

**ივანე ჯავახიშვილის სახელობის  
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი**



**გეოგრაფიული ინფორმაციული  
სისტემები სოციალურ  
და პოლიტიკურ კვლევებში**

**ვლადიმერ ჩხაიძე  
იოსებ სალუქვაძე  
დავით სვანაძე**

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის  
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
სოციალურ და პოლიტიკურ მეცნიერებათა ფაკულტეტი

**ვლადიმერ ჩხაიძე  
იოსებ სალუქვაძე  
დავით სვანაძე**

**გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები  
სოციალურ და პოლიტიკურ კვლევებში**



უნივერსიტეტის  
გამომცემლობა

სახელმძღვანელო „გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები სოციალურ და პოლიტიკურ კვლევებში“ მომზადდა ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სოციალურ და პოლიტიკურ მეცნიერებათა ფაკულტეტზე გამოცხადებული სახელმძღვანელოების კონკურსის ფარგლებში (ბრძანება № 1/30, 21/01/2020). ის, პირველ რიგში, განკუთვნილია სოციალურ და პოლიტიკურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის სტუდენტებისთვის, კერძოდ, ბაკალავრებისათვის. ეს სავალდებულო დისციპლინაა საზოგადოებრივი გეოგრაფიის მიმართულების/პროგრამის სტუდენტებისათვის, რომლებიც შეისწავლიან სოციალური და პოლიტიკური მეცნიერების საბაზო კურსებს – „შესავალი გეოინფორმაციულ სისტემებში“ და „სოციალური კვლევის მეთოდები“.

**სამეცნიერო რედაქტორი** პროფესორი ნოდარ ელიზბარაშვილი

**რეცენზენტი** პროფესორი გიორგი გოგსაძე

გამოცემულია ივანე ჯავახიშვილის სახელობის  
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
საუნივერსიტეტო საგამომცემლო საბჭოს გადაწყვეტილებით

© ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის  
სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2021

ISBN 978-9941-491-05-4 (pdf)

# სარჩევი

<b>წინასიტყვაობა</b>	5
<b>შესავალი</b>	8
<b>თავი 1.</b> თანამედროვე გეოგრაფია და ინფორმაციული ტექნოლოგიები	11
<b>თავი 2.</b> გის-ის საკვანძო ცნებები	15
<b>თავი 3.</b> გეოგრაფიული მონაცემები ინფორმაციული ტექნოლოგიების გარემოში	39
<b>თავი 4.</b> გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა QIS	43
<b>თავი 5.</b> გეოგრაფიულ მონაცემთა ბაზის ცნება	62
<b>თავი 6.</b> ინტერნეტსივრცეში არსებული გეოგრაფიული ინფორმაციის ძიება	74
<b>თავი 7.</b> გეოგრაფიული ინფორმაციის ინტეგრირება	81
<b>თავი 8.</b> გის-ის საშუალებით რუკების შექმნა არსებული/მოძიებული ინფორმაციის საფუძველზე	86
<b>თავი 9.</b> მონაცემების სტრუქტურირება, ურთიერთკავშირები და ფუნქციონალობა	95
<b>თავი 10.</b> გის-ის რუკების ტიპები	103
<b>თავი 11.</b> გის-ის მოდელირება	114
<b>თავი 12.</b> მსხვილმასშტაბიანი პრაქტიკული პროექტები გის-ის გამოყენებით	118
<b>თავი 13.</b> გის-ის გამოყენების ხელშემწყობი გარემო/წყაროები	133





## წინასიტყვაობა

თანამედროვე მეცნიერების სხვადასხვა სფეროში, განსაკუთრებით, გეოგრაფიაში, სივრცითი მონაცემების შერწყმა ინფორმაციულ ტექნოლოგიებთან იძლევა სხვადასხვა აქტუალური საკითხებისა და პრობლემების კვლევის, ანალიზისა და ვიზუალიზაციის მძლავრ შესაძლებლობებს. ეს ერთგვარი წინაპირობაა სამეცნიერო დისციპლინების შემდგომი განვითარების, თეორიული სრულყოფისა და მეტი პრაქტიკული ეფექტიანობისათვის. ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენება განსაკუთრებით აქტუალურია ცოდნის იმ სფეროებში, სადაც ინფორმაცია დაკავშირებულია გეოგრაფიულ განზომილებასთან ანუ გარკვეულ ტერიტორიასთან, სადაც მნიშვნელოვანი ეკონომიკური, სოციალურ-კულტურული, ეკოლოგიური და პოლიტიკური პროცესები მიმდინარეობს. შესაბამისად, სამეცნიერო კვლევები და პრაქტიკული პროექტები თანამედროვე სოციალურ-ეკონომიკურ და პოლიტიკურ მეცნიერებათა დისციპლინებში, ისევე როგორც საბუნებისმეტყველო დარგებში, სულ უფრო ინტენსიურად და ფართოდ იყენებენ ინოვაციურ ტექნოლოგიებზე დაფუძნებულ სივრცითი ინფორმაციის შექმნის, დამუშავებისა და ასახვის სისტემას, რაც **გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის (გის)** სახელითაა ცნობილი. გის ტექნოლოგია საყოველთაოდაა აღიარებული სივრცითი/ტერიტორიული კვლევების შესრულების საუკეთესო და, შესაბამისად, აუცილებელ ინსტრუმენტად. სამეცნიერო კვლევებში გის ფართოდ დანერგვის უზრუნველსაყოფად მნიშვნელოვანია მისი შესაძლებლობებისა და გამოყენების სწავლება უმაღლეს სასწავლებლებში. გის სტუდენტებს აძლევს სივრცითი აზროვნებისა და ანალიზის ხარისხობრივად ახალ, უნიკალურ უნარებს.

შემოთავაზებული სახელმძღვანელო, პირველ რიგში, განკუთვნილია სოციალურ და პოლიტიკურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის სტუდენტებისთვის, განსაკუთრებით, ბაკალავრებისათვის. ის აუცილებელი დისციპლინაა საზოგადოებრივი გეოგრაფიის მიმართულების/პროგრამის სტუდენტებისათვის, რომლებიც შეისწავლიან სოციალური და პოლიტიკური მეცნიერების საბაზო კურსებს – „შესავალი გეოინფორმაციულ სისტემებში“ და „სოციალური კვლევის მეთოდები“.

ასევე, სახელმძღვანელო სასარგებლო იქნება იმ მკვლევართათვის, რომელთაც სურთ, თანხიანთი საქმიანობის პროცესში დამოუკიდებლად გამოიყენონ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები. სახელმძღვანელოში განხილული საკითხები ფოკუსირებულია უკვე არსებული გეოგრაფიული ინფორმაციის მოძიებასა და მის გამოყენებაზე. ის ნაკლებად განიხილავს გეოგრაფიული ინფორმაციის შექმნის ტექნიკურ დეტალებს, მაგალითად, პროგრამირებისა და დიზაინის ასპექტებს, აზომვების ჩატარების ტექნოლოგიებს და სხვა მსგავს საკითხებს, რომლებიც განსხვავებული დისციპლინების პრეროგატივაა.

სახელმძღვანელოში განხილულია გის-ის გამოყენების რამდენიმე მაგალითი, რომელიც დაფუძნებულია სხვადასხვა სახის თემატური მონაცემების გამოყენებაზე, ძირითადად, საქართველოს მასშტაბით.

საქართველოში არსებობს ორგანიზაციები, რომლებიც ქმნიან გეოგრაფიულ ინფორმაციას, ამუშავებენ და იყენებენ მას თავიანთი საკუთარი საჭიროებების შესაბამისად. დღეისათვის მათ მიერ შექმნილი სივრცითი ინფორმაციის უდიდესი ნაწილი განთავსებულია „შიდა სივრცეში“, ის არ არის ფართოდ გაზიარებული და ხელმისაწვდომი გარე მომხმარებელთათვის.

მიუხედავად არაერთი მცდელობისა, სამწუხაროდ, ჯერჯერობით არ არსებობს ერთიანი მიდგომა არსებული ინფორმაციის გამოქვეყნების, გაზიარებისა და გასაჯაროების თვალსაზრისით. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ინტერნეტსივრცეში არ არსებობს ქართული საიტი, საიდანაც შესაძლებელია სარწმუნო და ხარისხიანი საყრდენი (ძირითადი) გეოგრაფიული ინფორმაციის მოძიება, ჩამოტვირთვა და გამოყენება.

არსებობს სასარგებლო საერთაშორისო გამოცდილება, ე.წ. საუკეთესო პრაქტიკა, სივრცითი ინფორმაციის შექმნის, სისტემატიზაციის, გამოყენებისა და გაზიარება-გავრცელების ისეთი ფორმატისა და მექანიზმის შექმნის თვალსაზრისით, რომელიც ხელმისაწვდომია ყველა დაინტერესებული პირისათვის და ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ხარისხიანი სივრცითი მონაცემებით სარგებლობისათვის. ასეთი მექანიზმების შექმნაზე საქართველოშიც მუშაობენ. წინამდებარე სახელმძღვანელოში განვიხილავთ „გეოპორტალის“ ცნებას, რომელიც მრავალმხრივი (თემატური თვალსაზრისით) გეოგრაფიული ინფორმაციის შედგენის, შენახვისა და გავრცელების საფუძველია. ასეთი გეოპორტალი, რომელიც შესაბამისობაში იქნება საერთო ევროპულ სტანდარტებთან, შექმნის პროცესშია ჩვენს ქვეყანაში. მისი ფუნდამენტური, ინსტიტუციური და ტექნიკური ნაწილი უკვე დასრულებულია საჯარო რეესტრის ეროვნული სააგენტოს მიერ, მაგრამ სრულფასოვანი ამოქმედებისათვის საჭიროებს შესაბამის საკანონმდებლო გადაწყვეტილებებს.

ამ სფეროში ზოგიერთი სხვა ქვეყნის მაგალითი გვიჩვენებს, რომ არსებობს სივრცითი ინფორმაციის გასაჯაროების მკაფიოდ განსაზღვრული კრიტერიუმები, ანუ იმ ინფორმაციის ნაკრები, რომელიც ხელმისაწვდომია ნებისმიერი მომხმარებლისათვის. მეტიც, ევროპის ქვეყნებში სივრცითი ინფორმაციის დიდი ნაწილი საჯაროა და მასზე წვდომა თავისუფალია (უსასყიდლო).

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მოცემულ სახელმძღვანელოში ვსარგებლობთ იმ მონაცემებით, რომლებიც ავტორებმა თავად შექმნეს ან მოიპოვეს სამეცნიერო კვლევებისა და პროექტების ფარგლებში. ასევე, გამოყენებულია ინტერნეტში განთავსებული საერთაშორისო წყაროებიდან მიღებული მონაცემები, თუმცა ამ ინფორმაციის დიდი ნაწილი ვერ აკმაყოფილებს ხარისხის მოთხოვნებს, მაგალითად, სიზუსტეს, დროით პარამეტრებს, ატრიბუტების დეტალებს და ა.შ. სახელმძღვანელოს თან ახლავს მაგალითებში გამოყენებული მონაცემები ან ბმულები მათი მისამართებით.

**მკითხველს ვთხოვთ გაითვალისწინოს შემდეგი:** მიუხედავად იმისა, რომ გის გამოყენების თანდართული ნიმუშები და მაგალითები დაფუძნებულია რეალურ მონაცემებზე, ავტორები, მონაცემების ადაპტაციის გზით, ქმნიან ე.წ. „აკადემიურ“ ანუ სასწავლო ვერსიას, სადაც გა-

მოყენებული ინფორმაცია „შეკვეცილია“, თემატიკის საჭიროებიდან გამომდინარე. ამიტომ ის არ გამოდგება რეალური ანალიტიკური ან/და სხვა სახის სამუშაოების ჩასატარებლად.

იმედს გამოვთქვამთ, რომ სახელმძღვანელო დაეხმარება სტუდენტებს გის საფუძვლების დაუფლებასა და აკადემიურ პროცესში გამოყენებაში, ხოლო სხვა მკითხველს – გის გამოყენების ზოგადი უნარების შეძენაში. ამ სფეროში მიღებული პირველი გამოცდილება შესაძლებლობას მისცემს დაინტერესებულ აუდიტორიას, რომ შემდგომში დამოუკიდებლად განავითაროს და გაიღრმავოს მიღებული ცოდნა.

გვინდა, მადლობა გადაუხადოთ თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ხელმძღვანელობას და ყველა თანამშრომელს სახელმძღვანელოს შექმნისას გამორჩენილი თანადგომისა და ხელშეწყობისათვის.

განსაკუთრებით, მადლობას ვუხდით პირადად დეკანს, ქალბატონ თამარ დოლბაიას. მისი ძალისხმევით გარეშე, ამ სახელმძღვანელოს შექმნა შეუძლებელი იქნებოდა. მადლობას ვუხდით დეკანის მოადგილეს, ქალბატონ თეონა მატარაძეს, ძალზე მნიშვნელოვანი შენიშვნებისა და რეკომენდაციებისათვის.

ასევე მადლობას ვუხდით იუსტიციის სამინისტროს საჯარო რეესტრის ეროვნულ სააგენტოს საჭირო ინფორმაციის მონოდებისათვის. მადლობლები ვართ სტუდენტებისა, რომლებიც გვეხმარებოდნენ სახელმძღვანელოში მოყვანილი ამა თუ იმ ასპექტის ანალიზისა და შემოწმებისას.

## შესავალი

### რა არის გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები – გის

ჩვენი გარემომცველი ბუნებრივი გარემო მუდმივ დინამიკაშია. პროცესები განსხვავებული მასშტაბის, ხანგრძლივობის და ხასიათისაა. ამ ცვლილებების უწყვეტი პროცესი დედამიწაზე მუდმივად მიმდინარეობს და გეოგრაფიულ გარსზე, სოციუმზე იგი სხვადასხვაგვარად აისახება. ცვლილებების პროცესი, განსაკუთრებით, სამეცნიერო ტექნიკური პროგრესის შედეგად, მრავალფეროვანი გახდა, დაჩქარდა და დიდი მასშტაბები შეიძინა. ამგვარი პროცესების გამომწვევი მიზეზებიც და შედეგებიც შეგვიძლია ბუნებრივი და ანთროპოგენური ტიპის ფაქტორებად დავაჯგუფოთ. ცხადია, სამეცნიერო ტექნიკური პროგრესის, მსოფლიოს გლობალური ცივილიზაციის პირობებში, მნიშვნელოვნად გაიზარდა გარემოზე ადამიანის ზემოქმედების შესაძლებლობები და მისი როგორც უარყოფითი, ასევე დადებითი შედეგები. იმავდროულად დედამიწის ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე პროცესები არათუ შენეულა, არამედ ხშირად, ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენით, დაჩქარდა ან/და შეიცვალა მათი რაობა.

მიმდინარე პროცესებს ფართო გეოგრაფიული გავრცელება და მრავალფეროვანი მიზეზშედეგობრივი კავშირები აქვს. ცხადია, პროცესი მრავალფაქტორულია რაც მუდმივ ანალიზსა და დაკვირვებას საჭიროებს. ტრადიციული ქალაქის რუკები, პროცესის მასშტაბურობიდან და, უპირატესად ცვლილებების სწრაფი ხასიათიდან გამომდინარე, ვეღარ ასახავს რეალურ დროში მიმდინარე მოვლენებს. ამ მხრივ, გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა (შემდგომში – გის) (GIS – Geographic Information System), რომელიც წარმოადგენს გარემოს ამსახველ კომპიუტერულ პროგრამულ უზრუნველყოფას, უნიკალური ინსტრუმენტი გეოგრაფიულ გარემოში მიმდინარე პროცესებზე დაკვირვებისათვის, მონაცემთა შენახვის, ანალიზის, ვიზუალიზაციისა და, ხშირ შემთხვევაში მნიშვნელოვანი მრავალფაქტორული გადაწყვეტილებების მიღების პროცესში.

### განვითარების მიმოხილვა, მოკლე ისტორიული ექსკურსი

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის ანალოგებსა და მათი საშუალებით გადანყვეტილებების მიღებას, საჭირო დასკვნების გამოტანას, ხანგრძლივი ისტორია აქვს. შესაძლოა ითქვას, რომ ქალაქის რუკების სახით არსებული ტრადიციული კარტოგრაფიული პროდუქციაც ამავე მიზანს ემსახურება. ამის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ თუნდაც პრეისტორიული პეტროგლიფები, რომლებიც ასახავენ დედამიწის ზედაპირზე განლაგებულ ობიექტებს:





**სურ. 0.1.** გამოქვაბული ლასკო, საფრანგეთი

კაცობრიობის განვითარების პროცესში დედამიწის ზედაპირის გამოსახვას სხვადასხვაგვარად ცდილობდნენ.



**სურ. 0.2.** კომალა, შტატი კოლიმა, მექსიკა, მიმდებარე ტერიტორიის „რუკა“

შემდგომში, ტექნიკური საშუალებების განვითარების შედეგად, დედამიწის ზედაპირის მრავალი ობიექტის გამოსახვის სხვადასხვაგვარი შესაძლებლობები გაჩნდა, რაც კარტოგრაფიაში გადაიზარდა. მაგალითად:



სურ. 0.3. შვედეთი, XVII საუკუნე

სხვა მხრივ, ტექნიკური საშუალებების გამოყენებამ კარტოგრაფიისთვის გააჩინა განსაკუთრებული შესაძლებლობები, რომლებსაც, ნაწილობრივ, ჩვენს სახელმძღვანელოში განვიხილავთ.



## თავი 1.

### თანამედროვე გეოგრაფია და ინფორმაციული ტექნოლოგიები

საუკუნეებია, კარტოგრაფია მეცნიერებისა და ხელოვნების შერწყმას გულისხმობს ([Michael F. Goodchild, UC](#)).

კაცობრიობის განვითარებასთან ერთად კარტოგრაფია პერიოდულად იცვლებოდა და მდიდრდებოდა გარემოში მომხდარი კონცეპტუალური ცვლილებებითა და ტექნოლოგიების მიღწევებით.

ამ ცვლილების ძირითად მამოძრავებელ ძალად შეიძლება ჩაითვალოს თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების კატეგორიებით აზროვნება.

ინფორმაციული ტექნოლოგიების კატეგორიებით აზროვნება, აქცენტირებული ვიზუალიზაციაზე, იძლევა ხარისხობრივად ახალ შედეგს. დღეს ეს ცნობილია, როგორც **გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა (გის)**, რომელიც აერთიანებს მონაცემთა ბაზებს, მათემატიკური ანალიზის პროცედურებსა და გრაფიკული წარმოდგენის (ვიზუალიზაციის) მეთოდებს.

ზოგადად, გის-ის კონცეფცია შემდეგნაირად შეგვიძლია წარმოვადგინოთ:



სურ. 1.1. დედამიწის ზედაპირზე არსებული ობიექტები (მაგალითად, თსუ)



ობიექტების წარმოდგენის/აღწერის საშუალებები:



აეროფოტო სურათი



ობიექტების კონტურები

- ობიექტის დასახელება;
- ობიექტის ტიპი;
- მისამართი;
- საკუთრების ფორმა;
- სტატუსი და სხვ.

ტექსტური/რიცხვითი ინფორმაცია

გის-ის მეშვეობით შესაძლებელია ყველა ამ საშუალების გაერთიანება და წარმოდგენა ერთ გამოსახულებაში:



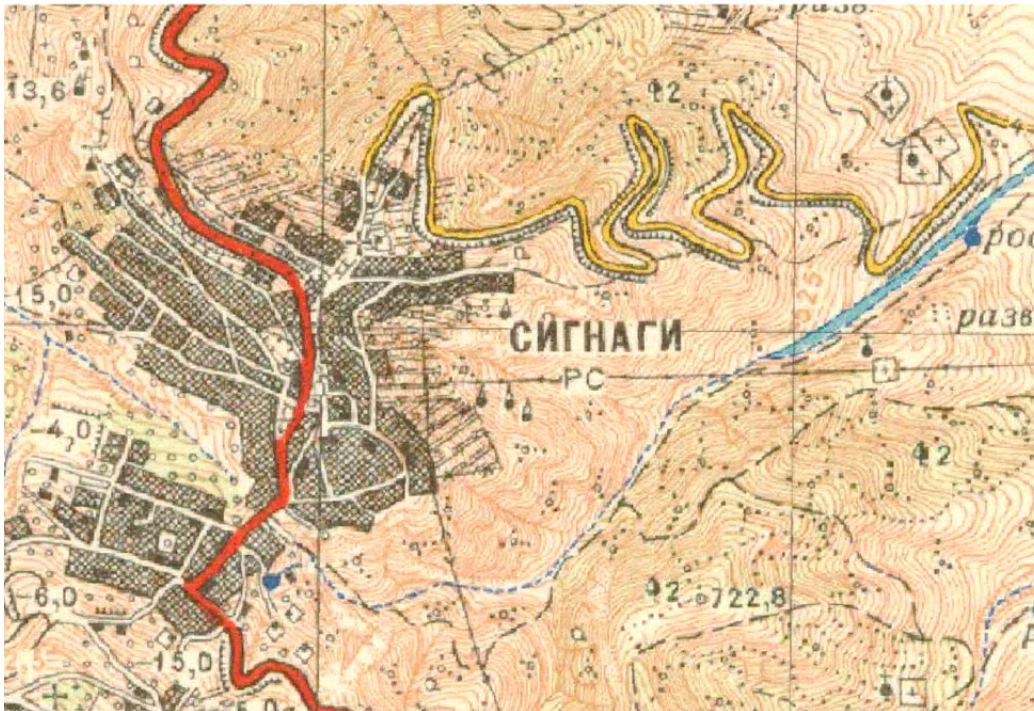
სურ. 1.2. თბილისი (ფრანკფენტი)

რუკა, როგორც გარემოს აღწერის ვიზუალური შედეგი, მრავალი სახის სივრცითი ანალიზისა და მოდელირების საშუალებას იძლევა. ამ პროცესისას აუცილებელია, რომ რუკაზე ასახული ობიექტი შეესაბამებოდეს სიტუაციას, რომლისთვისაც ეს რუკაა განკუთვნილი. დღეს, ინფორმაციის სიჭარბისა და დინამიურობის პირობებში, თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებლად ეს შეუძლებელია.

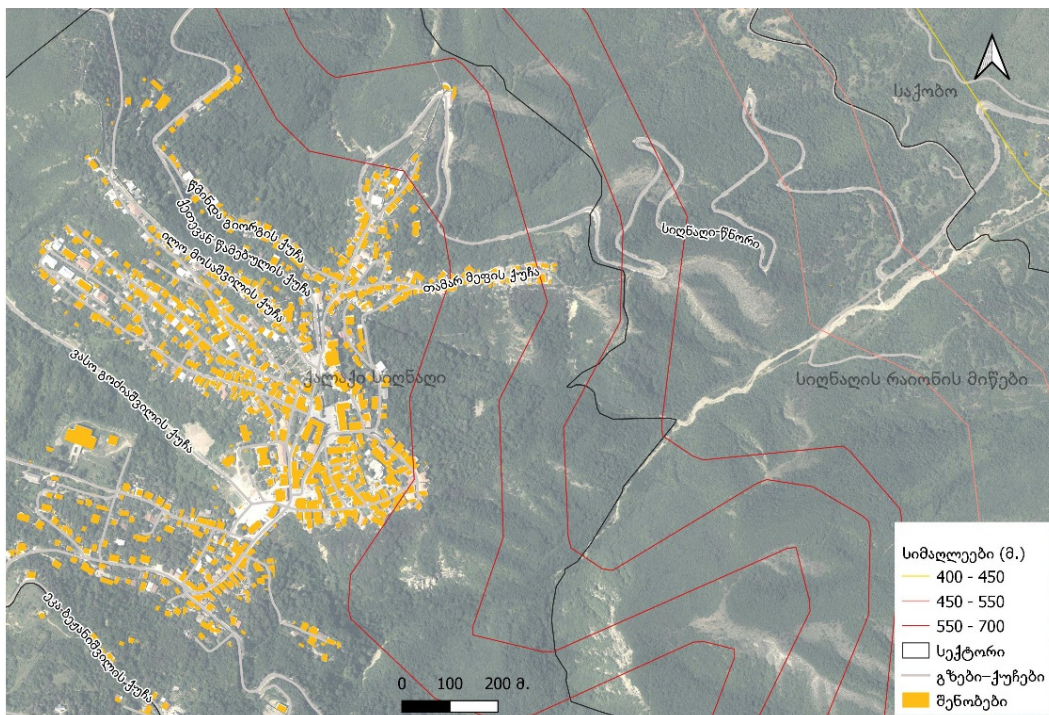
გის ტექნოლოგიებმა უკვე გარდაქმნა არაერთი კარტოგრაფიული მიდგომა, თუნდაც რუკის შემადგენლობაში შემავალი ელემენტების მონაცემთა ნაკრები, ამ ნაკრების საფუძველზე სხვადასხვა თემატური რუკის აგების შესაძლებლობა, მომხმარებელთა ინტერესების დინამიური გათვალისწინება, ინტერაქტიული რუკების აგების შესაძლებლობები და სხვ.



მაგალითად სხვადასხვა ტექნოლოგიის გამოყენებით შექმნილი რამდენიმე რუკა მოვიყვანოთ:



სურ. 1.3. ქალაქი სიღნაღი, ფრაგმენტი ტოპოგრაფიული რუკიდან (1965 წ., მასშტაბი 1:25000)



სურ. 1.4. იმავე ტერიტორიის ფრაგმენტი, შექმნილი თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით





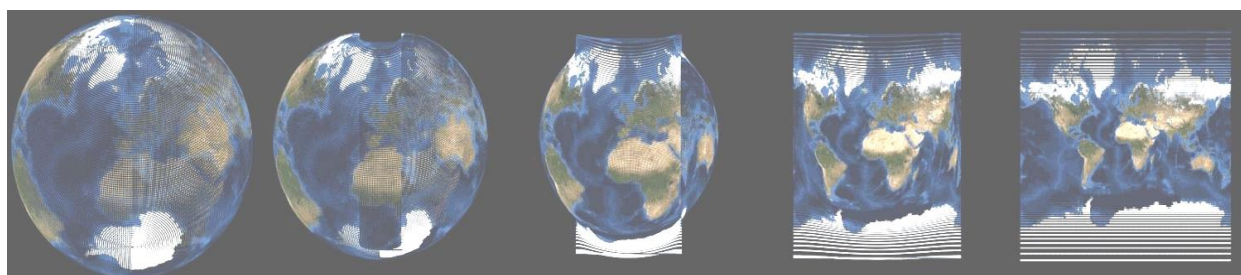
## თავი 2.

### ვის-ის საკვანძო ცნებები

კოორდინატთა არსებული სისტემების დეტალურ ახსნა-განმარტებაზე არ შევჩერდებით, ვინაიდან ეს კარტოგრაფიის ფუნდამენტური ცნებებია. ჩვენი მიზანია, ყურადღება გავამახვილოთ ამ ცნებების ასპექტებზე, რომლებიც დაკავშირებულია ინფორმაციულ ტექნოლოგიებსა და სამყაროს გამოსახვასთან ვირტუალურ სამყაროში.

**დედამინა** რთული გეომეტრიული ფორმის სხეულია, რომელიც მუდმივად იცვლება და მისი სიბრტყეზე გამოსახვა მინიმალური დამახინჯებებით მათემატიკურად რთულ ამოცანას წარმოადგენს. დედამინის ხმელეთის, ოკეანეების ზედაპირის დონეების განსაზღვრას, მათ ცვალებადობაზე დაკვირვებას ემსახურება მეცნიერების დარგი – გეოდეზია (ბერძ. Γεωδαισία *geōdaisia*, *gē* 'მინა' + *daiein* 'ვყოფ, ვანანილებ' – ოქსფორდის განმარტებითი ლექსიკონი), ანტიკური პერიოდიდან იღებს სათავეს. დედამინის ფორმა კაცობრიობისათვის ყოველთვის იყო დაკვირვების საგანი. ცხადია, ადამიანს ყოველთვის ჰქონდა ესა თუ ის წარმოდგენა დედამინის ფორმის შესახებ. პირველი მეტ-ნაკლებად ზუსტი გაზომვები ეკუთვნის ძვ.წ.აღ. III-II საუკუნის ბერძენ ფილოსოფოს ერატოსთენეს, რომელმაც დაადგინა დედამინის გარშემოწერილობა  $\approx 40000$  კმ.

პროექცია წარმოადგენს დედამინის ზედაპირის სიბრტყეზე ასახვის საშუალებას. პრინციპი შეიძლება ასე გამოვსახოთ:

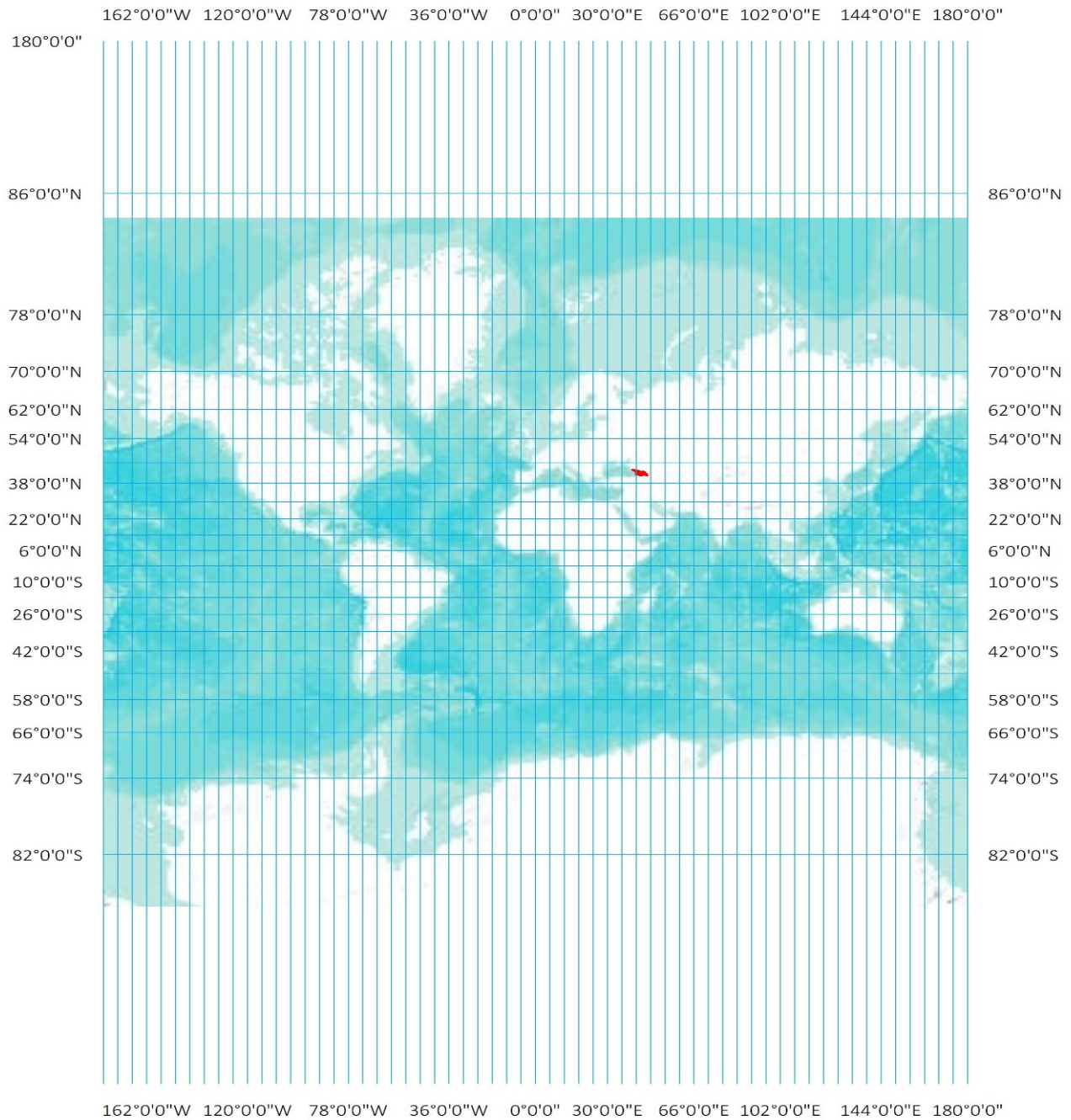


სურ. 2.1. დედამინის პროექცია

<https://drive.google.com/file/d/19PxCkwUPuHwaEwd8kR7VgcVnD91a5ZVF/view?usp=sharing>

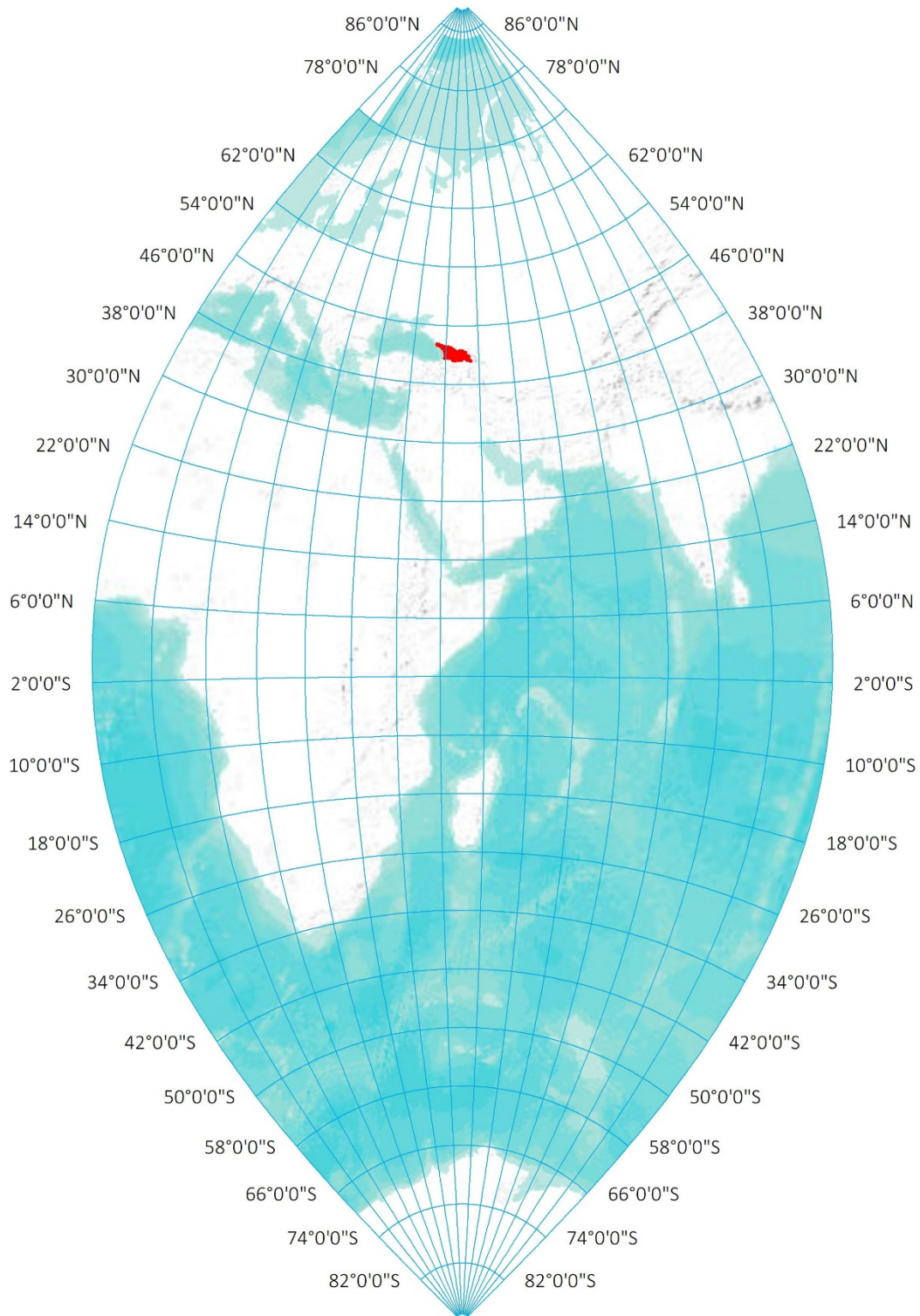
დედამინის ფორმა ელიფსოიდურია და სიბრტყეზე მის გამოსახვად გამოიყენება სხვადასხვა საკოორდინატო სისტემა. 1999 წლიდან საქართველოში მოქმედებს [WGS 84](#) საკოორდინატო სისტემა, რომლის საფუძველია დედამინის ელიფსოიდი და მერკატორის ([Gerhard Mercator](#)) უნივერსალური განივი პროექცია.





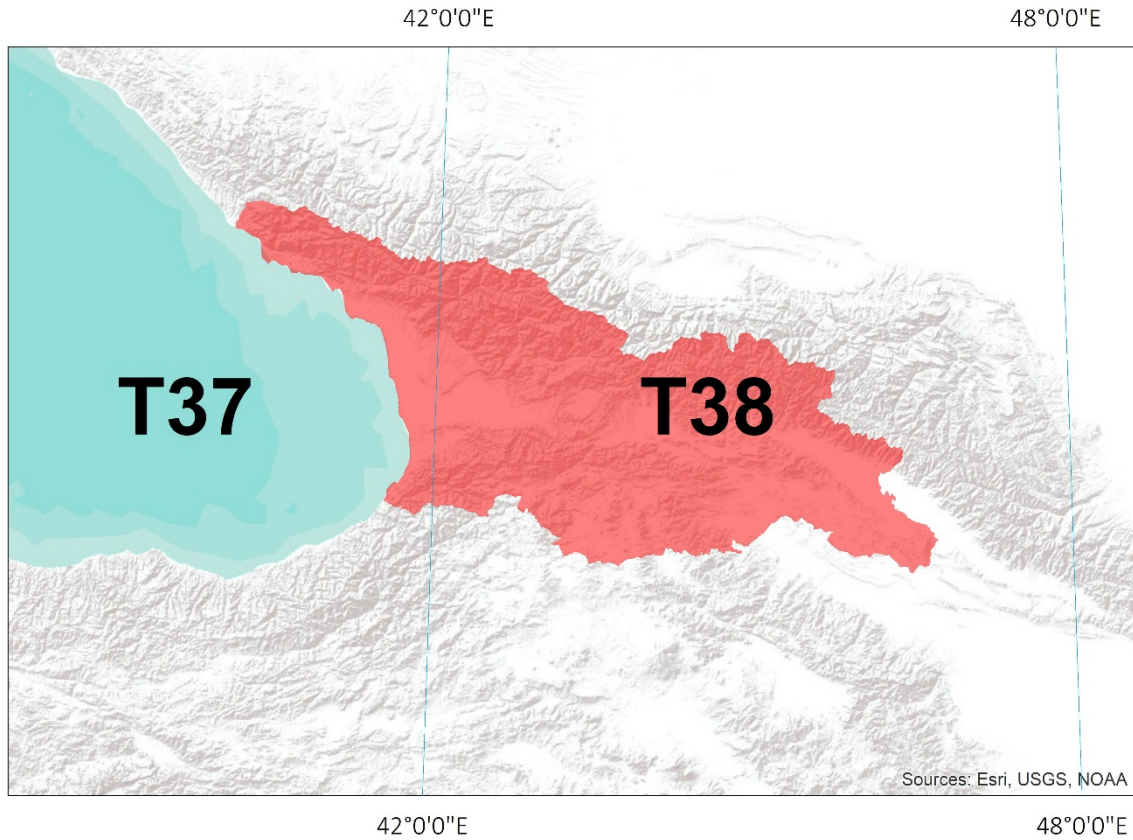
**სურ. 2.2.** მერკატორის უნივერსალური განივი პროექცია

ამ პროექციაში დედამიწის ზედაპირი დაყოფილია  $6^\circ$  სვეტებად, ხოლო პარალელები  $8^\circ$  სარტყელებად.



სურ. 2.3. პარალელებისა და მერიდიანების სქემა

საქართველო, მისი გეოგრაფიული მდებარეობის გათვალისწინებით, ჩრდილოეთიდან სამხრეთით და აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ თავსდება WGS 37 და WGS 38 ზონებში.



სურ. 2.4. საქართველოს განლაგება პროექციაში

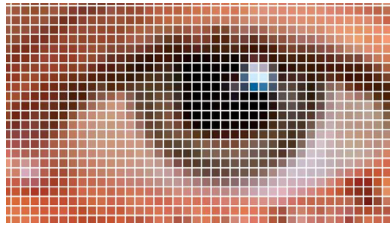
ინფორმაციული სისტემების მეშვეობით შექმნილ რუკებს ციფრულს ან დიგიტალურს (ინგლისური სიტყვიდან – Digital) უწოდებენ.

ციფრული რუკის ვიზუალიზაციის საშუალებას, პირველ რიგში, იძლევა კომპიუტერის მონიტორი (ეკრანი), რომელზეც აისახება საკუთრივ რუკა ან მისი ფრაგმენტი. მონიტორზე გამოსახულება შედგება ე.წ. პიქსელებისაგან (Pixel, შემოკლება შესიტყვებისა Picture Element), რომელიც ეკრანის ერთეულოვან, უმცირეს ელემენტს. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, პიქსელი არის ეკრანზე განლაგებული წერტილი, რომელსაც აქვს უნიკალური კოორდინატა წყვილი (X და Y) და ფერი. პიქსელის ფერების რაოდენობა დამოკიდებულია კონკრეტული მონიტორის შესაძლებლობებზე.

პიქსელების ერთობლიობით მიღებული გამოსახულების ხარისხი დამოკიდებულია მონიტორის ტექნიკურ პარამეტრებზე, კერძოდ, პიქსელების რაოდენობაზე ეკრანის ფართობის ერთ ერთეულზე, მაგალითად, მონიტორი, მახასიათებლებით 1280 x 768, ნიშნავს, რომ მასზე არსებობს 983,040 პიქსელი. ხარისხი ასევე დამოკიდებულია პიქსელის ფიზიკურ ზომაზე. ცხადია, რაც უფრო მცირეა პიქსელის ზომა, მით უფრო მეტი იქნება პიქსელების რაოდენობა ფართობის ერთეულზე.

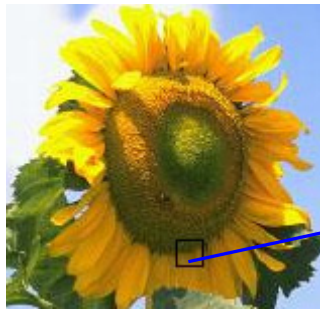


მონიტორზე პიქსელებად „დაშლილი“ გამოსახულება შეიძლება ასე წარმოვადგინოთ:

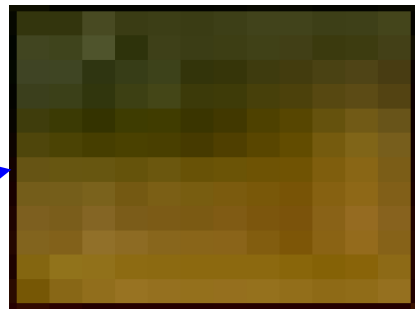


სურ. 2.5. პიქსელების მაგალითი

მონიტორზე წარმოდგენილი გამოსახულება რეალობაში შემდეგნაირად გამოიყურება:



ადამიანის თვალისთვის ხილვადი გამოსახულება



გადიდებული (ზუმირებული) ფრაგმენტი

სურ. 2.6. ზუმირების მაგალითი

გრაფიკული ინფორმაციის ვიზუალიზაციის ეს პრინციპი გამოიყენება ყველა თანამედროვე ციფრულ მონაცემობებზე, მაგალითად, პლანშეტზე, მობილურ ტელეფონზე და ა.შ. ანალოგიურ პრინციპებზეა დაფუძნებული რუკის ციფრული გამოსახულებებიც. ციფრული რუკა შედგება გეოგრაფიული ინფორმაციის ელემენტებისგან. სხვა მხრივ, გეოგრაფიული ინფორმაცია არის სივრცითი ობიექტების აღწერა, რომელიც შედგება მრავალი კომპონენტისაგან. თითოეული კომპონენტი ხასიათდება საკუთარი ატრიბუტებითა და მახასიათებლებით, რომელთა სრულყოფილი წარმოდგენა აუცილებელია ადეკვატური გეოგრაფიული მოდელის ასაგებად.

**სწორედ ამ მიზნის მისაღწევად გამოიყენება გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები – გის (Geographic Information System – GIS).**

საგულისხმოა, აღინიშნოს, რომ თანამედროვე ტექნოლოგიები ციფრული რუკის რამდენიმე ფორმატის არსებობის საშუალებას იძლევა. ისინი მიიღება სხვადასხვა ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით:



რასტრული (Raster) გამოსახულება (ანუ ფოტო) – მონაცემთა მოდელი, რომელიც წარმოადგენს სივრცით ინფორმაციას ერთგვაროვანი ზომის ელემენტების მასივად, ორგანიზებულს სტრიქონებად და სვეტებად (მატრიცად). რასტრული რუკა შეიძლება იყოს ციფრული აეროფოტო გადაღება, სატელიტური სურათი ან ქალაქის რუკის სკანირებული სურათი.

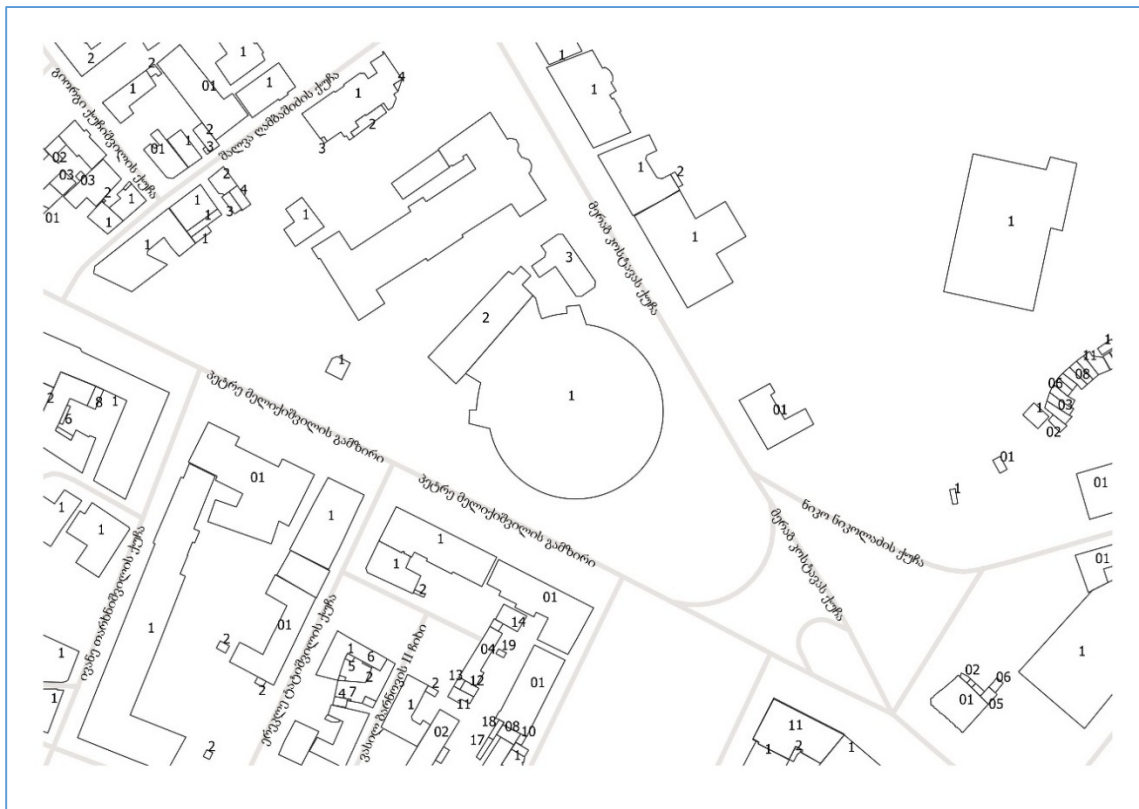


**სურ. 2.7.** თბილისი, სატელიტური სურათი, ფრაგმენტი, მასშტაბი 1:1500

ვექტორული (Vector) გამოსახულება – მონაცემთა მოდელი, რომელიც ეფუძნება გეოგრაფიული ობიექტების საკვანძო წერტილთა პიქსელების ერთობლიობად გამოსახვას. ასეთ შემთხვევაში, გეოგრაფიული ობიექტი პირობითად „იშლება“ პიქსელებად (ან პიქსელების ერთობლიობად). თითოეულ ასეთ ელემენტს ვერტექსი (Vertex) ეწოდება.

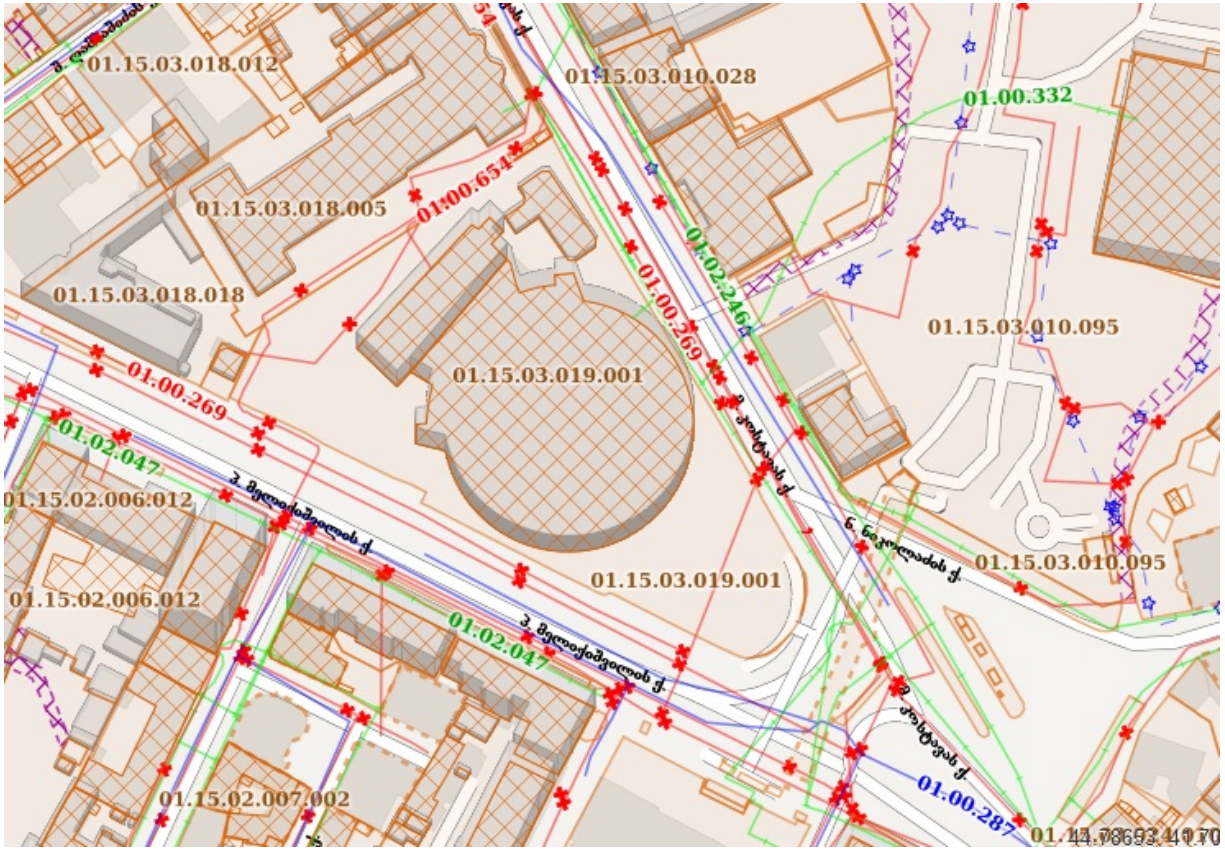


სურ. 2.8. ვერტეკსებად „დაშლილი“ შენობების კონტურები



სურ. 2.9. ვერტეკსებიდან შექმნილი შენობების ვექტორული გამოსახულება





**სურ. 2.10.** იგივე ფრაგმენტი, ყველა ობიექტის ვექტორული გამოსახულება  
(წყარო: [maps.napr.gov.ge](http://maps.napr.gov.ge))

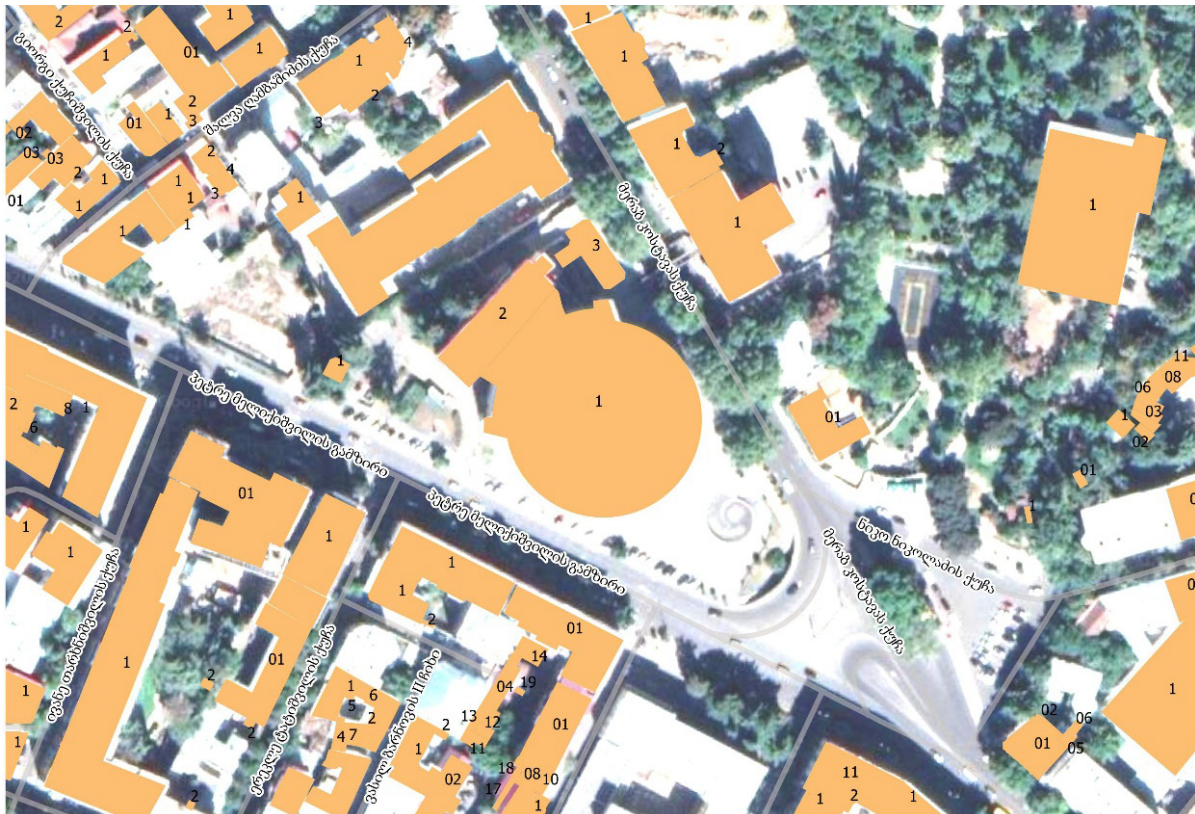
ვინაიდან რასტრული გამოსახულების მისაღებად გამოიყენება ფოტო- ან სხვა ტიპის გადაღებები, ამ მეთოდს დისტანციური ზონდირებას უწოდებენ. ამ პროცესში დედამიწის ზედაპირთან უშუალო კონტაქტი არ ხდება. აუცილებელია, აღინიშნოს, რომ გადაღების დროს ზედაპირის ყოველ ფრაგმენტს თან ახლავს დედამიწის რეალურ კოორდინატთა მნიშვნელობები, რომელთა გამოყენებით შემდგომში ყველა გამოსახულება ციფრულ რუკაზე შესაბამის ადგილმდებარეობას იკავებს.

ხშირად დისტანციური ზონდირების მეთოდით მიღებული გეოგრაფიული ინფორმაცია (დეტალიზაცია, სიზუსტე და სხვ.) არ არის საკმარისი შემდგომი ვიზუალიზაციისა ან/და ანალიტიკური სამუშაოების შესასრულებლად. ასეთ შემთხვევაში, საჭიროა დედამიწის ზედაპირზე მდებარე ობიექტების უშუალო აზომვა. ეს ხორციელდება სხვადასხვა სახის საამზომველო მოწყობილობების მეშვეობით. დღესდღეობით ყველაზე გავრცელებულია ე.წ. „ჯი-პი-ეს“ (Global Positioning System – GPS). ამ დროს თითოეულ წერტილს შეესაბამება (სულ ცოტა) რეალურ კოორდინატთა წყვილი X და Y. ვინაიდან ჩვენი სახელმძღვანელოს მიზანი არ არის აზომვების ტექნოლოგიების განხილვა, შევჩერდებით მხოლოდ მიღებული შედეგების ანალიზზე. სურათი 2.7 „ვერტექსებად „დაშლილი“ შენობების კონტურები“, ასახავს ყველა იმ წერტილს, რომლებიც აღნიშნული ტექნოლოგიით არის მიღებული. მათი გაერთიანება იძლევა შენობების კონტურების სურათს.

რასტრული გამოსახულება მიიღება დედამიწის ტერიტორიის (ან ფრაგმენტის) ერთიანი გადაღებით და მოითხოვს შედარებით ნაკლებ დროს ფართობის ერთი ერთეულის ასახვისათვის, მაგრამ გამოსახულების ხარისხი დამოკიდებულია გამოყენებულ მასშტაბზე, ანუ იცვლება მასშტაბის შეცვლასთან ერთად.

ვექტორული გამოსახულება არ არის დამოკიდებული მასშტაბის ცვლილებაზე, მაგრამ ობიექტების დეტალიზაცია მოითხოვს დიდი რაოდენობის წერტილების კოორდინატების აღებას. როგორც შედეგი, ვექტორული გამოსახულების მიღება უფრო შრომატევადი და ხანგრძლივი პროცესია.

ხშირ შემთხვევაში ციფრულ რუკებზე ერთდროულად ორივე ტიპის გამოსახულება გამოიყენება.



სურ. 2.11. იგივე ფრაგმენტი, ჰიბრიდული გამოსახულება

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, გეოინფორმაციული სისტემები განკუთვნილია, ძირითადად, დედამიწის ზედაპირის გრაფიკული გამოსახულებისა და თვისებრივი მახასიათებლების/ატრიბუტიკის წარმოდგენისა და დამუშავებისათვის თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით. მიუხედავად გამოყენებული მეთოდებისა და ტექნიკური რეალიზაციისა, ყველა არსებულ სისტემას საფუძვლად უდევს საერთო ზოგადი პრინციპები, რომლებიც მარტივად შემდეგნაირად აიხსნება:

ცნობილია, რომ დედამიწის ზედაპირზე არსებულ ნებისმიერ ობიექტს შესაძლებელია მიესადაგოს სივრცითი (გეოგრაფიული) კოორდინატები – X, Y და Z, ანუ გრძედი, განედი და



სიმაღლე ზღვის დონიდან. ამავე დროს, ობიექტის კომპიუტერული, ანუ ვირტუალური, წარმოდგენისათვის ასევე გამოიყენება ე.წ. ვირტუალურ კოორდინატთა სისტემა. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, გის-ის პრინციპი ემყარება ამა თუ იმ გეოგრაფიულ კოორდინატთა სისტემის ვირტუალურ კოორდინატთა სისტემასთან დაკავშირებას. ამ პროცესს **გეორეფერენცირებას (Georeferencing)** უწოდებენ. <https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/georeferencing>

შეიძლება ითქვას, რომ რეალური სივრცითი ობიექტები აღინერება ვირტუალურ გარემოში წინასწარ მომზადებულ და რეალურ მასშტაბთან შესაბამისობაში მოყვანილ კოორდინატთა სისტემაში.

მაშასადამე, პირველადი ამოცანაა მომზადდეს ვირტუალურ კოორდინატთა სისტემა რეალური სივრცითი ობიექტების წარმოდგენისათვის.

დასმული ამოცანის გადაწყვეტის გასამარტივებლად დავინყოთ ორგანოზომილებიანი (X-Y) სივრცითი მოდელის აგების განხილვა:

ვირტუალურ კოორდინატთა სისტემის რეალურთან შესაბამისობაში მოყვანა გულისხმობს წარმოსადგენი (აღსაწერი) ფარგლების ჩარჩოს (Extent) განსაზღვრას;

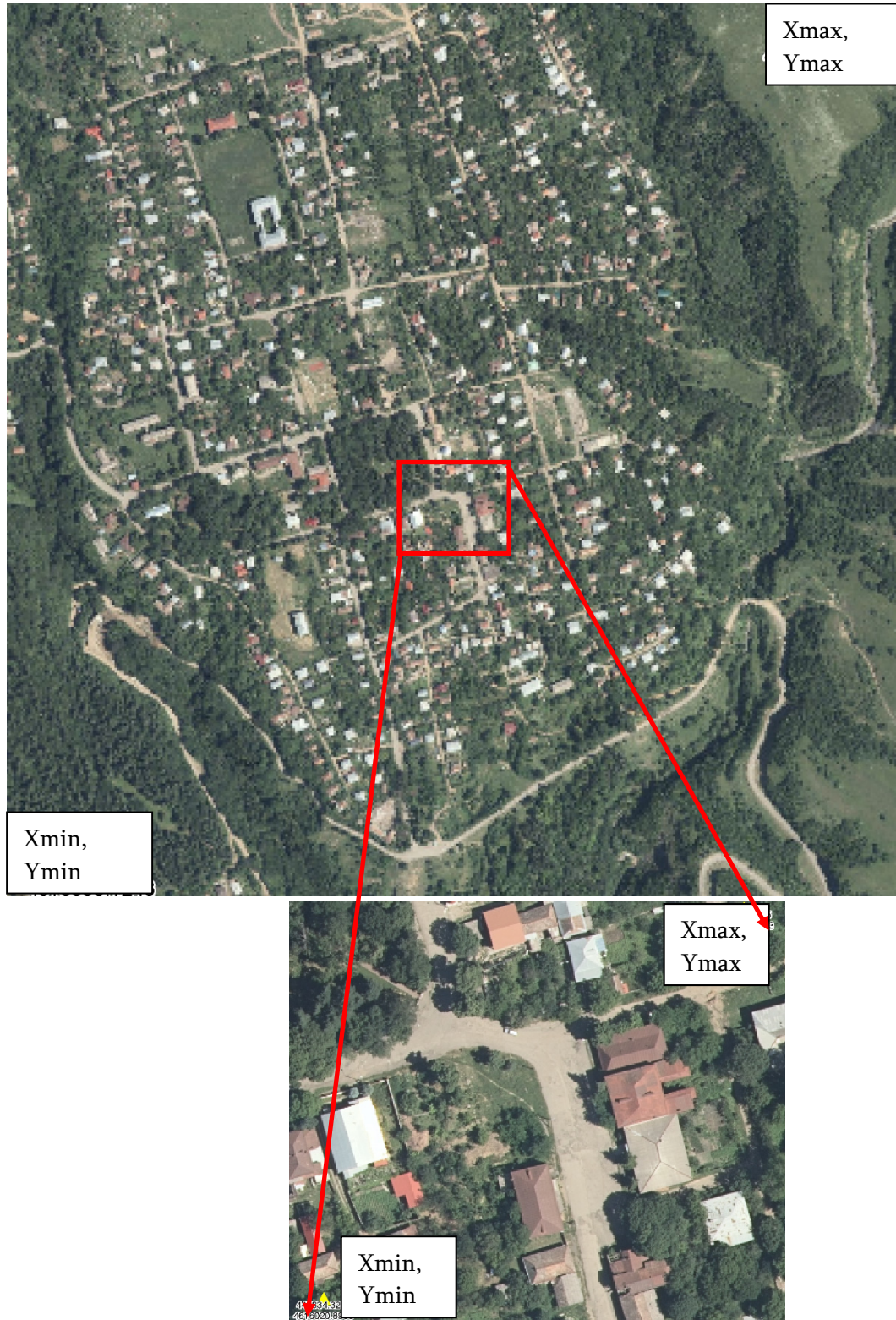
ჩარჩოს საზღვრებში არსებული ობიექტების კლასიფიცირების საშუალებების განსაზღვრას;

კლასიფიცირებული ობიექტების ერთეულოვანი ელემენტების დადგენას;

ერთეულოვანი ელემენტების წარმოდგენის საშუალებების განსაზღვრას;

ერთეულოვანი ელემენტების ერთობლიობის დამუშავების საშუალებების შექმნას.

ვირტუალური ჩარჩოს განსაზღვრა დამოკიდებულია წარმოსადგენი სივრცის მართკუთხოვან პარამეტრებზე –  $X_{min}$ ,  $Y_{min}$  და  $X_{max}$ ,  $Y_{max}$ . ეს შეიძლება ასე გამოიყურებოდეს:



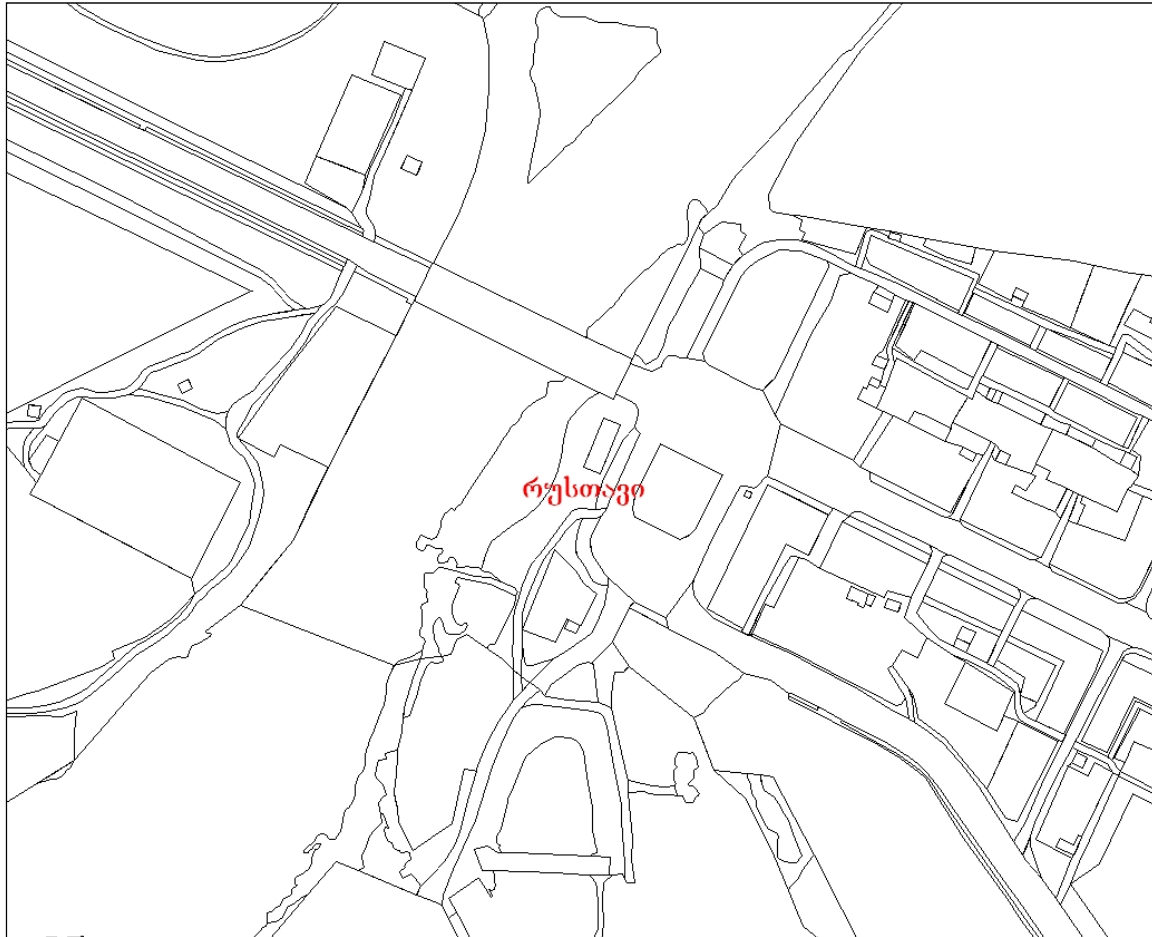
სურ. 2.12. ვირტუალური ჩარჩოს ცვლილება

ქვედა ნაწილი ასახავს ზემოთ მოყვანილი სურათის გადიდებულ (ზუმირებულ) ფრაგმენტს, რომელიც მდებარეობს გამოყოფილი (წითლად) ჩარჩოს საზღვრებში.

ჩარჩოს ფარგლებში არსებული ობიექტების კლასიფიცირება შეიძლება მრავალი პარამეტრის მიხედვით. ეს დამოკიდებულია სივრცითი ინფორმაციის დამუშავების მოთხოვნებსა და პრიორიტეტებზე. მაგალითად, სივრცის ფიზიკური პარამეტრების ასახვისათვის საჭიროა ყველა იმ ელემენტის წარმოდგენა, რომლებიც გამოყენებულია ფიზიკური რუკის შედგენისას.

კლასიფიცირებული ობიექტები ჯგუფდება და ერთიანდება ცალკეულ შრეებად, ე.წ. ლეიერებად (Layer).

ცალკეული ლეიერი შემდგენიარად შეიძლება გამოიყურებოდეს:



წარმოსადგენი ფრაგმენტის ჩარჩო, დასახელება და ძირითადი ელემენტების (ნაკვეთები) კონტურები

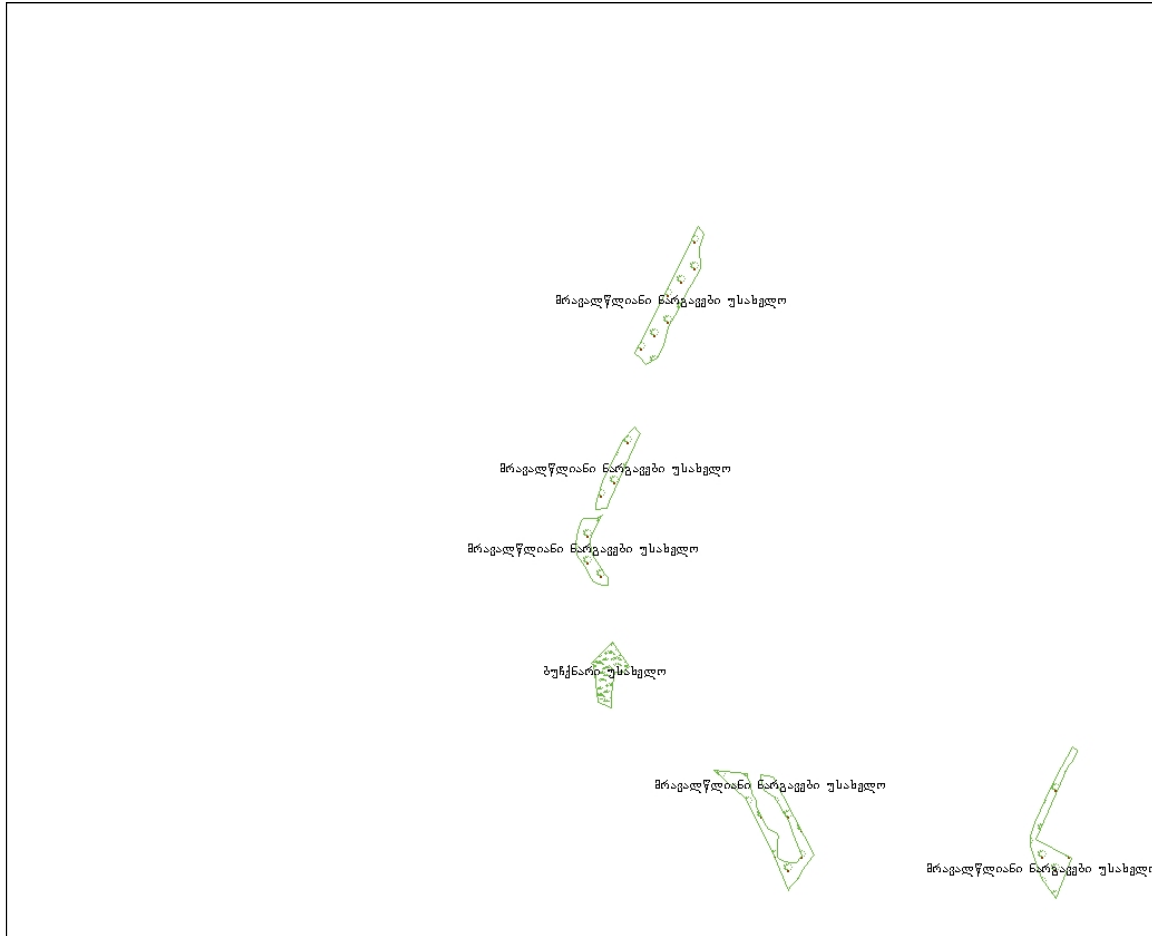
*Print on transparent film*





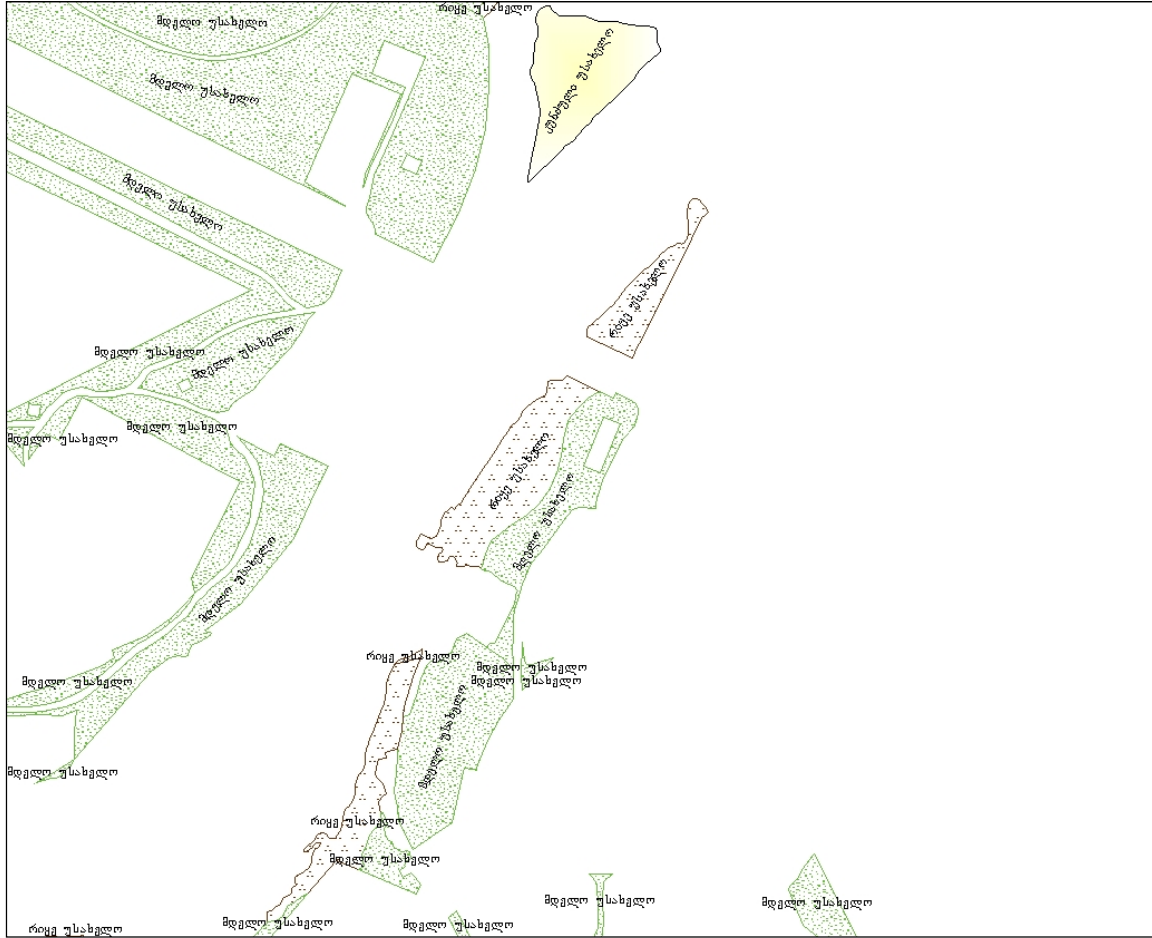
აკვატორიები

*Print on transparent film*



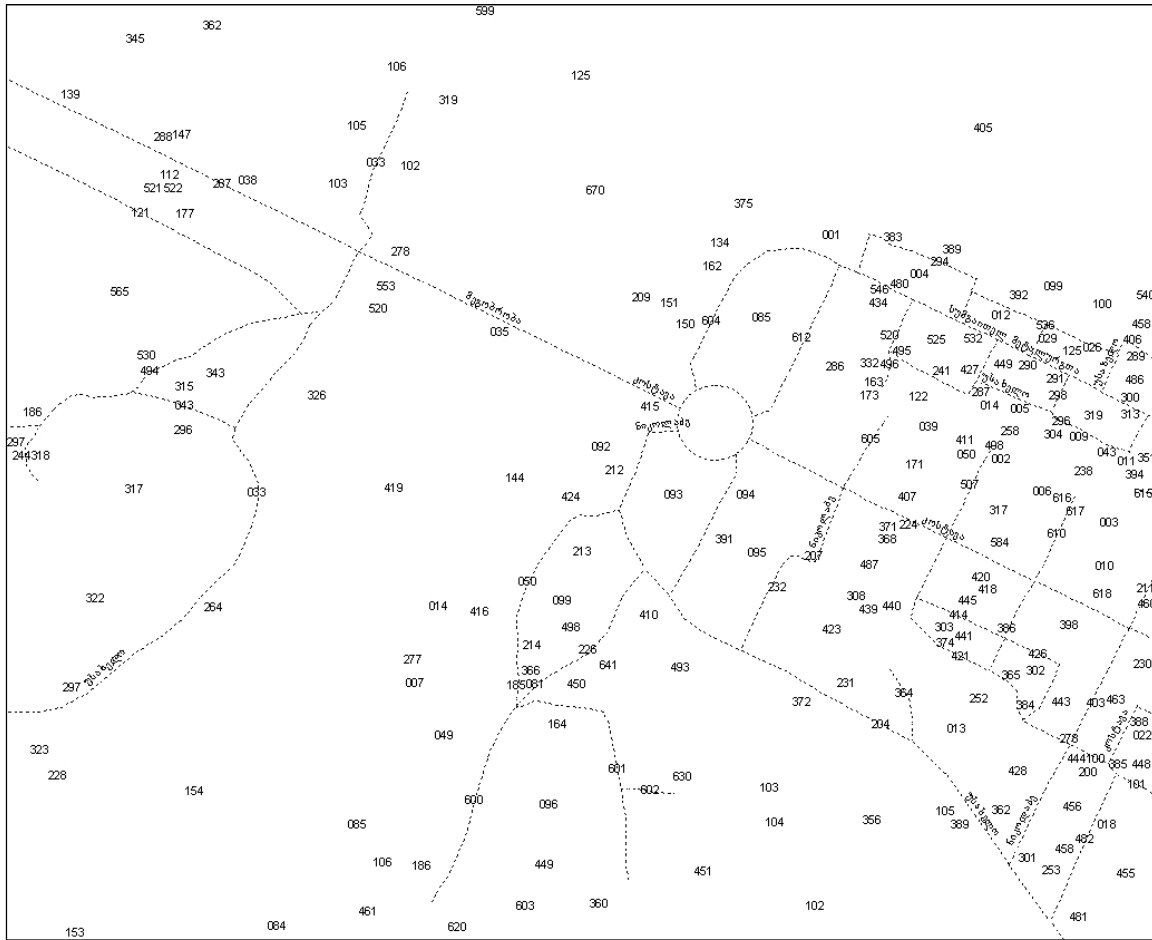
მწვანე ნარგავები და მცენარეული საფარით დაფარული ღია სივრცეები

*Print on transparent film*



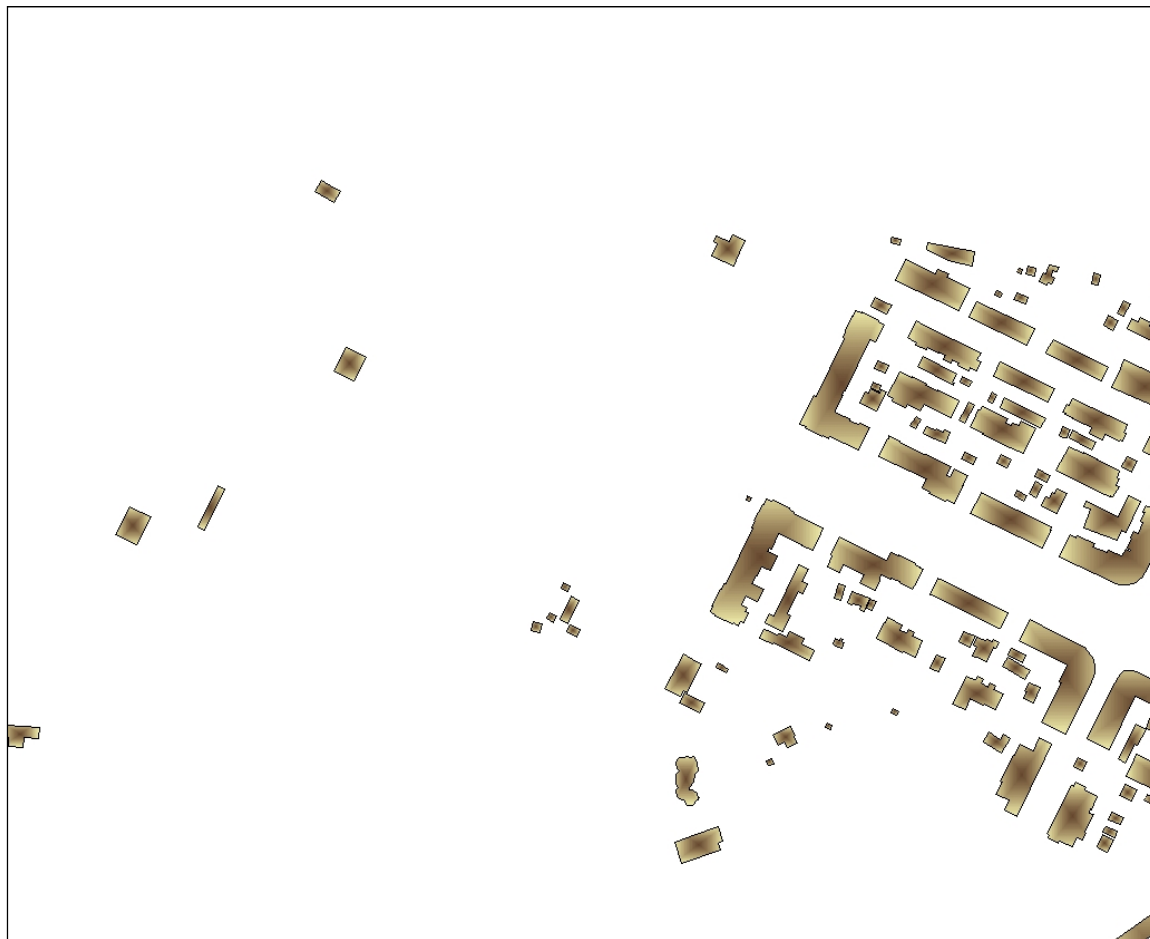
დაფარვის სხვა ელემენტები

[Print on transparent film](#)



ქუჩების სახელები და ნაკვეთების ნომრები

*Print on transparent film*

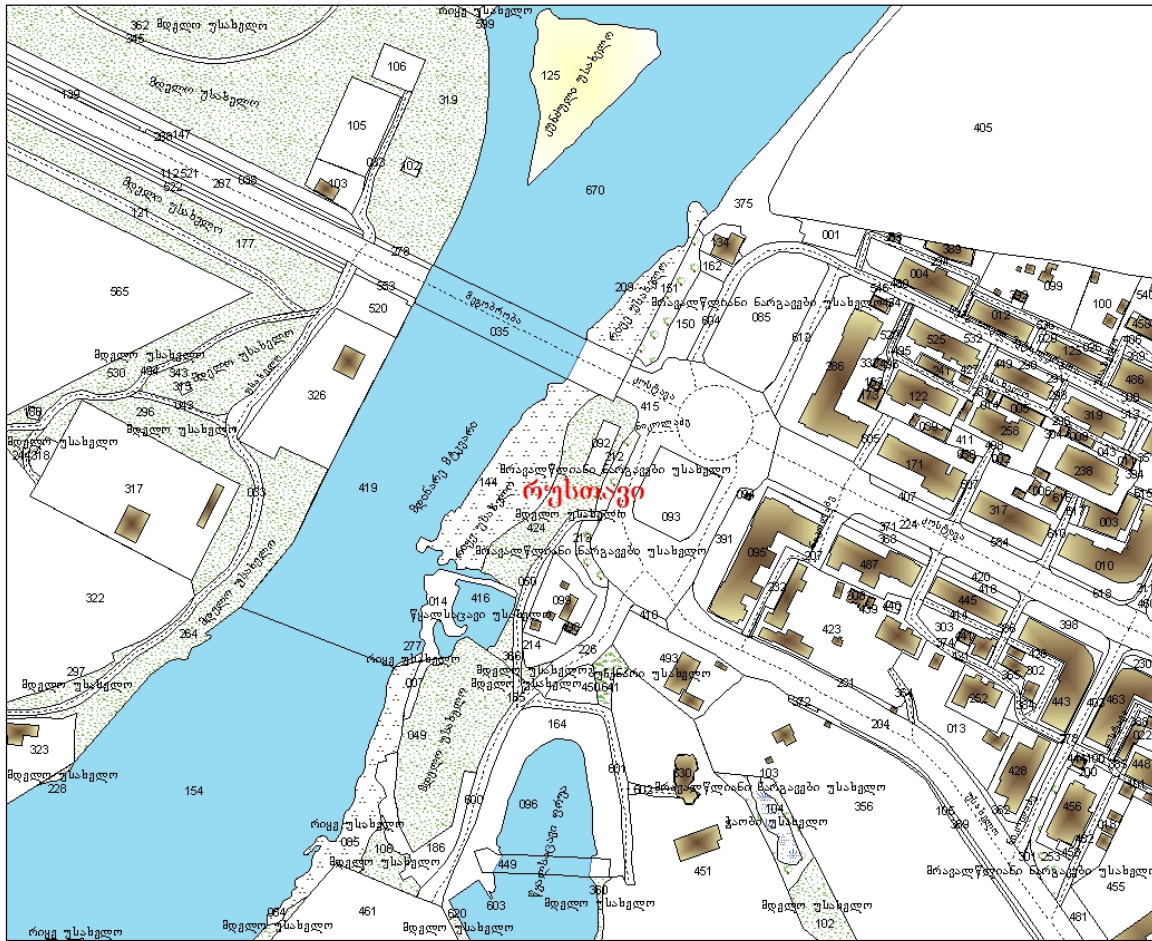


შენობები

*Print on transparent film*

*Blank Page*

ყველა ფენის ერთმანეთზე ზედღებით, საბოლოოდ, შეგვიძლია მივიღოთ ასეთი სურათი:



სურ. 2.13. ლეიერეტის გან „ანკობილი“ რუკა

საგულუსხმოა, აღინიშნოს, რომ სივრცის კორექტული წარმოდგენისათვის აუცილებელია, ყოველი ფენა ერთგვაროვნად იყოს აგებული, ანუ ერთსა და იმავე გეოგრაფიულ და, შესაბამისად, ვირტუალურ ჩარჩოსა და კოორდინატთა სისტემაში.

შენიშვნა: თუ ზემოთ მოყვანილ ლეიერებს ამოხედავთ გამჭვირვალე ფირზე (*transparent film*), მაშინ მათი ზედღების ფიზიკური მოდელირება იქნება შესაძლებელი.

ვექტორული ციფრული რუკა შეიძლება შეიცავდეს სამი ტიპის ობიექტებს, ანუ **ლეიერებს (Layer – შრე, ფენა)**:

წერტილოვანს (Point);

ხაზოვანს (Line);

პოლიგონურს (Polygon).

### **წერტილოვანი ობიექტები (წერტილები – Points)**

წერტილები ციფრულ წარმოდგენაში ასახავენ უნიკალურ გეოგრაფიულ მდებარეობას. წერტილი წარმოადგენს ციფრული რუკის ერთეულოვან ელემენტს. საზოგადოდ, წერტილი აღიწერება კოორდინატული მნიშვნელობებითა ( $X, Y, Z$ ) და ატრიბუტებით (არსებობის შემთხვევაში).

### **ხაზოვანი ობიექტები (Lines)**

ხაზოვანი ობიექტები გამოიყენება ისეთი ელემენტების გამოსახვისათვის, რომელთაც არ გააჩნიათ ფიზიკური სისქე, მაგალითად, ასეთია გზის შუახაზი, მდინარის დინების მიმართულება, ნაკვეთის საზღვარი და სხვა.

ამიტომ ობიექტები აღიწერება წერტილთა შორის შეერთებების ერთობლიობით, ანუ ერთი ან რამდენიმე მონაკვეთის უწყვეტი ბმით. მათ აქვთ **სიგრძის** რიცხვითი მნიშვნელობა და ატრიბუტები (არსებობის შემთხვევაში).

### **პოლიგონური (Polygons) ანუ ფართობრივი ობიექტები**

პოლიგონური ობიექტები წარმოადგენენ შეკრულ ფიგურას, რომელიც გამოსახავს შემოსაზღვრულ ჰომოგენურ ერთეულს. პოლიგონური ობიექტი, როგორც წესი, განსაზღვრავს შემოსაზღვრულ არეალს და მას აქვს **პერიმეტრისა და ფართობის** რიცხვითი მნიშვნელობები და ატრიბუტები (არსებობის შემთხვევაში).

ყოველ გეოგრაფიულ ობიექტს ასევე აქვს ე.წ. „ვირტუალური“ პარამეტრები, რომლებიც გის-ის მიერ ავტომატურად გამოითვლება და რუკაზე აისახება მომხმარებლის არჩევანის შესაბამისად (მაგალითად, ე.წ. „სასაზღვრო არეალი“, „ბუფერი“, „ცენტროიდი“ და ა.შ. **იხ. თავი 9**).

**ატრიბუტებს გეოინფორმაციულ სისტემებში** განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება. ზემოთ ნახსენები ნებისმიერი ტიპის ობიექტი შეიძლება იყოს იმგვარი ინფორმაციის მატარებელი, რომელიც აღწერს ამ ობიექტის მნიშვნელოვან დეტალებს. ასეთია თუნდაც დასახელება, ტიპი, დანიშნულება და სხვ. მაგალითად, თუ წერტილოვანი გეოგრაფიული ობიექტი წარმოადგენს დასახლებულ პუნქტს, მას შეიძლება ჰქონდეს დასახელება, ადმინისტრაციული სტატუსი, ჰყავდეს მოსახლეობის გარკვეული რაოდენობა და ა.შ.

ობიექტის მდებარეობისა და მისი ატრიბუტული ინფორმაციის გარდა, რუკა ხასიათდება ტექნიკური მახასიათებლებით, რომლებიც ასე განისაზღვრება. ესენია:

რუკის მასშტაბი (Map Scale);

რუკის სიზუსტე (Map Accuracy);

რუკის ჩარჩო (Map Extent);

მონაცემთა ბაზის არე (Data Base Extent).



## რუკის მასშტაბი (Map Scale)

განსხვავებით რუკის მასშტაბის ტრადიციული კონცეფციისა, რომელიც შემოსაზღვრულია ქალაქის ზომებითა და რუკაზე ასახული მანძილებით, ციფრული (დიგიტალური) რუკა არ არის ფიქსირებული თავის ფიზიკურ ზომებში.

ციფრული რუკები შეიძლება ეკრანზე ვაჩვენოთ (ან ქალაქზე დაგებულ) ნებისმიერი ზომით. ზომები იზღუდება მხოლოდ ტექნიკური საშუალებების აპარატურული შესაძლებლობებით.

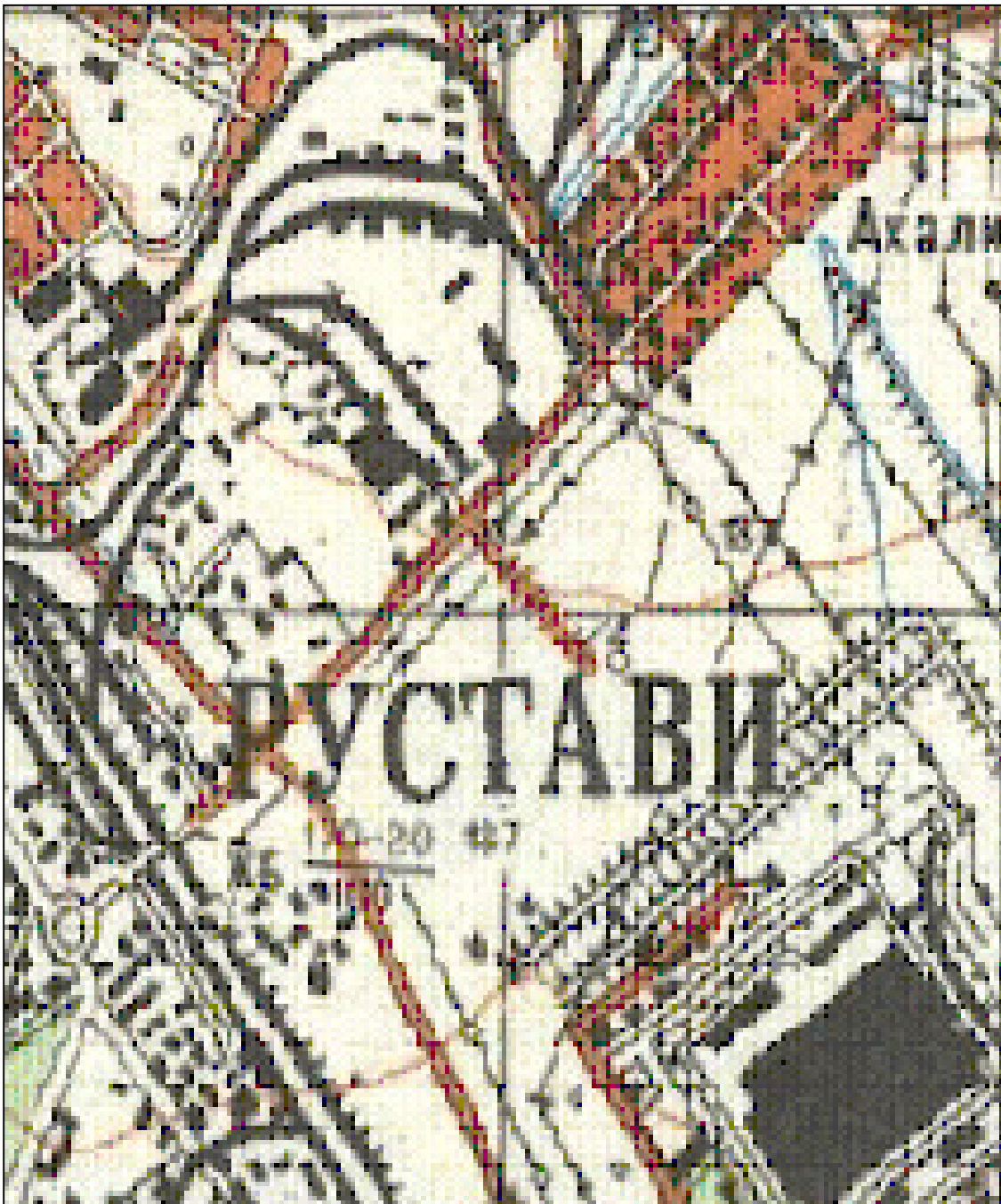
ციფრული რუკების შემთხვევაში, მასშტაბის ცნება გამოიყენება იმ საწყისი ინფორმაციის წყაროს მასშტაბის მისათითებლად, რომელიც გამოიყენეს რუკის შესაქმნელად. მაგალითად, თუ მითითებულია ციფრული რუკის მასშტაბი 1:100000, ეს ნიშნავს რომ ამ რუკას საფუძვლად დაედო ამავე მასშტაბის ქალაქზე გამოსახული რუკა.

კომპიუტერული პროგრამული უზრუნველყოფა ნებისმიერი გამოსახულების გაზრდის ან/და შემცირების (Zoom In, Zoom Out) საშუალებას იძლევა, მაგრამ ეს, გეოგრაფიული ინფორმაციის შემთხვევაში, ყოველთვის ეფექტური არ არის. მაგალითისათვის განვიხილოთ სურ. 2.13, რომელზეც მოყვანილია რუკის რასტრული გამოსახულება (მასშტაბი 1:5000).



სურ. 2.14. რუკის კომპიუტერული სურათი (მასშტაბი 1:5000)

ასე გამოიყურება ამავე რუკის იმავე მასშტაბის ფრაგმენტი, გადიდებული კომპიუტერული საშუალებებით (Zoom In):



სურ. 2.15. იმავე რუკის ზომიერებული ფრაგმენტი

როგორც მაგალითიდან ჩანს, ტრადიციული რუკის პრინციპების გამოყენება ციფრულ (კომპიუტერულ) მოდელზე ყოველთვის არ იძლევა სასურველ (კარგ) შედეგს. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, რუკის „სურათის ხელოვნური“, ანუ კომპიუტერული, გადიდება (Zoom In) ახდენს რუკის მთლიანი სურათის, გამოსახულების გადიდებას და არა თითოეული შემადგენელი ელემენტის პროპორციულ გაზრდას.

### **რუკის გარჩევადობა (Map Resolution)**

რუკის გარჩევადობა, ანუ რეზოლუცია, მიუთითებს, თუ რამდენად ზუსტად შეესაბამება რუკაზე გამოსახული თითოეული დეტალის (ობიექტის) ურთიერთმდებარეობა გამოყენებულ მასშტაბთან მიმართებაში. მასშტაბი მოქმედებს გარჩევადობაზე. რაც უფრო მსხვილია მასშტაბი, მით უფრო დეტალურად არის წარმოდგენილი რეალობა, ხოლო მასშტაბის შემცირებისას საჭირო ხდება გამოსახულების დეტალიზაციის შემცირება ან ზოგიერთი ობიექტის საერთოდ უგულვებლყოფა. ამას კარტოგრაფიაში გენერალიზაციას უწოდებენ.

### **რუკის სიზუსტე (Map Accuracy)**

გარდა გარჩევადობისა, რუკის გამოსახულების ხარისხს სხვა ფაქტორებიც განსაზღვრავს, თუნდაც საწყისი მონაცემების ხარისხი, რუკის მასშტაბი, ხაზვის ხარისხი, ხაზების სისქე და სხვა. მაგალითად კალმით, რომლის ხაზის სისქეა 0.1 მმ, მასშტაბში 1:5000 დაიხაზება 5 მ სიგანის „დერეფანი“.

### **ციფრული რუკის სიზუსტის კრიტერიუმები:**

რუკის აბსოლუტური სიზუსტე (**Absolute accuracy**), რომელიც ასახავს შესაბამისობას რუკაზე გეოგრაფიულ მდებარეობასა (მაგალითად, ქუჩის კუთხე) და მის რეალურ სამყაროში დედამიწაზე მდებარეობას შორის. აბსოლუტური სიზუსტე მნიშვნელოვანია კომპლექსური მონაცემებისათვის, როგორცაა აზომვითი სამუშაოების შედეგები;

რუკის ფარდობითი სიზუსტე (**Relative accuracy**), რომელიც მიუთითებს ცდომილებას ორ წერტილს შორის რუკაზე და რეალობაში. ანუ ფარდობითი სიზუსტე ასახავს მანძილების განსხვავებას სხვადასხვა სახით წარმოდგენილ ორ წერტილს შორის;

ატრიბუტების სიზუსტე (**Attribute accuracy**), რომელიც აღწერს დაკავშირებული მონაცემების ადეკვატურობას, მაგალითად, თუ რუკა მოიცავს ქუჩების/გზების მახასიათებლებს, რამდენად შეესაბამება ეს მახასიათებლები სინამდვილეს;

რუკის აქტუალურობა (**Currency**), რომელიც მიუთითებს, თუ რამდენად „თანამედროვეა“ მოყვანილი ინფორმაცია, ხომ არ არის ეს ინფორმაცია „მოძველებული“. აგრეთვე მნიშვნელოვანია ინფორმაციის განახლების და დაძველების მახასიათებლები და კრიტერიუმები.

რუკა შეიძლება ჩაითვალოს დასრულებულად (**Complete**), თუ იგი მოიცავს მისთვის ყველა განსაზღვრულ ინფორმაციას. მაგალითად, დატანილია თუ არა ყველა ქუჩა. დასრულება, როგორც წესი, დაკავშირებულია აქტუალურობასთან, რადგანაც მოქმედებს ე.წ. „დაძველების“ ფაქტორი.

მოყვანილი კრიტერიუმების შერჩევასა აუცილებელია, გათვალისწინებულ იქნეს აქტუალურობისა და დროის ფაქტორები. მარტივად რომ ვთქვათ, მაღალი სიზუსტისა და აქტუალურობის რუკა უფრო ძვირადღირებულია და მისი მომზადება უფრო დიდ დროს მოითხოვს.

## თავი 3.

### გეოგრაფიული მონაცემები ინფორმაციული ტექნოლოგიების გარემოში

#### სივრცითი/გეოგრაფიული ინფორმაციის წარმოდგენის ფორმატები

გეოგრაფიული, ანუ სივრცითი, ინფორმაციის წარმოდგენის კონცეფცია შეიძლება მრავალნაირად განვმარტოთ. კაცობრიობა ოდითგანვე იყენებდა სივრცეში განლაგებული ობიექტების მდებარეობის აღწერის სხვადასხვა საშუალებას, როგორცაა, მაგალითად, სიტყვიერი ახსნა/განმარტება, ნახატზე ასახვა და სხვ. ასეთი „ფორმატი“ უპასუხებდა შეკითხვას „სად?“ დედამიწის ადგილმდებარეობის მითითების კოდირების (გრძედისა და განედის) შემოღების შემდეგ სივრცითი ინფორმაციის წარმოდგენა უფრო დეტალური გახდა. შესაბამისად, პასუხს იძლეოდა შეკითხვებზე „სად?, რა?“. შემდგომ ამ ინფორმაციას დაემატა ქრონოლოგიური ფაქტორი და შეკითხვა ამგვარად ჩამოყალიბდა: „სად?, რა? როდის?“.

ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარებამ და სივრცითი ინფორმაციის კომპიუტერული წარმოდგენის შესაძლებლობების შერწყმამ განაპირობა გეოგრაფიული ინფორმაციის ხარისხობრივად ახალ დონეზე გადასვლა.

შედეგად, თითოეული გეოგრაფიული ობიექტი, წარმოდგენილი კომპიუტერულ გარემოში, მოიცავს არა მარტო კარტოგრაფიულ გამოსახულებას, არამედ პარამეტრებს (ანუ ატრიბუტებს), რომელთა მეშვეობითაც ერთსა და იმავე მონაცემთა ნაკრების გამოყენებით შესაძლებელია არა მარტო რუკის ვიზუალური გამოსახულების, არამედ რუკის თემატიკის მოქნილი ცვლილებაც.

არსებობს გეოგრაფიული მონაცემების/ინფორმაციის ციფრული წარმოდგენის მრავალი ფორმატი. როგორც ნებისმიერი კომპიუტერული სისტემა, გის არის პროგრამული უზრუნველყოფა (ან ამგვარ უზრუნველყოფათა ერთობლიობა), რომელიც იყენებს მისთვის „გასაგებ“ ფორმატში წარმოდგენილ ინფორმაციას. იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს სისტემათა შორის ინფორმაციის მიმოცვლა, არსებობს ე.წ. უნივერსალური ფორმატები. განვიხილოთ რამდენიმე მათგანი.

როგორც ცნობილია, ინფორმაცია კომპიუტერში განთავსებულია ე.წ. ფაილების (File) სახით. თითოეული ფაილს აქვს დასახელების შემდეგი ფორმატი (შეთანხმებული სტანდარტი): **<სახელი>.<გაფართოება>**, სადაც **სახელი** ნებისმიერი ანბანური/ციფრული სიმბოლოების კომბინაციაა, ხოლო **გაფართოება** მიუთითებს, თუ რა სახის ინფორმაციას შეიცავს ეს ფაილი. იგივე პრინციპებია გამოყენებული გეოგრაფიული ინფორმაციის ფაილის (ფაილების) სახით წარმოდგენისას.



### შეიპ-ფაილი (Shapefile)

ეს ფორმატი, რომელიც ახლაც ფართოდაა გამოყენებული, კომპანია ESRI-მ 1990 წლების დასაწყისში წარმოადგინა. ამიტომ იგი ხშირად მოიხსენიება, როგორც ESRI Shapefile. რეალობაში შეიპ-ფაილი წარმოადგენს რამდენიმე ფაილის ერთობლიობას (მთლიანობას), ამასთანავე თითოეულ მათგანს განსაკუთრებული დანიშნულება აქვს:

აუცილებელი ფაილები:

.shp – ერთი სივრცითი ობიექტის გეომეტრია (მოხაზულობა);

.shx – გეომეტრიული შიდა ინდექსი სწრაფი წვდომისთვის;

.dbf – ატრიბუტების ცხრილი.

სხვა (დამატებითი) ფაილები:

.prj – პროექციის განმარტება (ტექსტური);

.sbn და .sbx ან .fbi და .fbs – სივრცითი ინდექსები;

.ain და .aih – ატრიბუტების ინდექსი;

.ixs და .mxs – გეოკოდირების ინდექსი;

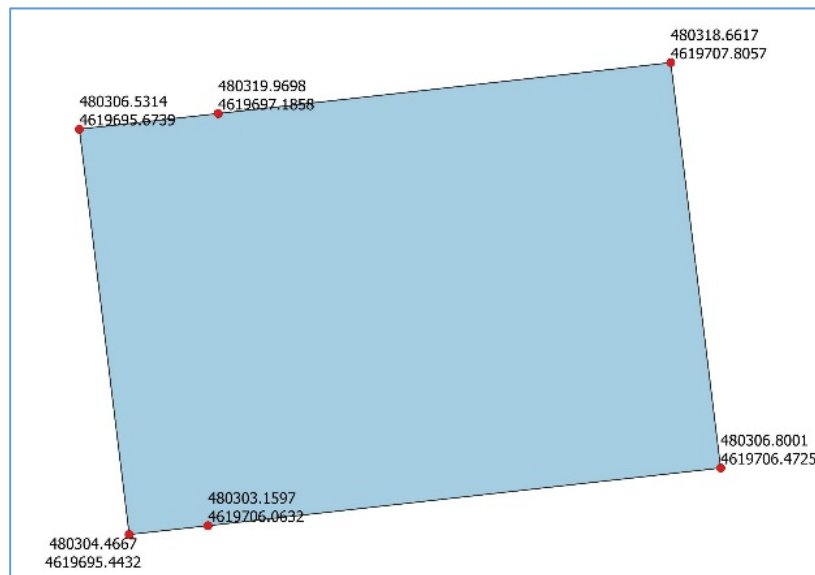
.shp.xml – მეტამონაცემები XML ფორმატში;

.cpg – სიმბოლოთა კოდირების ცხრილი;

აუცილებელია, აღინიშნოს, რომ ნებისმიერ შემადგენელ ფაილში ცვლილებამ შეიძლება დაარღვიოს გეოგრაფიული ინფრომაციის მთლიანობა.

### WKT (Well Known Text) – ტექსტური ფორმატი

ეს ფორმატი ტექსტურად აღწერს გეოგრაფიულ ობიექტებს. ასეთია, მაგალითად, ჩანაწერი: POLYGON ((480304.4667 4619695.4432, 480306.5314 4619695.6739, 480319.9698 4619697.1858, 480318.6617 4619707.8057, 480306.8001 4619706.4725, 480303.1597 4619706.0632, 480304.4667 4619695.4432)) რომელიც წარმოადგენს ერთ პოლიგონს და მისი შესაბამისი გეოგრაფიული გამოსახულება შემდეგნაირად გამოიყურება:



სურ. 3.1. ვერტექსები შეესაბამება ტექსტში მითითებულ კოორდინატებს

## Geography Markup Language (GML) – გეოგრაფიის მარკირების ენა

ეს არის კომპიუტერული ენობრივი ფორმატი, რომელიც აღწერს გეოგრაფიულ ობიექტებს საგანგებოდ შემუშავებული გრამატიკული წესების შესაბამისად. იგი შემოთავაზებულია ღია გეოსივრცითი კონსორციუმის მიერ (Open Geospatial Consortium – OGC). ეს ფორმატი, ძირითადად, განკუთვნილია გეოინფორმაციის მიმოცვლისათვის ინტერნეტის გარემოში. ასეთი ფორმატი უზრუნველყოფს გეოინფორმაციის ვიზუალიზაციას ვებბრაუზერების მეშვეობით.

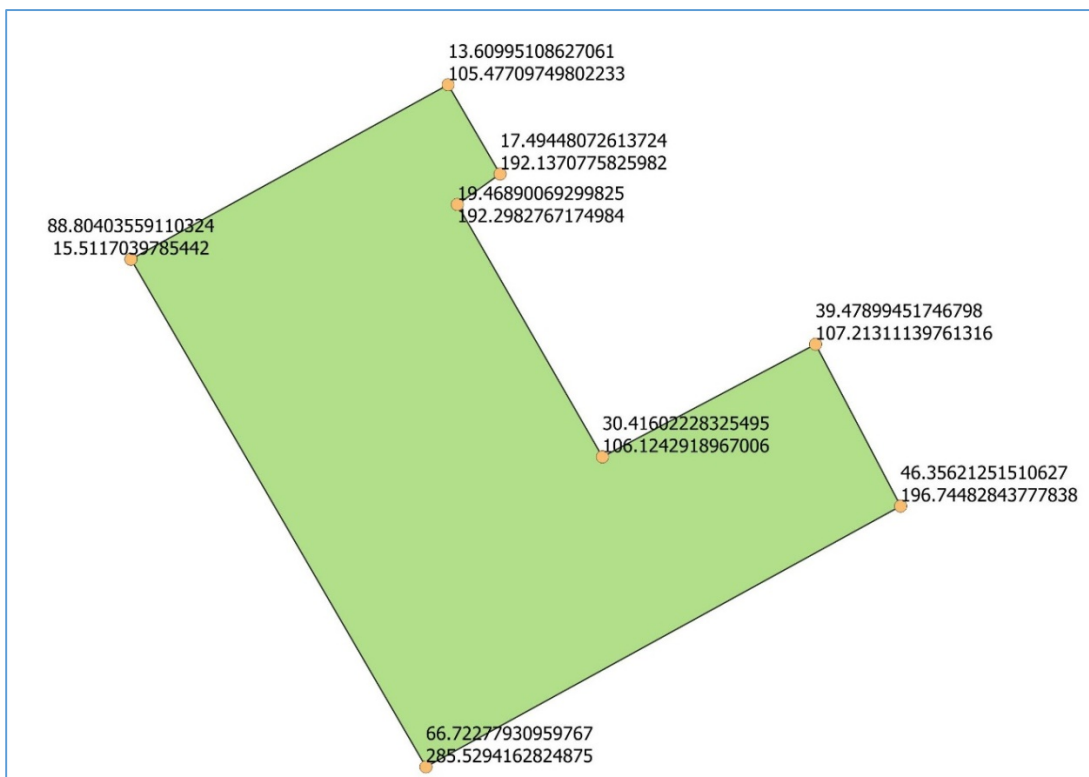
მაგალითისათვის მოგვყავს გეოგრაფიული ობიექტის ამ ფორმატით წარმოდგენის ფრაგმენტი:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<ogr:FeatureCollection
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ogr.maptools.org/ Gml.xsd"
  xmlns:ogr="http://ogr.maptools.org/"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml">
  <gml:boundedBy>
    <gml:Box>
<gml:coord><gml:X>482232.576899997</gml:X><gml:Y>4617309.50219984</gml:Y></gml:coord>
<gml:coord><gml:X>482261.517099998</gml:X><gml:Y>4617335.157799836</gml:Y></gml:coord>
    </gml:Box>
  </gml:boundedBy>
  <gml:featureMember>
    <ogr:Gml fid="Gml.0">
      <ogr:geometryProperty><gml:MultiPolygon
srsName="EPSG:32638"><gml:polygonMember><gml:Polygon><gml:outerBoundaryIs><gml:LinearRing>
<gml:coordinates>482232.576899997,4617328.59589984
482244.500499997,4617335.15779984
482246.455699994,4617331.80119985
482244.848399993,4617330.65449984
482250.305099992,4617321.16429983
482258.318100001,4617325.39859984
482261.517099998,4617319.31069984
482243.668,4617309.50219984
482232.576899997,4617328.59589984</gml:coordinates></gml:LinearRing></gml:outerBoundaryIs>
</gml:Polygon></gml:polygonMember></gml:MultiPolygon></ogr:geometryProperty>
      <ogr:id>192977</ogr:id>
      <ogr:greg_build>2169051</ogr:greg_build>
      <ogr:cadcode_id>11829</ogr:cadcode_id>
      <ogr:cadcode>01.15.03.010.002</ogr:cadcode>
      <ogr:building_n>01</ogr:building_n>
      <ogr:app_id>16188341</ogr:app_id>
      <ogr:gl_regzone>0</ogr:gl_regzone>
      <ogr:creator_id>59111</ogr:creator_id>
```

```

<ogr:create_dat>2018/07/24</ogr:create_dat>
<ogr:modifier_i>59111</ogr:modifier_i>
<ogr:modify_dat>2018/07/24</ogr:modify_dat>
<ogr:flrs_count>3</ogr:flrs_count>
<ogr:shape_leng>88.8040355775</ogr:shape_leng>
<ogr:shape_area>326.382925669</ogr:shape_area>
</ogr:Gml>
</gml:featureMember>
</ogr:FeatureCollection>
    
```

ჩანერილი გეოგრაფიული ობიექტი (პოლიგონი) შემდეგნაირად გამოიყურება:



სურ. 3.2. ვერტექსები შეესაბამება მითითებულ კოორდინატებს

გეოგრაფიული ინფორმაცია ასევე შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემების (**Data Base Management System – DBMS**) გარემოში. ეს სისტემები ფართოდ არის გავრცელებული და არსებობს მათი მრავალი ნაირსახეობა. მთავარი პრინციპი, ზოგადად, ნებისმიერ მონაცემთა (მათ შორის, გეოგრაფიული ინფორმაციის) შენახვა/დამუშავების შესაძლებლობას ეფუძნება. ამ სისტემების მეშვეობით, შესაძლებელია ზემოთ აღწერილი (და არა მარტო) ფორმატების წარმოდგენა მონაცემთა ბაზის გარემოში. ვინაიდან ეს სისტემები შესაძლებლობათა ფართო სპექტრს გვთავაზობს, ამ თემას ცალკე თავი ეძღვნება.

## თავი 4.

### გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა QIS

როგორც უკვე აღინიშნა, არსებობს რამდენიმე გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა, რომლებიც შექმნილია სხვადასხვა ორგანიზაციის მიერ და განკუთვნილია მრავალი სახის გეოგრაფიული პროცესების შესასრულებლად.

ერთ-ერთი მათგანია ე.წ. QGIS (Quantum GIS). ამ სისტემის შექმნის პროექტი 2002 წლის დასაწყისში წარმოადგინეს, რამაც ბიძგი მისცა მრავალ სხვა წამოწყებასა და ღია, თავისუფალი (უფასო) სისტემების შემნას.

დღეისათვის QGIS წარმოადგენს სრულფასოვან გეოინფორმაციულ სისტემას მრავალი ფუნქციონალური შესაძლებლობით.

QGIS-ის კომპიუტერზე დასაინსტალირებლად საკმარისია, შევიდეთ საიტზე <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html> და მივყვეთ შემოთავაზებულ ინსტრუქციას. გასათვალისწინებელია ის ფაქტორი, რომ პერიოდულად ხდება QGIS-ის ვერსიების განახლება. მაგალითად, თარიღისთვის 01-08-2020 შესაძლებელი იყო შემდეგი ვერსიის მიღება (v 3.14):

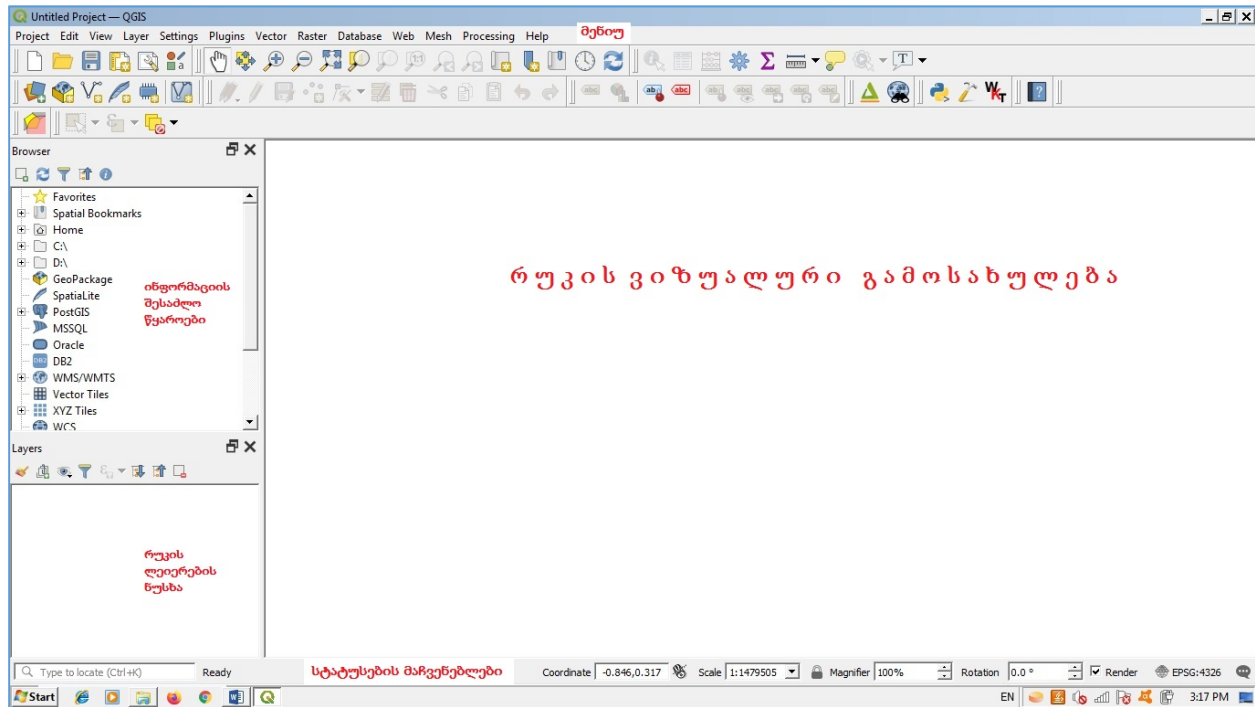


სურ. 4.1. ინსტალაციის ვერსიის არჩევა

ინსტალაციის დასრულებისთანავე თქვენი კომპიუტერის პროგრამების ნუსხაში გაჩნდება მოდული QGIS Desktop 3.14.1.

ამ მოდულის ჩართვის შემდეგ მიიღებთ მსგავს სურათს, რომელიც მომხმარებლის ძირითადი ინტერფეისია:





სურ. 4.2. მთავარი ეკრანი

გეოგრაფიული სისტემების მომხმარებლის ინტერფეისი, უმეტესად, ანალოგიურ ლოგიკას ეფუძნება. ასეთი ფორმატი მაქსიმალურად ინტუიციურია და ამიტომ გასაგებია იმ მომხმარებელთათვის, რომელთაც კომპიუტერულ სისტემებთან მუშაობის/გამოყენების გარკვეული გამოცდილება აქვთ.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ ამ სახელმძღვანელოში არ არის გათვალისწინებული QGIS-ის დეტალური დოკუმენტაციის განხილვა. სრული დოკუმენტაცია შეგიძლიათ იხილოთ მითითებულ საიტებზე ან მოიძიოთ ინტერნეტში სხვა წყაროები:

[https://docs.qgis.org/2.14/en/docs/training\\_manual/](https://docs.qgis.org/2.14/en/docs/training_manual/)

<https://freegistutorial.com/ggis-tutorial-beginners/>

ჩვენ შემოვიფარგლებით მხოლოდ იმ ფუნქციებით, რომლებიც დაკავშირებულია სახელმძღვანელოში განსახილველი საკითხების რეალიზაციასთან.

### მაგალითისათვის განვიხილოთ საქართველოს ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული რუკის შედგენის პროცესი.

ყოველი ახალი რუკა წარმოადგენს გის პროექტს და იწყება ფუნქციით:

**New => Project**

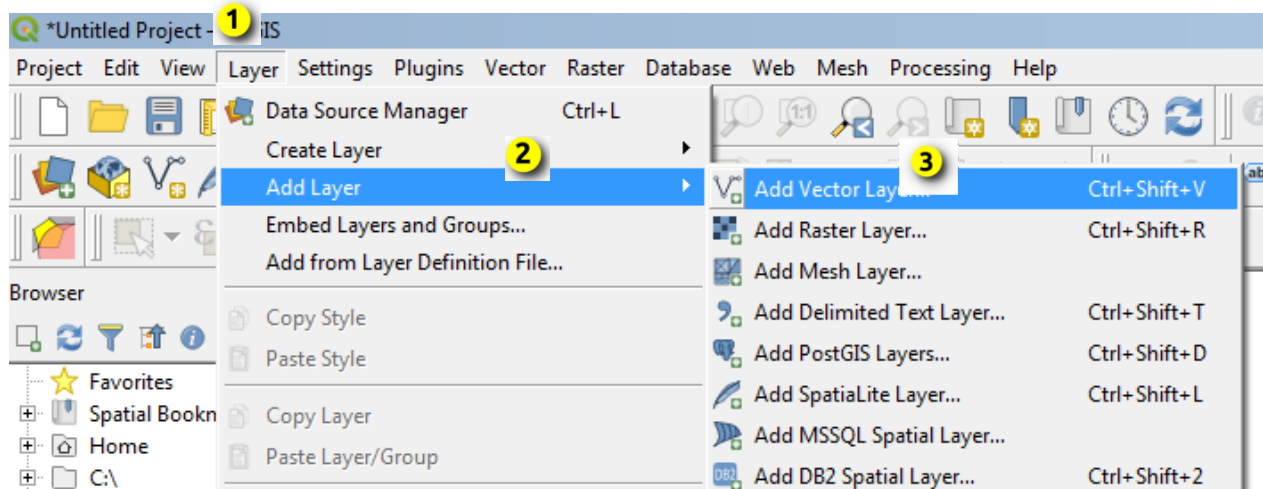
ხოლო პროექტის შექმნის ნებისმიერ ეტაპზე შესაძლებელია მის ჩაწერა:

**Save => პროექტის სახელი**, სადაც პროექტის სახელი მომხმარებლის მიერ იქმნება, ხოლო გაფართოება **.qgz** ავტომატურად ენიჭება.

შემდგომში, ნებისმიერი საჭიროების შემთხვევაში, შესაძლებელია უკვე არსებული პროექტის გახსნა.

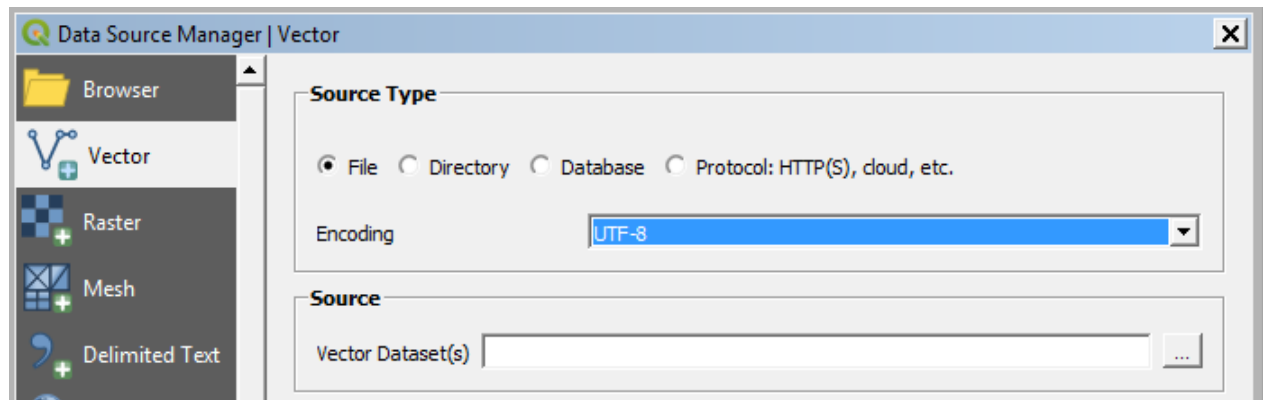
### ლეიერის/ლეიერების დამატება

დასაწყისისთვის გამოვიყენოთ ზემოთ აღწერილი **ESRI Shapefile** ფორმატი. მაგალითისთვის ვისარგებლოთ ჩვენი სახელმძღვანელოს დანართში არსებული მონაცემებით. შევქმნათ ახალი რუკის პროექტი და შემოვიტანოთ საქართველოს ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული ერთეულების შეიპ-ფაილი:



სურ. 4.3. შეიპ-ფაილის შემოტანა

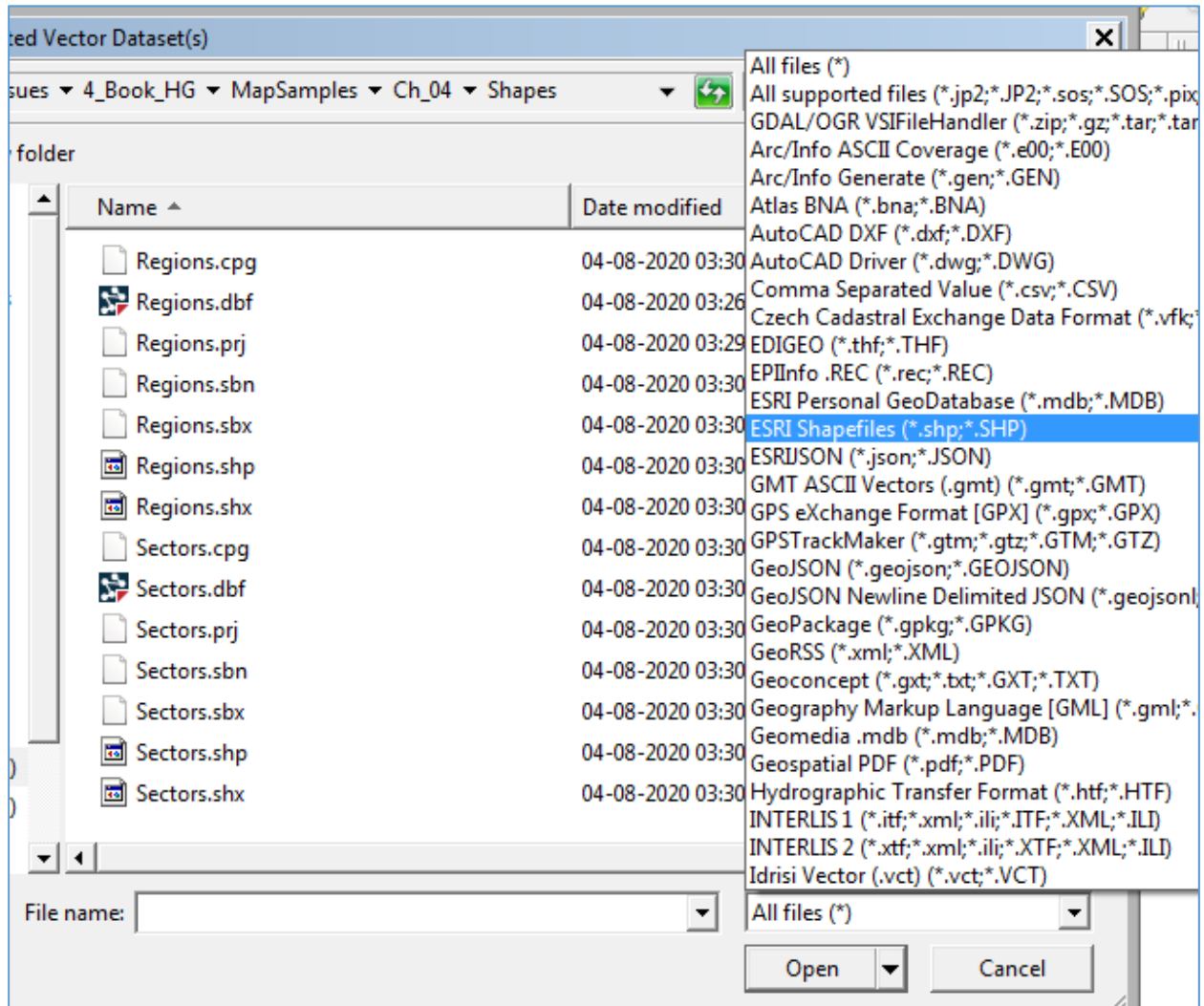
შედეგად ვიღებთ შემდეგი ქმედების არჩევანს:



სურ. 4.4. კოდირების სისტემის არჩევანი

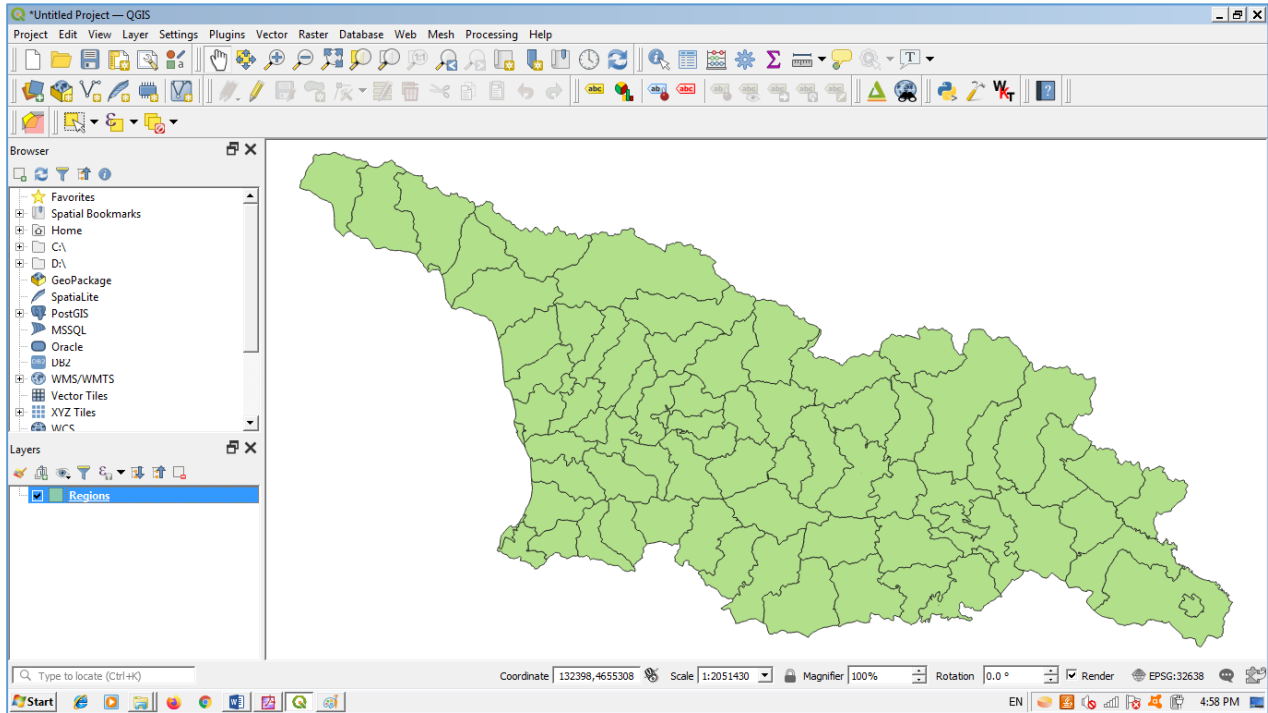
იმისათვის, რომ რუკა და მასში გამოყენებული ინფორმაცია იყოს ქართულენოვანი, უნდა ავირჩიოთ შესაბამისი კოდირების (**Encoding**) სტანდარტი – **UTF-8**, რომელიც უზრუნველყოფს სტანდარტული შრიფტის (**Sylfaen** ფონტის) გამოყენებას.

ამ შემთხვევაში, გეოგრაფიული მონაცემების ასარჩევად უნდა გამოვიყენოთ **ESRI Shapefile** ფორმატი.



სურ. 4.5. ფორმატის არჩევა

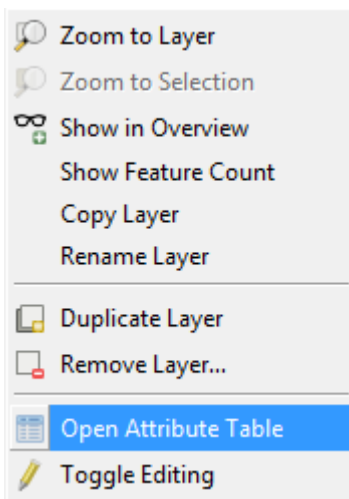
შემოთავაზებული ნუსხიდან ვირჩევთ Regions.shp, (Add => Close) რომელიც ახალი ლეიერის სახით გამოჩნდება რუკაზე:



სურ. 4.6. პირველი რუკა

ეს არის გის-ის მიერ ავტომატურად გენერირებული გამოსახულება, რომელიც არ შეიძლება ჩაითვლოს რუკად. ამისათვის საჭიროა, გამოვიყენოთ რუკის გაფორმების ის საშუალებები, რომლებიც გის-ის სხვადასხვა მენიუებშია განანილებული.

რუკის გაფორმების შესაძლებლობები დამოკიდებულია ლეიერების ატრიბუტულ ინფორმაციაზე. ლეიერზე მათსის მარჯვენა ღილაკის დაწკაპუნებით გამოვიძახოთ ფუნქციური მენიუ და ავირჩიოთ **Open Attribute Table**.



სურ. 4.7. ატრიბუტების ნახვა



მივიღებთ:

OBJECTID	REGION_GEO	ZONE_ID	ZONE_NAME /	SHAPE_AREA	SHAPE_LEN
1	23 სამეგრელო-ზემო სვანეთი	40	აბაშა	314699452.53100001812	111641.84355999999
2	3 სამცხე-ჯავახეთი	61	აღიგენი	793411966.26499998569	143341.35467900001
3	46 რაჭა-ლეჩხუმ-ქვემო სვანეთი	86	ამბროლაური	1124583262.97000002861	184723.27082899999
4	72 სამცხე-ჯავახეთი	60	ასპინძა	852371327.89199995995	195974.50283099999
5	9 შიდა ქართლი	70	ახალგორი	912504791.12600004673	193035.48370600000
6	62 სამცხე-ჯავახეთი	63	ახალქალაქი	1235834930.61999988556	251716.19018000001
7	33 სამცხე-ჯავახეთი	62	ახალციხე	981456112.89699995518	190940.11487900000
8	67 კახეთი	50	ახმეტა	122895812.00399999321	63251.94584790000
9	39 კახეთი	50	ახმეტა	2238955870.59999990463	316419.21180300001
10	20 აჭარა	05	ბათუმი	64994437.83569999784	86182.72381090000
11	57 იმერეთი	30	ბაღდათი	849334279.84399998188	192860.41827200001
12	6 ქვემო ქართლი	80	ბოლნისი	806915351.76999998093	212679.12600300001
13	7 სამცხე-ჯავახეთი	64	ბორჯომი	1195441911.16000008583	205804.57751100001

**სურ. 4.8.** ატრიბუტები, ფრაგმენტი

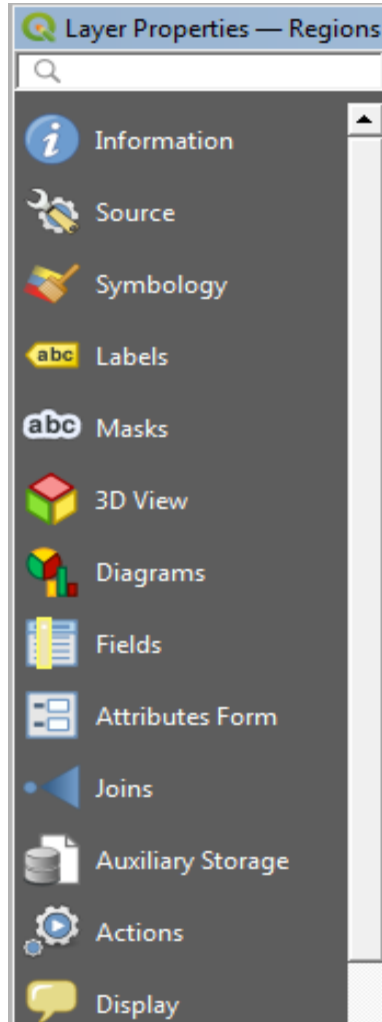
აქ ჩანს ატრიბუტულ მონაცემთა ცხრილი და მათი მნიშვნელობები. ველებს (ანუ ვერტიკალურ სვეტებს) აქვს სახელები, ამასთან ზოგიერთი მათგანი შეიპ-ფორმატის სტანდარტის მიერ ფიქსირებულია. მაგალითად, ველები, OBJECTID (ჩანაწერის უნიკალური კოდი), SHAPE\_AREA (პოლიგონის ფართობი), SHAPE\_LEN (პოლიგონის პერიმეტრი) და მათი ცვლილება აკრძალულია.

ველები – REGION\_GEO (რეგიონის დასახელება), ZONE\_NAME (ადმ. ერთეულის დასახელება) – შექმნილია ინფორმაციის ავტორის მიერ და მათი შეცვლა შესაძლებელია.

რუკის შექმნის პროცესში შესაძლებელია გამოვიყენოთ ნებისმიერი ველი ატრიბუტული ცხრილიდან.

ამისათვის უნდა გამოვიყენოთ ლეიერის პარამეტრების საშუალებები.

ვექტორულ ლეიერზე ორჯერადი დანკაპუნებით მიიღება ლეიერის პარამეტრების მენიუ, რომელიც შეიცავს შემდეგ ფუნქციებს:



- ზოგადი ინფორმაცია ლეიერის შესახებ
- მონაცემთა წყარო
- სიმბოლოები/პირობითი აღნიშვნები/ფერები და ა.შ.
- წარწერები, ქდეები
- სიმბოლოების და წარწერების პარამეტრები
- სამგანზომილებიანი გამოსახულება
- დიაგრამები
- ველები (ატრიბუტები)
- ატრიბუტების ფორმები
- კავშირები
- მონაცემთა დამხმარე (დროებითი) საცავი
- ქმედებები
- ლეიერის წინასწარ მითითებული ტექსტის ჩვენება (მაუსით)

**სურ. 4.9.** ლეიერების ფუნქციონალური მენიუ

განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანი:

დავიტანოთ რუკაზე ადმინისტრაციული ერთეულების დასახელებები:

ავირჩიოთ ფუნქცია **Labels**  და მივუთითოთ:

**Single Labels** – ერთეულოვანი წარწერები;


**Value** – ZONE\_NAME, ატრიბუტული ცხრილიდან იმ ველის სახელი, რომელიც შეიცავს შესაბამის ინფორმაციას;

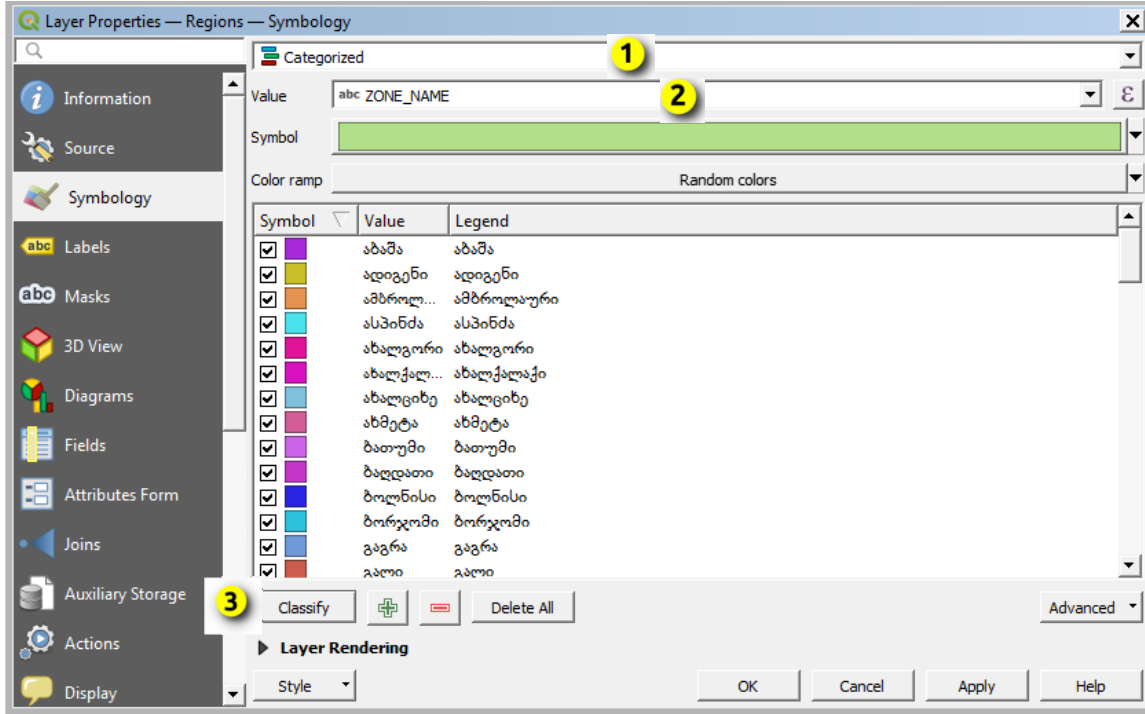
**Font** – Sylfaen (ქართული შრიფტი);

**Size** – შეგვიძლია შევცვალოთ შრიფტის ზომაც.

შემდეგ – Apply => OK.



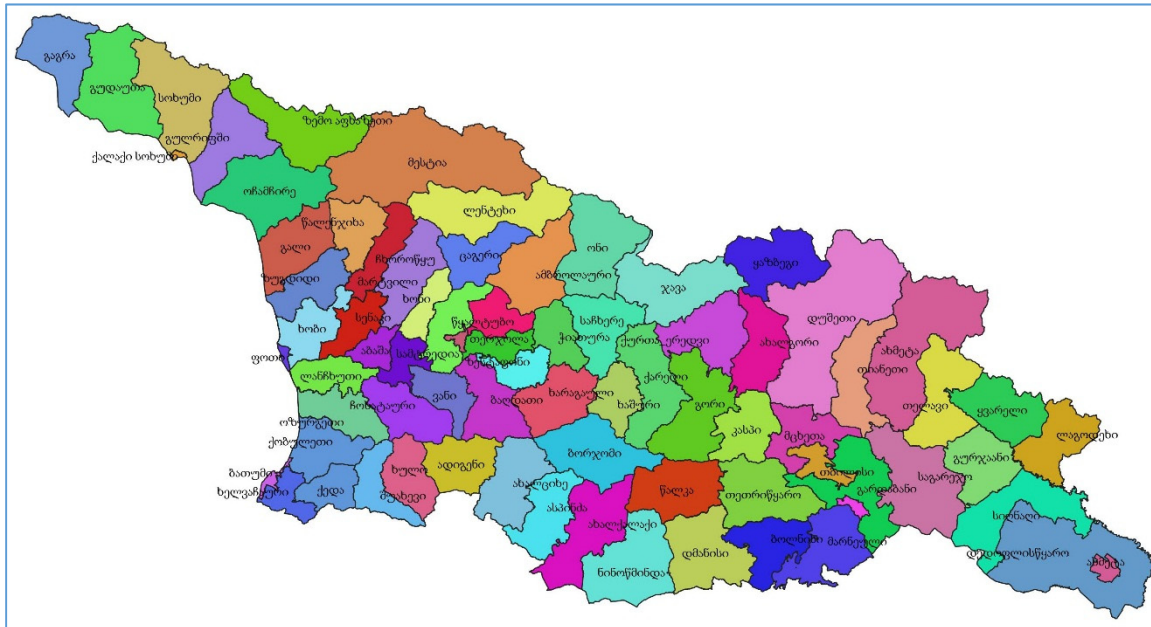
ასევე შეგვიძლია ადმინისტრაციული ერთეულები შევაფერადოთ სხვადასხვა ფერებით. გამოვიყენოთ ფუნქცია  **Symbology**. მისი საშუალებით შეგვიძლია მოვახდინოთ ადმინისტრაციული ერთეულების კლასიფიცირება კატეგორიების მიხედვით. კატეგორიების განსაზღვრად გამოვიყენოთ ველი **ZONE\_NAME**.



სურ. 4.12. კატეგორიზაციის ჩართვა

შემდეგ – Apply => OK.

შედეგად მივიღებთ:



სურ. 4.13. ერთეულების შეფერადება (შედეგი)



მომხმარებელს შეუძლია თავად შეცვალოს გის-ის მიერ ავტომატურად მინიჭებული ფერები. ამისათვის საკმარისია **Symbology** ფუნქციის რეჟიმში სასურველ კატეგორიაზე მაუსის ორჯერადი დანკაპუნება.

შევადგინოთ საქართველოს მოსახლეობის სიმჭიდროვის რუკა ადმინისტრაციული ერთეულების მიხედვით. ამისათვის საჭიროა ვიცოდეთ ყოველი ერთეულის ფართობი და მოსახლეობის რაოდენობა. როგორც უკვე ვნახეთ, ატრიბუტული ცხრილი შეიცავს თითოეული ერთეულის ფართობს, მაგრამ მოსახლეობის რაოდენობა არ არის მითითებული. ეს ინფორმაცია შეგვიძლია მოვიძიოთ ინტერნეტის მეშვეობით. ამ და სხვა დამატებითი ინფორმაციის მოძიების საშუალებები უფრო დეტალურად ქვევით განიხილება. ამ ეტაპზე ვისარგებლოთ საიტით [http://census.ge/files/results/Census%20Release\\_GEO.pdf](http://census.ge/files/results/Census%20Release_GEO.pdf), რომელიც შექმნილია „საქსტატის“ მიერ და ასახავს 2014 წლის საყოველთაო აღწერის შედეგებს:

რეგიონი, თვითმმართველი ერთეული	სულ მოსახლეობა	ქალაქი	სოფელი
საქართველო სულ	<b>3713 804</b>	<b>2122 623</b>	<b>1591 181</b>
ქ. თბილისი	<b>1108 717</b>	<b>1078 297</b>	<b>30 420</b>
აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკა	<b>333 953</b>	<b>184 774</b>	<b>149 179</b>
ქ. ბათუმი	152 839	152 839	-
ქედის მუნიციპალიტეტი	16 760	1510	15 250
ქობულეთის მუნიციპალიტეტი	74 794	28 621	46 173
შუახევის მუნიციპალიტეტი	15 044	797	14 247
ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტი	51 189	-	51 189
ხულოს მუნიციპალიტეტი	23 327	1007	22 320
გურია	<b>113 350</b>	<b>31 904</b>	<b>81 446</b>
ქ. ოზურგეთი	14 785	14 785	-
ლანჩხუთის მუნიციპალიტეტი	31 486	6395	25 091
ოზურგეთის მუნიციპალიტეტი	48 078	8909	39 169
ჩოხატაურის მუნიციპალიტეტი	19 001	1815	17 186

**სურ. 4.14.** მოსახლეობის რიცხოვნობა რეგიონებისა და თვითმმართველი ერთეულების მიხედვით (ფრაგმენტი)

ცხრილში მოყვანილი ინფორმაციის ატრიბუტების ცხრილში ჩასაწერად არსებობს რამდენიმე მეთოდი. დასაწყისისთვის გამოვიყენოთ ყველაზე მარტივი მეთოდი – „ხელით“ გადატანა.

მოსახლეობის რაოდენობის ატრიბუტების ცხრილში ჩასაწერად აუცილებელია ახალი ველის შექმნა. ვინაიდან ამ ეტაპზე ვიყენებთ **ESRI Shapefile**-ის ფორმატს, ეს პროცესი შემდეგნაირად გამოიყურება:

OBJECTID	REGION_GEO	ZONE_ID	ZONE_NAME	SHAPE_AREA	SHAPE_LEN
23	სამეგრელო-ზემო სვანეთი	40	აბაშა	314699452.53100001812	111641.84355999999
3	სამცხე-ჯავახეთი	61	ადიგენი	793411966.26499998569	143341.35467900001
46	რაჭა-ლეჩხუმ-ქვემო სვანეთი	86	ამბროლაური	1124583262.97000002861	184723.27082899999
72	სამცხე-ჯავახეთი	60	ასპინძა	852371327.89199995995	195974.50283099999
9	შიდა ქართლი	70	ახალგორი	912504791.12600004673	193035.48370600000
62	სამცხე-ჯავახეთი	63	ახალქალაქი	1235834930.61999988556	251716.19018000001
33	სამცხე-ჯავახეთი	62	ახალციხე	981456112.89699995518	190940.11487900000
67	კახეთი	50	ახმეტა	122895812.00399999321	63251.94584790000
39	კახეთი	50	ახმეტა	2238955870.59999990463	316419.21180300001

სურ. 4.15. ედიტირების ფუნქციის ჩართვა

ატრიბუტების ცხრილში უნდა ჩაირთოს რედაქტირების (Edit) რეჟიმი და დაემატოს ახალი ველი. ამასთანავე, აუცილებლად უნდა განისაზღვროს ველის სახელი და ტიპი, ამ შემთხვევაში, მაგალითად, ახალი ველი (ველის სახელი) **Pop** (ინგ. Population) და მისი ტიპი – integer (მთელი რიცხვი):

Add Field

Name: Pop

Comment:

Type: Whole number (integer)

Provider type: integer

Length: 10

OK Cancel

სურ. 4.16. ახალი ველის დამატება

აქვე აღვნიშნავთ, რომ ველის ტიპებსა და მათ მახასიათებლებს შემდგომში დეტალურად განვიხილავთ.

ამის შემდეგ შეგვიძლია, შევიტანოთ მონაცემები:

	OBJECTID	REGION_GEO	ZONE_ID	ZONE_NAME /	SHAPE_AREA	SHAPE_LEN	Pop
1	23	სამეგრელო-ზემო სვანეთი	40	აბაშა	314699452.531000018...	111641.8435599...	22341
2	3	სამცხე-ჯავახეთი	61	აღიგენი	793411966.264999985...	143341.3546790...	16462
3	46	რაჭა-ლეჩხუმ-ქვემო სვანეთი	86	ამბროლაური	1124583262.97000002...	184723.2708289...	9139
4	72	სამცხე-ჯავახეთი	60	ასპინძა	852371327.891999959...	195974.5028309...	10372

სურ. 4.17. მონაცემების შეტანა

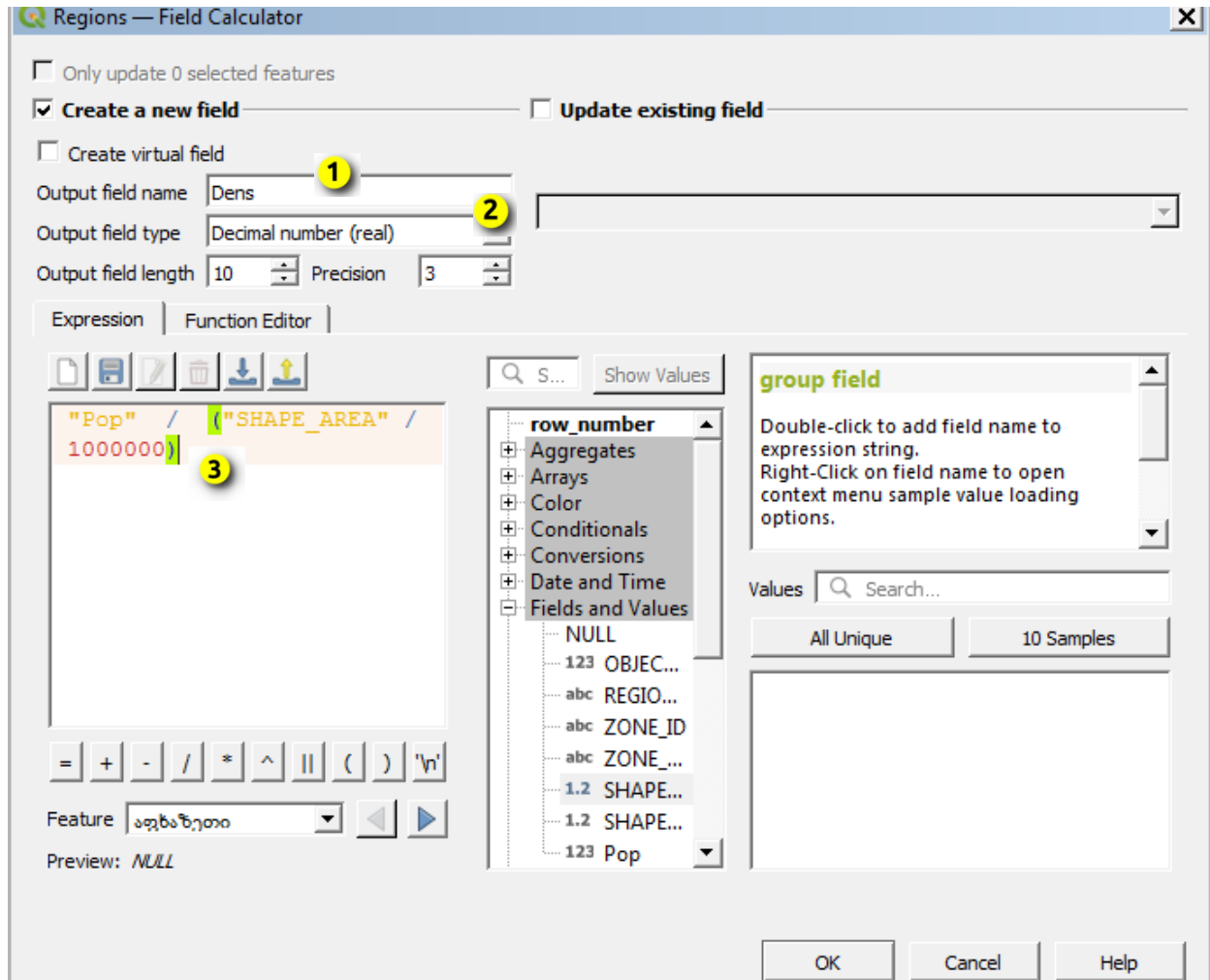
შემდეგი ნაბიჯი იქნება საკუთრივ სიმჭიდროვის გამოთვლა. გამოსათვლელი ფორმულა ჩაინერება ე.წ. ველის კალკულატორის (Field Calculator **1**) მეშვეობით:

	OBJECTID	REGION_GEO	ZONE_ID	ZONE_NAME /	SHAPE_AREA	SHAPE_LEN	Pop
1	23	სამეგრელო-ზემო სვანეთი	40	აბაშა	314699452.531000018...	111641.8435599...	22341
2	3	სამცხე-ჯავახეთი	61	აღიგენი	793411966.264999985...	143341.3546790...	16462
3	46	რაჭა-ლეჩხუმ-ქვემო სვანეთი	86	ამბროლაური	1124583262.97000002...	184723.2708289...	9139
4	72	სამცხე-ჯავახეთი	60	ასპინძა	852371327.891999959...	195974.5028309...	10372


სურ. 4.18. სიმჭიდროვის გამოთვლა

უნდა დავიცვათ შემდეგი თანმიმდევრობა:

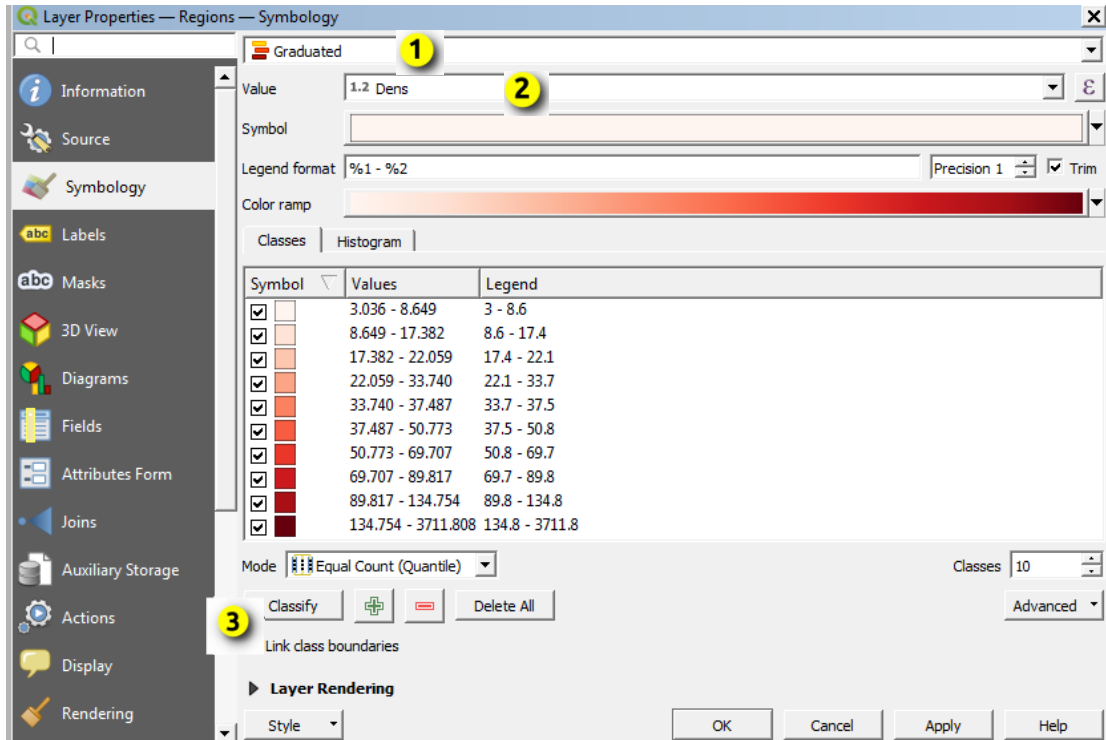
- 1** ველის სახელის დარქმევა, მაგალითად, **Dens** (შემოკლება ინგლისურიდან **Density**),
- 2** ველის ტიპის განსაზღვრა, ამ შემთხვევაში – **Real** (ნამდვილი რიცხვი),
- 3** უშუალოდ ფორმულის ჩაწერა ველების დასახელებების გამოყენებით.



სურ. 4.19. გამოსათვლელი ფორმულის შეტანა

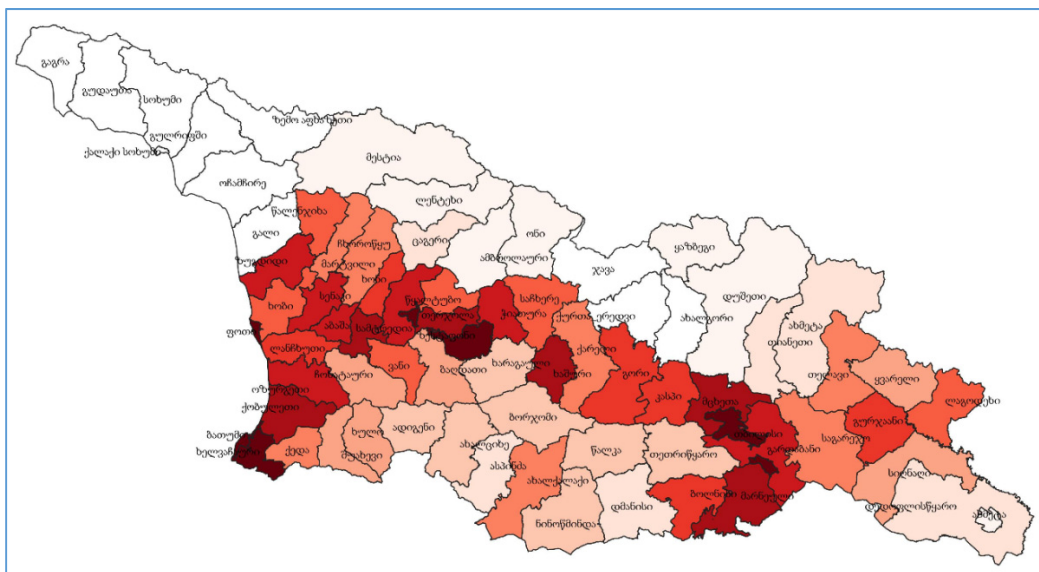
Ok-ის შედეგად შეიქმნება ახალი ველი **Dens**, რომელიც შეიცავს მოსახლეობის სიმჭიდროვის გამოთვლილ მნიშვნელობებს. გამოვსახოთ ეს რუკაზე. ამისათვის ისევ გამოვიყენოთ ფუნქცია  Symbology.





სურ. 4.20. კლასიფიცირება მიღებული შედეგების მიხედვით

უნდა აღინიშნოს, რომ გამოყენებული კლასიფიკაციის პარამეტრი (კლასების რაოდენობა) ავტომატურად უდრის 5-ს. ამ მაგალითში იგი შეცვლილია 10-ით. ფერთა გამისა (Color Ramp) და სხვა პარამეტრების არჩევის შედეგად (დეტალები განხილულია შემდეგ თავებში), რუკა ასე შეიძლება გამოიყურებოდეს:

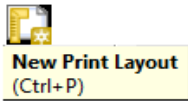


სურ. 4.21. მიღებული რუკა

გის-ით შექმნილი რუკის გამოყენება მრავალგვარია. დასაწყისისთვის განვიხილოთ ფორმატი – რუკა, როგორც ილუსტრაცია, ანუ სურათი, რომელიც მომხმარებელს სურს, ჩარ-

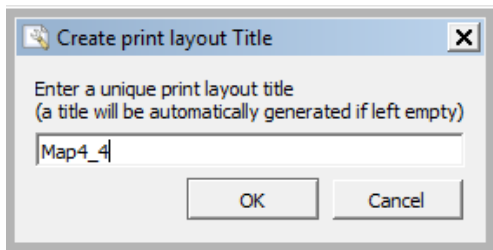
თოს საკუთარი კვლევების ანგარიშსა ან პრეზენტაციაში. სრულფასოვანი რუკის **გამოსახულების** მისაღებად აუცილებელია, იგი გაფორმდეს კარტოგრაფიული სტანდარტების შესაბამისად.

ამ მიზნით, QGIS-ს აქვს სპეციალური ფუნქცია **Layout Manager**. ის განთავსებულია მთავარი მენიუს შემადგენლობაში და უზრუნველყოფს რუკის კარტოგრაფიულ გაფორმებასა და გარე ფორმატში ექსპორტს.:



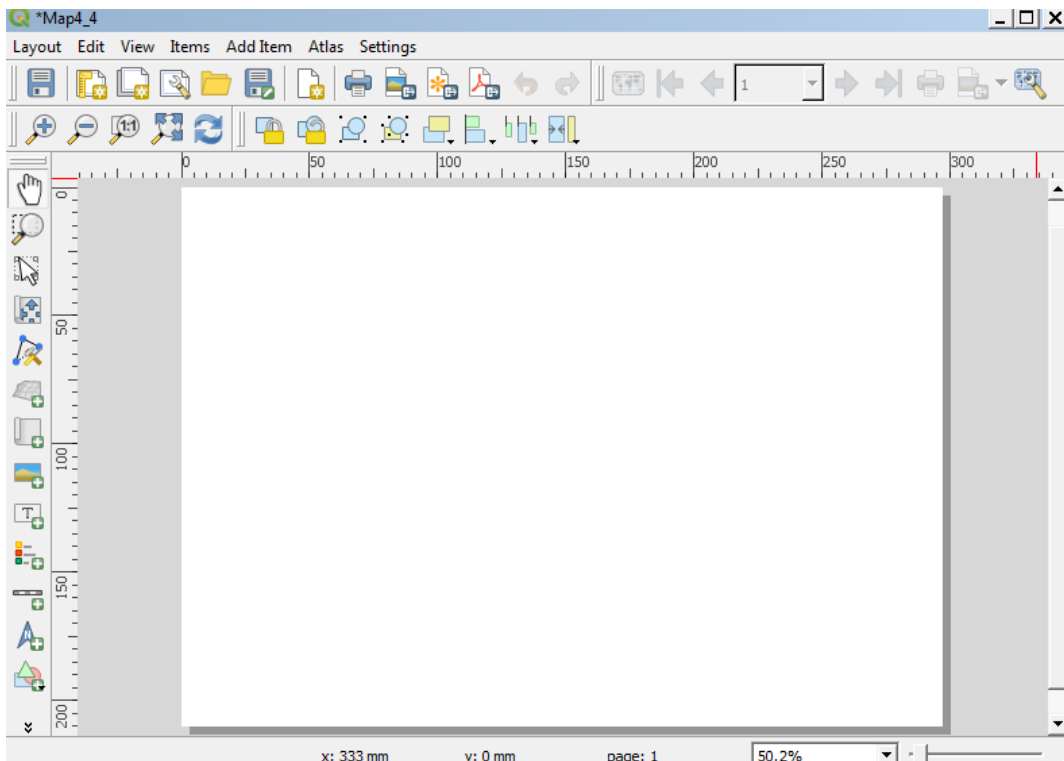
**სურ. 4.22.** საბეჭდი ფორმის ჩართვა

“Layout”-ის შესაქმნელად ლეიაუტს უნდა მიეთითოს უნიკალური სახელი, მაგალითად, Map4\_4:



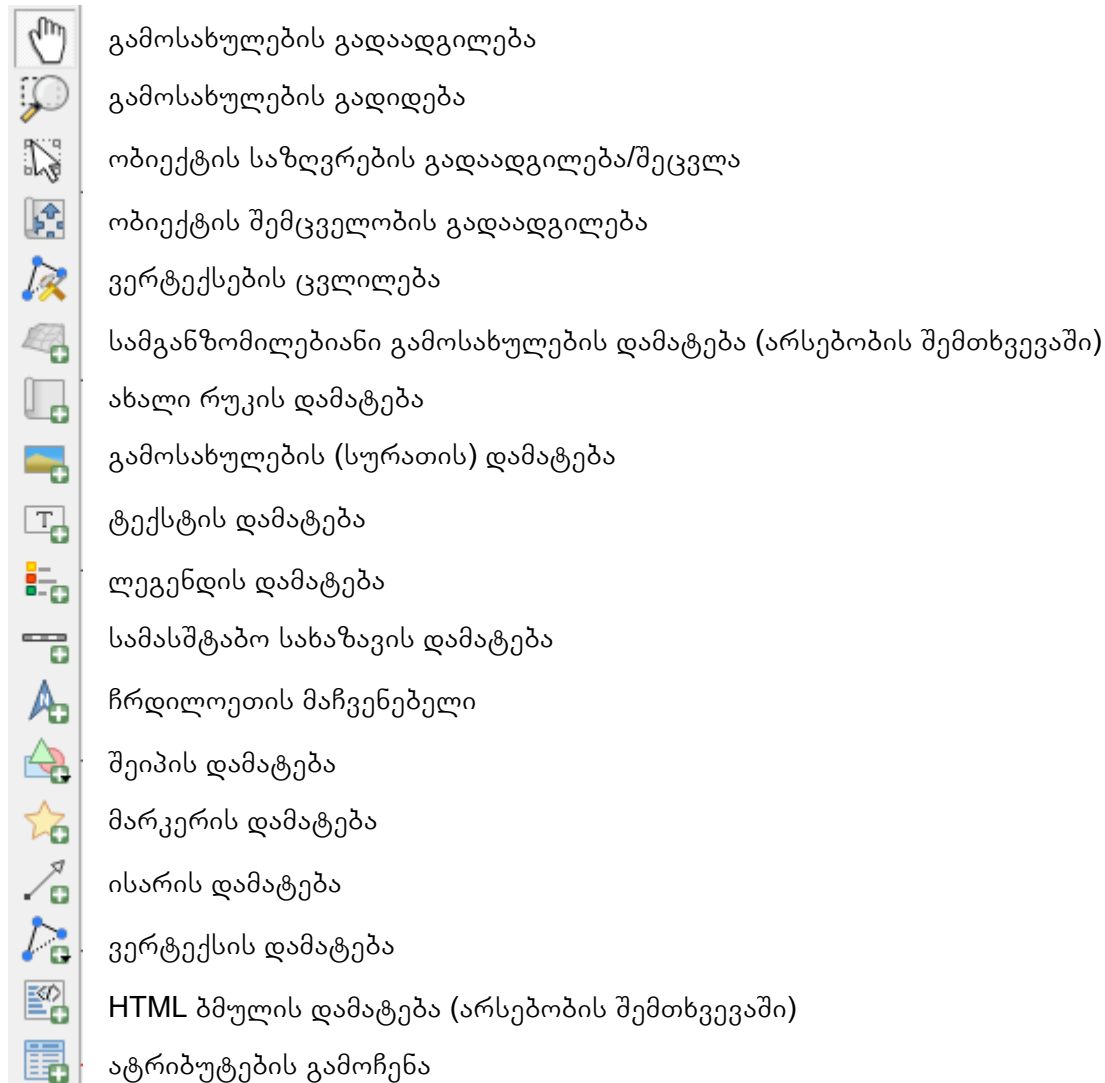
**სურ. 4.21.** ფორმის სახელის შეტანა

OK ღილაკის გამოყენების შემდეგ გამოჩნდება ახალი (ცარიელი) ფორმა:



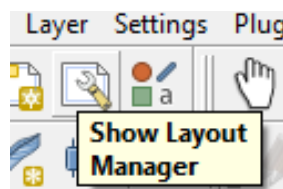
**სურ. 4.22.** საბეჭდი ფორმატი

მარცხენა მხარეს განლაგებულია ლეიაუტის მართვის ფუნქციები, რომელთა მეშვეობით შეგვიძლია მიმდინარე რუკის გადატანა, რუკის მრავალი პარამეტრის ჩართვა/შეცვლა. არსებობს ასევე ერთი რუკისთვის რამდენიმე ლეიაუტის შექმნის შესაძლებლობა:



**სურ. 4.23.** საბეჭდი ფორმის ფუნქციები


არსებული (ადრე შექმნილი) ლეიაუტის/ლეიაუტების ცვლილების საჭიროების შემთხვევაში, შეგვიძლია, ვისარგებლოთ ფუნქციით:




**სურ. 4.24.** ფორმის ნახვა

დავუმატოთ მოსახლეობის სიმჭიდროვის უკვე შექმნილ რუკას მთავარი კარტოგრაფიული ელემენტები (Items):


### რუკის სათაური (დასახელება)

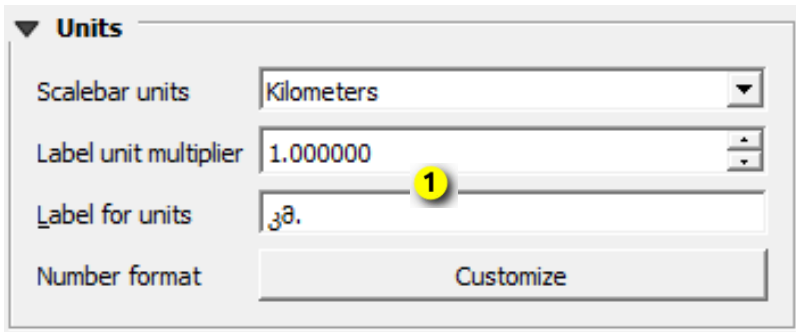
რუკაზე სათაურის (დასახელების) მისათითებლად არსებობს რამდენიმე საშუალება. მაგალითად, დავუმატოთ რუკის ლეიაუტზე ტექსტი. ამისთვის ვისარგებლოთ ფუნქციით  Add Label (ტექსტის დამატება).

### ჩრდილოეთის მაჩვენებელი

ვისარგებლოთ ფუნქციით  Add North Arrow (ჩრდილოეთის მაჩვენებელი) და გადავიტანოთ შექმნილი სიმბოლო ჩვენთვის სასურველ ადგილზე, მაგალითად რუკის ზედა მარჯვენა კუთხეში.


### სამასშტაბო სახაზვი

ფუნქციით  Add Scale Bar (სამასშტაბო სახაზვის დამატება) დავამატოთ სამასშტაბო სახაზვი და გადავიტანოთ იგი ჩვენთვის სასურველ ადგილზე, მაგალითად, ქვედა მარჯვენა კუთხეში. შექმნილი გამოსახულების პარამეტრები შეგვიძლია შევცვალოთ Item Property-ის მეშვეობით (მაუსის მარჯვენა ღილაკით). მაგალითად, ქართულენოვანი წარწერის შესაქმნელად ვისარგებლოთ:

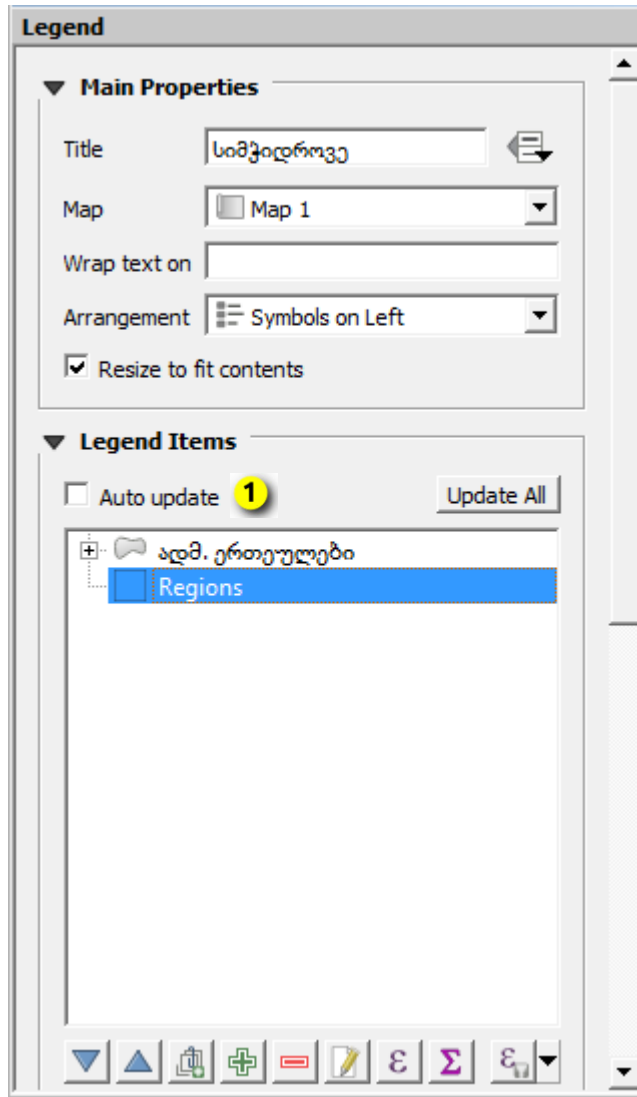


სურ. 4.25. სამასშტაბო სახაზვის დატანა

### ლეგენდა – Legend (პირობითი აღნიშვნებისა და პუნსონების განმარტება)

ამისათვის განკუთვნილია ფუნქცია  Add Legend (ლეგენდის დამატება). ამ ფუნქციის გამოძახების შემდეგ საჭიროა, ავირჩიოთ ლეგენდის მდებარეობის ადგილი, მაგალითად, ქვედა მარცხენა კუთხე. იმისათვის, რომ შეძლოთ რუკაზე გამოყენებული ნიშნების ახსნა-განმარტებების დატანა, ფუნქცია Legend Items – Auto Updates უნდა იყოს გამორთული.



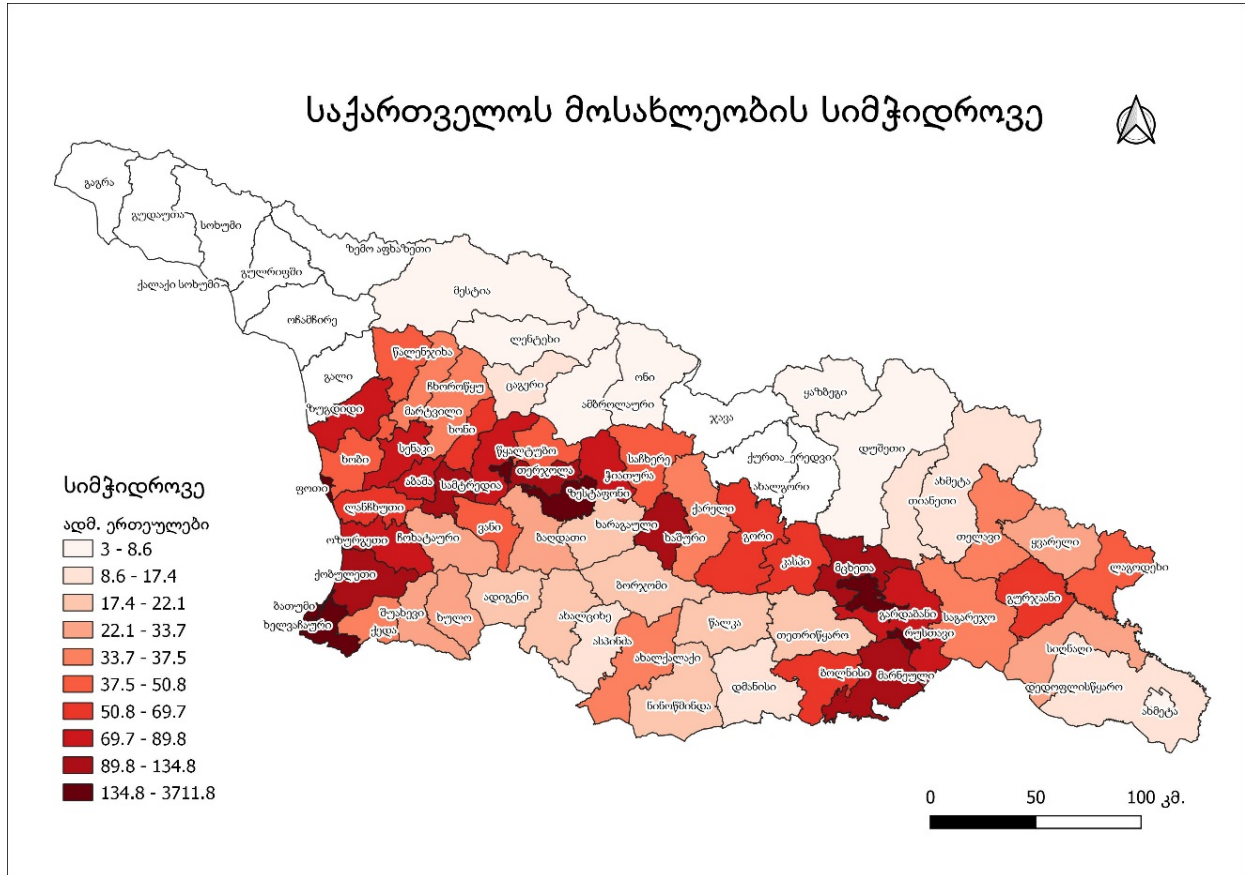


**სურ. 4.26.** ახსნა-განმარტების (ლეგენდის) დამატება

ფუნქციებით “-” და “+” შესაძლებელია ელემენტების ნაშლა ან/და დამატება. რუკაზე მუშაობის პროცესში ნებისმიერ დროს შესაძლებელია მასზე განლაგებული ყველა ობიექტის პარამეტრებისა და მდებარეობის შეცვლა (Item Properties).

#### რუკის ექსპორტი სხვადასხვა ფორმატებში

დასრულებული რუკა შეგვიძლია დავბეჭდოთ ან/და ჩავენროთ ამა თუ იმ ფორმატში (.jpg, .pdf, .svg). შედეგად, შეიძლება მივიღოთ:



სურ. 4.27. საბოლოო შედეგი

უნდა აღვნიშნოთ, რომ სხვა მომხმარებლისათვის გის რუკის სრულფასოვნად გამოსაყენებლად მარტო გის პროექტის (.qgz ფაილი) გადაცემა არ არის საკმარისი. აუცილებელია, ხელთ გვქონდეს რუკაზე გამოყენებული ყველა ლეიერის მონაცემთა წყაროებიც, ამ შემთხვევაში შეიბ-ფაილებიც.

## თავი 5.

### გეოგრაფიულ მონაცემთა ბაზის ცნება

როგორც უკვე ითქვა, გეოგრაფიული (სივრცითი) ინფორმაცია შეიძლება წარმოდგენილი იყოს სხვადასხვა ფორმატში, გეოგრაფიული ინფორმაციის კომპიუტერული წარმოდგენის თავისებურებებიდან გამომდინარე, ძალზე მნიშვნელოვანი გახდა გეომონაცემთა ბაზის ცნება.

ამიტომ ჯერ განვიხილოთ მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემების აგების ზოგადი პრინციპები.

მონაცემთა ბაზა არის ინფორმაციის მონესრიგებული ჩანაწერების ერთობლიობა. სხვა მხრივ, ასეთი მონაცემების შესაქმნელად და დასამუშავებლად არსებობს შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელსაც მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემას (მბმს) (**Data Base Menegement System – DBMS**) უწოდებენ.

არსებობს თანამედროვე მონაცემთა ბაზების და მათი მართვის მრავალი სისტემა, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან როგორც შესაძლებლობებით, ასევე მოხმარების თავისებურებით. მაგრამ მათ ყველას აერთიანებს აგების ლოგიკური საფუძვლები. განვიხილოთ ძირითადი პრინციპები.

მონაცემთა ბაზაში შესულია რამდენიმე ტიპის კომპონენტი:

ცხრილები (**Tables**) – მონაცემთა შენახვის საცავები;

რელაციები ანუ კავშირები (**Relationships**) – ცხრილებს შორის არსებული კავშირები;

მოთხოვნების ფორმირების საშუალებები (**Queries**) – ინფორმაციის ფრაგმენტის ძიების/არჩევის საშუალებები;

ფორმები (**Forms**) – ინფორმაციის მოხერხებული დათვალიერებისა და რედაქტირების საშუალებები;

ინფორმაციის მოხერხებული ბეჭდვის – დოკუმენტირების საშუალებები (ანგარიშები – **Reports**);

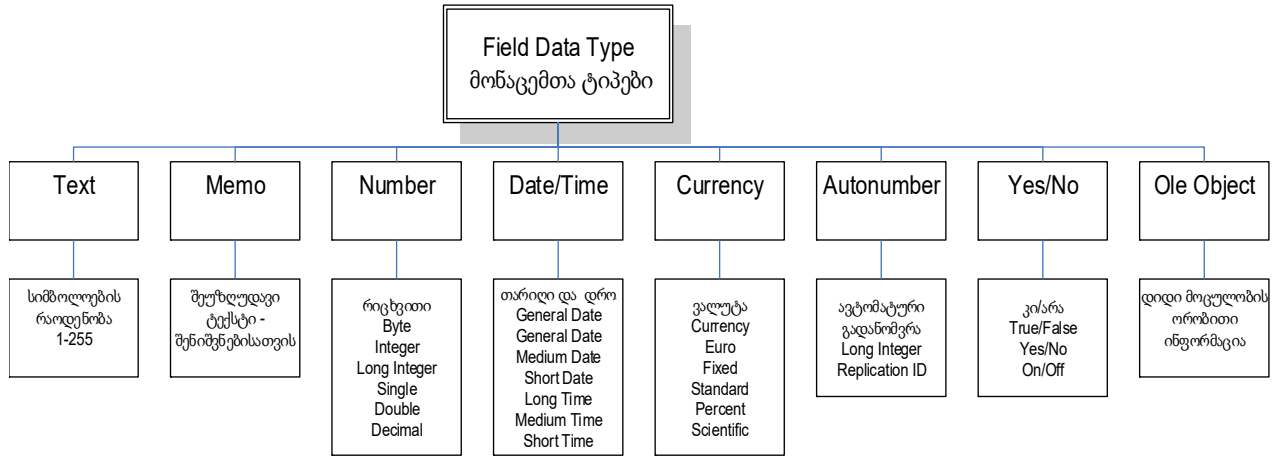
დაპროგრამების – მოქმედებათა თანმიმდევრობის ჩამოყალიბებისა და შესრულების – შესაძლებლობები (**Scripts, Modules**);

დამატებითი – სპეციალური შესაძლებლობები: გლობალური კავშირები, ბაზების განაწილება/განთავსება, მეტაენობრივი ფუნქციები და სხვა.

ყველა ამ კომპონენტების გამოყენება შესაძლებელია მართვის სისტემის და მასზე დაშენებული ფუნქციების მეშვეობით. საგულისხმოა აღინიშნოს, რომ ხშირად მონაცემთა ბაზა და მონაცემთა მართვის საშუალებები გაერთიანებულია ერთ გარემოში.

**ცხრილები – Tables**

ცხრილის (Tables) შექმნისას უნდა მიეთითოს ცხრილის შემადგენელი კომპონენტები და მათი მახასიათებლები. ცხრილი შეიძლება შედგებოდეს ერთი ან რამდენიმე ველისაგან (Field). თითოეული ველი განკუთვნილია წინასწარ განსაზღვრული ტიპის ინფორმაციის შესანახად. ველს აქვს სახელი (Field Name) და მონაცემის ტიპი (Field DataType). ველის სახელი ტექსტური და ციფრული სიმბოლოების კომბინაციაა. ველის ტიპები განისაზღვრება მონაცემთა სტრუქტურირების პრინციპების შესაბამისად. განვიხილოთ ძირითადი ტიპები:



**სურ. 5.1. მონაცემთა სტრუქტურები**

ველების ტიპების დასახელება სხვადასხვა მბმს-ში შეიძლება განსხვავდებოდეს ერთმანეთისაგან (ინგლისურ ენაზე), ფუნქციონალური დანიშნულება კი ერთგვაროვანია.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ ნებისმიერ ზემოთ მოყვანილი ტიპის ველს შეიძლება მიენიჭოს ე.წ. „ცარიელი მნიშვნელობა“ (Null). ეს ცნება ძალზე მნიშვნელოვანია მონაცემთა ბაზების გარემოში. იგი არც ნულია (0) და არც „ტექსტური სიცარიელე“ (Space) – სიტყვებს შორის ცარიელი არე. მას მონაცემთა ბაზის გარემოში სპეციალური (უხილავი) შიდა კოდი ენიჭება, რომელიც მონაწილეობს ყველა ბაზურ ოპერაციაში, სადაც ამას აქვს აზრი. მაგალითად ოპერაციები, როგორცაა: მონაცემთა ძებნა, ანბანური დახარისხება, მონაცემთა შედარება და სხვა.

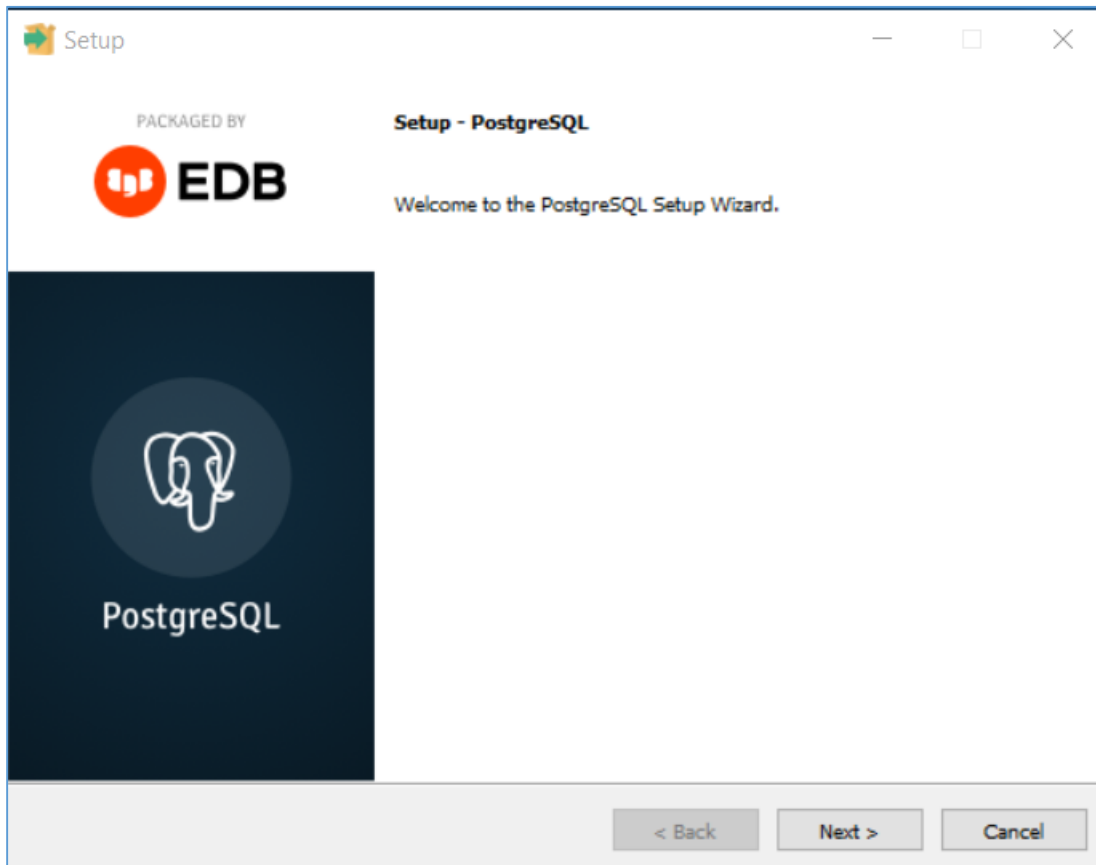
როგორც უკვე შევთანხმდით, ჩვენს სახელმძღვანელოში ვიხილავთ ღია, თავისუფალ პროგრამულ უზრუნველყოფას, ამიტომაც ვიყენებთ მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემას PostgreSQL, რომელიც ინსტალირება საიტიდან <https://www.postgresql.org/download/>.

ამ პროცესში აუცილებელია თქვენი კომპიუტერის პლატფორმის შერჩვა, 64-ბიტიანი იქნება ის თუ 32-ბიტიანი. საჭირო ვერსიის არჩვისა და ჩამოტვირთვის შემდეგ შეგვიძლია, დავაინსტალიროთ საკუთრივ მბმს.

Windows-ის ვერსიის არჩევის შემდეგ უნდა ავირჩიოთ საკუთრივ PostgreSQL-ის ვერსია, მაგალითად, 10.14. შემდეგ საინსტალაციო პროგრამა იტვირთება თქვენი კომპიუტერის Download ფოლდერში.



ინსტალაციის დანყებისას მიიღებთ:

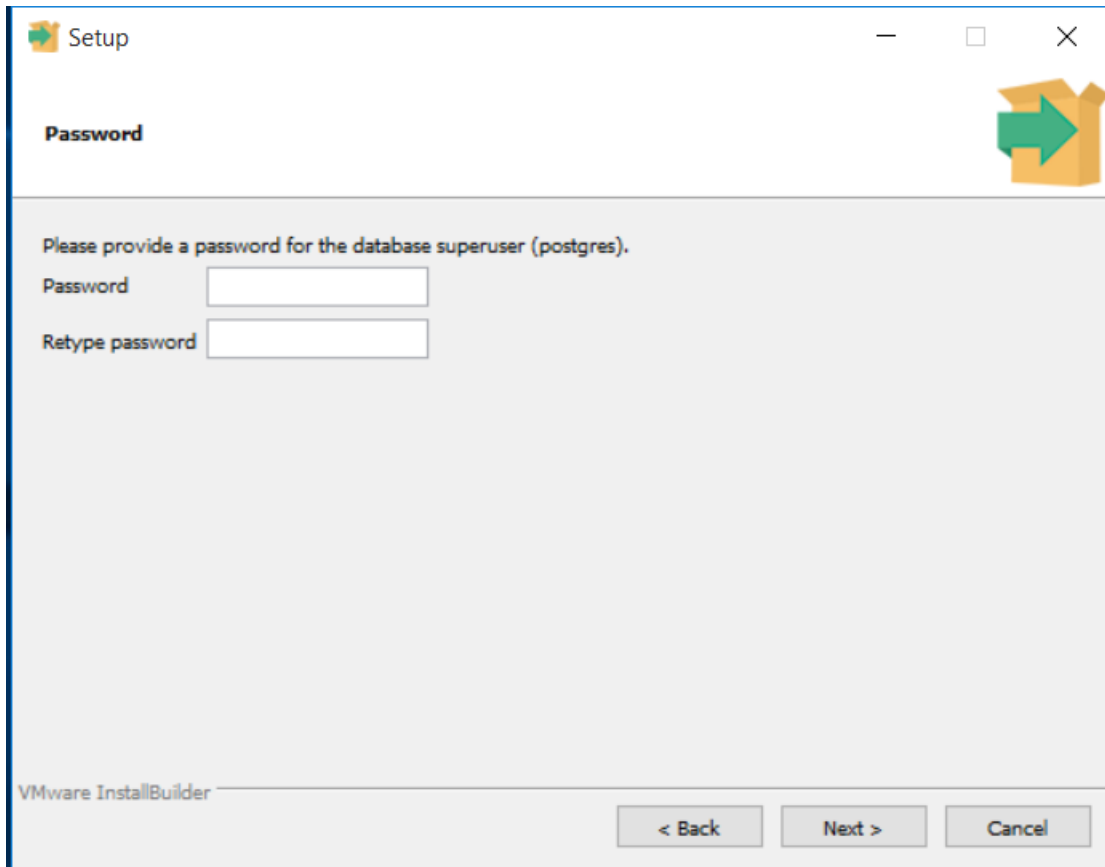


**სურ. 5.2.** ინსტალაციის დასაწყისი

მიჰყევით შემოთავაზებულ თანმიმდევრობას (**Next**), რომელიც ქვევით არის განხილული. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ თვით მონაცემთა ბაზის სათავსოები შეიძლება განლაგდეს როგორც ლოკალურად თქვენს კომპიუტერზე (*localhost*), ასევე კორპორატიული ქსელის სერვერზე ან/და ვებსერვერზე.

ჩვენს შემთხვევაში, მონაცემთა ბაზის საცავებს ვაინსტალირებთ ლოკალურად.

აუცილებელია ბაზასთან წვდომის პასვორდის შეყვანა:



სურ. 5.3. პაროლის შეტანა

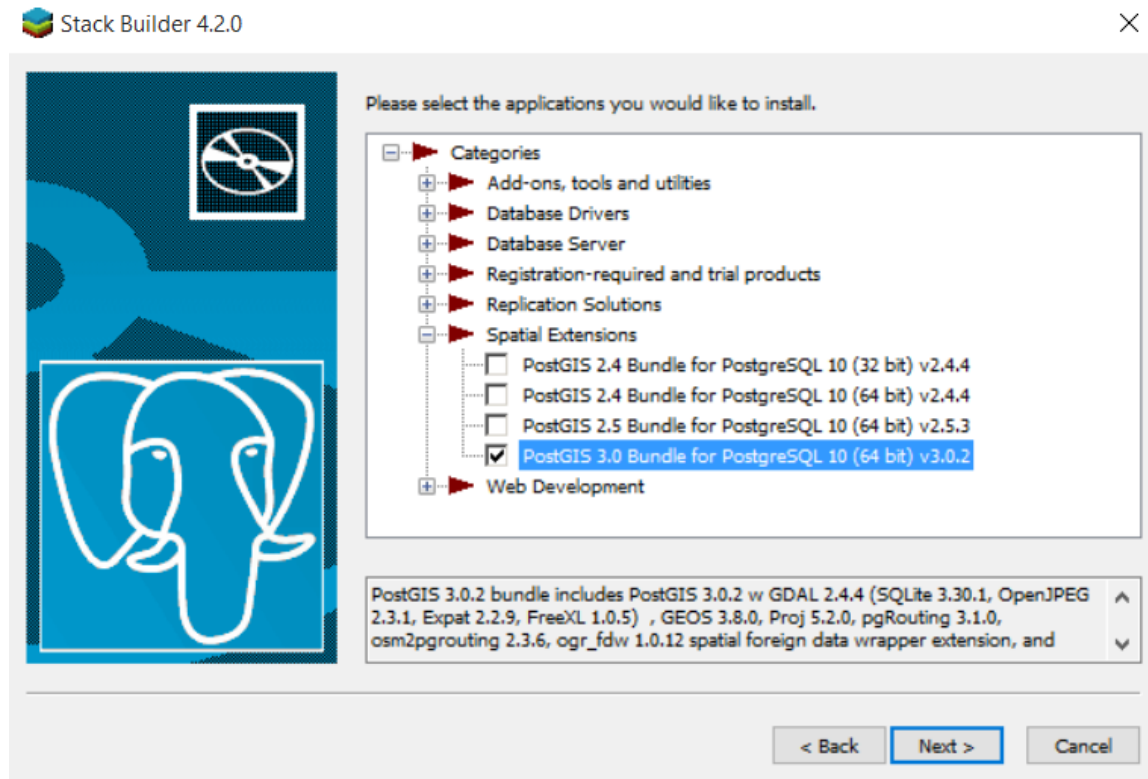
მაგალითად, შეიტანეთ GIS\_Book და დაადასტურეთ. დაიმახსოვრეთ ან ჩაწერეთ პასვორდი!!!

პორტის ნომერი სტანდარტულად – = 5432.

და, ბოლოს – Finish.

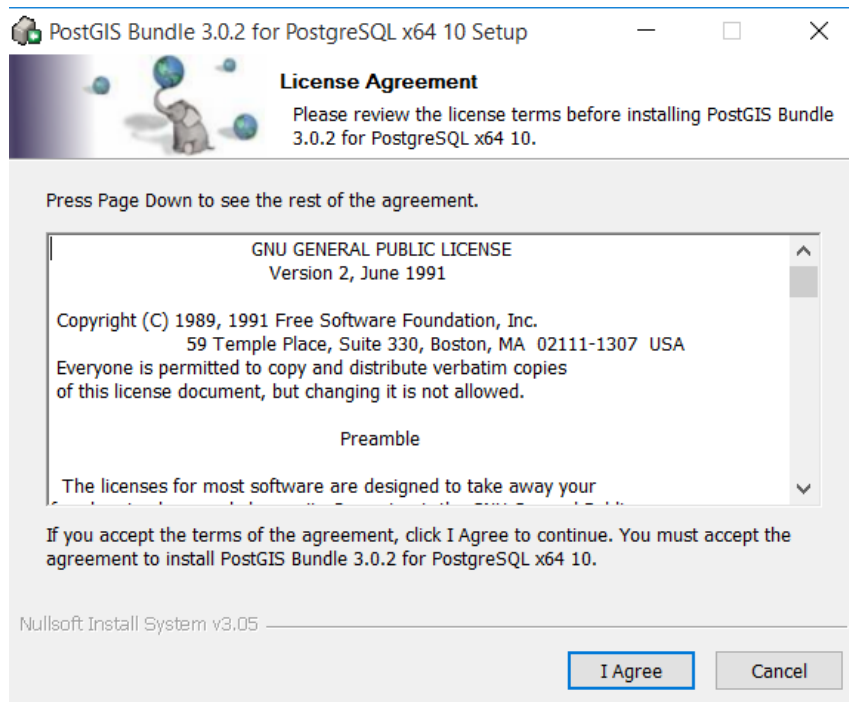
ამ ეტაპზე მთავრდება PostgreSQL-ის სტანდარტული ინსტალაცია. იმისათვის, რომ მონაცემთა ბაზას შეეძლოს სივრცითი ინფორმაციის შენახვა/დამუშავება, ანუ გახდეს გეომონაცემთა ბაზა, აუცილებელია დამატებითი მოდული PostGIS. ეს ხორციელდება Stack Builder-ის მეშვეობით.

კომპიუტერის კონფიგურაციის მიხედვით, ვირჩევთ შესაბამის ვერსიას, მაგალითად:



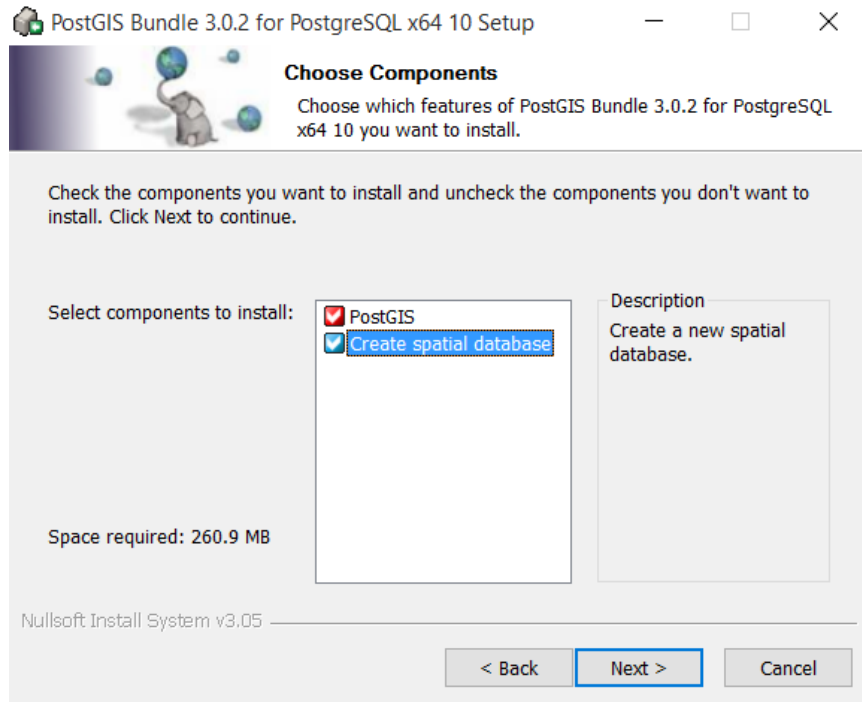
სურ. 5.4. სივრცითი ინფორმაციის მოდულის დამატება

შემდეგ მიმდინარეობს PostGIS-ის მოდულის ინსტალაცია:



სურ. 5.5. PostGIS-ის მოდულის ინსტალაცია

იმისათვის რომ შეიქმნას გეომონაცემთა ბაზა, ვირჩევთ **Create spatial database**

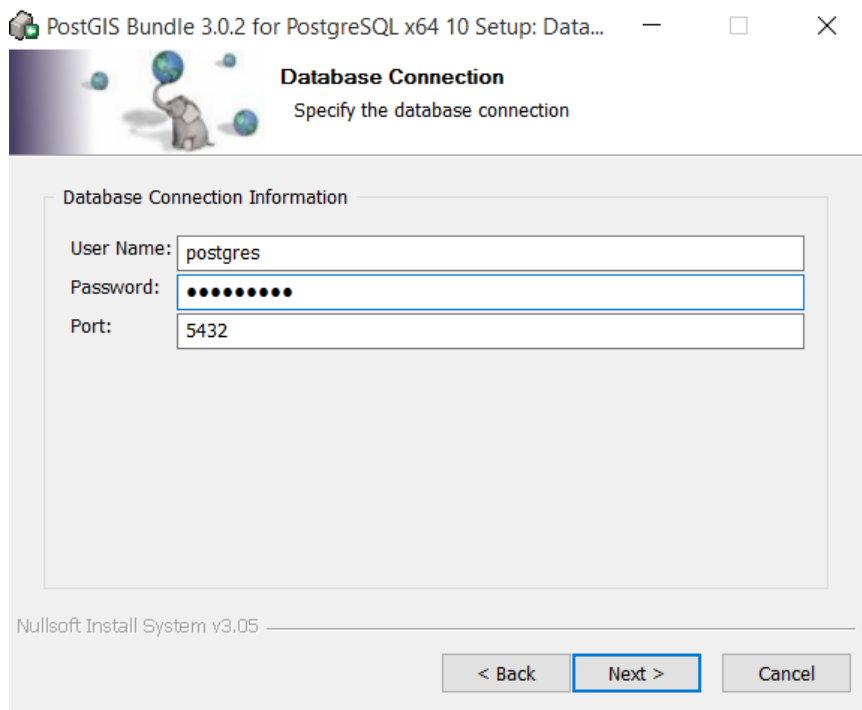


**სურ. 5.6.** მონაცემთა ბაზის შექმნა

შემდეგ აუცილებელია მომხმარებლის სახელის და პაროლის შეყვანა:

მომხმარებელი – postgres

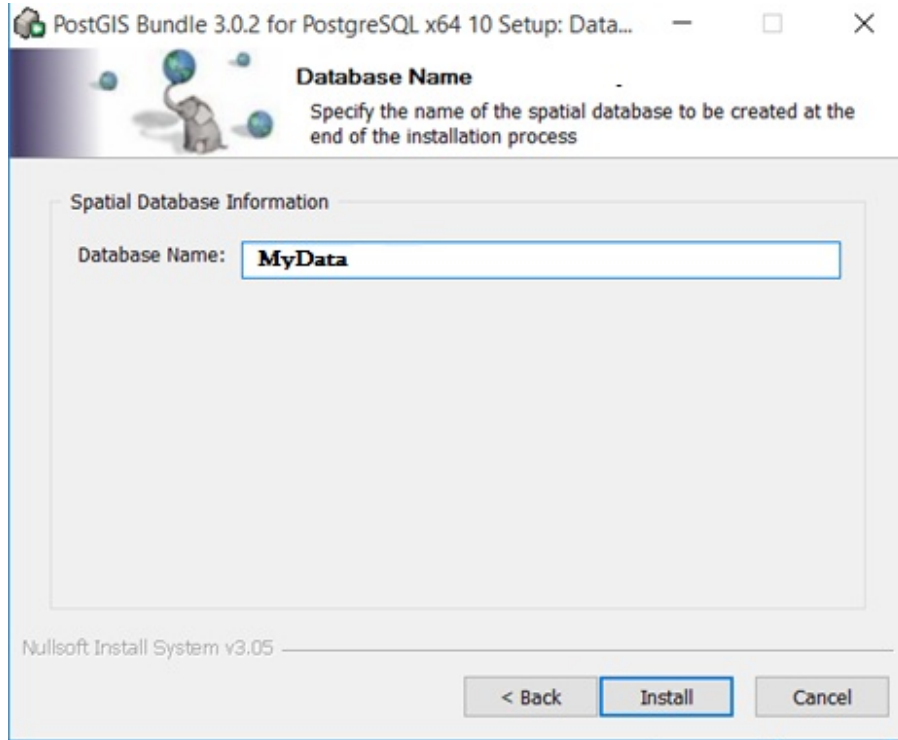
პაროლი – GIS\_Book.



**სურ. 5.7.** მონაცემთა საცავთან დაკავშირება



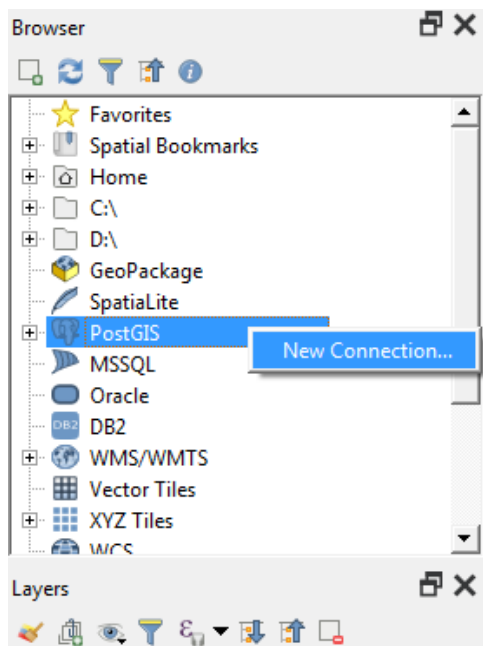
შემდეგ უნდა მიეთითოს გეომონაცემთა ბაზის სახელი, მაგალითად, MyData:



სურ. 5.8. ახალი ბაზის შექმნა

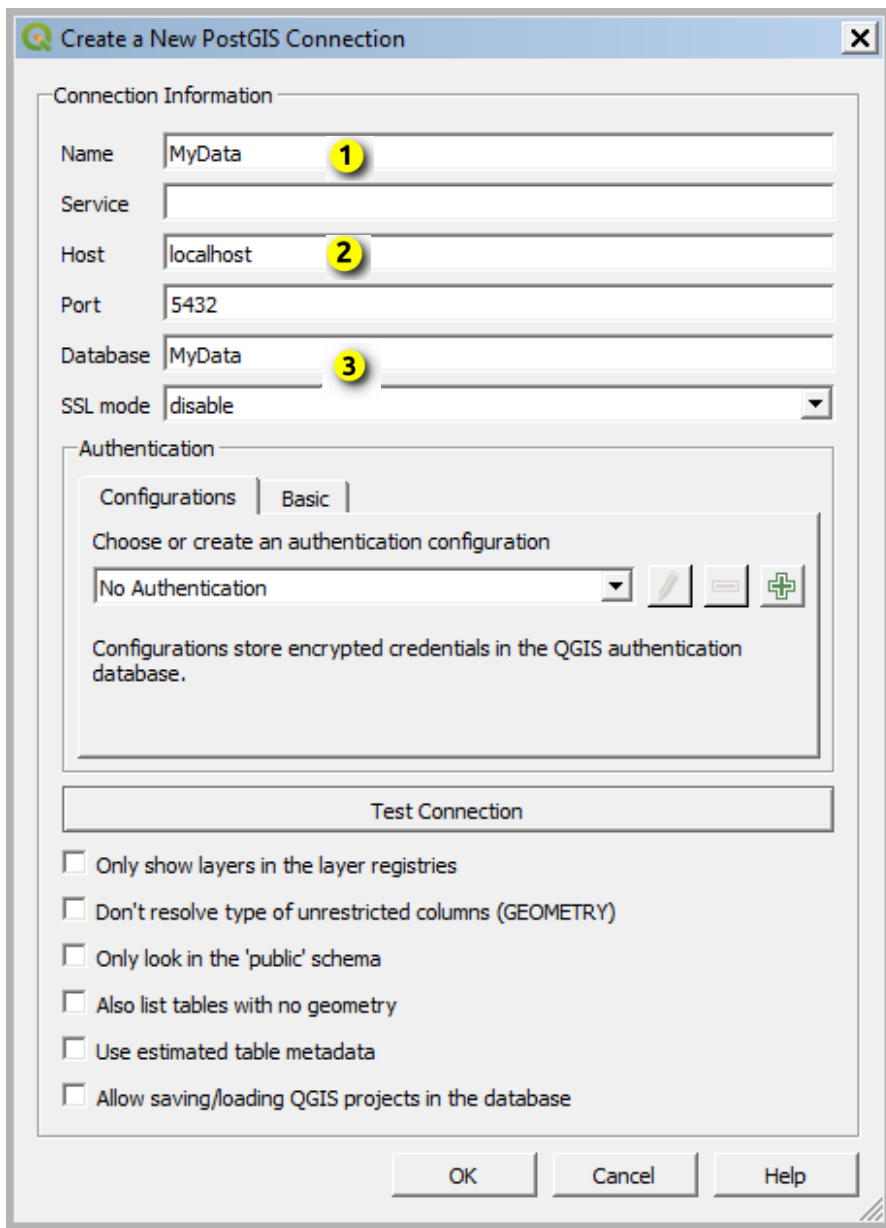
ინსტალაციის დასრულება – Yes, Finish.

ჩაერთოთ QGIS და მიუერთდეთ შექმნილ ბაზას. Browser-ის ფანჯარაში მაუსის მარჯვენა ღილაკით ავირჩიოთ New Connection:



სურ. 5.9. ბაზის გააქტურება

აუცილებელია შემდეგი პარამეტრების შეტანა:



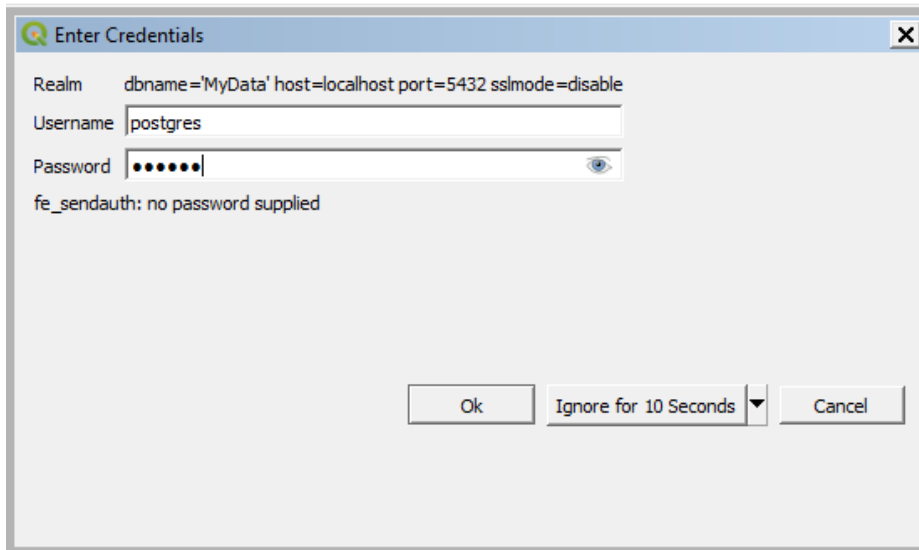
**სურ. 5.10.** ახალი კონექციის შექმნა

ამ შემთხვევაში, უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი:

1. **Name** არის კონექციის, ანუ ბაზასთან მისაერთებლად საჭირო, სახელი;
2. **Host** – ბაზის ადგილმდებარეობა (ამ შემთხვევაში, localhost, ანუ ლოკალური კომპიუტერი, სხვა შემთხვევაში – სხვა კომპიუტერის სახელი და ამ სერვერის IP მისამართი);
3. **Database** – მონაცემთა ბაზის სახელი, რომელიც ინსტალაციის პროცესში განვსაზღვრეთ.

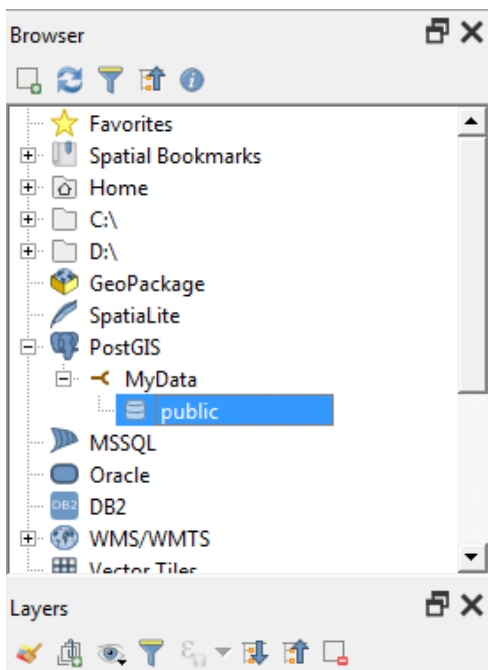
მნიშვნელოვანია ფუნქცია “Also list tables with no geometry”. იგი იძლევა ისეთი ცხრილების ნახვის საშუალებას, რომლებიც არ შეიცავს სივრცით/გეოგრაფიულ ინფორმაციას.

ამის შემდეგ უნდა შევიტანოთ მომხმარებლის სახელი და პაროლი, რომლებიც ასევე ინსტალაციის პროცესში იყო განსაზღვრული:



სურ. 5.11. საკუთრივ ბაზასთან მიერთება

შემდეგ Browser-ის ფანჯარაში მივიღებთ:



სურ. 5.12. სქემის არჩვა

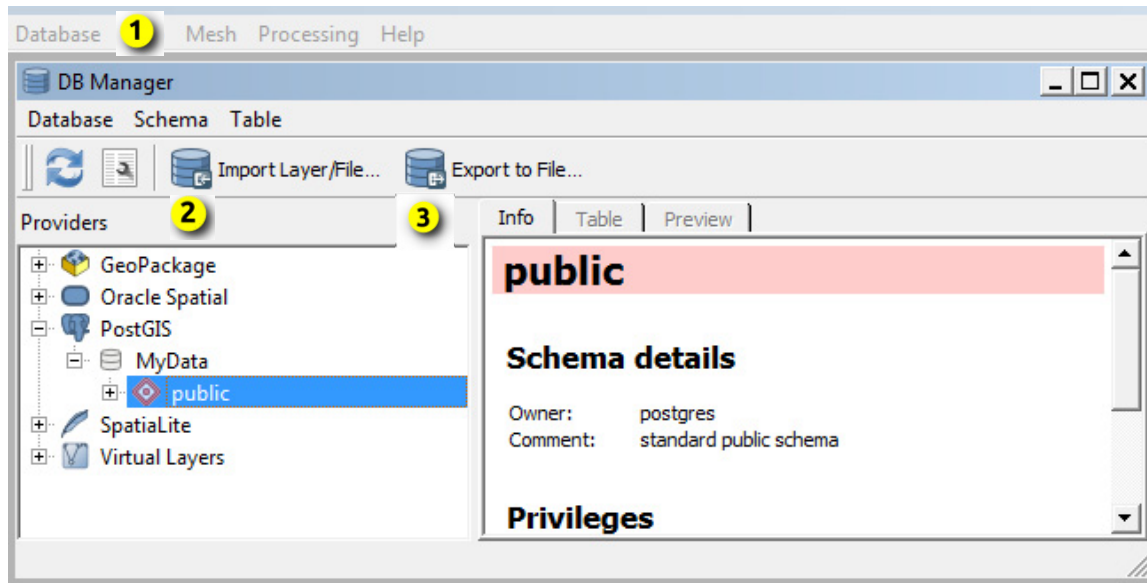
განვიხილოთ მონაცემთა სქემა:

**PostGIS** – მონაცემთა ბაზის ფორმატი;

**MyData** – მონაცემთა ბაზის სახელი;

**Public** – მონაცემთა სქემა, სადაც ინერება საკუთრივ ინფორმაცია.

მონაცემთა ბაზაში გეოგრაფიული ინფორმაციის განსათავსებლად არსებობს მრავალი საშუალება, მაგალითად, თვით PostgreSQL-ის კომპონენტი pgAdmin ან FME და ა.შ. ჩვენ გამოვიყენებთ QGIS-ის ფუნქციას DB Manager, რომელიც შემდეგნაირად გამოიყურება:



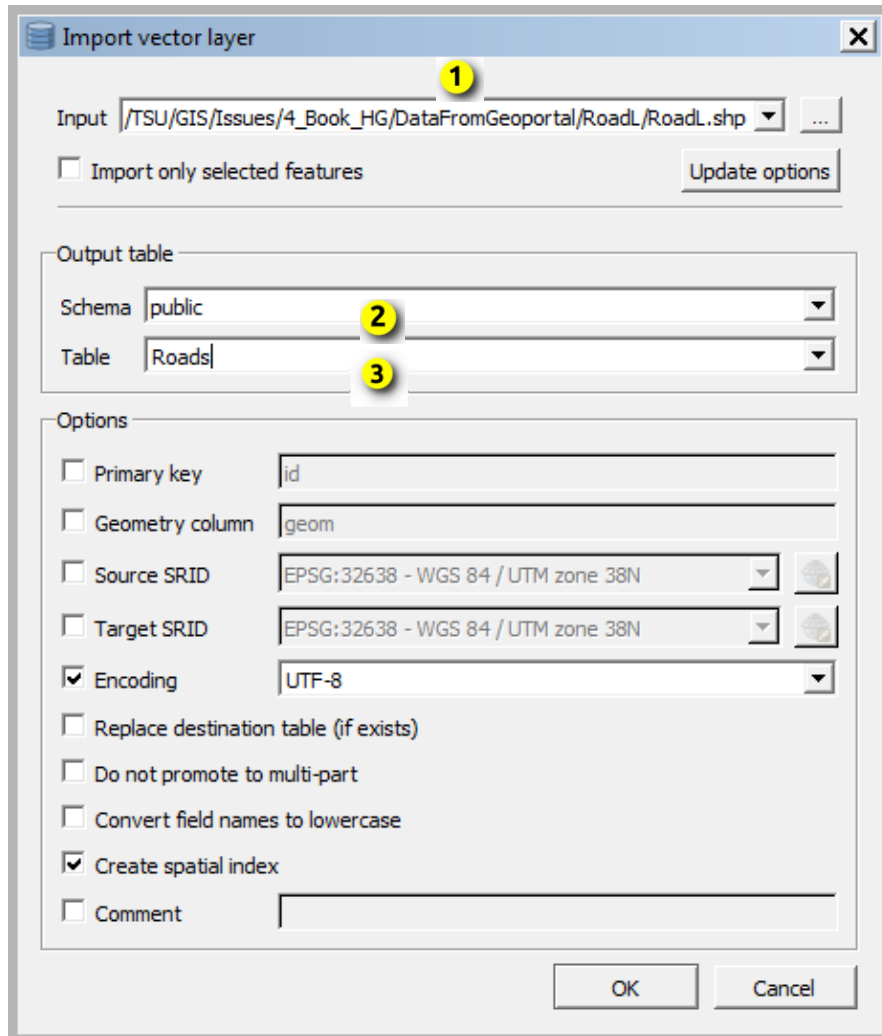
სურ. 5.13. ბაზის ფუნქციების მენიუ

ფუნქციის გამოძახება;

1. მონაცემთა ბაზასთან ურთიერთობის ფუნქციები;
2. მონაცემთა ბაზაში ატვირთვა;
3. ბაზაში არსებული ინფორმაციის ექსპორტი.

ჩავტვირთოთ მონაცემთა ბაზაში შეიკ-ფაილში არსებული საქართველოს საავტომობილო გზათა ქსელი (იხ. სახელმძღვანელოს დანართი – „შეიკ-ფაილები მაგალითებისთვის“).



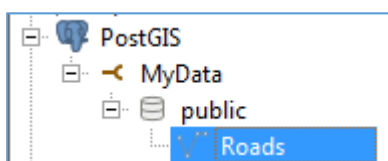


სურ. 5.14. მონაცემთა იმპორტი

1. შეიბ-ფაილის არჩევა (მიუთითეთ ESRI Shapefile);
2. არჩეულია სქემა **public**;
3. მონაცემთა ბაზაში უნდა ჩავწეროთ ცხრილის (ახალი) სახელი, მაგალითად, **Roads**.

მიაქციეთ ყურადღება, რომ **Encoding** იყოს არჩული **UTF-8** (ქართულენოვანი შესაძლებლობებისთვის) და **Create spatial index**, რომელიც აჩქარებს ოპერაციებს სივრცით ინფორმაციაზე. ამ პროცესს შეიძლება რამდენიმე წუთი დასჭირდეს და კომპიუტერის გამორთვა არ შეიძლება!

პროცესის დასრულების შემდეგ **Browser**-ის ფანჯარაში მივიღებთ:



სურ. 5.15. ლეიერის არჩევა

სხვაგვარად რომ ვთქვათ, მონაცემთა ბაზაში გამოჩნდება ლეიერი **Roads**, რომელიც შეგვიძლია ჩავრთოთ ჩვენს რუკაში.

ანალოგიურად შეგვიძლია გადავიტანოთ ნებისმიერი სახის სივრცითი ინფორმაცია გეომონაცემთა ბაზაში.

განვიხილოთ მონაცემთა ბაზის გარემოში სივრცითი ინფორმაციის განთავსების ზოგიერთი ასპექტი:

ინფორმაციის დამუშავების მაღალი სიჩქარე;

მონაცემთა ადმინისტრირების („მოვლის“) სიმარტივე;

მონაცემთა მთლიანობის მაღალი საიმედოობა;

გარდა სივრცითი ინფორმაციისა, გეომონაცემთა ბაზაში შესაძლებელია ასევე არასივრცითი მონაცემების შენახვა და მათი ერთობლივი დამუშავება/წარმოდგენა;

მბმს-ის მძლავრი საშუალება (**SQL – Structured Query Language** – განხილული იქნება მოგვიანებით მაგალითებში);

ცხადია, რომ ასეთი სისტემის გამოყენება მოითხოვს გარკვეულ კვალიფიკაციასა და გამოცდილებას.

## თავი 6.

### ინტერნეტსივრცეში არსებული გეოგრაფიული ინფორმაციის ძიება

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ინტერნეტის სივრცეში არსებობს გეოგრაფიული ინფორმაციის მრავალი წყარო, სადაც მონაცემები წარმოდგენილია სხვადასხვა ფორმატში, მაგალითად:

ვექტორული (მაგ. ESRI Shape ფაილი) ფორმატი;

რასტრული გამოსახულებები;

ონლაინ, ანუ ვებსერვისები.

ძალზე მნიშვნელოვანია ე.წ. მეტამონაცემების (Metadata) ცნება. თანამედროვე ინფორმაციული სიჭარბის გამო, ძალზე რთული და შრომატევადია კონკრეტული ამოცანისათვის საჭირო მონაცემების არჩევა. ამისათვის შეიქმნა მეტამონაცემების ცნება, რომელთა მეშვეობით შეგვიძლია მივიღოთ ინფორმაცია მონაცემების შესახებ. სხვაგვარად თუ ვიტყვით, **მეტამონაცემები არის ინფორმაცია ინფორმაციის შესახებ.**

მეტამონაცემების მეშვეობით, მომხმარებელს შეუძლია, წინასწარ გაეცნოს ინფორმაციის სტანდარტულ აღწერას, შეაფასოს მისი საჭიროება, აქტუალურობა და მხოლოდ ამის შემდეგ მიიღოს გადაწყვეტილება ამ მონაცემების ჩამოტვირთვისა და გამოყენების შესახებ. ეს დროის დაზოგვის საშუალებას იძლევა. ყოველივე თქმული განსაკუთრებით ეხება გეოგრაფიულ ინფორმაციას. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, მეტამონაცემები უპასუხებენ შემდეგ შეკითხვებს:

რა?

ვინ?

როდის?

სად?

როგორ?

რატომ?

განვიხილოთ გეოგრაფიული ინფორმაციის მეტამონაცემების სტრუქტურა და მათი გამოყენების დეტალები. იგი შეიცავს შემდეგ კომპონენტებს:

#### იდენტიფიკაცია (Identification)

იდენტიფიკაცია უზრუნველყოფს მონაცემების მოკლე აღწერას. მაგალითად, იდენტიფიკაციაში აღინერება შემდეგი:

**დასახელება (Title)** – მონაცემთა ნაკრების სახელი;

**აღწერა (Description)** – მონაცემთა ნაკრებში წარმოდგენილ მონაცემთა მახასიათებლები აღწერილობით, თუ რას წარმოადგენენ ისინი;

**საკვანძო სიტყვები (Keywords)** – მათი ფუნქციაა მონაცემთა კატეგორიზაცია წინასწარ განსაზღვრული პარამეტრებით.

### კონტაქტი (Contact)

კონტაქტი, ანუ საკონტაქტო ინფორმაცია, შეიცავს ცნობებს შემქმნელზე და იმაზე, თუ როგორ გახდა ეს მონაცემები ხელმისაწვდომი. მაგალითად, აქ მითითებულია:

**დამფუძნებელი (Originator)** – მონაცემთა ნაკრების შემმუშავებელი;

**გამომცემელი (Publisher)** – საბოლოო პროდუქტის მწარმოებელი/გამომქვეყნებელი;

**დისტრიბუტორი (Distributor)** – მონაცემთა ხელმისაწვდომობაზე პასუხისმგებელი.

### ხარისხი (Quality)

ხარისხის რიცხვითი მაჩვენებლები განმარტავს მონაცემთა სიზუსტეს. იგი შეიცავს ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მდგომარეობის სისწორეს:

**ჰორიზონტალური სიზუსტე (Horizontal accuracy)** – აფასებს ჰორიზონტალურ სიზუსტეს;

**ვერტიკალური სიზუსტე (Vertical accuracy)** – სიმაღლური მაჩვენებლების სიზუსტეა, ასეთის არსებობის შემთხვევაში.

ხარისხის ტექსტური მაჩვენებლები აფასებს მონაცემთა ტესტირების შედეგებს, როგორცაა სისრულე, მთლიანობა და ზოგადი მოთხოვნები.

### სივრცითი დამოკიდებულება (Spatial Reference)

სივრცითი დამოკიდებულება ასახავს კავშირებს გეოგრაფიული საზღვრებისა და კოორდინატთა სისტემას შორის, მაგალითად:

ინფორმაცია შეიძლება ასახავდეს გამოყენებული პროექციის (მაგალითად, UTM) დეტალურ აღწერას (იხ. თავი 2);

ასახავს გეოგრაფიული საზღვრების (extent) კავშირებს გამოყენებულ ვირტუალურ საზღვრებთან.

### ერთეული და ატრიბუტი (Entity and Attribute)

მეტამონაცემების ამ ელემენტის დანიშნულებაა აღწეროს, თუ როგორ არის წარმოდგენილი სივრცითი ინფორმაცია.

სუბიექტები აღწერენ ერთეულოვანი ელემენტების მონაცემთა ტიპებს, როგორცაა წერტილები, ხაზები, პოლიგონები. თითოეული ერთეულის ატრიბუტებისთვის იგი შეიძლება შეიცავდეს აღწერილობას (domains), რომელიც მოიცავს მათ შესაძლო მნიშვნელობებს (არსებობის შემთხვევაში).

### ლინეაჟი, ანუ მონაცემების წარმომავლობა (Lineage)

ეს პარამეტრი დეტალურად აღწერს მონაცემთა შექმნის ნაბიჯებს, მაგალითად, წერტილოვან ფენაში თითოეული ვერტექსის შექმნის ქრონოლოგიურ თანმიმდევრობას თარიღების მითითებით, საზოგადო ელემენტების შექმნის პროცესების აღწერას და ა.შ.

აქ შეიძლება იყოს მითითებული პროცესების შემსრულებელი ან/და პასუხისმგებელი პირებიც.

### სამართლებრივი (Legal)

ამ განყოფილებაში მოცემულია მონაცემებთან მოპოვების, გამოყენებისა და გავრცელების იურიდიული პირობები. იგი აღწერს კონფიდენციალურობისა და ინტელექტუალური საკუთრების დაცვის პირობებს, მაგალითად, კონფიდენციალურობას, საჯაროობას, შეზღუდულობასა და ა.შ.



## ქრონოლოგიური (Temporal)

ეს ნაწილი აღწერს მონაცემთა დროით პარამეტრებს, მაგალითად თუ როდის იქნა მონაცემები შეგროვებული ან/და განახლებული, როდის და რა სიხშირით ხდება მონაცემთა განახლება. განახლების სიხშირე შეიძლება იყოს მყისერი, ყოველდღიური, ყოველკვირეული და ა.შ.

## მეტამონაცემების დამონება (Metadata Reference)

ეს განყოფილება განკუთვნილია მეტამონაცემებში აღმოჩენილ გაურკვევლობათა ასაღწერად და აქვე მითითებული მათი აღმოფხვრის თარიღები.

## მეტამონაცემების სტანდარტი (Metadata Standard)

**2003 წელს სტანდარტიზაციის საერთაშორისო ორგანიზაციამ ISO (International Organization for Standardization) განსაზღვრა გეოგრაფიული ინფორმაციის მეტამონაცემების სტანდარტი, რომელიც ცნობილია როგორც ISO 19115.** ამ სტანდარტს ეფუძნება ყველა შემდგომი ვერსია.

არსებობს კიდევ გის-ის მეტამონაცემების რამდენიმე სტანდარტი, რომლებიც შემოთავაზებულია გეოგრაფიული მონაცემების სხვადასხვა პროვაიდერის მიერ (EPA, Esri, OGC, Inspire, MEDIN). თითოეული სქემა შემუშავებულია ისე, რომ შეესაბამებოდეს მათ კონკრეტულ მოთხოვნებსა და საჭიროებებს.

გეოგრაფიული ინფორმაციის მოძიების პროცესი დამოკიდებულია კვლევის საგანზე და იმ დეტალებზე, რომლებიც განსაზღვრავენ მისაღებ შედეგს. კვლევის საგანი განსაზღვრავს კვლევის პროცესისათვის აუცილებელ კომპონენტებს. გასათვალისწინებელია ისიც, რომ, თანამედროვე საშუალებათა გამოყენებით, გის შესაძლებელს ხდის პროცესთა ავტომატიზებას, მაგალითად, ურბანული განვითარების ქრონოლოგიურ გეოგრაფიულ ანალიზს, სოციალური ან/და ეკონომიკური პროცესების გეოგრაფიის, პოლიტიკური გეოგრაფიის, მოსახლეობის გეოგრაფიის ანალიზსა და ა.შ.

ყველა ამ თემას აერთიანებს ერთი მნიშვნელოვანი ასპექტი: ნებისმიერ პროცესს აქვს **გეოგრაფიული მდებარეობა**.

ინტერნეტის სივრცეში გეოგრაფიული ინფორმაციის მოსაძებნად საჭიროა ბრაუზერის (ვთქვათ, Internet Explorer-ის, Mozilla Firefox-ისა და სხვ.) საძიებო სისტემაში ამა თუ იმ პარამეტრის მითითება. ეს შეიძლება იყოს ინფორმაციის ფორმატი, გეოგრაფიული მდებარეობა განსაზღვრული ობიექტის მახასიათებლებით, მაგალითად, შეიპ-ფაილი (ანუ მონაცემთა ფორმატი), კონტინენტი, ქვეყანა, ტერიტორიული ერთეული, გეოგრაფიული დასახელება და სხვ. გეოგრაფიული ინფორმაცია ყოველთვის არ მოიცავს იმ ატრიბუტებს (არასივრცით ინფორმაციას), რომელიც აუცილებელია კვლევის პროცესში. ასეთ შემთხვევაში, უნდა ვისარგებლოთ სხვა წყაროებით (მაგალითად, იხ. თავი 4, მოსახლეობის რაოდენობა საქსტატის მონაცემებიდან).

საძიებო სისტემაში შეკითხვის ფორმირების რამდენიმე მაგალითი:

gis data download free

download shapefiles from google maps

cities gis data download free

და ა.შ.

ასევე სახელმძღვანელოში გამოყენებული გეოგრაფიული ინფორმაციის რამდენიმე ბმული:

<https://data.humdata.org/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_GIS\\_data\\_sources](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_GIS_data_sources)  
<https://gisgeography.com/best-free-gis-data-sources-raster-vector/>  
<https://gadm.org/>  
<https://monde-geospatial.com/top-15-free-gis-data-sources-you-will-ever-need/>  
<http://www.diva-gis.org/gdata>  
[https://www.ggistutorials.com/en/docs/downloading\\_osm\\_data.html](https://www.ggistutorials.com/en/docs/downloading_osm_data.html)

**შენიშვნა:** ზოგიერთი საიტი მოითხოვს რეგისტრაციას და შემდგომ ავტორიზაციას. დეტალური ახსნა-განმარტება მოყვანილია დანართში.

გეოგრაფიული ინფორმაციის მიღება შესაძლებელია ასევე ინტერნეტსერვისების მეშვეობით. მათ ეწოდებათ ვებსერვისები (WEB Services ასეთსავე ინფორმაციას გვთავაზობს OGC. განვიხილოთ რამდენიმე მათგანი:

**Web Mapping Service (WMS)** – იძლევა გეოგრაფიული ინფორმაციის ვიზუალიზაციის საშუალებას უშუალოდ მონაცემთა ჩამოუტვირთავად. მონაცემები მოიცავს მხოლოდ გეოგრაფიულ მოხაზულობას წინასწარ განსაზღვრული (მითითებული) ატრიბუტული ინფორმაციით. ეს სერვისი მიღებული მონაცემების შიგნით ძებნისა და შედარების შესაძლებლობებს არ იძლევა;

**Web Feature Service (WFS)** – იძლევა გეოგრაფიული ინფორმაციის ვიზუალიზაციის საშუალებას ვირტუალური ჩამოტვირთვის გზით. გეოგრაფიულ ინფორმაციასთან ერთად ხელმისაწვდომია ატრიბუტული ინფორმაციაც, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის შესაძლებლობებს, ამავე დროს იზრდება გამოყენების დროითი პარამეტრებიც;

**Web Coverage Service (WCS)** – იძლევა რასტრული ინფორმაციის მიღების საშუალებას მისი უშუალო ჩამოტვირთვის გარეშე;

**XYZ Tiles** – არის QGIS-ის ფუნქცია, რომელიც არსებული სერვისების რუკაში ჩართვის მოხერხებულ შესაძლებლობას იძლევა.

არსებობს კიდევ მსგავსი სერვისები, რომლებიც შეგიძლიათ მოიძიოთ ზემოთ მოყვანილი ბმულებით.

მთავარია ის, რომ სერვისთა უმეტესობა აგებულია OGC სტანდარტების მიხედვით და მათი რუკის პროექტში ჩართვის პროცესი ერთგვაროვანია. განვიხილოთ მაგალითი: შევქმნათ რუკა, სადაც ნაჩვენებია იქნება საქართველოს ტერიტორიის სხვადასხვა სახე გარე სერვისების გამოყენებით. ამისათვის ჩავრთოთ QGIS-ის ახალი პროექტი.

მიმდინარე ვერსიაში (3.14) ფუნქციაში XYZ Tiles უკვე არსებობს ბმული OpenStreetMap, რომლითაც შეგვიძლია რუკაში ჩავრთოთ მთავარი გეოგრაფიული ელემენტები მთელი მსოფლიოს მასშტაბით.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, შეგვიძლია, გამოვიყენოთ სერვისების სხვა ბმულებიც, მაგალითად,

Google Maps – რუკები:

<https://mt1.google.com/vt/lyrs=r&x={x}&y={y}&z={z}>

Google Satellite – სატელიტური სურათები:

<http://www.google.cn/maps/vt?lyrs=s@189&gl=cn&x={x}&y={y}&z={z}>

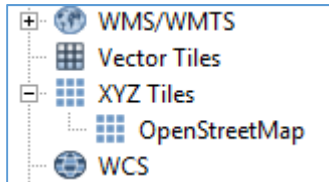
Google Satellite Hybrid – ჰიბრიდული (გაერთიანებული გამოსახულებები):

<https://mt1.google.com/vt/lyrs=y&x={x}&y={y}&z={z}>

Google Terrain – მიწის ზედაპირი:

<https://mt1.google.com/vt/lyrs=t&x={x}&y={y}&z={z}>

სერვისების მენიუს ფრაგმენტი შემდეგნაირად შეიძლება გამოიყურებოდეს:

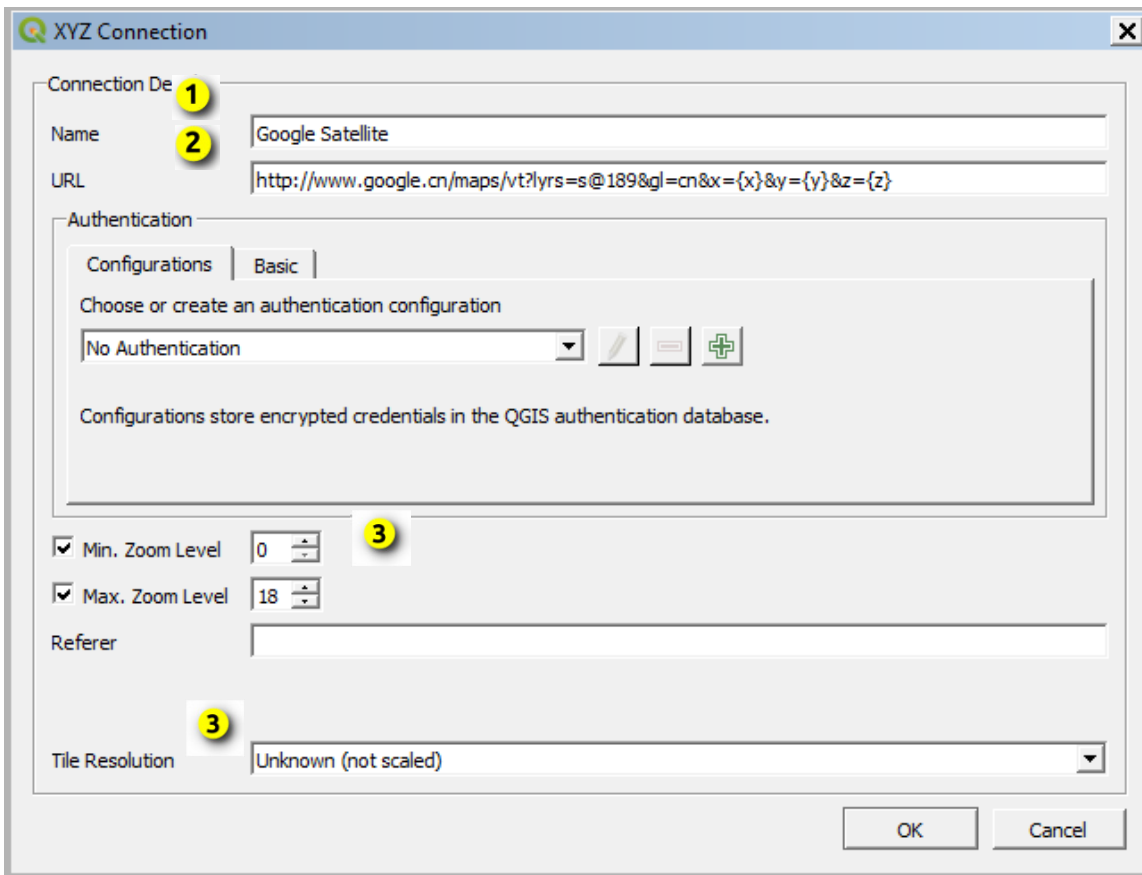


სურ. 6.1. სერვისები

შესაძლებელია, მაუსის მარჯვენა ღილაკის საშუალებით, შესაბამის სერვისზე დავამატოთ ახალი ბმული, მაგალითად, XYZ Tiles:



სურ. 6.2. სერვისის ჩართვა



სურ. 6.3. Google Satellite სერვისის დამატება

აუცილებელია, შევიტანოთ ბმულის სახელი (Name), მაგალითად, Google Satellite და საკუთრივ ბმულის მისამართი.

სხვა პარამეტრები (Zoom Level, Resolution) შეირჩევა მოთხოვნების შესაბამისად.

შემდეგ შეგვიძლია ჩავრთოთ ეს ბმული რუკის ლეიერად და მივიღებთ ამგვარ სურათს:



**სურ. 6.4.** შედეგი

დაუმატოთ ჩვენს ბაზაში არსებული მონაცემებიდან საქართველოს სარეგისტრაციო ზონების ლეიერი და „დავზუმოთ“ (Zoom to Layer) მასზე. ამ ლეიერის პარამეტრების ცვლილებით (Symbology, Fill, Layer Rendering => Opacity – გამჭვირვალობის ხარისხი) შეგვიძლია მივიღოთ ასეთი სურათი:



**სურ. 6.5.** სერვისისა და ვექტორული ინფორმაციის კომბინაცია

ამ სურათზე ნათლად არის ნაჩვენები ამა თუ იმ წყაროდან მიღებული სხვადასხვა ტიპის (ფორმატის) ინფორმაციის ურთიერთშერწყმის შესაძლებლობები. უფრო მეტიც, მონაცემთა სწორად შერჩეული ნაკრების მეშვეობით ერთსა და იმავე რუკაზე ლეიერების ჩართვა-გამორთვით ან/და მათი თანმიმდევრობის შეცვლით შეგვიძლია მივიღოთ სრულიად განსხვავებული თემატიკისა და დანიშნულების რუკები.



## თავი 7.

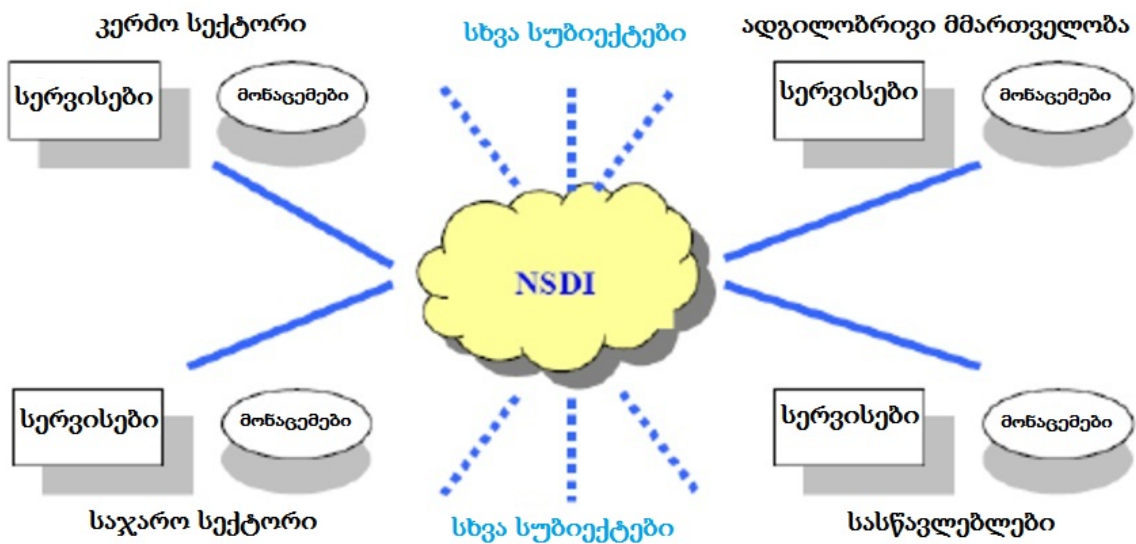
### გეოგრაფიული ინფორმაციის ინტეგრირება

ბოლო ათწლეულების განმავლობაში საგრძნობლად გაიზარდა გეოგრაფიული ინფორმაციის მოპოვებისა და შექმნის საშუალებები. თანამედროვე ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით სივრცითი ინფორმაციის შექმნის შესაძლებლობები შეექმნა როგორც სახელმწიფო, ასევე კერძო სუბიექტებს. ამავ დროს მზარდია მოთხოვნილება გეოგრაფიული ინფორმაციის მრავალფეროვნებაზე. შედეგად შექმნილი ინფორმაცია „გაფანტულია“ როგორც ორგანიზაციების კომპიუტერებზე, ასევე ინტერნეტსივრცეში.

ამ გარემოებამ განაპირობა სივრცითი ინფორმაციის კლასიფიცირებისა და კოორდინირებული მართვის საშუალებათა შექმნის აუცილებლობა. შედეგად 2000-იანი წლების დასაწყისში შეიქმნა სივრცითი ინფორმაციის ინფრასტრუქტურის (Spatial Data Infrastructure – SDI) ცნება. მისი მთავარი პრინციპია სივრცითი ინფორმაციის ერთ გარემოში განთავსება წინასწარ მომზადებული სტანდარტების მიხედვით.

შედეგად ბევრმა ქვეყანამ შეიმუშვა SDI-ის საკუთარი მოთხოვნები, რომელთაც შემდგომში დაერქვა NSDI (National Spatial Data Infrastructure) – სივრცითი ინფორმაციის ეროვნული ინფრასტრუქტურა.

სქემატურად ეს შეიძლება ასე გამოვსახოთ:

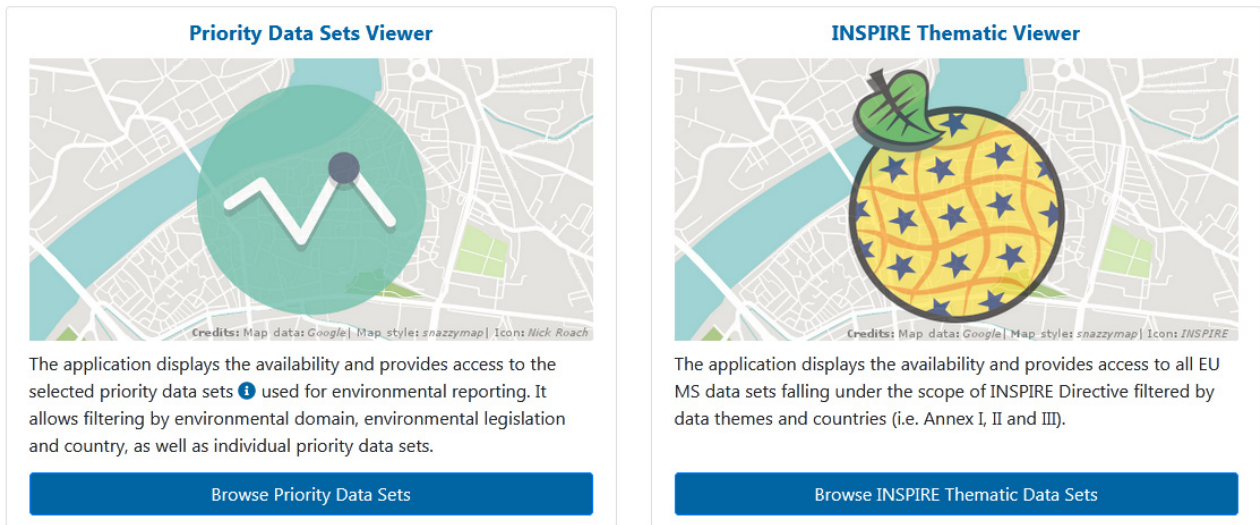


სურ. 7.1. ინფრასტრუქტურა

შესაბამისად, ამ პროცესებში ყველა მონაწილე ქვეყანაში განისაზღვრა პასუხისმგებელი ორგანიზაცია, რომელიც უზრუნველყოფს მონაცემთა სტანდარტების დაცვას, ხელმისაწვდომობას, საიმედოობას და ა.შ. ყველა ეს მოთხოვნა რეგულირდება სახელმწიფოს კანონმდებლობით. ამ მოვალეობას საქართველოში ასრულებს იუსტიციის სამინისტროს საჯარო რეესტრის ეროვნული სააგენტო.

სივრცითი ინფორმაციის NSDI-ის გარემოში მოწესრიგებულად განთავსება არ არის საკმარისი. აუცილებელია მონაცემებზე წვდომის უზრუნველყოფაც. ამ ფუნქციას ემსახურება ე.წ. გეოპორტალი.

მაგალითად, ამგვარია ცენტრალური ევროპის გეოპორტალის მაგალითი (ფრაგმენტი):



### სურ. 7.2. გეოპორტალის მაგალითი

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ 2007 წლის 15 მაისს ევროპარლამენტმა მიიღო გადაწყვეტილება (დირექტივა) ევროპის სივრცითი ინფორმაციის ერთიანი ინფრასტრუქტურის შემუშავების თაობაზე. მას დაერქვა INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community). ეს არის სივრცითი ინფორმაციის წარდგენის სტანდარტების ერთობლიობა, რომელსაც იცავს ევროკავშირში შემავალი ყველა ქვეყანა.

დეტალებს შეგიძლიათ გაეცნოთ ბმულზე:

<https://inspire.ec.europa.eu/inspire-directive/2>

ასევე ქვევით მოყვანილია სხვადასხვა ქვეყნის გეოპორტალთა ბმულები:

ArcGIS Online:

<https://learn.arcgis.com/en/paths/sharing-and-collaboration/>

INSPIRE – ევროპის გეოპორტალი:

<https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>

ბელორუსი:

<https://gismap.by/next/>

ესტონეთი:

<https://geoportaal.maaamet.ee/eng/>

საფრანგეთი:

<https://www.geoportail.gouv.fr/>

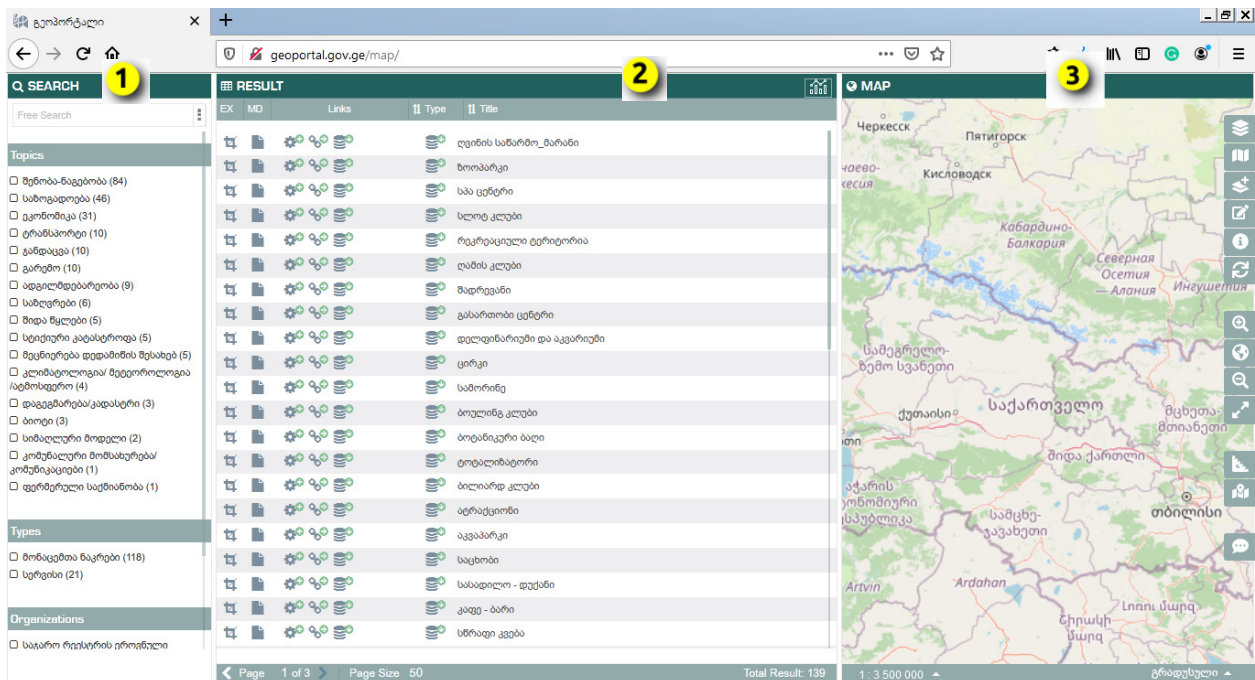
შვედეთი:

<https://www.lantmateriet.se/en/maps-and-geographic-information/maps-and-geographic-information/>

<http://srtm.csi.cgiar.org/>

მნიშვნელოვანია, აღინიშნოს, რომ სივრცით ინფორმაციასთან ზემოთ განხილული წვდომის საშუალებებისგან განსხვავებით, გეოპორტალი უზრუნველყოფს ავტორების მიერ შექმნილი ინფორმაციის ატვირთვისას. აუცილებელი პირობაა შესაბამისი უფლებების რეგისტრაცია და ავტორიზაცია, რაც რეგულირდება შესაბამისი კანონმდებლობით.

საქართველოს გეოპორტალის პროტოტიპი (დამუშავების პროცესშია) ამგვარია:



სურ. 7.3. საქართველოს გეოპორტალი

გეოპორტალის მომხმარებლის ინტერფეისი დაყოფილია სამ ნაწილად:






1. სივრცითი ინფორმაციის ნუსხა, კლასიფიცირებული და დაჯგუფებული თემატიკის მიხედვით;
2. ფუნქციონალური ფანჯარა;
3. რუკა ან მისი ფრაგმენტი.

მაგალითად, „ტრანსპორტის“ ჯგუფის არჩევის შემდეგ მივიღებთ ამგვარ სურათს:

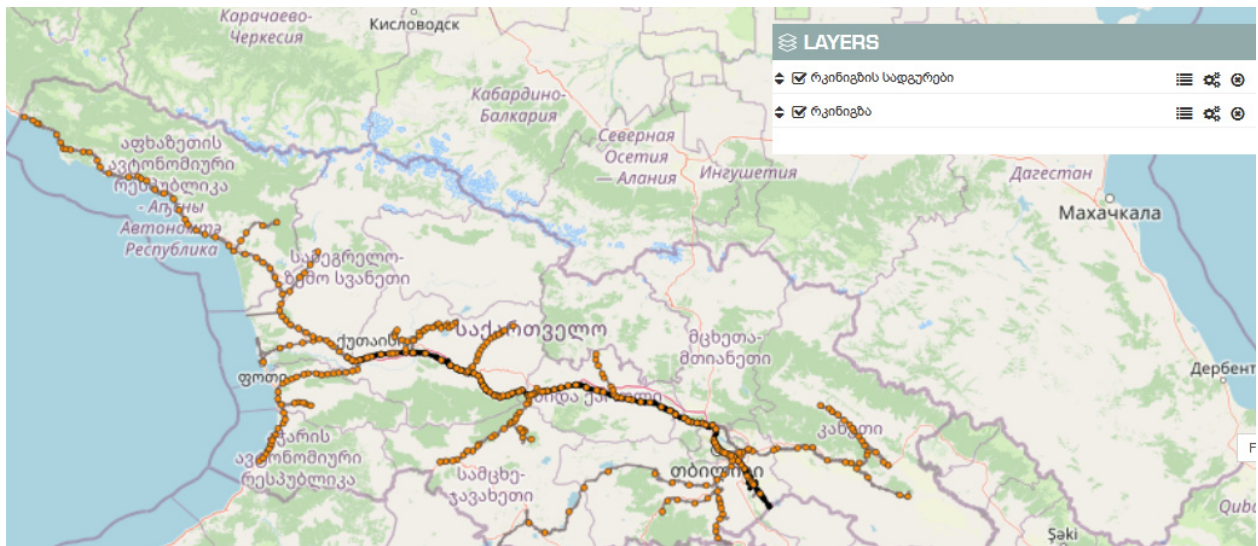
Q SEARCH		RESULT				
Free Search		EX	MD	Links	Type	Title
<input type="checkbox"/>	შენობა-ნაგებობა (84)					პორტები და საბორნე სადგურები
<input type="checkbox"/>	საზოგადოება (46)					ტრანსპორტი
<input type="checkbox"/>	ეკონომიკა (31)					საველოსიპედო ბილიკები
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>ტრანსპორტი (10)</b>					სახელმწიფო საკონტროლო-გამშვები პუნქტები
<input type="checkbox"/>	განდაცვა (10)					სავტომობილო გზათა ქსელი
<input type="checkbox"/>	გარემო (10)					რკინიგზა
<input type="checkbox"/>	ადგილმდებარეობა (9)					აეროპორტები და აეროდრომები
<input type="checkbox"/>	საზღვრები (6)					საგზაო ნიშნები
<input type="checkbox"/>	შიდა წყლები (5)					აგტობუსის გაჩერებები
<input type="checkbox"/>	სტიქიური კატასტროფა (5)					რკინიგზის სადგურები
<input type="checkbox"/>	მეცნიერება დედამიწის შესახებ (5)					
<input type="checkbox"/>	კლიმატოლოგია/ მეტეოროლოგია					

სურ. 7.4. მონაცემთა კლასიფიცირება (ფრაგმენტი)

მნიშვნელოვანია ზოგიერთი ფუნქციის პირობითი აღნიშვნები, ვინაიდან ისინი გამოიყენება სხვა გეოპორტალებზეც:

-  – რუკაზე გამოჩნდება არჩეული თემის საზღვრები (Extent);
-  – მეტამონაცემების დეტალური ინფორმაცია;
-  – რუკაზე არჩეული ლეიერის გამოჩენა WMS სერვისის მეშვეობით;
-  – დამატებითი ინფორმაციის ბმული (არსებობის შემთხვევაში);
-  – მონაცემების ჩამოტვირთვა ლოკალურ კომპიუტერზე.

თუ ავირჩევთ „რკინიგზასა“ და „რკინიგზის სადგურებს“, რუკაზე მივიღებთ:



სურ. 7.5. გეოპორტალის რუკა

უნდა აღინიშნოს, რომ სხვადასხვა ქვეყნის გეოპორტალები მუდმივი განახლების პროცესშია და მათ მიერ შემოთავაზებული ფუნქციები და შესაძლებლობები შეიძლება განსხვავებოდეს წინა ვერსიებისაგან.

**მთავარია ის ფაქტორი, რომ ყველა არსებული გეოპორტალი დაფუძნებულია ერთსა და იმავე პრინციპებზე – სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თუკი ეს პრინციპები თქვენთვის გასაგებია, მაშინ გასაგები იქნება ნებისმიერი ვიზუალური ან/და ფუნქციური ცვლილება.**



## თავი 8.

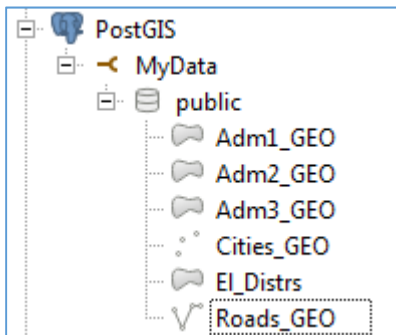
### გის-ის საშუალებით რუკების შექმნა არსებული/მოძიებული ინფორმაციის საფუძველზე

#### საყრდენი და თემატური რუკები:

გის-ის გარემოში ძალზე მნიშვნელოვანია საყრდენი ანუ საბაზისო რუკის ცნება. მთავარი, პირველი შემოტანილი ლეიერი განსაზღვრავს სანყის კოორდინატთა სისტემას, პროექციასა და საზღვრებს (Extent). მაგალითად, თუ პირველი ლეიერი შექმნილია EPSG 4326 პროექციაში, რუკაში დამატებული შემდგომი ლეიერები შეიძლება იყოს ავტომატურად გადაყვანილი სხვა პროექციიდან, მაგალითად, EPSG 32638 – WGS84 UTM-დან EPSG 4326-ში ან პირიქით. მიუხედავად ამისა, გის-ის პროექტში ნებისმიერ დროს შესაძლებელია არჩეული ლეიერის სასურველ კოორდინატთა სისტემაში ან/და პროექციაში გადაყვანა. ეს შეგიძლიათ თავად დამოუკიდებლად გააკეთოთ დანართში მოყვანილი მონაცემების გამოყენებით.

სხვა მხრივ, ერთსა და იმავე სივრცითი ინფორმაციის ნაკრებზე დაყრდნობით, შესაძლებელია შეიქმნას მრავალფეროვანი რუკები. ამიტომ ძალზე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ე.წ. საყრდენი (საბაზისო – BaseMap) რუკის ცნებას და მის მომზადებას. ამისათვის აუცილებელია განისაზღვროს საყრდენ რუკაში შემავალი აუცილებელი მონაცემები, ფორმატი და ატრიბუტები. შემდგომში საყრდენ რუკაზე სხვა ლეიერების დამატებით მარტივად შეიძლება სხვადასხვა თემატური რუკების შექმნა.

განვიხილოთ ასეთი მაგალითი: დაუშვათ საჭიროა, შევქმნათ რუკა, რომელიც ასახავს საქართველოში მიმდინარე ან/და არსებულ რაიმე პროცესებს. დავიწყეთ საყრდენი (საბაზისო) რუკის შექმნით. ამისათვის, პირველ რიგში, საჭიროა, შევქმნათ საყრდენი რუკისთვის აუცილებელ მონაცემთა ნაკრები. ვისარგებლოთ ადრე შექმნილი მონაცემთა ბაზით (ან გამოვიყენოთ დანართში არსებული შეიპ-ფაილები):



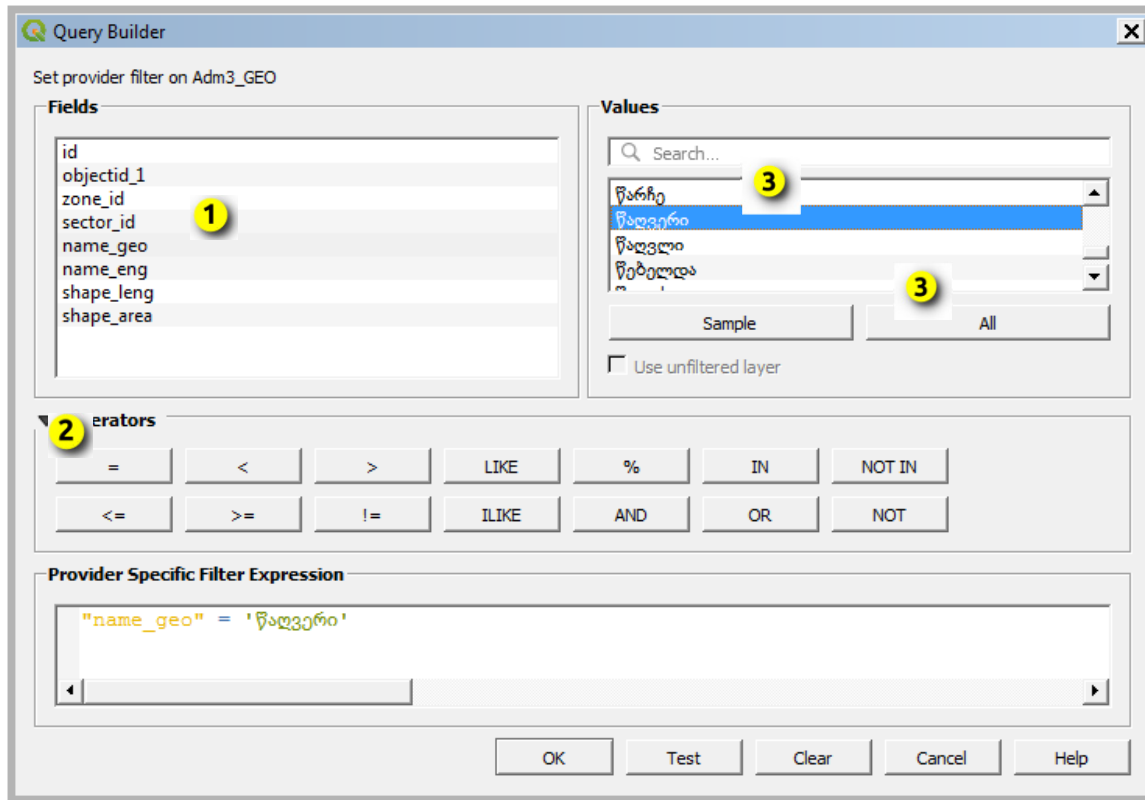
სურ. 8.1. ლეიერები ბაზაში



**ადგილმდებარეობის არჩევა ატრიბუტების მიხედვით:**

ვინაიდან სამიზნე ობიექტის ინფორმაცია შედის Adm3\_GEO ლეიერის შემადგენლობაში, საჭიროა, დავამატოთ ან/და გავააქტიუროთ იგი.

ფუნქციით Source => Query Builder უნდა შევქმნათ საჭირო მონაცემების არჩევისა და რუკაზე გამოტანის მოთხოვნა:



**სურ. 8.3.** ასარჩევი „ფილტრის“ შექმნა

ამ პროცესში ჩამოყალიბდება მოთხოვნის პირობა:

"name\_geo" = 'წალვერი'

პირობის დადასტურების (OK) შემდეგ რუკაზე დარჩება მხოლოდ არჩეული ობიექტი, ამ შემთხვევაში – წალვერი. ობიექტის ზუმირების შედეგად მივიღებთ:

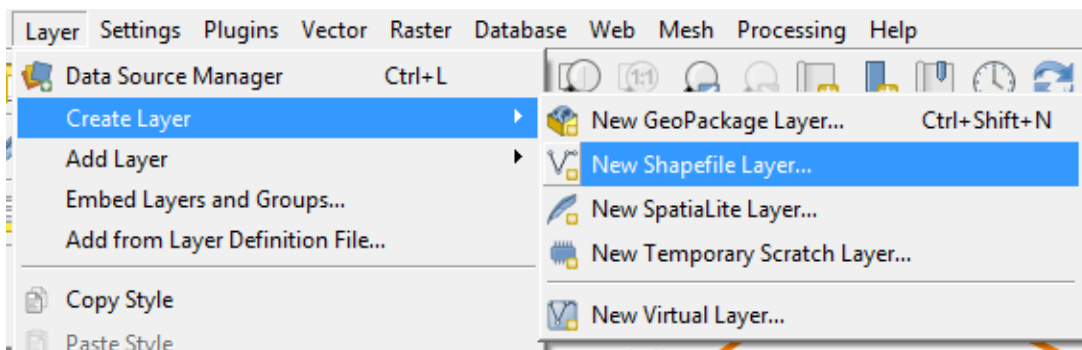


სურ. 8.4. მიღებული შედეგი

**ადგილმდებარეობის სივრცითი არჩევა:**

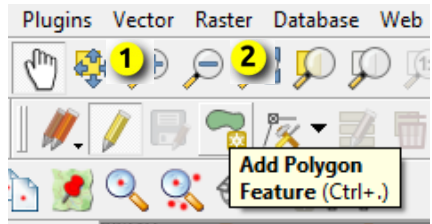
შევქმნათ საკვლევი არეალის ჩარჩო (ფარგლები), ანუ მართკუთხედი, რომელშიც მდებარეობს საკვლევი ობიექტები. ამისათვის გამოვიყენოთ ფუნქცია **Create Layer** და შევქმნათ ახალი ლეიერი სახელად **WorkArea**. ვინაიდან ეს დროებითი ლეიერია, საკმარისია მასში მხოლოდ ერთი ველის (ID) არსებობა.

შემდგომი ფუნქციების მეშვეობით, შესაძლებელია, გამოვიყენოთ მხოლოდ ის ობიექტები, რომლებიც გეოგრაფიულად განთავსებულია საკვლევი არეალის ფარგლებში.



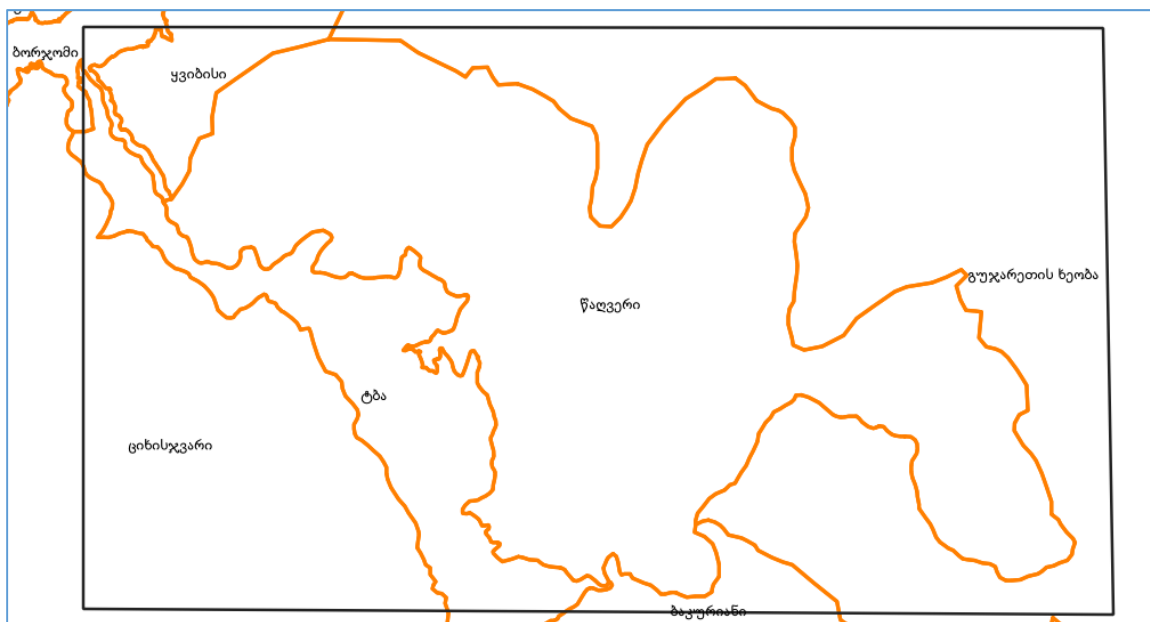
სურ. 8.5. ახალი ლეიერის შექმნა

ჩავრთოთ ამ ლეიერის რედაქტირების რეჟიმი და შემოვხაზოთ საჭირო ტერიტორია.



სურ. 8.6. პოლიგონის დამატება

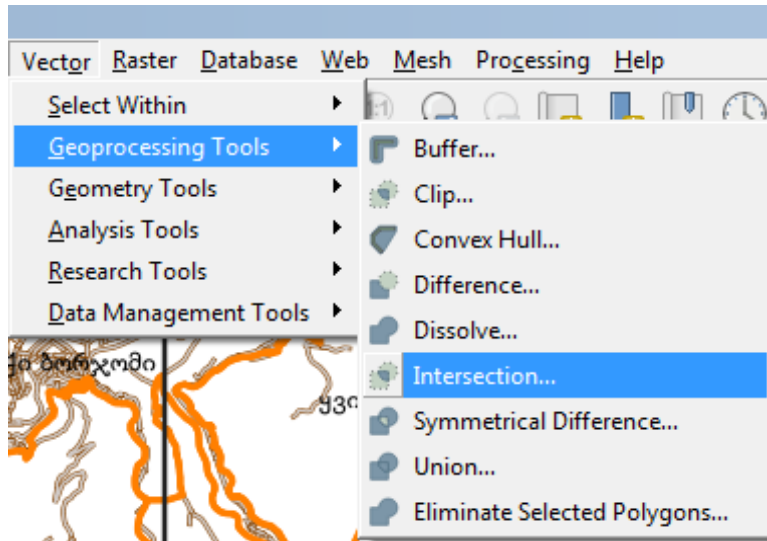
შეიძლება, მაგალითად, მივიღოთ ასეთი სურათი:



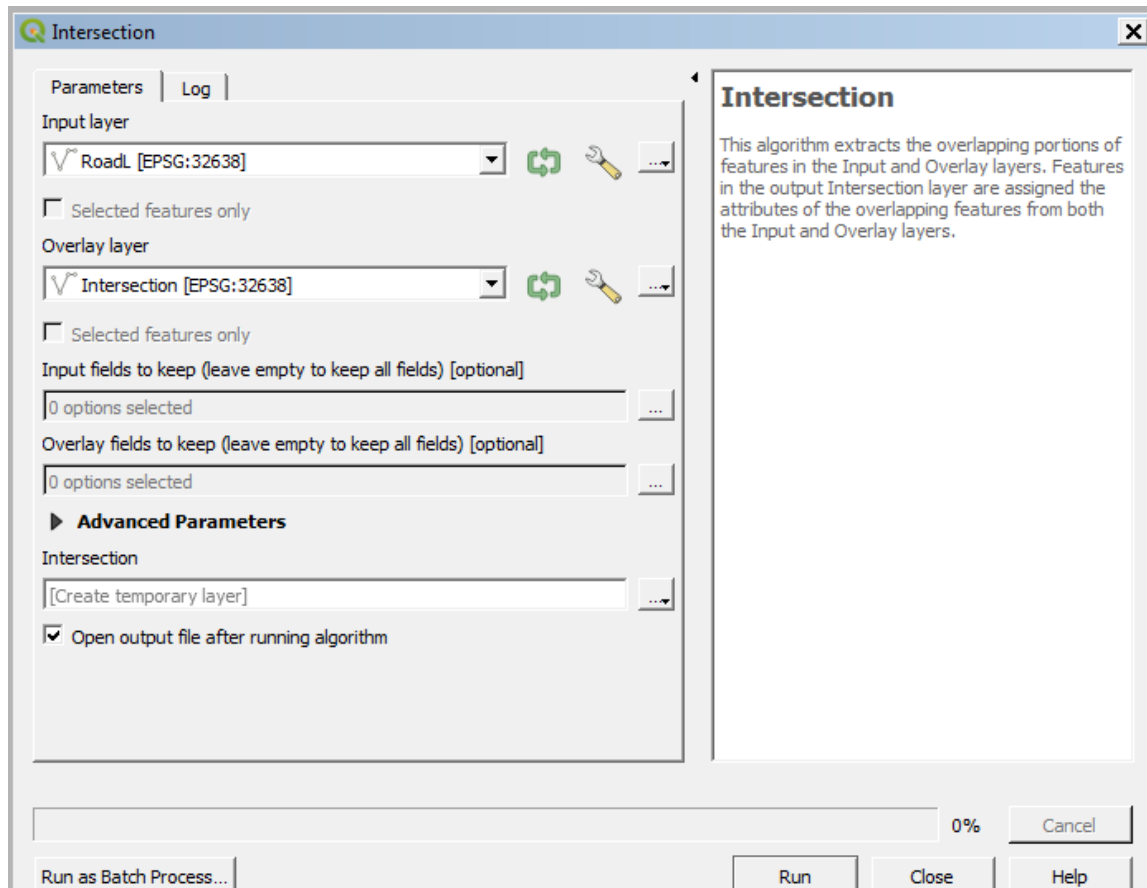
სურ. 8.7. მიღებული შედეგი

დავუმატოთ ის ლეიერი, რომლიდანაც უნდა გამოვყოთ საჭირო ობიექტები, მაგალითად, გზები. შემდეგ გამოვიყენოთ ფუნქცია **Vector => Geoprocessing Tools => Intersection**. ეს ფუნქცია იძლევა საშუალებას, შევქმნათ საკვლევ არეალში (WorkArea) შემავალი გზების ახალი ლეიერი.



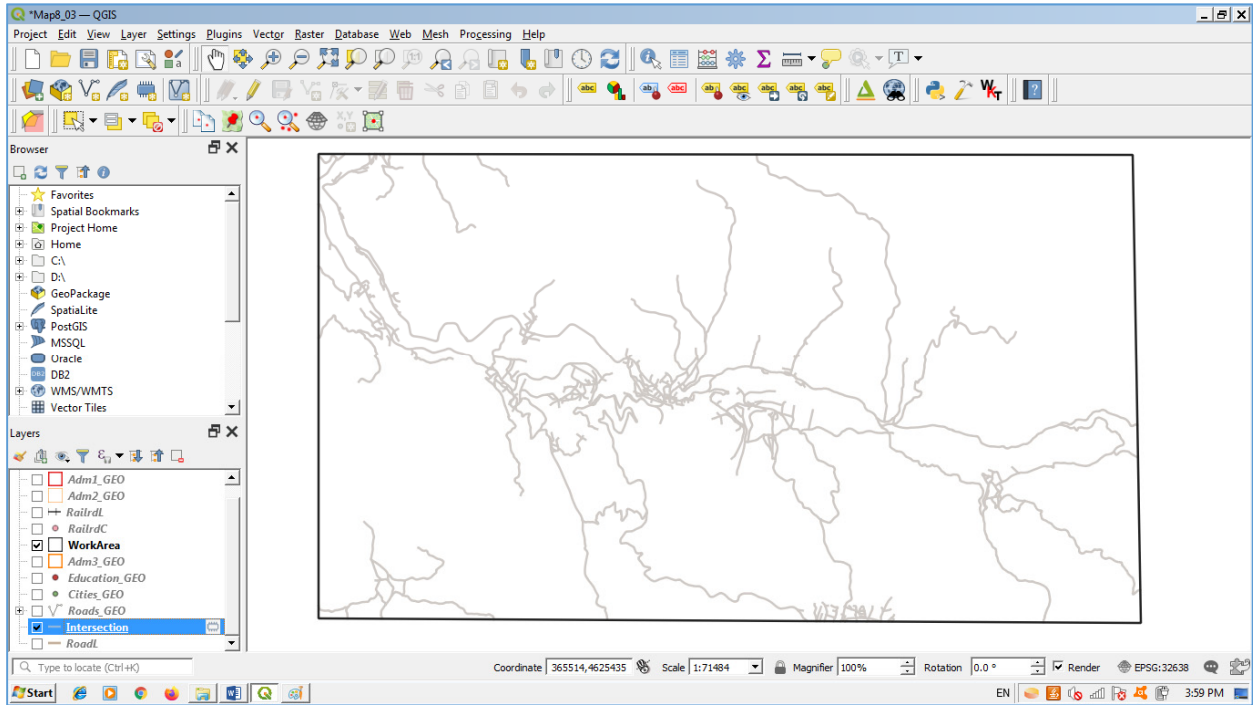


სურ. 8.8. თანაკვეთის ფუნქცია



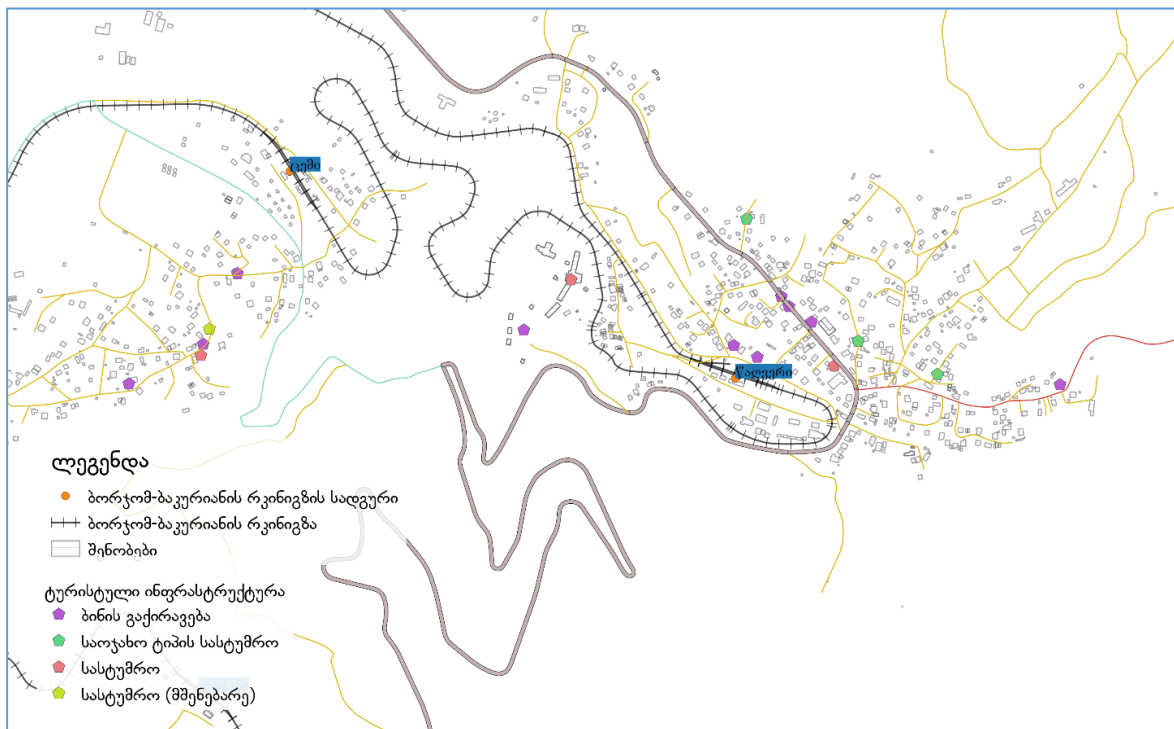
სურ. 8.9. პარამეტრების შერჩევა

პროცესის დასრულების (Run) შემდეგ შეიქმნება ახალი ლეიერი Intersection, რომელიც შეიცავს მხოლოდ იმ გზებს, რომლებიც შედის საკვლევ არეალში, მაგალითად:



სურ. 8.10. შედეგი

სხვა საჭირო ლეიერებზე (მაგალითად, რკინიგზები, სადგურები და სხვ.) ანალოგიური პროცედურების ჩატარების შემდეგ შეგვიძლია, შევქმნათ ამგვარი რუკა:



სურ. 8.11. დამატებული ლეიერები

შედეგად მივიღეთ რუკა, რომელიც აჩვენებს სასტუმროების განაწილებას კატეგორიების მიხედვით და მათ მდებარეობას საკვლევ ტერიტორიაზე.

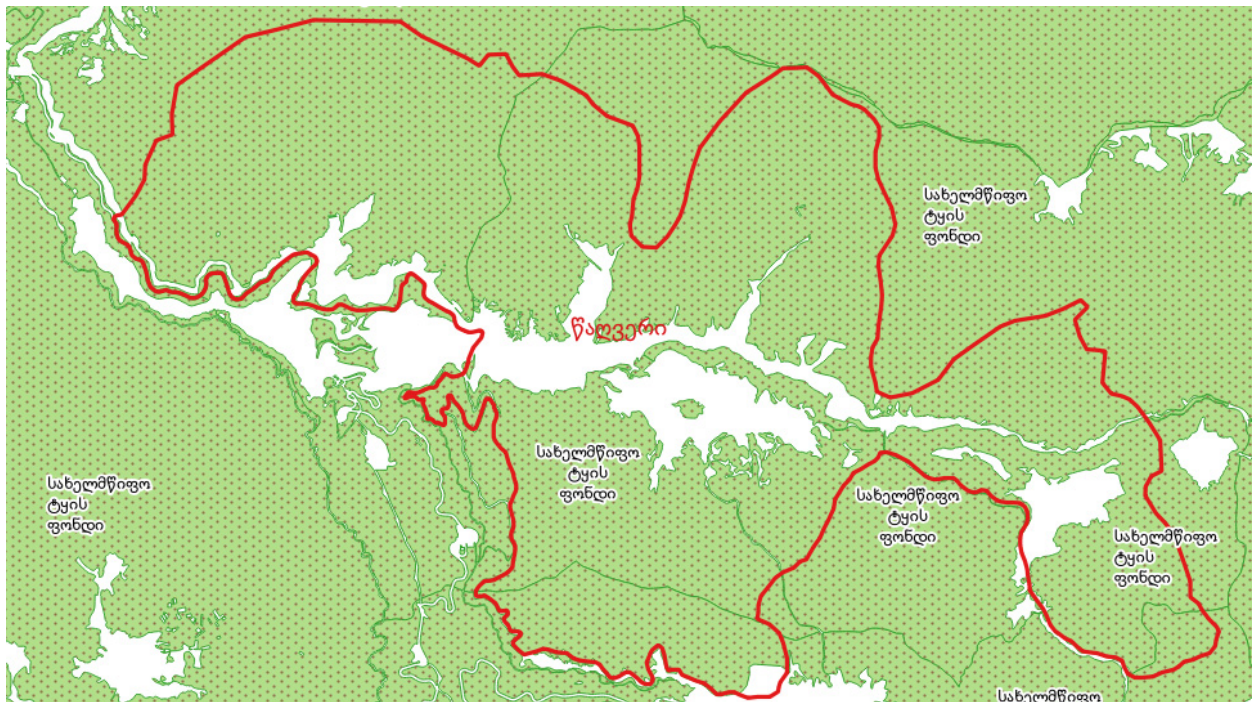
ძალზე მნიშვნელოვანია ასევე ფუნქცია, რომელიც იძლევა საშუალებას, რუკის პროექტში ჩავრთოთ (შემოვიტანოთ) არაგეოგრაფიული ინფორმაცია, მაგალითად, ექსელის ცხრილები. შედეგად, იქმნება შესაძლებლობა, სივრცითი (გეოგრაფიული) ინფორმაცია დავაკავშიროთ შემოტანილ ცხრილში არსებულ ინფორმაციასთან და მივიღოთ დამატებითი ატრიბუტული ინფორმაცია.

ეს საკითხი და სხვა მასთან დაკავშირებული დეტალები განიხილება მეცხრე თავში.

**რეკომენდაცია:** გაითვალისწინეთ, რომ საყრდენ რუკაში გამოყენებული ლეიერები და მათი ინფორმაცია უნდა დარჩეს უცვლელი, ვინაიდან ის შეგვიძლია გამოვიყენოთ სხვა თემატური რუკების შესაქმნელად.

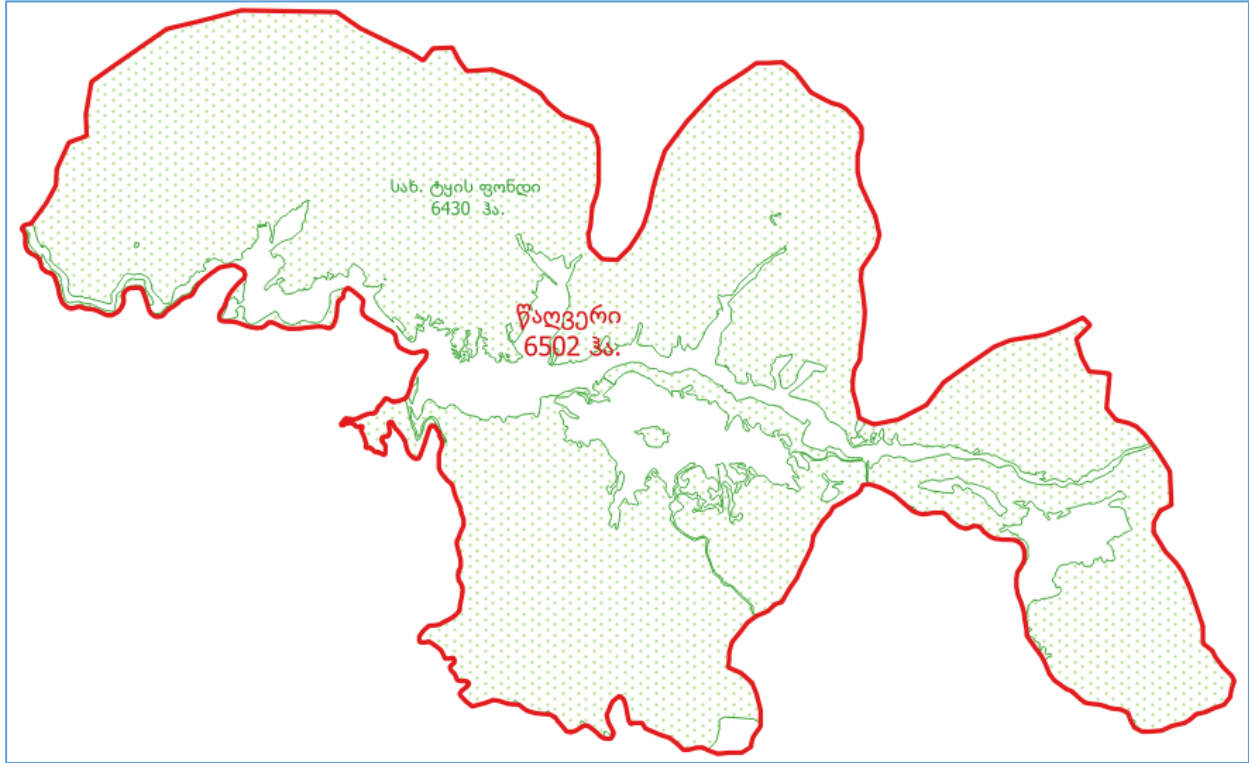
ასევე გაითვალისწინეთ, რომ ახლად შექმნილი ლეიერები ე.წ. „ვირტუალური“ ლეიერებია. ამიტომ ყველა ახლად შექმნილი ლეიერი უნდა ჩაინეროს (**Export**) ცალკე ფაილებად. ამის შემდეგ უკვე შეგვიძლია ცვლილებების შეტანა ჩვენს სამუშაო ლეიერებში.

მაგალითები:



**სურ. 8.12.** სამუშაო არეალი და ტყის ფონდი

მოყვანილ რუკაზე ასახულია სახელმწიფო ტყის ფონდით საკვლევ ტერიტორიის სრული დაფარვა. ამოცანაა, განვსაზღვროთ ტყის ფონდის მხოლოდ ის ნაწილი, რომელიც შედის დაბა წაღვერის საზღვრებში.



სურ. 8.13. საბოლოო შედეგი

დაბა წალვერის საზღვარებში არსებული სახელმწიფო ტყის ფონდის გეოგრაფიული გამოსახულება გამოიყო ზემოთ აღწერილი გის-ის ფუნქციების მეშვეობით.

მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით, შესაძლებელია ისეთი სტატისტიკური ან/და ანალიტიკური სამუშაოების ჩატარება, რომლებიც შეუძლებელია გის-ის გამოყენების გარეშე.

მაგალითად, ტყის ფონდის პროცენტული წილი საერთო ფართობიდან წარმოადგენს 98.9%-ს. რუკა აგებულია 2020 წლის მონაცემებზე დაყრდნობით. თუ მოვიძიებთ წარსული წლების მონაცემებს, ანალოგიურად შეგვიძლია ავსახოთ ამ ტერიტორიაზე მომხდარი ქრონოლოგიური ცვლილებები, ეს კი უკვე სხვა კატეგორიის პროდუქტი იქნება.



## თავი 9.

### მონაცემების სტრუქტურირება, ურთიერთკავშირები და ფუნქციონალობა

გის-ის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი შესაძლებლობაა ინფორმაციის მოძიების, ამორჩევის, გამოყოფის, დაჯგუფებისა და სხვა ფუნქციები. ყველა ამ ფუნქციის მთავარ არგუმენტს წარმოადგენს ობიექტებს შორის **კავშირების** არსებობა.

როგორც უკვე იყო აღნიშნული (თავი 5.), გის-ის გამოყენების აუცილებელი წინაპირობაა გეოგრაფიული ინფორმაციის არსებობა. გეოგრაფიული ინფორმაცია შექმნის სანყის ეტაპზე შეიცავს მხოლოდ საკოორდინატო მნიშვნელობებს, რომლებიც განსაზღვრავენ ობიექტების მდებარეობას როგორც რეალურ, ასევე ვირტუალურ სივრცეში. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ასეთ შემთხვევაში, ობიექტებს შორის არსებული **კავშირები** მხოლოდ ვიზუალურად შეიძლება გამოვსახოთ.

ცნობილია, რომ ინფორმაციის სტრუქტურირება ზრდის მონაცემთა ეფექტურობას და ამარტივებს მისი გამოყენების პროცესებს, რაც გის-ის გარემოში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია. გის-ის მონაცემთა სტრუქტურირება, პირველ რიგში, გულისხმობს **კავშირების** დამყარების შესაძლებლობას როგორც ცალკეული ობიექტის შიგნით არსებულ ელემენტებს შორის, ასევე სხვადასხვა ობიექტს (ლეიერებს) შორის.

სივრცითი ინფორმაციის ურთიერთმდებარეობა ცალსახად ასახავს კავშირებს ცალკეულ ელემენტებს შორის. ამავე დროს, გის-ში ობიექტებს აქვთ ატრიბუტული მონაცემებიც, რომლებიც იძლევა მათ შორის კავშირების დამყარების სხვა საშუალებებსაც. ამისათვის ატრიბუტულ მონაცემებში გასათვალისწინებელია შესაბამისი მონაცემების არსებობა, მაგალითად, უნიკალური კოდი, დასახელება და სხვ.

განვიხილოთ ეს მიდგომები რამდენიმე მაგალითზე დაყრდნობით:

#### გეოგრაფიული სტრუქტურირება

მაგალითად, საყრდენი რუკა (თავი 8.) ასახავს ობიექტების გეოგრაფიულ ურთიერთმდებარეობას, ანუ საქართველოს რეგიონების (**Adm1\_GEO**) შემადგენლობაში შემავალ მუნიციპალიტეტებს (**Adm2\_GEO**).

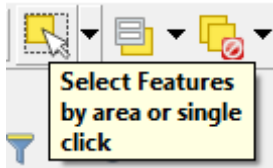
ეს შეიძლება ასე გამოვსახოთ:

**Adm2\_GEO => Adm1\_GEO**

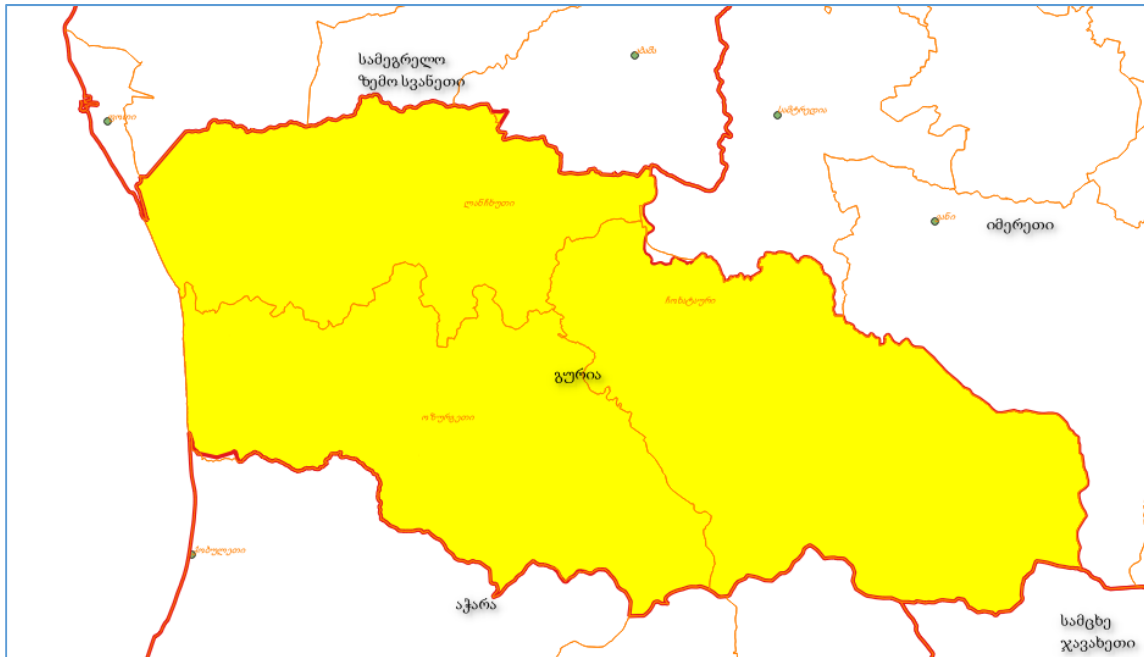
დაუშვათ, საჭიროა ყველა იმ ტერიტორიული ერთეულის არჩევა, რომელიც შედის რომელიმე რეგიონის შემადგენლობაში. პირველ რიგში, რუკაზე უნდა ავირჩიოთ სამიზნე რეგიონი, მაგალითად, **გურია**. როგორც ადრე იყო რეკომენდებული, საყრდენი რუკის და მისი მონაცემების საფუძველზე შევქმნათ ახალი მონაცემთა ნაკრები.



Adm1\_GEO ლეიერიზე არჩევის ფუნქციით

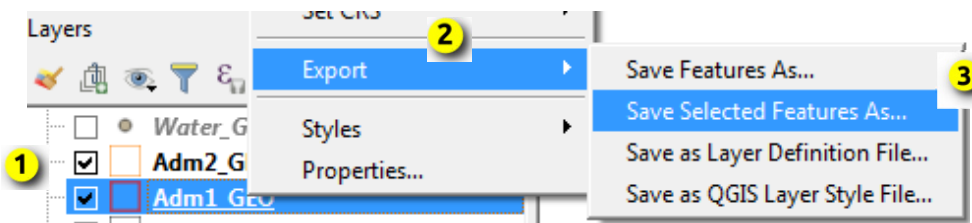


მივიღებთ:



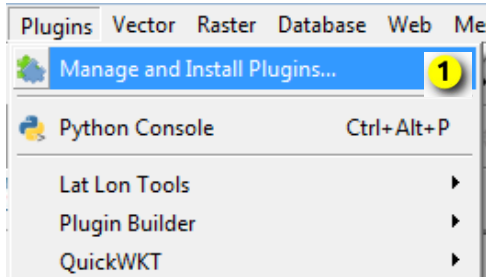
სურ. 9.1. სამუშაო არეალი

შემდეგ არჩეული რეგიონი (პოლიგონი მონიშნული ყვითლად) ჩავნეროთ ფუნქციით (Export) მონაცემთა ნაკრების შესაბამის საცავში ახალი სახელით (Shape-ის ფორმატში ან Postgis მონაცემთა ბაზაში).




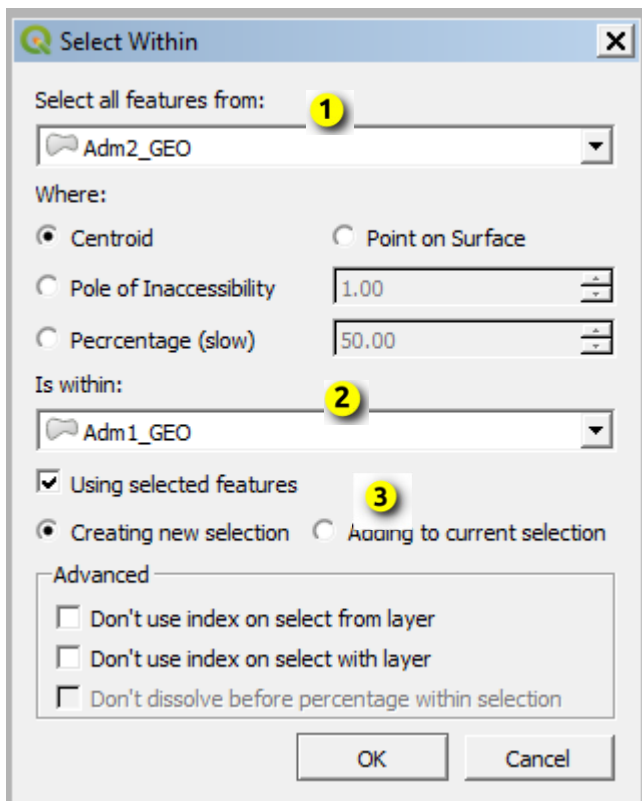
სურ. 9.2. არჩეული არეალის ჩანერა

შემდგომ ავირჩიოთ ყველა ის მუნიციპალიტეტი, რომლებიც შედის გურიის შემადგენლობაში. ამისათვის გამოვიყენოთ ფუნქცია **Select Within** გის-ის ჩანართებიდან (Plugins). იმისათვის, რომ გავააქტიუროთ ჩანართები, საკმარისია ვისარგებლოთ მენიუში არსებული ფუნქციით:



სურ. 9.3. დამატებითი ფუნქციის ჩართვა

ავირჩიოთ ფუნქცია **Select Within** (არჩევა მდებარეობის მიხედვით). მენიუში დაემატება . ეს ფუნქცია იძლევა იმ ობიექტების გეოგრაფიული შერჩევის საშუალებას, რომლებიც მდებარეობენ არჩეული პოლიგონის ტერიტორიაზე. შერჩევის პირობები დაფუძნებულია გეოგრაფიულ მდებარეობაზე.

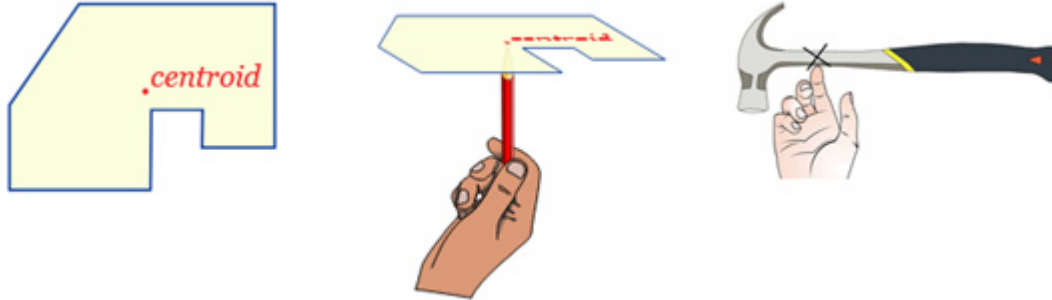


სურ. 9.4. სივრცითი არჩევანი

- 1 ასარჩევი ლეირი;
- 2 მთავარი ლეირი, რომლის შემადგენლობაში შედის ასარჩევი ლეირი;
- 3 ახალი არჩევანის შექმნა.

ასეთ შემთხვევაში, მნიშვნელოვანია გეოგრაფიული მდებარეობის განსაზღვრის პირობა. გამოვიყენოთ ასარჩევი ობიექტის ე.წ. **ცენტროიდის (Centroid)** დამოკიდებულება მთავარ ლეირთან.

ცენტროიდი (Centroid) არის ობიექტის ვირტუალური „გრავიტაციული სიმძიმის ცენტრი“, ანუ წერტილი რომელზეც ობიექტი „შეინარჩუნებს“ წონასწორობას, რაც ფიზიკურად ასე შეიძლება გამოვსახოთ:



**სურ. 9.5.** ცენტროიდის ცნება

ამ პირობით შეირჩევა ყველა ის პოლიგონი, რომელთა ცენტროიდი მდებარეობს მთავარი ლეიერის შიგნით. ამ ფუნქციით არჩეული პოლიგონები ჩავენერთ ახალ საცავში. იგივე გავიმეოროთ Adm3\_GEO ლეიერისთვის, რომელიც წარმოადგენს სოფლების/დასახლებების საზღვრებს. შედეგად ახალ საცავში მივიღებთ სამ ლეიერს, რომლებიც ასე შეიძლება გამოვსახოთ:



**სურ. 9.6.** ლეიერების კომბინაცია

### ატრიბუტული სტრუქტურირება

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, გის-ის გარემოში გეოგრაფიულ ობიექტებს აქვთ ატრიბუტული ინფორმაცია, რომელიც შეიძლება შეიცავდეს როგორც გის-ის მიერ ავტომატურად მინიჭებულ მნიშვნელობებს, ასევე მომხმარებლისთვის საჭირო ინფორმაციას. ლეიერის შემადგენლობაში შემავალ ყოველ ობიექტს შეიძლება ჰქონდეს უნიკალური საიდენტიფიკაციო კოდი (ID), რომელიც ატრიბუტული სტრუქტურირების მნიშვნელოვანი ელემენტია. ჩვენ უკვე განვიხილეთ მონაცემთა სტრუქტურირების ზოგიერთი საკითხი (თავი 5.), სადაც ნახსენებია მონაცემთა ტიპი ავტოგადანომვრა (Autonumber). ცხადია, რომ ეს არის მთელი რიცხვი, რომელიც არ მეორდება ცალკეული ლეიერის მონაცემებში. უფრო მეტიც, ლეიერში რომელიმე ერთი ჩანაწერის ნაშლის შემთხვევაში, მისი საიდენტიფიკაციო კოდი (ID) ხელმეორედ აღარ გამოიყენება.

საიდენტიფიკაციო კოდი ასევე შეიძლება იყოს ანბანური და ციფრული სიმბოლოების უნიკალური ერთობლიობა, რომელიც ვრცელდება მონაცემთა მთელ ნაკრებზე.

განვიხილოთ უკვე არსებული მაგალითი და ჩავატაროთ იგივე ოპერაციები ატრიბუტულ მონაცემებზე დაყრდნობით. ამისათვის გადავხედოთ ლეიერების ატრიბუტების ცხრილებს:

**Adm1\_GEO — Features Total: 12, Filtered: 12, Selected: 1**

	id	name_geo	name_eng	shape_leng	shape_area
1	1	იმერეთი	Imereti	477340.112209	6501345340.56
2	2	რაჭა-ლეჩხუმ-...	Racha-Lechkhu...	424223.336874	5073982280.5
3	3	გურია	Guria	273363.994796	2052105362.61
4	4	შიდა ქართლი	Shida Kartli	476738.922742	5697705967.69
5	5	აფხაზეთი	Apkhazeti	609355.787278	8698236347.43

**Adm2\_GEO — Features Total: 76, Filtered: 76, Selected: 3**

	objectid	region_geo	zone_id	name_geo	name_eng
3	2	ქვემო ქართლი	02	რუსთავი	NULL
4	3	გურია	27	ლანჩხუთი	NULL
5	3	გურია	26	ოზურგეთი	NULL
6	3	გურია	28	ჩოხატაური	NULL
7	4	სამცხე-ჯავახე...	61	ადიგენი	NULL

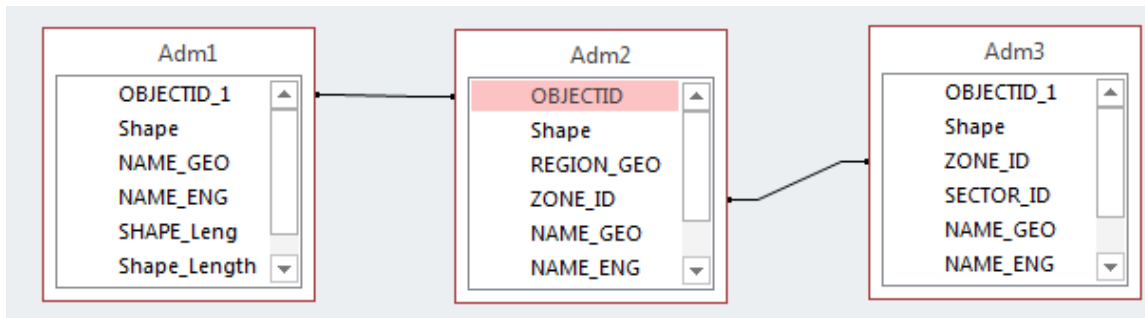
სურ. 9.7. ატრიბუტული ცხრილები

Adm1\_GEO ლეიერში გურია აღნიშნულია კოდით 3 (id=3).

Adm2\_GEO ლეიერში კი Zone\_id = 26 ან Zone\_id = 27 ან Zone\_id = 28, ანუ გურიის რეგიონში შემავალი ყველა მუნიციპალური ერთეული.

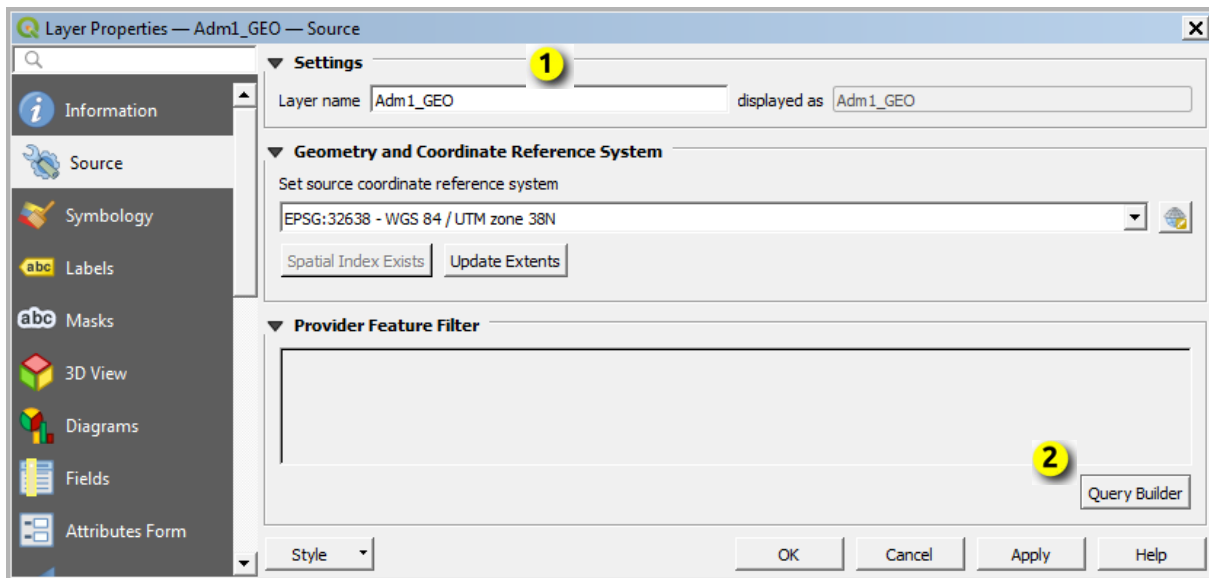
Adm3\_GEO ლეიერში არჩევა ხდება იმავე პირობით.

ლეიერების ატრიბუტებს შორის კავშირები (Relationships, რელაციები) შემდეგნაირად შეიძლება წარმოვადგინოთ:



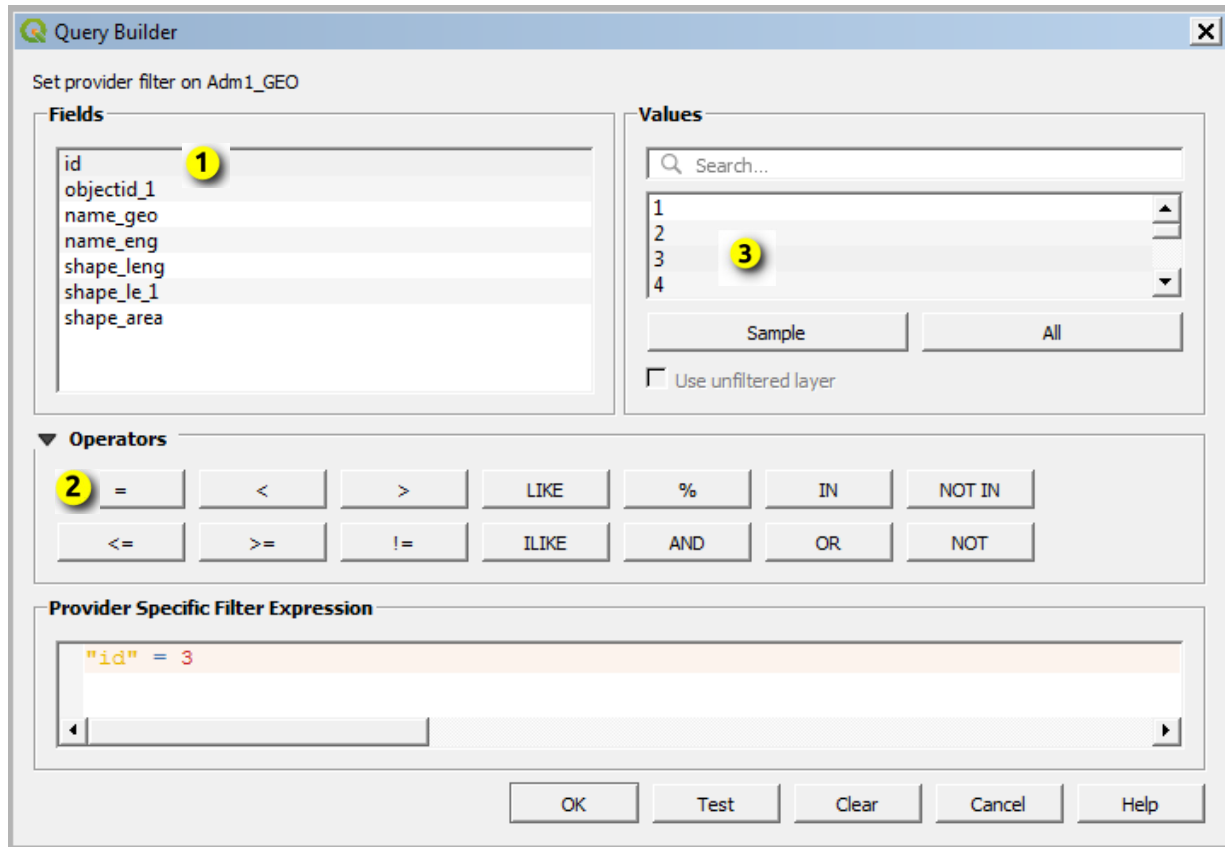
სურ. 9.8. ცხრილებს შორის კავშირები

იმისათვის, რომ რუკაზე გამოვყოთ საჭირო ობიექტი, გამოვიყენოთ მონაცემთა ატრიბუტული პარამეტრებით არჩევის ფუნქცია (Query Builder):



სურ. 9.9. მონაცემთა არჩევა ატრიბუტების მიხედვით





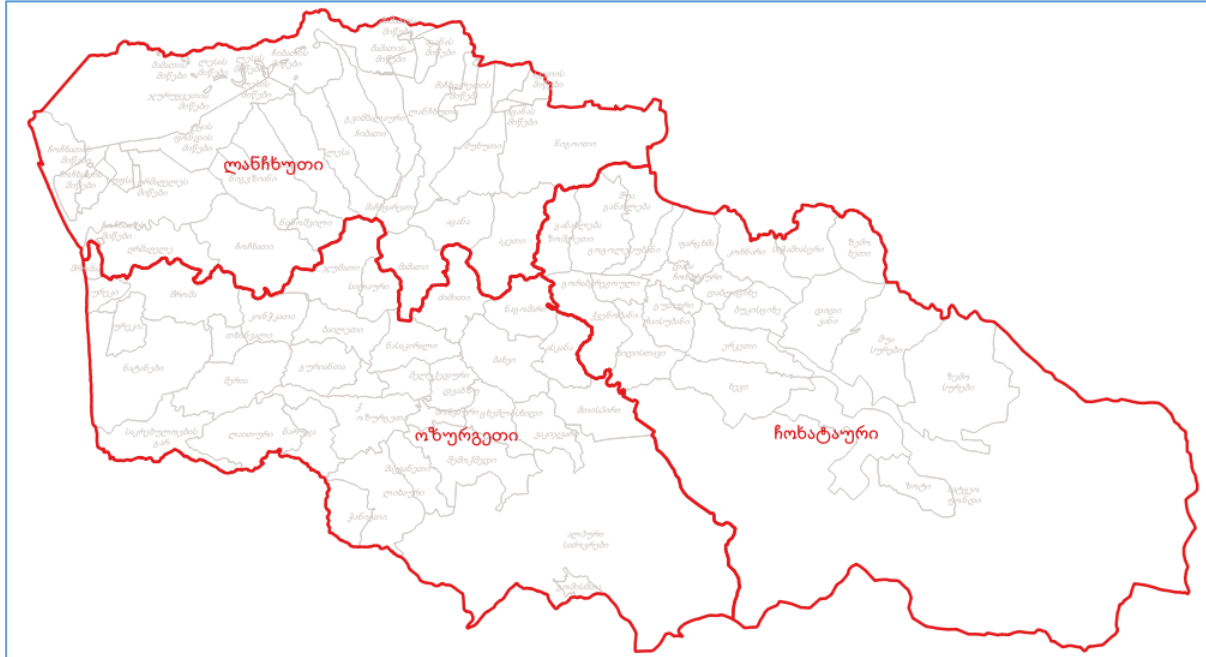
სურ. 9.10. შეკითხვის ფორმირება

ეს შეესაბამება მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემების ე.წ. „სტრუქტურული მოთხოვნების ენის“ (SQL – Structured Query Language) შემდეგ წინადადებას:

“Select all from Adm1\_GEO where id=3”.

შემდეგ ეტაპზე შეგვიძლია გამოვიყენოთ ანალოგიური პროცედურები სხვა ლეიერებისთვის და ჩავწეროთ (Export) თითოეული მათგანი ახალ მონაცემთა საცავში.

ატრიბუტული სტრუქტურირების მეთოდით მიღებული გამოსახულება გეოგრაფიული სტრუქტურირებით მიღებული გამოსახულების იდენტურია:



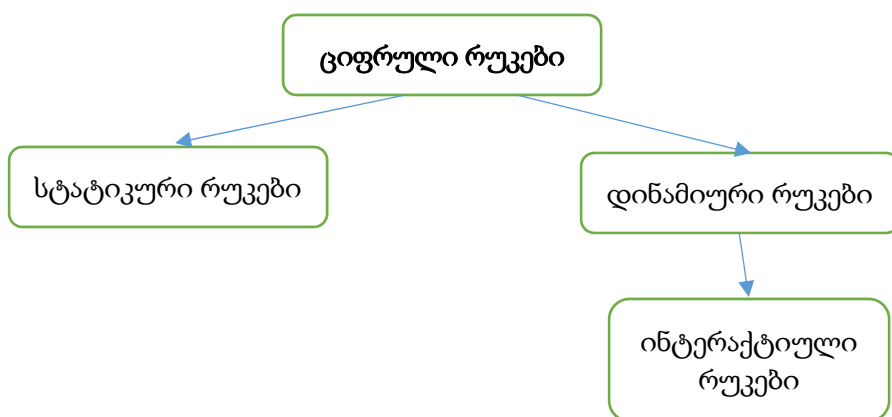
სურ. 9.11. შედეგი

აღწერილი მეთოდების გამოყენებით, მარტივად შესაძლებელია უკვე არსებულ მონაცემებზე დაყრდნობით შექმნილი რუკიდან გამოვსახოთ ახალი თემატიკის რუკა. ბუნებრივია, რომ ახალ რუკას უნდა დაემატოს ის ლეიერები, რომლებიც რუკის თემატიკას ასახავს.

## თავი 10.

### გის-ის რუკების ტიპები

როგორც უკვე არაერთხელ იყო ნახსენები, გის-ის მეშვეობით შესაძლებელია მრავალი სახის და ფუნქციონალობის რუკის შექმნა, თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით კი ამ რუკების გამოქვეყნებისა და გავრცელების სფერო ჯეროვნად იზრდება. იმისა და მიხედვით, თუ რა დანიშნულებას და ფუნქციონალობას მივანიჭებთ ჩვენს რუკას, აუცილებელია გავითვალისწინოთ არაერთი დეტალები, რათა მაქსიმალურად ეფექტურად მივაღწიოთ დასახულ მიზანს. ამ დეტალების განსაზღვრის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კრიტერიუმია რუკის ტიპის კლასიფიცირება.



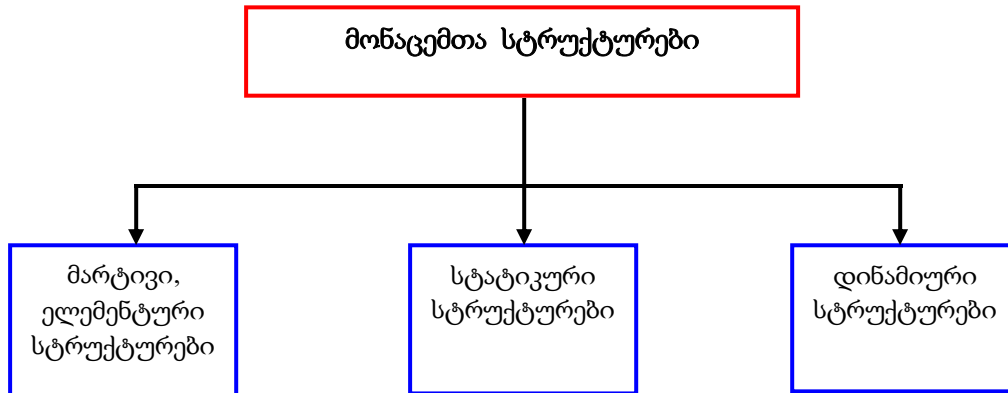
სურ. 10.1. ციფრული რუკების სტრუქტურა

ამ პროცესში ძალზე მნიშვნელოვანია საკუთრივ იმ ინფორმაციის **სტრუქტურული კლასიფიცირება**, რომელიც გამოიყენება რუკის შედგენის პროცესში.

**მონაცემთა სტრუქტურირების პრინციპი** გამოიყენება ერთეულოვანი ელემენტების გაერთიანების მიზნით, ზოგადი ტიპობრივი მახასიათებლების მიხედვით. იმისათვის, რომ უფრო მოხერხებულად წარმოვადგინოთ და მაშასადამე, დავამუშავოთ სხვადასხვა სახის ელემენტები, აუცილებელია მათი დაჯგუფება ანუ სტრუქტურირება საერთო პარამეტრების მიხედვით. ამის შემდეგ მათი დამუშავება აღარ მოითხოვს ცალკეულ მეთოდებს ყოველი ელემენტისათვის, არამედ ერთი და იმავე სტრუქტურული ჯგუფის ყველა ელემენტისათვის გამოიყენება ერთი პროცესი.

მონაცემთა სტრუქტურირების პრინციპი ინფორმაციული ტექნოლოგიების ერთ-ერთი ფუნდამენტური მიდგომაა, რომელიც საფუძვლად უდევს მონაცემთა დამუშავების მრავალ მიმართულებას. განვიხილოთ ამ მიდგომის ძირითადი ასპექტები.

როგორც ზევით უკვე იყო განხილული, წარმოსადგენი ობიექტის ინფორმაცია, ანუ მისი აღმწერი მონაცემები შეიძლება წარმოვადგინოთ ციფრული სახით. თვით აღმწერი მონაცემები ჯგუფდება ლოგიკური ან/და სემანტიკური (შინაარსობრივი) მახასიათებლების მიხედვით. ეს შეიძლება შემდეგნაირად გამოვსახოთ:



სურ. 10.2. მონაცემთა სტრუქტურირება

სტრუქტურირების თითოეული ჯგუფი შეიძლება შემდეგნაირად განიმარტოს:

**მარტივი, ელემენტური სტრუქტურები:**

ციფრული, ანუ რიცხვითი ტიპი (Number) აერთიანებს რაოდენობრივ ან ნომერულ მონაცემებს, რომლებიც, თავის მხრივ, შემდეგნაირად ჯგუფდება:

მთელი რიცხვი (Integer), რომლის მნიშვნელობათა საზღვარი განპირობებულია გამოყოფილი თანრიგების (ბაიტების – Byte) ოდენობით, რაც, თავის მხრივ განისაზღვრება კონკრეტული სისტემის შესაძლებლობებით. მაგალითად, თუ მთელი რიცხვის წარმოდგენისათვის განკუთვნილია 2 ბაიტი (16 ბიტი – Bit), მაშინ მთელი რიცხვის წარმოდგენის საზღვრებია 0-დან 65535-მდე. ცხადია, რომ ასეთი შეზღუდვა ვერ უზრუნველყოფს ყველა შესაძლო მოთხოვნას. ამიტომ არსებობს კიდევ ე.წ. „მრავალბიტიანი“ (Long Integer) კონსტრუქციები, რომლებიც მნიშვნელოვნად ზრდიან წარმოდგენის საზღვრებს;

ნამდვილი რიცხვის (Decimal) წარმოდგენა ხდება მთელი რიცხვის ანალოგიურად, სადაც მთელი და წილადი ნაწილების გამოსახვა ხორციელდება სხვადასხვა მათემატიკური მეთოდის გამოყენებით. ნამდვილი რიცხვის გამოსახვის სიზუსტე ასევე განისაზღვრება გამოყენებული თანრიგების (ბაიტების) რაოდენობით.

სიმბოლური, ანბანური, ანუ ტექსტური, ტიპი (Text) აერთიანებს ტექსტური ინფორმაციის მონაცემებს, რომლებიც ასევე ჯგუფდება:

სიმბოლო, ანუ ანბანური ელემენტი (**Character**) არის ერთი ანბანური სიმბოლო, მაგალითად, **A, B, C, a, b, c** და სხვა. საგულისხმოა აღინიშნოს, რომ ციფრები (**0, 1, 2, და ა.შ.**) და სასვენი ნისნები ასევე აღიქმება, როგორც ანბანური ერთეულები.

ტექსტი, სტრიქონი (**Text, String**) ერთ ჯგუფში გაერთიანებულ ანბანურ სიმბოლოთა ერთობლიობაა. ერთ ჯგუფში შემავალ სიმბოლოთა შესაძლო რაოდენობა შეზღუდულია და, უმეტეს შემთხვევაში არ აღემატება **255-ს**.

ტექსტური შენიშვნები (**Note, Memo**) შეიძლება შეიცავდეს გაცილებით მეტ სიმბოლოს, რაც ასევე განპირობებულია კონკრეტული სისტემის შესაძლებლობებით. ზოგადი წინაპირობაა, რომ, ტექსტისგან განსხვავებით შენიშვნის მონაწილეობით შესაძლებელ ოპერაციათა სპექტრი შეზღუდულია. ეს თავისებურებები და შეზღუდვები უფრო დეტალურად განხილულია შემდგომ პარაგრაფებში.

*ლოგიკური ტიპი (**Lgical, Boolean**) გამოიყენება ორი უკიდურესი მდგომარეობის ასახვად:*

კი/არა (**Yes/No**);

ჭეშმარიტი/მცდარი (**True/False**);

ჩართული/გამორთული (**On/Off**).

*ნუსხა (**List**) გამოიყენება წინასწარ დადგენილი სასრული რაოდენობის მნიშვნელობათა დასაჯგუფებლად, ასეთებია: მნიშვნელობათა ჩამონათვალი, მაგალითად აკვატორიები (წყლით დაფარული ზედაპირები): „მდინარე“, „ზღვა“, „ტბა“, „ტბორი“, „ჭაობი“, „წყალსაცავი“;*

*ინტერვალის ტიპი გამოიყენება უწყვეტი თანმიმდევრობის წარმოსადგენად მხოლოდ სასაზღვრო მნიშვნელობათა მითითების საშუალებით:*

ობიექტების ერთგვაროვანი პარამეტრების სრული მითითების მაგივრად, შესაძლებელია მიუთითოს იქნას საწყისი, საბოლოო და ინტერვალის მნიშვნელობები. ინტერვალის განსაზღვრავს ყოველი შემდგომი მნიშვნელობის გამოთვლის კანონზომიერებას. მაგალითად, ქუჩაზე სახლების ნომრების სტრუქტურული აღწერა (**5, 19, 2**) წარმოადგენს ნომრებს **5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19**, ანუ რიცხვებს **5-დან 19-ის** ჩათვლით, ამასთან რიცხვი **2** მიუთითებს ინტერვალის ბიჯს, ანუ ქუჩის „კენტი მხარეს“.

*მიმთითებელი (ან ბმული – **Link**) გამოიყენება სხვადასხვა ინფორმაციული ბლოკის (მოდულების) დასაკავშირებლად:* მაგალითად, აღწერა – **“AllPoints”** (ყველა წერტილი) მიუთითებს მონაცემთა ერთობლიობის ყველა ელემენტს, რომელიც ერთიანდება წერტილოვანი მახასიათებლებით.

### **სტატიკური სტრუქტურები:**

მასივები (**Array**) არის ერთგვაროვანი ელემენტების ერთობლიობა, მონესრიგებული (ინდექსირებული, ანუ გადანომრილი), არსებული კანონზომიერების მიხედვით. განვიხილოთ ძირითადი პრინციპები:



*ვექტორი* ერთგვაროვან მონაცემთა ერთგანზომილებიანი ერთობლიობაა, რომელიც აღინერება საერთო სახელითა და ელემენტების მახასიათებლებით და/ან რაოდენობით, მაგალითად აღწერა – “Name(1;5000) String” ნიშნავს 5000 ტექსტურ ელემენტს, გადანომრილს 1-დან 5000-მდე, ამასთან ყოველი ელემენტის საერთო სახელია “Name”, ხოლო თვით ელემენტი განისაზღვრება რიგითი ნომრით;

*მატრიცა* არის მონაცემთა ორგანზომილებიანი სიმრავლე, სადაც საერთოა სახელი, ხოლო ელემენტები წარმოდგენილია (ან გადანომრილი) სტრიქონებად და სვეტებად. მაგალითად, აღწერა – “NameAddress(1;2, 1;5000) String” ნიშნავს ტექსტური ელემენტების 2 სვეტისა და 5000 სტრიქონის ერთობლიობას, გადანომრილს 1-დან 5000-მდე, ამასთან ყოველი ელემენტის საერთო სახელია “NameAddress”, ხოლო თვით ელემენტი განისაზღვრება რიგითი ნომრების კომბინაციით, მატრიცული ინდექსირების (გადანომრვის) შესაბამისად;

*სიმრავლე (Dataset)* გამოიყენება არაერთგვაროვანი ტიპის მონაცემთა დასაჯგუფებლად. იგი წარმოადგენს მატრიცის განზოგადოებულ სტრუქტურას და გამოისახება ცხრილური ფორმით.

*ჩანაწერი (Record)* არის ინფორმაციის დასრულებული ერთობლიობის ასახვის სრუქტურული ერთეული. ჩანაწერი შეიძლება შეიცავდეს სხვადასხვა სტრუქტურული ერთეულების ერთობლიობას, ამასთან ერთეულების განაწილება ან მდებარეობა ყოველ ახალ ჩანაწერში წინასწარ არ არის განსაზღვრული.

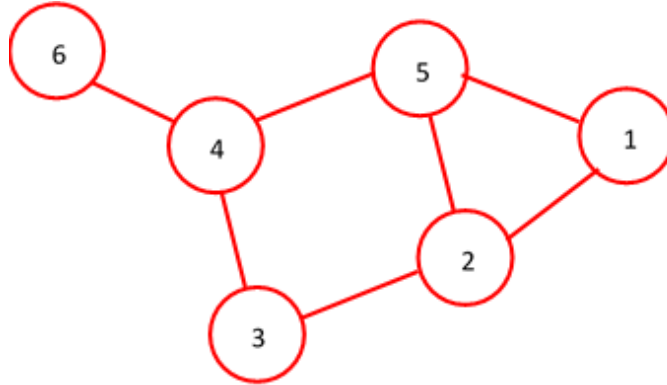
*ცხრილი (Table)* ისეთი სტრუქტურული სახეა (მატრიცაა), სადაც სვეტების და სტრიქონების რაოდენობა წინასწარ არ განისაზღვრება. განისაზღვრება მხოლოდ მნიშვნელობათა შემცველი ელემენტების დასახელებები (იდენტიფიკაცია) და ტიპი. ცხრილები, როგორც წესი, მონაცემთა ბაზების ერთ-ერთი უმთავრესი სტრუქტურული ელემენტია.

### **დინამიური სტრუქტურები:**

*სტეკი (Steck)* გულისხმობს ერთგვაროვან მონაცემთა ისეთ ერთობლიობას, რომელთა ელემენტების რაოდენობა წინასწარ განსაზღვრულია, ხოლო თვით ელემენტების მნიშვნელობები დროის გარკვეულ მონაკვეთში იცვლება. ამასთან ყოველი ახალი მნიშვნელობა ცვლის სტეკში არსებულ ბოლო (ზედა) ელემენტს.

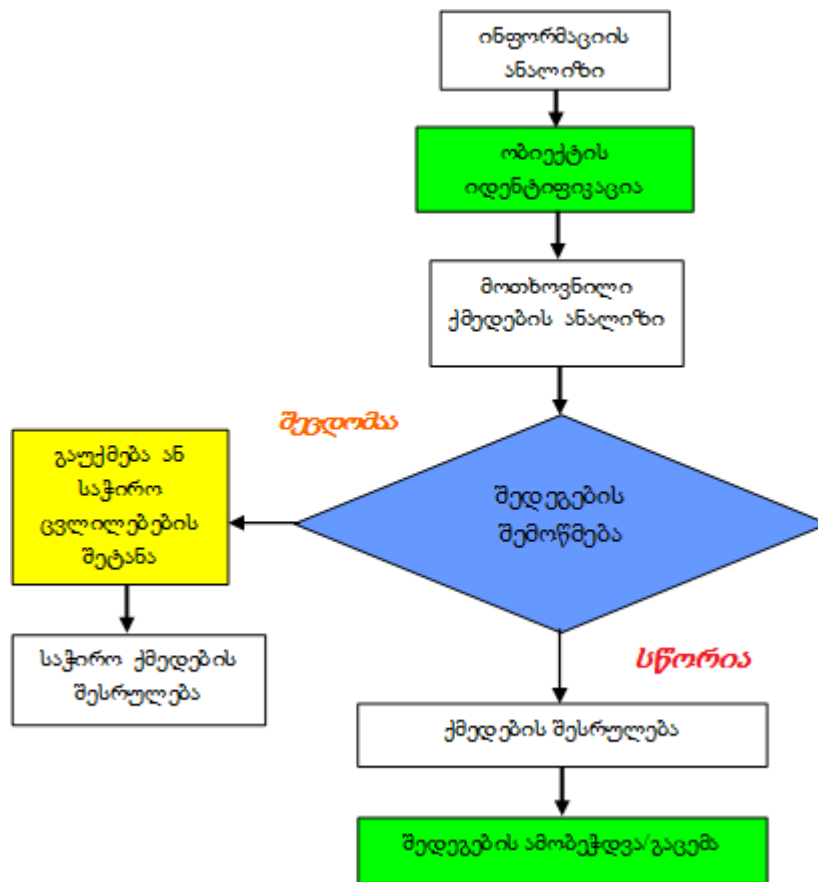
*რიგი* ორგანიზებულია სტეკის ანალოგიურად, იმ განსხვავებით, რომ რომ ყოველი ახალი მნიშვნელობა იკავებს „ბოლო ადგილს“, ანუ ყოველი ახალი მნიშვნელობა „გამოდევნის“ პირველ ელემენტს.

*გრაფები და ხესებრი სტრუქტურები* არის ელემენტებს შორის არსებული ლოგიკური კავშირების წარმოდგენის საშუალებები მაგალითად, გრაფის სტრუქტურული სახე ასე შეიძლება გამოიყურებოდეს:



სურ. 10.3. გრაფი

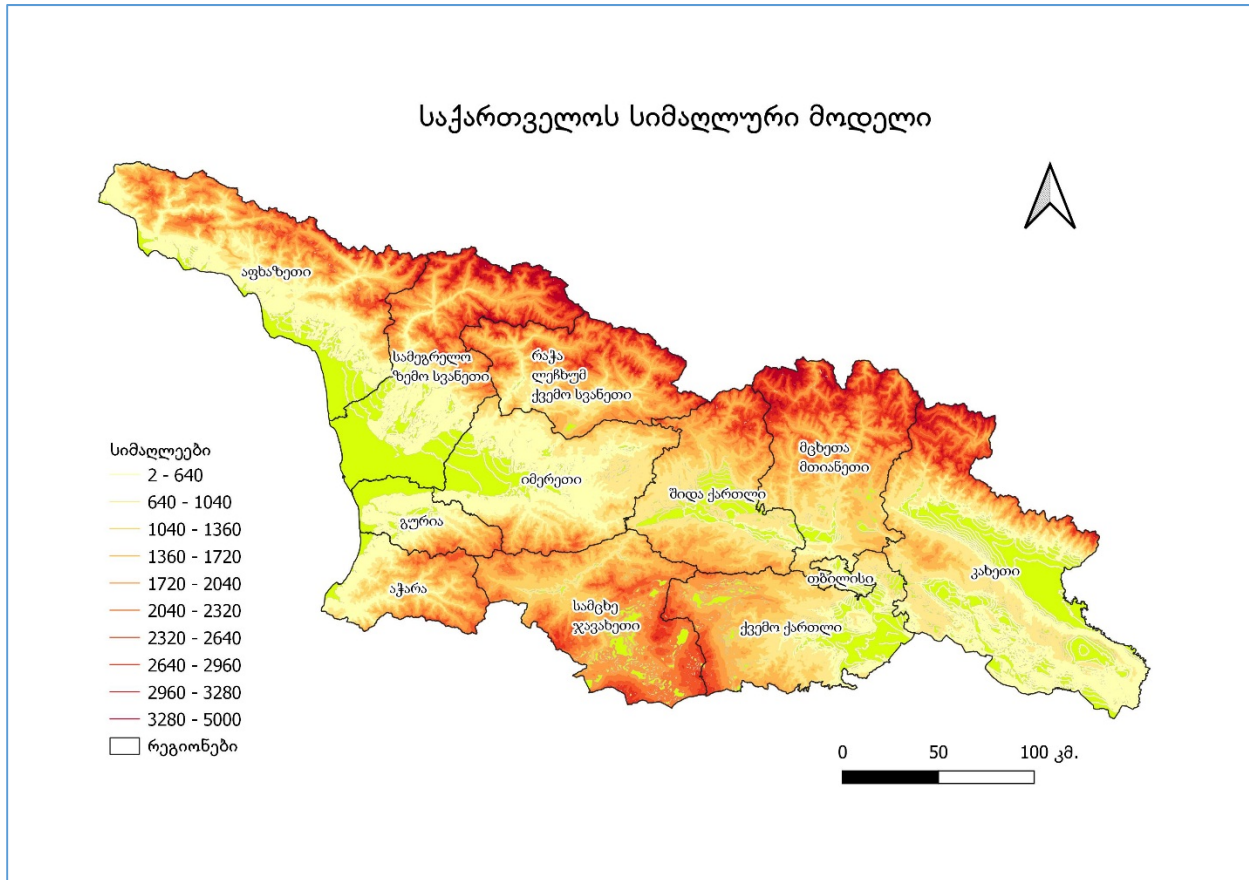
ანუ ელემენტს “6” კავშირი აქვს მხოლოდ ელემენტთან “4”, როდესაც ელემენტი “1” ერთდროულად დაკავშირებულია “2” და “5” ელემენტებთან. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ინფორმაციის მიმოცვლა “1” და “6” ელემენტებს შორის შეიძლება განხორციელდეს რამოდენიმე მარშრუტით, მაგალითად, 1–2–3–4–6, 1–5–4–6 ან 1–5–2–3–4–6, ხოლო ხესებრი სტრუქტურისა ასე:



სურ. 10.4. ხესებრი სტრუქტურა

როგორც მაგალითებიდან ჩანს, გრაფები და ხესებრი სტრუქტურები, ძირითადად, გამოიყენება პროცესების/ქმედებების თანმიმდევრობათა წარმოსადგენად. ამასთანავე, ელემენტების (ქმედებების) ერთმანეთთან კავშირები შეიძლება მრავალმხივად იყოს წარმოდგენილი.

**სტატიკური რუკა** მთავარი დანიშნულებაა ასახოს ისეთი სივრცითი ინფორმაცია, რომელიც არ განიცდის ცვლილებებს დროის განსაზღვრულ პერიოდში, მაგალითად, სიმაღლური მოდელი ან/და მწვერვალები:



**სურ. 10.5.** სიმაღლური რუკა

ეს რუკა მზად არის ანუ ქალაქის ვერსიის მისაღებად, რომელიც არ იძლევა რაიმე ცვლილებების შეტანის შესაძლებლობას. სტატიკური რუკის საუკეთესო მაგალითია გეოგრაფიული ატლასი.

დღეს კლასიკური გეოგრაფიული ატლასი ან მსგავსი ქალაქური კარტოგრაფირება ყოველდღიურ ცხოვრებასა ან/და საქმიანობაში ნაკლებად გამოიყენება. ეს განაპირობა ინფორმაციული ტექნოლოგიების მიერ შემოთავაზებულმა სერვისებმა, რომლებიც, ზოგიერთ შემთხვევაში, მთლიანად ჩაანაცვლა ადრე არსებული მიდგომები. მიუხედავად ყველა გარემოებისა, კლასიკური გეოგრაფიული ატლასი არასოდეს დაკარგავს თავის მნიშვნელობას.

**დინამიური რუკები** იგება ისეთ მონაცემებზე დაყრდნობით, რომლებიც ამა თუ იმ გარემოების შებამისად შეიძლება იცვლებოდეს.

ასეთი რუკები ასახავენ გეოგრაფიული ობიექტების პარამეტრების დინამიკას, მაგალითად, ქრონოლოგიურ ან/და რაოდენობრივ ცვლილებებს, რაც ძალზე ეფექტურია ერთი და იმავე ტერიტორიის შედარებითი ანალიზის პროცესში.

განვსაზღვროთ დინამიური რუკი სამი ძირითადი მახასიათებელი:

რუკის გამოსახულება იმართება მონაცემების მეშვეობით;

რუკის განახლება ავტომატურად ხორციელდება;

რუკაში შეიძლება გარე მომწოდებლის მიერ შექმნილი ინფორმაციის ინტეგრირება.

მოყვანილი მახასიათებლების ახსნა-განმარტება განვიხილოთ მაგალითებზე დაყრდნობით.

დაუშვათ, გვინდა, რუკაზე ავსახოთ საქართველოს ტერიტორიაზე სეზონური ტემპერატურული ცვლილებები მუნიციპალიტეტების მიხედვით. პირველ რიგში, გვესაჭიროება მონაცემები, რომლებიც უნდა დაერთოს რუკის პროექტს. ამ კონკრეტულ შემთხვევაში, ვისარგებლოთ გარემოს ეროვნული სააგენტოს საიტით ([nea.gov.ge](http://nea.gov.ge)). აქ განთავსებული ინფორმაციიდან მოვიძიოთ ჩვენთვის საჭირო მონაცემები. ასეთი ინფორმაცია შეიძლება წარმოდგენილი იყოს სხვადასხვა ფორმატში როგორც გეოგრაფიული (სივრცითი), ასევე ცხრილის სახით (მაგალითად, MS Excel). მას შეიძლება ასეთი ფორმატი ჰქონდეს:

id	რეგიონი	მუნიციპალიტეტი	ტემპ.
1	სამცხე-ჯავახეთი	ასპინძა	-5
2	ქვემო ქართლი	რუსთავი	0
3	ქვემო ქართლი	თეთრინყარო	-4
4	სამცხე-ჯავახეთი	ადიგენი	-3
5	შიდა ქართლი	ჯავა	2
6	კახეთი	საგარეჯო	5
7	ქვემო ქართლი	ბოლნისი	-1
8	სამცხე-ჯავახეთი	ბორჯომი	-1
9	კახეთი	დედოფლისწყარო	6
10	შიდა ქართლი	ახალგორი	3
11	კახეთი	გურჯაანი	3

**სურ. 10.6.** ტემპერატურული მონაცემები (ფრაგმენტი)

ამ ცხრილში ასახულია 2020 წლის იანვრის თვის საშუალო ტემპერატურა მუნიციპალიტეტების მიხედვით. იმისათვის, რომ რუკაზე ავსახოთ ეს ინფორმაცია, აუცილებელია, იგი დავაკავშიროთ უკვე არსებულ გეოგრაფიულ ინფორმაციასთან.

საყრდენი რუკის გამოყენებით შევქმნათ ახალი რუკა და გამოვსახოთ საწყისი ინფორმაცია. გადმოვიტანოთ ექსელის ფაილი ლეიერების ფანჯარაში (Drag and Drop). დავარქვათ ამ ცხრილს ExData. შევქნათ კავშირი ამ ცხრილსა და საყრდენი რუკის ლეიერს (Adm2\_GEO) შორის (არჩეულია ლეიერი Adm2\_GEO, Properties => Joins => დამაკავშირებელი ველების არჩევა, id = ObjectID). შედეგად მივიღებთ ამ ორი ცხრილის შემცველი ინფორმაციის ვირტუალურ ერთობლიობას:

	objectid /	region_geo	name_geo	ExData_Values
1	1	სამცხე-ჯავახეთი	ასპინძა	-5
2	2	ქვემო ქართლი	რუსთავი	0
3	2	ქვემო ქართლი	თეთრიწყარო	0
4	3	გურია	ოზურგეთი	-4
5	3	გურია	ლანჩხუთი	-4
6	3	გურია	ჩოხატაური	-4
7	4	სამცხე-ჯავახეთი	ადიგენი	-3
8	5	შიდა ქართლი	ჯავა	2
9	6	კახეთი	საგარეჯო	5
10	7	ქვემო ქართლი	ბოლნისი	-1
11	8	სამცხე-ჯავახეთი	ბორჯომი	-1
12	9	კახეთი	დედოფლისწყა...	6
13	10	შიდა ქართლი	ახალგორი	3
14	11	კახეთი	გურჯაანი	3

**სურ. 10.6.** გაერთიანებული ცხრილების ფრაგმენტი, სადაც ExData\_Values წარმოადგენს ტემპერატურულ მნიშვნელობებს შესაბამისი მუნიციპალიტეტის ფარგლებში

გაითვალისწინეთ, რომ ორივე ცხრილს უნდა ჰქონდეს ე.წ. „დამაკავშირებელი“ ველი. ამ შემთხვევაში გამოყენებულია “id” და “ObjectID”. ასევე შესაძლებელია სხვა იდენტიური ინფორმაციის მქონე ველების გამოყენებაც, მაგალითად, “Name = Name\_GEO”. რუკის შემდგომი „გაფორმების“ შედეგად შეიძლება მივიღოთ:

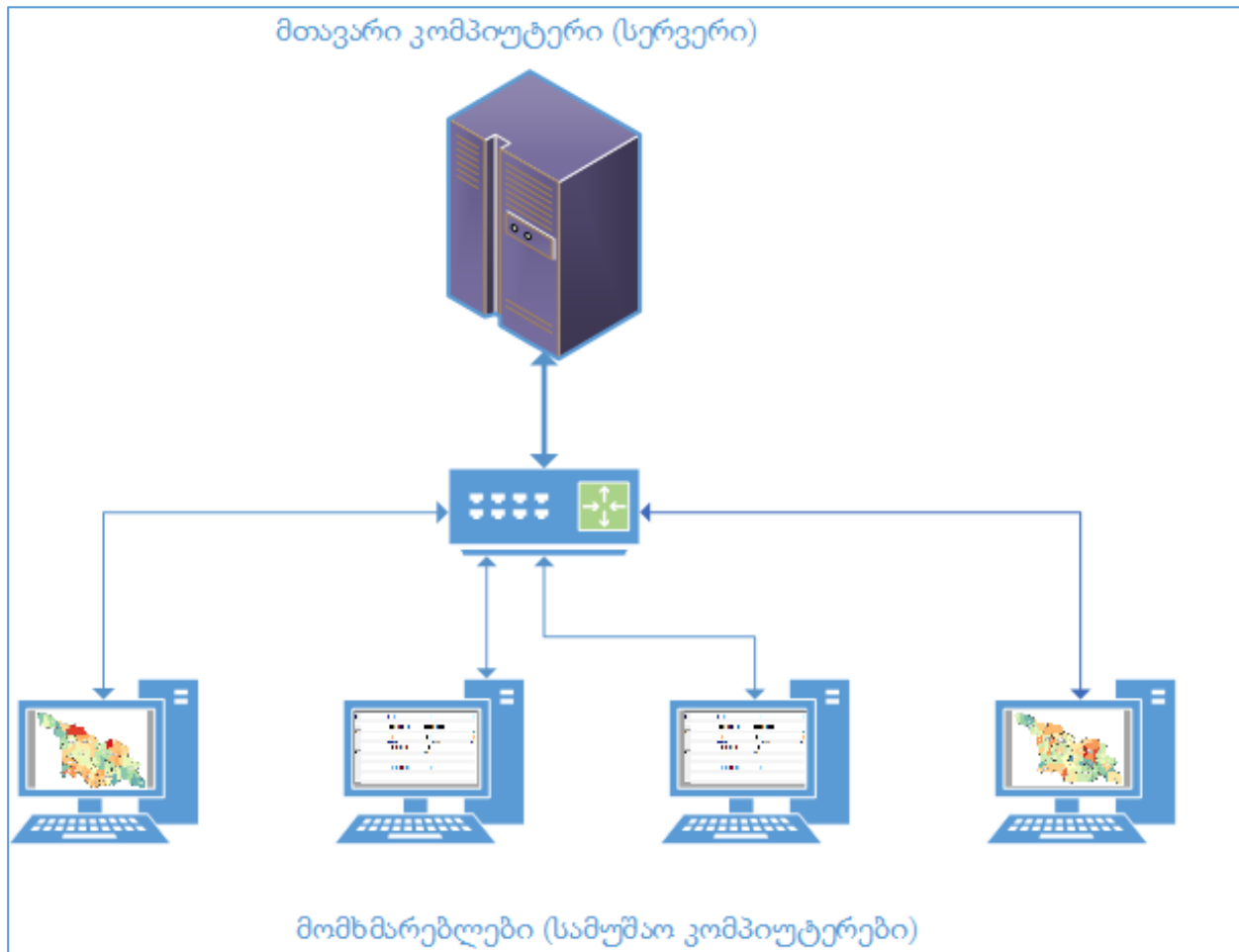




სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ერთი და იმავე რუკის გამოსახულება ან/და თემატიკა მიერთებულ ცხრილში შეტანილი ცვლილებების შესაბამისად დინამიურად იცვლება.

ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენება იძლევა კომპიუტერული ქსელის შექმნის საშუალებას, რაც უზრუნველყოფს მონაცემების ცენტრალიზებულ განთავსებას მთავარ კომპიუტერზე (სერვერზე) და ამ ინფორმაციის ერთდროულ გამოყენებას სხვადასხვა მომხმარებლის მიერ.

ეს შეიძლება ასე გამოვსახოთ:



**სურ. 10.9.** კორპორატიული ქსელის მაგალითი

სურათი გვაჩვენებს, რომ ამ სქემაში გაერთიანებულ მომხმარებლებს შეუძლიათ, ერთდროულად შეიტანონ მონაცემებში ცვლილება, რაც უმაღვე აისახება ყველა სამუშაო კომპიუტერის ეკრანზე.

**შედეგად, გის-ის ტექნოლოგია საშუალებას გვაძლევს, არა მარტო გამოვსახოთ კარტოგრაფიული ინფორმაცია, არამედ ჩავატაროთ არაერთი სხვა ოპერაცია, მაგალითად:**

- გის-ის შესაძლებლობათა გამოყენება მნიშვნელოვნად ამარტივებს სივრცითი ინფორმაციის მოძიებისა და შემდგომი გამოყენების პროცესებს;
- გადნევილობების მიღება უფრო მარტივია, რადგან კონკრეტული და დეტალური ინფორმაცია ერთდროულად წარმოდგენილია ერთი ან მეტი გეოგრაფიული ობიექტის შესახებ;
- ვიზუალური ფორმატის აღქმა ყველასთვის უფრო მარტივია და ამიტომ უფრო ეფექტურია. გეოგრაფიული ცვლილებები აისახება გის-ის საშუალებით, რაც აადვილებს შესაბამისი სამოქმედო კურსის დაგეგმვას.

## თავი 11.

### გის-ის მოდელირება

გის-ის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი შესაძლებლობაა დედამიწის (და არა მარტო) ზედაპირის ვირტუალური სივრცითი გამოსახვა. ეს განსაკუთრებით ეფექტურია პრაქტიკული გამოყენების პროცესში, მაგალითად, ვირტუალური მოდელირებისას და შემდეგ ამ მოდელზე დაკვირვებისა და ანალიზისას.

იმ შემთხვევაში, თუ მოდელის ობიექტების თვისებები არ არის დამოკიდებული სხვადასხვა პარამეტრზე (მაგალითად, რეალურ დროზე), ასეთ მოდელს **სტატიკურს** უწოდებენ. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მოდელი **დინამიურია**, ანუ მოდელი იცვლის სახეს შესაბამისი პარამეტრების ცვლილებასთან ერთად.

ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ მონაცემთა მოდელების ცვალებადობის ცნება ინფორმაციულ სისტემებში ფარდობითია, ვინაიდან ყველა ინფორმაცია დროებითია და გარკვეული პერიოდის შემდეგ მოითხოვს განახლებას. ამრიგად, სტატიკური და დინამიური მონაცემების მოდელების ცნებები მოითხოვს იმ დროითი პარამეტრების (შუალედის) განსაზღვრას, რომლებიც გამოიყენება კვლევის პროცესში ან/და ალტერნატიული მოდელის დაზუსტებას თავდაპირველთან შესადარებლად.

სივრცითი მოდელირება განსაკუთრებით ეფექტურია ისეთი მოვლენების დაკვირვებისა და ანალიზის პროცესში, რომლებშიც ერთდროულად მონაწილეობს მრავალი პარამეტრი.

გეოგრაფიული ინფორმაციის ანალიტიკურ პროცესებში გამოყენების ერთ-ერთ პირველ მაგალითად ითვლება ბრიტანელი ექიმის ჯონ სნოუს კვლევა 1854 წელს ლონდონში ქოლერის ეპიდემიის დროს. მან შეადგინა დაავადებათა შემთხვევების რუკა და მასზე დაყრდნობით აღმოაჩინა, რომ ყველაზე მაღალი მაჩვენებლები სასმელი წყლის წყალსაქაჩების გარშემო იყო განლაგებული, ანუ სასმელი წყალი წარმოადგენდა ინფექციის წყაროს.



სურ. 11.1. ჯონ სნოუს მიერ შედგენილი რუკის ორიგინალის ფრაგმენტი

ამან ჯონ სნოუს უბიძგა, დაეკეტა წყალსაქაჩები, რის შედეგადაც ეპიდემიამ იკლო.



სურ. 11.2. იგივე რუკა, შედგენილი გის-ის გამოყენებით.



ყურადღებას იქცევს კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი დეტალი, რომელიც რუკაზე ასევე ნათლად გამოჩნდა. ამავე ტერიტორიაზე აღმოჩნდა ერთი შენობა, სადაც დაავადების ერთი შემთხვევაც არ დაფიქსირებულა. გამოკვლევის შედეგად გამოირკვა, რომ ეს იყო ლუდსახარში, რომლის თანამშრომლები საერთოდ არ სვამდნენ წყალს!

გის ასევე იძლევა ორივე ტიპის მოდელის ერთდროული გამოყენების შესაძლებლობას ერთსა და იმავე ან/და სხვადასხვა რუკაზე. ვინაიდან მოდელირების პროცესში მონაწილეობას იღებს არა მარტო სივრცითი ინფორმაცია, არამედ რაოდენობრივიც, ეს თვისებრივად ახალ შედეგებს იძლევა.

ქრონოლოგიური მოდელი გვიჩვენებს არჩეულ ტერიტორიაზე მომხდარ ცვლილებებს დროის გარკვეულ მონაკვეთში.

მაგალითად:



სურ. 11.3. ბათუმი, 2000 წელი (ფრაგმენტი)



სურ. 11.4. ბათუმი, 2007 წელი (ფრაგმენტი)



**სურ. 11.5.** ბათუმი, 2016 წელი (ფრაგმენტი)

სურათებზე მოყვანილია ქ. ბათუმის ფრაგმენტის სხვადასხვა წლებში აეროფოტო გადაღების შედეგად მიღებული ორთოფოტოები. მარტივი ვიზუალური დაკვირვებით შესაძლებელია მომხდარი ცვლილებების ანალიზი. თუ ამ რუკებს ვექტორულ ლეიერებს დაუმატებთ, მაშინ შესაძლებელი გახდება რაოდენობრივი ცვლილებების ანალიზიც.

QGIS-ში ასევე შესაძლებელია სამგანზომილებიანი მოდელის აგებაც, რომელიც ხორციელდება ე.წ. გარე ჩანართის (Plugin) გამოყენებით – Qgis2threejs. იგი არ შედის სტანდარტული ფუნქციების შემადგენლობაში, მაგრამ მისი ჩართვა მარტივად ხდება (Plugins => Manage and Install Plugins => Qgis2threejs).



**სურ. 11.6.** სამგანზომილებიანი გამოსახულება

ამ გამოსახულებას შეგვიძლია შევხედოთ სხვადასხვა რაკურსით და ასევე ჩავწეროთ (ექსპორტით) ვებსაიტის ფორმატში სამგანზომილებიანი ინტერაქტიული რუკის სახით.



## თავი 12.

### მსხვილმასშტაბიანი პრაქტიკული პროექტები გის-ის გამოყენებით

ამ თავში განვიხილავთ რამდენიმე მსხვილმასშტაბიან პრაქტიკულ პროექტს, რომლებიც საქართველოში შესრულდა.

#### საქართველოს მიწის საკადასტრო სისტემა

საქართველოს დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდეგ, არაერთი (მაგალითად, მიწის) რეფორმის ჩასატარებლად საკადასტრო სისტემის შექმნა და დანერგვა ძალზე მნიშვნელოვან ამოცანად იქცა. ამ პროექტების განსახორციელებლად გის ერთ-ერთი მთავარი ინსტრუმენტი იყო და ამიტომაც, ჩვენი აზრით, გამოყენებული ტექნოლოგიების განხილვა მკითხველისთვის საინტერესო და სასარგებლო იქნება.

პირველ რიგში გვინდა მოკლედ წარმოვადგინოთ **კადასტრის (Cadastre ან Cadaster)** განმარტება:

თანამედროვე ტერმინი “Cadastre” შემოსულია ბერძნული სიტყვიდან *Katástikhon (kata stíkhon – ხაზების ერთობლიობა)*. კადასტრის ცნება და დანიშნულება ცნობილია ჯერ კიდევ ანტიკური ეგვიპტის პერიოდიდან. კადასტრის ძირითადი დანიშნულება იყო მიწის საკუთრების ჩანაწერის წარმოება და ფისკალური აღრიცხვა. ეს მიზნად ისახავდა ტერიტორიათა საზღვრებისა და მესაკუთრეების დადგენას, შესაბამისი გადასახადების გაანგარიშებას.

შემდგომში ეს მიდგომა ფართოდ გავრცელდა, განსაკუთრებით რომის იმპერიაში. XVIII საუკუნის დასაწყისიდან კადასტრმა დამატებითი ინფორმაციის წარმოდგენის ფუნქციებიც შეიძინა, მაგალითად, მიწის გამოყენების, ნიადაგის ტიპის, განაშენიანების და სხვა მახასიათებლების აღწერა. გის-ის გარემოში კადასტრმა კიდევ მრავალი ახალი თვისებრივი და ფუნქციონალური შესაძლებლობები შეიძინა. დღეს ეს ცნობილია, როგორც ე.წ. **მრავალფუნქციური კადასტრი**, მაგალითად, წყლის კადასტრი, სოფლის მეურნეობის კადასტრი, მრეწველობის კადასტრი და სხვ.

განვიხილოთ **მიწის კადასტრის** ცნება, მისი დანიშნულება, გამოყენების ასპექტები.

მიწის კადასტრის პირველადი დანიშნულებაა, აღრიცხოს უძრავი ქონების ობიექტები, რომელთა საზღვრები დადგენილია შესაბამისი კანონმდებლობით, ანუ გეოგრაფიულად, საკადასტრო ობიექტები არის **პოლიგონური** ელემენტები. ძირითადი (მთავარი) საკადასტრო ობიექტებია:

მიწის ნაკვეთი;

ნაკვეთზე განლაგებული შენობა/ნაგებობები, ასეთის არსებობის შემთხვევაში;

შესაძლებელია, არსებობდეს სხვა სახის ობიექტებიც, რომლებიც დაკავშირებულია ძირითად ობიექტებთან, მაგალითად, ე.წ. „სერვიტუტი“ (Easement ან Servitude – ნაკვეთზე მდებარე მისასვლელი გზა ან გაყვანილობა).

თითოეულ საკადასტრო ობიექტს ორი ძირითადი პარამეტრი აქვს:

სივრცითი, ანუ გეოგრაფიული;

აღმწერი, ანუ ატრიბუტული.

ეს ელემენტები უკვე ცნობილია, როგორც გეოინფორმაციული სისტემების ძირითადი შემადგენელი ნაწილები.

განვიხილოთ კადასტრის რეალიზაციისა და გამოყენების ასპექტები საქართველოს საკადასტრო სისტემის მაგალითზე, რაც მკითხველს დაეხმარება, უფრო ცხადად გაიაზროს კადასტრის მნიშვნელობა.

საქართველოს მიწის კადასტრის შემუშავება 1990-იანი წლების მიწურულს დაიწყო. ამისათვის არსებობდა რამდენიმე ერთობლივი და საერთაშორისო პროექტი, რომელთა ფარგლებშიც შეიმუშავეს საკადასტრო აღრიცხვისა და წარმოების ძირითადი კონცეფციები და ტექნოლოგიები. შედეგად, 2007 წლიდან საქართველოს კანონმდებლობით უძრავ ქონებაზე უფლებების რეგისტრაციის აუცილებელ და განუყოფელ ნაწილს საკადასტრო ინფორმაცია წარმოადგენს.

საქართველოს საკადასტრო ინფორმაცია სტრუქტურირებულია შემდეგი პრინციპით:

<საკადასტრო ზონა> => <საკადასტრო სექტორი> => <საკადასტრო კვარტალი>

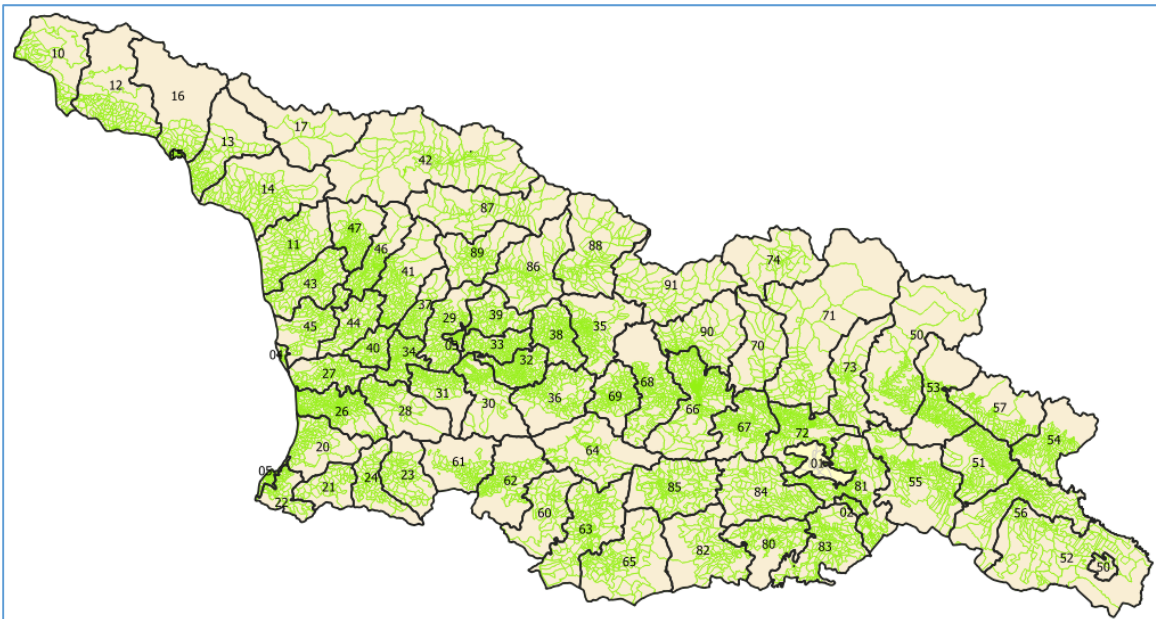
ყველაფერი ეს გეოგრაფიულად შემდეგნაირად შეიძლება გამოისახოს:



სურ. 13.1. საქართველოს საკადასტრო ზონები



სურ. 13.2. საკადასტრო სექტორები ზონების შიგნით



სურ. 13.3. საკადასტრო კვარტლები სექტორების შიგნით

აუცილებელია, აღინიშნოს, რომ ნებისმიერ საკადასტრო ობიექტს უნდა ჰქონდეს უნიკალური იდენტიფიკატორი. როგორც წესი, ასეთ იდენტიფიკატორს საკადასტრო კოდი წარმოადგენს. სწორედ ასეთი სტრუქტურირება იძლევა საშუალებას, ყველა ობიექტს მიენიჭოს შესაბამისი კოდი, რომელიც უნიკალურია და არ მეორდება საქართველოს ტერიტორიაზე.

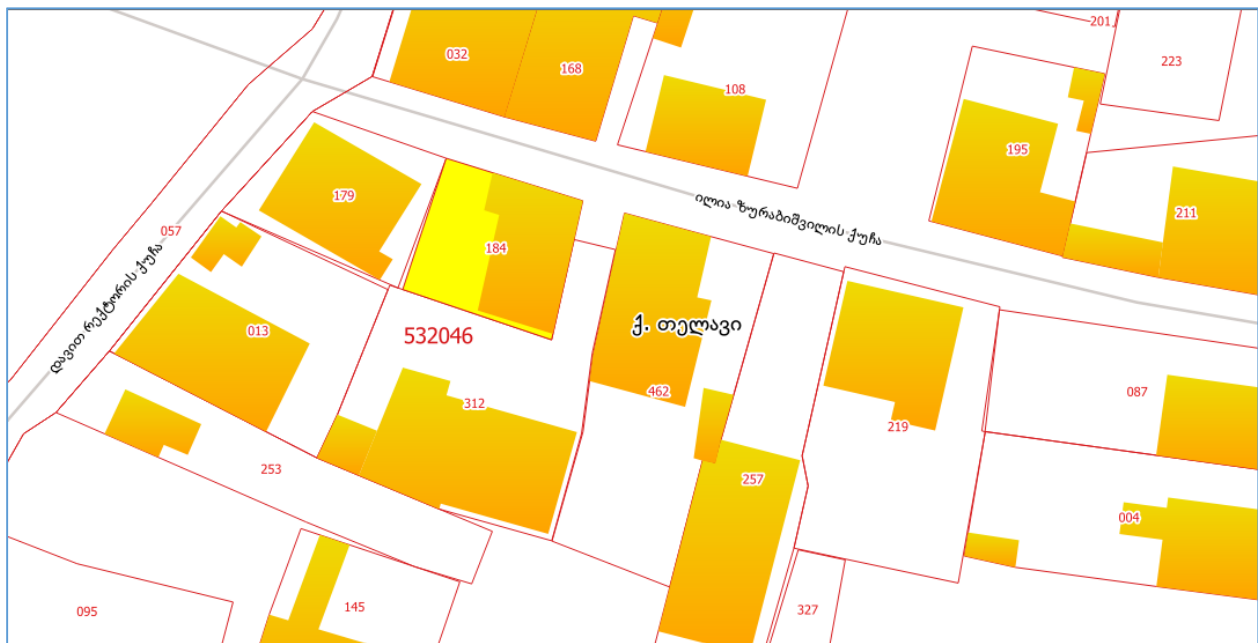


თუ თითოეული გეოგრაფიული ელემენტის შესაბამის ატრიბუტებს მივანიჭებთ რიცხვით მნიშვნელობას (ანუ კოდს), მაშინ მივიღებთ:

**ZZSSQQNNN**, სადაც:

- ZZ** – ზონის ორთაწრიანი კოდი (ნომერი);
- SS** – სექტორის ორთაწრიანი კოდი (ნომერი);
- QQ** – კვარტალის ორთაწრიანი კოდი (ნომერი);
- NNN** – ნაკვეთის სამთაწრიანი ნომერი.

ამ მიდგომის გამოყენებით, ნებისმიერ ნაკვეთს ენიჭება ერთი უნიკალური კოდი. მაგალითად, (რუკაზე ყვითლად გამოყოფილი) ნაკვეთი ნომრით **184**, მდებარეობს ქ. თელავში. ამ ნაკვეთის უნიკალური კოდი შედგება შემდეგი მონაცემებისაგან: ზონა **53**; სექტორი **20**; კვარტალი **46**; ნაკვეთის ნომერი **184**. მაშასადამე, საკადასტრო კოდია **532046184**.



**სურ. 13.4.** საკადასტრო რუკა

არსებობს საკადასტრო ინფორმაციის გამოსახვის მრავალი ფორმა, რომელთაგანაც ყველაზე გამოყენებადია ორი ძირითადი:

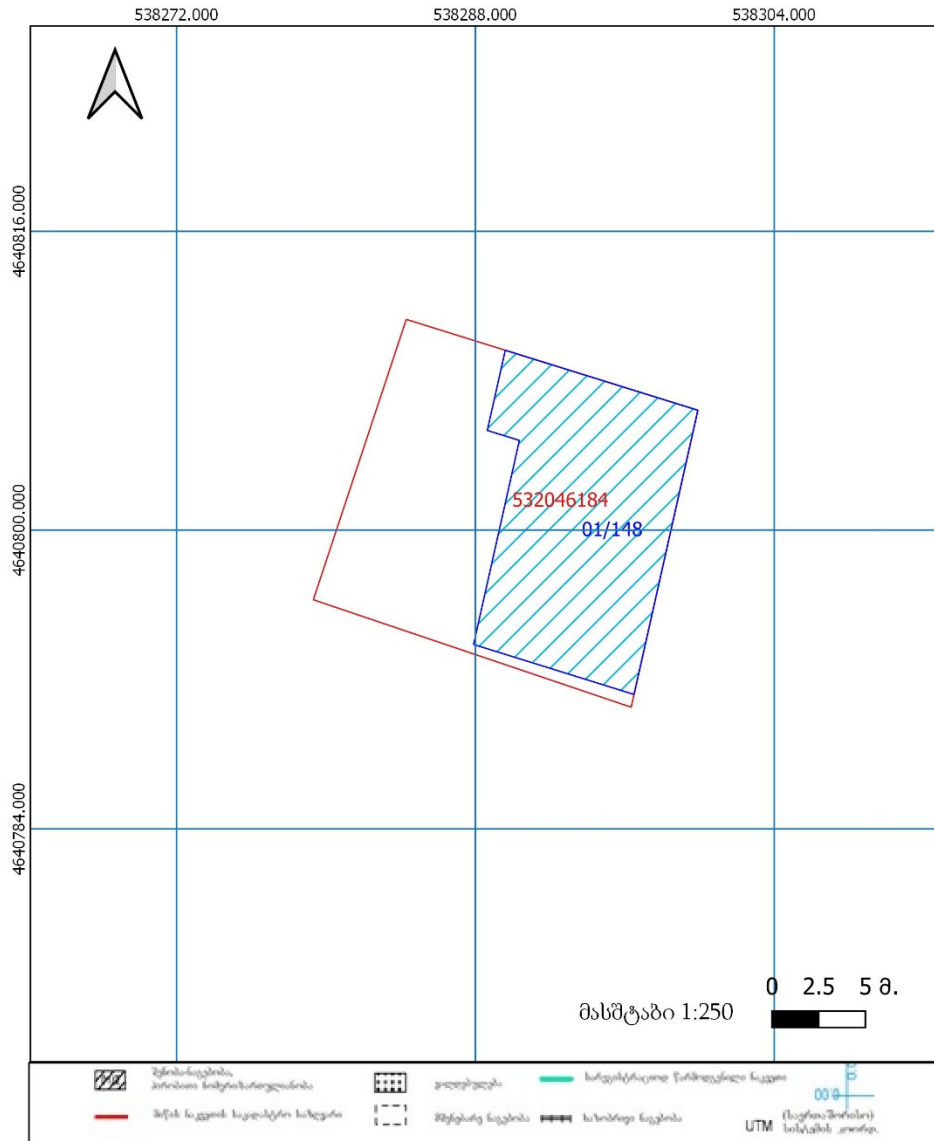
- საკადასტრო გეგმა;
- საკადასტრო რუკა.

**საკადასტრო გეგმაზე** აისახება მხოლოდ ის ელემენტები, რომლებიც კონკრეტულ საკადასტრო ობიექტს ეკუთვნის, მაგალითად ნაკვეთი და მასზე მდებარე შენობა ან/და შენობები. ეს შემდეგნაირად გამოისახება:



საქართველოს იუსტიციის სამინისტრო  
საჯარო რეგისტრის ეროვნული სააგენტო  
საკადასტრო გეგმა

მიწის ნაკვეთის საკადასტრო კოდი: 532046184  
განცხადების რეგისტრაციის ნომერი: 882011597243  
მიწის ნაკვეთის ფართობი: 275 კვ.მ.  
მომზადების თარიღი: 25.10.2020



სურ. 13.5. საკადასტრო გეგმა



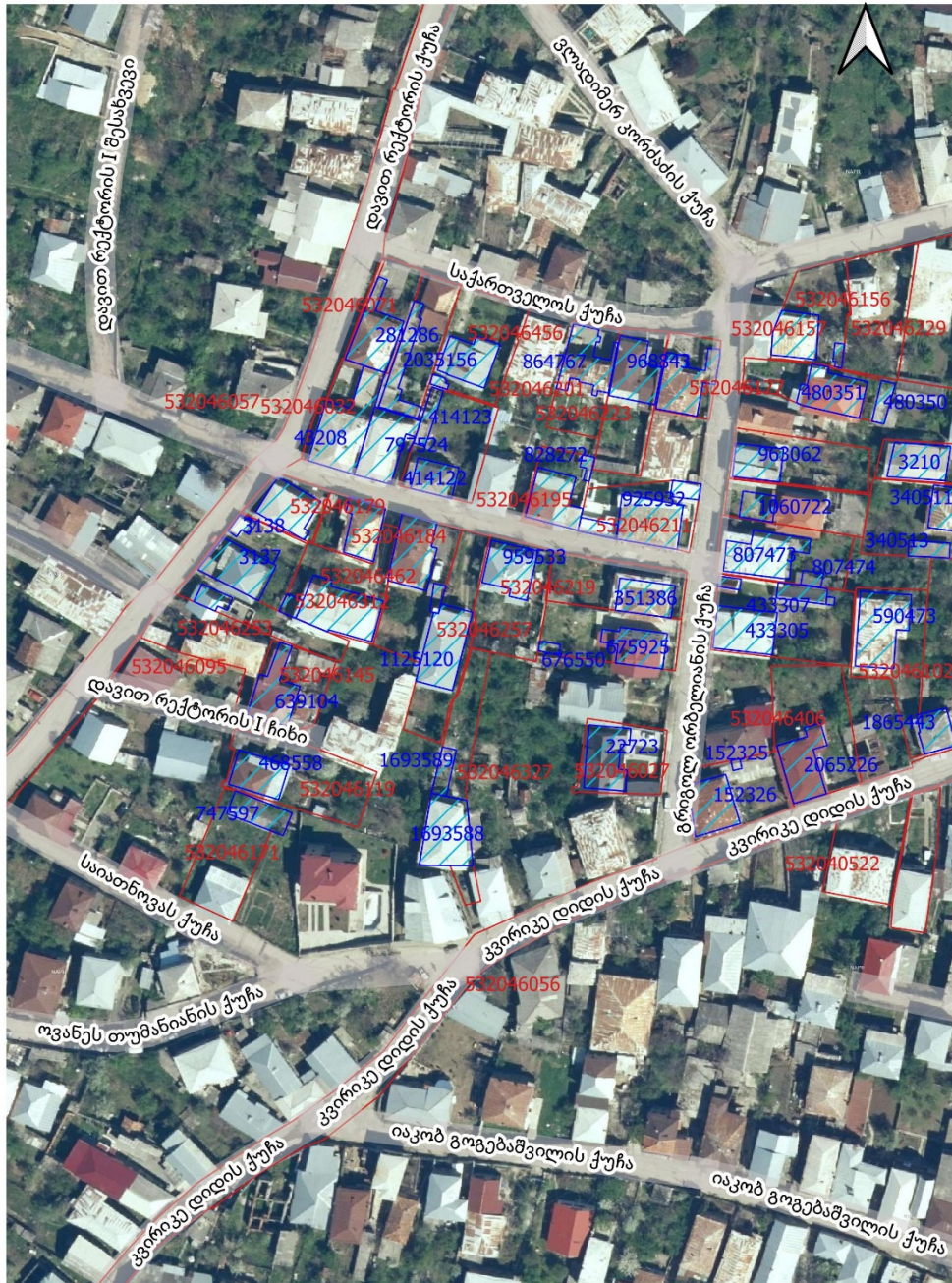
გარდა ძირითადი ობიექტებისა, საკადატრო რუკა შეიძლება შეიცავდეს დამატებით ინფორმაციას. ეს ინფორმაცია შეიძლება იყოს:

- ტოპოგრაფიის ძირითადი ელემენტები;
- კომუნიკაციები;
- მცენარეული საფარი;
- წყლით დაფარული ტერიტორიები;
- ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული საზღვრები;
- სპეციალური სიმბოლოების პუნსონები;
- ფიქსირებული (მყარი) ნერტილები/რეპერები;
- და სხვა.

ასეთი რუკა უკვე მრავალფუნქციური დანიშნულებისაა, მაგალითად:



მრავალფუნქციური საკადასტრო რუკა



მასშტაბი 1:1000

სურ. 13.7. ჰიბრიდული (რასტრული და ვექტორული)





საკადასტრო ინფორმაციის შექმნის პროცესი ითვალისწინებს შემდეგს:

სამიზნე ტერიტორიაზე შესაბამისი სივრცითი ინფორმაციის -- წერტილების, ხაზების, პოლიგონების -- მოგროვებას (აზომვას);

აზომილი ობიექტების კლასიფიცირებას (ნაკვეთის და შენობის საზღვრების დადგენას);

დაფიქსირებული ობიექტების მესაკუთრის /მესაკუთრეების დადგენას;

შექმნილი ინფორმაციის ჩანერას შესაბამის კომპიუტერულ საცავში.

შედეგად მიიღება მონაცემთა ნაკრები, რომელიც იძლევა საშუალებას, განისაზღვროს აღწერილ ტერიტორიაზე განლაგებული ობიექტების იურიდიული სტატუსი. რაც უფრო სრულყოფილია ეს მონაცემები, ანუ მაქსიმალურად სრულად არის დაფარული ტერიტორია, მით უფრო ფართოა ასეთი ინფორმაციის გამოყენების სფერო. მაგალითად, გარდა საკუთრების ულებების დადგენისა, ის გამოსადეგია სხვადასხვა სახის ანალიტიკურ პროცესებში, დაპროექტება/დაგეგმარებაში, მიწის გამოყენების შეფასებაში და სხვ.

საქართველოს კადასტრის დეტალური ინფორმაცია შეგიძლიათ იხილოთ შემდეგ ბმულებზე:

<http://napr.gov.ge>

<http://maps.napr.gov.ge>

ზოგადი ინფორმაციისთვის იხილეთ:

[https://www.fig.net/organisation/perm/hsm/history\\_of/cadastre.asp](https://www.fig.net/organisation/perm/hsm/history_of/cadastre.asp)

### არჩევნების გეოგრაფია

ძალზე ეფექტურია გის-ის გამოყენება სხვადასხვა სახის სოციალურ და პოლიტიკურ პროცესებზე დაკვირვებისას.

მაგალითად, მსოფლიოში დამკვიდრებულია გეოგრაფიული ვიზუალიზაციის გზით სხვადასხვა სახის არჩევნების შედეგების ანალიზის პრაქტიკა. ეს პრაქტიკა საქართველოში პირველად იქნა გამოყენებული 2000-იანი წლების დასაწყისში თსუ-ს საზოგადოებრივი გეოგრაფიის კათედრის მიერ ნაციონალური დემოკრატიის ინსტიტუტის ([NDI Georgia – National Democratic Institute](#)) მხარდაჭერით და გრძელდება დღესაც.

პროექტის განხორციელებისათვის აუცილებელი იყო მრავალგვარი გეოგრაფიული და სტატისტიკური ინფორმაციის მოპოვება ან/და შექმნა მთელ საქართველოს მასშტაბით. ეს შეიძლება ასე ჩამოვაცალიბოთ:

საქართველოს ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული ერთეულების გეოგრაფიული ინფორმაცია;

საარჩევნო ოლქებისა და უბნების გეოგრაფიული ინფორმაცია;

ოლქებსა და უბნებზე რეგისტრირებულ ამომრჩეველთა რაოდენობა;

რეგისტრირებული პოლიტიკური სუბიექტები;

არჩევნების პროცესში მონაწილეთა რაოდენობა;

თითოეული პოლიტიკური ობიექტის მიერ მიღებულ ხმათა რაოდენობა.

მონაცემთა წყაროებია: საქართველოს საარჩევნო ადმინისტრაცია (ცესკო), საჯარო რეგისტრის ეროვნული სააგენტო. ინფორმაციის დიდი ნაწილი მოგროვდა ფაკულტეტის სტუდენტების მიერ.

სისტემა მოიცავს შემდეგ რუკებს:

ამომრჩეველთა რაოდენობა საქართველოს ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული ერთეულების მიხედვით;

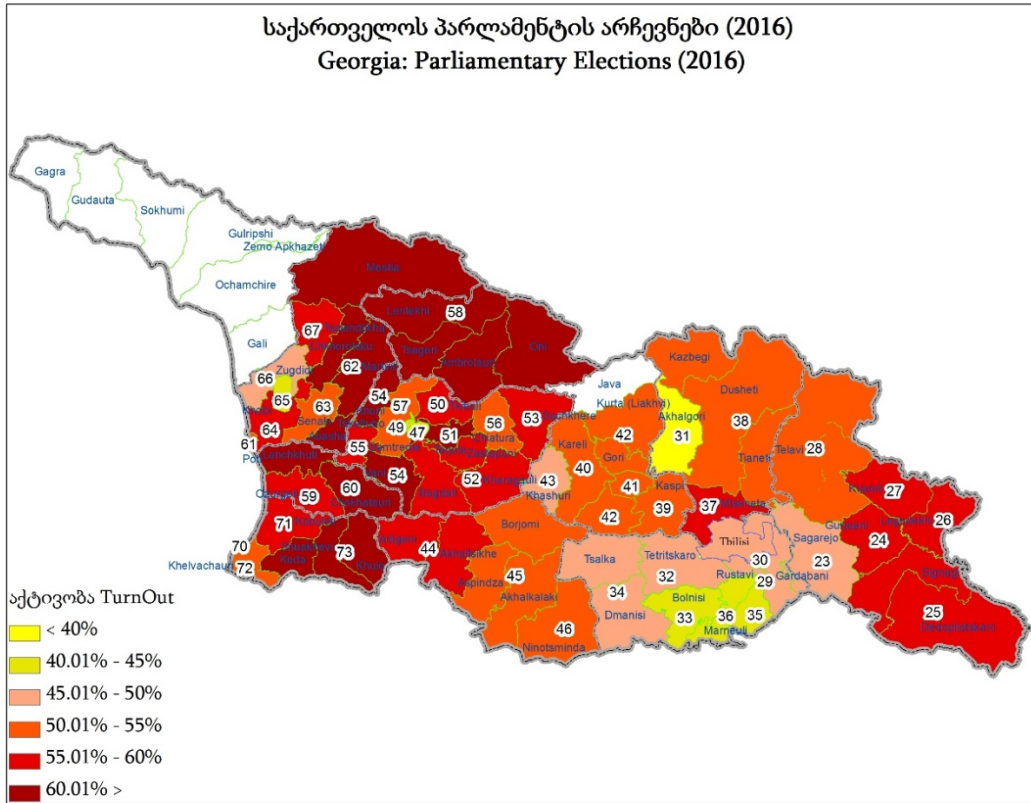
ამომრჩეველთა აქტივობა საარჩევნო ოლქებისა და უბნების მიხედვით;

თითოეული პოლიტიკური სუბიექტის მიერ მიღებულ ხმათა რაოდენობა საარჩევნო ოლქებისა და უბნების მიხედვით.

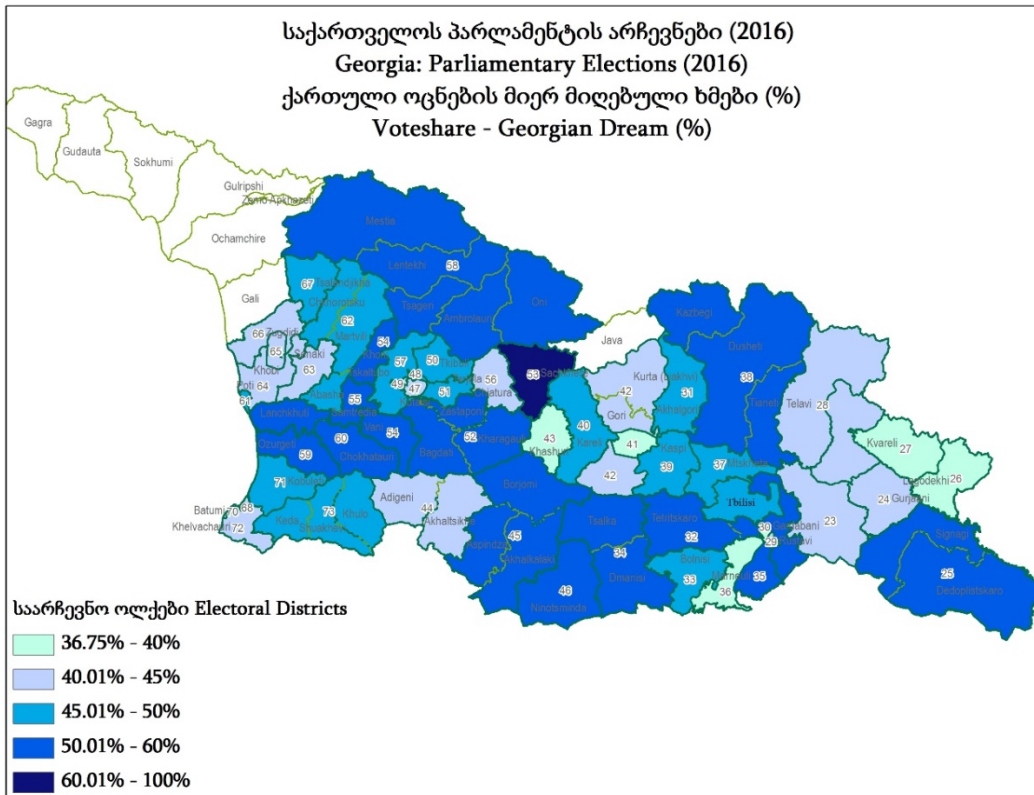
მაგალითად, 2016 წლის არჩევნების გეოგრაფიული ვიზუალიზაცია შეიძლება ასე გამოვსახოთ:



სურ. 13.9. საარჩევნო ოლქები



სურ. 13.10. აქტივობის მაჩვენებლები



სურ. 13.11. მიღებული ხმების რაოდენობის ასახვა



დეტალური ინფორმაციის ბმულები:

[http://press.tsu.ge/data/image\\_db\\_innova/socialur\\_politikuri/davit\\_sichinava.pdf](http://press.tsu.ge/data/image_db_innova/socialur_politikuri/davit_sichinava.pdf)

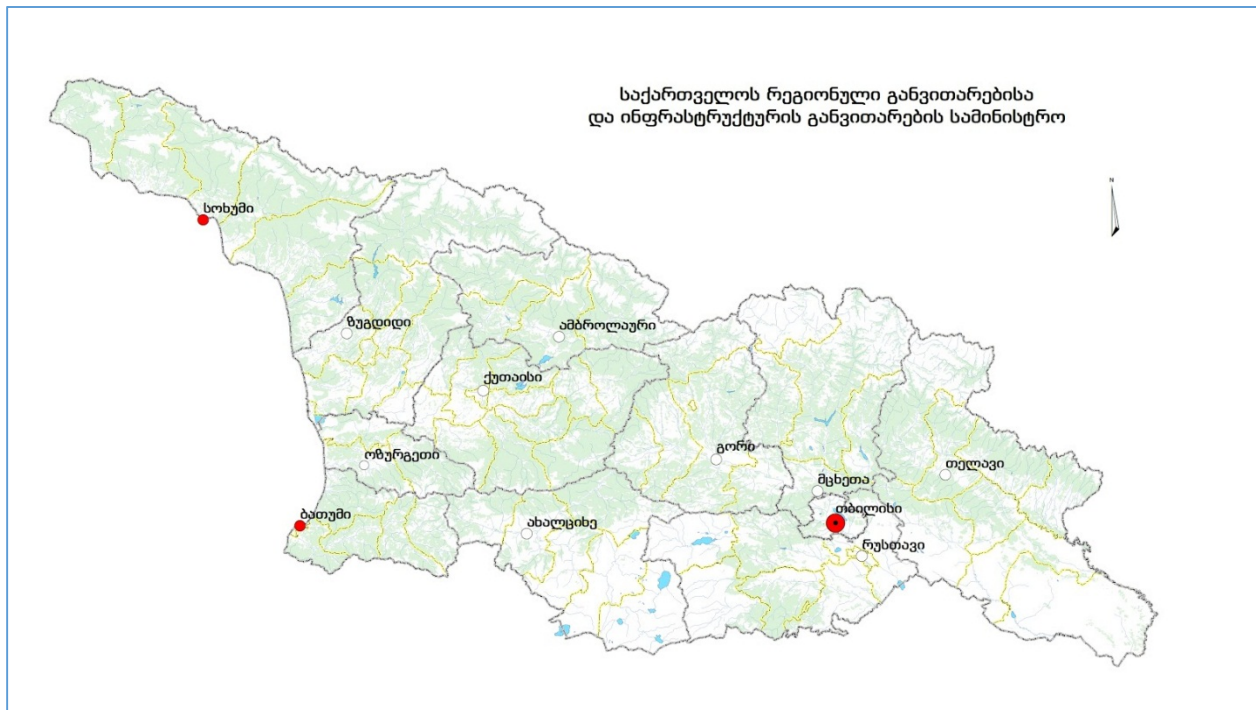
<http://sjss.tsu.ge/wp-content/uploads/2017/04/kvaracxelia-vashakidze1.pdf>

### საქართველოს დასახლებული პუნქტების წყალმომარაგების ერთიანი გეოინფორმაციული სისტემა

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სოციალურ და პოლიტიკურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების ლაბორატორიის ბაზაზე 2019 წელს საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის განვითარების სამინისტროსათვის შეიქმნა შიდა მოხმარების წყალმომარაგების ინფრასტრუქტურის ერთიანი გეოინფორმაციული მონაცემთა ბაზა და ელექტრონული რუკა. პროექტს ფინანსური მხარდაჭერა გაუწია გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოებამ (GIZ).

პროექტში ჩართულნი იყვნენ სოციალურ და პოლიტიკურ მეცნიერებათა და ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტების სტუდენტები და პროფესორ-მასწავლებლები.

საწყის ეტაპზე შეიქმნა საყრდენი რუკა, რომელიც ასე გამოიყურება:

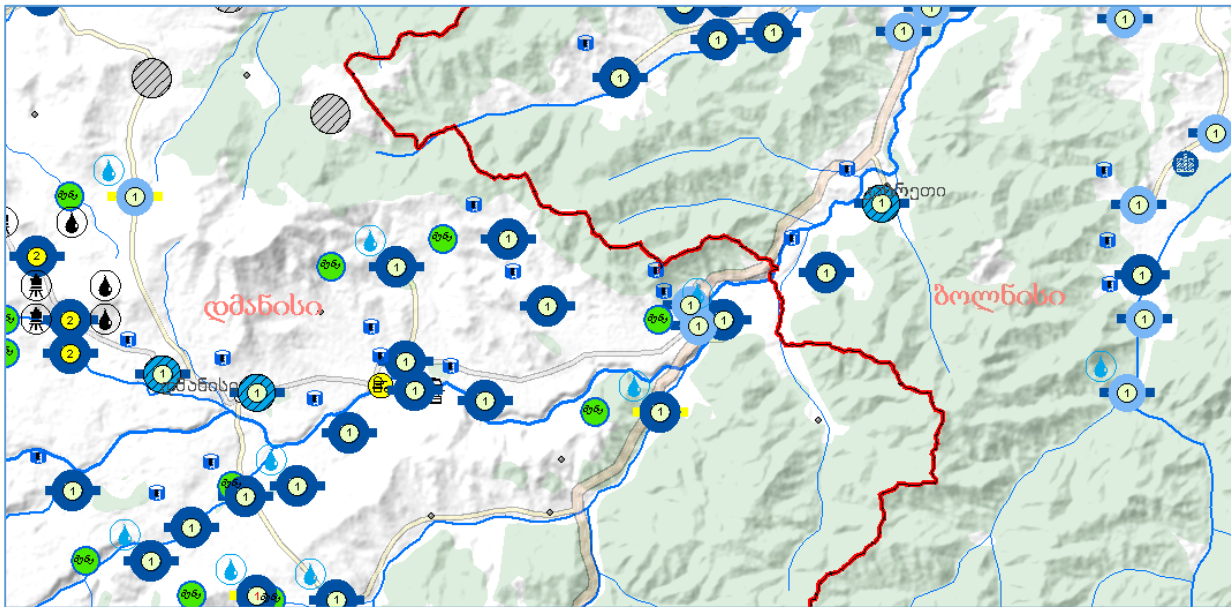


სურ. 13.12. საყრდენი რუკა

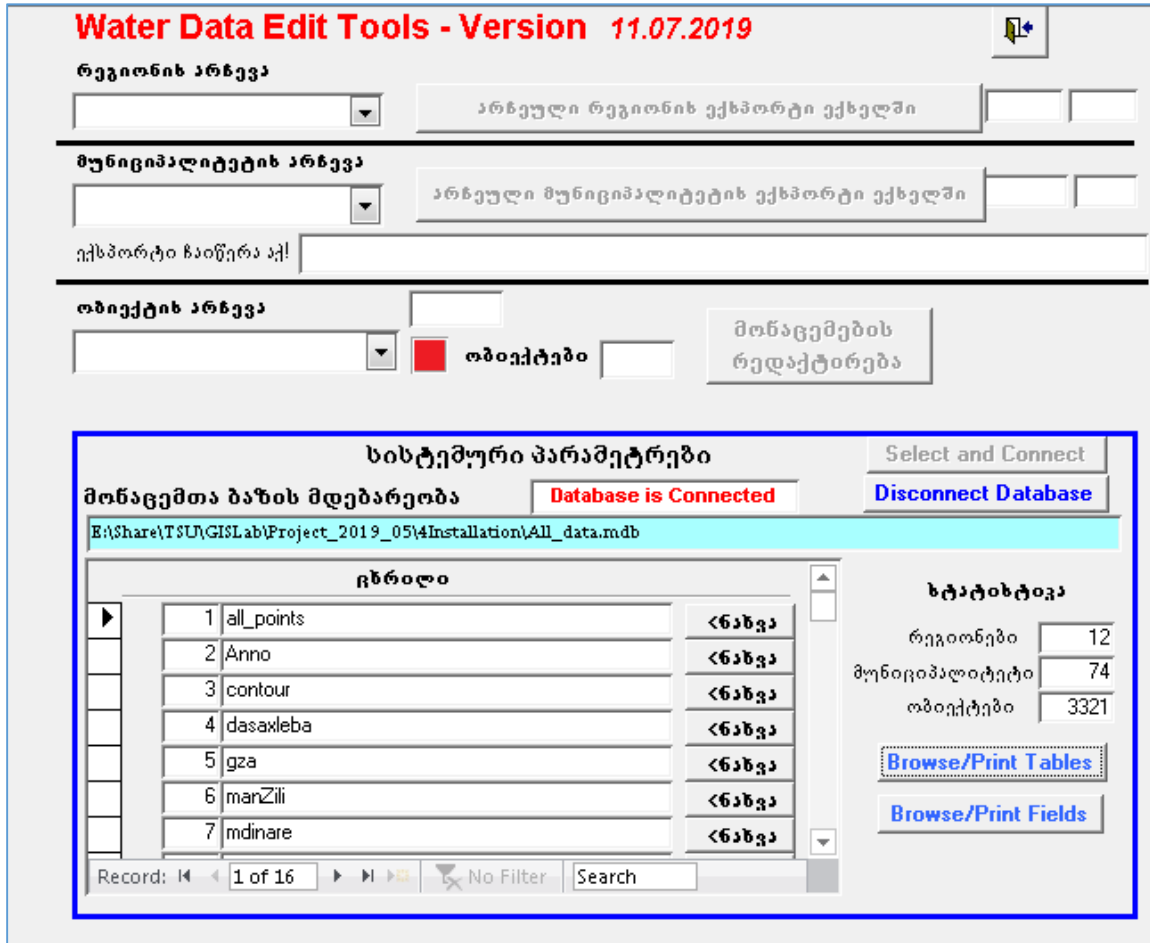


პროექტის პირველი ვერსია მოიცავდა 57 მუნიციპალიტეტის 3172 დასახლებულ პუნქტს. პირველ ეტაპზე სამინისტრომ შეაგროვა სტრუქტურირებული მონაცემები ცალკეული დასახლებული პუნქტებისათვის.

დასახლებული პუნქტებისათვის შეიქმნა სტრუქტურირებულ გეომონაცემთა ბაზა და ელექტრონული რუკების სერია. რუკები აიგო დასახლებული პუნქტების წყალმომარაგებასთან, წყალმომარაგების სათავე ნაგებობებთან და წყალმომარაგების სისტემის ინფრასტრუქტურის სხვა დეტალებთან დაკავშირებული მონაცემებით. ერთიან გეომონაცემთა ბაზის არქიტექტურა და ფუნქციური შესაძლებლობები შეიქმნა სამინისტროს წინაშე მდგარი ამოცანების ოპერატიული გადაწყვეტილებების მისაღებად. შედეგად, სამინისტროს შესაძლებლობა გაუჩნდა, სრული სტატისტიკური მონაცემების გამოყენებით, დროის მცირე მონაკვეთში მიელო წყალმომარაგების საკითხებთან დაკავშირებული გადაწყვეტილებები სხვადასხვა დონეზე, ქვეყნის რეგიონალური, მუნიციპალური ან/და ცალკეული დასახლებული პუნქტების მასშტაბით.



სურ. 13.13. წყალმომარაგების რუკა, ფრაგმენტი



სურ. 13.14. მომხმარებლის (ოპერატორის) მენიუ

სისტემა გათვლილია ორი ტიპის მომხმარებელზე – ანალიტიკოსსა და ოპერატორზე. ოპერატორის (ან ოპერატორების) მოვალეობაა, მოიძიოს მიმდინარე ინფორმაცია, განა-ახლოს ის ან/და შეიტანოს ახალი ინფორმაცია. ყველაფერი აისახება ანალიტიკოსის კომპიუ-ტერზე გამოსახულ რუკაზე, რაც მას აძლევს საშუალებას, მიიღოს ოპერატიული გადა-წყვეტილება სხვადასხვა ღონისძიებათა ჩასატარებლად.

სამომავლოდ, მთელი საქართველოს დაფარვის მიზნით, დაგეგმილია სისტემის მონაცემთა ბაზის გაზრდა.

განხილული მაგალითები მხოლოდ ნაწილობრივ ასახავს იმ სფეროებს, სადაც დღეისათვის გის გამოიყენება. როგორც წინა თავებში იყო აღნიშნული, გის-ის მთავარი მახასიათებელია კარტოგრაფიული ობიექტების (მაგალითად, ობიექტებისა, რომლებსაც აქვთ ფორმა და ად-გილმდებარეობა) ასოცირება ამ ობიექტებთან დაკავშირებული აღწერითი, ატრიბუტული ინ-ფორმაციისა და მათი თვისებების ვიზუალიზაციის შესაძლებლობით. მნიშვნელოვანია ის, რომ გის გამოსაღვია არა მარტო გეოგრაფულ, არამედ ტექნიკურ, დემოგრაფიულ, სტატისტიკურ და სხვა ტიპის მონაცემებზე დასაკვირვებლად და მათ გასაანალიზებლად.

## თავი 13.

### გის-ის გამოყენების ხელშემწყობი გარემო/წყაროები

ჩვენ უკვე განვიხილეთ გის-ის გამოყენების რამდენიმე ასპექტი. ახლა აუცილებელია, შევაჯამოთ და ჩამოვყალიბოთ ძირითადი მოთხოვნები გის-ის საშუალებით სხვადასხვა სახის შედეგების მისაღებად. ეს შეიძლება ასე ჩამოყალიბდეს:

**მონაცემების მოპოვება:** არ არის მონაცემები – არ არის არც გის. ვინაიდან სახელმძღვანელოში ჩვენ ვსარგებლობთ მხოლოდ უკვე არსებული მონაცემებით, აუცილებელია, პირველ რიგში, დავადგინოთ მონაცემთა წყაროები;

**მონაცემთა მართვა და ხარისხი:** უნდა არსებობდეს მონაცემთა მართვის (ცვლილება-დამატების) შესაძლებლობები. დეტალურად უნდა შეფასდეს მონაცემთა აქტუალურობა მეთამონაცემებში მოყვანილი ინფორმაციის მეშვეობით;

**ანალიზის უზრუნველყოფა:** დასვით შეკითხვა – რა ფუნქციების განხორციელება არის შესაძლებელი მოპოვებული მონაცემების საშუალებით? მიღებული პასუხი გამოდგება თქვენ წინაშე არსებული ამოცანის ფუნქციონალური შესაძლებლობების აღსაწერად;

**ვიზუალიზაცია:** კარტოგრაფიული სტანდარტების დაცვა და ინტერაქტიული შესაძლებლობები.

#### ზოგადი რეკომენდაციები:

გაითვალისწინეთ, რომ რეკომენდაციები არ არის მოცემული რაიმე კონკრეტული თანმიმდევრობით. ავტორების აზრით, ჩამონათვალში თავმოყრილია ის ძირითადი საკითხები, რომლებიც უნდა განიხილებოდეს გის-ის გამოყენების დაწყებამდე.

- გის-ის კონკრეტული ამოცანისთვის განსაზღვრეთ პროექტის ზოგადი მიზნები და სივრცითი/დროითი პარამეტრები;
- ყურადღება მიაქციეთ სივრცით და დროით პარამეტრებს, რომლებიც საჭიროა პროექტის თითოეული კომპონენტისთვის;
- დაკვირვებით შეისწავლეთ პროგრამული უზრუნველყოფის სხვადასხვა შესაძლებლობები, სანამ საბოლოოდ აირჩევთ რომელიმეს. გახსოვდეთ, რომ პროექტის შესრულების პროცესში შეიძლება მოგინიოთ სხვა პარტნიორებთან თანამშრომლობა;
- დაგჭირდებათ მონაცემთა საჭიროებისა და წყაროების, ასევე განსახორციელებელი პროექტისათვის არსებული ნებისმიერი შესაძლო ბარიერის/პრობლემის დადგენა;
- ეძებეთ პრაქტიკოსი პარტნიორები როგორც თქვენი პროექტის სფეროში, ასევე მიჯნავე სფეროებში;
- ნათლად განსაზღვრეთ პროექტის ძირითადი დაინტერესებული მხარეები;

- გაითვალისწინეთ პროექტის მასშტაბი, სტრუქტურა, პერსონალისა და გამოთვლითი საჭიროებების თვალსაზრისით;
- გაითვალისწინეთ პროექტისთვის საჭირო სხვადასხვა ექსპერტიზა და ტრენინგი;
- დარწმუნდით, რომ გის-ის ჯგუფის წევრებს აქვთ მყარი საფუძველი და ისინი კარგად ერკვევიან არსებულ ამოცანასთან დაკავშირებულ საკითხებში;
- დაიწყეთ საკმაოდ მარტივი პროექტებით, მაგალითად, აირჩიეთ მცირე არეალი და შეზღუდული თემატური გაშუქება;
- განსაზღვრეთ პროექტის შესასრულებლად საჭირო მკაცრი ვადები;
- თუ შესაძლებელია, დარწმუნდით, რომ პროექტის ხელმძღვანელი კომპეტენტურია და უფლებამოსილია, მიიღოს შესაბამისი გადაწყვეტილებები.

### საინტერესო/საჭირო ბმულები:

QGIS-ის ინსტალაციის საიტი:

<https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>

QGIS-ის დეტალური დოკუმენტაცია:

[https://docs.qgis.org/2.14/en/docs/training\\_manual/](https://docs.qgis.org/2.14/en/docs/training_manual/)

<https://freegistutorial.com/qgis-tutorial-beginners/>

საქსტატის შედეგების ოფიციალური საიტი:

<http://census.ge>

მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემა PostgreSQL-ის საინსტალაციო საიტი:

<https://www.postgresql.org/download/>

ჰუმანიტარულ მონაცემთა გაცვლის პორტალი:

<https://data.humdata.org/>

გის-ის მონაცემთა წყაროების ჩამონათვალი:

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_GIS\\_data\\_sources](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_GIS_data_sources)

გის-ის მონაცემთა 10 უფასო წყარო:

<https://gisgeography.com/best-free-gis-data-sources-raster-vector/>

რუკები და გის-ის მონაცემები:

<https://qadm.org/>

15 უფასო გის მონაცემები:

<https://monde-geospatial.com/top-15-free-gis-data-sources-you-will-ever-need/>

გის-ის მონაცემები, ქვეყნების მიხედვით, შეიპფორმატში:

<http://www.diva-gis.org/gdata>

Open Street Maps (OSM) მონაცემთა ძიება და ჩამოტვირთვა QGIS-ის გარემოში:

[https://www.qgistutorials.com/en/docs/downloading\\_osm\\_data.html](https://www.qgistutorials.com/en/docs/downloading_osm_data.html)

სივრცითი მონაცემების ანალიზი QGIS-ის გამოყენებით:

<https://peerj.com/preprints/2204.pdf>

გის-ის მონაცემების გამოყენების 20 საშუალება ბიზნესსა და ყოველდღიურ ცხოვრებაში:

<https://nobelsystemsblog.com/gis-data-business/>

### პრაქტიკული დავალებები/სავარჯიშოები:

- გადმონერეთ ფაილები შეიპ ან/და GML ფორმატში თანდართული ბმულიდან (დანართი);
- შექმენით Postgres/PostGIS მონაცემთა ბაზა და ჩატვირთეთ გადმონერილი ფაილები მონაცემთა ბაზაში (სურვილისამებრ);
- გახსენით QGIS ახალი პროექტი და ჩატვირთეთ მიღებული ლეიერები რუკაზე;
- შეადგინეთ საყრდენი რუკა;
- გაანალიზეთ თითოეული ლეიერის ვიზუალური მხარე და ატრიბუტების შემცველობა.

### შეასრულეთ ზემოთ განხილული მაგალითის (თავი 4.) მსგავსად:

- აირჩიეთ ქვეყანა თანდართული ბმულებიდან და რუკის თემატიკა, რომლის კვლევა-საც გეგმავთ:

#### მაგალითად:

- ქვეყნის ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული დაყოფა;
- ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული ერთეულების სტატუსები;
- დასახლებები/ქალაქები მოსახლეობის ან/და სტატუსის მიხედვით;
- სატრანსპორტო ქსელი;
- ჰიდროგრაფია – წყლებით დაფარული ტერიტორიები;
- ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული ერთეულების მოსახლეობის სიმჭიდროვე;
- ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული ერთეულების ეკონომიკური მაჩვენებლები;
- ტოპოგრაფიული რუკა;
- მახასიათებლების რუკა (მაგალითად, ტემპერატურული, ნალექიანობის, ქარის და ა.შ.);
- სხვადასხვა ობიექტის (მაგალითად, განათლების, კულტურის, კვების, ვაჭრობის ობიექტთა, მოსახლეობის (ტურისტულ) ადგილთა და ა.შ.) განლაგების რუკა;
- სოფლის მეურნეობის ასპექტების რუკა;
- ისტორიულ-ქრონოლოგიური რუკა.



დანართი: მონაცემთა ნაკრები მაგალითებისა და დავალებებისათვის (ბმული):

[https://drive.google.com/drive/folders/14Vi7gXK3Hk2LOtfQ8QTwsh12Mkv\\_5J1w?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/14Vi7gXK3Hk2LOtfQ8QTwsh12Mkv_5J1w?usp=sharing)

გამოყენებული ლიტერატურა (მოყვანილია უფასოდ ხელმისაწვდომი წყაროები):

ვ. ჩხაიძე, ი. სალუქვაძე – ლექციათა კურსი „ინფორმაციული ტექნოლოგიები გეოგრაფიაში“, ონლაინრიდერი

[https://www.tsu.ge/data/file\\_db/faculty\\_social\\_political/GIS%20Lectures\\_rev3\\_Sylf%20\(2\).pdf](https://www.tsu.ge/data/file_db/faculty_social_political/GIS%20Lectures_rev3_Sylf%20(2).pdf)

ვ. ჩხაიძე, ი. სალუქვაძე – „პირველი რუკა – როგორ შევქმნათ QGIS-ის გამოყენებით“ (ფაკულტეტის ციფრული ბიბლიოთეკა)

[https://www.tsu.ge/data/file\\_db/faculty\\_social\\_political/HowMakeMaps\\_QGIS.pdf](https://www.tsu.ge/data/file_db/faculty_social_political/HowMakeMaps_QGIS.pdf)

Getting to know ArcGis Desktop, ESRI Press, 380 New York Street, Redlands, California, 2009, ხელმისაწვდომია კათედრის ბიბლიოთეკაში

Steven J. Steinberg, Sheila L. Steinberg. (2006). *Geographic Information Systems for the Social Sciences, Investigating Space and Place*, SAGE Publications, ISBN 0-7619-2872-3

<https://methods.sagepub.com/book/geographic-information-systems-for-the-social-sciences>

Using Geographic Information Systems (GIS)

<https://www.nwcg.gov/publications/pms437/mapping/using-gis>

Introduction to Coordinate Systems / Spatial Reference Systems

[http://gis.humboldt.edu/OLM/Lessons/GIS/03%20Projections/IntroductionToCoordinateSystems\\_1.html](http://gis.humboldt.edu/OLM/Lessons/GIS/03%20Projections/IntroductionToCoordinateSystems_1.html)

**რედაქტორი და**  
**გამოცემის მენეჯერი** მარია ერქომაიშვილი  
**დამკაბადონებელი** ნინო ვარციშვილი

0179, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზირი 14

14, Iliа Tchavtchavadze Ave., Tbilisi 0179

Tel 995(32) 2 25 14 32

[www.tsu.ge/ka/publishing-house](http://www.tsu.ge/ka/publishing-house)