

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ანა გავარდაშვილი

**შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევა  
მულტიმედიური ბაზების საფუძველზე**

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

სადოქტორო პროგრამა- ინფორმატიკა  
შიფრი - 0401

თბილისი  
2017 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში  
ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი  
მართვის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის)  
დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: ტმდ., პროფ. გია სურგულაძე

რეცენზენტი: ტმკ., პროფ. ლილი პეტრიაშვილი

რეცენზენტი: ტმკ., პროფ. ვაჟა ტრაპაიძე

დაცვა შედგება ----- წლის ----- საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის  
სისტემების ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე,

აუდიტორია -----

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ცენტრალურ ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე.

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი, პროფ. თინათინ კაიშაური

## შესავალი - ნაშრომის საერთო დახასიათება

**თემის აქტუალობა.** საქართველოს დასავლეთით 310 კმ სიგრძეზე ეკვრის შავი ზღვა, რომლის მნიშვნელობა საქართველოსთვის დიდია. იგი წარმოადგენს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ბუნებრივ წარმონაქმნს ქვეყნის ზოგადი გეოგრაფიული მდებარეობისათვის, რესურსულ პოტენციალს, რეკრეაციულ ზონას, საგარეო კავშირურთიერთობების ძირითად არტერიას.

კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე იმატა შავი ზღვის აკვატორიაში ჩამდინარე მდინარეთა კალაპოტებში წყალდიდობების წარმოშობის სიხშირემ, რომელთა ესტუარებსა და მის მიმდებარე ტერიტორიებზე ხშირია ზღვის სანაპირო ზოლის ეროზია (აბრაზია), რაც მთავრდება უარყოფითი ეკოლოგიური შედეგით, კერძოდ, მიმდინარეობს ზღვის მიერ საქართველოს საზღვრებში სანაპირო ზოლის - ხმელეთის მიტაცება და ხმელეთის სიღრმეში ზღვის შემოსვლა.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს შავ ზღვაზე განთავსებული ქვეყნის სტრატეგიული მიმართულებების: ქ. ბათუმის, ქ. ფოთის, სოფ. ყულევის და მშენებარე ანაკლიის საზღვაო პორტების ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, რაც პირდაპირ უკავშირდება შავი ზღვის ეკოლოგიური პრობლემების მეცნიერულ შესწავლასა და მის სრულყოფას, პროგნოზირებას თანამედროვე კომპიუტერული პროგრამებისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით. ამასთან ერთად, როგორც ცნობილია, შავი ზღვის ეკოლოგიური გარემო ძირითადად დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორია წყალში ბაქტერიების, ჟანგბადის რაოდენობა (%), მარილიანობა (TDS), შავი ზღვის წყლის მჟავიანობის ( $pH$ ), ჰაერისა ( $t_1$ ) და ზღვის ტემპერატურა  $t_2$  ( $C^0$ ), განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ზღვის ვერტიკალურ ფენაში (სიღრმე 100 მ) ჟანგბადის რაოდენობის შესწავლას, სადაც ფოტოსინთეზი აქტიურია და ხელს უწყობს ზღვის ფლორისა და ფაუნის სიცოცხლისუნარიანობას.

ყოველივე აღნიშნულის გათვალისწინებით, შავი ზღვის ეკოლოგიური საკითხების მეცნიერული კვლევა და მისი პროგნოზირება თანამედროვე კომპიუტერული ტექნიკისა და პროგრამების გამოყენებით, საქართვე-

ლოსათვის მეტად აქტუალურია, იგი წარმოადგენს ქვეყნის სტრატეგიულ მიმართულებას, ხოლო შავი ზღვის სანაპირო ზოლისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების შენარჩუნება და დაცვა ქვეყნის მთავრობას აღიარებული აქვს, როგორც სახელმწიფოს პრიორიტეტული მიმართულება.

**სადისერტაციო სამუშაოს მიზანია** შავი ზღვის ძირითადი ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევა მულტიმედიური მონაცემთა ბაზებისა და შესაბამისი მართვის საინფორმაციო სისტემების გამოყენებით. კვლევის მეთოდების სახით განიხილება: სისტემური ანალიზის მეთოდი, მონაცემთა განაწილებული ბაზების თეორია, მულტიმედიური მონაცემთა ბაზების თეორია. ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირების, ანალიზისა და დაპროექტების მეთოდები. უნიფიცირებული მოდელირების ენა და მისი რეალიზაციის ინსტრუმენტები. პეტრის ქსელების მათემატიკური მოდელი, იმიტაციური მოდელირება ფერადი პეტრის ქსელებით, ობიექტ-ორიენტირებული დაპროგრამების თეორია. ობიექტ-როლური მოდელირება.

**ნაშრომის კვლევის ობიექტია** საქართველოს საზღვრებში შავი ზღვის სანაპირო ზოლი და მისი მიმდებარე ტერიტორია.

**ნაშრომის ორიგინალობა** მდგომარეობს შავი ზღვის ძირითადი ეკოლოგიური პარამეტრების როგორც დიდი და რთული საინფორმაციო სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფის კომპლექსურ შემუშავებაში ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების ბაზაზე. კერძოდ:

1. აგებულ იქნება შავი ზღვის ძირითადი ეკოლოგიური პარამეტრების მულტიმედიური მოდელები პროცეს-ორიენტირებული ტექნოლოგიების გამოყენებით და ჩატარდება მათი შედარებითი ანალიზი თანამედროვე და ტრადიციულ მოდელებთან;
2. შემუშავდება მულტიმედიური, საიმედო მონაცემთა ბაზების აგების ტექნოლოგია. ბაზებში განთავსდება დამატებითი დაცვის იდენტიფიკატორების ინფორმაცია - GPS-კოორდინატები, რომლებიც დამუშავდება GIS პროგრამით და აიგება რიცხობრივი ახალი გეოგრაფიული რუკები.

ნაშრომის ძირითადი შედეგები და მეცნიერული სიახლე. კვლევის მეცნიერულ სიახლეს წარმოადგენს საქართველოს საზღვრებში არსებული შავი ზღვის აკვატორიაში, ძირითადი მდინარეების ესტუარებსა და მის მიმდებარე ტერიტორიებზე ზღვის სანაპირო ზოლის ახალი მოწყვლადი უბნების დაფიქსირება GPS კოორდინატებში და მათი დატანა ციფრულ რუკაზე, შავი ზღვის წყლის საველე-სამეცნიერო და ლაბორატორიულ-ქიმიური კვლევა, მონაცემთა ახალი ბაზის შექმნის მიზნით მიღებული სტატისტიკური რიგის შეფასება და დამუშავება თანამედროვე კომპიუტერული პროგრამების MIKADO, NEMO, ODV და DIVA-ს გამოყენებით, ასევე შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევა ობიექტორიენტირებული მულტიმედიური მონაცემთა ბაზის საფუძველზე.

განხორციელებული მეცნიერული კვლევა საშუალებას მოგვცემს შევაფასოთ შავ ზღვაში ძირითადი ეკოლოგიური პარამეტრები, დავაზუსტოთ მათი რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლები, ზღვის სანაპირო ზოლის ახალი მოწყვლადი უბნები, რაც შემდეგ ეტაპზე საშუალებას მოგვცემს კომპლექსურად შევაფასოდ შავი ზღვის ეკოლოგიური პრობლემები და დაიგეგმოს მისი სანაპირო ზოლისა და მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური უსაფრთხოების ღონისძიებები.

ნაშრომის თეორიულ კვლევაში წარმოდგენილი შავი ზღვის ძირითადი ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევა მულტიმედიური მონაცემთა ბაზების გამოყენებით გულისხმობს შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტას:

- არსებული შავი ზღვის ძირითადი ეკოლოგიური პარამეტრების სისტემის ანალიზი საერთაშორისო გამოცდილების საფუძველზე. პრობლემების გამოკვეთისა და გადაჭრის გზების ერთიანი კონცეფციის შემუშავება თანამედროვე ტექნიკურ-ტექნოლოგიური ასპექტების გათვალისწინებით;
- შავი ზღვის ძირითადი ეკოლოგიური პარამეტრების ტრადიციული და ელექტრონული მოდელების აგება სისტემური ანალიზის საფუძველზე, BPMN და UML ტექნოლოგიების ბაზაზე; მათი შედარებითი ანალიზი და

- შავი ზღვის ძირითადი ეკოლოგიური პარამეტრების დასაპროექტებელი მულტიმედიური ფუნქციონალური მოთხოვნილებათა განსაზღვრა;
- შავი ზღვის ძირითადი ეკოლოგიური პარამეტრების თანამედროვე ელექტრონული სისტემის მონაცემთა მულტიმედიური ბაზების ანალიზი და ინფორმაციული ტექნოლოგიებით ინფრასტრუქტურული სქემის შემუშავება, სისტემის არაფუნქციონალურ მოთხოვნილებათა განსაზღვრა;
  - შავი ზღვის ძირითადი ეკოლოგიური პარამეტრების ელექტრონული სისტემის მონაცემთა განაწილებული ბაზების სტრუქტურების დასაპროექტებლად ობიექტ-როლური მოდელების (ORM) აგება და კვლევა რევერსიული CASE ტექნოლოგიების გამოყენებით;
  - პროექტის შედეგების საფუძველზე ესპერიმენტული პროგრამული სისტემის რეალიზაცია Ms Visual Studio .NET „საინფორმაციო სისტემების აგება მულტიმედიური მონაცემთა ბაზებით” პლატფორმაზე, WPF, MsSQL \_Server, C#.NET, Natural ORM Architect და BPMN პროგრამული პაკეტების გამოყენებით.

**შედეგების გამოყენების სფერო.** შავი ზღვის აკვატორიაში განხორციელებული საველე-სამეცნიერო და თეორიული კვლევების პრაქტიკაში გამოყენება საშუალებას მოგვცემს ოპტიმალურად შევაფასოთ საქართველოს საზღვრებში შავი ზღვის აკვატორიაში განთავსებული და მშენებარე პორტებისა და მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური უსაფრთხოება, რაც საქართველოს ეკონომიკური და სოციალური განვითარების ერთ-ერთ ძირითად სტრატეგიულ და ჩვენი ქვეყნისათვის პრიორიტეტულ მიმართულებას წარმოადგენს.

**ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა.** სადისერტაციო ნაშრომი წარმოდგენილია 120 კომპიუტერზე ნაბეჭდ გვერდზე, მოიცავს: სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს ზოგად დახასიათებას, შესავალს, საველე-სამეცნიერო და თეორიული კვლევების ამსახველ 40 ცხრილს, 36 სურათს, 6 ნახაზს, დასკვნებსა და რეკომენდაციებს, 139 ციტირებულ ლიტერატურას, რომელთაგან 36 ქართულ და 103 - უცხოურ ენაზეა.

## დისერტაციის ძირითადი შედეგები თავების მიხედვით

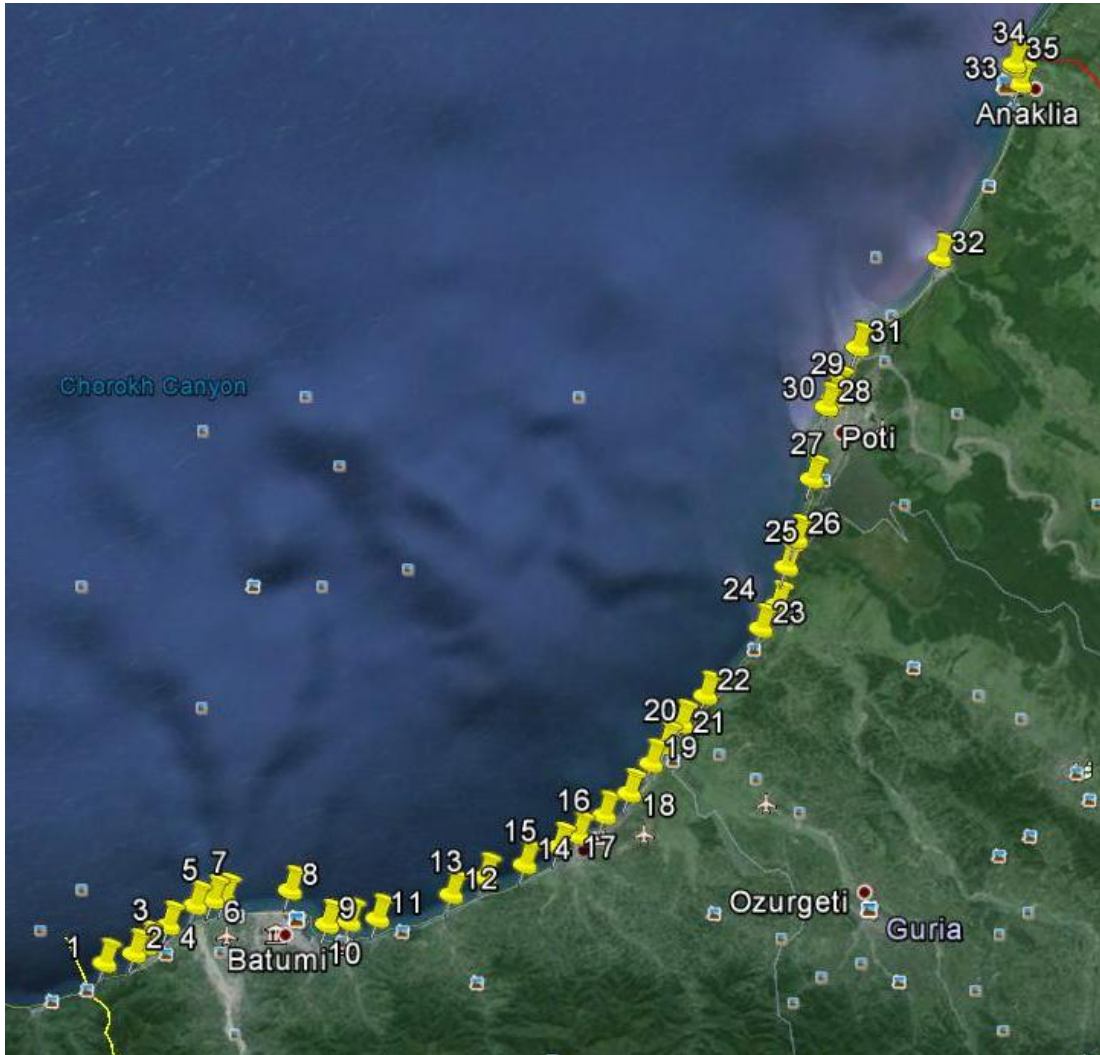
სადისერტაციო ნაშრომის პირველი თავი: „შავი ზღვის ეკოლოგიური პრობლემების შეფასება და ანალიზი“ წარმოადგენილია იმ სამეცნიერო ნაშრომების მიხედვით, რომელიც გამოქვეყნებულია ბოლო 5 წლის განმავლობაში. მასში აღნიშნულია შავი ზღვის აუზის ქვეყნების წყლისა და მდინარეების დაბინძურების ხარისხის შეფასება-პროგნოზირება ერთიანი მონიტორინგის სისტემის შექმნისა და ეკოლოგიურ-პრევენციული ღონისძიებების შემუშავების შესახებ, რის საფუძველზეც შემოთავაზებულია ერთიანი საინფორმაციო სისტემის აგების შესაძლებლობა.

ნაშრომში - “The Results and Analysis of Studies Carried out in 2011 in the Black Sea Water Area within the Boundaries of Georgia”, რომელიც შესრულებულია ევროკავშირის პროექტი FP7, “UP-GRADE BS-SCENE” ეგიდით, განხილულია საქართველოს საზღვრებში შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევა სტაციონალური და ლაბორატორიული კვლევების გათვალისწინებით. დაფიქსირებულია შავი ზღვის სენსიტიური უბნები და მოცემულია მათი საინჟინრო მეთოდებით შესუსტების გზები, რომელიც ეფუძნება პროგრამირების ელემენტებს, დასახულიყო სადისერტაციო ნაშრომის კვლევის ძირითადი მიმართულება - შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევას მულტიმედიური ბაზების საფუძველზე.

ნაშრომის მეორე თავი: „შავი ზღვის აკვატორიაში განხორციელებული საველე-ექსპედიციური კვლევები და მათი შეფასება“. კვლევები განხორციელდა დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამის - შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის (#DO/159/4-130/14) „შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევა მულტიმედიური ბაზების საფუძველზე“ ფინანსური მხარდაჭერით.

საქართველოს საზღვრებში შავი ზღვის აკვატორიაში საველე კვლევები განხორციელდა 2015-2017 წლებში. პირველი ეტაპის საველე-ექსპედიციური კვლევების მიზანს წარმოადგენდა ძირითადი (მთავარი) მდინარეების ესტუარებისა და მის მიმდებარე მოწყვლადი უბნების დაფიქსირება GPS

კოორდინატებში; ზღვის სანაპირო ზოლის სენსიტიურ უბნებზე თურქეთის საზღვრიდან სარფიდან წყლის სინჯების აღება მათი ძირითადი ფაქტორების ადგილზე გაზომვით: წყლისა ( $t_1$ ) და ჰაერის ( $t_2$ ) ტემპერატურის დაფიქსირება; წყლის მჟავიანობისა (pH) და მარილიანობის (TDS) რაოდენობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრა.



სურ. 1. საქართველოს საზღვრებში შავი ზღვის სანაპირო ზოლში საველე კვლევების ჩატარების სქემა

შავი ზღვის 110 კმ სიგრძის სანაპირო ზოლში სარფიდან სოფ. განმუხურამდე შერჩეულ იქნა 35 უბანი, სადაც დაფიქსირდა ზემოთ აღნიშნული სიდიდეები (სურ. 1), სურათებზე 2 და 3 მოცემულია საველე კვლევებისას შავ ზღვასა და მდინარე ენგურზე წყლის ნიმუშების, ჰაერის ტემპერატურისა და მჟავიანობის ადგილზე გაზომვის პროცესები, ხოლო საველე კვლევის ჯამური მონაცემები მოყვანილია ცხრილში 1.





სურ. 2. შავ ზღვაზე GPS-ით კოორდინატების აღება



სურ. 3. ზღვის წყლის მუაგვიანობის გაზომვა

ცხრილი 1- საგველე კვლევის შედეგები

№	ადგილის დასახელება	GPS - კოორდინატები		ფარდობითი ტემპერატურა (t <sub>1</sub> /t <sub>2</sub> )	წყლის მუაგვიანობა (pH)	მარილიანობა (TDS)
		X	Y			
1	სარფი	41526956	41548731	0,93	8,49	13,45
2	კვარიათი-1	41545542	41561587	0,93	8,38	12,54
3	კვარიათი-2	41554651	41563841	0,92	8,42	13,20
4	გონიო	41574588	41565589	0,92	8,37	13,23
5	ჭოროხი-მარცხენა სანაპ.	41596952	41569943	0,92	8,38	12,80
6	ჭოროხი-მარჯვენა სანაპ.	41607866	41577288	0,96	8,42	12,88
7	ადლია	41614371	41583944	0,91	8,23	6,60
8	ბათუმი(დედფინარიშთან)	41649103	41621114	0,86	8,34	11,80
9	ბათუმი (დასაწყისი)	41650823	41666129	0,86	8,36	8,66
10	ბათუმი (ბენზე)	41662161	41678955	0,86	8,11	7,07
11	მახინჯაური (რკინ.სადგ.)	41677322	41694925	0,88	8,28	13,20
12	ჩაქვი	41723714	41727073	0,75	8,27	12,86
13	ბუკნარი	41747684	41737649	0,86	8,38	6,23
14	ციხისძირი	41772644	41755505	0,85	8,32	6,15
15	ბობოყვათი	41797243	41766211	0,88	8,35	11,3
16	ქობულეთი (მდ.კინტრიშთან)	41811607	41771416	1,00	8,29	5,23
17	ქობულეთი - აღმაშენ.ქ.270	41833693	41775383	0,86	8,43	12,98
18	ქობულეთი - აღმაშენ.ქ.552	41856175	41777474	0,86	8,56	14,65
19	ქობულეთის ბოლო	41880721	41772763	0,86	8,45	13,87
20	მდ. ჩოლოქი	41895964	41770675	0,90	8,21	15,27
21	მდ. ნატანები	41913572	41767241	0,85	8,45	4,34
22	სოფ. შუკვეთილი	41938746	41764857	0,91	8,43	12,90
23	დაბა ურეკი	41997287	41758008	0,91	8,38	11,76
24	მდ. სუფსა	42016078	41753594	0,90	8,36	12,67
25	სოფ. გრიგოლეთი (დასაწყ.)	42038751	41735281	0,90	8,43	13,50
26	სოფ. გრიგოლეთი (ბოლო)	42056578	41723947	0,83	8,25	13,60
27	მდ. მალთაყვა	42092887	41,695954	0,87	8,34	7,22
28	ქ. ფოთი (მდ. რიონის სამხრეთი ჩადინება)	42134187	41659283	0,87	8,39	15,32
29	ქ. ფოთი (მაშველები)	42140873	41657926	0,83	8,41	6,37
30	ქ. ფოთი (მოლი)	42147686	41,655392	0,78	8,48	13,60
31	ნაბადა (მდ. რიონის ჩრდილოეთი ჩადინება)	42177666	41,641295	0,74	8,72	7,80
32	ყუღვევი	42259918	41,637102	0,78	8,37	15,12
33	ანაკლია (რეპერთან)	42382543	41,577101	0,78	8,32	14,45
34	ანაკლია (სასტუმროსთან)	4238744	41563028	0,78	8,29	7,67
35	ანაკლია (მდ. ენგურის მარცხენა ნაპირი)	42389302	41560674	0,78	8,32	12,67

მეორე ეტაპის საველე-სამეცნიერო კვლევის საგანს წარმოადგენდა საქართველოს საზღვრებში ნავთობსადენის ტერმინალებსა და მათ მიმდებარე ტერიტორიებზე შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევა, კერძოდ, წყლისა და ჰაერის ტემპერატურის, მჟავიანობისა და მარილიანობის მაჩვენებლების გაზომვა, როგორ სტაციონალურ, ასევე არასტაციონალურ პირობებში. აქაც საკვლევი ტერიტორიის სენსიტიური უბნები (მათი მდებარეობები) განსაზღვრულ იქნა GPS კოორდინატებით, რომლებიც დატანილ იქნა ციფრულ რუკაზე, ხოლო სენსიტიურ უბნებზე 2016 წლის 27 აპრილს აღებული მონაცემები - შავი ზღვის წყლის სინჯების ლაბორატორიული კვლევის შედეგები კი - მოყვანილია ცხრილში 2.


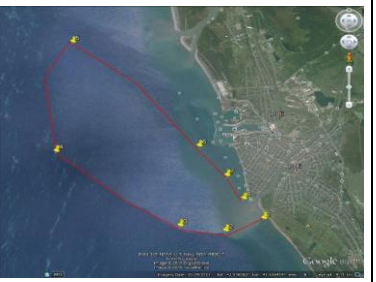






**ცხრილი 2**

**საქართველოს საზღვაო პორტებსა და ნავთობსადენის ტერმინალებში 2016 წლის 27 აპრილის მონაცემები**

№	ადგილის დასახელება	GPS კოორდინატები		ფარდობითი ტემპერატურა (t <sub>1</sub> / t <sub>2</sub> )	წყლის მჟავიანობა (pH)	მარილიანობა (TDS)
		X	Y			
1	მდ. ჭოროხი	41600395	41548731	0,91	8,33	12,8
2	ბათუმის პორტი	41662161	41678955	0,86	8,08	6,97
3	მდ. სუფსა	42016078	41753594	0,90	8,30	11,2
4	ბაქო-თბილისი-სუფსის ნავთობსადენის ტერმინალი	42038751	41735281	0,83	8,38	12,3
5	მდ. რიონი	42132201	41660636	0,87	8,37	13,1
6	ფოთის პორტი	42147724	41655297	0,83	8,22	6,25
7	ყულევის ნავთობის ტერმინალი	42276524	41631693	0,78	8,38	12,3
8	მდ. ხობისწყალი	42259918	41637102	0,87	8,33	13,5
9	ანაკლიის მშენებარე პორტი	42382543	41577101	0,78	8,29	10,4
10	მდ. ენგური	42389302	41560674	0,78	8,32	9,29

მესამე ეტაპის საველე-სამეცნიერო კვლევის მიზანს წარმოადგენდა იგივე ამოცანები მხოლოდ მდინარეების ესტუარების ფართობების დაზუსტების დამატებით (ცხრ. 3, 4).

ცხრილი 3 - შავი ზღვის აუზის საქართველოს ძირითადი მდინარების ესტუარის მონაცემები

მდინარის დასახელება და წერტილის კოორდ.	ციფრულ რუკაზე ესტუარის საერთო ხედი	ესტუარის ფართ. (კმ <sup>2</sup> )	მდინარის დასახელება და წერტი.კოორდ.	ციფრულ რუკაზე ესტუარის საერთო ხედი	ესტუარის ფართ. (კმ <sup>2</sup> )
<b>I. მდ. ჭოროხი</b> 1. X- 41602473, Y- 41571921; 2. X - 41600256, Y- 41570205; 3. X- 41604317, Y- 41561104; 4. X - 41618219, Y- 41539946; 5. X- 41628109, Y- 41.550019; 6. X- 41620934, Y- 41573706; 7. X - 41610627, Y- 41.569531; 8. X - 41604571, Y- 41573116		5.465	<b>V. რონი (სამხრეთ განშტოება):</b> 1. X- 42140385; Y- 41655681; 2. X- 42122645; Y- 41650961; 3. X- 42124069; Y- 41635599; 4. X- 42.146301; Y- 41592190; 5. X- 42181975; Y- 41595853; 6. X- 42147957; Y- 41642238; 7. X- 42149272; Y- 41646819; 8. X- 42147875; Y- 41654381		20.390
<b>II. მდ. კინტრიში:</b> 1. X- 41797895; Y- 41.766410; 2. X- 41799470; Y- 41763083; 3. X- 41805091; Y- 41.756342; 4. X- 41813037; Y- 41760451; 5. X- 41806051; Y- 41765812; 6. X- 41802590; Y- 41.768295		0.861	<b>VI. რონი (ჩრდ. განშტოება):</b> 1. X- 42172443; Y- 41645811; 2. X- 42173884; Y- 41629814; 3. X- 42194850; Y- 41.593968; 4. X- 42234461; Y- 41609054; 5. X- 42261137; Y- 41626465; 6. X- 42244261; Y- 41632567; 7. X- 42216245; Y- 41631737		14,551
<b>III. მდ. ნატანები:</b> 1. X- 41907237, Y- 41769259; 2. X- 41.909746, Y- 41.766637; 3. X- 41910538, Y- 41761913; 4. X- 41917843, Y- 41754145; 5. X- 41930396, Y- 41754482; 6. X- 41927038, Y- 41763958; 7. X- 41913224, Y- 41767610		1.130	<b>VII. ხობისწყალი:</b> 1. X - 42272625; Y - 41634087; 2. X - 42269928; Y- 41630695; 3. X - 42269375; Y- 41627515; 4. X - 42270267; Y- 41624979; 5. X - 42277002; Y- 41623763; 6. X - 42281359; Y- 41627407; 7. X - 42276524; Y- 41631693		1.009
<b>IV. მდ. სუფსა:</b> 1. X- 42017175, Y- 41752815; 2. X- 42011160, Y- 41748014; 3. X- 42009462; Y- 41744850; 4. X- 42018012, Y- 41738489; 5. X- 42025248, Y- 41730800; 6. X- 42019232, Y- 41731400; 7. X- 42023220, Y- 41741095; 8. X- 42022795, Y- 41748376		1.488	<b>VIII. მდ. ენგური:</b> 1. X- 42386917; Y- 41564536; 2. X- 42383361; Y- 41561612; 3. X- 42379605; Y- 41552244; 4. X- 42387503; Y- 41546123; 5. X- 42390662; Y- 41546307; 6. X- 42392457; Y- 41548551; 7. X- 42392600; Y- 41557359;		1.379

ადგილზე ზღვის წყლის ტემპერატურა იცვლებოდა  $t_1 = 18-24^{\circ}\text{C}$ , ხოლო ჰაერის კი  $t_2 = 24-30^{\circ}\text{C}$  საზღვრებში.

**ცხრილი 4**  
**საველე კვლევის შედეგები**

№	მდინარის დასახელება	GPS კოორდინატები		ფარდობითი ტემპ. ( $t_1 / t_2$ )	წყლის მჟავიან. (pH)	მარილიანობა (TDS)
		X	Y			
1	ჭოროხი-მარჯ. ნაპ.	41596952	41569943	0,69	7,14	9,70
2	ჭოროხი-მარჯ. ნაპ.	41600395	41571039	0,69	7,14	9,78
3	კინტრიში	41811607	41771416	0,72	7,15	5,23
4	ნატანები	41913572	41767241	0,70	7,45	4,34
5	სუფსა	42016078	41753594	0,92	7,13	9,67
6	რიონი (სამხ. განშტ.)	42134187	41659283	0,78	7,84	6,37
7	რიონი (ჩრდ. განშტ.)	42177666	41641295	0,77	7,82	7,80
8	ხობისწყალი	42259918	41637102	0,82	7,71	6,76
9	ენგური	42389302	41560674	0,73	7,73	7,67

ამრიგად, შავი ზღვის აკვატორიაში ჩვენს მიერ ჩატარებული საველე-სამეცნიერო კვლევები იძლევა საშუალებას სტატისტიკური რიგისა და საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით შემდეგ ეტაპზე დავადგინოთ შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების ფუნქციის ცვლილების ხასიათი.

სადისერტაციო ნაშრომის მესამე თავი: „შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევა საიმედოობისა და რისკი თეორიის გამოყენებით“.

ქვეთავში 3.1 „შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის პროგნოზის“ მიზნით სადოქტორო გრანტის პროგრამის ფარგლებში განხორციელდა საველე-სამეცნიერო კვლევები საქართველოს საზღვრებში, 2015 წლის 4 სეზონის პერიოდში. ფარდობითი ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობა ტოლია:

$$(t_1 / t_2) = \frac{\sum_{i=1}^n (t_1 / t_2)_i}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{140} 111,95}{140} = 0,79 \quad (1)$$

შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ჰისტოგრამის გრაფიკის ასაგებად საჭიროა ვიცოდეთ ფარდობითი ტემპერატურის მნიშვნელობების გადანაწილება ინტერვალებში და მათი სიხშირე ( $m_i$ ).

შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ფუნქციის სიდიდე ინტერვალებში გამოითვლება დამოკიდებულებით (ცხრ. 5):

$$f(t_1 / t_2) = m_i / N, \quad (2)$$

სადაც, N არის ფარდობითი ტემპერატურის სტატისტიკური რიგის რაოდენობა, რომელიც ჩვენი კონკრეტული მაგალითისათვის ტოლია N=140.

ცხრილი 5

შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის მნიშვნელობები შესაბამისი ინტერვალებით

ინტერვალები ( $t_1/t_2$ )	0 - 0,3	0,3 - 0,6	0,6 - 0,9	0,9 - 1,2
სიხშირე, $m_i$	2	23	70	45
$f(t_1/t_2)$	0,014	0,164	0,500	0,321

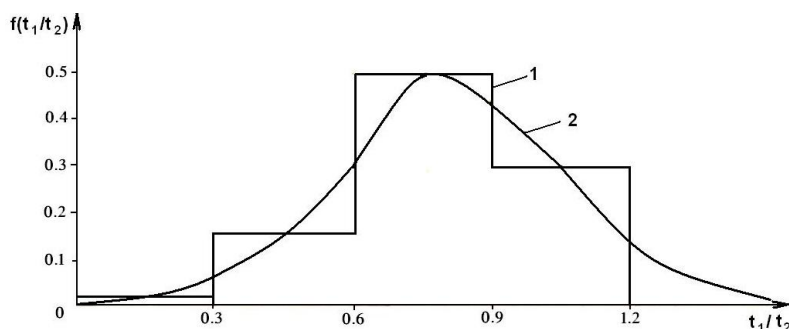
შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ( $t_1/t_2$ ) მათემატიკური ლოდინი გამოითვლება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$m = \sum_{i=1}^n f(t_1/t_2) = 0,15 \cdot 0,014 + 0,45 \cdot 0,164 + 0,75 \cdot 0,500 + 1,05 \cdot 0,321 = 0,78 \quad (3)$$

შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ( $t_1/t_2$ ) საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(t_1/t_2)_i - (t_1/t_2)]^2}{N}} = \sqrt{\frac{0,1936}{140}} = 0,089 \quad (4)$$

ცხრ. 5-ის მიხედვით ვაგებთ შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ( $t_1/t_2$ ) ჰისტოგრამასა და შესაბამის თეორიულ მრუდს (ნახ. 1).



ნახ. 1. შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის ( $t_1/t_2$ ) ჰისტოგრამის გრაფიკი და შესაბამისი თეორიული განაწილების მრუდი

**ქვეთავი 3.2 „შავი ზღვის წყლის მარილიანობის (TDS) პროგნოზი“** - შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრებიდან ერთ-ერთი განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ზღვის წყლის მარილიანობის დადგენას, რომელიც ძირითადად განსაზღვრავს ფლორისა და ფაუნის თანამდროვე მდგომარეობას. სავსე კვლევების შედეგად მიღებული სტატისტიკური რიგი - 140 წერტილის ოდენობით - იძლევა საშუალებას, საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით დადგინდეს შავ ზღვაში მარილიანობის ცვლილების დასადგენი ფუნქციის განაწილების კანონი.

შავი ზღვის მარილიანობის (TDS) საშუალო მნიშვნელობა ტოლია:

$$(\overline{TDS}) = \frac{\sum_{i=1}^n (TDS)_i}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{140} 2079,12}{140} = 14,85 \quad (5)$$

შავი ზღვის წყლის მარილიანობის (*TDS*) ჰისტოგრამის გრაფიკის ასაგებად საჭიროა ვიცოდეთ მისი მნიშვნელობების გადანაწილება ინტერვალებში და ამ სიდიდეების სიხშირე (*m<sub>i</sub>*). ცხრილში 6 მოყვანილი შავი ზღვის მარილიანობის (*TDS*) ფუნქციის სიდიდე ინტერვალებში გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$f(TDS) = m_i / N, \quad (6)$$

სადაც, *N* არის მარილიანობის (*TDS*) სტატისტიკური რიგის რაოდენობა, რომელიც ჩვენი კონკრეტული მაგალითისათვის ტოლია *N* = 140.

ცხრილი 6

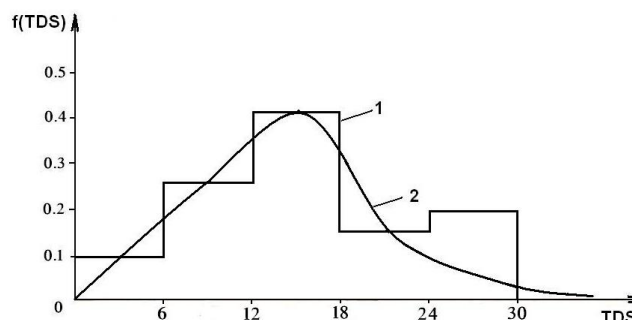
ინტერვალები ( <i>TDS</i> )	0 - 6	6 - 12	12 - 18	18 - 24	24-30
სიხშირე, <i>m<sub>i</sub></i>	14	36	59	2	29
<i>f(TDS)</i>	0,100	0,257	0,421	0,014	0,207

შავი ზღვის წყლის მარილიანობის (*TDS*) მათემატიკური ლოდინი გამოითვლება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$m = \sum_{i=1}^n f(TDS) = 0,10 \cdot 3,0 + 0,257 \cdot 9,0 + 0,421 \cdot 15,0 + 0,014 \cdot 21,0 + 0,207 \cdot 27,0 = 14,81 \quad (7)$$

ბოლო მისი საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება ფორმულით:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(TDS)_i - (\overline{TDS})]^2}{N}} = \sqrt{\frac{1804,34}{140}} = 3,59 \quad (8)$$



ნახ. 2. შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის (*TDS*) ჰისტოგრამის გრაფიკი და შესაბამისი თეორიული განაწილების მრუდი

მიღებული მონაცემების მიხედვით ვაგებთ შავი ზღვის მარილიანობის (*TDS*) ჰისტოგრამასა და შესაბამის თეორიულ მრუდს (ნახ. 2).

ქვეთავი 3.3 „შავი ზღვის წყლის მჟავიანობის (*pH*) პროგნოზი“ - საქართველოს საზღვრებში შავი ზღვის აკვატორიაში ჩვენ მიერ ჩატარებული სავლე კვლევები, რომელთა სტატისტიკურმა რიგმა ასევე შეადგინა 140

წერტილი, საშუალებას იძლევა დადგენილ იქნეს ზღვის წყლის მჟავიანობა (Ph), რომლის საშუალო მნიშვნელობა ტოლია:

$$(\bar{Ph}) = \frac{\sum_{i=1}^n (Ph)_i}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{140} 1188,75}{140} = 8,49 \quad (9)$$

შავი ზღვის წყლის მჟავიანობის (Ph) ჰისტოგრამის გრაფიკის ასაგებად საჭიროა ვიცოდეთ მჟავიანობის (Ph) მნიშვნელობების გადანაწილება ინტერვალებში და მათი სიხშირე ( $m_i$ ).

ცხრილში 7 მოყვანილი შავი ზღვის წყლის მჟავიანობის (Ph), ფუნქციის სიდიდე ინტერვალებში გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$f(Ph) = m_i / N, \quad (10)$$

სადაც, N არის მჟავიანობის (Ph), სტატისტიკური რიგის რაოდენობა, რომელიც ჩვენი კონკრეტული მაგალითისათვის ტოლია N = 140.

ცხრილი 7

შავი ზღვის წყლის მჟავიანობის (Ph) მნიშვნელობები შესაბამისი ინტერვალებით

ინტერვალები (Ph)	7,7 – 8,0	8,0 – 8,3	8,3 – 8,6	8,6 – 8,9
სიხშირე, $m_i$	4	50	84	2
$f(Ph)$	0,028	0,357	0,600	0,014

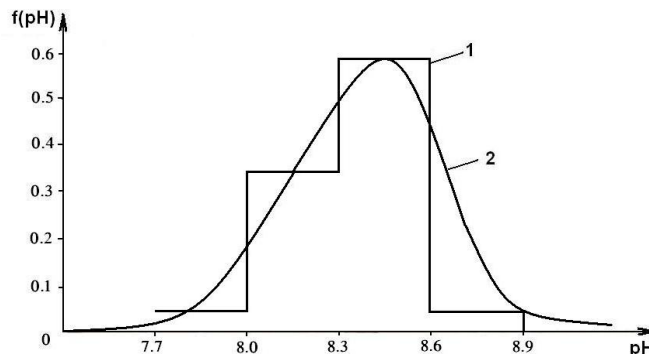
შავი ზღვის წყლის მჟავიანობის (Ph) მათემატიკური ლოდინი გამოითვლება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$m = \sum_{i=1}^n f(Ph) = 0,028 \cdot 7,85 + 0,357 \cdot 8,15 + 0,600 \cdot 8,45 + 0,014 \cdot 8,75 = 8,32 \quad (11)$$

ხოლო საშუალო კვადრატული გადახრა კი:

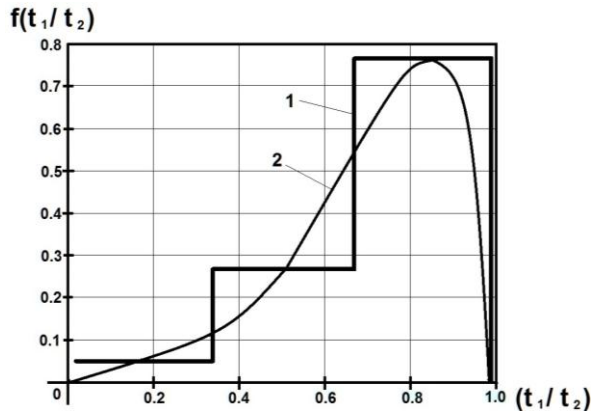
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(Ph)_i - (\bar{Ph})]^2}{N}} = \sqrt{\frac{8,4815}{140}} = 0,25 \quad (12)$$

მიღებული მონაცემების მიხედვით ვაგებთ შავი ზღვის წყლის მჟავიანობის (Ph) ჰისტოგრამასა და შესაბამის თეორიული განაწილების მრუდს (ნახ. 3).

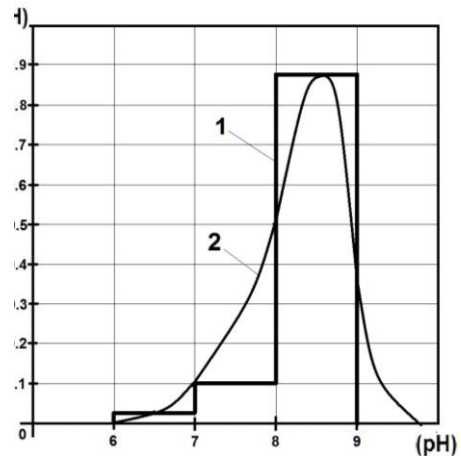


ნახ. 3. შავი ზღვის წყლის მჟავიანობის (pH), ჰისტოგრამის გრაფიკი და შესაბამისი თეორიული განაწილების მრუდი

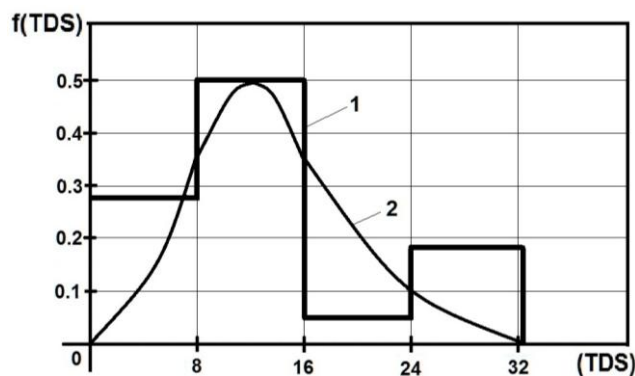
ანალოგიური მეთოდოლოგიით შესწავლილია საქართველოს საზღვაო პორტებსა და ნავთობსადენის ტერმინალებში შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრები, რომელთა ფუნქციის ჰისტოგრამა და თეორიული განაწილების მრუდები მოცემულია ნახ-ზე. 4-6.



ნახ. 4. ზღვის წყლის ტემპერატურისა ( $t_1$ ) და ჰაერის ტემპერატურის ( $t_2$ ) ფარდობითი სიდიდეების ( $t_1/t_2$ ), ჰისტოგრამა (1) და თეორიული განაწილების გრაფიკი (2)



ნახ. 5. ზღვის წყლის მჟავიანობის (PH) ჰისტოგრამა (1) და თეორიული განაწილების გრაფიკი (2)



ნახ. 6. ზღვის წყლის მარილიანობის (TDS) ჰისტოგრამა (1) და თეორიული განაწილების გრაფიკი (2)

ქვეთავი 3.6 „შავი ზღვის წყლის დაბინძურების ლაბორატორიული ქიმიური გამოკვლევა“ - შავი ზღვის აკვატორიაში (ქ. ბათუმში) აღებულ იქნა წყლის ანალიზი და შპს „მულტიტესტში“ ზღვის წყალს ჩაუტარდა ლაბორატორიული ანალიზი. დადგინდა შავი ზღვის წყლის მძიმე მეტალებით - თუთია ( $Zn^{2+}$ ), რკინა (Fe), კადიუმი (Cd), სპილენძი (Cu), ტყვია (Pb) დაბინძურების მაჩვენებლები. ანალიზის შედეგები შედარებულ იქნა ევროპის ურთიერთდახმარების საბჭოს რეკომენდაციებთან, კერძოდ - “წყლის ხარისხის საერთო კრიტერიუმები”, სადაც

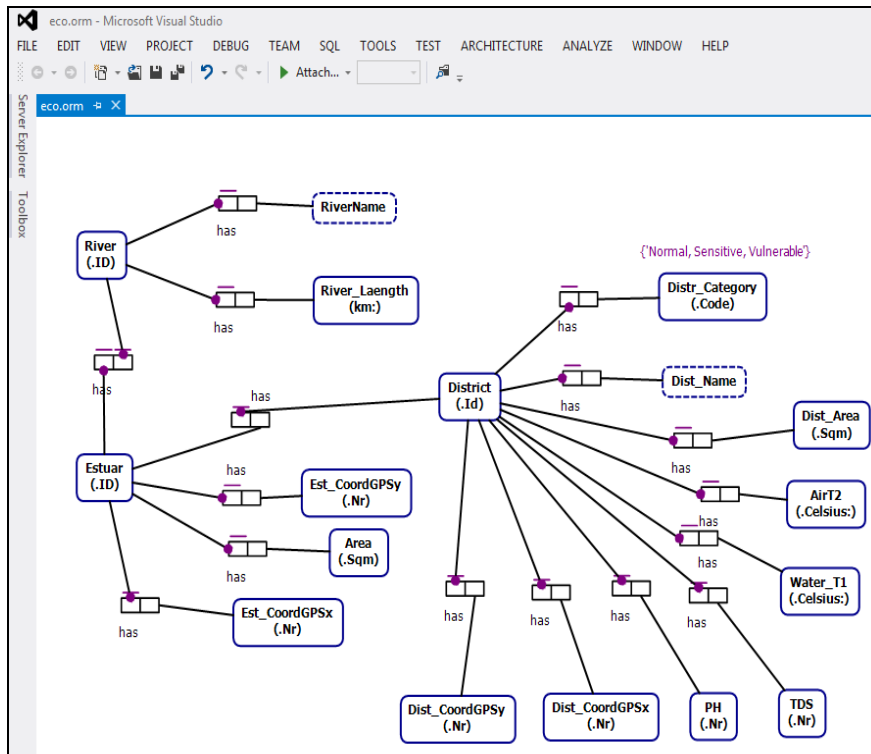


გამოყოფილია წყლის ხარისხის 6 კლასი, რომლის მიხედვითაც: მეტალების (თუთია, რკინა, კადმიუმი, სპილენძი და ტყვია) შემცველობა შეესაბამება წყლის ხარისხის I კლასს. ასევე შედეგები შედარებულ იქნა ზედაპირული წყლების დაბინძურების სანიტარულ ნორმებთან, რომლის მიხედვითაც ყველა მეტალის შემცველობა ნაკლებია აღნიშნული დოკუმენტით განსაზღვრულ ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციაზე. გამოყენებულია ასევე საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტოს ზღვისა და მტკნარი წყლების ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციები (ზდვ), რომლის მიხედვითაც ყველა პარამეტრიც ნაკლებია ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციაზე.

ნაშრომის მეოთხე თავის „შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევა მულტიმედიური ბაზების საფუძველზე“ 4.1 ქვეთავში „შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების განსაზღვრა და მისი კონცეპტუალური მოდელის აგება ობიექტ-როლური მოდელირების (ORM/ERM) საფუძველზე“ წარმოდგენილია ჩვენი კვლევის საპრობლემო სფერო - შავი ზღვის ეკოლოგიური სისტემა, კერძოდ, მისთვის მონაცემთა ბაზის დაპროექტება. საწყის ეტაპზე საჭიროა განისაზღვროს ის ობიექტები, რომლებიც აღწერს სინტაქსურად და სემანტიკურად ზღვის ეკოსისტემის ძირითად პარამეტრებს.

მონაცემთა ბაზის დაპროექტება უნდა განვახორციელოთ ობიექტ-როლური მოდელირების ინსტრუმენტის და მისი პრინციპების საფუძველზე. ინსტრუმენტის სახით ვიყენებთ Natural ORM Architect პაკეტს, რომელიც თავსებადია Visual Studio.NET Framework ინტეგრირებულ სისტემასთან.

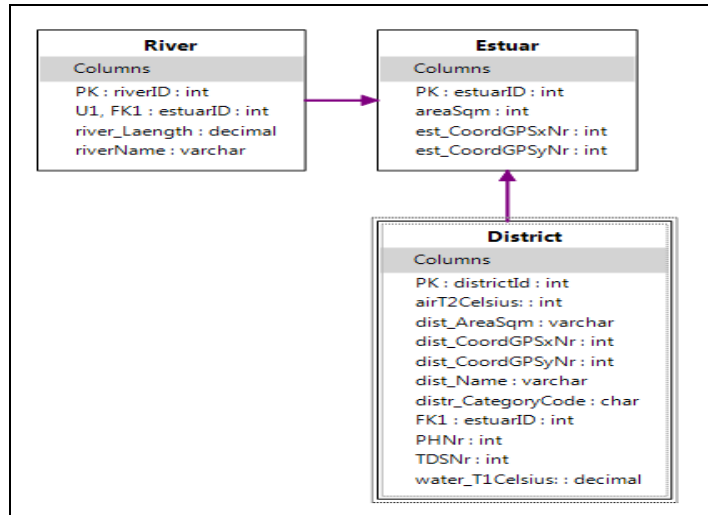
ობიექტების აღწერა მომხმარებლის მიერ ხდება NORMA-პაკეტის სამუშაო ინტერფეისით და შეიტანება ჯერ ერთი ობიექტი, შემდეგ მეორე და ა.შ. ბოლოს თვით NORMA-სისტემა გვაძლევს ინტეგრირებულ კონცეპტუალურ მოდელს, რომელიც მე-4 სურათზეა ნაჩვენები.



სურ. 4. შავი ზღვის ეკოლოგიური ბაზის კონცეპტუალური მოდელის ფრაგმენტი (ORM – Object Role Model)

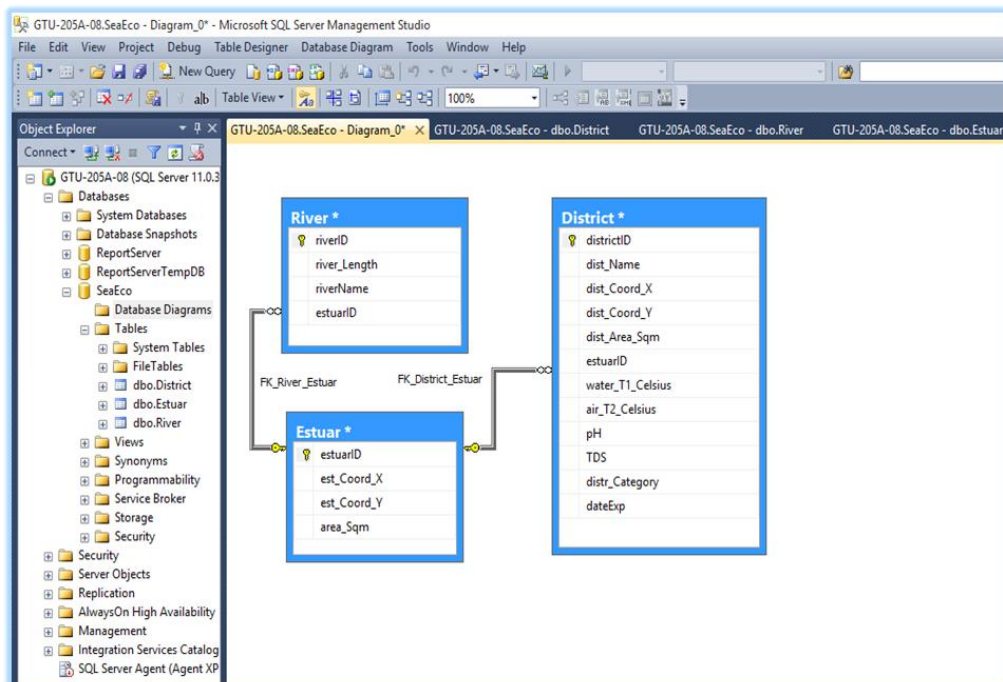
რა თქმა უნდა, შესაძლებელია შედეგში იყოს უზუსტობები, რომლებიც ქსელის მოდიფიკაციის რეჟიმში ადვილად სწორდება თვით მომხმარებლის მიერ მანამ, სანამ არ მიიღება მისთვის მისაღები საბოლოო კონცეპტუალური მოდელი.

ქვეთავში 4.2. „შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების მულტიმედიური მონაცემთა ბაზის შედგენილობისა და სტრუქტურის განსაზღვრა და დაპროექტება“ შემდეგი ეტაპი ეხება ORM-მოდელის (კონცეპტუალური სქემის) საფუძველზე არსთა-დამოკიდებულების მოდელის (Entity-Relationship Model), ანუ ERM - მეორე დონის კონცეპტუალური სქემის დამუშავებას. მე-5 სურათზე ნაჩვენებია კლასიკური ვარიანტი ამ სქემისა, რომელიც მივიღეთ უშუალოდ Visual Studio.NET გარემოში ავტომატურად NORMA პაკეტიდან. მე-6 სურათზე მოცემულია ალტერნატიული ვარიანტი - ბარკერის მოდელი (მას აქტიურად იყენებს ფირმა Oracle).



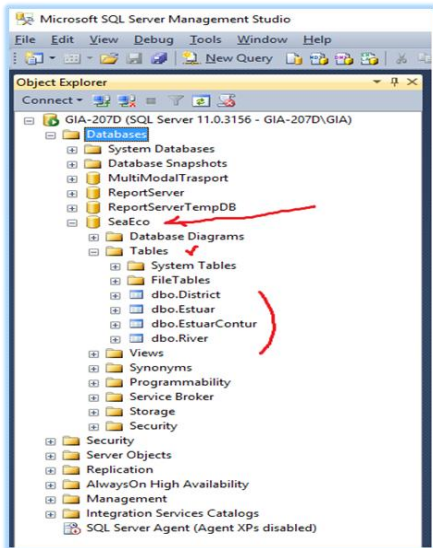
სურ. 5. ERM - კონცეპტუალური სქემის ფრაგმენტი (კლასიკური მოდელი)

დაპროექტების ბოლო ეტაპზე Visual Studio.NET გარემოში ხდება ავტომატიზებულ რეჟიმში ჩვენი ORM-მოდელიდან ERM სქემის აგება.



სურ. 6. ER მოდელი მონაცემთა ბაზის სტრუქტურა, Visual Studio.NET გარემოში (ჩანს რელაციური კავშირები ობიექტებს შორის: FK\_River\_Estuar, FK\_District\_Estuar, სადაც FK – Foreign Key)

ქვეთავში 4.3 „შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების მონაცემთა ბაზის აგება Ms SQL Server პაკეტის სამუშაო გარემოში“ აღნიშნულია, რომ Ms SQL Server პაკეტის სამუშაო გარემოში მონაცემთა ბაზის აგების ორი ალტერნატიული გზაა. პირველი არის უშუალოდ Ms SQL Server Management Studio - გარემოში მუშაობა. ამ შემთხვევაში საჭიროა სპეციალური ცოდნა.



სურ. 7. MsSQLServer-სამუშაო გარემო

Column Name	Data Type	Allow Nulls
districtID	int	<input type="checkbox"/>
dist_Name	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
dist_Coord_X	int	<input checked="" type="checkbox"/>
dist_Coord_Y	int	<input checked="" type="checkbox"/>
dist_Area_Sqm	int	<input checked="" type="checkbox"/>
estuarID	int	<input checked="" type="checkbox"/>
water_T1_Celsius	decimal(5, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
air_T2_Celsius	decimal(5, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
pH	int	<input checked="" type="checkbox"/>
TDS	int	<input checked="" type="checkbox"/>
distr_Category	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
dateExp	date	<input checked="" type="checkbox"/>

სურ. 8. მონაცემთა რელაციური ბაზა „SeaEco”

სურ. 7-ზე ნაჩვენებია ჩვენ მიერ MsSQL Server პაკეტით აგებული მონაცემთა რელაციური ბაზა „SeaEco” (სურ. 8), რომლის დემო ვერსია შედგება ოთხი ცხრილისგან (Tables): District.dbo, Estuar.dbo, EstuarContur.dbo, River.dbo.

სურათზე 9-13 წარმოდგენილია აგებულ მონაცემთა ბაზის კონცეპტუალური მოდელი რეალური ცხრილებით და ბაზის ატრიბუტებით. მითითებულია პირველადი (PrimaryKey) და მეორეული (ForeignKey) გასაღებები, რითაც განხორციელებულია კავშირები მონაცემებს შორის.

districtID	dist_Name	dist_Coord_X	dist_Coord_Y
1	სარფი	41526956	41548731
2	კვარიათი_1	41545542	41561587
3	კვარიათი_2	41554651	41563841
4	გონიო	41574588	41565589
5	ჭოროზი-მარცხენა	41596952	41569943
6	ჭოროზი-მარჯვენა	41607866	41577288
7	ადღია	41614371	41583944
8	ბათუმი (დედუფინარიუმთან)	41649103	41621114
9	ბათუმი (დასაწყისი)	41650823	41666129
10	ბათუმი (ბუნჯე)	41662161	41678955
11	მახინჯაური (ოკინიზის სადგურთან)	41677322	41694925
12	ჩაჭვი	41723714	41727073
13	ბუენარი	41747684	41737649
14	ციხისძირი	41772644	41755505
15	ბობოყვათი	41797243	41766211
16	ჭობულეთი (მდ. კინტრიშთან)	41811607	41771416
17	ჭობულეთი – აღმანუენბლის ქ. 270	41833693	41775383
18	ჭობულეთი – აღმანუენბლის ქ. 552	41856175	41777474
19	ჭობულეთის ბოლო	41880721	41772763
20	მდ. ჩოლოქი	41895964	41770675
21	მდ. ნატანები	41913572	41767241
22	სოფ. შაკეთილი	41938746	41764857
23	დაბა ურეკი	41997287	41758008
24	მდ. სუფსა	42016078	41753594
25	სოფ. გრიგოლეთი (დასაწყისი)	42038751	41735281
26	სოფ. გრიგოლეთი (ბოლო)	42056578	41723947
27	მდ. მალთაყვა	42092887	41695954
28	ქ. ფოთი (მდ. რიონის სამხრეთი ჩაღინება)	42134187	41659283
29	ქ. ფოთი (მამუკლები)	42140873	41657926
30	ქ. ფოთი(მოლი)	42147686	41641295
31	ნაბადა (მდ. რიონის ჩრდილოეთი ჩაღინება)	42177666	41641295
32	ყულკვი	42259918	41637102
33	ანაკლია (რეპერთან)	42382543	41577101
34	ანაკლია (სასტუმროსთან)	42382744	41563028
35	ანაკლია (მდ. ენგურის მარცხენა ნაპირი)	42389302	41560674
NULL	NULL	NULL	NULL

სურ. 9. უბნების ცხრილი SQL Server- მონაცემთა ბაზაში

Column Name	Data Type	Allow Nulls
riverID	int	<input type="checkbox"/>
river_Length	decimal(7, 2)	<input checked="" type="checkbox"/>
riverName	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
estuarID	int	<input checked="" type="checkbox"/>

riverID	river_Length	riverName	estuarID
1	26,00	ჭორი (საქართველოს საზღვრებში)	1
2	25,20	კონტროზი	2
3	60,00	ნატანები	3
4	108,00	სუფსა	4
5	327,00	როინი (სამხრეთ განშტოება)	5
6	327,00	როინი (ჩრდილოეთ განშტოება)	6
7	150,00	ზობისწყალი	7
8	213,00	ენგური	8

სურ. 10. მდინარეების ცხრილი SQL Server- მონაცემთა ბაზაში

Column Name	Data Type	Allow Nulls
estuarID	int	<input type="checkbox"/>
est_Coord_X	int	<input checked="" type="checkbox"/>
est_Coord_Y	int	<input checked="" type="checkbox"/>
area_Sqm	int	<input checked="" type="checkbox"/>

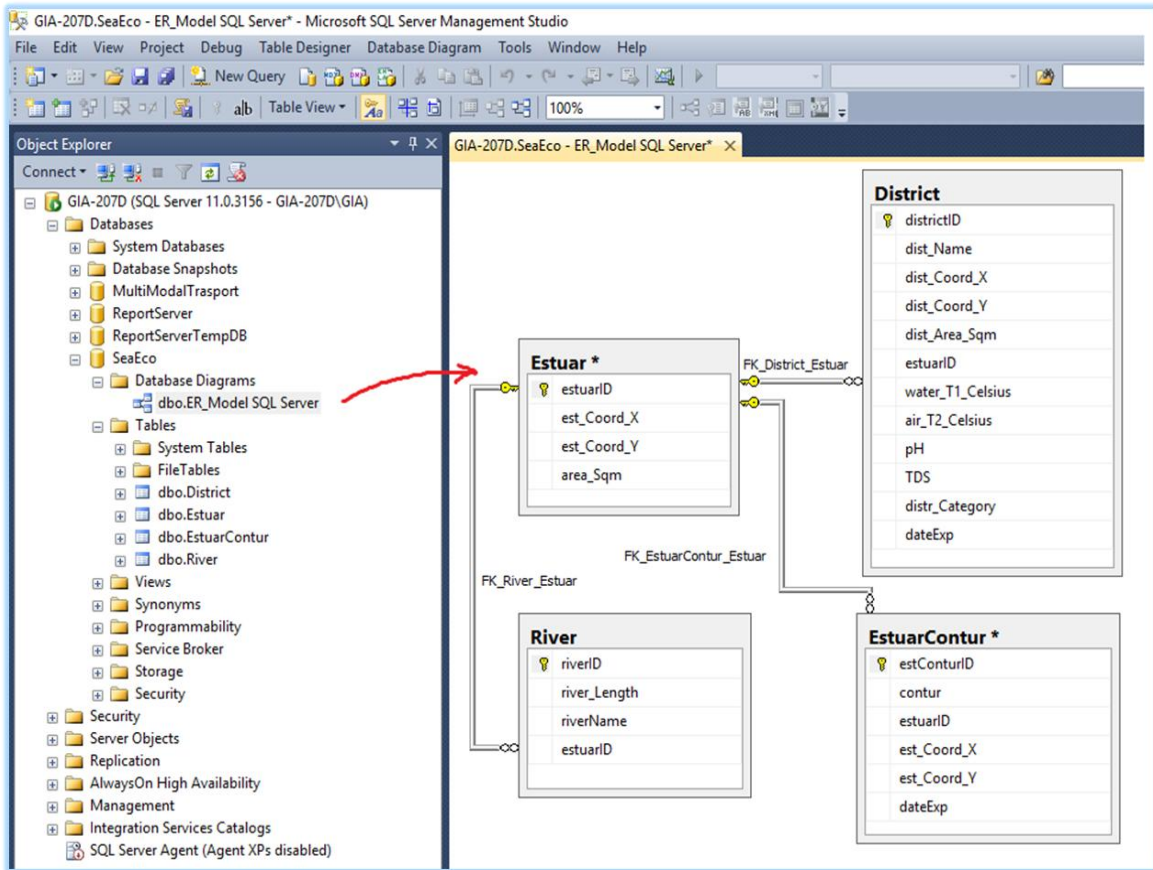
estuarID	est_Coord_X	est_Coord_Y	area_Sqm
1	41602473	41571921	5465
2	41797895	41766410	861
3	41907237	41769259	1130
4	42017175	41752815	1488
5	42140385	41655681	20390
6	42172443	41645811	14551
7	42272625	41634087	1009
8	42386917	41564536	1379

სურ. 11. ესტუარების ცხრილი SQL Server- მონაცემთა ბაზაში

Column Name	Data Type	Allow Nulls
estConturID	int	<input type="checkbox"/>
contur	int	<input checked="" type="checkbox"/>
estuarID	int	<input checked="" type="checkbox"/>
est_Coord_X	int	<input checked="" type="checkbox"/>
est_Coord_Y	int	<input checked="" type="checkbox"/>
dateExp	date	<input checked="" type="checkbox"/>

estConturID	contur	estuarID	est_Coord_X	est_Coord_Y	dateExp
1	1	1	41602473	41571921	2015-06-10
2	2	1	41600256	41570205	2015-06-10
3	3	1	41604317	41561104	2015-06-10
4	4	1	41618219	41539946	2015-06-10
5	5	1	41628109	41550019	2015-06-10
6	6	1	41620934	41573706	2015-06-10
7	7	1	41610627	41569531	2015-06-10
8	8	1	41604571	41573116	2015-06-10
9	1	2	41797895	41766410	2015-06-11
10	2	2	41799470	41763083	2015-06-11
11	3	2	41805091	41756342	2015-06-11
12	4	2	41813037	41760451	2015-06-11
13	5	2	41806051	41765812	2015-06-11
14	6	2	41802590	41768295	2015-06-11
15	1	3	41907237	41769259	2015-06-11
16	2	3	41910538	41766637	2015-06-11
17	3	3	41917843	41761913	2015-06-11
18	4	3	41917843	41754145	2015-06-11
19	5	3	41930396	41754482	2015-06-11
20	6	3	41927038	41763958	2015-06-11
21	7	3	41913224	41767610	2015-06-11

სურ. 12. ესტუარების კონტურების ცხრილი SQL Server- მონაცემთა ბაზაში



სურ. 13. ზღვის ეკოსისტემის სადემონსტრაციო მონაცემთა გაფართოებადი ბაზის საწყისი სტრუქტურა

ქვეთავში 4.4 „სისტემის ფუნქციონალური ამოცანების მეთოდების და მოვლენების ალგორითმული სქემების შემუშავება ობიექტ- და სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურით“ მოცემულია შავი ზღვის სტატისტიკური რიგის დამუშავების ხერხები, სადაც გათვალისწინებულია სისტემის ფუნქციონალური ამოცანების მეთოდების ალგორითმული სქემების შემუშავება ობიექტ- და სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურით, პირველ რიგში აუცილებელია მონაცემთა ბაზების შექმნა მართვის სისტემის Ms SQL Server 2012- გამოყენებით.

MsSQL Server-ში შავი ზღვის მონაცემთა ტიპები მრავალფეროვანია. ერთი სვეტის (ატრიბუტის) ყველა მნიშვნელობა ერთი ტიპისაა. გამონაკლისია მხოლოდ SQL\_VARIANT ტიპი, რომელშიც ერთდროულად რამდენიმე ტიპის მონაცემი ინახება. მაგ., რიცხვითი - GPS-კოორდინატების მნიშვნელობები, სტრიქონული ან თარიღის ტიპის მონაცემები. ასევე წყლისა და ჰაერის ტემპერატურის, წყლის მარილიანობისა და მჟავიანობის მნიშვნელობები, რომლის სიდიდეებიც შეიძლება იყოს, როგორც მთელი, ასევე არამთელი რიცხვები (ცხრ. 8-11).

შავი ზღვის მონაცემთა ბაზის ობიექტი, რომელიც პირველ რიგში უნდა შეიქმნას, განხილულია როგორც თვით მონაცემთა ბაზა. Database Engine კომპონენტი მართავს სისტემურ და მომხმარებელთა მონაცემთა ბაზებს. სისტემური ბაზები შექმნილია მონაცემთა ბაზის ინსტალირების დროს, ხოლო მომხმარებელთა ბაზები კი - თვით ავტორიზებული მომხმარებლის მიერ.

**ცხრილი 8 - რიცხვითი ტიპები**

მონაცემთა ტიპი	ბაიტი	აღწერა
INT	4	მთელირიცხვა: $-2^{31}$ - $2^{31}-1$
SMALLINT	2	მთელირიცხვა: $-2^{15}$ - $2^{15}-1$
TINYINT	1	მთელირიცხვა: 0 - 255
BIGINT	8	მთელირიცხვა: $-2^{63}$ - $2^{63}-1$
DEC(p,[s]) ან NUMERIC	5-:-17	p -სიზუსტის წილადი $-2^{38} + 1$ 238 -1 s – თანრიგები წერტილის მარჯვნივ
REAL		მცოცავწერტილიანი დადებითი 2,23E -308 -:- 1,79E +308, უარყოფითი -1,18E -38 -:- -1,18E +38
FLOAT[(p)]	4 8	მცოცავწერტილიანი if p < 25 if p >= 25
MONEY	8	ფულის ტიპი: $-2^{63}$ -:- $2^{63} - 1$
SMALLMONEY	4	ფულის ტიპი: $-2^{31}$ -:- $2^{31} - 1$

**ცხრილი 9. სიმბოლური ტიპები**

მონაცემთა ტიპი	ბაიტი	აღწერა
CHAR[(n)]	min 1	ფიქსირებული სიგრძის სტრიქონი n = 1-:- 8000 (სიმბოლო)
VARCHAR[(n)]	min 1	ცვლადი სიგრძის სტრიქონი 0 < n < 8000 (სიმბოლო)
NCHAR[(n)]	min 2	ფიქს.სიგრძის Unicode სტრიქონი n = 1-:- 4000 (სიმბოლო)
NVARCHAR[(n)]	min 2	ცვლადი სიგრძის Unicode სტრიქონი 0 < n < 4000 (სიმბოლო)

**ცხრილი 10. ორობითი და ბიტური ტიპები**

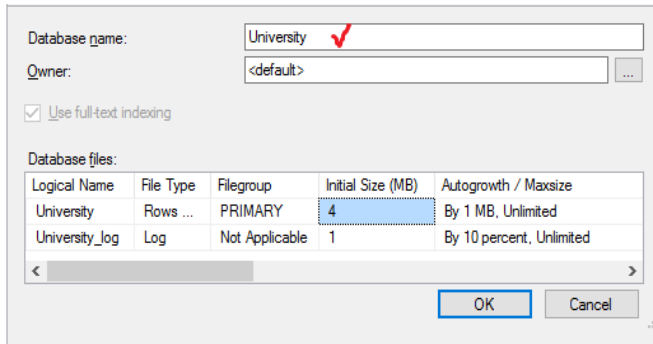
მონაცემთა ტიპი	ბაიტი	აღწერა
BINARY[(n)]	=n	ფიქსირ. სიგრძის ბიტების სტრიქონი 0 < n < 8000
VARBINARY[(n)]	n-მდე	ცვლადი სიგრძის ბიტების სტრიქონი 0 < n < 8000
BIT	1 ბიტი	ლოგიკური მნიშვნელობა: FALSE, TRUE და NULL

**ცხრილი 11. დიდი ობიექტების ტიპები**

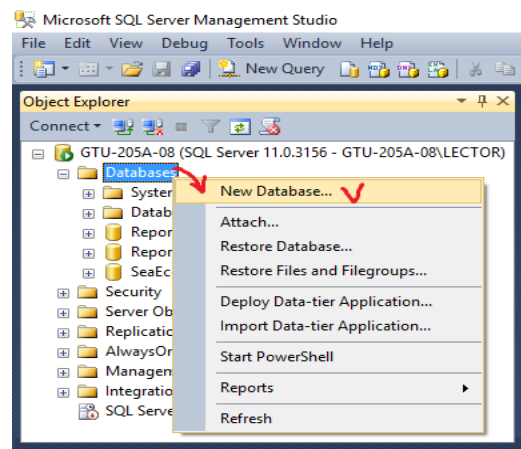
მონაცემთა ტიპი	აღწერა
VARCHAR(max)	LOB : ობიექტი 2GB - მდე
NVARCHAR(max)	LOB : ობიექტი 2GB - მდე
VARBINARY(max)	BLOB: ატრიბუტით FILESTREAM შეინახება მონაცემები NTFS ფაილურ სისტემაში

მონაცემთა ბაზის შექმნა განვიხილეთ ორი მეთოდით: პირველი - SQL Server Management Studio-ს დახმარებით, რომლითაც ხდება დიალოგურ რეჟიმში

პროცესების წარმართვა (სურ. 14, 15). მეორე, Transact-SQL ენის CREATE DATABASE ინსტრუქციის დახმარებით.

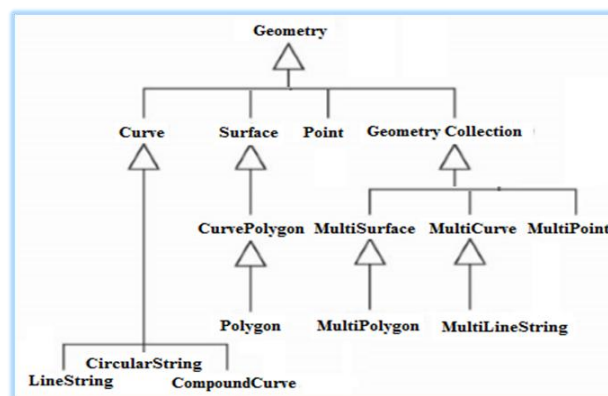


სურ. 14. შავი ზღვის სტატისტიკურ მონაცემთა ახალი ბაზის შექმნის დაწყება



სურ. 15. შავი ზღვის University ბაზა

რაც შეეხება შავი ზღვის აკვატორიაში GPS-კოორდინატების დამუშავებას მონაცემთა ბაზის სისტემაში, იგი განხორციელდა გეომეტრიული ობიექტის მონაცემების სისტემაში (სურ. 16).



სურ. 16. შავი ზღვის მონაცემთა ტიპების იერარქია GEOMETRY ფესვური ტიპით

ამრიგად, ზემოთ განხილული მეთოდოლოგიით დამუშავდა შავი ზღვის სისტემის ფუნქციონალური ამოცანების მეთოდებისა და მოვლენების ალგორითმული სქემების შემუშავება ობიექტ- და სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურით.

ქვეთავში 4.5 „შავი ზღვის ეკოლოგიური სისტემის ანალიტიკოსის სამუშაო ადგილის ინტერფეისის დაპროექტება მულტიმედიაური მონაცემთა ბაზით“ - განხილულია ჩვენი კვლევის საპრობლემო სფეროს - შავი ზღვის ეკოლოგიური სისტემა, კერძოდ, მისთვის მონაცემთა ბაზის დაპროექტება.



ჩვენ მიერ ჩატარებული სისტემური ანალიზის საფუძველზე, რომელიც ხორციელდებოდა მიმდინარე საანგარიშო პერიოდში, გამოიკვეთა შემდეგი ობიექტები: **ზღვა** (SeaID, Name, Length\_EastWest, Length\_NorthSouth, Area, Water\_volume, Average\_depth, Max\_depth); **სანაპირო\_ზოლი** (...); **მდინარე**(RiverID, Name, Length\_inGeorgia); **მდინარე** (RiverID, მდინარის\_დასახელება, წყალშემკრები\_აუზის\_ფართობი, კმ<sup>2</sup>, აბსოლუტური\_ნიშნული, მ, მდინარის\_სიგრძე, კმ, საშუალო\_ქანობი, i, აუზის\_საშუალო\_სიმაღლე\_მონაკვეთზე, მ, ჩამონადენის\_საშუალო\_ მოდული, ლ/წმ.კმ<sup>2</sup>, საშუალო წლიური ხარჯი მ<sup>3</sup>/წმ); **ესტუარი**(EstuarID, RiverID, CoordGPSx, CoordGPSy, Area,); **მოწყვლადი\_უბანი** (Vulnerable\_districtsID, CoordGPSx, CoordGPSy, Area, T1/T2, pH, TDS); **GPS\_კოორდინატები**(CoordGPSx, CoordGPSy); **სენსიტიური\_უბანი** (SensitiveAreasID, CoordGPSx, CoordGPSy); **უბანი**(DistrictID, Name, CoordGPSx, CoordGPSy, Area, T1/T2, pH, TDS); **წყლის\_სინჯის\_ფაქტორები** (WaterTestID, WaterT1, AirT2, Water\_acidityPH, WaterSalinityTDS); **ეკოლოგიური\_პარამეტრი** (...); **რაოდენობრივი\_მახასიათებელი** (...); **თვისობრივი\_მახასიათებელი** (...); **შავი ზღვის\_ ეკოლოგიური\_პრობლემები** (...); **ეკო\_უსაფრთხოების\_ღონისძიება** (ActionID, Name, DateBegin, DateEnd, ...); **საზღვაო\_პორტი** (PortID, DistrictsName, CoordGPSx, CoordGPSy).

ამრიგად, ზემოთ აღნიშნული ობიექტ-როლური მოდელირების გამოყენებით შემდეგ ეტაპზე შესაძლებელი იქნება შავი ზღვის აკვატორიაში სენსიტიური უბნების საიმედოობისა და ზღვის სანაპირო ზოლის ეკოლოგიური რისკის შეფასება.

ქვეთავში 4.6 „სისტემის მომხმარებელთა SQL - მოთხოვნების დამუშავების სცენარების აგება და პროგრამული კოდების აგება, ტესტირება“ აღწერილია მდგომარეობა, რის გამოც ბოლო წლებში კლიმატის ცვლილების ფონზე იმატა შავი ზღვის აკვატორიაში ხმელეთის მიტაცებამ და ხმელეთის სიღრმეში ზღვის შემოსვლამ.

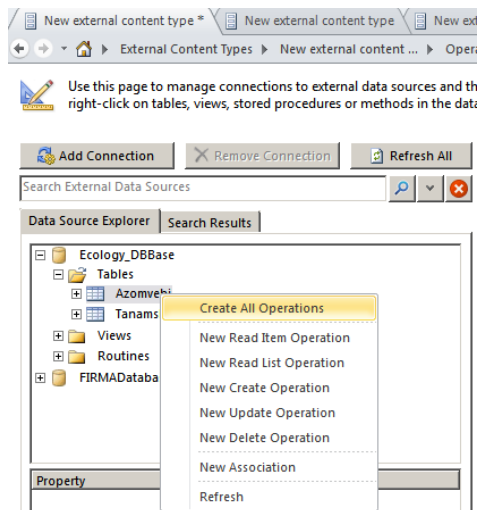
საველე კვლევებით მიღებული GPS-კოორდინატების მონაცემების შეტანა შესაძლებელი იქნება ტერიტორიულად დაშორებული კომპიუტერიდან. მონაცემები შეტანისთანავე აისახება კორპორატიული პორტალის ვებ-გვერდზე და

ტერიტორიულად დაშორებულ SQL Server-ის ბაზაში. სურ. 17-ზე ასახულია მაჩვენებლები საკონტროლო წერტილებიდან, სადაც მონაცემების შეტანის დრო ფიქსირდება ავტომატურად).

dasaxeleba	GPS_X	GPS_Y	Temp	Mjavianoba	Marilianoba	Dro	Tanams
sarfi	41526956	41548731	45.90	67.89	45.78	2016-06-22 06:24:58.037	NULL
kvariati_1	41545542	41561587	67.00	67.00	34.00	2016-06-22 06:24:58.037	1
kvariati_2	41554651	41563841	NULL	NULL	NULL	2016-06-22 06:24:58.037	NULL
gonio	41574588	41565589	NULL	NULL	NULL	2016-06-22 06:24:58.037	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

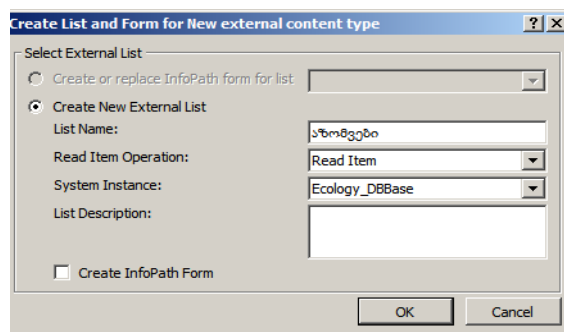
სურ. 17. მონაცემთა დაფიქსირება კომპიუტერში

შემდეგ ეტაპზე გვჭირდება SQL Server-ის მონაცემთა ბაზის დაკავშირება ვებ-პორტალთან. ამ ამოცანის გადასაჭრელად გამოყენებულია Sharepoint Designer-ი. სურათზე 18 ასახულია მონაცემთა ბაზასთან დაკავშირება პორტალის External List-თან.



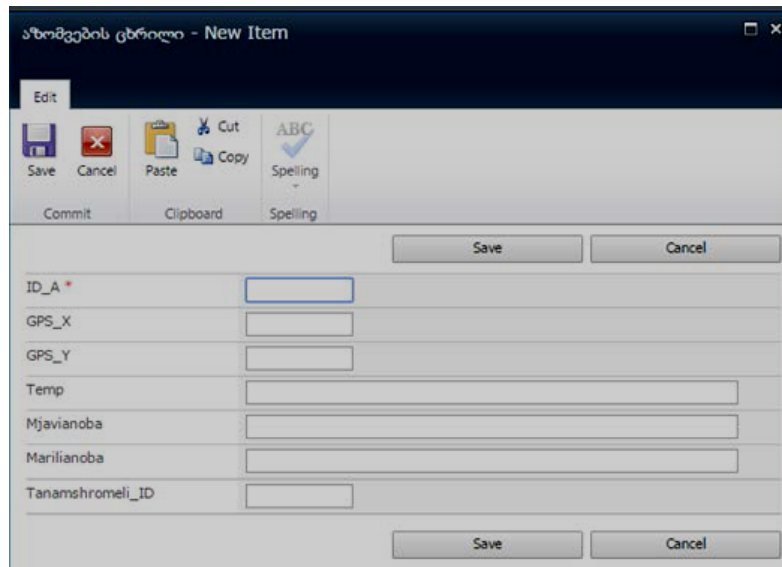
სურ. 18. SQL Server-ის მონაცემთა ბაზის დაკავშირება ვებ-პორტალთან

სურათზე 19 ნაჩვენებია გარე სიის შექმნის პროცესი, რომელიც უკვე დაკავშირებულია მონაცემთა ბაზასთან.



სურ. 19. გარე სიის შექმნის პროცესი

სურათზე 20 ნაჩვენებია მონაცემების შეტანისთვის აუცილებელი დიალოგური ფანჯარა:



სურ. 20. დიალოგური ფანჯრის სქემა

სურათზე 21 მოცემულია ორგანიზაციის ვებ-პორტალზე ასახული საკონტროლო წერტილების აზომვების ცხრილი.

ID_A	dasaxeleba	GPS_X	GPS_Y	Temp	Mjavianoba	Marilianoba	Dro
1	sarfi	41526956	41548731	45.90	67.89	45.78	6/1/2016 5:00 PM
2	kvariati_1	41545542	41561587	67.00	67.00	34.00	6/14/2016 5:00 PM
3	kvariati_2	41554651	41563841				
4	gonio	41574588	41565589				

სურ. 21. საკონტროლო წერტილების აზომვების მეთოდოლოგია

ამრიგად, ყოველივე ზემოთ აღნიშნული საშუალებას მოგვცემს კომპლექსურად შევაფასოთ შავი ზღვის თანამედროვე ეკოლოგიური პრობლემები და დაიგეგმოს მისი სანაპირო ზოლისა და მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური უსაფრთხოების ღონისძიებები SQL Server-ის მონაცემთა ბაზის გამოყენებით.

## ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის სადოქტორო საგრანტო პროექტის (დოქტორანტურის საგანმ. პროგრამების საგრანტო კონკურსი #DO/159/4-130/14) ფინანსური მხარდაჭერით საველე-სამეცნიერო და თეორიული კვლევების საფუძველზე სადისერტაციო ნაშრომის დამუშავების პერიოდში მიღებულია შემდეგი სახის ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები:

- შავი ზღვის აკვატორიაში GPS და GIS პროგრამების გამოყენებით განხორციელებული საველე-სამეცნიერო კვლევებით დაფიქსირდა 35 სენსიტიური უბანი, სადაც 3 წლის განმავლობაში მიმდინარეობდა მეცნიერული კვლევები და რომლის მნიშვნელობებიც დატანილია ციფრულ რუკაზე;
- შავი ზღვის აკვატორიაში 35 სენსიტიურ წერტილში, ძირითადი მდინარეების ესტუარებსა და საზღვაო პორტებში აღებულ იქნა ზღვის წყლის ანალიზები, გაზომილ იქნა ზღვის წყლისა ( $t_1$ ), და ჰაერის ტემპერატურები ( $t_2$ ), ხოლო ლაბორატორიულ პირობებში დადგინდა ზღვის წყლის მჟავიანობისა (pH) და მარილიანობის (TDS) რაოდენობრივი მაჩვენებლები;
- დაზუსტებულია საქართველოს ძირითადი მდინარეების ესტუარების ფართობები, რომელთა სიდიდეც იცვლება 0,861– 20,390 კმ<sup>2</sup> საზღვრებში, ხოლო ლაბორატორიული კვლევებით დადგენილია, რომ შავი ზღვის წყლის მჟავიანობა (pH) მდინარეთა ესტუარებში იცვლებოდა pH = 7,71 – 8,22 საზღვრებში, ხოლო პორტების აკვატორიაში კი - pH = 8,42 - 8,65, რაც შეეხება მარილიანობის მაჩვენებელს (TDS), ის იცვლება მდინარეთა ესტუარებში TDS=6,15 – 12,67 საზღვრებში, პორტების შემთხვევაში კი TDS = 11,80 – 13,67, რაც აუცილებლად მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული შავი ზღვის სანაპირო ზოლში ეკოლოგიური პარამეტრების კომპლექსური კვლევისას;
- საველე-სამეცნიერო კვლევების შედეგად მიღებული სტატისტიკური რიგისა და საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით დადგენილია შავი ზღვის აკვატორიაში განთავსებულ საზღვაო პორტებსა და ნავთობსადენის ტერმინალებში შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების - ზღვის წყლისა ( $t_1$ ) და ჰაერის ტემპერატურის ( $t_2$ ) ფარდობითი სიდიდეების ( $t_1/t_2$ ), წყლის

მჟავიანობისა (PH) და მარილიანობის (TDS) ჰისტოგრამა და თეორიული განაწილების მრუდი, რომელიც ზემოთ აღნიშნული ეკოლოგიური პარამეტრების პროგნოზირების საშუალებას იძლევა;

- ლაბორატორიულ პირობებში დადგინდა შავი ზღვის წყლის მძიმე მეტალებით - თუთია ( $Zn^{2+}$ ), რკინა (Fe), კადიუმი (Cd), სპილენძი (Cu), ტყვია (Pb) დაბინძურების რაოდენობრივი მაჩვენებლები, რომელთა სიდიდეებიც ევროკავშირისა და საქართველოს ნორმატივების მიხედვით ნაკლებია აღნიშნული დოკუმენტით განსაზღვრულ ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციაზე;
- მულტიმედიური ბაზების ძირითადი საფუძვლების გამოყენებით ნაშრომში შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების კვლევისათვის შესწავლილია:
  - ✓ შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების განსაზღვრა და მისი კონცეპტუალური მოდელის აგება ობიექტ-როლური მოდელირების (ORM/ERM) საფუძველზე;
  - ✓ შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების მულტიმედიურ მონაცემთა ბაზის შედგენილობისა და სტრუქტურის განსაზღვრა და დაპროექტება;
  - ✓ შავი ზღვის ეკოლოგიური პარამეტრების მონაცემთა ბაზის აგება Ms SQL Server პაკეტის სამუშაო გარემოში;
  - ✓ სისტემის ფუნქციონალური ამოცანების მეთოდებისა და მოვლენების ალგორითმული სქემების შემუშავება ობიექტ- და სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურით;
  - ✓ შავი ზღვის ეკოლოგიური სისტემის ანალიტიკოსის სამუშაო ადგილის ინტერფეისის დაპროექტება მულტიმედიური მონაცემთა ბაზით. სისტემის მომხმარებელთა SQL - მოთხოვნების დამუშავების სცენარებისა და პროგრამული კოდების აგება, ტესტირება;
  - ✓ დადგენილ იქნა, რომ ყოველივე ზემოთ აღნიშნული საშუალებას მოგვცემს კომპლექსურად შევაფასოთ შავი ზღვის თანამედროვე ეკოლოგიური პრობლემები და დაიგეგმოს მისი სანაპირო ზოლისა და მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური უსაფრთხოების ღონისძიებები SQL Server-ის მონაცემთა ბაზის გამოყენებით.

**ნაშრომის აპრობაცია.** სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები და შედეგები მოხსენებულ იქნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის მიერ ორგანიზებულ მე-5 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე „წყალთა მეურნეობის, გარემოს დაცვის, არქიტექტურისა და მშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“, 2015 წლის, აგვისტო; მე-17 საერთაშორისო კონფერენციაზე „გარემოს მეცნიერებები და ინჟინერინგი“, პარიზი, საფრანგეთი, 28-30 ოქტომბერი, 2015 წ.; XXVII საერთაშორისო კონფერენციაზე „გადაწყვეტილების მიღების პრობლემები გაურკვევლობის პირობებში“, მიძღვნილი პროფესორ ო. ნაკონეჩნის 70 წლის იუბილესადმი. თბილისი-ბათუმი, საქართველო, 2016 წლის 23-27 მაისი; XIX - საერთაშორისო კონფერენციაზე „გარემოს მეცნიერებები და ინჟინერინგი“, ამსტერდამი, ნიდერლანდები, 2017 წ.; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის მართვის სისტემების ფაკულტეტის კოლოქვიუმებსა და სემინარებზე 2015-2017 წლებში.

### გამოკვეყნებული ნაშრომების სია

1. **Gavardashvili A.** “The Program Software to Create United Database of Black Sea Ecological Characteristics”. *Collected Papers of Water Management Institute of Georgian Technical University, vol. 67*, Tbilisi, 2012, GEORGIA, p.p. 17-21.
2. **Gavardashvili A.** Results of Field Research in the Black Sea Coast Line within the Borders of Georgia in April 2015. *V International Scientific and Technical Conference „Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction“*. Tbilisi, GEORGIA, 2015, pp. 13-29.
3. **Gavardashvili A.** Results of the field-and-scientific study in the water area of the estuaries of the major rivers of the Black Sea and sea ports on the territory of Georgia. 17<sup>th</sup> International conference on „Environmental Sciences and Engineering“. Paris, FRANCE, 2015, pp. 2305-2309.
4. **სურგულაძე გ., თოფურია ნ., გავარდაშვილი ა., კაშიბაძე მ.** მონაცემთა ბაზის დაპროექტების ავტომატიზაცია შავი ზღვის ეკოლოგიური სისტემისათვის. სტუ-ს შრ. კრ. მას N1(21). თბილისი, 2016, გვ. 165-168.
5. **გავარდაშვილი ა.** შავი ზღვის წყლისა და ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურის კვლევა საიმედოობისა და რისკის თეორიის გამოყენებით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ც. მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული #71, თბილისი, 2016, გვ. 12-16.
6. **სურგულაძე გ., თოფურია ნ., გავარდაშვილი ა.** ვებ-სერვისის რეალიზაცია შავი ზღვის მდინარეთა ესტუარების მონიტორინგის სისტემისათვის. სტუ-ს შრომათა კრებულის მასალები N2(22). თბილისი, 2016, გვ. 190-193.
7. **Gavardashvili A., Topuria N., Surguladze G.** Determination of the Ecological Parameters of the Black Sea and Designing its Multimedia Base Based on the Object-Role Modeling. XXVII International Conference „Problems of Decision Making Under Uncertainties (PDMU-2016)“ dedicated to 70-th anniversary of Prof. O. Nakonechnyi. Tbilisi-Batumi, GEORGIA, May 23-27, 2016, pp.65-68.
8. **Gavardashvili A.** The Research of Black Sea Ecological Condition in the Border of Georgia by Using of Reliability and Risk Theory. 19<sup>th</sup> International Conf. on „Environmental Sciences and Engineering“. Amsterdam, THE NETHERLANDS, 2017, pp. 2095-2099.

## SUMMARY

### DETERMINATION OF THE ECOLOGICAL PARAMETERS OF THE BLACK SEA AND DESIGNING ITS MULTIMEDIA BASE BASED

With a view to predicting ecological parameters of the Black Sea within the boundaries of Georgia as well as with the application of contemporary computer programs and technologies, field-scientific and theoretical research were carried out and considering statistical methods, reliability and risk theories, the following scientific results were obtained.

As a result of the field-scientific research carried out within the basin of the Black Sea by using GPS and GIS programs, sensitive areas were observed on which scientific research was being carried out for three years.

Within the basin of the Black Sea samples of sea water were taken from 35 sensitive spots, on the firths of main rivers and at sea ports, temperatures of sea water ( $t_1$ ) and air ( $t_2$ ) were measured as well while quantitative indicators of degrees of acidity of sea water (pH) and saltiness (TDS) were determined under laboratory conditions.

Areas of firths of main rivers of Georgia were specified the size of which ranges between 0,861km and 20390km while laboratory research showed that acidity degree of the Black Sea water (pH) was ranging in the firths of the rivers between pH = 7,71 – 8,22, while within the basin of ports it was ranging between pH = 8,42 – 8,65; as for indicators of saltiness (TDS) in the firths it was ranging within (TDS) = 6,15 – 12,67 while at port – within (TDS) = 11,80 – 13,67 that should definitely be taken into account while carrying out a comprehensive research of ecological parameters along the coastline of the Black Sea.

By using a statistical row obtained as a result of a field-scientific research and reliability and risk theories, at ports and oil terminals situated within the basin of the Black Sea there have been determined ecological parameters of the Black Sea – relative values ( $t_1/t_2$ ) of temperatures of sea water ( $t_1$ ) and air ( $t_2$ ), histogram of sea water acidity (pH) and saltiness (TDS) as well as theoretical distribution curve promoting the prediction of above-mentioned ecological parameters;



Quantitative indicators of pollution of the Black Sea water with heavy metals including Zinc ( $Zn^{2+}$ ), Ferrum (Fe), Cadmium (Cd), Copper (Cu), Plumbum (Pb) were determined under laboratory conditions, the indicators of which according to the established standards of EU and Georgia are less than permitted level of concentration provided by the document mentioned above.

By using basic principles of multimedia bases as well as with a view to researching ecological parameters of the Black Sea in the thesis work there have been studied the following:

- Determining ecological parameters of the Black Sea and designing a conceptual model based on object-role modeling (ORM/ERM);
- Determining and designing the content and structure of multimedia data base of ecological parameters of the Black Sea;
- Establishing a database of ecological parameters of the Black Sea in the working environment of Ms SQL Server package;
- Developing functional task methods of the system and algorithm schemes of events by using object-and-service oriented architecture;
- Designing an interface of a workplace of an analyst of the ecological system of the Black Sea by using a multimedia database;
- SQL of system users – making a scenario for processing requests and forming up program codes, testing.