სივრცითი მონაცემების კარტოგრაფიული პლატფორმის კონცეფცია

ლევან ნაცვლიშვილი
E-mail: natsvlishv25319@alumni.itc.nl

მიღებულია 17.11.2022

აბსტრაქტი. *თანამედროვე სამეცნიერო კვლევები სულ უფრო მეტად ეყრდნობა გეოინფორმაციულ სისტემებს და სივრცით მონაცემებს. თუმცა, მკვლევრების მიერ შექმნილი გეოსივრცითი მონაცემები ხშირ შემთხვევაში რჩება ინსტიტუციურ ჩაკეტილობაში - არ ინახება სათანადოდ, არ ექვემდებარება გაზიარებას და ხელმიუწვდომელია სხვა მკვლევრებისა თუ სტუდენტებისთვის. ეს პრობლემა განსაკუთრებით მწვავეა განვითარებად ქვეყნებში, მათ შორის საქართველოში, სადაც სივრცითი მონაცემების სისტემატიზაციისა და გაზიარების კულტურა ჯერ კიდევ ჩამოყალიბების პროცესშია.*

პრობლემიდან გამომდინარე, მიზნად დავისახეთ, ნაშრომის ფარგლებში ტვენტეს უნივერსიტეტის SDIlight მიდგომის გათვალისწინებით შეგვექმნა ღია წყაროს პროგრამებზე დაფუძნებული სივრცითი მონაცემების კარტოგრაფიული პლატფორმა.

მეცნიერების ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ასპექტი გამეორებადობაა - ფუნქცია რომელიც მკვლევრებს მონაცემების, მეთოდების განმეორებით გამოყენების და შემოწმების საშუალებას აძლევს. სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურა კვლევის შედეგების და სივრცითი მონაცემების გაზიარების საფუძველს წარმოადგენს, რაც მკვლევარებს, ორგანიზაციებს და გადაწყვეტილების მიმღებ პირებს საშუალებას აძლევს ეფექტურად შეაგროვონ, დაამუშავონ, გააანალიზონ და გაავრცელონ გეოსივრცული ინფორმაცია საერთო სტანდარტებისა და პროტოკოლების გამოყენებით.

ძირითადი საძიებო სიტყვები: *ღია კოდის პლატფორმები, სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურა, დაინტერესებული მხარეები, სივრცითი ანალიზი, PostGis.*

1. შესავალი

თანამედროვე კვლევებში სივრცით მონაცემებს მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია. ახალი მონაცემების შექმნა დაკავშირებულია ძვირადღირებულ ტექნოლოგიებთან და, როგორც წესი, დიდ დროს და ინტელექტუალურ რესურსს მოითხოვს. გეოსივრცითი მონაცემები ფართოდ გამოიყენება სამეცნიერო კვლევებში, მაგრამ მკვლევრების მიერ შექმნილი გეოსივრცითი მონაცემები იშვიათად არის ხელმისაწვდომი და გამოსადეგი გამოყენებისთვის, მაგალითად, საგანმანათლებლო მიზნებისთვის ან პროექტის დასრულების შემდგომი კვლევებისთვის (Köbben, Rolf and Foerster 2010). პრობლემიდან გამომდინარე, კვლევის ამოცანაა SDI მოდელის განსაზღვრა საქართველოს აკადემიური დაწესებულებებისთვის სხვა მკვლევრების მიერ შექმნილი უკვე არსებული მონაცემების ხელმისაწვდომობის და მათი გამოყენების შესაძლებლობის გაფართოების მიზნით.

სამაგიდე კვლევის ფარგლებში შევისწავლეთ SDI-ის გამოყენების საუკეთესო გამოცდილება ევროპის ზოგიერთ წამყვან უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებაში, რომლის საფუძველზე განვსაზღვრეთ აკადემიური SDI კვლევებისა და სწავლებისთვის.

კვლევა მიზნად ისახავს სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურის ოპტიმალური მოდელის განსაზღვრას ქართული აკადემიური დაწესებულებებისთვის და ამ მოდელის საფუძველზე აკადემიური სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურის გეოპორტალის შექმნას, სამეცნიერო-საგანმანათლებლო მიზნებისთვის.

ჩვენ მიერ შემუშავებული ოპტიმალური აკადემიური SDI-ს მოდელი საქართველოს აკადემიური დაწესებულებებისთვის შეგვიძლია განვიხილოთ ასევე, როგორც GIS ტექნოლოგიების ოპტიმიზაცია. რადგან ის წყვეტს ისეთ ამოცანებს, რისიც - GIS-ს არ შეუძლია, კერძოდ მონაცემების სისტემატიზაცია, გაზიარება და სამძებრო სისტემების ორგანიზება. ის მკვლევარების მიერ შექმნილი მონაცემების განმეორებით გამოყენებას უწყობს ხელს და ზოგავს დროს და ფინანსურ რესურსს მონაცემების ერთობლივი გამოყენების ხარჯზე.

თანამედროვე პირობებში სამეცნიერო კვლევები მჭიდროდ არის დაკავშირებული გეოინფორმაციული სისტემების (GIS) გამოყენებასთან და სხვადასხვა სახის სივრცითი რესურსების დაგროვებასთან, როგორიცაა რასტრული, ვექტორული და ატრიბუტული მონაცემები. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ეს პროცესი ლოკალური დონის კვლევებში, როცა ხდება პირველადი სივრცითი მონაცემების შეგროვება გეოგრაფიულ ობიექტებზე და ამ მონაცემებზე დაყრდნობით წარმოებული ინფორმაციის ფორმირება. სისტემატიზაციისთვის და სამძებრო პროცესების ორგანიზებისთვის, გეოგრაფიული მონაცემების მიღება–გაზიარებისთვის GIS საშუალებები არასაკმარისია – აუცილებელია სპეციალური ლოკალური სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურის შექმნა (Nebert 2008). გარდა ამისა, აუცილებელია განსაკუთრებული მიდგომა ისეთი სისტემის შექმნისთვის, რომელიც ორიენტირებული იქნება სამეცნიერო–კვლევითი და საგანმანათლებლო ამოცანების ინფორმაციით უზრუნველყოფაზე (Coetzee, et al. 2017).

GIS-ის განვითარების ეპოქად მიიჩნევა გასული საუკუნის 60–ანი წლების დასაწყისი და 90–ანი წლების შუა პერიოდი. ეს არის კარტოგრაფიაში ციფრული ტექნოლოგიების გამოჩენის პერიოდი, დიდი მოცულობის ციფრული, სივრცითი მონაცემების დაგროვების და სხვადასხვა დანიშნულების გეოსაინფორმაციო სისტემების შექმნის პერიოდი (Nebert 2008).

ამ მონაცემების მასიური გამოყენება შეუძლებელი აღმოჩნდა მთელი რიგი პრობლემების გამო:

- ინფორმაციის თავმოყრა გარკვეულ ორგანიზაციებში და გარე მომხმარებლებისათვის ხელმიუწვდომლობა;
- ძებნის და აუცილებელი ინფორმაციის შეგროვების მექანიზმების არარსებობა;
- სივრცით მონაცემებზე სტანდარტების არარსებობა, რასაც მივყავართ მათ არათავსებადობამდე;
- ინფორმაციის გამოყენებაზე შეზღუდვები (გასაიდუმლოება).

ეს პრობლემები განაპირობებს დროის არსებით დანაკარგებს იმ აუცილებელი ინფორმაციის ძებნაზე, რომელიც გარკვეულწილად წარმოადგენს მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებების მიღების საფუძველს. ასევე იწვევს სივრცითი მონაცემების

შექმნაზე გაწეული სამუშაოს დუბლირებას. 90-იან წლებში გააცნობიერეს არსებული პრობლემების გადალახვის აუცილებლობა, რამაც მიგვიყვანა სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურის შექმნის იდეამდე და გეოინფორმატიკაში ახალი ეპოქის დაწყებამდე.

გასათვალისწინებელია, რომ ინფორმაცია ძვირადღირებული რესურსია. ამ მიზეზით, შესაფერისი ინფორმაცია და ამ ინფორმაციის სრულფასოვნად გამოყენების რესურსები, შესაძლებელია არ იყოს ყოველთვის ადვილად ხელმისაწვდომი. კერძოდ, განვითარებად ქვეყნებში მრავალი ეროვნული, რეგიონული და საერთაშორისო პროგრამა თუ პროექტი მიმართულია იმაზე, რომ სრულყოს არსებული სივრცითი მონაცემების ხელმისაწვდომობა, ხელი შეუწყოს მის მრავალჯერად გამოყენებას და დამატებითი ინვესტიციებით უზრუნველყოს სივრცითი მონაცემების თავმოყრა და შედეგების მართვა მუდმივმზარდი სივრცითი ინფორმაციის ფონდში (Nebert 2008).

ტერმინი, "სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურა" შემოთავაზებული იქნა ამერიკის შეერთებული შტატების ეროვნული სამეცნიერო საზოგადოების მიერ 1993 წელს. საკვანძო სიტყვა, "ინფრასტრუქტურა" ძალიან წარმატებულად გამოხატავს იმ იდეის არსს, რომ გეოსივრცითი მონაცემები უნდა გადაიქცეს ინფრასტრუქტურად, ისევე ხელმისაწვდომად ყველასთვის, როგორიცაა მაგალითად, ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურა. ტერმინი, "სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურა", ხშირად გამოიყენება იმ ტექნოლოგიების, პოლიტიკისა და სტანდარტების ნაკრების აღსანიშნავად, რომელიც ხელს უწყობს სივრცითი მონაცემების არსებობას და მასზე წვდომას. ის უზრუნველყოფს სივრცითი მონაცემების აღმოჩენის, შეფასებისა და გამოყენების საფუძველს მომხმარებლებსა და მიმწოდებლებისათვის.

SDI - საზოგადოების სხვადასხვა დონის დაინტერესებულ მხარეთა შორის გეოსივრცითი მონაცემების და სერვისების გაცვლის გამარტივების და კოორდინაციის განვითარებადი კონცეფციაა.

აკადემიური SDI-ის მიზანი, როლი, მასშტაბები და პოტენციური გამოყენებით დაინტერესებული მხარეები აღწერილია SDI-ის ფორმალური მოდელის საფუძველზე, რომელიც შემუშავდა SDI კომისიის და საერთაშორისო კარტოგრაფიული საზოგადოების (Interational Cartographic Association - ICA) სტანდარტებით. შედეგები ხელს შეუწყობს უმაღლეს დაწესებულებებსა და სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებში SDI-ის დანერგვის თანამედროვე მდგომარეობის გააზრებას, იმის გაანალიზებას, რით გამოირჩევა აკადემიური SDI და, ასევე, ვინ შეიძლება იყოს კვლევითი და საგანმანათლებლო SDI-ის მომხმარებელი.

სახელმწიფო დონის SDI ამარტივებს ყველასთვის ხელმისაწვდომი გეოსივრცითი მონაცემების გაცვლას ქვეყნის შიგნით. ანალოგიურად, რეგიონალური და სამხარეო SDI ინფორმაციის გაცვლის საშუალებას იძლევა სხვადასხვა ადმინისტრაციულ დონეზე. ამ მხრივ, განსხვავებული მდგომარეობაა განათლებისა და მეცნიერების სფეროში. წიგნების და ჟურნალების მსგავსად, გეოსივრცითი მონაცემები ფართოდ გამოიყენება კვლევებში, მაგრამ მკვლევრების მიერ შექმნილი გეოსივრცითი მონაცემები იშვიათად გადაეცემა სხვა პირებს ან ინახება სათანადოდ და ამიტომ იშვიათად რეგისტრირდება მონაცემთა სპეციალიზებულ კატალოგებში.

SDI და მასთან დაკავშირებული გეოსივრცითი მონაცემების კატალოგების დანერგვა უნივერსიტეტებში, სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებში, აუმჯობესებს გეოსივრცით მონაცემებზე წვდომას და მის განმეორებით გამოყენების პერსპექტივებს (Coetzee, et al. 2017). ჩნდება არსებული მონაცემების ახალ კვლევებში ან შემდგომი

კვლევისთვის გამოყენების შესაძლებლობა. ამასთანავე, კვლევის შედეგები ხელმისაწვდომი გახდება სპონსორებისა და საზოგადოებისათვის. მნიშვნელოვანია, რომ მეცნიერებს და მკვლევრებს აღარ მოუწევთ დროის და რესურსის ხარჯვა ერთიდაიგივე მონაცემების მოპოვებასა და ბაზების შექმნაზე.

2. კვლევის მეთოდოლოგია

პრობლემის აქტუალობიდან გამომდინარე კვლევის მიზნად დავისახეთ სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურის ოპტიმალური მოდელის განსაზღვრა ქართული აკადემიური დაწესებულებებისთვის და ამ მოდელის საფუძველზე აკადემიური სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურის (ASDI) გეოპორტალის შექმნა სამეცნიერო-საგანმანათლებლო მიზნებისთვის.

მიზნის მისაღწევად განვსაზღვრეთ კვლევის შემდეგი ეტაპები: (1) სამაგიდე კვლევის საფუძველზე შევისწავლეთ საერთაშორისო მოწინავე უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებების გამოცდილება და საუკეთესო პრაქტიკა. (2) განვსაზღვრეთ სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურის ოპტიმალური მოდელი ქართული აკადემიური დაწესებულებებისთვის და ამ მოდელის საფუძველზე შევქმენით აკადემიური სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურის გეოპორტალი სამეცნიერო-საგანმანათლებლო მიზნებისთვის.

2.1 SDI მოდელის კონცეფცია

კარტოგრაფიის საერთაშორისო ასოციაციის (ICA) კომისიამ SDI-სა და სტანდარტებზე შეიმუშავა SDI მოდელის კონცეფცია (Coetzee, et al. 2017). მოდელი აღწერს SDI-ს, რაც ნაჩვენებია ეტალონურ მოდელში Reference Model of Open Distributed Processing (RM-ODP) (ISO 1998). ეს მოდელი აღწერს SDI-ის ექვს დაინტერესებულ მხარეს (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. SDI დაინტერესებული მხარეები

დაინტერესებული მხარე	აღწერა
პოლიტიკოსი	განსაზღვრავს SDI-ის პოლიტიკას და პოლიტიკას ყველა დაინტერესებული მხარისათვის
მწარმოებელი	SDI მონაცემების და სერვისების მწარმოებელი
მიმწოდებელი	უზრუნველყოფს მონაცემების და სერვისების მიწოდებას SDI-ის ყველა მომხმარებლისთვის
ბროკერი	აკავშირებს მომხმარებლებს და მწარმოებლებს და ხელს უწყობს მათ შორის ხელშეკრულების დადებას
გადამყიდველი (VAR)	ამატებს გარკვეულ ფუნქციებს შექმნილ პროდუქტებს ან პროდუქტების ჯგუფს და ხელმისაწვდომს ხდის, როგორც ახალ პროდუქტს

საბოლოო მომხმარებელი	იყენებს SDI-ს დანიშნულების შესაბამისად

მისი გამოყენება შესაძლებელია მრავალ SDI -თან მიმართებაში.

2.2 SDIlight, როგორც ოპტიმალური მოდელი

ტვენტეს უნივერსიტეტის გეოინფორმატიკისა და დედამიწაზე დაკვირვების ფაკულტეტის (ITC) ერთ-ერთი მიზანია განვითარებადი ქვეყნების პოტენციალის ამაღლება და ინსტიტუციური განვითარება. გეოინფორმატიკის პროგრამაში ორ პრინციპს ექცევა ყურადღება: პირველი ეხება სივრცითი მონაცემების მიზანმიმართულ შექმნას და მათ გამოყენებას კომპიუტერულ სისტემებში; მეორე, კომპიუტერული სისტემების შექმნის მეთოდიკა, SDI კვანძების არქიტექტურის პროექტირება. ტერმინი, „სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურა" (SDI), ჩვეულებრივ, აღნიშნავს დიდ და რთულ სისტემებს, მაგრამ მისი პრინციპები შეიძლება გამოყენებული იქნას მარტივი და ეკონომიკურად ეფექტური ხერხებით. ამ მიდგომას უწოდებენ SDIlight და ის ITC სტუდენტების განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს. ITC–ში მუშაობენ და ქმნიან სისტემებს, პროგრამულ ბლოკებს ღია წყაროს კომპონენტების საფუძველზე. თავსებადობის მისაღწევად გამოიყენება „Open Geospatial Consortium"–ის ღია სტანდარტები. SDIlight მიდგომა ეფექტურად გამოიყენება კურსში GeoinformaticsMaster. ამ კურსის საკვანძო ნაწილია პროგრამების შემუშავება კონკრეტული შემთხვევის შესასწავლად, რომლის ფარგლებშიც სტუდენტები იყენებენ ცოდნას „რეალური სამყაროს" პროექტში და სადაც განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა გეოინფორმაციული ინჟინერიის გამოცდილების გამოყენებას. ფასდება SDIlight კონცეფციის გამოყენების ეფექტურობა გეოინფორმატიკის სამაგისტრო კურსის სწავლებისას და ხდება მეთოდოლოგიის უფრო ფართო გამოყენებაც (Köbben, Rolf and Foerster 2010).

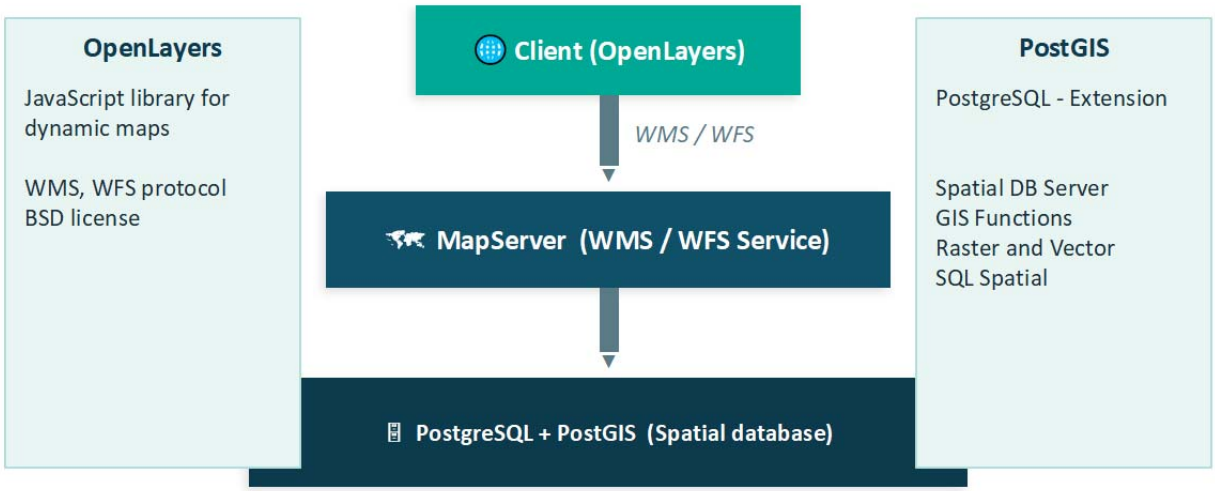
2.3 SDI კვანძის პროექტირება ღია წყაროს პროგრამული უზრუნველყოფის მაგალითზე

სამაგიდე კვლევის ფარგლებში SDI-ზე მოთხოვნის ანალიზმა უნივერსიტეტებსა და სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებში, საშუალება მოგვცა შეგვემუშავებინა SDI-ს ოპტიმალური მოდელი. არჩევანი შევაჩერეთ ***SDIlight*** მიდგომაზე, რაც ითვალისწინებს SDI პრინციპების მარტივ და ეკონომიურად ეფექტური ხერხებით გამოყენებას. პროგრამული უზრუნველყოფა შეირჩა ამ მიდგომის შესაბამისად.

სქემაზე წარმოდგენილია SDI კვანძი, რომელიც აკადემიური SDI-ს ყველა ფუნქციის გამოყენების საშუალებას იძლევა. მის საფუძველს წარმოადგენს უფასო პროგრამული უზრუნველყოფა:

- MapServer
- PostgreSQL
- OpenLayers

მონაცემები ინახება მონაცემთა ბაზის PostgreSQL სერვერზე და კლიენტებისთვის ამ მონაცემებთან წვდომას WMS რუკის სერვერები უზრუნველყოფენ (სურათი 1).



სურათი 1. SDI კვანძის სტრუქტურა, SDIlight მიდგომის შესაბამისად.

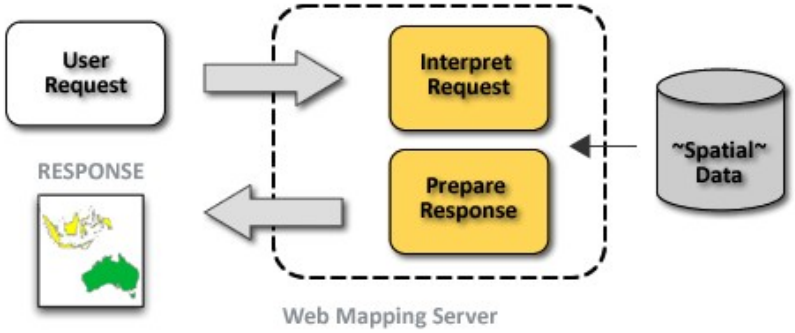
MapServer არის პოპულარული ღია წყაროს პროექტი, რომლის მიზანია დინამიური სივრცითი რუკების გამოსახვა ინტერნეტში. მისი ზოგიერთი ძირითადი თვისება ითვალისწინებს:

- რასტრული, ვექტორული და მონაცემთა ბაზის ასობით ფორმატის გამოსახვაზე მოთხოვნის დაკმაყოფილებას
- სხვადასხვა ოპერაციულ სისტემების გარემოში მუშაობის საშუალებას (Windows, Linux, Mac OS X და სხვა)
- პოპულარული პროგრამული ენების და პროგრამული გარემოს მხარდაჭერას (PHP, Python, Perl, Ruby, Java, .NET)
- ოპერატიულ პროგნოზებს
- უამრავ გამოყენებისთვის მზა პროგრამას, ღია საწყისი კოდით

რუკის სერვერი წარმოადგენს ვებ სერვერის სპეციალიზებულ მოდელს. ვებ სერვერის მსგავსად, მოთხოვნა ეგზავნება სერვერს, ხდება მისი ანალიზი და გაიცემა პასუხი. საკვანძო განსხვავება რუკის სერვერსა და სტანდარტულ ვებ სერვერს შორის არის შემდეგი:

- პასუხი არ წარმოადგენს ფაილებს (.HTML, .ZIP, .MP3, და სხვა.), არამედ გეოგრაფიულ მონაცემებს.
- მოთხოვნა უფრო სპეციფიურია, ვიდრე http://server/file.extension

გამოიყენება სტრუქტურირებული პროტოკოლები დისკრეტული გეოგრაფიული მონაცემების მოთხოვნისთვის რუკის სერვერიდან (სურათი 2). ეს პროტოკოლებია: Web Map Service (WMS) და Web Feature Service (WFS) (Natsvlishvili 2015).



სურათი 2. რუკის სერვერიდან მონაცემების მოთხოვნის ტიპიური ციკლი

MapServer-ის მიზანია გამოსახოს დინამიური რუკები ინტერნეტ მომხმარებლისთვის. რუკის სერვერი წარმოადგენს CGI პროგრამას, რომელიც პასიურია ვებ სერვერზე. როცა რუკის სერვერს ეგზავნება მოთხოვნა, ის იყენებს მოთხოვნის URL–ით გადაცემულ ინფორმაციას და „რუკის ფაილს“ (mapfile) მოთხოვნილი რუკის გრაფიკული გამოსახულების შესაქმნელად. შესაძლებელია მოთხოვნილი იქნეს რეფერენსირებული რუკები, გამოსახულებები ლეგენდებისათვის, მასშტაბის ნიშნულები, გადაცემული როგორც CGI ცვლადები (MapServer Team 2023).
MapServer-ის ალტერნატივად შეიძლება განვიხილოთ GeoServer, რომელიც აგრეთვე წარმოადგენს რუკის სერვერის პოპულარულ ღია წყაროს პროექტს (GeoServer team 2023).

PostgreSQL მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემა მიღებულ იქნა ფოსთგრესის (POSTGRES) პაკეტიდან, რომელიც დაიწერა კალიფორნიის, ბერკლის უნივერსიტეტში. დღეისათვის PostgreSQL არის მონაცემთა ბაზის ყველაზე თანამედროვე და ხელმისაწვდომი ღია წყარო.

PostGIS წარმოადგენს PostgreSQL სერვერის დამატებას, რომელიც გადააქცევს PostgreSQL სერვერს სივრცით მონაცემთა ბაზების სერვერად გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემებისათვის (GIS).

PostgreSQL არის მონაცემთა ბაზის სისტემა, რომელსაც შეუძლია იმუშაოს შეზღუდული რესურსების გარემოში. ძირითადი კონფიგურაცია არის ძალიან კონსერვატიული, რათა მოერგოს სხვადასხვა გარემოს. არასივრცითთან შედარებით გეოსივრცითი ბაზები მოითხოვენ უფრო დიდი ზომის ჩანაწერებს და აუცილებელი ხდება ძირითადი კონფიგურაციის ცვლილება, რაც მარტივად მიიღწევა საკონფიგურაციო ფაილში პარამეტრების ცვლილებით.

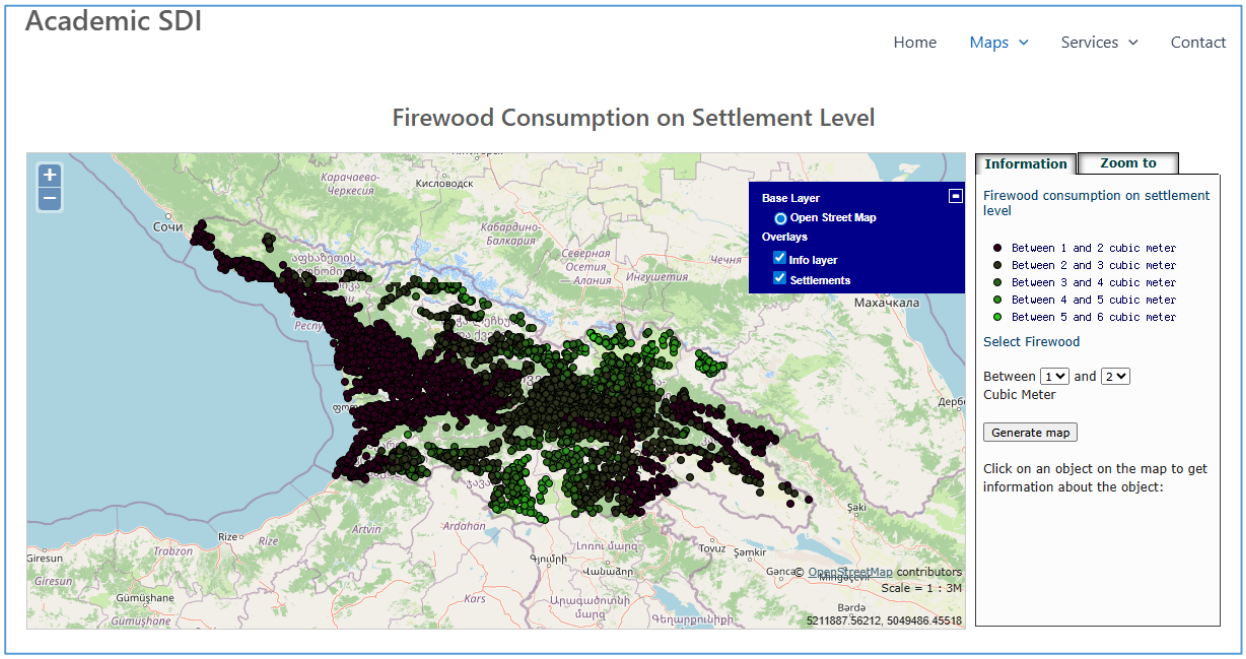
OpenLayers იძლევა საშუალებას, მარტივად განვათავსოთ დინამიური რუკა ნებისმიერ ვებ-გვერდზე. მას შეუძლია გამოსახოს რუკის ფრაგმენტები ნებისმიერი წყაროდან. OpenLayers - სრულიად უფასო JavaScript ბიბლიოთეკაა საწყისი ღია კოდით და BSD ლიცენზიით (ასევე ცნობილი, როგორც Clear BSD).

OpenLayers - არის JavaScript ბიბლიოთეკა კარტოგრაფიული მონაცემების გამოსახვისთვის თანამედროვე ინტერნეტ ბრაუზერებში, სერვერზე დამოკიდებულების გარეშე. OpenLayers ახდენს JavaScript API მრავალფუნქციური ვებ-აპლიკაციების შექმნას, როგორიცაა API Google Maps და MSN Virtual Earth, ერთი მნიშვნელოვანი განსხვავებით: OpenLayers უფასო პროგრამული უზრუნველყოფაა.

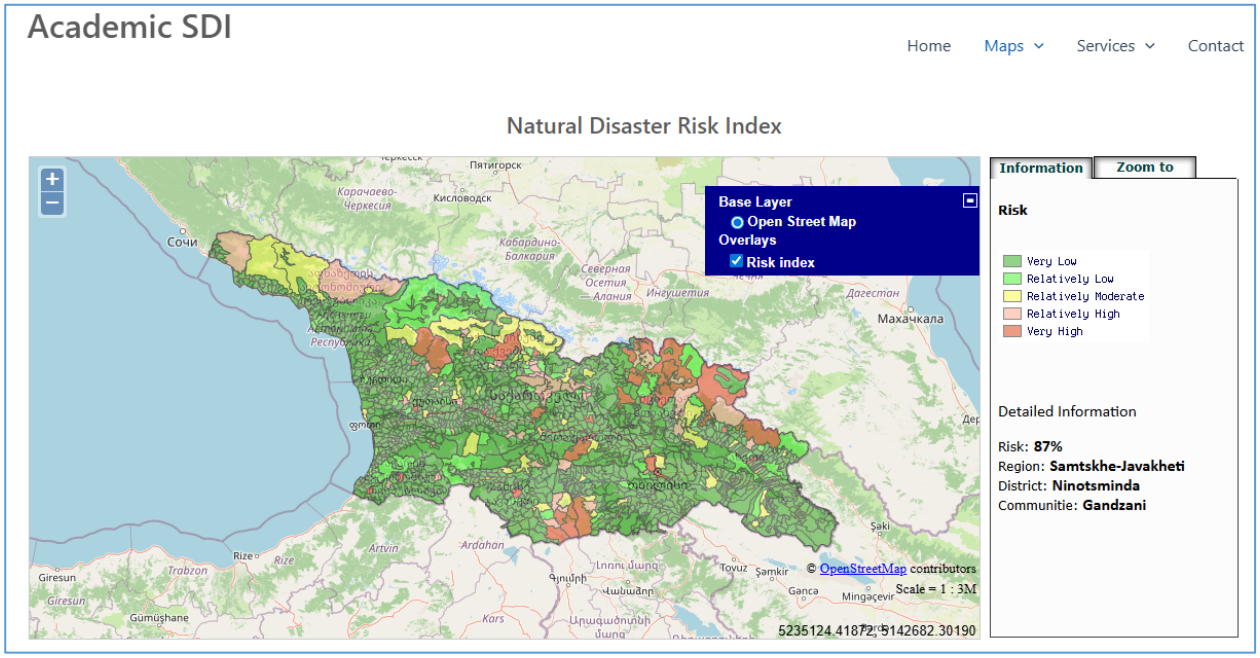
გარდა ამისა, OpenLayers უზრუნველყოფს გეოგრაფიულ მონაცემებზე წვდომას OpenGIS კონსორციუმის (OGS 2023) სტანდარტებით და პროტოკოლებით - Web Mapping Service (WMS), Web Feature Service (WFS).

3. აკადემიური სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურის გეოპორტალი

აღწერილი ტექნოლოგიების დეტალური შესწავლისა და ანალიზის საფუძველზე შეიქმნა მოქმედი გეოპორტალი, რომლის ვებ მისამართია: http:/geoportal.levan.link. გეოპორტალი წარმოადგენს სადემონსტრაციო ვერსიას, სადაც შეგიძლიათ იხილოთ ნაშრომის ფარგლებში შესრულებული სამი დამოუკიდებელი კვლევის შედეგები, ინტერაქტიური რუკების სახით (სურათი 3 და სურათი 4).



სურათი 3. გათბობისთვის საჭირო შეშის რაოდენობა საქართველოს დასახლებული პუნქტებისთვის



სურათი 4. ბუნებრივი კატასტროფების რისკის ინდექსი საქართველოს თემების მიხედვით.

პორტალი სივრცითი მონაცემების ჩამოტვირთვისა და გაზიარების საშუალებას იძლევა. წარმოდგენილია WMS და WFS პროტოკოლების გამოყენების ინსტრუქციები, რომლებიც ასევე იძლევა რუკის და მონაცემების მოთხოვნის საშუალებას. გეოპორტალს უკვე ამ ეტაპზე შეუძლია დააკმაყოფილოს მონაცემების არსებობის, სისტემატიზაციის და გაზიარების მოთხოვნები და წარმოადგენს სივრცითი მონაცემების ვიზუალიზაციის და ანალიზის მძლავრ პლატფორმას. ის შეიძლება გახდეს შესწავლის საგანიც. სტუდენტები და მკვლევრები შეძლებენ აწარმოონ PosGIS ანალიზი სივრცით მონაცემებზე, შექმნან სხვადასხვა თემატიკის მქონე ინტერაქტიური რუკები და პროგრამული მოდულები მონაცემებზე მანიპულირების, ანალიზისა და სტატისტიკური დამუშავებისთვის.

4. შედეგები და დისკუსია

ნაშრომში განიხილება აკადემიური სივრცითი მონაცემების ინფრასტრუქტურის (ASDI) შექმნის მეთოდოლოგია, რომელიც რეალიზებულია SDILight მიდგომის გათვალისწინებით და მის საფუძველს წარმოადგენს ღია წყაროს უფასო პროგრამები.

ნაჩვენებია, რომ ASDI ხელს უწყობს განათლების, სამეცნიერო პოტენციალის ზრდას და წარმოადგენს არა მარტო მონაცემების წყაროს სწავლებისთვის და სამეცნიერო კვლევებისთვის, არამედ შეიძლება გამოყენებული იყოს, როგორც სასწავლო პლატფორმა სტუდენტებისათვის, რომლებისთვისაც აუცილებელია დაეუფლონ SDI -ის დანერგვის პრინციპებს და მის მართვას.

შემოთავაზებული იქნა საქართველოს უნივერსიტეტებისთვის და სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტებისთვის ASDI ოპტიმალური მოდელი, კონკრეტული პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით. ამ მოდელის საფუძველზე შეიქმნა ASDI-ს მნიშვნელოვანი კომპონენტი გეოპორტალი: http://geoportal.levan.link, რომელიც მთლიანად ეფუძნება ღია კოდის პროგრამულ უზრუნველყოფას. PostgreSQL/PostGIS სერვერი ემსახურება სივრცული მონაცემების შენახვასა და

ანალიტიკურ დამუშავებას; MapServer - WMS და WFS სტანდარტებით მონაცემების გავრცელებას; OpenLayers - ინტერაქტიური ვებ-კარტოგრაფიული ინტერფეისის უზრუნველყოფას. პორტალი იძლევა მონაცემების ჩამოტვირთვის, WMS/WFS გამოწერისა და ინტერაქტიური ანალიზის შესაძლებლობას.

ჩვენ მიერ განსაზღვრული ASDI ოპტიმალური მოდელი შეიძლება განვიხილოთ აგრეთვე, როგორც GIS ოპტიმიზაცია, რადგან წყვეტს ისეთ ამოცანებს, რომლის გადაწყვეტა GIS-ის ფარგლებში შეუძლებელია. კერძოდ: მონაცემების სისტემატიზაცია, სამმებრო პროცესების ორგანიზება, გეოგრაფიული მონაცემების მიღება–გაზიარება. ეს ხელს შეუწყობს მონაცემთა ხარისხის გაუმჯობესებას და გეოსივრცითი მონაცემების მართვის ეფექტურობის ზრდას. ASDI-ს ასევე შეუძლია მნიშვნელოვანი როლი შეასრულოს ახალი აპლიკაციების და სერვისების შემუშავებაში, რომლებიც დაეხმარება აკადემიურ პერსონალს კვლევების წარმოებაში.

5. დასკვნა და რეკომენდაციები

კვლევის ძირითადი პრობლემა მდგომარეობს იმაში, რომ ქართული აკადემიური დაწესებულებები მოკლებული არიან SDI-ის ოპტიმალური მოდელსა და პრაქტიკულ ინსტრუმენტს, რომელიც უზრუნველყოფდა სამეცნიერო სივრცული მონაცემების სისტემატიზაციასა და გაზიარებას. კვლევის ჰიპოთეზის შესაბამისად, SDIlight მიდგომა - ღია კოდის პროგრამებზე დაფუძნებული მარტივი და ხელმისაწვდომი სისტემა - შეიძლება გახდეს ამ პრობლემის ეფექტიანი გამოსავალი.

აკადემიურ SDI შეიძლება გამოყენებული იყოს, როგორც მონაცემების გაცვლის საერთო პლატფორმა გეოსივრცითი მონაცემების გეო პორტალის სახით, რომელსაც მკვლევრები გამოიყენებენ მონაცემების გაზიარებისთვის, ძებნისთვის და ანალიზისთვის. ASDI და მასთან დაკავშირებული გეოსივრცითი მონაცემების კატალოგების დანერგვა უნივერსიტეტებში, სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებში გააუმჯობესებს გეოსივრცით მონაცემებზე წვდომას და მისი განმეორებით გამოყენების პერსპექტივებს. ჩნდება არსებული მონაცემების საფუძველზე ახალი კვლევების დაგეგმვა-განხორციელების და/ან არსებულის გაფართოების შესაძლებლობა. ამასთანავე, კვლევის შედეგები ხელმისაწვდომი გახდება ფართო საზოგადოებისათვის. მნიშვნელოვანია, რომ მეცნიერებს და მკვლევრებს აღარ მოუწევთ დროის და რესურსის ხარჯვა ერთიდაიგივე მონაცემების მოპოვებასა და ბაზების შექმნაზე.

აკადემიური SDI-ის შემთხვევაში, ჩნდება შესაძლებლობა, შეიქმნას ექსპერტთა ჯგუფი, რომლებიც მართავენ და განავითარებენ აკადემიურ SDI-ს, ასწავლიან სხვადასხვა სფეროს წარმომადგენლებს GIS-ის გამოყენებას, რაც განავითარებს კარტოგრაფიულ პრაქტიკას და აამაღლებს საზოგადოების ცნობიერებას გეოგრაფიული ინფორმაციის მნიშვნელობაზე.

აკადემიური SDI-ს რეალიზაციისათვის მნიშვნელოვან დაბრკოლებას წარმოადგენს მდგრადი დაფინანსების, აპარატურის და პერსონალის დეფიციტი. მეორე სერიოზული დაბრკოლებაა გადაწყვეტილების მიმღები პირების დამოკიდებულება თვით ინფორმაციისა და მისი გაზიარების მნიშვნელობაზე. ბევრ ორგანიზაციაში არ არსებობს კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების მართვის პოლიტიკა (Coetzee, et al. 2017).

ASDI-ის მნიშვნელობა შეიძლება შეფასდეს ორი გზით: პირველი, აღიწეროს გეოსივრცითი ინფორმაციის მნიშვნელობა კვლევებისთვის და განათლებისთვის;

მეორე, შეფასდეს დრო და ფინანსური რესურსი, რომლის ეკონომიაც ხდება მონაცემების ერთობლივი გამოყენების ხარჯზე. ამავდროულად, აკადემიური SDI შეიძლება გამოვიყენოთ, როგორც მნიშვნელოვანი სასწავლო პლატფორმა.

ინფორმაცია დაინტერესებულ მხარეებზე და მათ როლზე, პრობლემებზე და წარმატების ფაქტორებზე ASDI-ის დანერგვისას ხელს შეუწყობს უახლესი მიღწევების შემუშავებას აკადემიური SDI-ის რეალიზაციაში. ის იძლევა პირველ მინიშნებებს მნიშვნელოვან დაინტერესებულ მხარეებზე და იმაზე, როგორ შეიძლება მათი ჩართვა უნივერსიტეტში ან კვლევით ინსტიტუტში ASDI-ის რეალიზაციისთვის. შემდგომ, აუცილებელი იქნება უფრო დაწვრილებით აღიწეროს აკადემიური SDI, მაგალითად როგორ მოხდეს მისი გამოყენება და დანერგვა.

გამოყენებული ლიტერატურა

Coetzee, Serena, Stefan Steiniger, Barend Köbben, Adam Iwaniak, and Iwona Kaczmarek. 2017. "The Academic SDI—Towards Understanding Spatial Data Infrastructures for Research and Education." *Advances in Cartography and GIScience* 99–113. doi:10.1007/978-3-319-57336-6_8.

GeoServer team. 2023. *GeoServer.* October 06. Accessed July 18, 2023. https://geoserver.org/.

Köbben, Barend, de By Rolf, and Theodor Foerster. 2010. "Using the SDIlight Approach in Teaching a Geoinformatics Master." *Transactions in GIS. Volume14, Issues1* 25-37. doi:10.1111/j.1467-9671.2010.01204.x.

MapServer Team. 2023. "MapServer Documentation." *MapServer.* April 21. Accessed August 11, 2023. http://www.mapserver.org/pdf/MapServer.pdf.

Natsvlishvili, Levan. 2015. *Internet GIS, Reader for cours M567.* Tbilisi, March 4. https://opac.iliauni.edu.ge/eg/opac/record/67018?_gl=1%2A1pr00cd%2A_ga%2AMTA4NTAxMTgyNS4xNzIwNDI0NzA0%2A_ga_4HVD7CEEEL%2AMTcyMDc2OTIwMS4zLjEuMTcyMDc2OTIyNy4wLjAuMA..;query=Internet%20GIS.

Nebert, Douglas. 2008. *SDI Cookbook.* November 4. Accessed February 9, 2022. http://gsdiassociation.org/images/publications/cookbooks/SDI_Cookbook_from_Wiki_2012_update.pdf.

OGS. 2023. *Open Geospatial Concortium.* September 08. Accessed September 9, 2023. https://www.ogc.org/standards.