასაკი, კონსტრუქციული პარამეტრები, დატვირთვა, ტექნიკური მომსახურება, მომსახურების დონე, და სხვ.

ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია იმ პროცესის სქემატური გამოსახულება, რომელიც გამოყენებულ იქნა რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის რეგიონში საგზაო ინფრასტრუქტურის პორტფოლიოს შესაფასებლად. პორტფოლიოს შემადგენელი აქტივები შეფასდა ცხრილი 1-ში ჩამოთვლილი ინფრასტრუქტურული კომპონენტების არქექტიპების გამოყენებით. ანალოგიურად, კლიმატური საფრთხეები, რომლებიც გავლენას ახდენენ პორტფოლიოზე, განისაზღვრა ცხრილი 2-ში მოცემული კლიმატური ინდიკატორების გამოყენებით. ამ

ინფორმაციის საფუძველზე დადგინდა გამოვლინება/დაუცველობა (E), მგრძობელობა (S) და ადაპტაციის უნარი/დეფიციტი (D), რომლებიც გამოყენებულ იქნა მოწყვლადობის ხარისხის გამოსათვლელად.



ნახ. 1: PIEVC მოწყვლადობის შეფასების პროცესის სქემატური გამოსახულება

2.5.1. გამოვლინების/დაუცველობისა და მგრძობელობის შეფასება

მგრძობელობის შეფასებაში პირველ ნაბიჯს წარმოადგენს დადგენა იმისა, ექვემდებარება თუ არა აქტივი რაიმე არსებულ ზეწოლას და შეუძლია თუ არა კლიმატურ საფრთხეს ამ ზეწოლის გამწვავება - ეს არის დაუცველობის დონე.

დაუცველობის განსაზღვრის შემდეგ შესაძლებელია მგრძობელობის დონის დადგენა. დაუცველობისა და მგრძობელობის შეფასებისას პასუხი უნდა გაეცეს შემდეგ კითხვებს:

- მოახდინენ თუ არა არსებული კლიმატური საფრთხეები ზემოქმედებას სექტორზე
- აქვს თუ არა აქტივს შემზღვეველი ფაქტორები, რომლებზეც შესაძლოა ზემოქმედება მოახდინოს ან გაამწვავოს კლიმატის ცვლილებამ
- რა გავლენას მოახდენს კლიმატის ცვლილების ზემოქმედება აქტივის ფუნქციონირების შესაძლებლობაზე, თუ ამ ზემოქმედებას ადგილი ამჟამად ექნება?

(მაგ., გამოიწვევს თუ არა კლიმატის ცვლილება რესურსზე ან მომსახურებაზე ისეთ მოთხოვნას, რომელიც მიწოდებას ან არსებულ შესაძლებლობებს აღემატება?)

- ამჟამად არსებულ ზომებს შეუძლიათ თუ არა დაცვა პროგნოზირებული კლიმატური საფრთხეებისგან.

2.5.2. ადაპტაციის უნარის დეფიციტის შეფასება

დაუცველობის დადგენისა და მგრძობელობის ქულის მინიჭების გარდა, მოწყვლადობის შესაფასებლად აუცილებელია სტრესის გამომწვევი კლიმატური და არაკლიმატური ძირითადი ფაქტორების, აგრეთვე ადაპტაციის უნარზე სოციალურ-ეკონომიკური გავლენების გათვალისწინება. ადაპტაციის უნარის დასადგენად ზემოქმედებები შეფასდა იმ ძალისხმევისა და ზომების დონეზე, რომლებიც აუცილებელია ზემოქმედებაზე ადაპტაციისათვის. ადაპტაციის უნარის შეფასებისას გათვალისწინებულ იქნა შემდეგი საკითხები:

- როგორია არსებული ხელოვნური, ბუნებრივი ან ადამიანური სისტემების უნარი, შეეგუოს ცვლილებებს, შეარბილოს შესაძლო ზიანი, ისარგებლოს შესაძლებლობებით ან თავი გაართვას შედეგებს?
- რომელ მიმდინარე ღონისძიებას, გეგმას და სტრატეგიას შეუძლია წვლილის შეტანა ზემოქმედებების შერბილებაში?
- ადეკვატურია თუ არა მიმდინარე საადაპტაციო ზომები.

2.5.3. მოწყვლადობის დადგენა

ამ კონტექსტში მოწყვლადობა არის საზომი იმისა, თუ რამდენად ექვემდებარება ინფრასტრუქტურული სისტემები ან სერვისები კლიმატის ცვლილებით გამოწვეულ ზემოქმედებებს თუ საფრთხეებს, ან ვერ უმკლავდება მათ. აქტივის მოწყვლადობა გამოითვლება ფორმულით $V = E \times S \times D$, სადაც:

V = მოწყვლადობა

E = გამოვლინება/დაუცველობა (0 ან 1)

S = მგრძობელობა (1, 2 ან 3)

D = ადაპტაციის უნარის დეფიციტი (1, 2 ან 3)

მოწყვლადობა კლიმატთან დაკავშირებული საფრთხეების მიმართ განისაზღვრა კლიმატთან დაკავშირებული საფრთხეებისა და აქტივებთან, ინფრასტრუქტურულ სისტემებსა და სერვისებთან მათი შესაძლო ურთიერთქმედების (დაუცველობა და მგრძობელობა), აგრეთვე რეაგირების შესაძლებლობის (ადაპტაციის უნარი/დეფიციტი) შესწავლითა და ცხრილი 3-ში წარმოდგენილი მატრიცის გამოყენებით.

ცხრილი 3: მოწყვლადობის შეფასების მატრიცა

		ზემოქმედების ქულა (სიმძიმე + დაუცველობა)		
		დაბალი მოწყვლადობა	საშუალო	მაღალი
ადაპტაციის უნარის დეფიციტი	დაბალი	დაბალი მოწყვლადობა	დაბალი მოწყვლადობა	საშუალო მოწყვლადობა
	საშუალო	დაბალი მოწყვლადობა	საშუალო მოწყვლადობა	მაღალი მოწყვლადობა
	მაღალი	საშუალო მოწყვლადობა	მაღალი მოწყვლადობა	მაღალი მოწყვლადობა

2.6. რეკომენდაციები შემდგომი კვლევისთვის

მოწყვლადობის შეფასების შედეგების (თავი 4.2) საფუძველზე მომზადდა რეკომენდაციები იმ ასპექტებთან დაკავშირებით, რომლებიც მომავალში დამატებით ყურადღებას, უფრო დეტალური PIEVC შეფასებებს საჭიროებენ. მაგალითად, იმ ინფრასტრუქტურულ კომპონენტებთან დაკავშირებით, რომლებიც მოწყვლადობის საშუალო ან მაღალი ხარისხით ხასიათდებიან, მიზანშეწონილია სიღრმისეული ანალიზის ჩატარება კომპლექსური PIEVC რისკების შეფასების პროცესის ფარგლებში. მაღალი დონის მოწყვლადობის შეფასების შედეგად მიღებული ინფორმაცია შეიძლება გამოყენებულ იქნა გეოსივრცულ ანალიზში, რომელიც, ადგილობრივი ფიზიკური პირობების გათვალისწინებით, გზების მოწყვლადი მონაკვეთების უფრო დეტალურად შესწავლის შესაძლებლობას იძლევა. გარდა ამისა, წინამდებარე კვლევაში ჩატარებული კლიმატის ცვლილების წინასწარი ანალიზის შედეგებმა შეიძლება ხელი შეუწყოს კლიმატური საფრთხეების უფრო ზუსტი ინდიკატორებისა და ურთიერთქმედების ზღვრული მნიშვნელობების შემუშავებას, რომლებიც დამახასიათებელია კონკრეტული გზების არქტიპებისათვის.

2.7. კონსულტაცია დაინტერესებულ მხარეებთან

დაინტერესებულ მხარეთა ჩართულობა უზრუნველყოფილ იქნა ორი ვებინარისა და ელექტრონული ფოსტის საშუალებით ჩატარებული კონსულტაციების გზით.

PIEVC ვებინარი (2023 წლის აპრილი) - ვებინარის მიზანი იყო მონაწილეებისათვის PIEVC მეთოდოლოგიის გაცნობა, საქართველოში მისი გამოყენების დემონსტრირება, კლიმატის

პროექტი „PIEVC პროტოკოლისა და მასთან დაკავშირებული რესურსების გამოყენება საქართველოში რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილების მიღების პროცესების გასაუმჯობესებლად“

ცვლილების წინასწარი ანალიზის წარდგენა და გადამოწმება, ცნობიერების ამაღლება მონაცემთა გაზიარების შესაძლებლობების შესახებ, კლიმატურ საფრთხეებთან დაკავშირებული პრობლემების შესწავლა და დაინტერესებული მხარეების ინფორმირება პროექტის მომდევნო ნაბიჯების შესახებ.

გადამოწმების პროცესი (2023 წლის ივნისი) - მოწყვლადობის ანალიზის წინასწარი შედეგები ელექტრონული ფოსტის საშუალებით დაეგზავნათ დაინტერესებულ მხარეებს მონაცემების სიზუსტის შესახებ მათი აზრის გასაგებად.

დასკვნითი პრეზენტაცია და სესია PIEVC-ის გამოყენების შესახებ (2023 წლის ივლისი) - სესიაში მონაწილეობა მიიღეს იმ დაინტერესებულმა მხარეებმა, რომლებიც ჩართული იყვნენ მოწყვლადობის შეფასების ფარგლებში ჩატარებულ კონსულტაციებში, აგრეთვე სხვა დარგების წარმომადგენლებმა. სესიაზე წარმოდგენილი იყო პროექტის საბოლოო შედეგები და განხილულ იქნა PIEVC პროტოკოლის გამოყენება უფრო დიდ მასშტაბში ქვეყნის ინფრასტრუქტურული აქტივების შესაფასებლად.

3. კლიმატის ცვლილების ანალიზი

3.2. საქართველოს კლიმატური პროფილი

ჩვეულებრივ, კლიმატი განისაზღვრება, როგორც "საშუალო მეტეოროლოგიური პირობები", ან უფრო ზუსტად, როგორც გარკვეული პერიოდის განმავლობაში ისეთი მეტეოროლოგიური ცვლადების, როგორიცაა ტემპერატურა, ნალექი და ქარი, საშუალო მნიშვნელობებისა და ცვალებადობის სტატისტიკური დახასიათება. კლიმატური პროფილები მნიშვნელოვანი საშუალებებია, რომლებიც აღწერენ უახლოეს წარსულში (მაგ., უკანასკნელი 30 ან მეტი წლის განმავლობაში) გავრცელებულ კლიმატურ ტენდენციებს და აგრეთვე მომავალში მოსალოდნელ კლიმატურ პირობებს, რაც დამეგმავებს, დაინტერესებულ მხარეებსა და გადაწყვეტილებების მიმღებ პირებს კლიმატის ცვლილების რისკების მართვასა და შესაბამისი საადაპტაციო ღონისძიებების დაგეგმვაში ეხმარება. კლიმატური პროფილები ეყრდნობა კლიმატთან დაკავშირებულ ისტორიულ მონაცემებს (ჩვეულებრივ, მეტეოროლოგიურ სადგურებზე ჩატარებული გაზომვების შედეგად მიღებული მეტეოროლოგიური მონაცემების სახით), რომლებიც უახლოესი წარსულის კლიმატს ახასიათებენ და პროგნოზირებული კლიმატის შესახებ გლობალური კლიმატური მოდელებიდან (GCM) მიღებულ მონაცემებს. ისტორიული კლიმატური პროფილი წარსულის კლიმატს მომავალში პროგნოზირებულ კლიმატთან აკავშირებს: ინფრასტრუქტურის წარსულში არსებული ეფექტიანობა როგორც ისტორიულ, ასევე მომავალში მოსალოდნელ კლიმატურ პირობებში შეგვიძლია განვიხილოთ იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ ის მომავალი საადაპტაციო ღონისძიებები, რომლებიც მომავალში მის უკეთეს მუშაობას უზრუნველყოფენ.

ისტორიული ან ფონური კლიმატური პროფილი, როგორც წესი, ტემპერატურის, ნალექებისა და ქარის ყოველდღიური გაზომვების მონაცემებს ეფუძნება. მოცემულ ტერიტორიაზე უახლოეს წარსულში არსებული კლიმატის რეპრეზენტატიული შეფასებისთვის სასურველია უკანასკნელი 30 წლის მეტეოროლოგიური მონაცემების გამოყენება, თუმცა უფრო ხანგრძლივი პერიოდების მონაცემები უკეთესია, ვინაიდან ისინი ტერიტორიის ისტორიული კლიმატის შესახებ მეტ ინფორმაციას იძლევიან.

კლიმატური პროგნოზები არის მომავალში მოსალოდნელი კლიმატის დახასიათება, რომლებიც ხშირად მსოფლიოს სხვადასხვა ორგანიზაციების მიერ შექმნილი GCM-ებიდან (გლობალური კლიმატური მოდელი) კეთდება. GCM-ების სირთულე მდგომარეობს იმაში, რომ ისინი დამყარებულია ბევრ განსხვავებულ ვარაუდზე ფიზიკური მოვლენების განვითარებასა (მაგ., მომავალში მოსალოდნელი კლიმატის შესაფასებლად ისინი ძირითადად ყურადღებას აქცევენ სხვადასხვა ფიზიკურ მოვლენებს, იქნება ეს სათბურის აირების (GHG) კონცენტრაცია ატმოსფეროში თუ ოკეანის მიერ მზის გამოსხივების შთანთქმა) და აგრეთვე იმასთან დაკავშირებით, თუ რა მოხდება მომავალში. შეწყვილებული მოდელის ურთიერთშედარების მეხუთე პროექტი (CMIP5), რომლის საფუძველზეც მომზადებულია კლიმატის ცვლილების მთავრობათაშორისი პანელის (IPCC) ბოლოდროინდელი პუბლიკაციების დიდი ნაწილი, ჩართული იყო დაახლოებით 40 GCM. ვინაიდან სხვადასხვა GCM-ები განსხვავებულ ფიზიკურ მოვლენებზე აკეთებენ აქცენტს, კლიმატის პროგნოზები ერთმანეთისგან საკმაოდ განსხვავდება. ამიტომ, მომავალში მოსალოდნელი კლიმატის შესაფასებლად არ არის რეკომენდებული მხოლოდ ერთ ან ორ GCM-ზე დაყრდნობა. მომავალში მოსალოდნელი კლიმატის უფრო ზუსტად შესაფასებლად მიზანშეწონილია რამდენიმე GCM-ის საშუალო მნიშვნელობების გამოყენება, რომლებიც ნაკრების სახელითაა ცნობილი.

GCM-ების ფიზიკური მონაცემების გარდა, მოსალოდნელი კლიმატის პროგნოზებში ბუნდოვანების მნიშვნელოვან წყაროს სათბურის აირების ემისიების მიზნობრივი მაჩვენებლების შესრულებაში გლობალურ დონეზე მიღწეული შედეგები წარმოადგენს. კლიმატის ცვლილების მთავრობათაშორისი პანელის (IPCC) მიერ მიღებულია სათბურის აირების კონცენტრაციების სხვადასხვა სამომავლო სცენარებზე დამყარებული კონცენტრაციების რეპრეზენტატიული ტრაექტორიების (RCP)¹ ოთხი სცენარი. სათბურის აირების ამჟამინდელი გლობალური კონცენტრაციები უფრო ახლოსაა RCP 8.5 ტრაექტორიასთან, სათბურის აირების ემისიის შემცირების გლობალური შეთანხმებების/მიზნების მიუხედავად, RCP1.9 და RCP2.6 ითვლება აგრესიული მოქმედების

¹ RCP: კონცენტრაციის რეპრეზენტატიული ტრაექტორია - სათბურის აირების კონცენტრაციის (არა ემისიების) ტრაექტორიები, რომელიც განისაზღვრა კლიმატის ცვლილების მთავრობათაშორისი პანელის (IPCC) მიერ მისი მეხუთე შეფასების ანგარიშისთვის 2014 წელს.

სცენარებად, რომლებშიც გლობალური საშუალო ტემპერატურის ზრდა არ უნდა აღემატებოდეს შესაბამისად 1.5°C და 2°C-ს. ნახშირბადის ემისიები პიკს დაახლოებით 2020-იან წლებში მიაღწევს, ხოლო შემდეგ, საუკუნის ბოლომდე, მკვეთრად, თითქმის ნულამდე შემცირდება. RCP8.5 სცენარი „ინერციულ“ მომავალს ემყარება, რომელშიც სათბურის აირების ემისია შეზღუდული არ არის. ეს სცენარი გამოიწვევს საუკუნის ბოლოსთვის გლობალური საშუალო ტემპერატურის 3.5°C-ით ზრდას. ტემპერატურისა და ნალექების ლოკალური ცვლილებები, სავარაუდოდ, განსხვავებული იქნება გლობალური საშუალო ტემპერატურის ცვლილებისაგან ყველა სცენარის მიხედვით.

კლიმატის ცვლილების მთავრობათაშორისი პანელი (IPCC) წარმოადგენს კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით მეცნიერული შეფასების საერთაშორისო ორგანოს, რომელიც შეიქმნა 1988 წელს მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციისა (WMO) და გაეროს გარემოსდაცვითი პროგრამის (UNEP), კლიმატის ცვლილების სამეცნიერო საფუძვლების, მისი ზემოქმედებისა და მოსალოდნელი რისკების, აგრეთვე ადაპტაციისა და შერბილების ვარიანტების შეფასებებით პოლიტიკის შემქმნელების უზრუნველსაყოფად.

IPCC-ის შეფასებები ქმნიან მეცნიერულ საფუძველს ხელისუფლების ყველა დონეზე კლიმატთან დაკავშირებული პოლიტიკის შესამუშავებლად. ამ შეფასებებს ეყრდნობა გაეროს კლიმატის კონფერენციის მოლაპარაკებები - გაეროს ჩარჩო კონვენცია კლიმატის ცვლილების შესახებ (UNFCCC). შეფასებები ეხება პოლიტიკას, თუმცა ისინი პოლიტიკას არ განსაზღვრავენ: მათ შეუძლიათ წარმოადგინონ კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების პროგნოზები სხვადასხვა სცენარებისა და კლიმატის ცვლილების სხვადასხვა რისკების საფუძველზე და განიხილონ რეაგირების შედეგები, თუმცა პოლიტიკის შემქმნელებს არ კარნახობენ, რა ზომები მიიღონ.

GCM-ების დაბალი გარჩევადობის გამო, რეგიონული კლიმატი GCM-ის პროგნოზებში ხშირად კარგად არ არის ასახული. შემცირებული რეგიონალური კლიმატის მოდელების (RCM) ადგილობრივი კლიმატური პირობების პროფილის შესაქმნელად, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას კლიმატის ცვლილების რისკების შეფასებაში, უმჯობესია ლოკალიზებული რეგიონული კლიმატური მოდელების (RCM) გამოყენება, ვინაიდან RCM უკეთესად ახდენს ადგილობრივი ტოპოგრაფიის და ისეთი რეგიონული კლიმატური მოვლენების მოდელირებას, როგორცაა სითბოს კუნძულის ეფექტები, ინვერსია და სხვ. წინამდებარე ანგარიშში, ანალიზისთვის კლიმატური საფრთხეების დიდი ნაწილის გამოსავლენად, გამოყენებულ იქნა აშშ-ს აერონავტიკისა და კოსმოსური ადმინისტრაციის (NASA) NASA Earth Exchange-ის (NEX) გლობალური ყოველდღიური ლოკალიზებული პროგნოზების (GDDP) მონაცემთა ბაზა. მონაცემთა ეს ბაზა წარმოადგენს ყოველდღიური მონაცემების ნაკრებს სამი კლიმატური სცენარისათვის (ისტორიული, RCP4.5, და RCP8.5). მონაცემთა ეს ბაზა წარმოადგენს 21 GCM-ის (გლობალური კლიმატური მოდელი) ლოკალიზებული კლიმატური მოდელების ნაკრებს, რომლებიც მიღებულია წანაცვლებაზე კორექტირებული სივრცითი დისაგრეგაციის მეთოდის (BCSD) გამოყენებით. მონაცემთა ბაზა შედგება 21 CMIP5-ის (შეწყვილებული მოდელის ურთიერთშედარების მეხუთე პროექტი) GCM-დან მიღებული 42 კლიმატური პროგნოზისგან 2006-2100 წლებისთვის. 1950-2005 წწ. პერიოდისთვის მიღებულ იქნა ისტორიული მონაცემები. თითოეული პროგნოზი ხელმისაწვდომი იყო სივრცითი გარჩევადობით დაახლოებით 0,25 გრადუსი 0,25 გრადუსზე (დაახლოებით 25 კმ 25 კმ-ზე). ამ მონაცემთა ბაზიდან ჩამოტვირთული ცვლადები მოიცავს ტემპერატურას (მაქსიმალური, მინიმალური, საშუალო ტემპერატურა) და ნალექს (დღიური ნალექი) დაახლოებით 25 კმ 25 კმ-ზე გარჩევადობით.

ცხრილი 4: CMIP5 მოდელები, რომლებიც იწახება NASA NEX-GDDP-ის არქივში

კლიმატის სცენარი (წლები)			
GCM	ისტორიული	RCP4.5	RCP8.5
ACCESS1-0	1950-2005	2006-2100	2006-2100
BCC-CSM1-1	1950-2005	2006-2100	2006-2100
BNU-ESM	1950-2005	2006-2100	2006-2100
CanESM2	1950-2005	2006-2100	2006-2100
CCSM4	1950-2005	2006-2100	2006-2100
CESM1-BGC	1950-2005	2006-2100	2006-2100
CNRM-CM5	1950-2005	2006-2100	2006-2100
CSIRO-MK3-6-0	1950-2005	2006-2100	2006-2100
GFDL-CM3	1950-2005	2006-2100	2006-2100
GFDL-ESM2G	1950-2005	2006-2100	2006-2100
GFDL-ESM2M	1950-2005	2006-2100	2006-2100

INMCM4	1950-2005	2006-2100	2006-2100
IPSL-CM5A-LR	1950-2005	2006-2100	2006-2100
IPSL-CM5A-MR	1950-2005	2006-2100	2006-2100
MIROC-ESM	1950-2005	2006-2100	2006-2100
MIROC-ESM-CHEM	1950-2005	2006-2100	2006-2100
MIROC5	1950-2005	2006-2100	2006-2100
MPI-ESM-LR	1950-2005	2006-2100	2006-2100
MPI-ESM-MR	1950-2005	2006-2100	2006-2100
MRI-CGCM3	1950-2005	2006-2100	2006-2100
NorESM1-M	1950-2005	2006-2100	2006-2100

3.2.1. კლიმატური საფრთხეების იდენტიფიცირება მოწყვლადობის შეფასებისთვის

კლიმატური საფრთხეები არის კლიმატური ცვლადები, რომლებსაც ინფრასტრუქტურულ კომპონენტებზე ზემოქმედების მოხდენა შეუძლიათ. მოწყვლადობის შეფასებისთვის კლიმატური საფრთხეების შერჩევა მოხდა კლიმატის ცვლილების მიმართ მსგავსი ტიპის ინფრასტრუქტურის გამძლეობის არსებული კვლევების გამოცდილების, GIZ-ისა და ადგილობრივი პარტნიორების მიერ მოთხოვნის საფუძველზე მოწოდებული ინფორმაციისა და Stantec-ის გუნდის მიერ ლიტერატურული წყაროების შესწავლის საფუძველზე.

ინფრასტრუქტურულ კომპონენტებზე ზემოქმედების ყველაზე დიდი პოტენციალის მქონე კლიმატური საფრთხეებია:

- ტემპერატურის ცვლილება, ექსტრემალური სიციხე, და სითბური ტალღები, რომლებსაც შეუძლიათ გამოიწვიონ ინფრასტრუქტურის კომპონენტების (მაგ., გზის საფარის) სტრუქტურული დაზიანება (მაგ., ბზარების გაჩენა), გაზარდონ ტექნიკური მომსახურების ჩატარების აუცილებლობა და მომხმარებლებს შეუქმნან დისკომფორტი.
- გაყინვა-გალღობის ციკლები, რომლებმაც შესაძლოა გაზარდონ ინფრასტრუქტურული კომპონენტების (მაგ., ტემპერატურული ნაკერები, ალფალტის/ბეტონის ზედაპირი, და ნატეხი ქვით მოწყობილი ქვესაგები ფენა) ტექნიკური მომსახურების სამუშაოების ჩატარების სიხშირე.
- ნალექების რაოდენობის ცვლილებამ, მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექმა და ხანგრძლივმა წვიმამ, რომლებსაც შესაძლოა წყალდიდობა მოჰყვეს, შეიძლება გამოიწვიოს ინფრასტრუქტურული კომპონენტების სტრუქტურის დაზიანება (მაგ., ეროზია), გაზარდოს ტექნიკური მომსახურების სამუშაოების ჩატარების სიხშირე და უარყოფითი ზემოქმედება მოახდინოს სანიაღვრე სისტემის ფუნქციონირებაზე.

- კომპლექსურმა პარამეტრებმა, როგორცაა გვალვა და ტყის ხანძარი, შესაძლოა გამოიწვიონ გზებთან არსებულ ფერდობებსა და ყრილებზე მცენარეულობის განადგურება და შედეგად გაზარდონ დაუცველობის ხარისხი ისეთი კასკადური საფრთხეების მიმართ, როგორცაა მეწყერი და ღვარცოფი.

მოწყვლადობის შეფასებისთვის შერეული კლიმატური ცვლადები წარმოდგენილია ცხრილი 5-ში. კლიმატური ცვლადის განსაზღვრის შემდეგ, თითოეული კლიმატური ცვლადისთვის შეირჩა საფრთხის ინდიკატორის მაჩვენებელი. საფრთხის ინდიკატორის მნიშვნელობა ჩვეულებრივ დაკავშირებულია ინფრასტრუქტურულ აქტივზე შესაძლო ზემოქმედებასთან ან შედეგებთან. საფრთხის ინდიკატორები გამოიყენება დროის განსაზღვრულ პერიოდში (მაგ., სეზონი, წელიწადი, ან აქტივის ექსპლუატაციის ვადა) კონკრეტული კლიმატური მოვლენის დადგომის ალბათობის დასადგენად. მოწყვლადობის წინამდებარე შეფასების ფარგლებში საფრთხეების ინდექსების ალბათობა არ განისაზღვრა, ვინაიდან ეს სრული PIEVC შეფასების ფარგლებში და არა მოწყვლადობის შეფასების ფარგლები ხორციელდება. საფრთხის თითოეული ინდიკატორისთვის განისაზღვრა ტენდენციები. ცხრილი 5-ში ასევე მოცემული როგორც ტენდენციები, ასევე თითოეული ინდიკატორისთვის პროგნოზირებული ტენდენციების სანდოობის ხარისხი. ზოგადად, GCM-ებისა და მათი ლოკალიზებული შედეგების საფუძველზე მიღებული პროგნოზირებული მაჩვენებლების სანდოობის ხარისხი შემდეგია:

- უფრო მაღალი - ტემპერატურისა და ნალექების ზოგადი პროგნოზირებული მაჩვენებლების შემთხვევაში
- უფრო დაბალი - ექსტრემალური პროგნოზირებული მაჩვენებლების შემთხვევაში
- უფრო დაბალი - ისეთი კომბინირებული მოვლენების (მოვლენები, რომლებიც წარმოიქმნება საფრთხეების ან მრავლობითი კლიმატური ცვლადების ერთობლიობის შედეგად) შემთხვევაში, როგორცაა ტყის ხანძარი ან გვალვა

ცხრილი 5: მოწყვლადობის შეფასებაში გათვალისწინებული კლიმატური საფრთხეები და კლიმატური ინდიკატორები

საფრთხე	საფრთხის ინდიკატორი	ტენდენცია	სანდოობის ხარისხი
ტემპერატურა			
ტემპერატურის ცვლილება	საშუალო ტემპერატურის პროცენტული ცვლილება	მზარდი	მაღალი

ექსტრემალური სიცივე	დღეები 35°C-ზე მაღალი მაქსიმალური ტემპერატურით	მზარდი	მაღალი
სითბური ტალღები	მიყოლებით 5 და მეტი ისეთი დღეების სიხშირე, როდესაც $T > TX90p$	კლებადი	მაღალი
ექსტრემალური სიცივე	დღეები - 15°C-ზე ნაკლები მინიმალური ტემპერატურით	კლებადი	მაღალი
ნალექი			
ნალექების რაოდენობის ცვლილება	ნალექების ჯამური რაოდენობის პროცენტული ცვლილება	მზარდი	საშუალო
SDHI (მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი)	დღეები ნალექის 50 მმ-ზე მეტი რაოდენობით	მზარდი	საშუალო
მრავალდღიანი ნალექი	ნალექების 5 დღიანი მაქსიმალური რაოდენობის პროცენტული ცვლილება	მზარდი	საშუალო
კომპლექსური			
გვალვა	SPEI ინდექსის სიხშირე < -2	მზარდი	დაბალი
ტყის ხანძარი	KBDI ინდექსი > 150	უმნიშვნელოდ მზარდი	დაბალი

მომდევნო თავებში განხილულია საქართველოში კლიმატის თითოეული საფრთხის პროგნოზირებული ცვლილებები. თავი 3.1.2 ეხება ტემპერატურასთან დაკავშირებულ

საფრთხეებს, თავი 3.1.3 - ნალექებთან დაკავშირებულ საფრთხეებს, ხოლო თავი 3.1.4 - კომპლექსურ საფრთხეებს.

3.2.2. ტემპერატურა

3.2.2.1. საშუალო ტემპერატურა

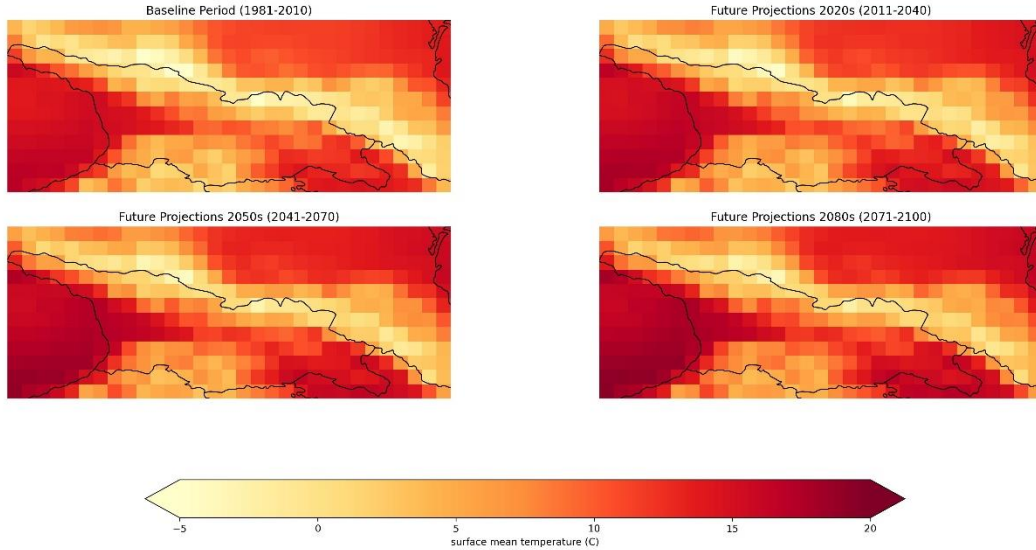
ცხრილი 6-ში მოცემულია საქართველოში 1981-2010 წწ. და 1991-2020 წწ. საბაზისო პერიოდებისთვის საშუალო ისტორიული ტემპერატურის გასაშუალოებული მნიშვნელობები და საბაზისო პერიოდიდან 2020-იან, 2050-იან და 2080-იან წლებამდე საშუალო ტემპერატურის ცვლილების პროგნოზირებული საშუალო მნიშვნელობები RCP4.5 და RCP8.5 სცენარებით. სავარაუდოდ წლიური და სეზონური საშუალო ტემპერატურა ორივე სცენარში იზრდება. ყველაზე მნიშვნელოვანი ზრდა (+3.0°C) და (+5.8°C) მოსალოდნელია ზაფხულის თვეებში RCP4.5 და RCP8.5 სცენარებში, შესაბამისად. ცვლილებები ქვეყნის მასშტაბით ერთგვაროვანი არ იქნება, როგორც ეს საშუალო ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილების ამსახველ ნახ. 2 და ნახ. 3-დან ჩანს.

ცხრილი 6: საქართველოს ისტორიული და პროგნოზირებული საშუალო ტემპერატურა (RCP4.5 და RCP8.5)

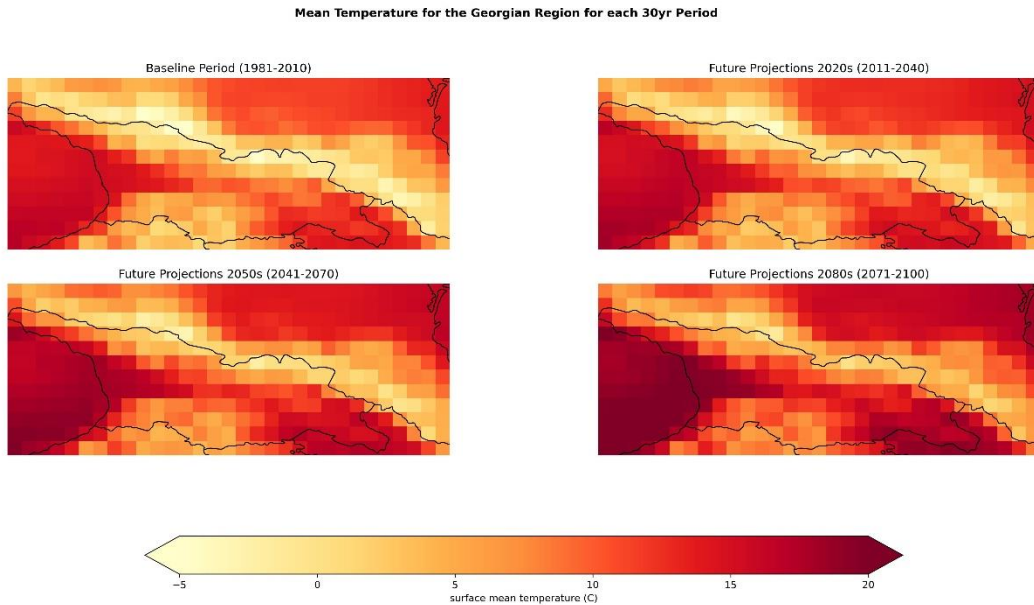
სეზონი	საშუალო ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობა 1981-2010 წწ. (°C)*	კლიმატის სცენარი	პროგნოზირებული საშუალო ტემპერატურა (1981-2010 წწ. საბაზისო პერიოდიდან საშუალო ტემპერატურის ცვლილების საშუალო მნიშვნელობა) (°C)		
			2020-იანი წლები	2050-იანი წლები	2080-იანი წლები
წლიური	7.9	RCP4.5	8.9 (+1.0)	9.9 (+2.0)	10.4 (+2.5)
		RCP8.5	9.1 (+1.4)	10.7 (+3.3)	12.5 (+5.6)
ზამთარი	-3.4	RCP4.5	-2.6 (+0.8)	-2.0 (+1.4)	-1.3 (+2.1)
		RCP8.5	-2.5 (+0.9)	-1.2 (+2.2)	0.5 (+3.9)
გაზაფხული	6.9	RCP4.5	7.8 (+0.9)	8.6 (+1.7)	9.1 (+2.2)
		RCP8.5	7.9 (+1.0)	9.3 (+2.4)	10.9 (+4.0)

სეზონი	საშუალო ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობა 1981-2010 წწ. (°C)*	კლიმატის სცენარი	პროგნოზირებული საშუალო ტემპერატურა (1981-2010 წწ. საბაზისო პერიოდიდან საშუალო ტემპერატურის ცვლილების საშუალო მნიშვნელობა) (°C)		
			2020-იანი წლები	2050-იანი წლები	2080-იანი წლები
ზაფხული	18.8	RCP4.5	20.1 (+1.3)	21.2 (+2.4)	21.8 (+3.0)
		RCP8.5	20.3 (+1.5)	22.4 (+3.6)	24.6 (+5.8)
შემოდგომა	9.4	RCP4.5	10.4 (+1.0)	11.3 (+1.9)	11.8 (+2.4)
		RCP8.5	10.6 (+1.2)	12.2 (+2.8)	14.1 (+4.7)

Mean Temperature for the Georgian Region for each 30yr Period



ნახ. 2: საქართველოში საშუალო ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP4.5



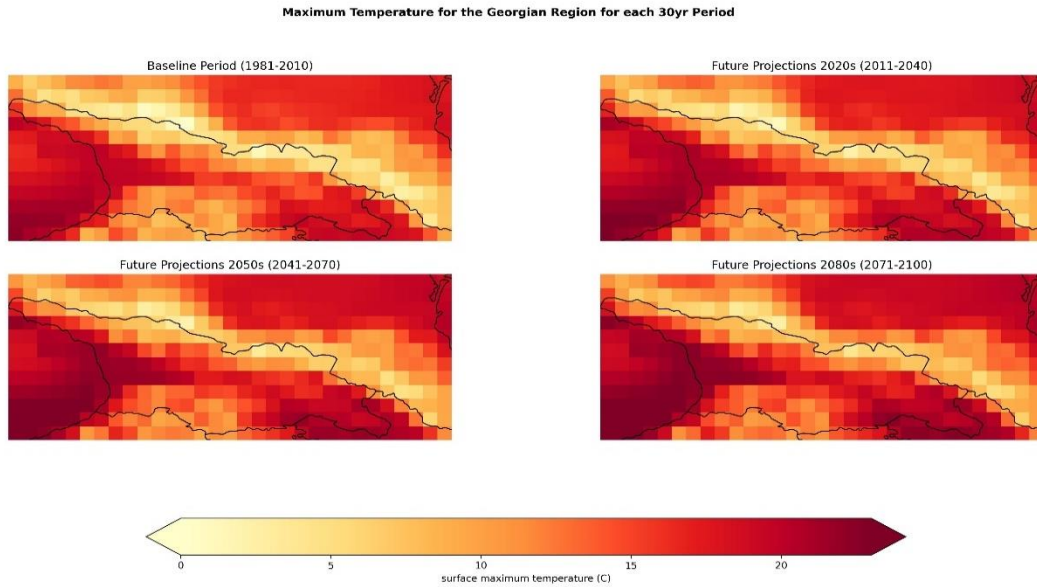
ნახ. 3: საქართველოში საშუალო ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP8.5

3.1.2.2. მაქსიმალური ტემპერატურა

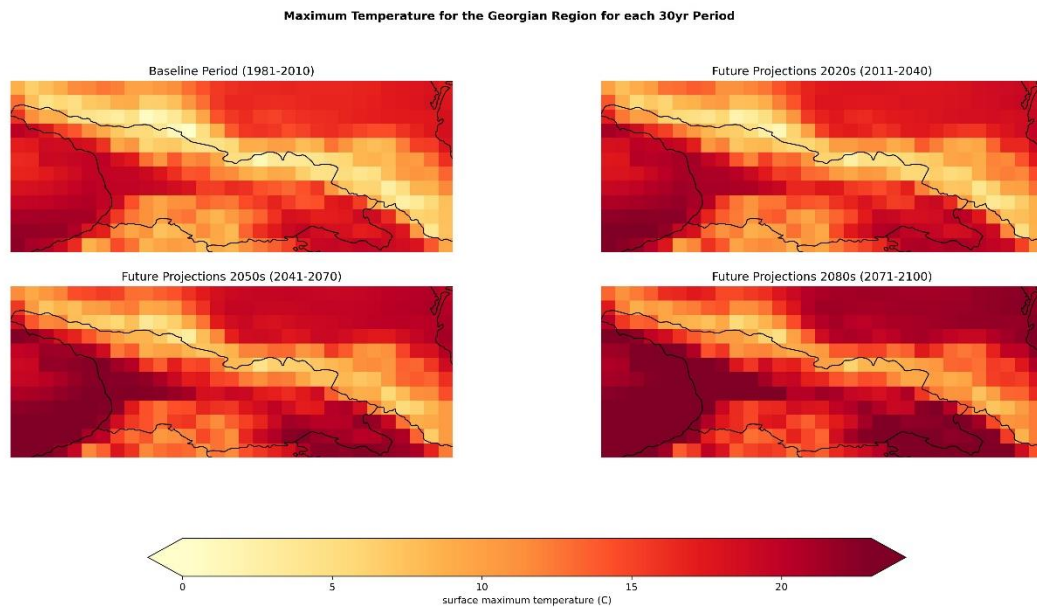
ცხრილი 7-ში მოცემულია საქართველოში 1981-2010 წწ. და 1991-2020 წწ. საბაზისო პერიოდებისთვის მაქსიმალური ისტორიული ტემპერატურის გასაშუალოებული მნიშვნელობები და საბაზისო პერიოდიდან 2020-იან, 2050-იან და 2080-იან წლებამდე მაქსიმალური ტემპერატურის ცვლილების პროგნოზირებული საშუალო მნიშვნელობები RCP4.5 და RCP8.5 სცენარებით. სავარაუდოდ წლიური და სეზონური მაქსიმალური ტემპერატურა ორივე სცენარში იზრდება. ყველაზე მნიშვნელოვანი ზრდა (+3.4°C) და (+6.3°C) მოსალოდნელია ზაფხულის თვეებში RCP4.5 და RCP8.5 სცენარებში, შესაბამისად. საშუალო ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილების მსგავსად, მაქსიმალური ტემპერატურის ცვლილება ქვეყნის მასშტაბით ერთგვაროვანი არ იქნება, როგორც ეს ნახ. 4 და ნახ. 5-დან ჩანს.

ცხრილი 7: საქართველოში ისტორიული და პროგნოზირებული მაქსიმალური ტემპერატურა (RCP4.5 და RCP8.5)

სეზონი	მაქსიმალური ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობა 1981-2010 წწ. (°C)*	კლიმატის სცენარი	პროგნოზირებული მაქსიმალური ტემპერატურა (1981-2010 წწ. საბაზისო პერიოდიდან მაქსიმალური ტემპერატურის ცვლილების საშუალო მნიშვნელობა) (°C)		
			2020-იანი წლები	2050-იანი წლები	2080-იანი წლები
წლიური	13.2	RCP4.5	14.3 (+1.1)	15.2 (+2.0)	15.8 (+2.6)
		RCP8.5	14.4 (+1.2)	16.2 (+3.0)	18.1 (+4.9)
ზამთარი	0.8	RCP4.5	1.6 (+0.8)	2.3 (+1.5)	2.9 (+2.1)
		RCP8.5	1.7 (+0.9)	3.0 (+2.2)	4.8 (+4.0)
გაზაფხული	12.3	RCP4.5	13.2 (+0.9)	14.1 (+1.8)	14.6 (+2.3)
		RCP8.5	13.4 (+1.1)	14.9 (+2.6)	16.5 (+4.2)
ზაფხული	25.0	RCP4.5	26.5 (+1.5)	27.7 (+2.7)	28.4 (+3.4)
		RCP8.5	26.7 (+1.7)	29.0 (+4.0)	31.3 (+6.3)
შემოდგომა	14.7	RCP4.5	15.8 (+1.1)	16.8 (+2.1)	17.4 (+2.7)
		RCP8.5	16.0 (+1.3)	17.8 (+3.1)	19.8 (+5.1)



ნახ. 4 : საქართველოში მაქსიმალური ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP4.5



ნახ. 5: საქართველოში მაქსიმალური ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP8.5

3.1.2.3. ექსტრემალური მაქსიმალური ტემპერატურის სიხშირე

ექსტრემალურ სიცხეს ინფრასტრუქტურის ზოგიერთ ობიექტზე უარყოფითი ზემოქმედების მოხდენა შეუძლია. ქვემოთ მოცემულია საქართველოში 30°C და 35°C-ზე მაღალი დღიური მაქსიმალური ტემპერატურის დღეების საშუალო რაოდენობები. ექსტრემალური მაღალი ტემპერატურების სიხშირე სავარაუდოდ დროის ყველა პერიოდში გაიზრდება, როგორც ეს ცხრილი 8 და ცხრილი 9-დან ჩანს

ცხრილი 8: > 30°C მაქსიმალური დღიური ტემპერატურის შემთხვევები, საქართველო (RCP4.5 და RCP8.5)

> 30°C მაქსიმალური ტემპერატურის დღეების საშუალო წლიური რაოდენობა					
1981-2010 წწ. საბაზისო პერიოდი*	1991-2020 წწ. საბაზისო პერიოდი*	კლიმატის სცენარი	2020-იანი წლები	2050-იანი წლები	2080-იანი წლები
21.5	25.2	RCP4.5	32.6	42.9	48.3
		RCP8.5	34.5	53.2	73.6

ცხრილი 9: > 35°C მაქსიმალური დღიური ტემპერატურის შემთხვევები, საქართველო (RCP4.5 და RCP8.5)

> 35°C მაქსიმალური ტემპერატურის დღეების საშუალო წლიური რაოდენობა					
1981-2010 წწ. საბაზისო პერიოდი*	1991-2020 წწ. საბაზისო პერიოდი*	კლიმატის სცენარი	2020-იანი წლები	2050-იანი წლები	2080-იანი წლები
1.9	2.8	RCP4.5	5.1	9.8	12.9
		RCP8.5	5.9	16.4	31.4

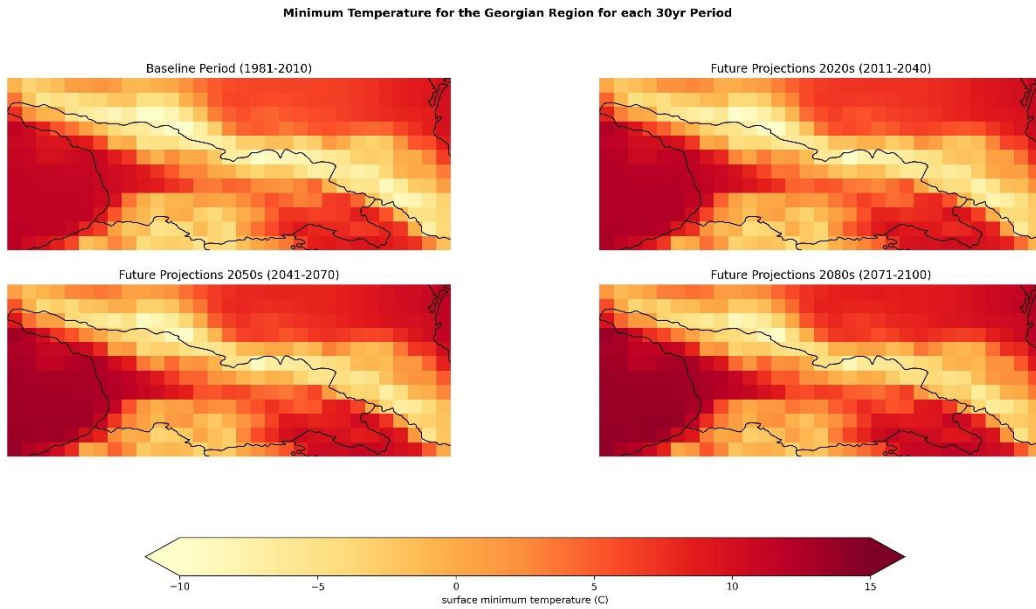
3.1.2.4. მინიმალური ტემპერატურა

ცხრილი 10-ში მოცემულია საქართველოში 1981-2010 წწ. და 1991-2020 წწ. საბაზისო პერიოდებისთვის მაქსიმალური ისტორიული ტემპერატურის გასაშუალოებული მნიშვნელობები და საბაზისო პერიოდიდან 2020-იან, 2050-იან და 2080-იან წლებამდე მაქსიმალური ტემპერატურის ცვლილების პროგნოზირებული საშუალო მნიშვნელობები RCP4.5 და RCP8.5 სცენარებით. სავარაუდოდ წლიური და სეზონური მაქსიმალური ტემპერატურა ორივე სცენარში იზრდება. ყველაზე მნიშვნელოვანი ზრდა (+3.4°C) და (+6.3°C)

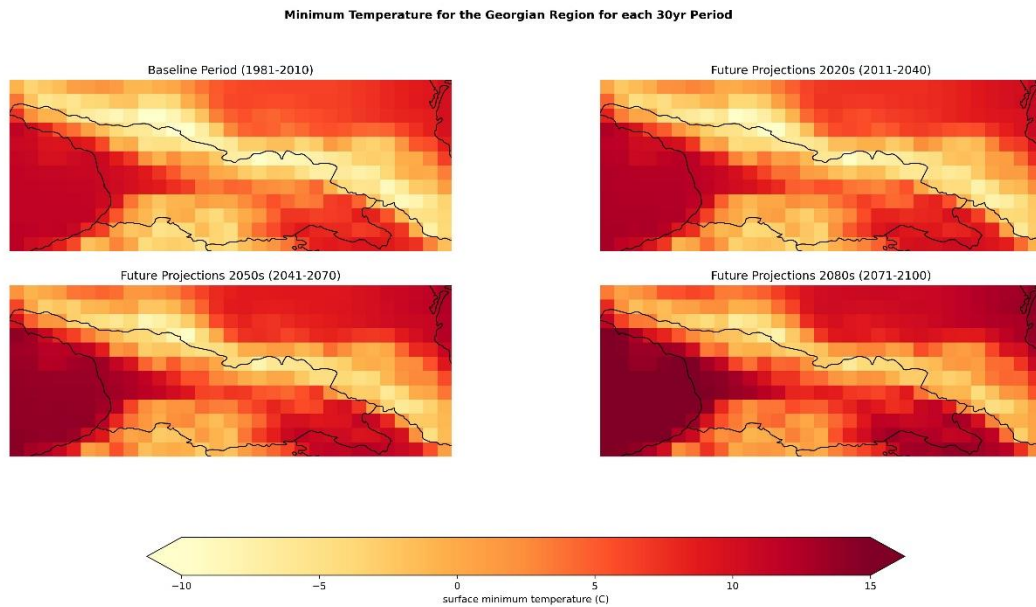
მოსალოდნელია ზაფხულის თვეებში RCP4.5 და RCP8.5 სცენარებში, შესაბამისად. საშუალო ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილების მსგავსად, მაქსიმალური ტემპერატურის ცვლილება ქვეყნის მასშტაბით ერთგვაროვანი არ იქნება, როგორც ეს ნახ. 6 და ნახ. 7-დან ჩანს.

ცხრილი 10. საქართველოში ისტორიული და პროგნოზირებული მინიმალური ტემპერატურა

სეზონი	მინიმალური ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობა 1981-2010 წწ. (°C)*	კლიმატის სცენარი	პროგნოზირებული მინიმალური ტემპერატურა (1981-2010 წწ. საბაზისო პერიოდიდან მინიმალური ტემპერატურის ცვლილების საშუალო მნიშვნელობა) (°C)		
			2020-იანი წლები	2050-იანი წლები	2080-იანი წლები
წლიური	2.6	RCP4.5	3.5 (+0.9)	4.4 (+1.8)	4.9 (+2.3)
		RCP8.5	3.7 (+1.1)	5.2 (+2.6)	6.9 (+4.3)
ზამთარი	-7.6	RCP4.5	-6.8 (+0.8)	-6.2 (+1.4)	-5.6 (+2.0)
		RCP8.5	-6.7 (+0.9)	-5.5 (+2.1)	-3.9 (+3.7)
გაზაფხული	1.5	RCP4.5	2.4 (+0.9)	3.1 (+1.6)	3.5 (+2.0)
		RCP8.5	2.5 (+1.0)	3.8 (+2.3)	5.2 (+3.7)
ზაფხული	12.5	RCP4.5	13.7 (+1.2)	14.7 (+2.2)	15.3 (+2.8)
		RCP8.5	13.9 (+1.4)	15.9 (+3.4)	18.0 (+5.5)
შემოდგომა	4.0	RCP4.5	4.9 (+0.9)	5.8 (+2.2)	6.3 (+2.8)
		RCP8.5	5.1 (+1.1)	6.7 (+2.7)	8.5 (+4.5)



ნახ. 6. საქართველოში მინიმალური ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP4.5.



ნახ. 7. საქართველოში მინიმალური ტემპერატურის პროგნოზირებული ცვლილება, RCP8.5

3.1.2.5. ექსტრემალური ცივი დღეების სიხშირე

ექსტრემალურ სიცივეს საგზაო ინფრასტრუქტურის ცალკეულ ობიექტებზე უარყოფითი ზემოქმედების მოხდენა შეუძლია. -15°C -ზე ნაკლები დღიური მინიმალური ტემპერატურის დღეების საშუალო რაოდენობა რეგიონში სავარაუდოდ დროის ყველა პერიოდში დაიკლებს, როგორც ეს ცხრილი 11-დან ჩანს.

ცხრილი 11. $< -15^{\circ}\text{C}$ მინიმალური დღიური ტემპერატურის შემთხვევები, საქართველო (RCP4.5 და RCP8.5)

$< -15^{\circ}\text{C}$ მინიმალური ტემპერატურის დღეების საშუალო წლიური რაოდენობა					
1981-2010 წწ. საბაზისო პერიოდი*	1991-2020 წწ. საბაზისო პერიოდი*	კლიმატის სცენარი	2020-იანი წლები	2050-იანი წლები	2080-იანი წლები
20.8	19.6	RCP4.5	17.5	15.1	13.3
		RCP8.5	17.4	13.2	8.8

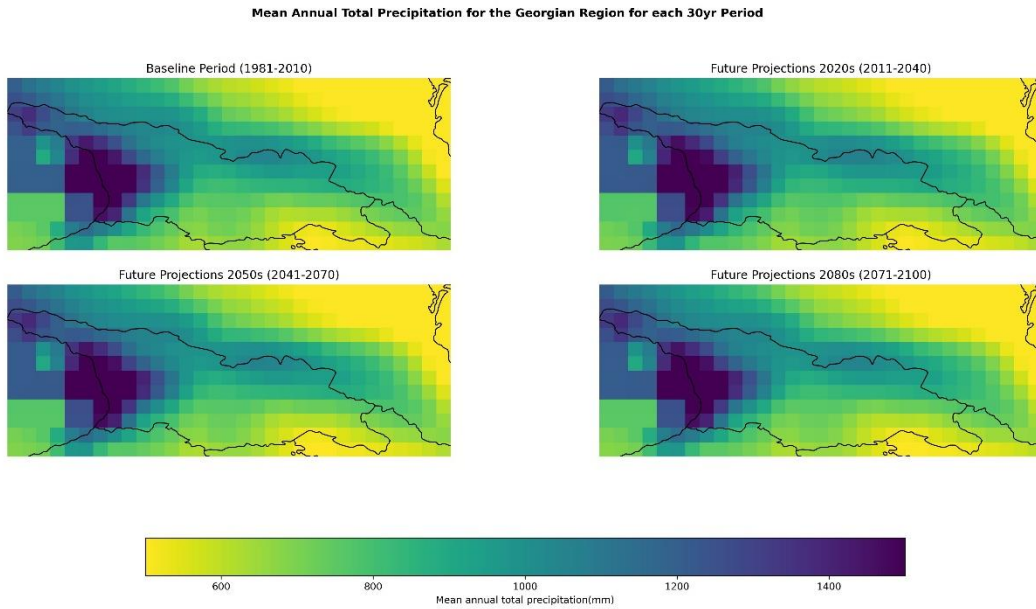
3.2.3. ნალექები

ნალექების წლიური და სეზონური რაოდენობა

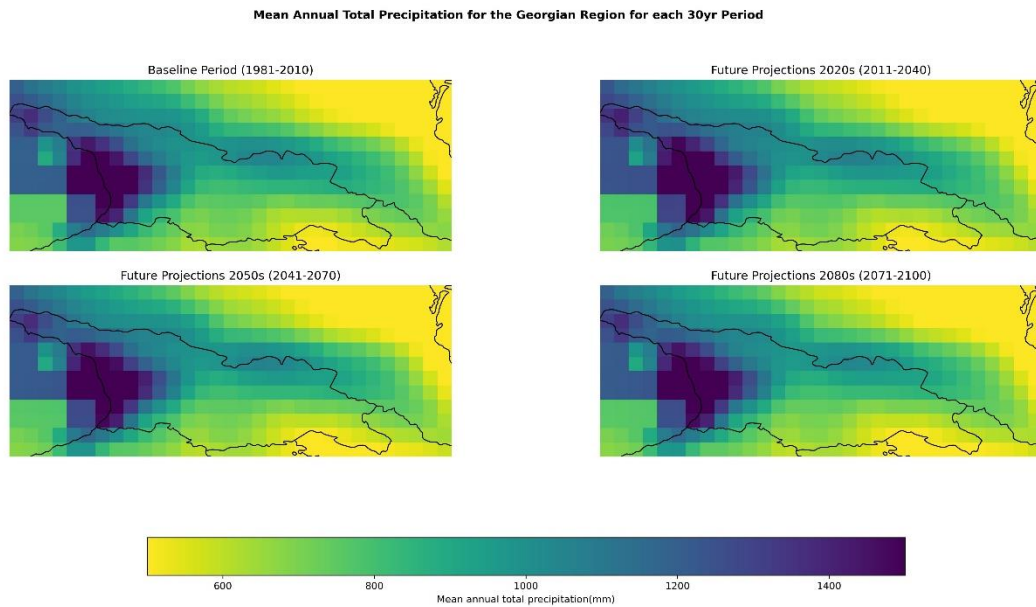
ცხრილი 6-ში მოცემულია საქართველოში 1981-2010 წწ. და 1991-2020 წწ. საბაზისო პერიოდებისთვის ნალექების საშუალო წლიური და სეზონური რაოდენობების გასაშუალოებული მნიშვნელობები და საბაზისო პერიოდიდან საშუალო ტემპერატურის ცვლილების პროგნოზირებული საშუალო მნიშვნელობები RCP4.5 და RCP8.5 სცენარებით. ნალექების წლიური და სეზონური რეჟიმები არაერთგვაროვანია - მოკლევადიან პერსპექტივაში ნალექების წლიური რაოდენობა სავარაუდოდ გაიზრდება, ხოლო გრძელვადიან პერსპექტივაში - შემცირდება, რაც ძირითადად გამოწვეული იქნება ზაფხულის (-13.3% და -22.0% RCP4.5 და RCP8.5 სცენარებში, 2080-იანი წლები) და შემოდგომის (-3.3% და -5.7% RCP4.5 და RCP8.5 სცენარებში, 2080-იანი წლები) პერიოდებში ნალექების რაოდენობის პროგნოზირებული შემცირებით. ცვლილება ქვეყნის მასშტაბით ერთგვაროვანი არ იქნება, როგორც ეს ნახ. 8 და ნახ. 9-დან ჩანს.

ცხრილი 12. საქართველოში ნალექების ისტორიული და პროგნოზირებული ჯამური რაოდენობა (RCP4.5 და RCP8.5)

სეზონი	ნალექების ჯამური რაოდენობის საშუალო მნიშვნელობა 1981-2010 წწ. (მმ)	კლიმატის ცვლილება	ნალექების პროგნოზირებული რაოდენობა (1981-2010 წწ. საბაზისო პერიოდიდან ნალექების რაოდენობის საშუალო პროცენტული ცვლილება) (მმ)		
			2020-იანი წლები	2050-იანი წლები	2080-იანი წლები
წლიური	846.3	RCP4.5	861.2 (+1.6%)	851.9 (+0.5%)	847.6 (0.0%)
		RCP8.5	861.3 (+1.8%)	840.9 (-0.6%)	833.6 (-1.5%)
ზამთარი	175.1	RCP4.5	187.9 (+7.6%)	197.8 (+13.3%)	193.6 (+10.9%)
		RCP8.5	189.9 (+8.5%)	198.4 (+13.3%)	205.7 (+17.5%)
გაზაფხული	228.9	RCP4.5	241.9 (+5.5%)	242.8 (+5.9%)	244.8 (+6.8%)
		RCP8.5	239.9 (+4.8%)	245.6 (+7.3%)	246.0 (+7.5%)
ზაფხული	239.6	RCP4.5	226.9 (-5.7%)	213.5 (-11.3%)	208.6 (-13.3%)
		RCP8.5	229.7 (-4.1%)	202.6 (-15.4%)	187.0 (-22.0%)
შემოდგომა	202.8	RCP4.5	204.6 (+0.5%)	197.9 (-2.8%)	196.8 (-3.3%)
		RCP8.5	202.6 (-0.1%)	193.5 (-4.6%)	191.3 (-5.7%)



ნახ. 8. საქართველოში ნალექების პროგნოზირებული ჯამური რაოდენობა, RCP4.5.



ნახ. 9. საქართველოში ნალექების პროგნოზირებული ჯამური რაოდენობა, RCP8.5

დღეები ექსტრემალური ნალექით

ცნობილია, რომ ძლიერი წვიმა უარყოფით ზემოქმედებას ახდენს გზებსა და დამხმარე ინფრასტრუქტურაზე. ძლიერი წვიმების დროს შესაძლოა წყალგამტარების გამტარუნარიანობა საკმარისი არ აღმოჩნდეს, გზებზე წყალი დაგუბდეს, გზის ყრილებზე განვითარდეს ეროზია და დაირღვეს ციცაბო კლდეების მდგრადობა, რამაც, შესაძლოა მეწყრული პროცესები გამოიწვიოს. წვიმა, რომლის დროსაც ერთი დღის განმავლობაში 50 მმ-ზე მეტი ნალექი მოდის, შეიძლება გამოყენებულ იქნას მომავალში, დროის სხვადასხვა პერიოდებში ინტენსიური ნალექების სიხშირის მოსალოდნელი ცვლილების ინდიკატორად. როგორც წესი, წვიმის ინტენსივობისა და სიხშირის კორექტირება შესაძლებელია ჰაერის ტემპერატურასა და მაცვლობის ერთეულზე გაანგარიშებით ჰაერის მიერ წყლის მეტი რაოდენობის შეკავების უნარს შორის ფიზიკური დამოკიდებულების გამოყენებით. მაგალითად, კლაუსიუს-კლაპეირონის ტოლობის (C-C დამოკიდებულება) თანახმად, ადგილობრივი ჰაერის ტემპერატურის 1°C-ით ზრდაზე ჰაერის მიერ წყლის შეკავების უნარი საშუალოდ 7%-ით იზრდება. C-C დამოკიდებულება ემყარება ჰაერის ტემპერატურასა და ატმოსფეროს მიერ წყლის შეკავების უნარს შორის (წყლის ის რაოდენობა, რომელსაც ჰაერი პოტენციურად შეიძლება შეიცავდეს) ატმოსფერული ფიზიკის თეორიულ დამოკიდებულებაზე. კლიმატის დათბობის პირობებში მოსალოდნელია ნალექების რაოდენობის ზრდის ანალოგიური ან უფრო მაღალი მაჩვენებელი, წვიმის ხანგრძლივობის შესაბამისად. კვლევების შედეგად გლობალურ და რეგიონულ დონეზე გამოვლინდა წვიმასა და ტემპერატურას შორის დამოკიდებულება, რომელიც ახლოსაა C-C დამოკიდებულებასთან (Westra et al., 2013; Panthou et al., 2014; Prein et al., 2016; Barbero et al., 2017). აქედან გამომდინარე, მოსალოდნელია, რომ იქ, სადაც 21-ე საუკუნის განმავლობაში პროგნოზირებულია ტემპერატურის შემდგომი ზრდა, ექსტრემალური წვიმების ინტენსივობა და სიხშირეც გაიზრდება, როგორც ეს ცხრილი 13-დან ჩანს.

ცხრილი 13. დღიური ნალექის 50 მმ-ზე მაღალი მაჩვენებლის მქონე დღეების სიხშირე წელიწადში

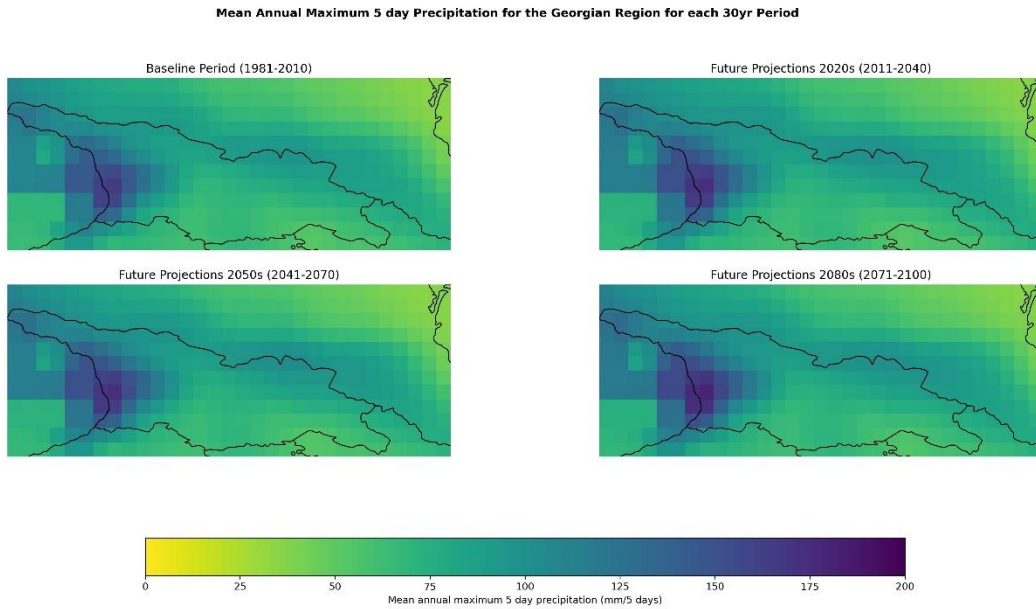
დღეები ნალექის > 50მმ რაოდენობით				
1981-2010 წწ. საბაზისო პერიოდი*	კლიმატის სცენარი	2020-იანი წლები	2050-იანი წლები	2080-იანი წლები
0.45	RCP4.5	0.51	0.52	0.55
	RCP8.5	0.62	0.68	0.79

მრავალდღიანი ნალექი

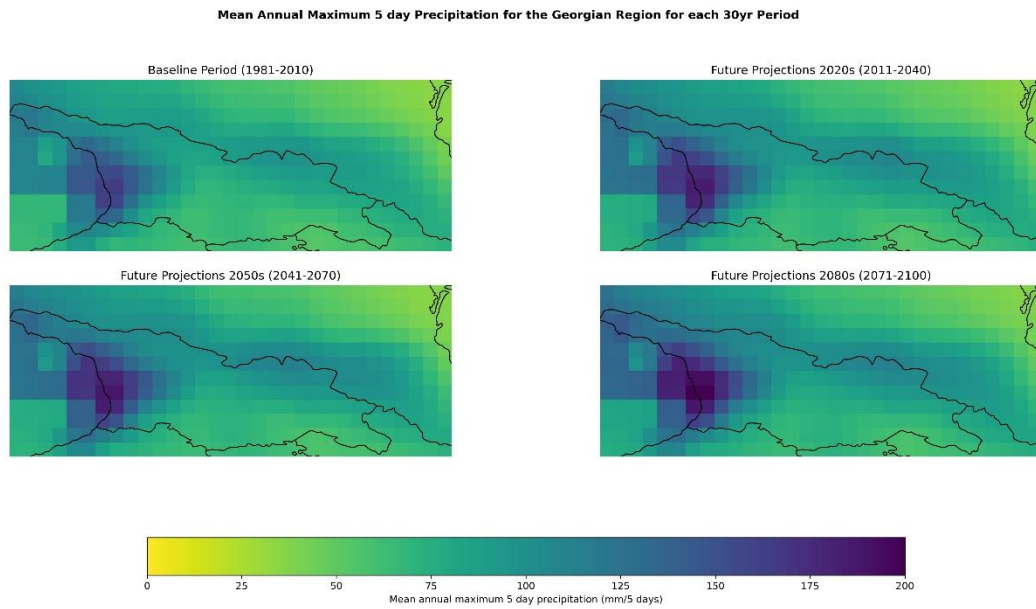
ნალექების პროგნოზირებული ექსტრემალური მაჩვენებლები უფრო მაღალი უზუსტობით ხასიათდება. ვინაიდან, როგორც წესი, კლიმატური მოდელის ბადის უჯრედების ნალექების პროგნოზირებული მაჩვენებლები სივრცულად გასაშუალოებული სიდიდეების სახით განიხილება, მიღებულ შედეგებში ნალექების ექსტრემალური სიდიდეები შემცირებულია (Chen and Knutson, 2008; Seneviratne et al., 2012), რაც სისტემურ დონეზე ნალექების რაოდენობის არასათანადოდ შეფასებას განაპირობებს. კლაუსიუს-კლაპეირონის ტოლობის გათვალისწინებით, მოსალოდნელია, რომ მოსული ნალექების რაოდენობის ზრდის ტენდენცია ხანგრძლივ წვიმებზეც გავრცელდეს. საქართველოში ხანგრძლივი წვიმების დროს მოსალოდნელია ნალექების საშუალო რაოდენობის ზრდა, როგორც ეს ცხრილი 14-დან ჩანს. ნახ. 10 და ნახ. 11-ზე წარმოდგენილია მრავალდღიანი ნალექების პროგნოზირებული მოდელები შესაბამისად RCP4.5 და RCP8.5 პირობებში.

ცხრილი 14. ნალექის რაოდენობა მრავალდღიანი წვიმის დროს. ნალექების ხუთდღიანი რაოდენობა, საქართველო (RCP4.5 და RCP8.5)

ნალექების საშუალო ხუთდღიანი რაოდენობა				
1981-2010 წწ. საბაზისო პერიოდი (ნალექი, მმ)	კლიმატის სცენარი	2020-იანი წლები	2050-იანი წლები	2080-იანი წლები
80.3	RCP4.5	82.6 (+2.8%)	83.0 (+3.3%)	84.4 (+5.1%)
	RCP8.5	86.8 (+8.1%)	88.8 (+10.6%)	92.1 (+14.7%)



ნახ. 10. 5-დღიანი ნალექის პროგნოზირებული რაოდენობა, RCP4.5.



ნახ. 11. 5-დღიანი ნალექის პროგნოზირებული რაოდენობა, RCP8.5

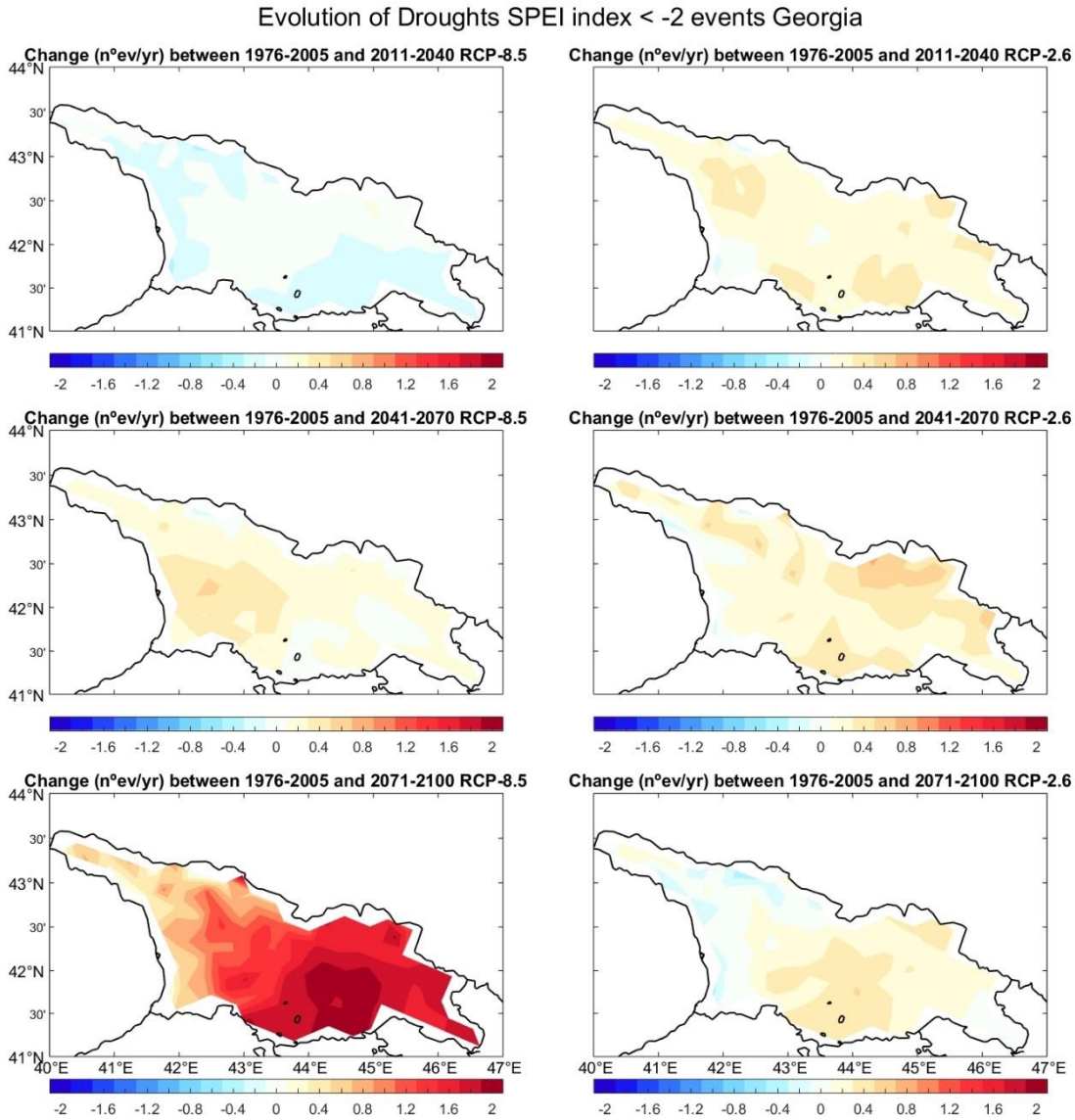
3.2.4. კომპლექსური საფრთხეები

გვალვა

გვალვას სოფლის მეურნეობისთვის, ეკონომიკისა და გარემოსათვის დიდი ზიანის მიყენება შეუძლია. იმის გამო, რომ გვალვის ზემოქმედება მხოლოდ ხანგრძლივი გვალვიანი პერიოდის შემდეგ ვლინდება, ზოგადად, გვალვიანი პერიოდების დაწყების, გავრცელებისა და დასრულების განსაზღვრა ძალიან რთულია. გვალვების სიმძიმის, ხანგრძლივობის და სივრცითი მასშტაბის რაოდენობრივი მაჩვენებლების დასადგენად და პროგნოზირებისათვის ნალექების და აორთქლების სტანდარტიზებულ ინდექსს (SPEI) იყენებენ. დროის ხანგრძლივ პერიოდზე ისეთი მაჩვენებლების გამოყენებით, როგორცაა ნალექი, ჩამონადენის სიჩქარე, აორთქლება, ნიადაგში წყლის შემცველობა, SPEI-ის შეუძლია გვალვების მონიტორინგი და ანალიზი და მათი მახასიათებლების დადგენა კლიმატის ცვლილების კონტექსტში. თუ SPEI-ის სიდიდე 1-ზე მეტია, ითვლება, რომ პირობები ტენიანია, ხოლო თუ -1-ზე ნაკლები ან მისი ტოლია - პირობები მშრალია. GIZ-მა (2021 წ.) გამოიკვლია ძლიერი გვალვის პირობები - ხანგრძლივი პერიოდები, როდესაც SPEI < -2. ამ სამუშაოს შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 12-ზე. ზოგადად, გვალვის გაძლიერება მოსალოდნელია საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე, განსაკუთრებით RCP8.5 სცენარის პირობებში.

გვალვა მნიშვნელოვან პრობლემებს უქმნის საგზაო ინფრასტრუქტურას, განსაკუთრებით ასფალტის ან ბეტონის საფარის მქონე უბნებს. გვალვიანმა პერიოდებმა შეიძლება გამოაშროს გზის საფარი, რაც ბზარების გაჩენასა და მის დაზიანებას გამოიწვევს. გარდა ამისა, ხანგრძლივმა გვალვამ შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგის გამოშრობა და შეკუმშვა, რასაც შესაძლოა გზის ქვეშ გრუნტის დადაბლება და ჯდენა მოჰყვეს. შესაბამისად, ამან შეიძლება გზის საფარის უსწორმასწორობა ან ჩადაბლება გამოიწვიოს, რაც დაარღვევს გზის მდგრადობას და გაზრდის საგზაო შემთხვევების რისკს.

გარდა ამისა, ძლიერი წვიმების დროს ხანგრძლივმა გვალვამ შესაძლოა მოულოდნელი შედეგებიც გამოიწვიოს. ტენის სიმცირის გამო ნიადაგი შრება და მაგრდება, რაც ნიადაგის მიერ წყლის შთანთქმის უნარს ამცირებს. შედეგად, ძლიერი წვიმების დროს მოსალოდნელია ზედაპირული ჩამონადენის გაძლიერება. ასეთ დროს შესაძლოა სადრენაჟო სისტემების გამტარუნარიანობა საკმარისი არ აღმოჩნდეს და გაიზარდოს საგზაო ინფრასტრუქტურის დატბორვისა და დაზიანების რისკები.

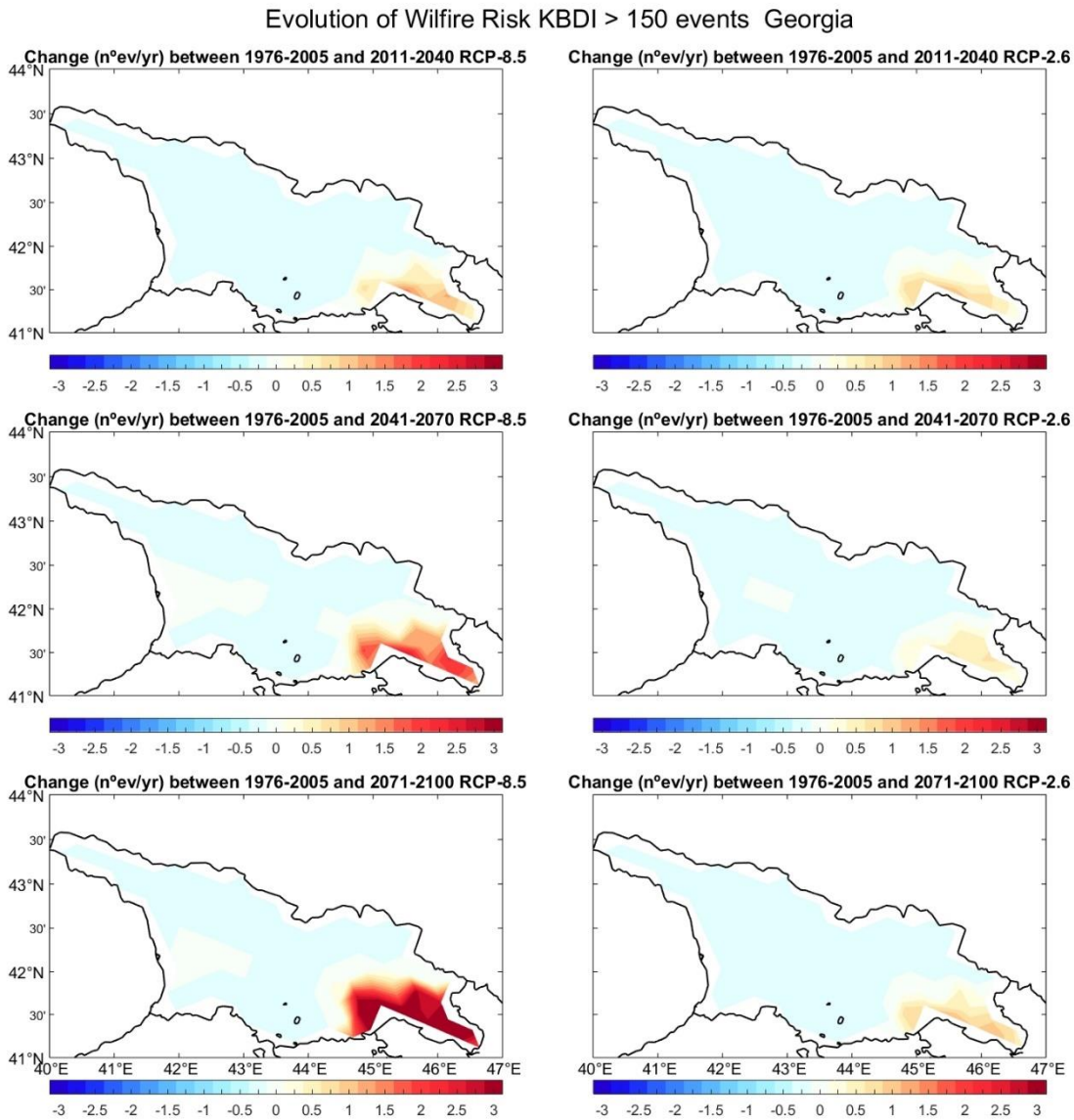


ნახ. 12. ძლიერი გვალვები საქართველოში მომავალში მოსალოდნელ კლიმატურ პირობებში (GIZ, 2021 წ.).

ტყის ხანძარი

ტყის ხანძარი მნიშვნელოვანი ეკოსისტემური პროცესია. ბოლო ათწლეულების განმავლობაში მსოფლიო მასშტაბით ტყის ხანძრების შესამჩნევი ზრდა დაფიქსირდა. ტყის ძლიერი ხანძრების სიხშირეს განაპირობებს ბუნებრივი და ადამიანური ფაქტორების ერთობლიობა როგორცაა ტემპერატურა, ნიადაგის ტენიანობა, ფარდობითი ტენიანობა, ქარის სიჩქარე და მცენარეული საფარი. ხანძრის ხელშემწყობი მეტეოროლოგიური პირობების დასადგენად, ისეთი კონკრეტული მაჩვენებლების შემუშავების გზით, როგორცაა კიჩ-ბაირამის გვალვის ინდექსი (KBDI) (Keetch and Byram, 1968), მრავალი კვლევა ჩატარდა. KBDI აერთიანებს

მაქსიმალურ დღიურ ტემპერატურას, ნალექების დღიურ და წლიურ რაოდენობას და გულისხმობს, რომ ნალექების უფრო მაღალი წლიური მნიშვნელობები მეტი რაოდენობის მცენარეულობას და, შესაბამისად, ნებისმიერი პოტენციური ხანძრის დროს მეტ დასაწვავ მასალას განაპირობებს. GIZ-მა (2021) მოახდინა KBDI-ის მაჩვენებლების პროგნოზირება საქართველოსთვის და დაადგინა, რომ ტყის ხანძრების შემთხვევები ყველაზე მეტად ქვეყნის სამხრეთ-აღმოსავლეთ რეგიონებში გაიზრდება, ხოლო ქვეყნის დანარჩენ ნაწილში ზრდა ნაკლები იქნება.



ნახ. 13. ტყის ხანძრების რისკი საქართველოში კიზ-ბაირამის გვალვის ინდექსის სიდიდეების საფუძველზე (GIZ, 2021 წ.)

4. მოწყვლადობის შეფასების შედეგები

4.1. შეფასებას დაქვემდებარებული აქტივების გამოვლინება/დაუცველობა

ცხრილი 15-ში ჩამოთვლილია ის აქტივები, რომლებიც მოწყვლადობის შეფასების შედეგად შეფასდა, როგორც დაუცველი.

ცხრილი 15: აქტივებისა და კომპონენტების დაუცველობა კლიმატური საფრთხეების საფუძველზე

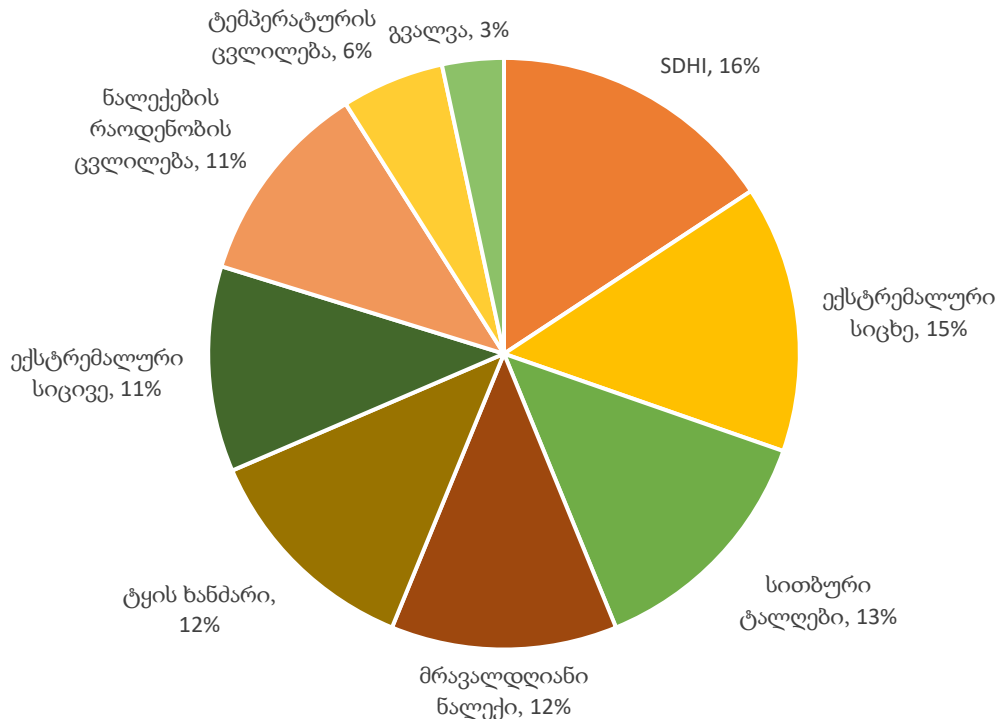
საფრთხე	საფრთხის ინდიკატორი	დაუცველი აქტივები
ტემპერატურა		
ტემპერატურის ცვლილება	საშუალო ტემპერატურის პროცენტული ცვლილება	ასფალტის საფარი; საფუძველი, ხიდის სადებები, ხიდის სავალი ნაწილის ფილა
ექსტრემალური სიცხე	დღეები 35°C-ზე მაღალი მაქსიმალური ტემპერატურით	ასფალტის საფარი, საყრდენი კედლები, ყრილი, საფუძველი; ხიდის ნაფენი, სავალი ნაწილი, სადებები, მოაჯირები, სავალი ნაწილის ფილა, ტემპერატურული ნაკერები; გვირაბის ვენტილაცია; ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება, საავარიო სისტემები; სანიაღვრე არხი
სითბური ტალღები	მიყოლებით 5 და მეტი ისეთი დღეების სიხშირე, როდესაც $T > TX90p$	ასფალტის საფარი, საყრდენი კედლები, ყრილი, საფუძველი; ხიდის ნაფენი, სავალი ნაწილი, სადებები, მოაჯირები, სავალი ნაწილის ფილა, ტემპერატურული ნაკერები; გვირაბის ვენტილაცია; ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება, საავარიო სისტემები; სანიაღვრე არხი
ექსტრემალური სიცივე	დღეები - 15°C-ზე ნაკლები მინიმალური ტემპერატურით	ასფალტის საფარი, საყრდენი კედლები, ყრილი, საფუძველი; ხიდის ნაფენი, სავალი ნაწილი, სადებები, მოაჯირები, სავალი ნაწილის ფილა, ტემპერატურული ნაკერები; გვირაბის ვენტილაცია; ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება, საავარიო სისტემები; სანიაღვრე არხი

საფრთხე	საფრთხის ინდიკატორი	დაუცველი აქტივები
ნალექი		
ნალექების რაოდენობის ცვლილება	ნალექების ჯამური რაოდენობის პროცენტული ცვლილება	ნატეხი ქვით მოწყობილი ქვესაგები ფენა, ასფალტის საფარი, ყრილი, საფუძველი; ხიდის სავალი ნაწილი, ბურჯი; ავარიული ავტოსადგომი გვირაბში, ელექტროენერგია; ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება; სანიაღვრე არხი
SDHI (მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი)	დღეები ნალექის 50 მმ-ზე მეტი რაოდენობით	ნატეხი ქვით მოწყობილი ქვესაგები ფენა, ასფალტის საფარი, ყრილი, საფუძველი; ხიდის სავალი ნაწილი, ბურჯი, სანაპირო ბურჯი; ავარიული ავტოსადგომი გვირაბში, ელექტროენერგია; ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება; საავარიო სისტემები; კავშირგაბმულობა; სანიაღვრე არხი
მრავალდღიანი ნალექი	ნალექების 5 დღიანი მაქსიმალური რაოდენობის პროცენტული ცვლილება	ნატეხი ქვით მოწყობილი ქვესაგები ფენა, ასფალტის საფარი, ყრილი, საფუძველი; ხიდის სავალი ნაწილი, ბურჯი, სანაპირო ბურჯი; ავარიული ავტოსადგომი გვირაბში, ელექტროენერგია; ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება; სანიაღვრე არხი
საფრთხე	საფრთხის ინდიკატორი	დაუცველი აქტივები
კომპლექსური		
გვალვა	SPEI ინდექსის სიხშირე < -2	ასფალტის საფარი, ყრილი; სანიაღვრე არხი
ტყის ხანძარი	KBDI ინდექსი > 150	ასფალტის საფარი, ყრილი; ხიდის სავალი ნაწილი, სადებები; გვირაბის ვენტილაცია, ავტომანქანების ავარიული სადგომი, ელექტროენერგია და განათება; ავარიული გასასვლელი, სანიაღვრე არხი, და კავშირგაბმულობა

4.2. მოწყვლადობის შეფასების შედეგები

თითოეულ იდენტიფიცირებულ საფრთხესთან მიმართებით ჩატარდა მოწყვლადობის შეფასება. მოწყვლადობა არის მაჩვენებელი იმისა, თუ როგორ ექვემდებარება მოსახლეობის სეგმენტი ან ჯგუფი, აქტივი, სისტემა ან სექტორი (რომელიც მითითებულია ზემოქმედებასთან მიმართებით) კლიმატის ცვლილებით გამოწვეულ ზემოქმედებებს, ან ვერ უმკლავდება მათ. მოწყვლადობის შეფასება ემყარება სამ ძირითად ფაქტორს, რომლებიც განმარტებულია თავი 2.5-ში. ესენია: დაუცველობა, მგრძობელობა და ადაპტაციის უნარი/დეფიციტი.

მოწყვლადობის შეფასების შედეგებმა აჩვენა, რომ რეგიონის ფარგლებში ცხრავე კლიმატური საფრთხე წარსულში ზემოქმედებას ახდენდა სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურაზე და სავარაუდოდ მომავალშიც მოახდენს ზემოქმედებას. ქვეკომპონენტები დაუცველობას ყველაზე ხშირად SDHI-ის (მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი) მიმართ ავლენდნენ. მომდევნო ადგილზეა ექსტრემალური სიცივე, სითბური ტალღები, მრავალდღიანი ნალექი, ტყის ხანძარი, ექსტრემალური სიცივე, და ნალექების რაოდენობის ცვლილება (ნახ. 14). თითოეული ამ საფრთხის წილი ურთიერთქმედებების მთლიან რაოდენობაში 11 – 16%-ის შეადგენს. დაუცველობის ყველაზე დაბალი ქულა გვალვასა და ტემპერატურის ცვლილებასთან მიმართებით განისაზღვრა, რომელთა წილი ურთიერთქმედებების მთლიან რაოდენობაში 3 – 6%-ია.

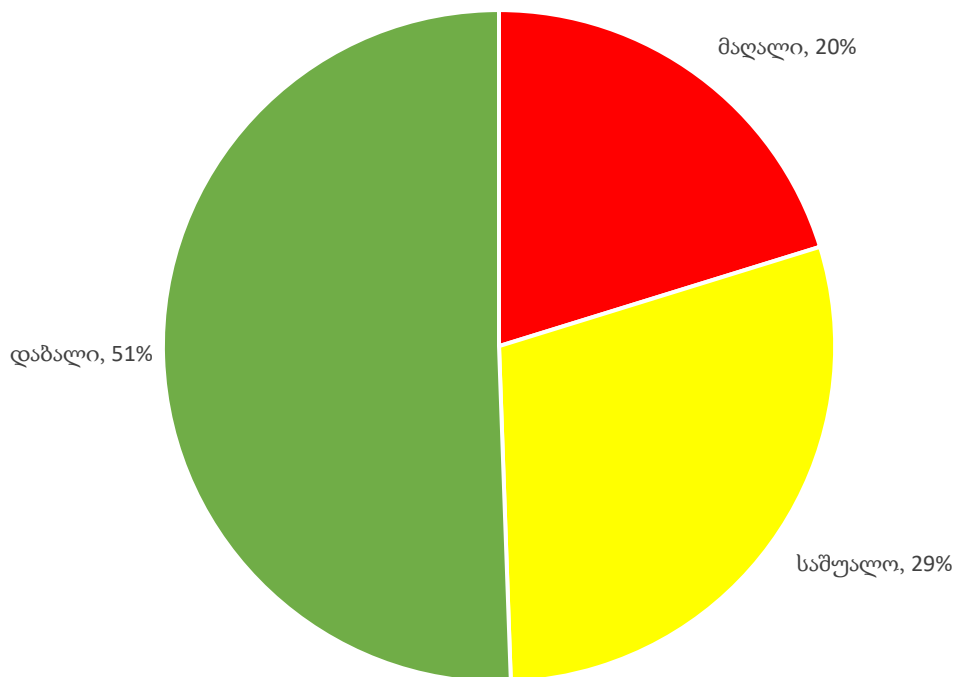


ნახ. 14. თითოეული საფრთხის მიერ გამოწვეული ურთიერთქმედებების წილი

კლიმატურ საფრთხეებთან ურთიერთქმედება უფრო ხშირად გზებისა და ავტომაგისტრალების შემთხვევაში გამოვლინდა, ვიდრე გვირაბებსა ან ხიდებთან მიმართებით. ასფალტის საფარი ყველაზე დაუცველი ქვეკომპონენტი აღმოჩნა, ვინაიდან ის ცხრავე კლიმატურ საფრთხესთან ურთიერთქმედებს. დაუცველობის მაღალი ხარისხი აქვს სანიაღვრე არხსაც, განსაკუთრებით ნალექების რაოდენობის ცვლილების, SDHI-ის (მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი), მრავალდღიანი ნალექისა და გვალვის მიმართ.

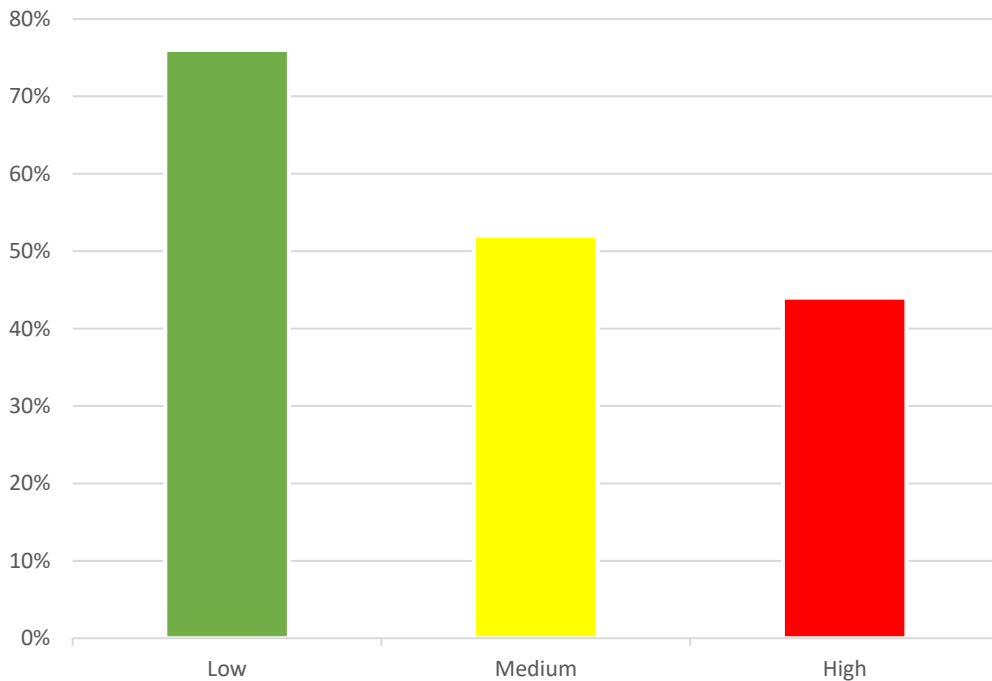
დადგინდა, რომ რვა ქვეკომპონენტი დაუცველია კლიმატური საფრთხეების ნახევარზე მეტის მიმართ. ესენია: ასფალტის საფარი, ყრილი, საფუძველი, სავალი ნაწილი, ანტისეისმური ელასტომერული/რეზინის საფენები, სანიაღვრე არხი, ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება, და ავარიული/საევაკუაციო სისტემები. გზებისა და ავტომაგისტრალების შემთხვევაში მოწყვლადობის საშუალოდან მაღალი ხარისხი ძირითადად განპირობებულია ნალექებისა და ტყის ხანძრებით. ხიდების შემთხვევაში - ექსტრემალური ტემპერატურით (სიციხე და სიცივე), ხოლო გვირაბების შემთხვევაში - სიციხით (ექსტრემალური სიციხე და სითბური ტალღები) და ტყის ხანძრებით.

იდენტიფიცირებული 89 მოწყვლადობიდან 51% დაბალი ხარისხისაა, 29% - საშუალო ხარისხის, ხოლო 20% - მაღალი ხარისხის (ნახ. 15). მოწყვლადობის მაღალი ხარისხი ყველაზე ხშირად ტყის ხანძრებთან, SDHI-სა (მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი), და მრავალდღიან ნალექთან ურთიერთქმედებაში ვლინდება.



ნახ. 15. მოწყვლადობის თითოეული ხარისხის შესაბამისი ურთიერთქმედებების პროცენტული მაჩვენებელი.

შეფასებამ დაადგინა, რომ მოკვლევას დაქვემდებარებული 25 ქვეკომპონენტის 44% ხასიათდება მოწყვლადობის მაღალი ხარისხით სულ მცირე 1 კლიმატური საფრთხის მიმართ, 52%-ს აქვს მოწყვლადობის საშუალო ხარისხი, ხოლო 76%-ს - დაბალი (ნახ. 16). ყრილი და გვირაბის ვენტილაცია ხასიათდება მოწყვლადობის მაღალი ხარისხის გამომწვევი ურთიერთქმედებების ყველაზე დიდი რაოდენობით, ასფალტის საფარი - მოწყვლადობის საშუალო ხარისხის გამომწვევი ურთიერთქმედებების ყველაზე დიდი რაოდენობით, ხოლო სანიაღვრე არხი - მოწყვლადობის დაბალი ხარისხის გამომწვევი ურთიერთქმედებების ყველაზე დიდი რაოდენობით.



ნახ. 16. მოწყვლადობის თითოეული ხარისხის მქონე კომპონენტების პროცენტული მაჩვენებელი.

შეფასებამ სულ 89 ურთიერთქმედება გამოავლინა, აქედან 44 მოწყვლადობის საშუალო ან მაღალ ხარისხს იწვევს. ასფალტის საფარი ყველაზე მეტი ზემოქმედების ქვეშ მყოფი კომპონენტია. მასზე პოტენციურ ზემოქმედებას ახდენს ცხრა საფრთხე, ხოლო ამ საფრთხეებიდან შვიდის (ტემპერატურის ცვლილება, ექსტრემალური სიციხე, სითბური ტალღები, ექსტრემალური სიცივე, მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი, მრავალდღიანი ნალექი, და ტყის ხანძარი) მიმართ მისი მოწყვლადობა საშუალოდან მაღალი ხარისხამდე ხასიათდება. კომპონენტების მოწყვლადობის მაღალი ხარისხი ყველაზე ხშირად

განპირობებულია ტყის ხანძრებით (ასფალტის საფარი, ყრილი, სავალი ნაწილი, ანტისეისმური ელასტომერული/რეზინის საფენები, გვირაბის ვენტილაცია, ავარიული/საევაკუაციო სისტემები, მობილური კავშირგაბმულობა, და ინტერნეტი). კომპონენტებს შორის მოწყვლადობის ქულების ყველაზე დიდი ჯამური რაოდენობა დაფიქსირდა მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექთან მიმართებით, მათ შორის ასფალტის საფარის, ყრილის, საფუძვლის, სანიაღვრე არხის, და ავარიული/საევაკუაციო სისტემების შემთხვევაში. ცხრილი 16-ში წარმოდგენილია მონაცემები მოწყვლადობის საშუალო და მაღალი ხარისხის მქონე ინფრასტრუქტურისა და შესაბამისი მგრძობელობის, ადაპტაციის უნარის დეფიციტისა და ზემოქმედებების შესახებ.

ცხრილი 16: მოწყვლადობის საშუალო და მაღალი ხარისხის მქონე კომპონენტების მოწყვლადობის შეფასების რეზიუმე

საფრთხე	ზემოქმედების ქვეშ მყოფი კომპონენტი	მგრძობელობის ქულა	ადაპტაციის უნარის დეფიციტის ქულა	მოწყვლადობა	ზემოქმედების აღწერა
ტემპერატურის ცვლილება	ასფალტის საფარი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ექსტრემალურ სიციხეს შეუძლია შეამციროს გზის საფარის ასფალტის ფენის გამძლეობა, რაც გამოიწვევს გაზრდილ მოთხოვნას მის ტექნიკურ მომსახურებაზე.
ექსტრემალური სიციხე	ასფალტის საფარი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ექსტრემალურ სიციხეს შეუძლია შეამციროს გზის საფარის ასფალტის ფენის გამძლეობა, რაც გამოიწვევს გაზრდილ მოთხოვნას მის ტექნიკურ მომსახურებაზე.
	სავალი ნაწილი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ექსტრემალურმა სიციხემ შეიძლება გამოიწვიოს მასალების გაფართოება და კომპონენტების ექსპლუატაციის ვადის შემცირება.
	ანტისეისმური ელასტომერული/რეზინის საფენები	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ექსტრემალური სიციხე აუარესებს მასალების თვისებებს (დაბზარვა, აშრევა, და სხვ.) და ამცირებს კომპონენტების ექსპლუატაციის ვადას.
	ტემპერატურული ნაკერები	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	
	ვენტილაცია	3 - მაღალი	2 - საშუალო	მაღალი მოწყვლადობა	ექსტრემალურმა სიციხემ შეიძლება გამოიწვიოს ადგილობრივი ჰაერის ხარისხის გაუარესება და მიწისპირა ოზონის წარმოქმნა, რაც გვირახებსა და ჩატეკილ ადგილებში ვენტილაციის პრობლემებს შექმნის.
	ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ექსტრემალურმა სიციხემ შეიძლება ექსპლუატაციასა და ტექნიკურ მომსახურებაში ჩართულ პერსონალს რთული სამუშაო პირობები შეუქმნას და ზემოქმედება მოახდინოს მათ ჯანმრთელობაზე. ექსტრემალური სიციხის ტალღამ შეიძლება გზის საფარის დეფორმაცია და შედეგად გზების ჩაკეტვა გამოიწვიოს.
სითბური ტალღები	ასფალტის საფარი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ექსტრემალურ სიციხეს შეუძლია შეამციროს გზის საფარის ასფალტის ფენის გამძლეობა, რაც გამოიწვევს გაზრდილ მოთხოვნას მის ტექნიკურ მომსახურებაზე.
	სავალი ნაწილი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ექსტრემალურმა სიციხემ შეიძლება გამოიწვიოს მასალების გაფართოება და კომპონენტების ექსპლუატაციის ვადის შემცირება.
	ანტისეისმური ელასტომერული/რეზინის საფენები	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ექსტრემალური სიციხე აუარესებს მასალების თვისებებს (დაბზარვა, აშრევა, და სხვ.) და ამცირებს კომპონენტების ექსპლუატაციის ვადას.
	ტემპერატურული ნაკერები	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	

საფრთხე	ზემოქმედების ქვეშ მყოფი კომპონენტი	მგრძობელობის ქულა	ადაპტაციის უნარის დეფიციტის ქულა	მოწყვლადობა	ზემოქმედების აღწერა
	ვენტილაცია	3 - მაღალი	2 - საშუალო	მაღალი მოწყვლადობა	ექსტრემალურმა სიცხემ შეიძლება გამოიწვიოს ადგილობრივი ჰაერის ხარისხის გაუარესება და მიწისპირა ოზონის წარმოქმნა, რაც გვირახებსა და ჩატეკილ ადგილებში ვენტილაციის პრობლემებს შექმნის.
	ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ექსტრემალურმა სიცხემ შეიძლება ექსპლუატაციასა და ტექნიკურ მომსახურებაში ჩართულ პერსონალს რთული სამუშაო პირობები შეუქმნას და ზემოქმედება მოახდინოს მათ ჯანმრთელობაზე. ექსტრემალური სიცხის ტალღამ შეიძლება გზის საფარის დეფორმაცია და შედეგად გზების ჩაკეტვა გამოიწვიოს.
ექსტრემალური სიცივე	ასფალტის საფარი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	გაყინვა-გალღობის ციკლები იწვევს ეროზიას და აზიანებს ინფრასტრუქტურის ზედაპირებს ზედაპირული ბზარების გაფართოების შედეგად. დაბალი ტემპერატურის დროს ნაპრალებში არსებული წყალი იყინება, ხოლო ყინული ბზარს აფართოებს და ადიდებს. ექსტრემალურმა სიცივემ შეიძლება გზის ან წყალგამტარის სტრუქტურა დააზიანოს წყლის გაყინვითა და გაღობით გამოწვეული მოცულობითი ცვლილებებით წარმოქმნილი დეფორმაციების შედეგად. ექსტრემალურად ცივი დღეების რაოდენობის შემცირებამ შესაძლოა ეს ზემოქმედება შეამციროს. წყლის გაყინვა-გალღობა წარმოქმნის ყინულს და ამკვრივებს თოვლის საფარს, რის შედეგადაც ის ბუნებრივზე ბევრად მძიმე ხდება, თუმცა, როგორც წესი, გაზაფხულამდე გაყინვა-გალღობის ისეთი ხანგრძლივი პერიოდები, რომელთა დროსაც, შესაძლოა მნიშვნელოვანი დნობა და ეროზია განვითარდეს, არ ფიქსირდება.
	საყრდენი კედლები	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	გაყინვა-გალღობის ციკლები იწვევს ეროზიას და აზიანებს ინფრასტრუქტურის ზედაპირებს ზედაპირული ბზარების გაფართოების შედეგად. დაბალი ტემპერატურის დროს ნაპრალებში არსებული წყალი იყინება, ხოლო ყინული ბზარს აფართოებს და ადიდებს.
	სავალი ნაწილი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	გაყინვა-გალღობის ციკლები იწვევს ეროზიას და აზიანებს ინფრასტრუქტურის ზედაპირებს ზედაპირული ბზარების გაფართოების შედეგად. დაბალი ტემპერატურის დროს ნაპრალებში არსებული წყალი იყინება, ხოლო ყინული ბზარს აფართოებს და ადიდებს. ექსტრემალურმა სიცივემ შეიძლება გზის ან წყალგამტარის სტრუქტურა დააზიანოს წყლის გაყინვითა და გაღობით გამოწვეული მოცულობითი ცვლილებებით წარმოქმნილი დეფორმაციების შედეგად. ექსტრემალურად ცივი დღეების რაოდენობის შემცირებამ შესაძლოა ეს ზემოქმედება შეამციროს. წყლის გაყინვა-გალღობა წარმოქმნის ყინულს და ამკვრივებს თოვლის საფარს, რის შედეგადაც ის ბუნებრივზე ბევრად მძიმე ხდება, თუმცა, როგორც წესი, გაზაფხულამდე გაყინვა-გალღობის ისეთი

საფრთხე	ზემოქმედების ქვეშ მყოფი კომპონენტი	მგრძობელობის ქულა	ადაპტაციის უნარის დეფიციტის ქულა	მოწყვლადობა	ზემოქმედების აღწერა
					ხანგრძლივი პერიოდები, რომელთა დროსაც, შესაძლოა მნიშვნელოვანი დნობა და ეროზია განვითარდეს, არ ფიქსირდება.
	სავალი ნაწილის ფილა	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	გაყინვა-გაღობის ციკლები იწვევს ეროზიას და აზიანებს ინფრასტრუქტურის ზედაპირებს ზედაპირული ბზარების გაფართოების შედეგად. დაბალი ტემპერატურის დროს ნაპრალებში არსებული წყალი იყინება, ხოლო ყინული ბზარს აფართოებს და ადიდებს.
	ტემპერატურული ნაკერები	2 - საშუალო	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ექსტრემალური სიცივე იწვევს ტემპერატურულ ნაკერებში ყინულის წარმოქმნას და ამცირებს მიმდებარე საფარის მოქნილობას, ზრდის რა წნევასა და ბზარებს.
	ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ექსტრემალურად დაბალ ტემპერატურაზე ტექნიკური მომსახურება შეიძლება უფრო რთული და ნაკლებად ეფექტიანი გახდეს; მაგალითად, გზის გაყინული ზედაპირი ქვიშის ეფექტიანობას ამცირებს.
ნალექების რაოდენობის ცვლილება	ნატეხი ქვით მოწყობილი ქვესაგები ფენა	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ნალექების რაოდენობის ზრდის შედეგად ქვით მოწყობილ ქვესაგებ ფენაში წყლის გაზრდილმა რაოდენობამ შესაძლოა ეროზიის პრობლემები გამოიწვიოს და გაზარდოს ტექნიკური მომსახურების ჩატარების სიხშირე.
	ყრილი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ინტენსიური წვიმების შედეგად მოსული ნალექების რაოდენობამ შესაძლოა წყალგამტარების საპროექტო გამტარუნარიანობას გადააჭარბოს, რაც გამოიწვევს წყლის დაგუბებას, გზის ყრილზე გადადინებას ან უკონტროლო დინებას. წყლით გაჯერებულმა ყრილმა შესაძლოა სიმყარე დაკარგოს, რაც ძლიერი დატვირთვისას ორმოების გაჩენას გამოიწვევს. ყრილზე შესაძლოა ზემოქმედება მოახდინოს გაზაფხულზე თოვლის დნობის, ნალექების სიხშირის, ინტენსივობისა და ხანგრძლივობის, აგრეთვე მიწისქვეშა წყლების დონეების ცვალებადობამ, რაც შიდა ეროზიას გამოიწვევს. შიდა და გარე ეროზიას შეუძლია გავლენა მოახდინოს ნაყარის სტრუქტურულ მთლიანობაზე და გაზარდოს გამორეცხვის რისკები, საჭირო სარემონტო სამუშაოების სიხშირე და მდინარეებში ნატანის მოხვედრის შესაძლებლობა, რაც ზემოქმედებას მოახდენს მიმდებარე გარემოზე (მაგ., სენსიტიური ან თევზების საბინადრო მდინარეები).

საფრთხე	ზემოქმედების ქვეშ მყოფი კომპონენტი	მგრძობელობის ქულა	ადაპტაციის უნარის დეფიციტის ქულა	მოწყვლადობა	ზემოქმედების აღწერა
	სანიაღვრე არხი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ექსტრემალურ მეტეოროლოგიურ პირობებში და დიდი რაოდენობის ნალექების დროს შესაძლოა არსებული წყალგამტარების გამტარუნარიანობა საკმარისი არ აღმოჩნდეს, რამაც შესაძლოა გამოიწვიოს ლოკალური ხასიათის წყალდიდობები და წარეცხვები და უარყოფითად იმოქმედოს მიმდებარე გარემოზე. ითვლება, რომ ის სადრენაჟო ნაგებობები, რომლებიც კვეთენ ყრილებს, როგორცაა, მაგალითად წყალგამტარები და ქვიანი წყალსარინები, ზემოქმედების შესაძლო სიმძიმის გამო, კლიმატის ცვლილების პოტენციური ზემოქმედების უფრო მაღალი რისკის ქვეშ არიან, ვიდრე ის წყალსაგდები ნაგებობები (მაგ., თვითმდენი არხები და თხრილები), რომლებიც ყრილებს არ კვეთენ. დიდი რაოდენობის წყლის, ნალექისა და ნატანის დაგროვებამ შესაძლოა წნევის ზრდა და წყალგამტარების ეროზია გამოიწვიოს.
SDHI (მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი)	ნატები ქვით მოწყობილი ქვესაგები ფენა	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ძლიერი ნალექის შედეგად შესაძლოა წყალი ქვით მოწყობილ ქვესაგებ ფენაში მოხვდეს, რაც ლოკალურ ეროზიასა და გზის კონსტრუქციულ დაზიანებას გამოიწვევს.
	ასფალტის საფარი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ინტენსიური წვიმების შედეგად მოსული ნალექების რაოდენობამ შესაძლოა წყალგამტარების საპროექტო გამტარუნარიანობას გადააჭარბოს, რაც გამოიწვევს წყლის დაგუბებას, გზის ყრილზე გადადინებას ან უკონტროლო დინებას. წყლით გაჯერებულმა ყრილმა შესაძლოა სიმყარე დაკარგოს, რაც ძლიერი დატვირთვისას ორმოების გაჩენას გამოიწვევს.
	ყრილი	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ინტენსიური წვიმების შედეგად მოსული ნალექების რაოდენობამ შესაძლოა წყალგამტარების საპროექტო გამტარუნარიანობას გადააჭარბოს, რაც გამოიწვევს წყლის დაგუბებას, გზის ყრილზე გადადინებას ან უკონტროლო დინებას. წყლით გაჯერებულმა ყრილმა შესაძლოა სიმყარე დაკარგოს, რაც ძლიერი დატვირთვისას ორმოების გაჩენას გამოიწვევს. ყრილზე შესაძლოა ზემოქმედება მოახდინოს გაზაფხულზე თოვლის დნობის, ნალექების სიხშირის, ინტენსივობისა და ხანგრძლივობის, აგრეთვე მიწისქვეშა წყლების დონეების ცვალებადობამ, რაც შიდა ეროზიას გამოიწვევს. შიდა და გარე ეროზიას შეუძლია გავლენა მოახდინოს ნაყარის სტრუქტურულ მთლიანობაზე და გაზარდოს გამორეცხვის რისკები, საჭირო სარემონტო სამუშაოების სიხშირე და მდინარეებში ნატანის მოხვედრის შესაძლებლობა, რაც ზემოქმედებას მოახდენს მიმდებარე გარემოზე (მაგ., სენსიტიური ან თევზების საბინადრო მდინარეები).
	საფუძველი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ინტენსიური წვიმების შედეგად მოსული ნალექების რაოდენობამ შესაძლოა წყალგამტარების საპროექტო გამტარუნარიანობას გადააჭარბოს, რაც გამოიწვევს წყლის დაგუბებას, გზის ყრილზე გადადინებას ან უკონტროლო დინებას. წყლით გაჯერებულმა ყრილმა შესაძლოა სიმყარე დაკარგოს, რაც ძლიერი დატვირთვისას ორმოების გაჩენას გამოიწვევს.

საფრთხე	ზემოქმედების ქვეშ მყოფი კომპონენტი	მგრძობელობის ქულა	ადაპტაციის უნარის დეფიციტის ქულა	მოწყვლადობა	ზემოქმედების აღწერა
	ავარიული/საევაკუაციო სისტემები	2 - საშუალო	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექის შედეგად წარმოქმნილმა ლოკალური ხასიათის წყალდიდობამ შესაძლოა საევაკუაციო გზების ჩაკეტვა და ავარიული სისტემების კვების წყაროების დაზიანება გამოიწვიოს.
	სანიაღვრე არხი	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ექსტრემალურ მეტეოროლოგიურ პირობებში და დიდი რაოდენობის ნალექების დროს შესაძლოა არსებული წყალგამტარების გამტარუნარიანობა საკმარისი არ აღმოჩნდეს, რამაც შესაძლოა გამოიწვიოს ლოკალური ხასიათის წყალდიდობები და წარეცხვები და უარყოფითად იმოქმედოს მიმდებარე გარემოზე. ითვლება, რომ ის სადრენაჟო ნაგებობები, რომლებიც კვეთენ ყრილებს, როგორცაა, მაგალითად წყალგამტარები და ქვიანი წყალსარინები, ზემოქმედების შესაძლო სიმძიმის გამო, კლიმატის ცვლილების პოტენციური ზემოქმედების უფრო მაღალი რისკის ქვეშ არიან, ვიდრე ის წყალსაგდები ნაგებობები (მაგ., თვითმდენი არხები და თხრილები), რომლებიც ყრილებს არ კვეთენ. დიდი რაოდენობის წყლის, ნალექისა და ნატანის დაგროვებამ შესაძლოა წნევის ზრდა და წყალგამტარების ეროზია გამოიწვიოს.
მრავალდღიანი ნალექი	ნატეხი ქვით მოწყობილი ქვესაგები ფენა	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ძლიერი ნალექის შედეგად შესაძლოა წყალი ქვით მოწყობილ ქვესაგებ ფენაში მოხვდეს, რაც ლოკალურ ეროზიასა და გზის კონსტრუქციულ დაზიანებას გამოიწვევს.
	ასფალტის საფარი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ინტენსიური წვიმების შედეგად მოსული ნალექების რაოდენობამ შესაძლოა წყალგამტარების საპროექტო გამტარუნარიანობას გადააჭარბოს, რაც გამოიწვევს წყლის დაგუბებას, გზის ყრილზე გადადინებას ან უკონტროლო დინებას. წყლით გაჯერებულმა ყრილმა შესაძლოა სიმყარე დაკარგოს, რაც ძლიერი დატვირთვისას ორმოების გაჩენას გამოიწვევს.
	ყრილი	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ინტენსიური წვიმების შედეგად მოსული ნალექების რაოდენობამ შესაძლოა წყალგამტარების საპროექტო გამტარუნარიანობას გადააჭარბოს, რაც გამოიწვევს წყლის დაგუბებას, გზის ყრილზე გადადინებას ან უკონტროლო დინებას. წყლით გაჯერებულმა ყრილმა შესაძლოა სიმყარე დაკარგოს, რაც ძლიერი დატვირთვისას ორმოების გაჩენას გამოიწვევს. ყრილზე შესაძლოა ზემოქმედება მოახდინოს გაზაფხულზე თოვლის დნობის, ნალექების სიხშირის, ინტენსივობისა და ხანგრძლივობის, აგრეთვე მიწისქვეშა წყლების დონეების ცვალებადობამ, რაც შიდა ეროზიას გამოიწვევს. შიდა და გარე ეროზიას შეუძლია გავლენა მოახდინოს ნაყარის სტრუქტურულ მთლიანობაზე და გაზარდოს გამორეცხვის რისკები, საჭირო სარემონტო სამუშაოების სიხშირე და მდინარეებში ნატანის მოხვედრის შესაძლებლობა, რაც ზემოქმედებას მოახდენს მიმდებარე გარემოზე (მაგ., სენსიტიური ან თევზების საბინადრო მდინარეები).

საფრთხე	ზემოქმედების ქვეშ მყოფი კომპონენტი	მგრძობელობის ქულა	ადაპტაციის უნარის დეფიციტის ქულა	მოწყვლადობა	ზემოქმედების აღწერა
	საფუძველი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ინტენსიური წვიმების შედეგად მოსული ნალექების რაოდენობამ შესაძლოა წყალგამტარების საპროექტო გამტარუნარიანობას გადააჭარბოს, რაც გამოიწვევს წყლის დაგუბებას, გზის ყრილზე გადადინებას ან უკონტროლო დინებას. წყლით გაჯერებულმა ყრილმა შესაძლოა სიმყარე დაკარგოს, რაც ძლიერი დატვირთვისას ორმოების გაჩენას გამოიწვევს.
	სანიაღვრე არხი	3 - მაღალი	2 - საშუალო	მაღალი მოწყვლადობა	ექსტრემალურ მეტეოროლოგიურ პირობებში და დიდი რაოდენობის ნალექების დროს შესაძლოა არსებული წყალგამტარების გამტარუნარიანობა საკმარისი არ აღმოჩნდეს, რამაც შესაძლოა გამოიწვიოს ლოკალური ხასიათის წყალდიდობები და წარეცხვები და უარყოფითად იმოქმედოს მიმდებარე გარემოზე. ითვლება, რომ ის სადრენაჟო ნაგებობები, რომლებიც კვეთენ ყრილებს, როგორცაა, მაგალითად წყალგამტარები და ქვიანი წყალსარინები, ზემოქმედების შესაძლო სიმძიმის გამო, კლიმატის ცვლილების პოტენციური ზემოქმედების უფრო მაღალი რისკის ქვეშ არიან, ვიდრე ის წყალსაგდები ნაგებობები (მაგ., თვითმდენი არხები და თხრილები), რომლებიც ყრილებს არ კვეთენ. დიდი რაოდენობის წყლის, ნალექისა და ნატანის დაგროვებამ შესაძლოა წნევის ზრდა და წყალგამტარების ეროზია გამოიწვიოს.
Drought	სანიაღვრე არხი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	გვალვამ შესაძლოა სანიაღვრე არხში დამბინძურებლების, ნატანისა და ნალექების დაგროვება გამოიწვიოს, რაც დამატებითი გაწმენდითი სამუშაოების ჩატარების აუცილებლობას განაპირობებს. ხანგრძლივმა გვალვამ შესაძლოა ექსტრემალური ნალექების დროს ზედაპირული ჩამონადენის გაძლიერება გამოიწვიოს, რაც ძლიერი წვიმების პირობებში ჩამონადენის ჯამურ რაოდენობას გაზრდის.
ტყის ხანძარი	ასფალტის საფარი	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	მიუხედავად იმისა, რომ ტყის ხანძრების დროს ასფალტი ჩვეულებრივ არ იწვის, ხანძარმა შეიძლება ასფალტის ზედაპირზე გააჩინოს ბზარები, გამოიწვიოს დეფორმაცია და წარმოქმნას ორმოები, რაც კასკადურ ზემოქმედებას განაპირობებს. დაზიანება შეიძლება გამოიწვიოს მძიმე ხანძარსაწინააღმდეგო ტექნიკამ იმ დროს, როდესაც სატვირთო მანქანები და მძიმე ტექნიკა სიციხის გამო დარბილებულ საგზაო ინფრასტრუქტურაზე იმოძრავენ.
	ყრილი	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ტყის ხანძრები ანადგურებენ მცენარეულობას და ასუსტებენ ყრილებს, რასაც შესაძლოა მასშტაბური ეროზია და ყრილის ჩამოშლა მოჰყვეს. შიდა და გარე ეროზიის შეუძლია გავლენა მოახდინოს ნაყარის სტრუქტურულ მთლიანობაზე და გაზარდოს გამორეცხვის რისკები, საჭირო სარემონტო სამუშაოების სიხშირე და მდინარეებში ნატანის მოხვედრის შესაძლებლობა, რაც ზემოქმედებას მოახდენს მიმდებარე გარემოზე (მაგ., სენსიტიური ან თევზების საბინადრო მდინარეები).

საფრთხე	ზემოქმედების ქვეშ მყოფი კომპონენტი	მგრძობელობის ქულა	ადაპტაციის უნარის დეფიციტის ქულა	მოწყვლადობა	ზემოქმედების აღწერა
	სავალი ნაწილი	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	მიუხედავად იმისა, რომ ტყის ხანძრების დროს ასფალტი ჩვეულებრივ არ იწვის, ხანძარმა შეიძლება ასფალტის ზედაპირზე გააჩინოს ბზარები, გამოიწვიოს დეფორმაცია და წარმოქმნას ორმოები, რაც კასკადურ ზემოქმედებას განაპირობებს.
	ანტისეისმური ელასტომერული/რეზინის საფენები	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ტყის ხანძარმა შეიძლება გამოიწვიოს მასალების გაფართოება და კომპონენტების ექსპლუატაციის ვადის შემცირება. ტყის ხანძრის შედეგად წარმოქმნილი სიცხე აუარესებს მასალების თვისებებს (დაბზარვა, აშრევა, და სხვ.) და ამცირებს კომპონენტების ექსპლუატაციის ვადას.
	ვენტილაცია	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ტყის ხანძრიდან წარმოქმნილ კვამლს შეუძლია გააუარესოს ადგილობრივი და რეგიონალური ჰაერის ხარისხი და შექმნას გვირაბების ვენტილაციის პრობლემა.
	ავარიული ავტოსადგომი/გასასვლელი	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ტყის ხანძარი, დაკვამლიანებისა და შესაძლო აალების გამო, ზღუდავს ავარიულ ავტოსადგომისა და გასასვლელის გამოყენების შესაძლებლობას.
	ელექტროენერჯია/განათება	2 - საშუალო	2 - საშუალო	საშუალო მოწყვლადობა	ტყის ხანძარს შეუძლია დააზიანოს ელექტროგადამცემი ანძები და ხაზები და ამით განაპირობოს ელექტროენერჯიის ადგილობრივი და რეგიონული გათიშვა ხანძრით მოცულ ტერიტორიებზე
	ავარიული/საევაკუაციო სისტემები	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ტყის ხანძარი, დაკვამლიანებისა და შესაძლო აალების გამო, ზღუდავს საავარიო და საევაკუაციო სისტემების გამოყენების შესაძლებლობას. ხანძრის დროს საევაკუაციო გზები შეიძლება გადაიტვიროს.
	მობილური	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ტყის ხანძარმა შეიძლება კავშირგაბმულობის ანძები და ხაზები დააზიანოს და შეზღუდოს ავარიული სიგნალების გადაცემის ან მობილური კავშირის შესაძლებლობა.
	ინტერნეტი	3 - მაღალი	3 - მაღალი	მაღალი მოწყვლადობა	ტყის ხანძარმა შეიძლება კავშირგაბმულობის ანძები და ხაზები დააზიანოს და შეზღუდოს ავარიული სიგნალების გადაცემის შესაძლებლობა ან ინტერნეტზე წვდომა.

5. დასკვნები და რეკომენდაციები

კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასება შესაბამისობაშია PIEVC-ის დიდი პორტფელების შეფასების სახელმძღვანელოს სკრინინგის ეტაპთან, აგრეთვე ISO 31000-თან: რისკების მართვა და ISO 14090/14091/14092-თან: ადაპტაცია კლიმატის ცვლილების სტანდარტებთან. შეფასების მიზანია, ადგილობრივ პარტნიორებს მიაწოდოს ინფორმაცია საგზაო ინფრასტრუქტურისა და დამხმარე აქტივების მოწყვლადი კომპონენტების შესახებ, რომელიც გამოყენებულ უნდა იქნას PIEVC პროტოკოლის სრული გამოყენებით კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული რისკების შემდგომ ანალიზში.

შეფასებამ გამოავლინა ის კლიმატური საფრთხეები, რომელთა მიმართ საგზაო და დამხმარე ინფრასტრუქტურა დაუცველია, დაადგინა მათი მგრძობელობა და ადაპტაციის უნარის დეფიციტი, აგრეთვე წარმოადგინა სავარაუდო კლიმატური ზღვრული მნიშვნელობები (კლიმატური საფრთხეების ინდექსები) მათი ალბათობის სამომავლო კვლევებისათვის. შესწავლილ იქნა ინფრასტრუქტურის ურთიერთქმედება კლიმატის თითოეულ საფრთხესთან. თითოეულ ურთიერთქმედებას მგრძობელობისა და ადაპტაციის უნარის შესაბამისი ქულები მიენიჭა. კლიმატური საფრთხეები, რომელიც საქართველოს საგზაო ინფრასტრუქტურის მოწყვლადობის ყველაზე მაღალ ხარისხს განაპირობებს არის მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი, ხანგრძლივი წვიმა, ექსტრემალური სიციხე და სითბური ტალღები, და ტყის ხანძარი.

მოწყვლადობის მაღალი ხარისხის მქონე ურთიერთქმედებებთან დაკავშირებით გაკეთდა შემდეგი კონკრეტული დასკვნები:

- ასფალტის საფარი დაუცველია ამ შეფასებაში განხილული საფრთხეების მაქსიმალური რაოდენობის მიმართ. 6 საფრთხის მიმართ (ტემპერატურის ცვლილება, ექსტრემალური სიციხე, სითბური ტალღები, ექსტრემალური სიცივე, მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი, და მრავალდღიანი ნალექი) ვლინდება მოწყვლადობის საშუალო ხარისხი, ხოლო 1 საფრთხის (ტყის ხანძარი) მიმართ - მოწყვლადობის მაღალი ხარისხი. სამომავლო კვლევებში გასათვალისწინებელია კლიმატური საფრთხეების ზემოქმედება ასფალტსა და გზების საფარზე, გზების საფარის ექსპლუატაციის ვადაზე ექსტრემალური სიციხისა და სიცივის პოტენციური ზემოქმედების გამო. მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული მასალების თვისებების დაქვეითება, რომელსაც ადგილი ექნება იმ შემთხვევაში, თუ გზის საფარის ნარევი სათანადოდ არ იქნება შერჩეული. ზემოქმედების ქვეშ მოქცეული ასფალტითა და გზის საფარით გამოწვეული რისკების შემდგომი კვლევა სრული PIEVC-ის შეფასების ფარგლებში უნდა ჩატარდეს.
- მოწყვლადობის პოტენციურად მაღალი ხარისხით ხასიათდება საგზაო ინფრასტრუქტურის სხვა რამდენიმე კომპონენტიც. ესენია ყრილები და სანიაღვრე არხები, მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექისა და მრავალდღიანი ნალექის მიმართ დაუცველობის გამო. რეგიონის რთული რელიეფის გამო ამ სახის მოვლენები განაპირობებს მგრძობელობისა და ადაპტაციის უნარის დეფიციტის მაღალ ხარისხს, მომავალში მეტეოროლოგიური მოვლენების მიერ ისეთი კასკადური ზემოქმედებების გამოწვევის შესაძლებლობას, როგორცაა მეწყერები და ღვარცოფები, აგრეთვე მოსული ნალექების მოცულობის მიერ წყალგამტარების საპროექტო

გამტარუნარიანობის გადაჭარბებასა და გზის გასწვრივ ღვარცოფული ნაკადების წარმოქმნას. რეგიონის მცხოვრებთათვის ალტერნატიული გზის არარსებობისა და ამ მოვლენების ისტორიის გათვალისწინებით (გარემოს დაცვის სამინისტრო, 2014 წ.) ეს ურთიერთქმედებები მგრძობელობის მაღალი ქულით შეფასდა. მიზანშეწონილია სადრენაჟო ინფრასტრუქტურასა და ყრილებზე ზემოქმედებებით განპირობებული პოტენციური რისკების შემდგომი კვლევა სრული PIEVC შეფასების ფარგლებში ჩატარდეს. ასეთი კვლევის პროცესში შეიძლება გამოყენებულ იქნას PIEVC-ის ახალი მწვანე პროტოკოლი, რომელიც შესაძლებლობას იძლევა, გათვალისწინებულ იქნას მიმდებარე ტერიტორიების მცენარეული საფარი და მისგან მომდინარე ის პოტენციური საფრთხეები და ზემოქმედებები, რომლებმაც შესაძლოა სადრენაჟო ინფრასტრუქტურასა და ყრილებზე კასკადური ზემოქმედებები გამოიწვიონ.

- ტყის ხანძართან დაკავშირებული ურთიერთქმედებები რიგი კომპონენტებისათვის, როგორცაა ასფალტის საფარი, ყრილი, ხიდის სავალი ნაწილი და სადებები, გვირაბის ვენტილაცია, სანიაღვრე არხი, და კავშირგაბმულობა, მოწყვლადობის მაღალი ქულით შეფასდა. თითოეული ამ კომპონენტის შემთხვევაში ადაპტაციის უნარის დეფიციტი მაღალი ქულით შეფასდა, ძლიერი ფიზიკური დაზიანების შესაძლებლობის, საგანგებო სიტუაციებზე რეაგირების ხარვეზებისა და მიწოდების ჯაჭვებში მოსალოდნელი შეფერხებების გამო. ასევე მაღალია მგრძობელობის ქულები ხანძარსა და ადამიანთა დაზიანების სისტემებში არსებული ხარვეზების, სარეზერვო დამზღვევი საშუალებები არარსებობის, სისტემის დამაზნეველი სირთულისა და კასკადური ზემოქმედებების შესაძლებლობის გამო. სასურველია, რომ სრული PIEVC შეფასების ფარგლებში დეტალურად იქნას შესწავლილი რეგიონში ტყის ხანძრების გაჩენის ალბათობა და მათი შედეგები და განხილულ იქნას სატრანსპორტო სისტემის ჭრილში. კლიმატური პროფილის მონაცემებით, ტყის ხანძარი რეგიონში სერიოზულ საფრთხეს არ წარმოადგენს. თუმცა, ამ სახის მოვლენებთან დაკავშირებული მოწყვლადობის მაღალი ხარისხის გამო, ტყის ხანძრების საკითხი დამატებით შესწავლას საჭიროებს.

მიუხედავად იმისა, რომ პროექტის ამ ფაზაში გამოვლენილ იქნა "მაღალი" და "საშუალო" ხარისხის მოწყვლადობები, მიზანშეწონილია შესაბამისი რისკების ბუნების შემდგომო შესწავლა სრული PIEVC შეფასების საფუძველზე.

გარდა ამისა, მიზანშეწონილია:

- კლიმატის ცვლილების ალბათობის სრული ანალიზის ჩატარება რეგიონის მასშტაბით სრული PIEVC პროტოკოლის გამოყენებით.
- მომავალში სრული PIEVC შეფასების ჩატარების ხელშეწყობის მიზნით, რეკომენდებულია დაინტერესებულ მხარეებს შორის, მათ შორის სახელმწიფო უწყებებს, გზების მართვაში ჩართულ ორგანოებს, კლიმატის შემსწავლელ მეცნიერებს, ინჟინრებს, ადგილობრივ მოსახლეობასა და მომხმარებლებს შორის თანამშრომლობის დამყარება. თანამშრომლობა შესაძლებელს გახდის მონაცემთა, ცოდნისა და საუკეთესო პრაქტიკის გაზიარებას, რაც ძალიან მნიშვნელოვანია მონაცემების შესაგროვებლად და მოწყვლადობისა და ზემოქმედებების შეფასების დეტალიზაციის დონის ასამაღლებლად. განახლებული კლიმატური მონაცემებისა და ინფრასტრუქტურის ტექნიკური ანგარიშების გარდა, ზემოქმედების კონტექსტის გასაგებად და მისი სიმძიმის დასადგენად აუცილებელია სხვადასხვა ტიპის მონაცემები. ესენია ტექნიკური მომსახურებისა და

საოპერაციო მონაცემები, როგორცაა ტექნიკური მომსახურების პრაქტიკა, ანგარიშები ავარიების შესახებ, ანგარიშები გზის მდგომარეობის შესახებ, საექსპლუატაციო შესაძლებლობები, საგანგებო სიტუაციებზე რეაგირების გეგმები და ანგარიშები ტექნიკური მომსახურების ჩატარებული სამუშაოების შესახებ. ასევე მნიშვნელოვანია მიწათსარგებლობის მონაცემები, მაგალითად მიწათსარგებლობის სახეები საგზაო ინფრასტრუქტურის მიმდებარე ტერიტორიებზე. სრულყოფილი შეფასების ჩასატარებლად საჭიროა ჰიდროლოგიური მონაცემებიც, მათ შორის ინფორმაცია სადრენაჟო სისტემებისა და მიწისქვეშა წყლების დონის შესახებ, აგრეთვე სოციალურ-ეკონომიკური ინფორმაცია ეკონომიკური საქმიანობებისა და მნიშვნელოვან ინფრასტრუქტურაზე მათი დამოკიდებულების შესახებ. ამ განსხვავებულ მონაცემთა სისტემების გამოყენება მოწყვლადობისა და ზემოქმედებების უფრო სრულყოფილად გაგების შესაძლებლობას იძლევა.

- დამატებითი ტექნიკური ანალიზის ჩატარების გასაადვილებლად, როგორცაა გეოსივრცული ანალიზი, მაღალი დონის მოწყვლადობის შეფასების შედეგების გამოყენება შეიძლება. გარდა ამისა, ჰიდროლოგიური მოდელების დახმარებით შესაძლებელია მოსალოდნელი წყალდიდობებისა და გზებზე მათი ზემოქმედების იდენტიფიცირება. ეს მიდგომა ითვალისწინებს ადგილობრივ ფიზიკურ პირობებს და იძლევა რეგიონული გზების მოწყვლადი სეგმენტების იდენტიფიცირებისა და პრიორიტეტიზაციის შესაძლებლობას.
- იდენტიფიცირებულ მოწყვლად ინფრასტრუქტურულ კომპონენტებზე კლიმატის საფრთხეების ურთიერთქმედების შედეგების დასადგენად, შეფასების პროცესში უნდა მოხდეს კონკრეტული ობიექტების ადგილზე დათვალიერება, ადგილობრივ მოსახლეობასთან კომუნიკაცია და უნდა ჩატარდეს სემინარები. ეს ღონისძიებები ხელს შეუწყობს კლიმატურ საფრთხეებთან დაკავშირებული რისკების უფრო საფუძვლიანად გაგებას.

6. სარგებელი და შესაძლებლობები

კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობისა და რისკების შეფასების ჩატარება და მათი რეკომენდაციების შესრულება მნიშვნელოვანი ფინანსური, სოციალური და გარემოსდაცვითი სარგებლის მომტანია. გაერო ხაზგასმით აღნიშნავს, რომ კლიმატის ცვლილების მიმართ მედეგ ინფრასტრუქტურაში ინვესტიციის ხარჯისა და სარგებლის თანაფარდობამ შესაძლოა 6:1-თან იყოს, რაც ხარჯებს მნიშვნელოვნად შეამცირებს და დიდ ეკონომიკურ სარგებელს მოიტანს². რისკების შეფასების რეკომენდაციების საფუძველზე შემუშავებული საადაპტაციო ზომების გატარებით ინფრასტრუქტურულ სისტემებს სხვადასხვაგვარი სარგებლის მიღება შეუძლიათ. პირველ რიგში, ეს არის ფინანსური სარგებელი, მათ შორის ტექნიკური მომსახურების ხარჯების შემცირება, რესურსების უკეთ განაწილება და ოპერაციების ოპტიმიზაცია. გარდა ამისა, კლიმატის მიმართ მედეგობის გათვალისწინება ინფრასტრუქტურის დაგეგმვაში გრძელვადიან პერსპექტივაში იცავს ინვესტიციებს, რისკების შერბილებისა და ინფრასტრუქტურის გამართული ფუნქციონირების უზრუნველყოფის გზით. მეორე - სოციალური სარგებელი, ვინაიდან კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის ზომები

² (UN,2019) <https://press.un.org/en/2019/sqsm19807.doc.htm>

ამლიერებენ საზოგადოებრივ უსაფრთხოებასა და მდგრადობას, კლიმატთან დაკავშირებული საფრთხეების წინაშე საზოგადოების გამძლეობისა და მათი დამღევის უნარის ამაღლების გზით. ბოლოს - გარემოსდაცვითი სარგებელი, ვინაიდან საადაპტაციო ზომების იდენტიფიცირება და განხორციელება ხელს უწყობს ეკოსისტემების შენარჩუნებას, ბუნებრივ რესურსებზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შემცირებას და მათი უმნიშვნელოვანესი ფუნქციების შენარჩუნებას, ეს ხშირად მათი მედეგობის გაძლიერებაში გამოიხატება.

7. შეზღუდვები

მოწყვლადობის წინამდებარე შეფასება და თანმხლები კლიმატური პროფილები მომზადდა შეფასების ჯგუფისთვის კვლევის მიმდინარეობის დროს ხელმისაწვდომი საუკეთესო ინფორმაციის გამოყენებით. შეფასებამ წარმოადგინა პოტენციური მოწყვლადობები, რომლებიც დაკავშირებულია საქართველოში მიმდინარე კლიმატს (1981-2010 წწ.), მომავალში მოსალოდნელ კლიმატსა და საგზაო ინფრასტრუქტურას შორის ურთიერთქმედებებთან, რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის რეგიონის საგზაო ინფრასტრუქტურაზე აქცენტით. კვლევაში გამოყენებული კლიმატური მონაცემები და ტენდენციები (მიმდინარე და სამომავლო პროგნოზები) მოპოვებულ იქნა სხვადასხვა წყაროებიდან, როგორც ეს მითითებულია ანგარიშის წინა თავებში. გამოყენებული ინფორმაციის წყაროებს შორის შესაძლო შეუსაბამობების გამოვლენის მიზნით, შეძლებისდაგვარად კლიმატური ინფორმაციის წყაროების ჯვარედინი გადამოწმება ჩატარდა.

მოწყვლადობის შეფასება და მისი რეკომენდაციები ეყრდნობა ამ შეფასების ჩატარების პერიოდსა და ფარგლებში ხელმისაწვდომ ინფორმაციას და მსგავსი შეფასებების ჩატარებაში მისი ავტორების გამოცდილებას. კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასება შესაბამისობაშია PIEVC-ის დიდი პორტფელების შეფასების სახელმძღვანელოს სკრინინგის ეტაპთან, აგრეთვე ISO 31000-თან: რისკების მართვა და ISO 14090/14091/14092-თან: ადაპტაცია კლიმატის ცვლილების სტანდარტებთან.

შერჩეული კლიმატური საფრთხეების ინტენსივობის ზღვრული მნიშვნელობების, აგრეთვე არსებულ კლიმატურ პირობებში კლიმატური საფრთხეების ალბათობის დასადგენად საჭირო მეტეოროლოგიური მონაცემები ემყარება GIZ-ის და ადგილობრივი პარტნიორების მიერ მოწოდებულ ინფორმაციას, აგრეთვე განახლებული მონაცემების ERA5 ბაზას. ითვლება, რომ ექსტრემალური მეტეოროლოგიური მოვლენები ხშირად ძალიან ლოკალურ ხასიათს ატარებს, ამიტომ შესაძლებელია, რომ შერჩეულ მეტეოროლოგიურ სადგურებს არ ჰქონდეთ დაფიქსირებული ზოგიერთი მოვლენის ინტენსივობა ან გაზომვის შედეგები არ იყოს რეპრეზენტატიული. ეს ხარვეზი გათვალისწინებულ იქნა კლიმატის ცვლილების მიმართ მედეგობის შეფასების მეთოდოლოგიაში და აგრეთვე გუნდის წევრების მიერ აქტივების ან ინფრასტრუქტურული ელემენტების მოწყვლადობის ანალიზის დროს.

მომავალში მოსალოდნელი კლიმატის პროგნოზები, რომლებიც ამ კვლევაში იქნა გამოყენებული, ემყარება შეწყვილებული მოდელის ურთიერთშედარების მეხუთე პროექტის (CMIP5) ფარგლებში შემუშავებულ პროგნოზირებულ კლიმატურ მონაცემებს. CMIP5-ში, რომლის საფუძველზეც მომზადებულია კლიმატის ცვლილების მთავრობათაშორისი პანელის (IPCC) ბოლოდროინდელი პუბლიკაციების დიდი ნაწილი, ჩართული იყო დაახლოებით 40 GCM. აშშ-ს აერონავტიკისა და კოსმოსური ადმინისტრაცია (NASA) NASA Earth Exchange-ის (NEX) გლობალური ყოველდღიური ლოკალიზებული პროგნოზების (GDDP) მონაცემთა ბაზაში იყენებს 21 მოდელიდან მიღებულ 42 კლიმატურ პროგნოზს მსოფლიო მასშტაბით საიმედო, მაღალი გარჩევადობის ლოკალიზებული კლიმატური პროგნოზების გასაკეთებლად (Thrasher et al., 2012). შეფასებისთვის კლიმატური პროფილების შესაქმნელად გამოყენებული იყო კლიმატის პროგნოზები ემისიების RCP4.5 და RCP8.5 სცენარებისთვის.

8. ლიტერატურა

- Barbero, R., H.J. Fowler, G. Lenderink and S. Blenkinsop. 2017. Is the intensification of precipitation extremes with global warming better detected at hourly than daily resolutions? *Geophysical Research Letters*, 44: 974-983. doi:10.1002/2016GL071917.
- Chen, C.-T. and R. Knutson. 2008. On the Verification and Comparison of Extreme Rainfall Indices from Climate Models. *Journal of Climate*, 21: 1605-1621. doi:10.1175/2007JCLI1494.1
- GIZ, 2021. *Report on Climate Change Hazards Analysis for Georgia*.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf
- Keetch, J.J., Byram, G.M., 1968. A Drought Index for Forest Fire Control. SE-38. Asheville, NC U.S. Dep. Agric. For. Serv. Southeast. For. Res. Pap., 35p.
- საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო, 2014. „მდ. რიონის აუზში წყალდიდობების, წყალმოვარდნებისა და გეოლოგიური საფრთხეების მართვის კლიმატისადმი მედეგი პრაქტიკის შემუშავების“ პროექტით გათვალისწინებული გეოლოგიური ანგარიში.
- Panthou, G., A. Mailhot, E. Laurence, and G. Talbot. 2014. Relationship between Surface Temperature and Extreme Rainfalls: A Multi-Time-Scale and Event-Based Analysis. *Journal of Hydrometeorology*, 15:1999-2011. doi:10.1175/JHM-D-14-0020.1.
- Prein, A.F., R.M. Rasmussen, K. Ikeda, C. Liu, M.P. Clark and G.J. Holland. 2016. The future intensification of hourly precipitation extremes. *Nature Climate Change*, 7: 48-52. doi:10.1038/nclimate3168.
- Seneviratne, S.I., N. Nicholls, D. Easterling, C.M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera and X. Zhang. 2012. Changes in Climate Extremes and their Impacts on the Natural Physical Environment. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 109-230. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX-Chap3_FINAL-1.pdf
- Taylor, K.E., R.J. Stouffer, and G.A. Meehl. 2012. An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93: 485-498. doi:10.1175/BAMS-D-11-00094.1

Thrasher, B., Maurer, E. P., McKellar, C., & Duffy, P. B., 2012: Technical Note: Bias correcting climate model simulated daily temperature extremes with quantile mapping. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(9), 3309-3314.

United Nations, 2019. For Every Dollar Invested in Climate-Resilient Infrastructure Six Dollars Are Saved, Secretary-General Says in Message for Disaster Risk Reduction Day. Statements and Messages. <https://press.un.org/en/2019/sgsm19807.doc.htm>

Westra, S., L.V. Alexander and F.W. Zwiers. 2013. Global Increasing Trends in Annual Maximum Daily Precipitation. *Journal of Climate*, 26: 3904-3918. doi:10.1175/JCLI-D-12-00502.1

დანართები

დანართი A მოწყვლადობის მატრიცა

ინფრასტრუქტურული სისტემა			კლიმატური საფრთხის ინდიკატორი																																													
			ტემპერატურა												ნალექი												კომპლექსური																					
სისტემა	ინფრასტრუქტურული კომპონენტი	ინფრასტრუქტურული ქვეკომპონენტი	ტემპერატურის ცვლილება				ექსტრემალური სიციხე				სითბური ტალღები				ექსტრემალური სიცივე				ნალექების რაოდენობის ცვლილება				SDHI (მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი)				მრავალდღიანი ნალექი				გვალება				ტყის ხანძარი													
			E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V										
სატრანსპორტო	საერთაშორისო/ მეორე რიგის/ ადგილობრივი მნიშვნელობის გზები და ავტომაგისტრალები	ნატეხი ქვით მოწყობილი ქვესაგები ფენა															x	M	M	M	x	M	M	M	x	M	M	M	x	M	M	M																
		ასფალტის საფარი	x	M	M	M	x	M	M	M	x	M	M	M	x	M	M	M	x	L	L	L	x	M	M	M	x	M	M	M	x	L	L	L	x	H	H	H										
		საყრდენი კედლები					x	L	L	L	x	L	L	L	x	M	M	M																														
		ყრილი					x	L	L	L	x	L	L	L					x	M	M	M	x	H	H	H	x	H	H	H	x	M	L	L	x	H	H	H										
		საფუძველი	x	L	L	L									x	M	L	L	x	L	L	L	x	M	M	M	x	M	M	M																		
	ხიდები	კოჭა					x	L	L	L	x	L	L	L																																		
		სავალი ნაწილი					x	M	M	M	x	M	M	M	x	M	M	M	x	L	L	L	x	M	L	L	x	M	L	L					x	H	H	H										
		ანტისეისმური ელასტომერული/რეზინის საფენები	x	L	L	L	x	M	M	M	x	M	M	M	x	L	L	L																	x	H	H	H										

პროექტი „PIEVC პროტოკოლისა და მასთან დაკავშირებული რეზურსების გამოყენება საქართველოში რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილების მიღების პროცესების გასაუმჯობესებლად“

ინფრასტრუქტურული სისტემა			კლიმატური საფრთხის ინდიკატორი																																			
			ტემპერატურა												ნალექი						კომპლექსური																	
სისტემა	ინფრასტრუქტურული კომპონენტი	ინფრასტრუქტურული ქვეკომპონენტი	ტემპერატურის ცვლილება				ექსტრემალური სიციხე				სითბური ტალღები				ექსტრემალური სიცივე				ნალექების რაოდენობის ცვლილება				SDHI (მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი)				მრავალდღიანი ნალექი				გვალება				ტყის ხანმარი			
			E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V
სისტემა	ინფრასტრუქტურული კომპონენტი	მოაჯირები/პარაპეტები/დამცავი ღობეები					x	L	L	L																												
		სავალი ნაწილის ფილა	x	L	L	L	x	M	L	L	x	M	L	L	x	M	M	M																				
		კოლოფა კოჭი																																				
		ტემპერატურული ნაკერები	x	L	L	L	x	M	M	M	x	M	M	M	x	M	H	H																				
		სანაპირო ბურჯი																	x	L	M	L	x	L	M	L												
		ბურჯი																	x	L	L	L	x	L	L	L	x	L	L	L								
	გვირაბები	კედლები																																				
		ვენტილაცია					x	H	M	H	x	H	M	H		L	L																		x	H	H	H
		ავარიული ავტოსადგომი/გასასვლელი																	x	L	L	L	x	L	L	L	x	L	L	L					x	M	M	M
		საყრდენი/საფუძველი																																				
		გვირაბის ჰიდროიზოლაცია																																				
		ელექტროენერჯია/განათება																	x	L	L	L	x	L	L	L	x	L	L	L					x	M	M	M
		ექსპლუატაცია და ტექნიკური მომსახურება					x	H	H	H	x	H	H	H	x	M	M	M	x	L	L	L	x	M	L	L	x	M	L	L								
		ავარიული/საევაკუაციო სისტემები					x	L	L	L	x	L	L	L	x	L	L	L		L	L		x	M	H	H									x	H	H	H

პროექტი „PIEVC პროტოკოლისა და მასთან დაკავშირებული რესურსების გამოყენება საქართველოში რისკზე ინფორმირებული გადაწყვეტილების მიღების პროცესების გასაუმჯობესებლად“

ინფრასტრუქტურული სისტემა			კლიმატური საფრთხის ინდიკატორი																																			
			ტემპერატურა								ნალექი								კომპლექსური																			
სისტემა	ინფრასტრუქტურული კომპონენტი	ინფრასტრუქტურული ქვეკომპონენტი	ტემპერატურის ცვლილება				ექსტრემალური სიციხე				სითბური ტალღები				ექსტრემალური სიცივე				ნალექების რაოდენობის ცვლილება				SDHI (მაღალი ინტენსივობის მქონე ხანმოკლე ნალექი)				მრავალდღიანი ნალექი				გვალება				ტყის ხანძარი			
			E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V	E	S	A	V
წყლის მართვა	სანიაღვრე არხი						x	L	L	L	x	L	L	L	x	L	L	L	x	M	M	M	x	H	H	H	x	H	M	H	x	M	M	M	x	L	L	L
საზოგადოებრივი სერვისები	კომუნიკაციები	მობილური																					x	L	L	L									x	H	H	H
		ინტერნეტი																					x	L	L	L									x	H	H	H

E – გამოვლინება/დაუცველობა

S – მგრძობელობა

A – ადაპტაციის უნარის დეფიციტი

V – მოწყვლადობა

L – დაბალი

M - საშუალო

H - მაღალი

დანართი B მოწყვლადობის შეფასებისთვის შესწავლილი რესურსები

	ავტორი	წელი	დოკუმენტის სახელწოდება	დოკუმენტის ტიპი
კონტექსტი	საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო	2019	საქართველოს მეორე განახლებული ორწლიური ანგარიში გაერთიანებული ერების კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისადმი, 2019 წ.	ანგარიში
	კლიმატის ფორუმი აღმოსავლეთში (CFE) და საქართველოს კლიმატის ცვლილების ეროვნული ქსელი ანა რუხაძე, ინა ვაჩიბერიძე და მარინა ფანდოვეა	2014	კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შეფასება: საქართველო	ანგარიში
	კატასტროფების რისკის შემცირებისა და გარემოს მდგრადი განვითარების ხელშეწყობის საქართველოს ეროვნული კომიტეტი	2010	ვინ, რას და სად საქმიანობს კატასტროფების რისკის შემცირების სფეროში საქართველოში - მეორე გამოცემა	ანგარიში
	საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო	2021	საქართველოს კლიმატის ცვლილების მეოთხე ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის მიმართ	ანგარიში
	მარიამ შოთაძე და ელისო ბარნოვი	2011	ტექნიკური ანგარიში 2. რიონისა და ალაზანი-ივრის მდინარეთა აუზების სწრაფი შეფასება	ანგარიში
გეოსივრცული	საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო	2014	„მდ. რიონის აუზში წყალდიდობების, წყალმოვარდნებისა და გეოლოგიური საფრთხეების მართვის კლიმატისადმი მედეგი პრაქტიკის შემუშავების“ პროექტით გათვალისწინებული გეოლოგიური ანგარიში	ანგარიში

	-	2021	საინფორმაციო გეოლოგიური ბიულეტენი 2021: რაჭა-ლეჩხუმი - ქვემო სვანეთის ტერიტორია	ბიულეტენი
	გარემოს ეროვნული სააგენტო	2022	მეტეოროლოგიური მონაცემები	მონაცემები
	GIZ		საქართველოს გეოლოგიური რუკები	რუკები
ინფრასტრუქტურა	საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტრო	2022	საგზაო უსაფრთხოების ეროვნული სტრატეგია	ანგარიში
	საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტროს საავტომობილო გზების დეპარტამენტი (RDMRDI)	2016	ტომი II გზების პროექტი -3	ტექნიკური ნახაზები
	საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტროს საავტომობილო გზების დეპარტამენტი (RDMRDI)	2016	E-60 ავტომარშრუტის ზემო ოსიაური - არგვეთას მონაკვეთის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების განახლება და E-60 ავტომარშრუტის ზემო ოსიაური - ჩუმათელეთის მონაკვეთის დეტალური საინჟინრო პროექტის მომზადება: ღონისძიება - 2-ის საბოლოო ანგარიში	ანგარიში
	საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტროს საავტომობილო გზების დეპარტამენტი (RDMRDI)		ხედვა - გზები და ავტომარშრუტები საქართველო	პრეზენტაცია

	საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტროს საავტომობილო გზების დეპარტამენტი (RDMRDI)	2016	E-60 ავტომაგისტრალის ზემო ოსიაური – არგვეთას მონაკვეთის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების განახლება და E-60 ავტომაგისტრალის ზემო ოსიაური - ჩუმათელეთის მონაკვეთის დეტალური საინჟინრო პროექტის მომზადება: რეკომენდებული სასურველი კონფიგურაციის ტექნიკური აღწერა ტომი IV-1	ტექნიკური ნახაზები
	საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტროს საავტომობილო გზების დეპარტამენტი (RDMRDI)	2016	E-60 ავტომაგისტრალის ზემო ოსიაური – არგვეთას მონაკვეთის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების განახლება და E-60 ავტომაგისტრალის ზემო ოსიაური - ჩუმათელეთის მონაკვეთის დეტალური საინჟინრო პროექტის მომზადება: რეკომენდებული სასურველი კონფიგურაციის ტექნიკური აღწერა ტომი IV-2	ტექნიკური ნახაზები
	GIZ	2022	საქართველოს GIS	შეიპფაილები