

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ბაკურ ჯინორია

თბილისის რელიეფის და ლანდშაფტების ტრანსფორმაციის შეფასება

გეომორფოლოგია, კარტოგრაფია და ლანდშაფტური დაგეგმარება

ნაშრომი შესრულებულია გეოგრაფიის მაგისტრის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

ხელმძღვანელი: ნოდარ ელიზბარაშვილი

პროფესორი

თბილისი 2019

სარჩევი

ანოტაცია	3
Annotation	4
შესავალი	5
1. პრობლემის აქტუალობა.....	6
1.2. არსებული გამოკვლევები	9
2. კვლევის მიზანი და ამოცანები	9
3. მეთოდოლოგია.....	10
4. საკვლევი ტერიტორიის ფიზიკურ - გეოგრაფიული თავისებურებანი	16
4.1. მდებარეობა და საზღვრები	16
4.2. ხაზობრივი სტრუქტურები და მორფოსტრუქტურები	16
4.3. ჰიდროგრაფიული თავისებურებები	19
4.4. გეოლოგიური აგებულება.....	22
4.5 ნიადაგები	25
4.6 მცენარეულობა.....	26
4.7 ლანდშაფტები	28
4.8. კლიმატი.....	30
4.9 გეომორფოლოგიური თავისებურებანი	33
5. რელიეფის ანთროპოგენური ტრანსფორმაცია და თანამედროვე ეგზოდინამიკური პროცესები.....	36
6. კვლევის შედეგები.....	39
7. დასკვნა.....	47
გამოყენებული ლიტერატურა.....	49

ანოტაცია

გეოგრაფიული ანალიზის კომპლექსური ხასიათი, ბუნებრივი, სოციალური ეკონომიკური თუ ეკოლოგიური მოვლენების და პროცესების სივრცე-დროითი თავისებურებების კვლევა, ბუნებრივი რესურსების პოტენციალის შესწავლა, პლანეტარული და რეგიონული ეკოლოგიური პრობლემების ურთიერთკავშირების შესაძლებლობა, გეოგრაფიულ მეცნიერებას განსაკუთრებით აქტუალურს ხდის. ამჟამად მდგრადი განვითარების სივრცითი (ლოკალური, რეგიონული და გლობალური) თავისებურებების კვლევა გეოგრაფიის ძირითადი ამოცანაა, რითაც იგი არსებითად განსხვავდება და გამოირჩევა სხვა მეცნიერებებისაგან.

ცნობილია, რომ ანთროპოგენურ ზეგავლენას და ტრანსფორმაციას ყველაზე მეტად დიდი ქალაქები განიცდიან. ამიტომაც არის, რომ თანამედროვე ქალაქები განიხილება, როგორც ტიპიური ანთროპოგენული სისტემა, სადაც შეუცვლელი ბუნებრივი ლანდშაფტი თითქმის აღარ არსებობს, ხოლო ანთროპოგენული ლანდშაფტის პოზიტიური მდგომარეობა ვერ გვექნება ადამიანის გააზრებული ხელშეწყობის გარეშე.

ამ მხრივ განსაკუთრებულად რთული მდგომარეობა გვაქვს თბილისში, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა იზრდება ძალიან სწრაფად რაც პირდაპირ აისახება მის განაშენიანებაზე. აქედან გამომდინარე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სწორ ურბანულ დაგეგმარებას. თბილისი გეომორფოლოგიური და ლანდშაფტური კუთხით ძალიან მრავალფეროვანია და გეო-ეკოლოგიური კატასტროფების თვალსაზრისითაც მიეკუთვნება უკიდურესად „არაჯანსაღი“ ქალაქების ჯგუფს. რაც კატასტროფულად მოქმედებს ქალაქის არასწორად დაგეგმარებულ უბნებზე.

Annotation

The complex character of geographical analysis, natural, social, economic and ecological phenomena, research of space-time peculiarities of the processes, research of natural resources, the possibility of interconnection with global and regional - ecological problems makes geographical science especially relevant. At present, research on the spatial (local, regional and global) peculiarities of sustainable development is the main task of geography that is substantially different and is distinguished from other sciences. It is known that the biggest anthropogenic influence is on the largest cities in the world. That is why modern cities are treated as a typical anthropogenic system, where unchangeable natural landscapes almost don't exist, And we can not have a positive sense of anthropogenic landscape without conscious assistance by the human being. In this regard we have a particularly difficult situation in Tbilisi, where the number of population is growing rapidly, which is directly reflected on its development. Hence the importance of urban planning is given. Tbilisi is very diverse in terms of geomorphology and landscape, as it makes clear that in terms of geological and geo-ecological catastrophe, Tbilisi belongs to the extremely unhealthy cities list. Which is catastrophically affecting the city's improperly planned areas.

შესავალი

ადამიანების მოსახლეობის ზრდა და მისი მიგრაცია სოფლიდან ურბანულ ტერიტორიებში იძულებულს ხდის ქალაქს რომ გაფართოვდეს და განიცადოს ტრანსფორმაცია (Rosinda Leonor Pato, Paula Castro & Alexandre O. Tavares (2015). თბილისში მოსახლეობის რაოდენობა ბოლო წლების განმავლობაში საგრძნობლად გაიზარდა და განაგრძობს ზრდას მიმდინარე წელს თბილისის მერიის ინფორმაციით მოსახლეობა 1200000 აღემატება, უკანასკნელი აღწერების მიხედვით თბილისში მოსახლეობა 1 118 035 ადამიანია, რაც წინა წლებთან შედარებით 3.4 პროცენტით მეტია, თუმცა ასევე აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ მოხდა თბილისის ტერიტორიების გაფართოება მცხეთისა და გარდაბნის მუნიციპალიტეტების ყოფილი დასახლებების ხარჯზე და ამან გამოიწვია მოსახლეობის სიმჭიდროვის კლება (ნავთლული, ზემო ავლაბარი, მეტრომშენი). (საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური 2019). რაც პირდაპირ კავშირშია ქალაქის განაშენიანებასთან. აღსანიშნავია რომ ოპტიმალურად ასათვისებელი ფართობები პრაქტიკულად აღარ არის, ეს გარემოება მით უფრო არსებითია, რომ განაშენიანებისათვის ადამიანი ხშირად იძულებულია გამოიყენოს ფიზიკური თვალსაზრისით სულ უფრო და უფრო ნაკლებად ხელსაყრელი უბნები.

21-ე საუკუნის დასაწყისიდან ქალაქი მოიცვა ქალაქმშენებლობის ბუმმა და ტერიტორიის ათვისება წარიმართა საინჟინრო-გეოლოგიური თვალსაზრისით ისეთ მხელად რეალიზებად სივრცეებში, რომელიც ახლო წარსულში მეთოდოლოგიურად ითვლებოდა მიუღებლად. თანაც, როგორც პრაქტიკა გვიჩვენებს შემდეგი ტექნო-გეოლოგიურ პროცესებთან დაკავშირებული გართულებების უმეტესობა გამოწვეულია სამშენებლო პროექტებისათვის საჭირო გეოლოგიური ინფორმაციის უკმარისობით. ამას ემატება ბოლო პერიოდში, გეოლოგიური გარემოს მაღალ სენსიტიურობასთან ერთად, პროცესმაპროვოცირებელი კლიმატურ-მეტეოროლოგიური ფაქტორების მკვეთრი ცვალებადობა (2015 წლის 13-14 ივნისის განვითარებული სტიქიის წარმოშობის ძირითად მიზეზს წარმოადგენდა მდინარე ვერეს და მისი შენაკადების აუზში მოსული დიდი ოდენობით ნალექი მოსულმა წვიმამ გაააქტიურა ნიადაგის ეროზიული და მეწყრული პროცესები) და მიწისძვრების გააქტიურება (17:41 სთ-ზე აღინიშნა. მაგნიტუდა 4,5, მიწისძვრის სიმძლავრე ეპიცენტრში - 7 ბალი. ეპიცენტრი იყო ჩუღურეთიდან თბილისის ზღვის მიმართულებით. დაიღუპა 5 კაცი, დაზიანდა 12 ათასი შენობა, განსაკუთრებით ძველ უბნებში - ჩუღურეთში, სოლოლაკში, ნაძალადევში, მთაწმინდის რაიონში. პირდაპირმა ზარალმა 300 ათასი დოლარი შეადგინა, თუმცა რეალური ზარალი უფრო

მეტი იყო) (ე. წერეთელი 2017). თბილისის რელიეფის და ლანდშაფტების ტრანსფორმაციის შეფასება უკავშირდება ისეთი საკითხების შესწავლას, როგორცაა: გეოლოგიური, გეომორფოლოგიური, კლიმატური, ჰიდროლოგიური, ბიოგეოგრაფიული, ლანდშაფტური, ეკოლოგიური, სოციალურ-ეკონომიკური და დემოგრაფიული ინფორმაციის ანალიზს და სინთეზს. გარემოზე ადამიანის ზემოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს ბუნებრივი ლანდშაფტების დეგრადაცია და უარყოფითი ტრანსფორმაცია, რაც საბოლოოდ გავლენას ახდენს ბუნებრივ პირობებზე, ეკოსისტემებზე, და საბოლოოდ სოციალურ - ეკონომიკურ მდგრადობაზე (e.g. Pikelj and Jurac´ic´ 2013).

ჩატარებული კვლევა წარმოადგენს სამოდელო კვლევას და ისეთი რთული გეო-ეკოლოგიური და ლანდშაფტური თავისებურებების მქონე ქალაქისთვის როგორც თბილისია მსგავსი ინტერდისციპლინარული კვლევა საჭიროებას წარმოადგენს. შედეგი მიღებული იქნება დიდი სიზუსტით რაც საყრდენი და წინაპირობა გახდება მთლიანი ქალაქის ლანდშაფტური დაგეგმარებისთვის. ლანდშაფტური დაგეგმარება, თავისი არსით სამეცნიერო-პრაქტიკული ამოცანების გადაჭრის ხელსაყრელი ინსტრუმენტია. მისი მეშვეობით შესაძლებელია ბუნებრივი გარემოს ცალკეული კომპონენტების და ლანდშაფტების თანამედროვე მდგომარეობის, მნიშვნელობის, პოტენციალის, მდგრადობის და სოციალურ-ეკონომიკური ფუნქციების შესახებ ინფორმაციის სისტემატიზაცია, მიზეზ-შედეგობრივი ანალიზი და სინთეზი (ნ. ელიზბარაშვილი 2017).

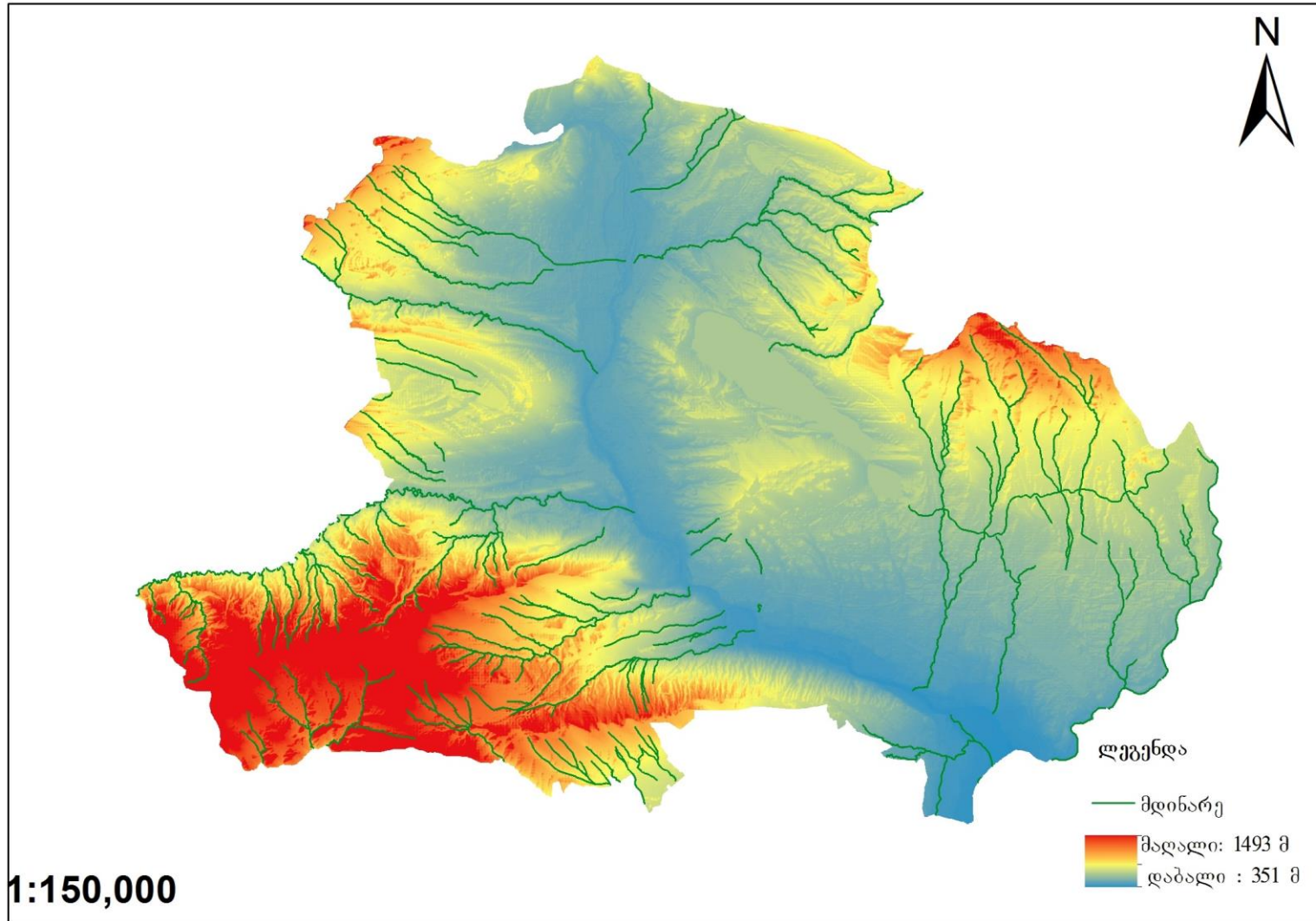
1. პრობლემის აქტუალობა

1.1. ურბანული გეომორფოლოგია

ანთროპოგენური ზემოქმედება ბუნებრივ გარემოზე ეკოლოგიურ გარემოზე მოსახლეობის ზრდის პროპორციულია. ამგვარმა ზეგავლენამ შესაძლოა გავლენა მოახდინოს ბუნებრივ პირობებზე, განსაკუთრებით კი ბუნებრივ გარემოში არსებულ ეკოსისტემებზე (Bohnet and Pert 2010). ბუნებრივი და ანთროპოგენური სისტემების ურთიერთკავშირი მოითხოვს მრავალმხრივ ანალიზს, რომელიც მოიცავს გარემოსდაცვით, ეკოლოგიურ, ეკონომიკურ და სოციალურ კომპონენტებს.

ურბანული გეომორფოლოგია კვლევის სწრაფად განვითარებადი ინტერდისციპლინარული დარგია, რომელიც თავის თავში აერთიანებს ურბანიზაციის ეფექტებს, განაშენიანებას (დადებითი და უარყოფითი, პირდაპირი

რუკა. 1 თბილისი ცივრული სასიმალო მოდელი ბ. ჯინორია



და არაპირდაპირი), ბუნებრივ ფორმებს მათ ტრანსფორმაციას (გეომორფოლოგია) და ანთროპოგენურ სტრუქტურებს. გეო-ეკოლოგიურად ისეთ აქტიურ ქალაქებში როგორი თბილისია ეგზოგეოდინამიკურ პროცესებს (გეოლოგიური პროცესები: მეწყერი, ღვარცოფი, ქვათაცვენა) უკავიათ დიდი როლი. ამ დისციპლინაში ფართოდ გამოიყენება ისეთი სისტემები და მოდელები როგორც არის: Arc GIS, Remote sensing, DEM, Drone mapping. გამომდინარე იქიდან, რომ ქალაქში ოპტიმალურად ასათვისებელი ფართობები პრაქტიკულად ამოწურულია, ქალაქის გაფართოება და დაპროექტება მშენებლობა მიმდინარეობს უკიდურესად რთულ მორფოსტრუქტურულ და საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებში - იკვეთება ისეთი დიდი დახრილობის და ენერგეტიკულად მაღალი გრავიტაციული პოტენციალის მქონე ფერდობები, როგორებიც არიან მამადავითის, ნუცუბიძის, იყალთოს, ნაძალადევი-მახათის, მდ.მდ. ვერეს, დიდმურას და გლდანისწყლის აუზებში შემავალი ფერდობები, ასევე ქალაქის ქვაბულის სივრცეში საყოფაცხოვრებო ნარჩენებისა და ტექნოგენური გრუნტებით დამარბული ნახევრად მშრალი ხევები და მაღალი რემიდაციულ-რეცეფტორული თვისებების მქონე განსაკუთრებული შედგენილობის, მდგომარეობისა და თვისებების მქონე ტბიურ-ჭაობიანი ნალექები, რომლებიც ტექნოგენურ გრუნტთან ერთად მიეკუთვნებიან უკიდურესად დაბალი საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების მქონე ქანებს გამოირჩევიან მეტად მაღალი რეაქციით ტექნოგენური დატვირთვისადმი და გეოდინამიკური პროცესების მაღალი გააქტიურებით.

მით უმეტეს, ქალაქის სივრცეში, ისედაც რთული გეოლოგიური გარემოს პირობებში, ეგზოგეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების პროვოცირების კლიმატური და სეისმური ფაქტორების გამოძახილთან ერთად, მეწყერულ-გრავიტაციული მოვლენების პროგნოზირებაში ვფიქრობთ დომინანტი ადგილი მაინც ანთროპოგენულ დატვირთვის უკავია. მიგვაჩნია, რომ ამის პირდაპირი მაჩვენებელი უნდა იყოს მეწყერულ-გრავიტაციული მოვლენების მონაცემები, რომელიც თუ 2000 წლისათვის 60 ერთეულის საზღვრებში იყო დარეგისტრირებული, დღეისათვის მათი რიცხვი 500 აღემატება და 2017-2018 წლებში გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგიის დეპარტამენტის მიერ მთლიანად შესწავლილი იქნა (გარემოს ეროვნული სააგენტო 2019).

1.2. არსებული გამოკვლევები

თბილისზე არერთი სამეცნიერო ნაშრომია მიძღვნილი

აღსანიშნავია თბილისის გეოლოგიურ და გეომორფოლოგიურ პირობებზე არსებული ნაშრომები (ა. რეინჰარდი, ე. პახანოვი, ალ. ჯანელიძე, ი. კაჭარავა ი. ჯიბლაძე დ. წერეთელი, მ.ძველაია, გ. ჯაფარიძე, ვ. ალფაიძე, ი. ბონდირევი და სხვ.). ვრცლად განხილულია გეომორფოლოგიურ თავისებურებანში.

თანამედროვე კვლევებიდან გამოსარჩევია „საქალაქო აგლომერაციების ლანდშაფტური დაგეგმარების მეთოდოლოგია“ (ნოდარ ელიზბარაშვილი, გიორგი მელაძე, ელენე სალუქვაძე, დავით სვანაძე 2015წ) სადაც ასახულია ლანდშაფტური გეგმის დონეზე განხილულია ლანდშაფტური დაგეგმარების ევროპული გამოცდილება, ურბანული ტერიტორიის ლანდშაფტური დაგეგმარების ძირითადი პრინციპები, მიწათსარგებლობის კონცეფციები და მეთოდოლოგიის თავისებურებანი, თბილისის გენერალური გეგმის ეკოლოგიური პრობლემატიკა და გეგმარებითი მიზნები.

უნდა აღინიშნოს 2017-19 წლებში ჩატარებული კვლევა „თბილისის ტერიტორიის გეოლოგიური საფრთხეების ზონირების რუკის“ შესადგენად რომელიც გამოვა 2019 წლის სექტემბერში, კვლევა ხორციელდება საქართველოს სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტოს გეოლოგიის დეპარტამენტის მიერ. 60 ზე მეტი სავლე გასვლით, რა დროსაც გამოვლენილი, შეფასებული და დაკადასტრებული იქნა 500-ზე მეტი გრავიტაციული პროცესი (გარემოს ეროვნული სააგენტო 2017-2019).

2. კვლევის მიზანი და ამოცანები

კვლევის მთავარი ამოცანაა განხორციელდეს თბილისის რელიეფის და ლანდშაფტების ტრანსფორმაციის შეფასება რაც თავისთავში მოიცავს ადამიანის საცხოვრებელი არეალის არსებული სახის და სამომავლო ცვლილების რაციონალურ დაგეგმვას.

კვლევის მიზნებია:

- ქალაქის მოსახლეობის მატების (ურბანიზაციის) დამოკიდებულება გეოეკოლოგიურ გარემოსთან და შესაძლო შედეგების - ტრანსფორმაციის ანონსი;
- მოხდეს თბილისის მასშტაბით სტიქიური - გეოლოგიური პროცესების შეფასება;
- თბილისის ტერიტორიის სივრცეში არსებული ქანების (გრუნტების) საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების შეფასება და მათი სივრცობრივი

გავრცელების გაგება, სამომავლოდ 3D ფორმატში შესატანად და ქალაქის რელიეფის ტრანსფორმაციის დეტალურად გასაგებად.

ლანდშაფტური დაგეგმარების ინტეგრირებული მიზნები რეკომენდირებულია შემუშავდეს სოციალურ-ეკონომიკური პრობლემების (მათ შორის რეალური გამოყენების და თანამედროვე მდგომარეობის გათვალისწინებით), ტერიტორიის რესურსული პოტენციალის და ცალკეული ბუნებრივი კომპონენტის ფორმულირებული მიზნების ანალიზის საფუძველზე. კონცეფცია (რუკის სახით) მუშავდება იმ მიზნით, რათა:

- გამოიყოს ის ტერიტორიები, რომელთათვის რეკომენდირებულია ბუნებრივი გარემოს შენარჩუნება და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარება;
- განისაზღვროს ის ტერიტორიები, რომლებიც გამოირჩევიან ეკოლოგიური პრობლემებით და რომელთათვის საჭიროა მიღებულ იქნას განსაკუთრებული ღონისძიებები მათი გაუმჯობესებისთვის;
- დაზუსტდეს ტერიტორიის განვითარების ძირითადი მიმართულებები.

3. მეთოდოლოგია

ველზე გასვლის წინ აუცილებელია: ყველა იმ აღჭურვილობის შეკრება, რომელიც გვესაჭიროება; ნებისმიერი უსაფრთხოების საკითხის შეფასება; საჭიროების შემთხვევაში საკვლევ ტერიტორიაზე კვლევების ჩატარების ნებართვა. აღჭურვილობის ტიპი და როდენობა დამოკიდებულია იმაზე თუ კონკრეტულად რა სახის საველე კვლევების ჩატარება არის დაგეგმილი. ქვემოთ ვიძლევიტ იმ ძირითადი აღჭურვილობის სიას, რომელიც საჭიროა საველე კვლევებისთვის (გაფრინდაშვილი გ. 2015),

საფრთხეების რუკების შედგენის მეთოდოლოგია - პროცესების საშიშროების რისკის შეფასება ხდება სხვადასხვა მეთოდით, როგორც რაოდენობრივი ისე ხარისხობრივი შეფასებით. თუმცა რა თქმა უნდა ამისათვის საჭიროა არსებობდეს ინფორმაცია რათა სრულყოფილად იქნას შეფასებული საშიშროების რისკი. მეთოდოლოგია რომელიც გამოყენებული იქნა საფრთხეების რუკის შედგენისთვის იწოდება სტატისტიკური მეთოდი (G. Gaprindashvili, და სხვ. 2014; გაფრინდაშვილი გ. 2016; Gaprindashvili G. და სხვ. 2018).

საველე კვლევების დროს გამოყენებული ინვენტარები

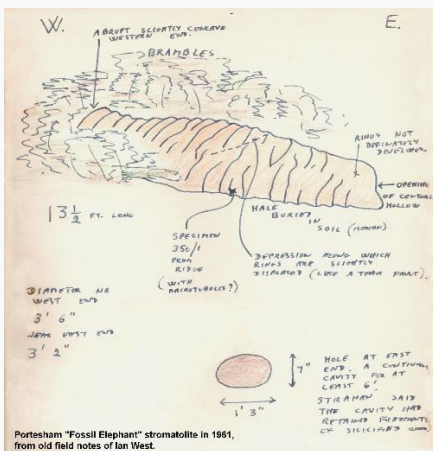
სურ. 1



სურ. 2



სურ. 3



სურ. 4



კვლევის მეთოდთა ითვალისწინებს საველე და კამერალურ კვლევებს. გამოყენებული იქნება როგორც კარტოგრაფიული მეთოდი გეომორფოლოგიური ანალიზისთვის და ურბანული დაგეგმარებისთვის GIS სისტემაში. უშუალოდ სტიქიური პროცესების (მეწყერი, ქვათაცვენა) შესაფასებლად გამოყენებული იქნა ე. წერეთლის მიერ შემუშავებული მეთოდოლოგია.

ცხრილი. 1

მეწყერის ფურცელი

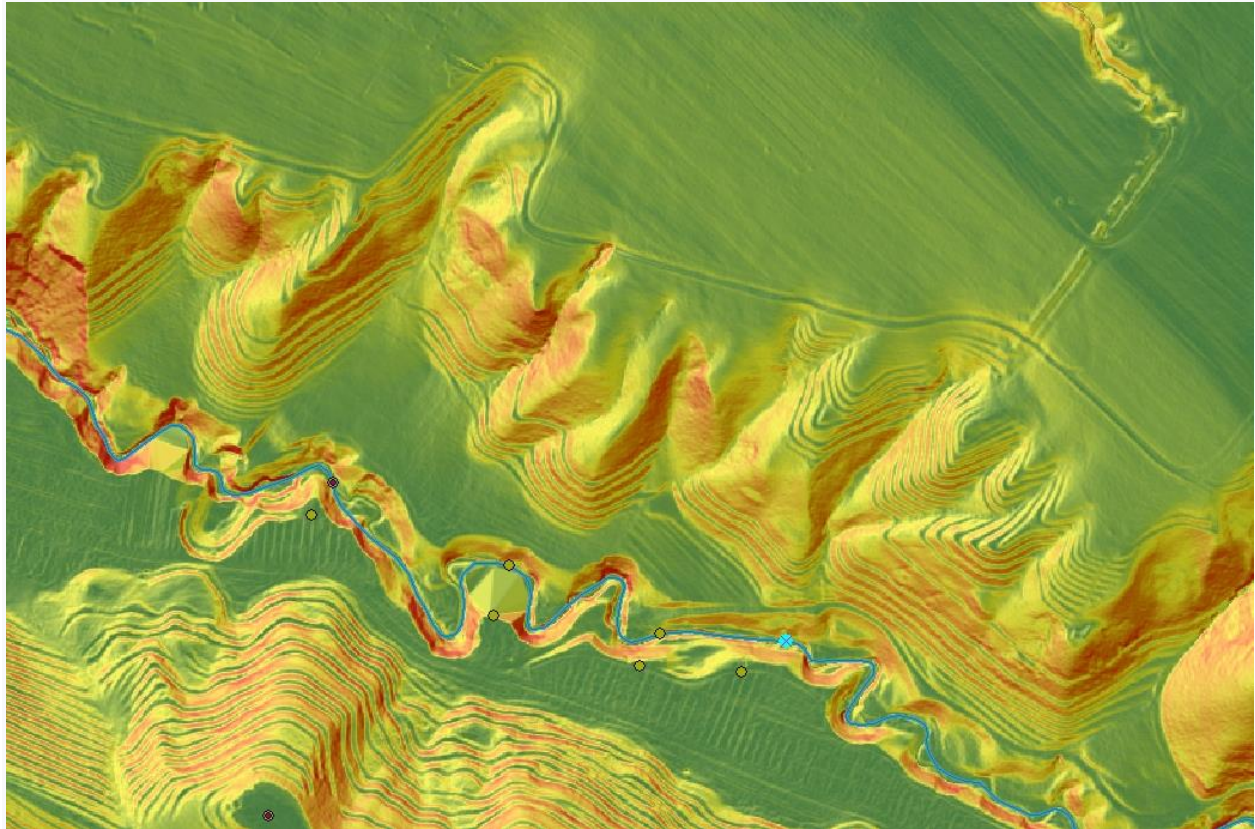
შემსრულებელი: ბ. გინორია წ. 2019

1	მეწყერის # რუკაზე	№ 266
2	ადგილმდებარეობა	ადგილის კოორდინატები: X-473255; Y-4613688. მდ. მტკვრის მარჯვენა სანაპირო, წყნეთი-ახალდაბის მეწყერი.
3	მეწყერული ფურცლის გენეზისი და რელიეფის ხასიათი	ჩრდილოური ექსპოზიციის ეროზიულ-დენუდაციური გენეზისის ფერდობი, დახრილობა 35-40-50°
4	მეწყერული ფურცლის გეოლოგიური აგებულება	ფერდობი გეოლოგიური თვალსაზრისით აგებულია ქვედა ოლიგოცენური ასაკის ხაღუმის ჰორიზონტის (P ₃) თიხებით და თხელშრებრივი ქვიშაქვების შუამრეებით.
5	მეწყერული ფურცლის ჰიდროგეოლოგიური პირობები	გრუნტის წყლების გამოსავლები არ ფიქსირდება.
6	მეწყერის მდებარეობა ფერდობის ბაზისის მიმართებით	მეწყერი ბაზისი არის ხევის კალაპოტი.
7	მეწყერული სხეულის საერთო დახასიათება	მეწყერის ფართობია ჰა, სიგრძე 1009 მ, სიგანე 283მ.
8	მეწყერული სხეულის აგები ქანები (გეოლოგიური ინდექსი) და მათი საინჟინრო გეოლოგიური დახასიათება	მეწყერული სხეული აგებულია თანამედროვე (Q ₂) ნალექებით.
9	მეწყერის ტიპი და მისი სიღრმე	მეწყერი არის მოწყვეტითი ტიპის.
10	შედარებითი ასაკი და მეწყერის აქტიურობის ხარისხი	მეწყერი აქტიურია ნელი დინამიკით.
11	მეწყერის წარმოშობის მიზეზები	ატმოსფერული ნალექებით გრუნტების გადატენიანება, ფიზიკური გამოფიტვა, ფერდობის დახრილობა, კლიმატური და გეოლოგიურ-მორფოლოგიური ფაქტორები.
12	მეწყერის მიერ გამოწვეული ზარალი და საშიშროების რისკი	მეწყერი საშიშროებას მოსახლეობისთვის ან ინფრასტრუქტურისთვის არ წარმოადგენს
13	მეწყერის მიმდებარე ფერდობების მდგრადობის დახასიათება	მეწყერის მიმდებარე ფერდობები არამდგრადია.
14	მეწყერული სხეულისა და მიმდებარე ფერდობების მდგრადობის ღონისძიებების უზრუნველყოფა	მოსალოდნელი არასასურველი შედეგით მიღებული ზიანი იმდენად მცირეა რომ ღონისძიების გატარება არამიზანშეწონილია.

Activa
Go to Se

ეროზიისგან გამოფიტული მასის დასაანგარიშებლად გამოყენებული იქნა (Marie-Luise Blue 2017) მეთოდი და ArcGIS სივრცული ანალიზი.

სურ. 5 მდ. ვერეს ეროზიული ხეობა



ხარისხობრივი და ნახევრად-რაოდენობრივის რისკების შეფასების მეთოდი (Koirala and Watkins 1988) მისი მეშვეობით სპეციალური ფორმულით დადგინდა ზოგიერთი სტიქიური პროცესის ხასიათი და შემდეგ „შედეგების კოეფიციენტის“ რაც გვაჩვენებს თუ რა ზიანის მოტანა შეუძლია სტიქიურ პროცესს გარემოსთვის.

ცხრილი. 2

სტაბილურობის კოეფიციენტი	
E სიმაღლე H მ	გრუნტიანი ფერდობი (H x 1) : 100 კლდოვანი ფერდობი (H x 0.5) : 100 შერეული მასალა (H x 1) : 100
F ფერდობის დახრის კუთხე (კლდოვანი მასივის)	90°=10 >80°=8 >70°=5 >60°=2 <60°=0

F ფერდობის დახრის კუთხე	>60°=20 >55°=15 >50°=10 >35°=3 <35°=0
G ფერდობის დახრის მდებარეობა, (გზის ზევით)	>45°=15 >35° გზა=10 >20° გზა = 5 <20°=0
I ფერდობსამაგრი კედელი	კედლის სიმაღლე x 2
J ფერდობის მდგომარეობა	კარგად გამოხატული კლდოვანი მასა ნიშნები = 10 ქვათაცვენის ნიშნები = 10 აქვს მასალა =5 კლდოვანი მასისგან დაცლილი = 0
K ფერდობსამაგრი კედლის მდგომარეობა	არ არის=10 არის და უსაფრთხოა = 5 არის = 0
L მიმდებარე ფერდობებთან კავშირი	მძვრელი ძალები არ მოქმედებს=0
M გეოლოგია (ლითოლოგია)	მეოთხეული ქანები=15 მკვრივი ვულკანური ქანები = 10 გრანიტული მასალა = 5 მასიური კლდოვანი მასალა = 0
N მეწყრის ჰიდროგეოლოგიური პირობები	არ არის=15 50% უზრუნველყოფს=8 თითქმის უზრუნველყოფს=5 უზრუნველყოფს=0
O ქანების შეჭიდულობის ხარისხი	ქანების ერთმანეთთან შეჭიდების ხარისხი არის =5 არ არის =0
P ჰიდროსაიზოლაციო არხები (მეწყრის ქვედა ნაწილში)	არის = 10 არ არის = 0
Q ჰიდროსაიზოლაციო არხები	არის = 5 არ არის=10
R წყლის გამოჟონვის ხარისხი	მაღალი = 15 საშუალო=10 დაბალი=0
სტაბილურობის კოეფიციენტი $\Sigma (E + R) :$ 100	

საშიშროების რისკი

მაღალი = 8 – 10

საშუალო = 5-7

დაბალი = 0-4

ლანდშაფტური გამოკვლევების მეთოდოლოგია, რაც უკავშირდება ლანდშაფტური დაგეგმარების მიზნებს, მოითხოვს შემდეგი ინფორმაციის მოპოვებას:

- I. ინვენტარიზაცია ინვენტარიზაცია – იმ ინფორმაციის მოპოვების და განზოგადების ეტაპი, რომელიც უკავშირდება ტერიტორიის ბუნებრივ გარემოს, მის თანამედროვე მდგომარეობას, სოციალურ-ეკონომიკურ ეკოლოგიურ ვითარებას, ბუნებრივი გარემოს გამოყენებასთან დაკავშირებულ კონფლიქტებს;
- II. შეფასება – გეგმარებითი ტერიტორიის ბუნებრივი პირობების და პოტენციალის მნიშვნელობის და მგრძობელობის, აგრეთვე მიწათსარგებლობის თავისებურებათა ან ტენდენციათა შეფასების ეტაპი;
- III. დარგობრივი მიზნების შემუშავება დარგობრივი მიზნების შემუშავება – გეგმარებითი ტერიტორიის ბუნებრივი კომპონენტების რესურსული თვალსაზრისით გამოყენების კონცეფციის შემუშავების ეტაპი;
- IV. ინტეგრირებული მიზნების შემუშავება ინტეგრირებული მიზნების შემუშავება – გეგმარებითი ტერიტორიის გამოყენების ინტეგრირებული კონცეფციის დამუშავების ეტაპი (ნ. ელიზბარაშვილი 2017).

ტერიტორიის რესურსული პოტენციალის და ცალკეული ბუნებრივი კომპონენტების გასაგებად კვლევის დროს გამოვიყენეთ ფორმულირებული მიზნების ანალიზის და შეფასების მეთოდიკა (ნ. ელიზბარაშვილი 2017).

4. საკვლევი ტერიტორიის ფიზიკურ - გეოგრაფიული თავისებურებანი

4.1. მდებარეობა და საზღვრები

თბილისს - საქართველოს დედაქალაქს - ევროპისა და აზიის ქვეყნების გასაყარზე ძალზე ხელსაყრელი მდებარეობა უკავია. ეს განსაკუთრებით თვალსაჩინო გახდა მას შემდეგ, რაც ჩვენმა ქვეყანამ დამოუკიდებლობა მოიპოვა. თბილისი ევრაზიის სატრანსპორტო დერეფნის მთავარი მარჯვია.

თბილისი მესამე სასაათო ზოლშია. თბილისის დრო 4 საათით უსწრებს მსოფლიო (გრინვიჩის ობსერვატორიის) დროს.

თბილისი ქვაბული - მდ. მტკვრის ხეობის მონაკვეთი, ზემო ავჭალიდან ფონიჭალამდე - გეოლოგიური პერიოდის მანძილზე ჩამოყალიბებული რთული რელიეფით ხასიათდება. ქვაბულის ფსკერის დონე ზ.დ 350-450 მ ფარგლებში ცვალებადობს, კალთები კი ზოგან 1500 მ-მდე აღწევს. აგებულია უმთავრესად ზედა ეოცენური ტერიგენული და ტუფოგენური ქანებით; სამხრეთ ნაწილში განვითარებულია შუა ეოცენის ვულკანოგენური წყება; მნიშვნელოვანი ფართობი უკავია მეოთხეულ (მდინარეულ და ტბიურ) ნალექებს. ქვაბულის ჩრდ. ნაწილში ცნობილია დიდმის ვაკის სახელწოდებით.

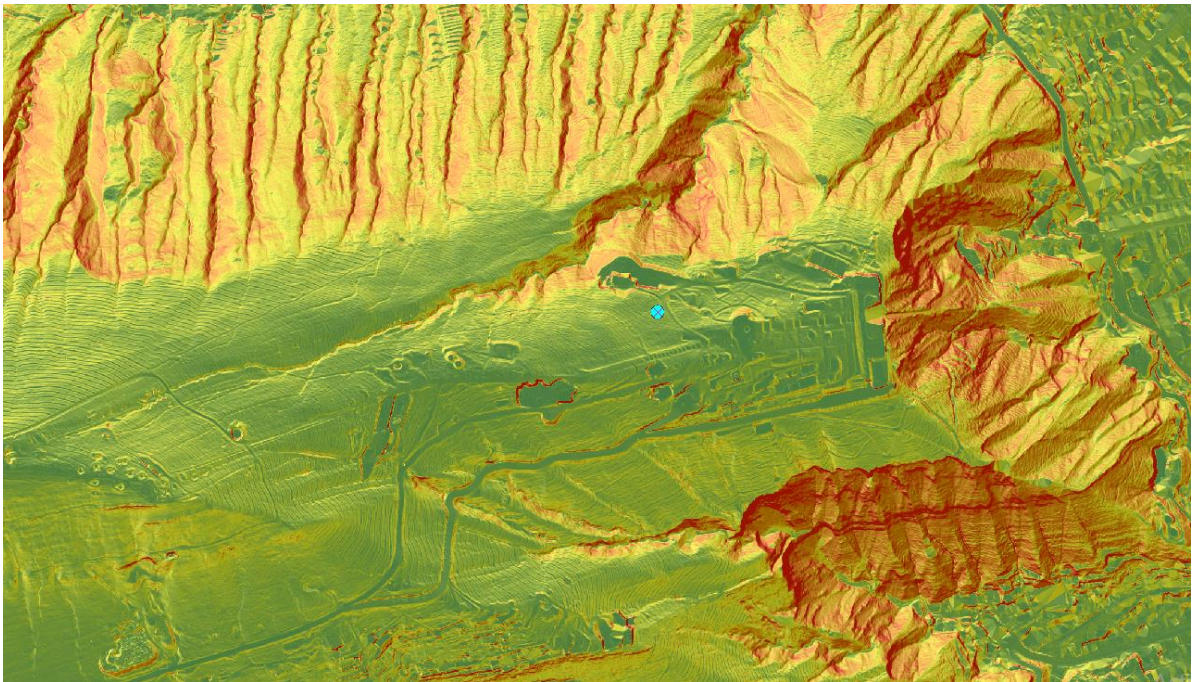
ქალაქს თითქმის ყოველი მხრიდან საშუალო და დაბალი სიმაღლის მთები და მთის კალთები ებჯინება. ქალაქის ფარგლებში ამ მხრივ მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან მტკვრის აუზის მარჯვენა და მარცხენა სანაპიროები. ასე, მაგ. მარჯვენაპირეთის რელიეფს ქმნის თრიალეთის ქედის დაბალი და საშუალო სიმაღლის შტოქედების - საწკეპელას, მსხალდიდის, მთაწმინდის (მამადავითის), თაბორის, თელეთის ძლიერ დანაწევრებული ზედაპირები, ხოლო მარცხენაპირეთი ნაზი, მეტწილად ვაკე რელიეფით ხასიათდება, რასაც ქმნიან დაბალი სერები - მახათა (ზ.დ 632 მ), ვარკეთილი (664 მ), ძეძვი (634 მ), მიმდებარე ტერასული ზედაპირებითურთ (ზ. ტატაშიძე 2000).

4.2. ხაზობრივი სტრუქტურები და მორფოსტრუქტურები

თბილისის გეოლოგიური ბუნების სრულფასოვანი შეფასება არ იქნებოდა სრულფასოვანი თუ არ შევხებოდით ამ ტერიტორიაზე ხაზობრივი და არახაზობრივი (წრიული) სტრუქტურების არსებობას, რომლებმაც მნიშვნელოვნად გაართულეს თბილისის ქვაბულის გეომორფოლოგიური იერსახე, რაც გამოიხატა მტკვრის მარცხენა და მარჯვენა სანაპიროს განსხვავებული რელიეფის ფორმირებაში.

თბილისის ქვაბული შემოსაზღვრულია სამხრეთ საქართველოს (ჯავახეთ-თრიალეთის) აღმოსავლეთი ნაწილის რეგიონალური გუმბათოვანი სტრუქტურით. იგი წარმოადგენს რგოლური სტრუქტურების შერწყმის კვანძს. თბილისის წრიული სტრუქტურის მდებარეობის ხასიათის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ იგი კარგად აირეკლება, როგორც თანამედროვე რელიეფში, ასევე გეოლოგიურ აგებულებაში, და ამგვარად წარმოადგენს წრიულ მორფოსტრუქტურას. მას გააჩნია მტკვრის ხეობის კალაპოტისაკენ ოდნავ დახრილი, ამოზნექილი ფარის, ან გუმბათის ფორმა (დიამეტრი 25კმ), რომლის ცენტრი მდებარეობს ქვაბულის მარცხენა მხარეს ოდნავ სამხრეთ - დასავლეთით, მდ. ორხევის სათავეებში (900-1010მ), და უკავშირდება მცირე გრაბენებისებურ ჩადაბლებას.

სურ. 6 მთაწმინდა თრიალეთის ქედის აღმოსავლეთ შტოქედის დაბოლოება



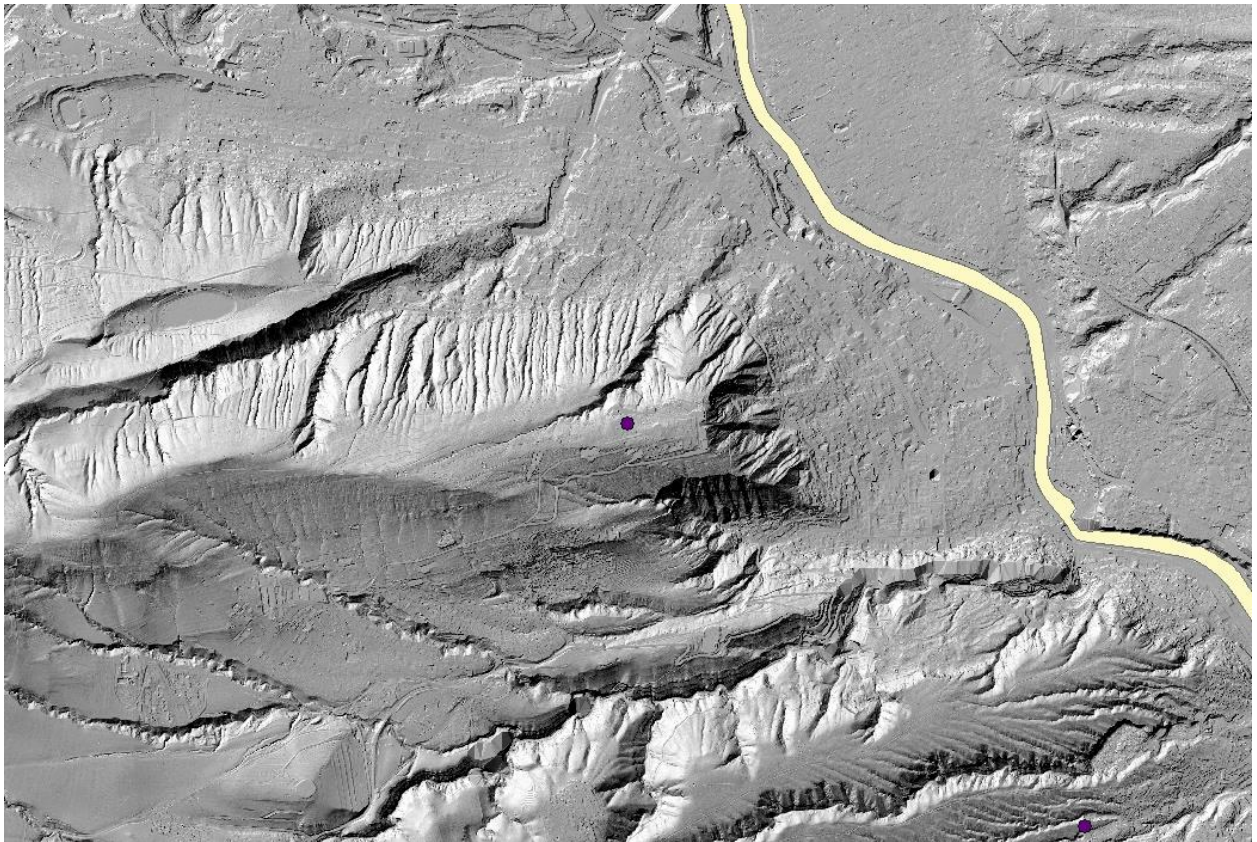
მორფოსტრუქტურა რკალისებურად იფარგლება (გამონაკლისს წარმოადგენს სამხრეთ - სამხრეთ-დასავლეთის მცირე მონაკვეთი) შემდეგი მდინარეული კალაპოტებით: დასავლეთიდან და სამხრეთ-დასავლეთიდან მდ. მტკვრის კალაპოტით, ჩრდილო-დასავლეთიდან მდ. გლდანისხევით, აღმოსავლეთიდან და სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან მდ. ლოჭინით. აღმოსავლეთით მას ზემოდან ადევს ნორიოს არახაზობრივი მორფოსტრუქტურა, რომელიც წარმოადგენს ტექტონიკურად ეკრანირებულ-გუმბათოვანი, 12-15კმ დიამეტრის მქონე სტრუქტურას, დაკავშირებულს ცნობილ ნორიოს ნავთობის საბადოსთან, რომლის პროდუქტიული ორიზონტები განლაგებულია 350-დან 1500მ-მდე.

თბილისის ქვაბულის სტრუქტურულ სქემაში მონაწილეობენ:

1. მონოკლინური ქედები.
2. ანტიკლინური ქედები.
3. სხვადასხვა სიმაღლის მოსწორებულ ზედაპირები
4. პროლუვიური გამოზიდვის კონუსები.
5. მშრალი ხეობები.
6. ტბები და წყალსაცავები.
7. ლოკალური წრიული სტრუქტურები.
8. რეგიონალური წრიული სტრუქტურები.
9. ტექტონიკური რღვევები.
10. ჭაობები.

ამ სტრუქტურების ფორმირებამ და განვითარებამ განაპირობა მდ. მტკვრის მარცხენაპირეთის მაღლობების წარმოშობა, რამაც, თავის მხრივ, გამოიწვია ტალვეგის გადაადგილება დასავლეთით და სამხრეთ-დასავლეთით, რამაც განაპირობა დღევანდელი ჭალის კონფიგურაცია.

სურ. 7 მთაწმინდა



თბილისის ქვაბულის აგებულებაში მარტივ წრიულ მორფოსტრუქტურის გვერდით ყურადღებას იქცევს კონცენტრული სტრუქტურების არსებობა. მდ. გლდანისწყლის აუზის ზემო წელში ფიქსირდება ეოცენური ქვიშაქვებით აგებული მამკოდის კონცენტრული სტრუქტურა, აგებული ეოცენური ქვიშაქვებით, სტრუქტურის გარე დიამეტრი 11კმ-ია, შიდა დიამეტრი კი 7,2 კმ.

5-6 კმ-ის დიამეტრის მქონე, გამარჯვების არახაზობრივი მორფოსტრუქტურა არიდული გამოფიტვის პროცესებისათვის შემაფერხებელ როლს ასრულებს.

არმაზის მორფოსტრუქტურა თანხვედრილია შუა ეოცენური ქვიშაქვებით აგებულ არმაზის ანტიკლინიკური შესხლეტვის მასივთან და მის განშტოებასთან, მუხათგვერდის ქედთან.

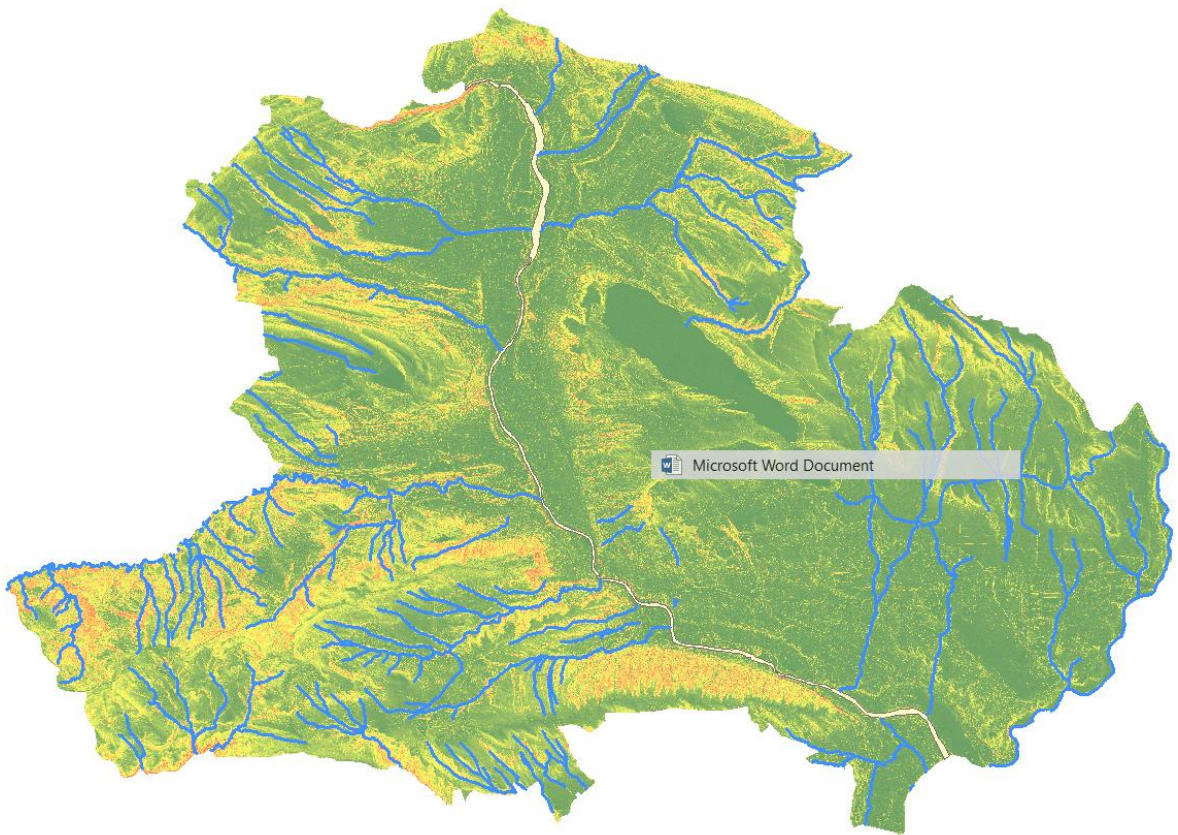
4.3. ჰიდროგრაფიული თავისებურებები

ჰიდროგრაფიული ქსელის ხასიათის მიხედვით თბილისის ტერიტორია ორ ნაწილად შეიძლება იქნეს განხილული: მარჯვე ნანაპირეთში ჰიდროგრაფიული ქსელი უფრო ხშირია და მარცხენანაპირეთთან შედარებით, საკმაოდ კარგად არის განვითარებული; მდინარეებს ვიწრო ხეობა, მეტი ვარდნა და დახრილობა აქვთ. მარცხენანაპირეთში სუსტად განვითარებული მეჩხერი ქსელია. მდინარეები ვაკის ტიპისაა, ფართო კალაპოტიანი. თბილისის ჰიდროგრაფიული ქსელისათვის ნიშანდობლივია მშრალი ხევ-ხეობების სიუხვე, განსაკუთრებით ბევრია ის მარცხენანაპირეთში. თბილისის მთავარი მდინარე მტკვარია, მას უდიდესი როლი ეკუთვნის თბილისის რელიეფის ჩამოყალიბებაში. კვეთს ქალაქს 35 კმ მანძილზე და მიემართება ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთაღმოსავლეთისაკენ.

თბილისის ქვაბულის ფარგლებში მტკვარს უპირატესად დაბალი ნაპირები აქვს. მცხეთის ვიწრობიდან გამოსვლის შემდეგ იგი დიღმის ვაკეზე ფართო კალაპოტს ივითარებს, ხოლო დიღმის მასივიდან ქვემოთ კალაპოტი ვიწროვდება. განსაკუთრებით კი მეტეხის ხიდთან (სიგანე 30-40 მ), მდინარე აქ ტუფოგენურ ქანებშია ჩაჭრილი. თბილისის ქვემოთ ხეობა ფართოვდება და ქვემო ქართლის ვაკეზე იშლება, აქ ის ტიპური ვაკის მდინარეა განიერი ჭალითა და დაბალი ნაპირებით. დიღმის ჩრდილოეთით მტკვარი აჩენს რამდენიმე კუნძულს, მათგან ნაწილი ჭალის ტყითაა შემოსილი, ნაწილი კი წყლით იფარება. ასეთი კუნძულები აქვს მდინარეს სამხრეთითაც. სიღრმე 2-2,5 მ, დინების სიჩქარე 0,5-2,0 მ/წმ. მტკვარი შერეული საზრდოობის მდინარეა, იკვებება თოვლით, წვიმის და მიწისქვეშა წყლით. წყალდიდობა მტკვარზე გაზაფხულზე და ზაფხულის დასაწყისში აღინიშნება (აპრილი, მაისი, ივნისი). ზაფხულის დასაწყისში მტკვრის საშუალო მრავალწლიური ხარჯი ქალაქის ფარგლებში 226 მ³/წმ-ში შეადგენს; აპრილ-მაისში მაქსიმუმს აღწევს და არც თუ იშვიათად 1000-1500 მ³/წმ-მდეც შეიძლება მიაღწიოს. იანვარში წყალმცირობაა (50-60 მ³/წმ). საშუალო წლიური ხარჯი 200 მ³/წმ აღემატება. მაქსიმალური ხარჯი (2490

მ3/წმ), მინიმალური ხარჯი (47-წლიანი დაკვირვების მასალებით) მხოლოდ 17,6 მ³/წმ-ს შეადგენს. მტკვრის ჩამონადენის სეზონების მიხედვით განაწილება ასეთ სურათს იძლევა: გაზაფხულზე ჩამოედინება წლიური ჩამონადენის 48,5%, ზაფხულში – 26,9%, შემოდგომაზე – 13,7%, ზამთარში – 10,9%.

სურ. 8 თბილისის ჰიდროგრაფიული ქსელი



ქალაქის ფარგლებში მტკვარს ერთვის: მარჯვენა შენაკადები – დიღმისწყალი, ვერე, წავკისისწყალი (ლეღვთახევი), მარცხენა შენაკადები – გლდანისხევი, ლოჭინი. თბილისის ქვაბული ადრე დანაწვრებული იყო მრავალრიცხოვანი ხევ-ხრამებით: სოლოლაკისხევი, ეკალხევი, ვარდისუბნისხევი, ვარაზისხევი, კუკიისხევი, ჩულურეთისხევი, დოლაბაურისხევი და სხვ. ახლა ქალაქის დასახლების ფარგლებში დამარხულია დიდი მოცულობის ანთროპოგენური (ნაგავი) ნარჩენები და სამშენებლო მასალა. მტკვარს რამდენიმე პერიოდული პატარა მდინარეც უერთდება – ხევამარა, ორხევი, ნავთისხევი და სხვ. ქალაქის ფარგლებში მტკვრის ყველაზე დიდი შენაკადი

აუზის ფართობითა (194 კვ/კმ) და წყალუხვობით (საშუალო წლიური ხარჯი 0,97 მ³/წმ) არის მდ. ვერე (სიგრძე 45 კმ), სათავეს იღებს 1670 მ სიმაღლეზე, მ. დიდგორი (ვერეს დიდგორი), ერთვის მტკვარს (397 მ სიმაღლეზე) გმირთა მოედანთან, საკმაოდ მრავალრიცხოვანი პატარა შენაკადები აქვს, მათგან ყველაზე დიდია ვარაზისხევი, რომელიც მთაწმინდის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე იწყება და ვერეს ზოოპარკთან უერთდება. თითქმის მთლიანად დახურულ სადინარშია მოქცეული, ზედაპირზე კი ქუჩებია გამართული. წყალდიდობა იცის გაზაფხულზე, წყალმცირობა ზაფხულსა და ზამთარში. ახასიათებს პერიოდული წყალმოვარდნა.

თბილისის ქვაბულის ფარგლებში კარგად განვითარებული და ფართოდ განშტოებული ჰიდროქსელი არსებობს. მდ. მტკვარი ქ. მცხეთის ქვემოთ ანტიცედენტურად კვეთს თრიალეთის აღმოსაღეთი დაბოლოების შემადგენლობაში შემავალ ნაოჭთა ყველა სტრუქტურას, მაგრამ პასუხი იმაზე თუ როგორ ჩამოყალიბდა თანამედროე ჰიდროგრაფიული ქსელი ჯერ კიდევ გარკვეული არ არის.

ქალაქის შიგა წყლებიდან აღსანიშნავია ლისის (ზ.დ 640მ, უდიდესი სიღრმე 4მ) და კუს (ზ.დ 687,7მ) ტბები, განსაკუთრებით კი „თბილისის ზღვა“, რომელიც ქალაქის ჩრდილო-აღმოსავლეთით, ოდესღაც მლაშე ტბების - ავლაბრის ილგუნანის და კუკიის ქვაბულების არეალში შეიქმნა. იგი ექსპლუატაციაშია 1953 წლიდან. წყალსატევის სიგრძე 9 კმ - მდგა ხოლო უდიდესი განი 2კმ-საც არ აღწევს. წყლის სარკის ფართობი, მაღალი დონის დროს, 20კმ², ხოლო ხოცულობა 300მლნ.მ³-ზე მეტია. „ზღვის საშუალო სიღრმე 26, მაქსიმალური კი 45მ არ აღემატება.

ცხრილი. 3

თბილისის მიდამოების ტბების მორფომეტრია

№	ტბის სახელწოდება	სიგრძე (კმ)	სიგანე (კმ)	სიღრმე (მ)	წყლის სარკის ფართობი (კმ ²)	სი-მაღლე ზ.დ. მ.	
1	თბილისის ზღვა	8,9	2,0	27	11,6	535 მ	
2	ლისი	0,6-1,0	0,7	4	0,37-0,5	630	
3	გლდანის დიდი ტბა	0,5	0,12	1,8-2,4	0,31	590	
4	გლდანის პატარა ტბა	0,15	0,1	1,1	-	584	
5	კუს ტბა	0,5	0,2	1,5	0,1	691	
6	მუხათგვერდის	0,2	0,15	2,3		643	
7	ახალდაბის (წყნეთის)	0,3	0,2	1,5		1002	
8	მშრალი (შავი, საირმის, წავკისის)	0,3	0,2	0,2		-	
10	დიდვარცლის (დიღმისწყლის ხეობაში)	მცირე					-
11	წოდორეთის	მცირე					-
12	ჭილის	მცირე (ზაფხულში შრება)					-
13	დიღმის (ხოსროს)	მცირე (ზაფხულში შრება)					-

4.4. გეოლოგიური აგებულება

ქ.თბილისის ტერიტორიის ამგებელი ქანებისა და გრუნტების საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებებისათვის დამუშავებული მასალა სავსებით საკმარისია მისი სივრცითი მოწყობისა და განაშენიანების რეგულირებისათვის და რაც მთავარია, ქალაქის გეოლოგიური გარემოს საინჟინრო-გეოდინამიკური პირობების შეფასების თვალთახედვით, რომელიც უკავშირდება ბუნებრივი და ანთროპოგენური გეოლოგიური პროცესების განვითარების კანონზომიერების დადგენას (გარემოს ეროვნული სააგენტო 2019). ქვემოთ ვიძლევიტ ქალაქის ტერიტორიის სივრცეში ჩვენს მიერ გამოყოფილი საინჟინრო-გეოლოგიური ფორმაციებისა და მათში შემავალი ქანების სტრატиграფიულ-ლითოლოგიური და გენეზისური შედგენილობის კომპლექსების მოკლე დახასიათებას (ვ.ლომთაძე - 1984).

- ჰოლოცენური(Q_{IV}^{al}) ჭალა-კალაპოტის ზედა პლეისტოცენური (Q_{IIIa}) ტერასების ალუვიური ნალექები
- შუა და ქვედა პლეისტოცენის ალუვიონის ტერასული ნალექები(Q_{I-II}^{al})

- ქვედა პლეისტოცენ - ზედა პლიოცენის ($Q_1-N_3^{alax}$) ალუვიური კონგლომერატებით.
- მეოთხეულის დაუნაწევრებელი ტბიურ - ჭაობის (Q_1b) ნალექების კომპლექსი
- დაუნაწევრებელი მეოთხეულის ელუვიურ-დელუვიური კომპლექსის ნალექები(Qed)
- მეოთხეულის კოლუვიური ნალექები (Q_{IV}^4C)
- კონტინენტური მოლასური ნალექების ფორმაციაში შეყვანილი გვაქვს ასევე ზედა სარმატის ლაგუნურ-კონტინენტური ფაციესის ($N_1^3S_3$) ნალექები.
- ქვედა და შუა სარმატული საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსის ($N_1^3S_1-N_1^3S_2$) ზღვიური ქვიშა-თიხოვანი ფაციესი
- მიოცენის ქვედა მოლასური ზღვიური ფორმაციის საინჟინრო-გეოლოგიურ კომპლექსში(N_1^2)
- ტერიგენულ-ზღვიურ ფორმაციაში გაერთიანებული გვაქვს ქვედა მიოცენის(N_1^2) და ოლიგოცენის(f_3^{1-2}) ქანების წყებები.
- ქვედა მიოცენის კოწახურის(N_1^1cr) და საყარაულოს(N_1^1sc) საინჟინრო კომპლექსები
- ქვედა მიოცენის(N_1^1cr) წყების ნალექების საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი
- ქვედა მიოცენის საყარაულოს წყების (N_1^1Sc) საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი
- ტერიგენული ზღვიური ფორმაციის ოლიგოცენის საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი (P_3^{1-2}) თბილისის სივრცეში იკავებენ
- ზედა ეოცენის(P_2^3) ტერიგენულ-ფლიშური ფორმაცია იკავებს ავა).
- შუა ეოცენის ვულკანოგენ-დანალექი ფორმაციის საინჟინრო-გეოლოგიური კომპლექსი (P_2^2)

4.5 ნიადაგები

არსებული ნიადაგების მრავალფეროვნება ლითოლოგიურმა აგებულებამ, რელიეფის კლიმატისა და ჰიდროლოგიური პირობების სირთულემ განაპირობა, მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის მცენარეთა და ცხოველთა მრავალფეროვნებას, დიდი გავლენა მოახდინა ადამიანის ხანგრძლივმა სამეურნეო ზემოქმედებამ. აგლომერაციის ტერიტორიაზე გვხვდება აღმოსავლეთ საქართველოში არსებული თითქმის ყველა სახის ნიადაგი დაწყებული ნახევარუდაბნოს ნიადაგებით და მლაშობებით, დამთავრებული მთის მდელოს ნიადაგებით. ამჟამად აქ წარმოდგენილი ნიადაგები ძირითადად სამი ტიპისაა: მშრალი ველების (სტეპების) და ნახევარუდაბნოს, ტყე-ველების (სტეპების) და მთა-ტყის; რომლებიც სტრუქტურის და შედგენილობის მიხედვით შემდეგ სურათს იძლევიან: დაბალ ჰიფსომეტრიულ ნიშნულებზე (ზ.დ. 700 მ.) გავრცელებულია ველებისა (სტეპების) და ნახევარუდაბნოს რუხ-ყავისფერი (წაბლა), შავმიწა და მდელოს ყავისფერი ნიადაგების ზონა, რომელიც ძირითადად მოიცავს ვაკეებს და მთისწინეთს, დაბალმთიანეთს და ივრის ზეგანს (ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი). წაბლა და ღია წაბლა ნიადაგებია გავრცელებულია რუსთავეარდაბნის, ლოჭინისწყლის ხეობაში, ფონიჭალის ვაკეზე, ავჭალის ვაკეზე, კუმისის ტაფობში. განვითარებულია ძირითადად ლიოსისებურ თიხნარებზე, ალუვიურ და დელუვიურ-პროლუვიურ ნაფენებზე. განვითარებულია სტეპის ბალახმცენარეულობის, განსაკუთრებით კი უროიანების ქვეშ. გამოყენებულია ხორბლის ნათესებისა და ბალ-ბოსტნებისათვის. რელიეფის სუსტი დახრილობა მათი გავრცელების არეში დიდად უწყობს ხელს სარწყავი მიწათ მოქმედების განვითარებას. ხანგრძლივი რწყვის შედეგად შეცვლილი (ქიმიური და ფიზიკური თვისებების ნაწილობრივი ცვლილებები) აქვთ პირვანდელი სახე და წარმოდგენილნი არიან ტრანსფორმირებული კულტურულ-სარწყავი ვარიანტების სახით. აქ ნიადაგწარმოქმნის პროცესში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ანთროპოგენური ფაქტორი. რუხ-ყავისფერი კულტურულ-სარწყავი ნიადაგები თავისი ქიმიური და ფიზიკური თვისებებით ხასიათდება გაცილებით მეტი ნაყოფიერებით, ვიდრე ურწყავი. შავმიწებს საკმაოდ ვრცელი ფართობი უკავიათ სამგორის ვაკეზე. ახასიითებთ ჰუმუსისა და აზოტის დიდი შემცველობა. აგრეთვე საცხენისის წყლისა და მარტყოფის წყალს შორის მოვაკებულ ადგილებზე, რომლებიც დაკავშირებულია ფხვიერ ლიოსისებურ ნაფენებთან, მათთვის დამახასიათებელია ჰუმუსის დიდი შემცველობა (5-7% და მეტი). სამგორის ვაკის შვმიწები აზოტის და ჰუმუსის დიდი შემცველობით და შთანთქმის კარგი უნარით ხასიათდება. უფრო მეტად ათვისებულია მარცვლეული კულტურების ქვეშ. შავმიწა და რუხ-ყავისფერ ნიადაგებს შორის დიდად არის გავრცელებული ნეშომპალა-სულფატური (გაჯიანი) ნიადაგები მათი ერთერთი

მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია მძლავრი გაჯიანი ჰორიზონტების არსებობა. გაჯი წარმოადგენს ლიოსისებრ თიხნარს ორჯერადი თაბაშირის დიდი შემცველობით (30-40%), ხოლო ზოგან (სამგორში, ფონიჭალაში) 60,80% და მეტიც. გაჯის ფენის სიმძლავრე მერყეობს 0,5-მდე. მიწათმოქმედებისათვის. ალუვიურ ნიადაგებს შედარებით დიდი ფართობი უჭირავთ მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების ხეობებში, დაბალ ტერასებზე, ალუვიური ნიადაგები ხასიათდებიან კარგი სტრუქტურითა და ფიზიკური თვისებებით, მეტად ნაყოფიერი არიან.

4.6 მცენარეულობა

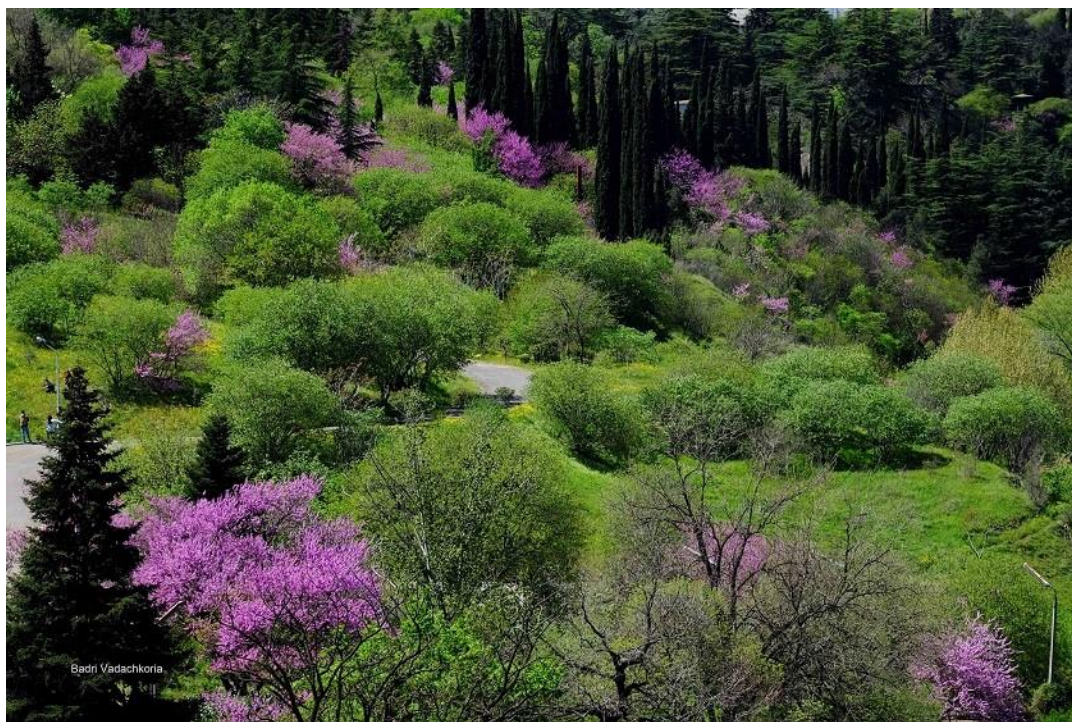
ბუნებრივი მცენარეულობა მიეკუთვნება 13 ტიპის ეკოსისტემას – დაწყებული ჰუმიდური ტყეებით და დამთავრებული ნახევრადუდაბნოს სემიარიდული მცენარეულობით. ქალაქში და მის შემოგარენში წარმოდგენილია პარკები, ბაღები, ქუჩების გასწვრივი და კვარტალურად განაშენიანებული მცენარეულობა. ქალაქში წყელაზე ფართო მასშტაბები მთაწმინდის, კუს ტბის, დიდმის, ლისის ტბისა და თბილისის ზღვის პარკებს გააჩნიათ.

სურ. 9 დიდმის ტყე პარკში დარგული 600 წიწვოვანი ნერგი



ამჟამად ერთ სულ მოსახლეზე „მწვანე ფართობები“ 4 კვადრატულ მეტრს აღწევს, რაც 3-ჯერ ნაკლებია გასული საუკუნის ბოლოს მაჩვენებელზე. ისტორიულ წარსულში თბილისის მცენარეულობამ მნიშვნელოვანი ტრანსფორმაცია განიცადა; ოდესღაც ტყით შემოსილ თბილისის სანახებში სტეპური მცენარეულობა გაბატონდა. კერძოდ, ჯაგეკლიანი (სათითურა, ტიმოთელა, ისლი, მწვანე მარწყვი და სხვ.) სტეპები; დიდ ფართობებზე ვრცელდება უროიანი (ურო, წივანა, ჩვეულებრივი იონჯა, ბოლქვიანი თივაქასრა, გრძელა კეწეწურა და სხვ.) და ვაციწვერიანი სტეპების მასივები. მარცვლოვან ნაირბალახოვანი სტეპის მცენარეულობიდან, რომლებიც საუკეთესო საძოვრებს ქმნიან, აღსანიშნავია სათითურა, თივაქასრა, სამყურა, შვრიელა და სხვ.

სურ. 10 თბილისის ბოტანიკური ბაღი



თბილისსა და მისი შემოგარენის მწვანე ნარგავებში ფართეფოთლოვანი სახეობები სჭარბობს, თუმცა სადღეისოდ მიმდინარე პროცესით (წიწვოვნების უპირატესი განაშენიანება) ეს მაჩვენებელი წიწვოვნების სასარგებლოდ შეიცვლება. ამჟამად გაბატონებული სახეობებია: ჭადარი, რცხილა, იფანი, ნეკერჩხალი, ცაცხვი, ვერხვი, კვიპაროსი, ფიჭვი და სხვა. თბილისში და მის მიდამოებში გვხვდება ქარდამცავი ზოლებიც, რომელიც ქარისმიერი ეროზიისგან იცავს როგორც განაშენიანებულ, ისე სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწებს. გაბატონებული ქარები ძირითადად მტკვრის და ვერეს ხეობის მიმართულებით ქრის. ქარისმიერი ეროზიით გამოირჩევა ნუცუბიძის პლატო, დიდი დილომი, მუხიანი, თბილისის აეროპორტი. ლანდშაფტური დაგეგმარების მეთოდოლოგიის მიხედვით მწვანე ნარგავებით და ბიომრავალფეროვნებით გამორჩეულ ტერიტორიებს შენარჩუნების ფუნქცია უნდა განესაზღვროთ.

4.7 ლანდშაფტები

ლანდშაფტური დაგეგმარება, თავისი არსით სამეცნიერო-პრაქტიკული ამოცანების გადაჭრის ხელსაყრელი ინსტრუმენტია. მისი მეშვეობით შესაძლებელია შესაძლებელია: ბუნებრივი გარემოს ცალკეული კომპონენტების და ლანდშაფტების თანამედროვე მდგომარეობის, მნიშვნელობის, პოტენციალის, მდგრადობის და

სოციალურ-ეკონომიკური ფუნქციების შესახებ ინფორმაციის სისტემატიზაცია, მიზნობრივი ანალიზი და სინთეზი;

ტერიტორიის კომპლექსური შეფასება, რომელიც მოიცავს: მისი მდებარეობის, გამოყენების თანამედროვე ფორმების და პერსპექტივების შეფასებას, მიწათსარგებლობის საერთაშორისო სტანდარტების ადაპტაციას ქვეყნის ან კონკრეტული ტერიტორიის ფარგლებში; ტერიტორიის მართვის ეფექტური მექანიზმების შემუშავება, რაც გულისხმობს სამეურნეო და სახელმწიფო უწყებების ეფექტურ და პროდუქტიულ თანამშრომლობას; ლანდშაფტური დაგეგმარების პროცესში საზოგადოებრიობის ფართოდ ჩაბმა შემუშავებული პროგრამების ინფორმატიულობის და ხელმისაწვდომობის პრინციპის გამოყენებით; ოპტიმალური ბუნებასარგებლობისთვის გადაწყვეტილებების მიღება; ტერიტორიის მაღალი საინვესტიციო მიზიდველობის უზრუნველყოფა. ლანდშაფტური დაგეგმარების ევროპული მეთოდოლოგიის მიხედვით (ნ.ელიზბარაშვილი, 2005), მისი არსი რამდენიმე ამოცანის რამდენიმე ამოცანის გადაჭრას უკავშირდება. მათგან მნიშვნელოვანია: ლანდშაფტის ფუნქციის და თვისებების გამოვლენა და შეფასება; ლანდშაფტის შემადგენელი კომპონენტების – ნიადაგის, წყლების, ჰაერის, მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს, ლანდშაფტის იერსახის და ესთეტიკური მახასიათებელთა შენარჩუნების და მდგრადი განვითარების მიზნით წინადადებების შემუშავება; ბუნებრივი პირობების და რესურსების მდგრადი გამოყენების მიზნით რეკომენდაციების შემუშავება.

თბილისი საუკუნეების მანძილზე ასრულებდა კავკასიის მთავარი პოლიტიკური, ეკონომიკური, კულტურული და სოციალური ცენტრის ფუნქციას. იგი საქართველოს ეთნოგეოგრაფიული კვანძიცაა, რადგან რამდენიმე ისტორიულ-გეოგრაფიული პროვინციის (ქვემო და შიდა ქართლი, კახეთი, თრიალეთი, მთიულეთი) მიჯნაზე მდებარეობს. ამგვარი ვითარება კიდევ უფრო ზრდის მის მიზიდველობას, რაც უმართავი დემოგრაფიული პროცესების წინაპირობა შეიძლება გახდეს; აღსანიშნავია ისიც, რომ თბილის-რუსთავის აგლომერაცია კავკასიის გეოგრაფიული (ეკოლოგიური) კვანძიცაა, სადაც თავს იყრის ამ მთიანი რეგიონის მთათაშორისი ბარის ლანდშაფტთა უდიდესი ნაწილი. ამგვარი ვითარება ტურიზმის და დაცული ტერიტორიების განვითარების არსებითი წინაპირობაა (ნ. ელიზბარაშვილი 2015).

ლანდშაფტური დაგეგმარების პროცესში პასუხი უნდა გაეცეს რამდენიმე საკვანძო მნიშვნელობის კითხვას, კერძოდ:

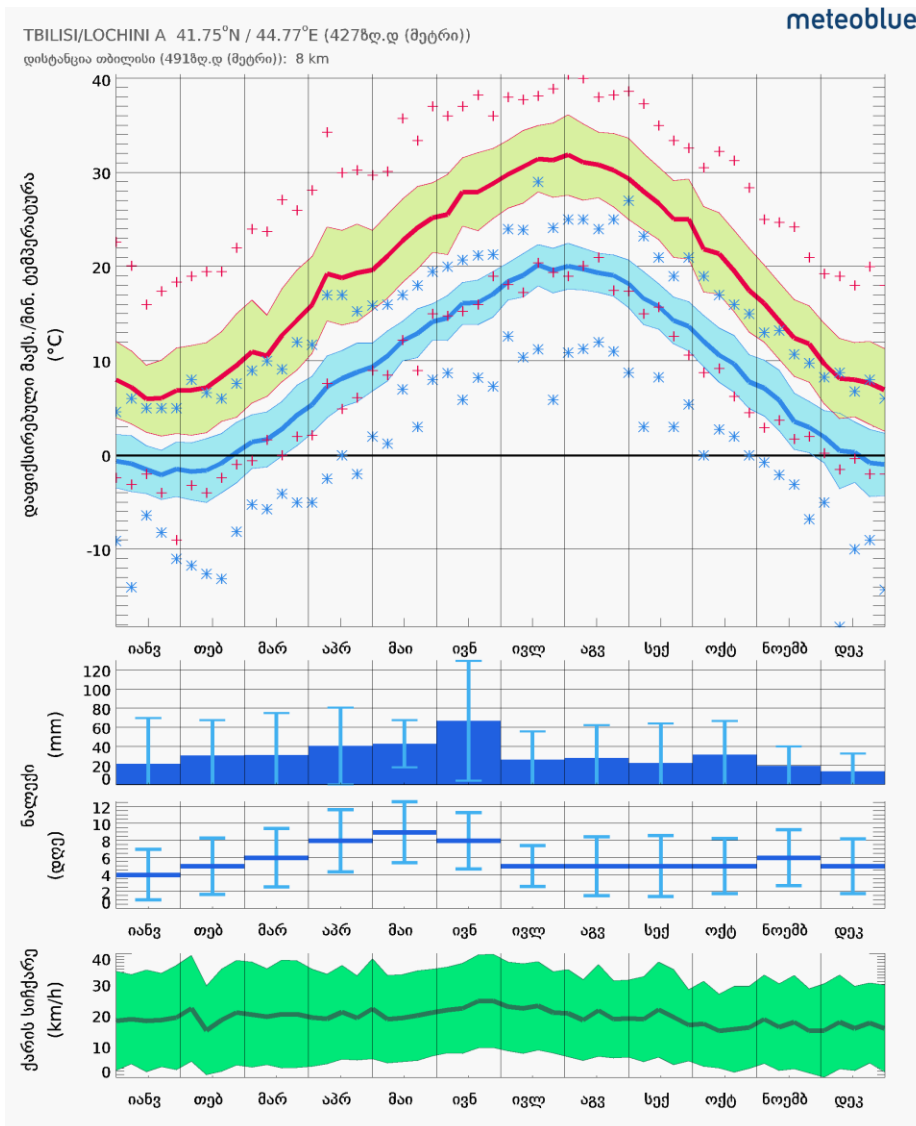
1. რა არის ფასეული ან მნიშვნელოვანი, რასაც ესაჭიროება დაცვა ან რაც გამოსადეგია ასათვისებლად?
2. როგორია არსებული და მოსალოდნელი ზემოქმედება?

3. რა მოხდება დაგეგმილი მიწათსარგებლობის განხორციელების შემთხვევაში?
4. როგორი უნდა იყოს ტერიტორიის განვითარებისა და ათვისების მიზნები?
5. რომელი და როგორი ღონისძიებების გატარებაა აუცილებელი?

4.8. კლიმატი

ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები, ადგილობრივი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების გამო, საკმაოდ მრავალფეროვანია.

ცხრილი. 4 დაფიქსირებული კლიმატი ლოჭინის სადგურზე 2018 წელი



თბილისის ჰავა გარდამავალია ზომიერად თბილიდან ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკულამდე. ქალაქის განაშენიანებული ტერიტორიის ცალკეული უბნები განსხვავებული მიკროკლიმატური პირობებით ხაიათდება. რაც ადგილობრივი

ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებით (განსაკუთრებით კი რელიეფის სირთულით) არის განპირობებული. აღსანიშნავია, აგრეთვე ანთროპოგენური ფაქტორის როლი, რაც შენობა-ნაგებობების, მოასფალტებული ქუჩების, ქალაქის მწვანე ზონის (ბაღები, სკვერები, ტყე-პარკები), ტრანსპორტის მოძრაობასთან დაკავშირებული მიკროკლიმატური პირობებით არის გამოხატული. ქალაქში შესამჩნევადაა გამოკვეთილი ჰავის რამდენადმე განსხვავებულობა მტკვრის მარჯვენა და მარცხენა მხარეებს შორის. მარცხენაპირეთის (შედარებით დაბალი სიმაღლებრივი ამ პლიტუდით ხასიათდება) ჰავა შედარებით უფრო ცხელი დამშრალია, შედარებით მცირე ნალექებით და შესაბამისად აქ წარმოდგენილია სტეპური და ჯაგეკლიანი სტეპური ლანდშაფტები. მარჯვენაპირეთში, რომელიც შედარებით მნიშვნელოვანი სიმაღლებრივი ამპლიტუდით ხასიათდება, გამოხატულია ჰავის სიმაღლებრივი ზონალობა, ზაფხული შედარებით ნაკლებად ცხელია, უმეტესად ტყის ლანდშაფტებითაა წარმოდგენილი და „ტყის კლიმატით“ ხასიათდება. ამრიგად, თბილისი აშკარად განსხვავებულ კლიმატის მქონე ადგილებს აერთიანებს. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურაა 12,7⁰. მაღალი ჰაერის საშუალო ტემპერატურა აღინიშნება მარტის დასაწყისიდან, ხოლო 10⁰-ზე მაღალი აპრილის პირველივე დეკადიდან. ყველაზე ცხელი თვეების (ივლისი-აგვისტო) ჰაერის საშუალო მრავალწლიური ტემპერატურა 24,2⁰ არ აღემატება. უფრო ცხელია ქალაქის დაბალი ნაწილი. მთაწმინდის პლატოზე ივლისის საშუალო ტემპერატურა 2.0-ით დაბალია, ვიდრე ქალაქის ცენტრალურ უბნებში. ჰაერის აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურა მაღალია და 30⁰-38⁰მდეა (კოჯორი 30⁰, ცენტრი-34⁰). ხშირად კი 40-41⁰-ს აღწევს (ივლისი-აგვისტო). ყველაზე ცივი თვის იანვრის საშუალო ტემპერატურაა 0,9⁰. ხოლო აბსოლუტური მინიმუმი - 23⁰ შეიძლება დაეცეს, რაც ძალიან იშვიათია. ჰიფსომეტრიულად უფრო მაღალ ადგილებში კი - 28⁰ - მდეც ეცემა. პირველი ყინვები თბილისში საშუალოდ ნოემბრის II ნახევარში იწყება. მთიან ნაწილში კი ოქტომბერში. უკანასკნელი ყინვები ფიქსირდება მარტის ბოლოს. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 235 დღეს აღწევს (მთისწინეთში - 230 დღე). ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა (555 მმ) სეზონების მიხედვით მნიშვნელოვნად მერყეობს. მაქსიმალური ოდენობა გაზაფხულზე (მაისი) და ზაფხულის დასაწყისშია. მინიმუმი კი ცივ სეზონს თანხვდება. მაგალითად, მაისში საშუალოდ 86მმ ნალექი მოდის, ხოლო იანვარში - 16 მმ; აპრილსა და ივნისში წვიმებს თავსხმა ხასიათი აქვს. ნალექები უფრო უხვია მტკვრის მარჯვენაპირეთის მთაგორიან ზონაში (მაგ. წყნეთში - 664 მმ, მთაწმინდაზე - 625 მმ), ვიდრე მარცხენაპირეთის დაბალ ადგილებში (მაგ., ავჭალის მიდამოებში 400 მმ-მდეა); მაისსა და ივნისში ნალექები უმთავრესად თავსხმის სახით მოდის. რასაც თან სდევს ხევებიდან დიდი რაოდენობით გამოტანილი ქვატალახიანი ნაკადები და ძალზე აფერხებს ქალაქის ნორმალურ ფუნქციონირებას. თოვლი იშვიათად მოდის და სწრაფადვე დნება. პირველი თოვლის მოსვლა დეკემბრის დასაწყისს, ხოლო გაქრობა მარტის მეორე ნახევარს ემთხვევა. ქალაქისთვის ჰავის მნიშვნელოვანი ფაქტორია

ღრუბლიანობა. ქალაქის დაბალ ზონაში საერთო ღრუბლიანობა რამდენადმე ნაკლებია, ხოლო თრიალეთის ქედის სამხრეთ კლთებზე ის სიმაღლის მატებასთან ერთად იზრდება. საერთო მოღრუბლულობის მაქსიმუმი ზამთრის დასაბრუნებლად აღინიშნება, ხოლო მინიმალური მაჩვენებელი აგვისტოშია.

თბილისში გაბატონებულია ჩრდილოეთის და ჩრდილო-დასავლეთის ქარები, რომლებიც ხშირია გაზაფხულზე. ქარის მაქსიმალური სიჩქარე მარტშია – 15 მ/წმ; უფრო ძლიერი და ხშირი ქარები აღინიშნება საბურთალოსა და სამგორის ვაკეებზე (125 დღე). ძლიერ ქარიან დღეთა რაოდენობა ტერიტორიის მნიშვნელოვან ნაწილში საშუალოდ 15-20-ზე მეტია. ასეთი დღეების მაქსიმალური რაოდენობა კი 177-ია. ჰავის პირობების მიხედვით შემოდგომა თბილისის წლის საუკეთესო დროა. სექტემბერსა და ოქტომბერში ჩვეულებრივ თბილი და უღრუბლო ამინდებია დამახასიათებელი. ქალაქის შემომდგარ გვლელ მთის კალთებსა და თხემებზე ჰავა უფრო გრილია. როგორც განხილული კლიმატური პირობების თავისებურებებიდან ჩანს, თბილისის ჰავა მთლიანობაში ჯანსაღია და ადამიანისთვის კომფორტული. რუსთავის ჰავა მშრალი სუბტროპიკულია (ნახევარუდაბნოს იერის მატარებელი). ატმოსფერული ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 400 მმ-ზე ნაკლებია, ზაფხული ცხელია, ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა 150 მმ, გაზაფხულზე მოდის. სითბოს დიდი რაოდენობის (< 100 ტემპ. ჯამი 35000), მცირე ნალექების და დიდი აორთქლებადობის (1000 მმ-ზე მეტი) ფონზე ჩამოყალიბებულია მშრალი სტეპური ჰავა. ყველაზე თბილი თვის ჰაერის ტემპერატურა 250 აღწევს. დანესტიანების წლიური კოეფიციენტი 0,3-ია. ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი - 240, აბსოლუტური მაქსიმუმი 410. ხასიათდება ზომიერად ცივი ზამთრით და ცხელი ზაფხულით.

კლიმატური პირობების მნიშვნელობის შეფასება სასურველია უკავშირდებოდეს იმ დარგობრივ მიზანს, რაც უკავშირდება ჰავასა და ჰაერს. ამგვარია კლიმატური რესურსების გამოყენება (რეკრეაციული, აგროკლიმატური, მზისა და ქარის ენერჯის) არსებული ეკოლოგიური ვითარების შენარჩუნების ფონზე (ატმოსფეროს დაბინძურების გათვალისწინებით). კლიმატური პირობების და რესურსების შეფასება შეფასება ხორციელდება ჰავის ტიპოლოგიური ერთეულების გამოყოფის მეშვეობით, მაკრო კლიმატური მაჩვენებლების განხილვის გზით, ძირითადი კლიმატური მახასიათებლების მეზოკლიმატური მახასიათებლების ცვლილების ანალიზის და ლანდშაფტური მრავალფეროვნების გათვალისწინების მეშვეობით. თითოეული კლიმატური ტიპისთვის სასურველია განისაზღვროს მისი კომფორტულობის (დისკომფორტულობის) მაჩვენებლები და კლიმატური რესურსების გამოყენების ფორმები. კლიმატის მნიშვნელობის შეფასებისთვის რეკომენდირებულია შემდეგი კრიტერიუმების გამოყენება: ჰავის ადამიანის ყოფაცხოვრებისთვის ხელსაყრელობა (კომფორტულობის ხარისხი); ჰავის რეკრეაციული პოტენციალის გამოყენების შესაძლებლობა ტურიზმის და დასვენების

ორგანიზებისთვის; აგროკლიმატური რესურსების გამოყენების შესაძლებლობანი კულტურული ან საკვები მცენარეულობის განვითარებისთვის; ენერჯის არატრადიციული სახეობების გამოყენების შესაძლებლობები.

4.9 გეომორფოლოგიური თავისებურებანი

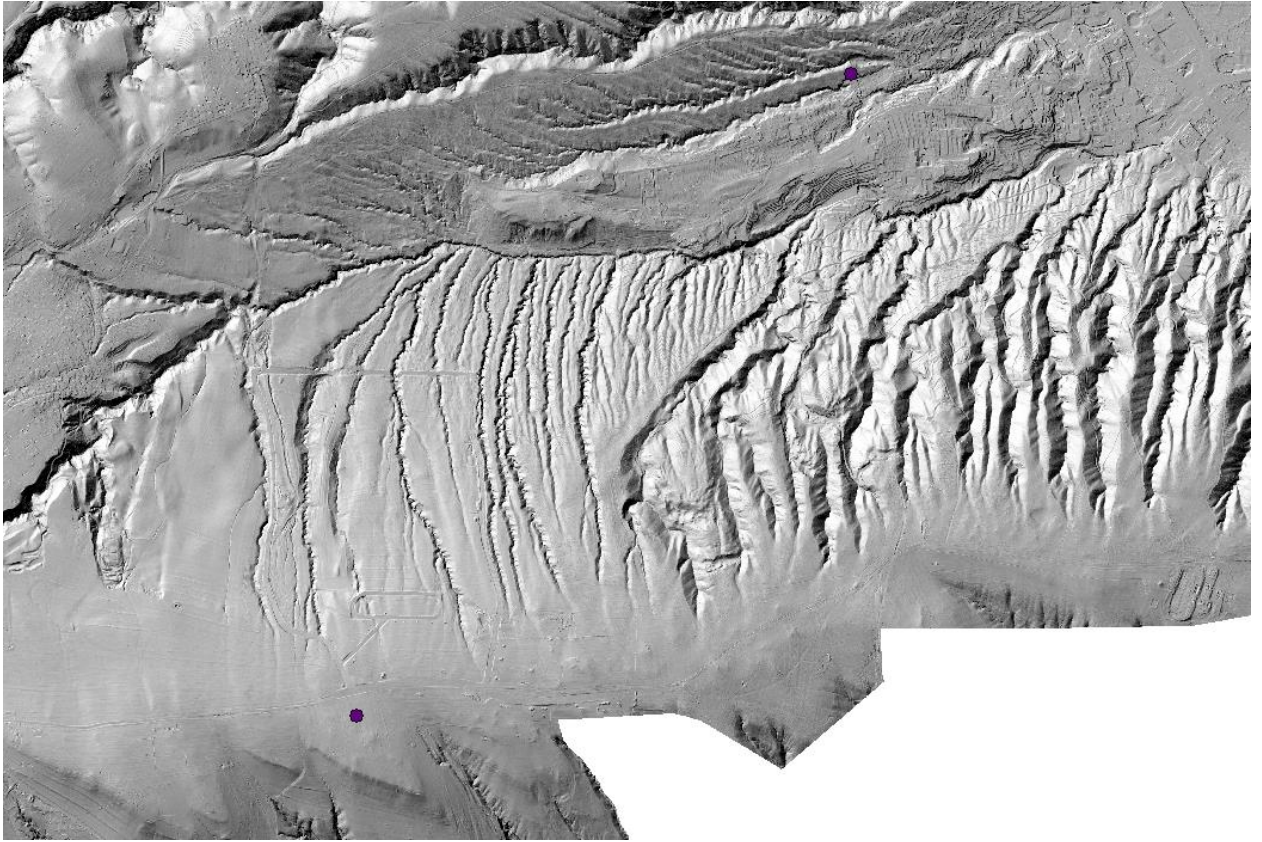
თბილისის რელიეფის ყველაზე მნიშვნელოვან მორფოლოგიურ წარმონაქმნებს, ქალაქის ცენტრალურ ნაწილში საფეხურებად განლაგებული, მდ. მტკვრის ტერასები წარმოადგენს. აკად ალ. ჯანელიძის ხატოვანი გამოთქმით „მდ. მტკვრის ტერასები რომ არ ყოფილიყოს, ვერც თბილისი იქნებოდა“.

სურ. 11 უძოს მთა თრიალეთის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთ განშტოების მთაწმინდის ქედის თხემი



თბილისის ტერასებისადმი არაერთი სამეცნიერი ნაშრომია მიძღვნილი (ა. რეინჰარდი, ე. პახანოვი, ალ. ჯანელიძე, ი. კაჭარავა ი. ჯიბლაძე დ. წერეთელი, მ.ძველაია, გ. ჯაფარიძე, ვ. ალფაიძე, ი. ბონდირევი და სხვ.). მიუხედავად ამისა, რელიეფის ამ ფორმების გეოლოგიური სირთულიდან გამომდინარე, დღემდე მათი წარმოშობისა და რაოდენობის შესახებ ერთიანი აზრი არ არსებობს. სადისკუსიოა მამადავითის (ფუნქულიორი) მოსწორებული ზედაპირის გენეზისი - ეროზიული ზედაპირია თუ დენუდაციური პედიმენტი.

სურ. 12 თელეთის ქედი და დუქნისხევის დანაწევრებული ხეობა



მიგვაჩნია რომ მდ. მტკვარს თბილისის მონაკვეთზე მორფოლოგიურად გამომუშავებული აქვს პლეისტოცენური ასაკის 6 ტერასა, ერთი ჰოლოცენური და ერთი პლეისტოცენური. ტერასები მორფოლოგიურად გაცილებით კარგად არის გამოკვეთილი მდ. მტკვრის მარცხენაპირეთში.

მდ. მტკვრის ყველაზე ახალგაზრდა, ჭალის ტერასა, კალაპოტიდან 0,5-1,5მსიმაღლეზეა. ის კარგადაა გამოხატული ზაჰესის დასახლებაში და სოღანლულს შორის. ტერასა აგებულია თანამედროვე ალუვიონით და ჭალის თხნარ-ქვიშნარი ფაციესით. ამ ტერასის ნაწილებია ის კუნძულები, რომლებიც ლოკალურად შემორჩენილია მდინარის კალაპოტში: ავჭალის, დიდუბის, ორთაჭალის, სოღანლულისა და ორხევის შესართავთან. ამ ტერასულ დონეს მიეკუთვნებოდა ყოფილი „მადათოვის“ კუნძული.

ჭალისზედა პირველი ტერასა მორფოლოგიურად მკაფიოდაა გამოსახული მტკვრის ორივე მხარეზე და ცნობილია ე.წ. „დიდუბე ჩულურეთის“ სახელწოდებით. ამ ტერასის სიმაღლეს სხვადასხვა ავტორები სხვადასხვანაირად აღწერენ. მის ბაქანზე გაშენებულია: დიდმის, ავჭალის, დავით აღმაშენებლის, ჩულურეთის და სოღანლულის

დასახლებები. ეს ტერასა ძლიერ შევიწროვებულია თრიალეთის ქედის აღმოსავლეთ დაბოლოებაზე მეტეხის ხიდთან, ხოლო ამ უკანასკნელსა და მის ადგილს იკავებს ეოცენის ქანებით აგებული კლდოვანი რელიეფი. ტერასის ბაქანი ყველგან გამომუშავებულია ეოცენის ქანების ეროზიულ ზედაპირზე. დიღმის ტერასაზე ალუვიური კენჭნარ - რიყნარის სიმძლავრე 5მ-მდეა, მას ზემოდან ადევს დიღმის სერიდან გადმოტანილი 2-4,7მ სიმძლავრის თიხური ფაციესი. მათში შრეთაშორისი ლინზების სახით გვხვდება ღვარული ნალექების მასალაც.

ჭალისზედა II – საბურთალო - ავლაზრის ტერასა, მდ.მტკვრის ორივე მხარეზე ვრცელდება, მცხეთა-სოდანლულს შორის. სხვადასხვა ავტორის აზრით, მისი სიმაღლე მდინარის დონიდან 25-50მ აღწევს, ტერასის ბაქანი განსაკუთრებით ფართოდაა წარმოდგენილი საბურთალოსა და ავლაზრის ტერასებზე. ბაქნის მთლიანობა, კალთებამდე, ასევე ზაჰესის უბანზე, დიღმის დასახლებაზე და რკინიგზის სადგურიდან ბარათაშვილის აღმართამდე, დარღვეულია ძირითადი ქანებს ზედაპირზე გამოსავლებით. ამ ტერასის ბაქანზე გაშენებულა თბილისის ცენტრის მნიშვნელოვანი ნაწილი, მაგალითად: საბურთალო, ავლაზარი, ვაკე, რუსთაველი, თავსუფლების მოედანი, ღრმაღელე და სხვ. ტერასა გამომუშავებულია ეოცენური ქვიშაქვებისა და მერგელების წყებაზე. მის ჭრილში ყველგან არის წარმოდგენილი ალუვიური, სუსტად შეცემენტებული და კარგად დამუშავებული როჰკნარ-კაჭარი, რომელიც შევსებულია ქვიშით. მათი სისქე 3-10 მ-დეა. მრავალ ადგილას მდინარეულ ნალექებს ქვეშ უდევს ტბიური თიხები. ამ ჭრილებს ვხვდებით ცირკისა და გმირთა მოედნის მიდამოებში, ვაკის ტერასაზე. ზოგიერთ ადგილას მათი სიმძლავრეები 30-50მ-დე იზრდება.

მესამე ტერასა კარგადაა გამოხატული მტკვრის დონიდან 60-80მ სიმაღლეზე. ზოგი ავტორი მას არსენალის სახელწოდებით მოიხსენიებს, ზოგი კი ლოტკინის. მტკვრის მარცხენაპირეთში ტერასა კარგად არის გამოხატული ცალკეული იზოლირებული უბნებით: ნაძალადევი-ღრმაღელის, ზაჰესი-ავჭალის, საგურამო-იალნოს ქედის სამხრეთი ფერდის ქვედა ნაწილის, გლდანისწყლისა და ხევძმარას ხევებს შორის, ამ ტერასის სიგანე რამოდენიმე ასეულ მეტრს აღწევს. ტერასის არსებობა დასტურდება მნიშვნელოვნად შეცემენტებული 5მ-მდე სიმძლავრის კონგლომერატების არსებობით. ტერასული ზედაპირები გადაფარულია დელუვიური ლიოსისმაგვარი თიხნარებით.

ჭალისზედა მეოთხე ტერასა კუკია-ნათლულის სახელწოდებით, დ. წერეთელის მიერ აღწერილია 110-130მ სიმაღლეზე, რომელიც წარმოდგენილია 5-6მ სიმძლავრის კარგად შეცემენტებული მდინარეული რიყნარით. იმავე სიმაღლეზე მდინარეული ნალექები აღწერილია ღრმაღელის მიდამოებში, ხოლო, მორფოლოგიურად კარგად გამოკვეთილი ზედაპირი (შესაბამისი ნალექებით) - ნავთლულის რკინიგზის

სადგურთან (დამპალას მიდამოები), რომელიც გადადის მდ. ლოჭინის მარცხენა ფერდობზე. მდ. მტკვრის მასალა აღწერილი იქნა იმავე სიმაღლეზე სოფ. გლდანის მიდამოებში და იალნოს ქედის ჩრდილო ფერდზე (ე. წერეთელი 2002).

ჭალისზედა მეხუთე ე.წ „ლოტკინის“ ტერასა, 150-170მ სიმაღლეზეა. მისი არსებობა მორფოლოგიურად და გეოლოგიურად დასტურდება საგურამო-იალნოს ქედზე გლდანისწყლისა და ჯაჭვისწყლის ხეობის შორის, ძეგვი-მახათას მთის მიდამოებში. უფრო აღმოსავლეთით ის ერწყმის სამგორის ფართო ვაკეს. მარჯვენაპირეთზე მისი არსებობა დასტურდება მდ.ვერესა და მდ. დიღმისწყლის წყალგამყოფის თხემისპირა ზონაში. აღწერილი უბნების ყველა ჭრილში გვხვდება მტკვრის ალუვიური მასალა, წარმოდგენილი სუსტად შეცემენტებული კონგლომერატებით.

მდ. მტკვრის ყველაზე მაღლა მდებარე პლეისტოცენური ტერასა (V - ალ. ჯანელიძე, ი. ბონდირევი, VI - დ. წერეთელი) მახათის მთის თხემურ ნაწილზე მდებარეობს. ტერასა 210-260მ სიმაღლეზეა, ანუ 628-630მ აბსოლუტურ ნიშნულზე. ეს ტერასა ვრცელდება საგურამო იალნოს სამხრეთულ კალთებზე, ზემო ავჭალის მიდამოებში და აგრეთვე გლდანისწყლისა და ჯაჭვისწყლის მოვაკებულ ზედაპირზე, ძეგვი - მახათის სერზე, საიდანაც ფართო ბაქნის სახით მიემართება აღმოსავლეთით თბილისის წყალსაცავისაკენ, სადაც ტერასის სიმაღლე მაქსიმუმამდე მაღლდება.

მტკვრის ყველაზე მაღალი პლიოცენური ტერასა (ე.წ ქაშვეთის ტერასა მდებარეობს მახათას სერის ჩრდილოეთით 700მ აბს. სიმაღლეზე, ქაშვეთის ტერასის ანალოგად მიიჩნევა მამადავითის (ფუნიკულიორი) ფართო მოსწორებული ზედაპირი, თუმცა მასზე მდინარეული მასალა შემორჩენილი არ არის.~

5. რელიეფის ანთროპოგენური ტრანსფორმაცია და თანამედროვე ეგზოდინამიკური პროცესები

თბილისის ტერიტორიის რელიეფი უკიდურესად ტრანსფორმირებულია ანთროპოგენული ზემოქმედებით, რომელიც მიმდინარეობს მრავალი საუკუნის მანძილზე და ეტაპობრივად ძლიერდება კიდევ. ქალაქის ურბანიზაციის ზრდასთან ერთად ამ პროცესში ექცევა ახალი ტერიტორიები. ამის მიზეზია პირველადი რელიეფის რთული მორფოლოგია, ამგები ქანების დაბალი ფიზიკურ - მექანიკური თვისებები და ქალაქის განვითარებისათვის უკიდურესად შეზღუდული პირობები. პირველადი რელიეფის ტრანსფორმაცია და „ორგანიზებული: მორფოლოგიური ფორმების წარმოქმნა კულმინაციას XX საუკუნის მეორე ნახევრიდან აღწევს. ქვაბულში მიმდინარეობს რელიეფის უარყოფითი ფორმების ამოვსება საყოფაცხოვრებო ნაყარით და მეტროს მშენებარე გვირაბებიდან გამოტანილი დიდი ოდენობით გრუნტით, რაც გამოიყენეს მდ. მტკვრის 30კმ-ანი სანაპირო ზოლის

კეთილმოწყობისათვის და მდ. ვერეს ხეობის ქვემო წელში ბავშვთა დასვენების ზონის - „მზიურის“, ვარაზისხევის და ა.შ ამოსავსებლად. გაიჭრა ვაკე-საბურთალოს შემაერთებელი დერეფანი - იყალთოს სერი, რის შედეგადაც წარმოიშვა აქტიური ქვათაცვენის უბანი. საინჟინრო - გეოლოგიური პირობების სათანადო შეფასების გაუთვალისწინებლად ბევრ ადგილზე ჩამოიჭრა მამადავითის ჩრდილო ფრთა, ნუცუბიძის პლატოს, იყალთოს მთის, ნაძალადევი - მახათის, სეიდაბადის ფერდობები და ა.შ ამ პროცესების შედეგად ათეულ კილომეტრზე ჩამოყალიბდა აქტიური გრავიტაციული ფერდობები.

რთული გეოეკოლოგიური პირობები გაუთვალისწინებლობამ, ტერიტორიების ათვისებამ სათანადო შეფასების გარეშე ძალზე ნეგატიურ შედეგებამდე მიგვიყვანა. დიდი დახრილობის ფერდობების ჩამოჭრამ (თანაც უმეტესწილად შრეების დახრილობის თანმხვედრი), მშენებლობისა და საკომუნიკაციო ნაგებობებისათვის საყოფაცხოვრებო მასალით და ტექნოგენური გრუნტით ხევებისა და ჩაკეტილი დეპრესიების ამოვსებამ ქალაქის გეოეკოლოგიური მდგომარეობის მკვეთრი გართულება გამოიწვია.

ქალაქის ტერიტორიაზე განვითარებულ ბუნებრივ-ტექნოგენურ მოვლენებს და პროცესებს შორის განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს მეწყრულ-გრავიტაციული, ღვარცოფული და სუფოზიური მოვლენები, დატბორვები და წყალმოვარდნები.

თბილისის განვითარებისა და საინჟინრო ნაგებობების ნორმალური ფუნქციონირების ძირითად ხელშემშლელ ფაქტორს წარმოადგენ მეწყრულ - გრავიტაციული მოვლენები. ქვაბულის ფერდობებზე ამ პროცესებმა თავი იჩინეს ჯერ კიდევ ისტორიულ წარსულში. ამჟამად დროებით მათი განვითარება - რეაქტივაცია უმეტესწილად, დაკავშირებულია ადამიანის არაგონივრულ საქმიანობასთან. გეოლოგიურ წარსულში წარმოქმნილი მეწყრების კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენენ როგორც თრიალეთის ქედის ჩრდილო ფერდობებზე მდებარე კუს ტბა, „მამადავითის“ პანთეონი, ბოტანიკის ხეივანის და წყნეთის ტერიტორიაზე მრავალი მეწყრული საფეხური. ასევე მდ. მტკვრის მარჯვენა მხარეზე: თელეთის და მუხათგვერდის ქედებზე მრავალი მძლავრი მეწყერი.

სურ. 13

ქ. თბილისი 2017 წელი მეწყრული პროცესი

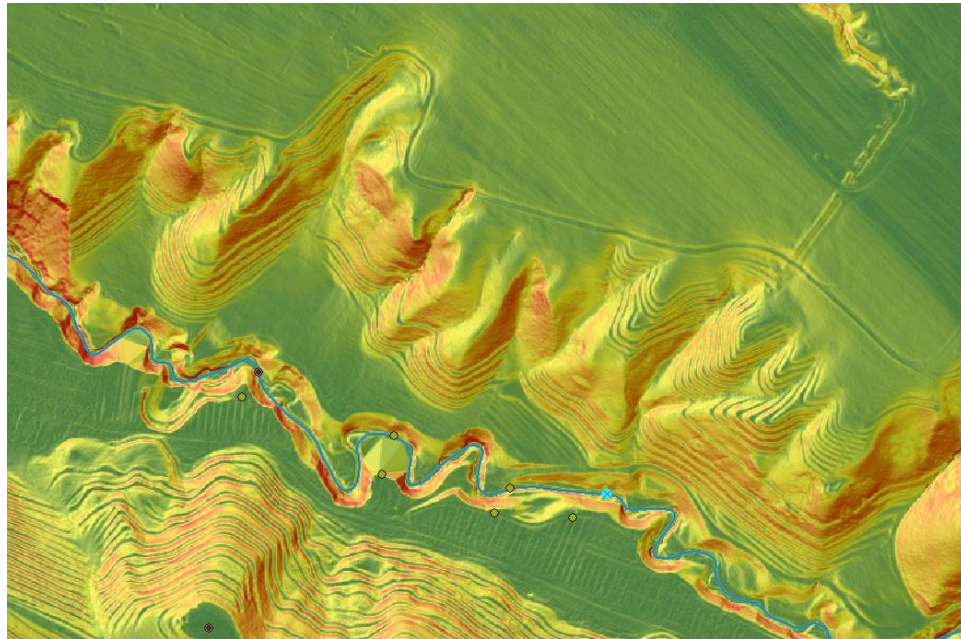


თბილისის დღევანდელი სოციალურ-ეკონომიკური და ეკოლოგიური კრიზისის პირობებში კარდინალურ პრობლემას წარმოადგენს ბუნებრივი გარემოს მყიფე ეკოსისტემის შენარჩუნება და მოსახლეობის საშიში პროცესებისაგან დაცვა. ამ პრობლემის გადაწყვეტა შესაძლებელია მხოლოდ გეოეკოლოგიური მდგომარეობის ბაზისური შეფასების და ლითოსფეროს მონიტორინგის (გეომონიტორინგის) სრულფასოვანი ფუნქციონირებით, რამდენადაც კვლევების ანალიზი ადასტურებს, რომ უმეტეს შემთხვევაში მრავალი სახის დიდი და მცირე გეოეკოლოგიური გართულებები მხოლოდ არასწორი ბაზისური შეფასების შედეგია (ე. წერეთელი 2017).

6. კვლევის შედეგები

კვლევის დროს გამოთვლილი იქნა როგორც მთლიანი ქალაქის ეროზიული დანაწევრების კოეფიციენტი და მათი დამოკიდებულება ურბანიზაციასთან (თბილისი მიეკუთვნება ეროზიული დანაწევრების მქონე მაღალი საშიშროების რისკის მქონე ქალაქთა რიგს). ასევე 3 მდინარის მდ.მდ. ვერე, დიღმისწყლის და კვირიკობის ხევის ეროზიის შედეგად გამოფიტული მასის მოცულობა.

სურ. 14 მდ. ვერეს ხეობა



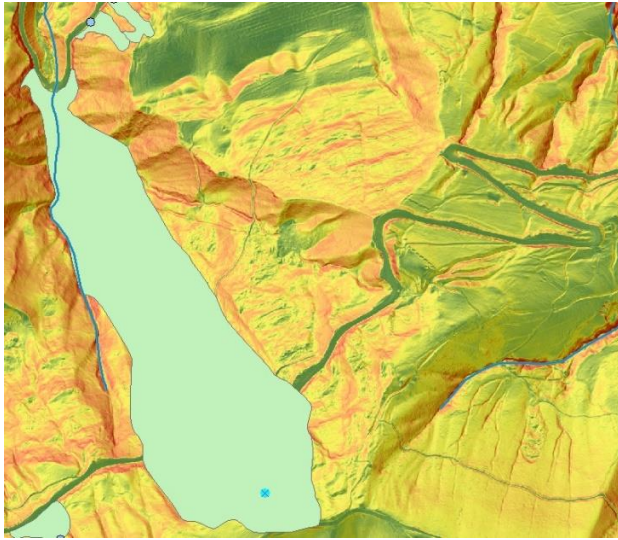
თბილისი - 497979225:433,922=1,149 კოეფიციენტი

- ▶ მდ. ვერეს ეროზიისგან გამოფიტული მასა - $9\,749\text{ მ}^2 \times 49 = 477\,701\text{ მ}^3$
- ▶ მდ. კვირიკობის ხევი ეროზიისგან გამოფიტული მასა - $2\,009 \times 14 = 28\,1260\text{ მ}^3$
- ▶ მდ. დიღმის წყალის ეროზიისგან გამოფიტული მასა - $8\,027\text{ მ}^3 \times 18 = 144\,486\text{ მ}^3$

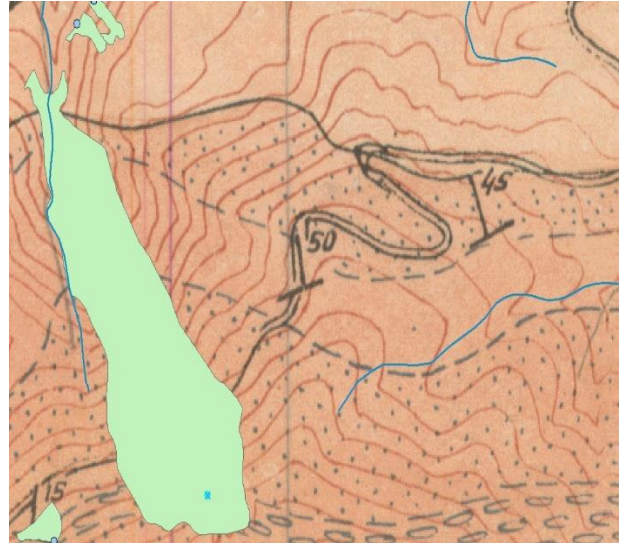
ხარისხობრივი და ნახევრად-რაოდენობრივის რისკების შეფასების მეთოდის (Koirala and Watkins 1988) მეშვეობით სპეციალური ფორმულით დადგინდა წყნეთი-ახალდაბის მეწყრის დამოკიდებულება ინფრასტრუქტურულ ობიექტებთან სტაბილურობის კოეფიციენტი.

წყნეთი-ახალდაბის მეწყერი

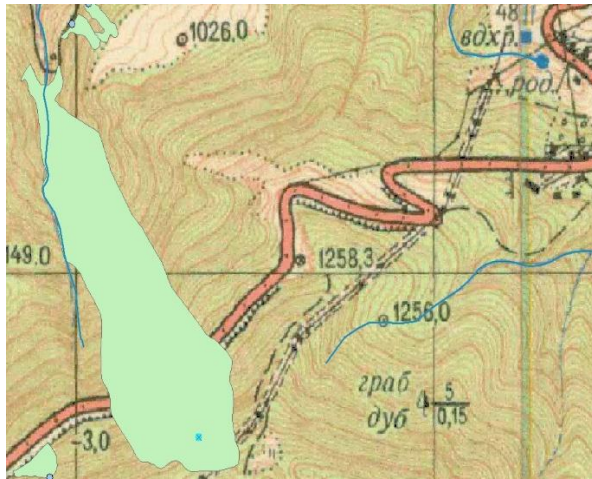
სურ. 15 ციფრული სასიმალო მოდელი



სურ. 16 გეოლოგიური რუკა



სურ. 17 ტოპოგრაფიული რუკა



სურ.18 ორთო ფოტო



ცხრილი. 5

სტაბილურობის კოეფიციენტი	
E სიმაღლე H მ	გრუნტიანი ფერდობი (H x 1) : 504 მ
F ფერდობის დახრის კუთხე (კლდოვანი მსივის)	<60 ⁰ =0
F ფერდობის დახრის კუთხე	>50 ⁰ =10
G ფერდობის დახრის მდებარეობა, (გზის ზევით)	>35 ⁰ გზა=10
I ფერდობსამაგრი კედელი	კედლის სიმაღლე = 0
J ფერდობის მდგომარეობა	აქვს მასალა =5
K ფერდობსამაგრი კედლის მდგომარეობა	არ არის=10
L მიმდებარე ფერდობებთან კავშირი	მძვრელი ძალები არ მოქმედებს=0
M გეოლოგია (ლითოლოგია)	მასიური კლდოვანი მასალა = 0
N შეწერის ჰიდროგეოლოგიური პირობები	არ არის=15
O ქანების შეჭიდულობის ხარისხი	ქანების ერთმანეთთან შეჭიდების ხარისხი არის =5
P ჰიდროსაინჰოლაციო არხები (შეწერის ქვედა ნაწილში)	არის = 10
Q ჰიდროსაინჰოლაციო არხები	არის = 5
R წყლის გამოჟონვის ხარისხი	საშუალო=10
სტაბილურობის კოეფიციენტი $\Sigma (E + R) : 100$	(504+10+5+10+15+5+10+5+10):100=5.74

საშიშროების რისკი

მაღალი = 8 – 10

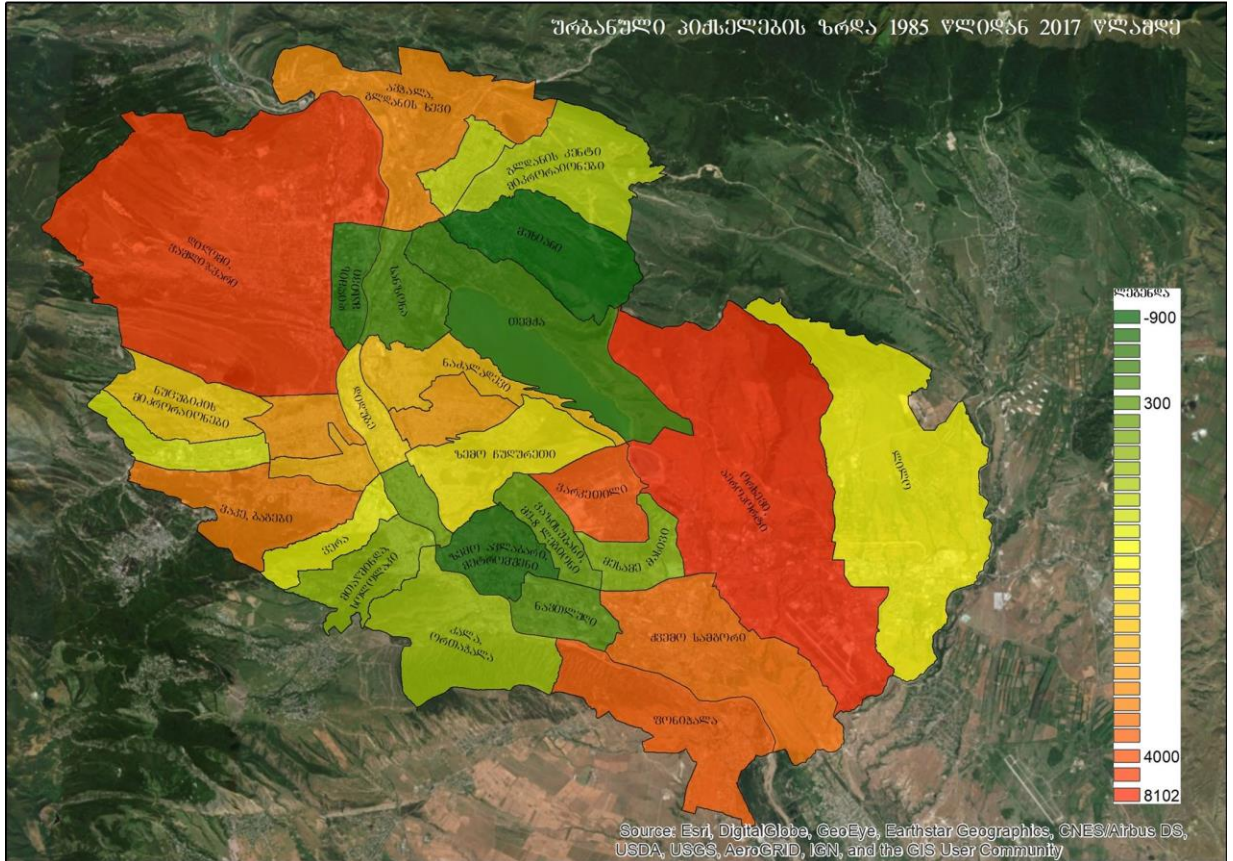
საშუალო = 5-7

დაბალი = 0-4

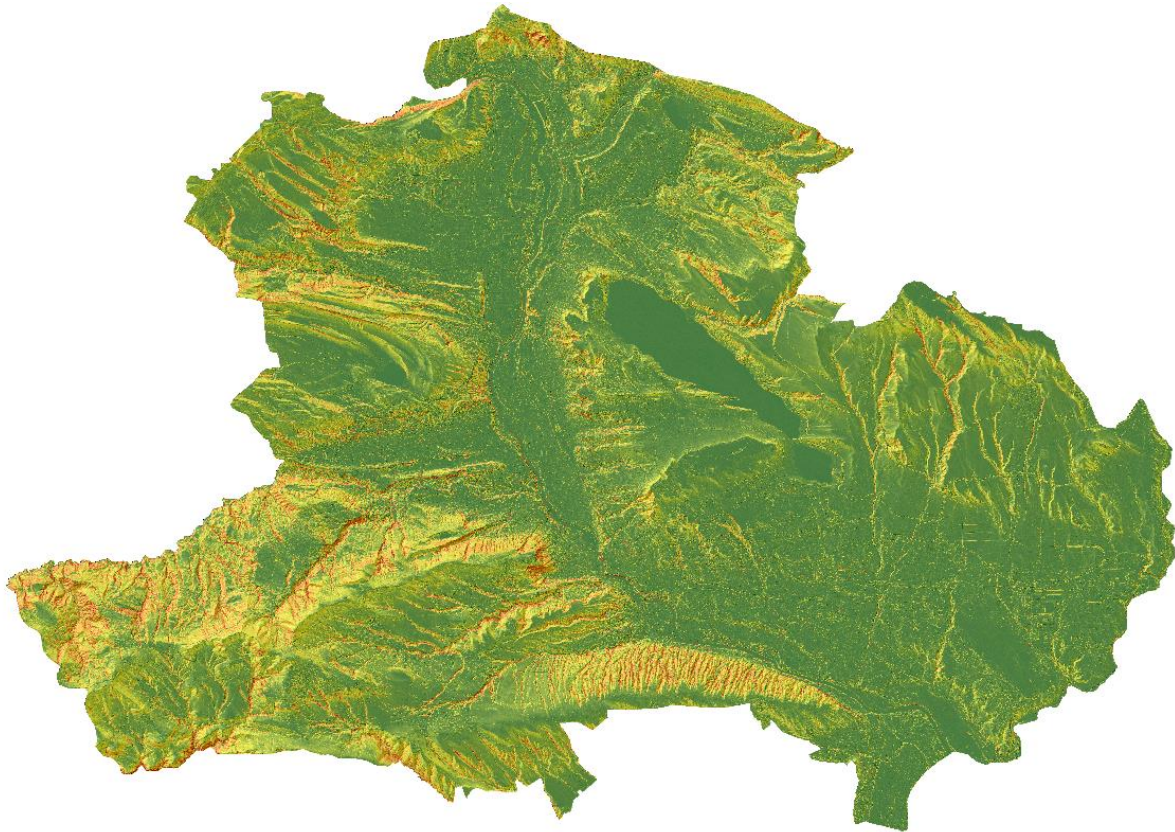
კვლევამ ნათელი გახადა ლანდშაფტურ-ეკოლოგიური გარემოს დაცვის და განვითარების (გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ეკოლოგიურად დასაშვებ დონემდე შემცირება, ბუნებრივ-ანთროპოგენური ლანდშაფტის ეკოლოგიური მონიტორინგი, ბუნებრივი რესურსების შენარჩუნება და აღდგენა, ახალი მწვანე სივრცეების შექმნა, ბუნებადამცავი და რეკრეაციული ფუნქციური ქვესისტემის შენარჩუნება, განვითარება, ვიზუალური გახსნა და აქცენტების გაძლიერება, ქალაქის ირგვლივ ბუფერული გამწვანების ზონის შემდგომი განვითარება, დეგრადირებული ტერიტორიების, მწვანე ნარგავებისა და ლანდშაფტური სივრცეების აღდგენა) აქტუალობა.

კვლევის დროს მოპოვებული ურბანიზაციის ზრდის (1985 – 2017) რუკას მივუსადაგეთეთ ფიზიკური რუკა და მასში არსებული პროცესები.

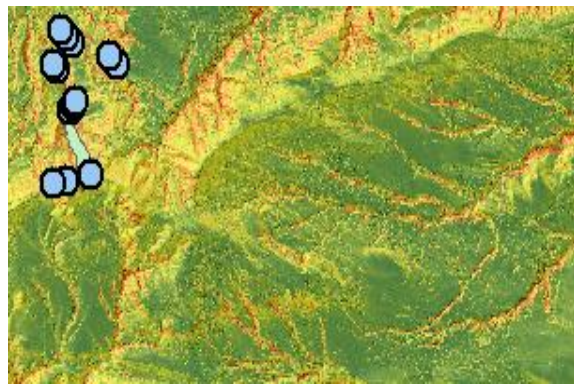
რუკა. 3 ბუაძე ნ. 2019 ურბანული პიქსელების ზრდა 1985 წლიდან 2017 წლამდე



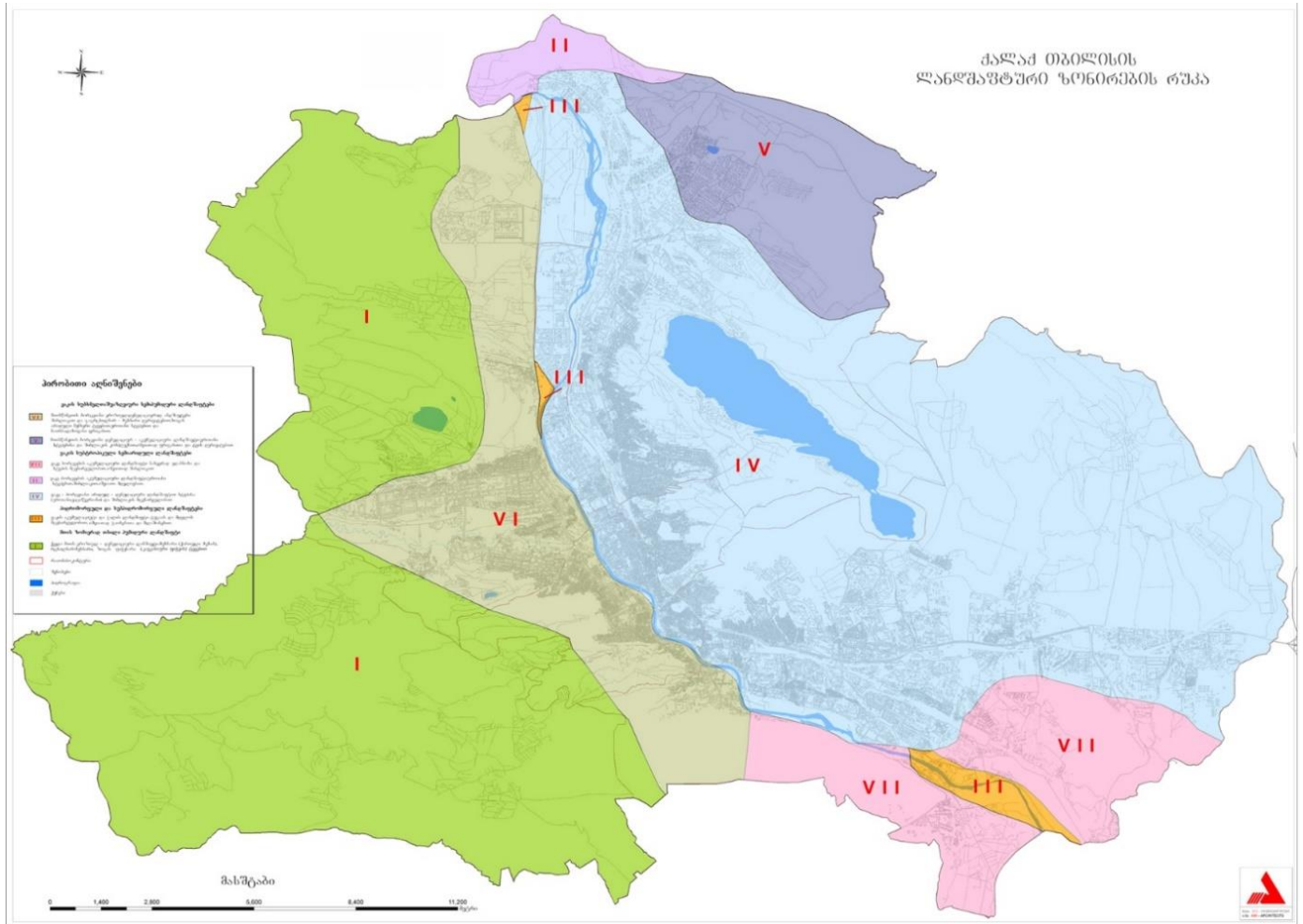
სურ. 19 ფერდობების და ექსპოზიციის რუკა (ლიდარი)



მეწყრები მდ ხევძმარის ხეობაში მეწყრების გავრცელება (სურ. 21-22)

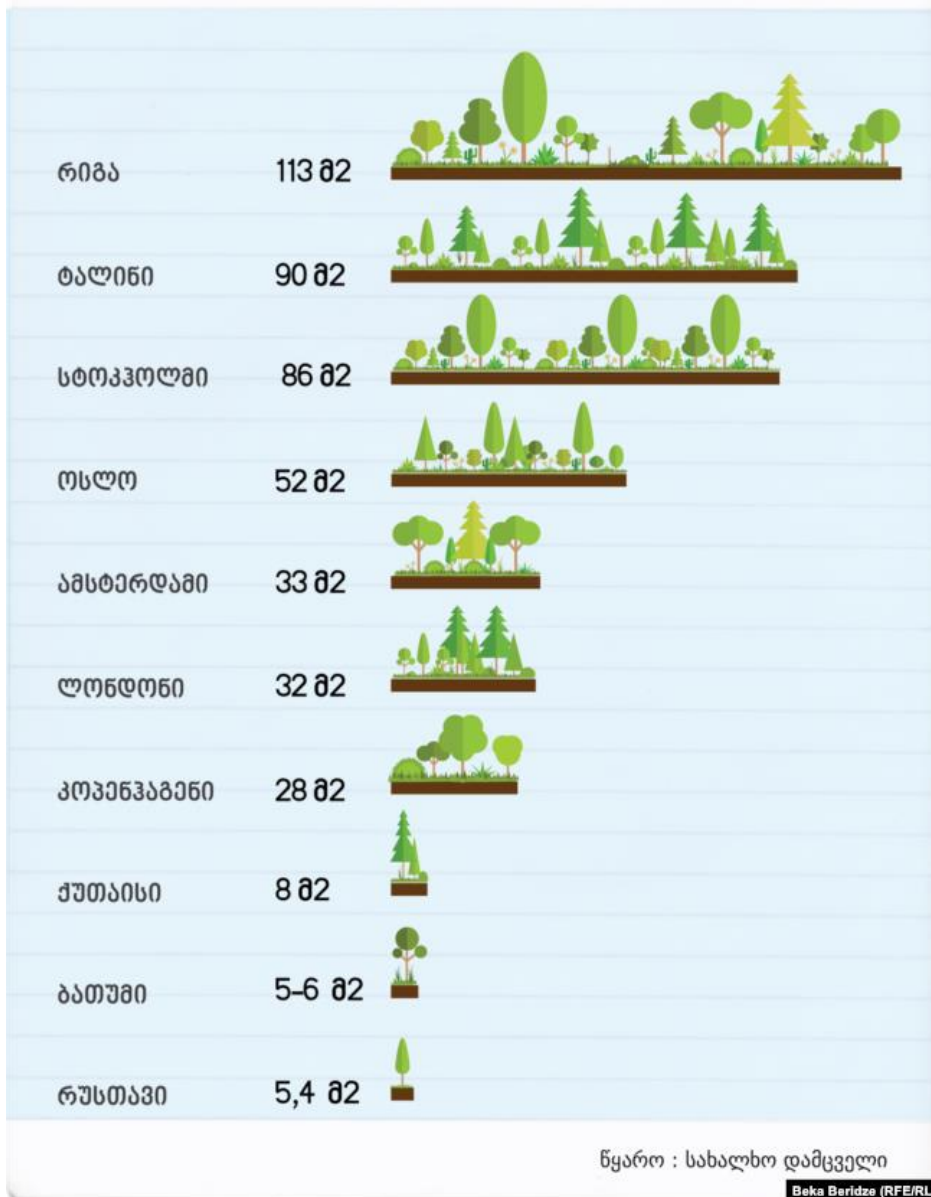


რუკა. 4 ქალაქ თბილისის ლანდშაფტური ზონირების რუკა



მნიშვნელოვანია, ქალაქების მაცხოვრებლებს ჰქონდეთ მარტივი წვდომა გამწვანებულ საჯარო ტერიტორიებზე. ერთ-ერთი ინდიკატორი, რომლითაც მსგავსი ხელმისაწვდომობა შეიძლება გაიზომოს, არის თანაფარდობა მწვანე სივრცესა და მოსახლეობის რაოდენობას შორის, აღსანიშნავია ის ფაქტიც რომ თბილისში ერთ სულ მოსახლეზე გამწვანების მაჩვენებელი განსაზღვრული არ არის.

მწვანე სივრცე ერთ ადამიანზე



მწვანე საფარი 3 რამისგან იცავს ადამიანს: 1) ხმაურისგან, 2) შთანთქავს ნახშირორჟანგს და გამოყოფს ჟანგბადს, 3) ზოგადად, მწვანე ფერი ყველა ადამიანს ეხმარება სტრესული სიტუაციიდან გამოსვლაში.

დღეს დედამიწის 30 პროცენტს ტყის საფარი შეადგენს. National Geographic-ის მონაცემებით, ყოველწლიურად 80 ათასამდე კვადრატული მეტრი მწვანე საფარი ნადგურდება. ეს საქართველოზე 12 ათასი კვადრატული მეტრით დიდი ტერიტორიაა.

მძიმე მდგომარეობაა შექმნილი თბილისშიც. 2010 წლის ოქტომბერში, სახელმწიფო ტყის ფონდში არსებული თბილისის და მისი შემოგარენის 8600 ჰექტარი ტყე, საკრებულოს გადაწყვეტილებით, მერიის დაქვემდებარებაში გადავიდა და ლანდშაფტურ-რეკრეაციული ზონის სტატუსი მიენიჭა. თუმცა, იქიდან გამომდინარე, რომ ზოგი ასეთი ადგილი საერთოდ დაუსახლებელია, თბილისის ცენტრში კი მწვანე ნაწილი მაინც მცირეა, მსგავსი ინიციატივები ერთ სულ მოსახლეზე გამწვანების ფართობს ქალაქში რეალურად მაინც არ ზრდის. დედაქალაქის გენერალური გეგმის ბოლო მონაცემებით, ერთ სულ მოსახლეზე გამწვანებული ადგილი 5,6 კვადრატულ მეტრს შეადგენს, რაც მნიშვნელოვნად ჩამორჩება როგორც 80-იანი წლების ამავე მაჩვენებელს - 13,0 კვადრატულ მეტრს, ისე საერთაშორისო სტანდარტით გათვალისწინებულ 10-15 მ²-ს.

თითო სულ მოსახლეზე გამწვანების ფართობის გაცილებით უფრო ეფექტური ურბანული ინდიკატორი, რომელიც დღეს მსოფლიოში მოქმედებს, ასეთია: ერთ ადამიანს საკუთარი სახლიდან ათი წუთის სავალზე უნდა ჰქონდეს მწვანე საფარი იმისთვის, რომ დასაშვებ ნორმას აკმაყოფილებდეს.

იმის ფონზე, რომ ქვეყანაში იზრდება ავტოტრანსპორტის რიცხვი, რაც ჰაერის დაბინძურების ძირითად წყაროს წარმოადგენს, კიდევ უფრო დიდ მნიშვნელობას იძენს მწვანე საფარის შენარჩუნება (გარემოსდაცვითი ინფორმაციისა და განათლების ცენტრი 2018).

როგორც ცნობილია ისტორიულად დიდი ქალაქების ურბანული სივრცე ყოველთვის განიცდის ტექნო-ანთროპოგენური დატვირთვის განუსაზღვრელ წნეხს. ამ მიმართულებით თბილისი თავისი რთული გეოლოგიური გარემოს პირობებისა და უკიდურესად მგრძობიარე ტექნოგენური დატვირთვისა და ტექნო-ეგზოდინამიკური პროცესების და მოვლენების წარმოქმნა-განვითარებისადმი და მათგან ქალაქის მოსახლეობის და ინფრასტრუქტურული ობიექტებისადმი მიყენებული ნეგატიური შედეგებით მიეკუთვნება უკიდურესად რთულ და გეოეკოლოგიურად „არაჯანსაღ“ მდგომარეობაში მყოფი ქალაქების ჯგუფის კატეგორიას. მიგვაჩნია, რომ ამის პირდაპირი მაჩვენებელი უნდა იყოს მეწყრულ-გრავიტაციული მოვლენების მონაცემები, რომელიც თუ 2000 წლისათვის 60 ერთეულის საზღვრებში იყო დარეგისტრირებული, დღეისათვის მათი რიცხვი 500 აღემატება და ქ.თბილისის სივრცეში ბუნებრივ-ტექნოგენური ზემოქმედების

ერთიანი სინერგიზმის ზემოქმედების სივრცეში მიაღწიეს ცვლილებების იმ კრიტიკულ ზღვარს, რის შემდეგ იწყება საშიში გეოლოგიური პროცესებით გართულებული გეოეკოლოგიური კოლაფსი დიდი ეკონომიკური ზარალით და ადამიანთა მსხვერპლით (გარემოს ეროვნული სააგენტო 2019).

7. დასკვნა

ნაშრომში განვიხილეთ: მოსახლეობის ზრდის აქტუალობა, საკვლევი ტერიტორიის მდებარეობა და საზღვრები, ფიზიკური თვისებები, მორფოლოგიური ფორმები, რელიეფის ანთროპოგენული ტრანსფორმაცია, თანამედროვე ეგზოდინამიკური პროცესების ზოგადი დამოკიდებულება თბილისის განაშენიანებაზე და ა.შ.

განხორციელდა სოციალურ-ეკონომიკური და ფიზიკური ფუნქციების შესახებ ინფორმაციის სისტემატიზაცია და მიზეზშედეგობრივი ანალიზი, და ის რომ თბილისის დემოგრაფიულად მეტად სწრაფმზარდი ქალაქია.

თბილისში სტიქიური - გეოლოგიური პროცესების შეფასება ხდებოდა 2 წლის განმავლობაში 2017-18 წლებში, 60 ზე მეტი საველე გასვლით, რა დროსაც გამოვლენილი, შეფასებული და დაკადასტრებული იქნა 500-ზე მეტი გრავიტაციული პროცესი (გარემოს ეროვნული სააგენტო 2017-2019).

საფრთხეების ზონირების რუკის შედგენის შემდგომ შესაძლებელი გახდება ნათლად დავინახოთ თბილისში რა მაშტაბის ანთროპოგენური ზემოქმედება შეიძლება განხორციელდეს გეოეკოლოგიურ გარემოს მდგომარეობიდან გამომდინარე და რომელი უბნები იქნება ოფტიმალური ურბანიზაციისთვის.

დაგროვილი დეტალური ინფორმაციით თბილისის ტერიტორიის სივრცეში არსებული ქანების (გრუნტების) საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების შეფასებით და მათი სივრცობრივი გავრცელებით(ე. წერეთელი), მომავლში გაჩნდა პერპექტივა ეს ინფორმაცია გაერთიანდეს 3D ფორმატში DEM-თან (ციფრულ სასიმალო მოდელთან), რაც მოგვცემს მათემატიკური სიზუსტით გავიგოთ რა საინჟინრო - გეოლოგიური სამუშაოების ჩატარება შეიძლება ამა თუ იმ უბანზე.

ურბანული გეომორფოლოგია კვლევის სწრაფად განვითარებადი ინტერდისციპლინარული დარგია, საჭიროება თანამედროვე ტექნოლოგიებს. მეთოდოლოგია.

აღსანიშნავია ის ფაქტიც რომ ისეთ საბუნებისმეტყველო მეცნიერებაში როგორც გეოგრაფიაა კვლევა და ნაშრომის შექმნა არ შეიძლება ხდებოდეს ბიუჯეტის

გარეშე, ამიტომაც ნაშრომში მოყვანილი ფაქტები და ინფორმაციები ეყრდნობა თეორიულ საფუძვლებს და არ შეიძლება გამოყენებული იქნას მათემატიკური სიზუსტით.

ქალაქის ეკონომიკურ და დემოგრაფიულ განვითარებაში არსებითი როლო შეასრულა მეტად მოხერხებულმა ეკონომიკურ-გეოგრაფიულმა მდებარეობამ, რამაც თბილისს თითქმის მუდმივი სარეზიდენციო ფუნქცია შესძინა. რელიეფის და ლანდშაფტების ტრანსფორმაცია კი ადამიანების რაოდენობის მატების პირდაპირ პროპორციულია და იქიდან გამომდინარე რომ ეს პროცესი შეუქცევადია გეომორფოლოგიური და ლანდშაფტური დაგეგმარების ერთიანი (ტრანსდისციპლინარული) ცოდნით შეგვეძლება არსებული მონაცემების სივრცე-დროითი ანალიზი ქალაქის შემდგომი ურბანული დაგეგმარებისთვის რაც მაქსიმალურად უზრუნველყოფს მოსახლეობის უსაფრთხოებას და ინფრასტრუქტურის გამართულ მუშაობას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბუაძე ნ. 2019 ურბანული პიქსელების ზრდა 1985 წლიდან 2017 წლამდე (სამაგისტრო ნაშრომი);
2. გარემოს ეროვნული სააგენტო, გაფრინდაშვილი მ., წერეთელი ე., გაფრინდაშვილი გ. და სხვები, 2019, ქ. თბილისის გეოლოგიური საფრთხეების (მეწყერი, ღვარცოფი, კლდეზვავი, ქვათაცვენა და სხვა) შეფასების ანგარიში (მონოგრაფია), 2019;
3. გაფრინდაშვილი გ. 2015. გეოლოგიური პროცესების (მეწყერი, ღვარცოფი, კლდეზვავ-ქვათაცვენა და სხვა) სავლე კვლევის მეთოდოლოგია, თბილისი, 30 გვ;
4. გაფრინდაშვილი გ. 2016, საქართველოს სამხრეთ მთიანეთის გეოდინამიკური პროცესები და მოსალოდნელი გეოეკოლოგიური გართულებები (სადოქტორო დისერტაცია, თსუ, 134 გვერდი;
5. გაფრინდაშვილი მ., წერეთელი ე., გაფრინდაშვილი გ., და სხვები - ინფორმაციული ბიულეტენი: საქართველოში სტიქიური გეოლოგიური პროცესების განვითარების მდგომარეობა და გააქტიურების ტენდენციების პროგნოზი. თბილისი - გარემოს ეროვნული სააგენტო, გეოლოგიის დეპარტამენტი, 2017-2018;
6. ელიზბარაშვილი ნ. 2016. გამოყენებითი გეოგრაფიის საფუძვლები. – თბილისი. „უნივერსალი“, 502 გვ;
7. ელიზბარაშვილი ნ. და სხვ. 2015. თბილისის გეოეკოლოგიური პრობლემები და ლანდშაფტური დაგეგმარების ძირითადი პრინციპები. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის მასალებში: გეოგრაფიის და ანთროპოლოგიის თანამედროვე პრობლემები. -თბ., გამომც.თსუ, , გვ.101-107, 57, 132, 165;
8. ლომთათიძე ვ. 1984. თბილისის ტერიტორიის სივრცეში არსებული ქანების(გრუნტების) საინჟინრო-გეოლოგიური თვისებების შეფასება და მათი სივრცობრივი გავრცელება; გვ. 53-60
9. სტატისტიკის ეროვნული სამსახური (საქსტატი). „მოსახლეობის 2014 წლის საყოველთაო აღწერის.“ 2016;
10. ტატაშიძე ზ. 1999. საქართველოს გეოგრაფია. გვ. 200-208;
11. წერეთელი ე. 2017. რელიეფის ანთროპოგენული ტრანსფორმაცია და თანამედროვე ეგზოდინამიკური პროცესები; გვ. 40-47;
12. წერეთელი ე. 2017. ქ.თბილისში განვითარებული ეგზოგეოდინამიკური პროცესების საინჟინრო-გეოდინამიკური შეფასება;
13. ტატაშიძე ზ. წერეთელი ე. ბონდირევი. ი 2002; თბილისის ქვაბულის გეოგრაფიულ-გეომორფოლოგიური შეფასება;

14. Gaprindashvili G., 2018, Landslide hazard assessment methodology in Georgia, ce/papers. 2. 217-222. 10.1002/cepa.674.
https://www.researchgate.net/publication/325609629_Landslide_hazard_assessment_methodology_in_Georgia
15. Gaprindashvili, G. , Guo, J. , Daorueang, P. , Xin, T. and Rahimy, P. (2014) A New Statistic Approach towards Landslide Hazard Risk Assessment. International Journal of Geosciences, 5, 38-49. doi: 10.4236/ijg.2014.51006.
16. Rosinda Leonor Pato, Paula Castro & Alexandre O. Tavares, The relevance of physical forces on land-use change and planning process (2016). pp 1-2;
17. Koirala and Watkins 2014. Landslide risk assessment From pp 98-99
18. Pikelj and Jurac´ic ´ 2013. Geography, urban geomorphology and sustainability (2015). Pp 1-2;
19. Bohnet and Pert 2010. Geography, urban geomorphology and sustainability. pp 2-3;
20. Koirala and Watkins 1988 . Landslide risk management. pp 241-242.
21. Marie luise blue 2017. Calculating Eroded Soil Mass <https://sciencing.com/how-7480284-calculate-loading-rates.html>