

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი



გუგა სადრაძე

ლისის რამზ-ანტიკლინი: გეომეტრია, მასთან დაკავშირებული ნაპრალების ტიპები  
და კინემატიკა

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, გეოლოგიის  
მიმართულება

ნაშრომი შესრულებულია გეოლოგიის მაგისტრის აკადემიური ხარისხის  
მოსაპოვებლად

ხელმძღვანელი: გეოლოგიის დოქტორი, ვიქტორ ალანია

თბილისი

2019

## სარჩევი

	შესავლი	5
1.	გეოლოგიური აგებულება	6
1.1	რეგიონული ტექტონიკა	7
1.2	სტრატეგრაფია	9
1.3	სტრუქტურები	11
2.	მეთოდოლოგია	15
2.1.	რღვევებთან-დაკავშირებული ნაოჭების ტიპები და მათი კინემატიკა	16
2.2.	ნაპრალები: მათი ტიპები და კინემატიკა	18
3.	ლისის ანტიკლინის გომეტრია	20
3.1.	სეისმოპროფილების ინტერპრეტაცია: ორ და სამგანზომილებიანი სტრუქტურული მოდელები	20
4.	ლისის რღვევა-გავრცელებად ნაოჭთან დაკავშირებული ნაპრალები, მათი სტატისტიკური ანალიზი და კინემატიკა	24
	დასკვნა	34
	ციტირებული ლიტერატურის სია	35

## ანოტაცია

სამაგისტრო ნაშრომის კვლევის ობიექტს წარმოადგენს აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყლის აღმოსავლურ დაბოლოებაზე განლაგებული ლისის რამპანტიკლინის გეომეტრიის და კინემატიკის განსაზღვრა, ნაოჭთან დაკავშირებული ნაპრალების გეომეტრიის დადგენა და ორ და სამგანზომილებიანი სტრუქტურული მოდელების აგება.

ნაშრომი შედგება: შესავლის, 4 თავის, 6 ქვეთავის, დასკვნის, დაკვირვების წერტილების მონაცემთა ბაზის, თბილისის მიდამოების ციფრული გეოლოგიური რუკის და ციტირებული ლიტერატურის სიისაგან.

ნაშრომში მოცემულია, როგორც ლისის რამპანტიკლინის ასევე მთლიანად აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყლის გეოლოგიური და ტექტონიკური პოზიცია, ხოლო ლისის რამპალტიკლინის დეტალური სტრუქტურული, ლითოლოგიური, სტრატეგრაფიული დახასიათება.

დეტალურად განხილულია კვლევის დროს გამოყენებული თანამედროვე მეთოდოლოგია: კერძოდ რღვევებთან დაკავშირებული ნაოჭების თეორია და ნაოჭი-ნაპრალის ურთიერთდამოკიდებულების კონცეპტუალური მოდელები.

ლისის რამპალტიკლინის ფარგლებში ჩატარებულია დეტალური საველე-გეოლოგიური სამუშაოები და ნაპრალთა სტრუქტურული ანალიზის კვლევები, აგრეთვე გამოყენებულია რეგიონის შესახებ არსებული გამოქვეყნებული და საფონდო მასალა და ჭაბურღილის მონაცემები.

თითოეული დაკვირვების წერტილისთვის აგებულია ნაპრალთა ორიენტაციის - “ვარდის“ დიაგრამები და სტატისტიკური ანალიზი; ინტერპრეტირებულია სეისმოპროფილები; აგებულია 3 განზომილებიანი სტრუქტურული მოდელები.

კვლევაში გამოყენებულია სტრუქტურული გეოლოგიის კომპიუტერული, სპეციალური პროგრამა Move.

კვლევების შედეგებზე დაყრდნობით გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ლისის რამპანტიკლინი ტიპური რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭია. ლისის რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭის ფარგლებში არსებული ნაპრალების ფორმირება დაკავშირებული იყო 2 სტადიასთან: (1) დეფორმაციამდელი და (2) დეფორმაციის თანადროული.

## A n n o t a t i o n

The study area of the master science thesis is the determination of the geometry and kinematics of the Lisi rampanticline in the eastern termination of the Achara-Trialeti fold and thrust belt as well as the establishing of the geometry of fold-related fractures and creating of 3D structural models.

The thesis includes following: the introduction, 4 chapters, 6 subchapters, conclusions, database, map and the list of references.

Geological and tectonic setting of the Achara\_Trialeti fold and thrust belt and the Lisi rampanticline as well as detailed description of the structure, lithology and stratigraphy of the Lisi rampanticline is introduced in the master thesis.

Up-to-date methodology applied to this study is discussed in detail: in particular the theory of the fault related folds and conceptual fold-fracture models.

Detailed field geological work and structural analysis of fractures have been undertaken at Lisi rampanticline. Available published and historic data (including drilling data) have been applied as well.

Azimuth frequency (*rose diagram*) *plots* of fracture orientations at each observation point have been created and statistical analysis have been carried out; seismic profiles have been interpreted and 3D structural models have been created.

Midland Valley's special geological modeling software Move has been used in this study.

On the basis of the study results was assumed, that the Lisi rampanticline is a typical fault-propagation faold. Formation of fractures in the Lisi fault-propogation fold had two (1) pre-deformation and (2) syn-deformation stages of development.

**შესავალი.** შესწავლის ობიექტს წარმოადგენს ლისის რამპანტიკლინი, რომელიც განლაგებულია აღმოსავლეთ აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელის ფარგლებში.

ლისის ანტიკლინის ამგები ქანები ზედაპირზე ძირითადად წარმოდგენილია ინტენსიურად დანაპრალიანებული ოლიგოცენური და ზედაეოცენური ქვიშაქვებით და თიხაფიქლებით.

თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით პრაქტიკულად არ არის ჩატარებული ლისის ანტიკლინის სტრუქტურული კვლევები, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ლისის ანტიკლინის კინემატიკური ევოლუციის აღსაქმნელად. ლისის ანტიკლინის დეტალური სტრუქტურული კვლევა, სტრუქტურის სეისმოპროფილების ინტერპრეტაცია, ნაპრალობა თანამედროვე სტატისტიკური ანალიზი და რამპანტიკლინის ტიპის დადგენა წარმოადგენს კვლევის შედეგების გასაღებს.

კვლევის ძირითადი მიზანი იყო ლისის ანტიკლინის გეომეტრიის, ტიპის და კინემატიკის დადგენა. მიზნის მისაღწევად აუცილებელი იყო შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა: (1) სეისმოპროფილების ინტერპრეტაცია და (2) ნაოჭთან დაკავშირებული ნაპრალების გეომეტრიის დადგენა.

ორი და სამგანზომილებიანი სტრუქტურული მოდელები აგებულია რღვევებთან დაკავშირებული ნაოჭების თეორიის გათვლისწინებით, რომელთა ასაგებად გამოყენებულია სტრუქტურული გეოლოგიის კომპიუტერული სპეციალური პროგრამა Move, ხოლო ნაპრალების სტრუქტურული ანალიზისათვის Move პროგრამის Move Fracture Modelling-ის მოდული.

საველე-გეოლოგიური სამუშაოებიდან მიღებული შედეგების (ნაპრალობა გეომეტრია, ტიპები, ინტენსივობა, აპერტურა) გამოყენებით აგებულია ნაპრალობა ორიენტაციის “ვარდის“ დიაგრამები გაკეთებულია სტატისტიკური ანალიზი.

საველე-გეოლოგიური სამუშაოებისას გამოყენებული იყო GPS ნავიგატორი და BRUNTON-ის გეოლოგიური კომპასი.

## 1. გეოლოგიური აგებულება

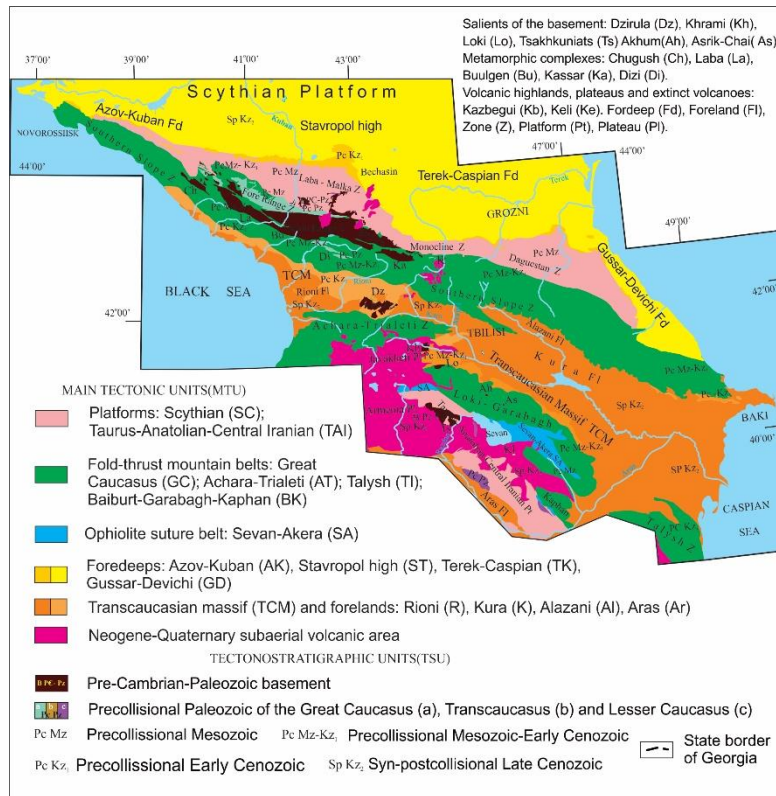
კავკასიის რეგიონი განლაგებული შავი და კასპიის ზღვებს შორის (ნახ. 1), წარმოადგენს ვრცელი კოლიზიური ზონის ნაწილს, რომლის ტექტონიკა და გეოლოგიური განვითარების ისტორია განპირობებულია ევრაზიის და აფრიკა-არაბეთის ლითოსფერული ფილების დღემდე მიმდინარე კონვერგენციით. ნეოპროტეროზოურის, პალეოზოურის, მეზოზოურის და ადრე კაინოზოურის განმავლობაში რეგიონი წარმოადგენდა ოკეანე ტეთისს (პროტოტეთისი, პალეოტეთისი, ნეოტეთისი) თავისი ევრაზიული და გონდვანური (აფრიკა-არაბეთი) კიდეებით. ოკეანის - კონტინენტთან კონვერგენციის ზონაში არსებობდნენ კუნძულთა რკალების, შიდა რკალური რიფტების და რკალსუკანა აუზების სისტემები, რაც იყო დამახასიათებელი კავკასიის კოლიზიამდელი განვითარების გვიან პროტეროზოური-ადრეკაინოზოური სტადიებისთვის. გვიანალპური ტექტონიკური ციკლის სინკლიზიურ (ოლიგოცენი - შუა მიოცენი) და პოსტკოლიზიურ (გვიან მიოცენი - მეოთხეული) ეტაპებზე მოხდა რელიეფის ინვერსია - ყოფილი რკალსუკანა აუზების ადგილზე წარმოიშვა კავკასიონის და მცირე კავკასიონის ნაოჭარღვევითი სისტემები და მათ შორის განლაგებული ამიერკავკასიის მთათაშუა დაბლობი, რომელმაც დაიკავა ამიერკავკასიის უდრეკი ბლოკების ადგილი (მიკროკონტინენტები და კუნძულთა რკალები). ნორმული ზღვიური აუზების ადგილზე გაჩნდა ევქსინური ტიპის ნახევრადჩაკეტილი აუზები (პარატეთისი), ხოლო შემდგომში, გვიან მიოცენში (~9 - მლნ.წ.) - ინტრაკონტინენტური აუზები ხმელეთის და სანაპირო ზოლის ნალექდაგროვების პირობებით.



ნახაზი 1. კავკასიის ფიზიკური რუკა (Adamia et al., 2011).

## 1.1 რეგიონული ტექტონიკა

კავკასიის თანამედროვე სტრუქტურაში ცნობილია მსხვილი ტექტონიკური ერთეულები წარმოდგენილი უდრეკი, პლატფორმული (სუბპლატფორმული და კვაზიპლატფორმული) და ნაოჭა-რღვევითი წარმონაქმნებით (ნახ. 2).



ნახაზი 2. კავკასიის ტექტონიკური რუკა (Adamia et al., 2011).

მათ შორის გამოიყოფა (ჩრდილოეთიდან სამხრეთით): სკვითური ახალგაზრდა პლატფორმა (კავკასიისწინეთი); კავკასიონის ნაოჭა-რღვევითი მთიანი სარტყელი წინა ქედის, მთავარი ქედის და სამხრეთი ფერდის ზონებით; ამიერკავკასიის მთათაშუა დაბლობი (საქართველოს ბელტი) დადებული ძირითადად უდრეკ პლატფორმულ ერთეულებზე; აჭარა-თრიალეთის და თალიშის ნაოჭა-რღვევითი მთიანი სარტყელები; ართვინ-ბოლნისის უდრეკი პლატფორმული მასივი; ლოქი(ბაიბურთი)-გარაბახი-კაფანის ნაოჭა-რღვევითი მთიანი სარტყელი; მცირე კავკასიონის ოფიოლიტური ნაკერი; თავრი-ანატოლია-ირანის პლატფორმის მცირე კავკასიონის სეგმენტი (დარალაგეზი ან სამხრეთი სომხეთის ბლოკი) და კავკასიის კიდურა სამხრეთ ნაწილში – არასის (არაქსის) მთათაშუა დაბლობი. ყველაზე ახალგაზრდა სტრუქტურული ერთეული აგებულია სომხეთის,

გარაბაგის (აზერბაიჯანი) და ჯავახეთის ზეგნების ნეოგენ-მეოტხეული კონტინენტური ვულკანური წარმონაქმნებით და ჩამქრალი ვულკანების ცალკეული ცენტრებით: იალბუზის და ჩეგემის – რუსეთის ფედერაცია, ყელის და მყინვარწყვერის (ყაზბეგი) – საქართველოში (ნახ. 2).

რეგიონული გეოლოგიური, გეოფიზიკური და პალეომაგნიტური კვლევების საფუძველზე განსაზღვრულია კავკასიის ცალკეული ბლოკების-მიკროფილების განლაგება აფრიკის, არაბეთის და ევრაზიის მიმართ. გეოლოგიურ, პალეობიოგეოგრაფიულ და პალეომაგნიტურ მონაცემებზე დაყრდნობით დადგინდა, რომ კავკასიის და მის მოსაზღვრე ტერიტორიების თანამედროვე სტრუქტურაში არსებული მსხვილი ერთეულები ხასიათდებიან გეოლოგიური განვითარების განსხვავებული ისტორიით. ესენია: სკვითური პლატფორმა, კავკასიონი, ამიერკავკასია-პონტიდები და მცირე კავკასიონი-ალბორსი (ელბურსი)-დასავლური ირანი. აფრიკა-არაბეთის და ევრაზიის კონტინენტების მიმართ განლაგების მიხედვით ამ სტრუქტურებს განიხილავენ კავკასიის ჩრდილოტეთისურ (ევრაზიულ) ან სამხრეთტეთისურ (გონდვანურ) პროვინციებად. სკვითური პლატფორმა და კავკასიონი თავისი წარმოშობით – ჩრდილო ტეთისის სტრუქტურებია, ხოლო ანატოლია, თავრიდები და მცირე კავკასიონის სამხრეთი ნაწილი (სამხრეთი სომხეთი და ნახჩევანი – **SAB**) – ეკუთვნის სამხრეთ ტეთისს.

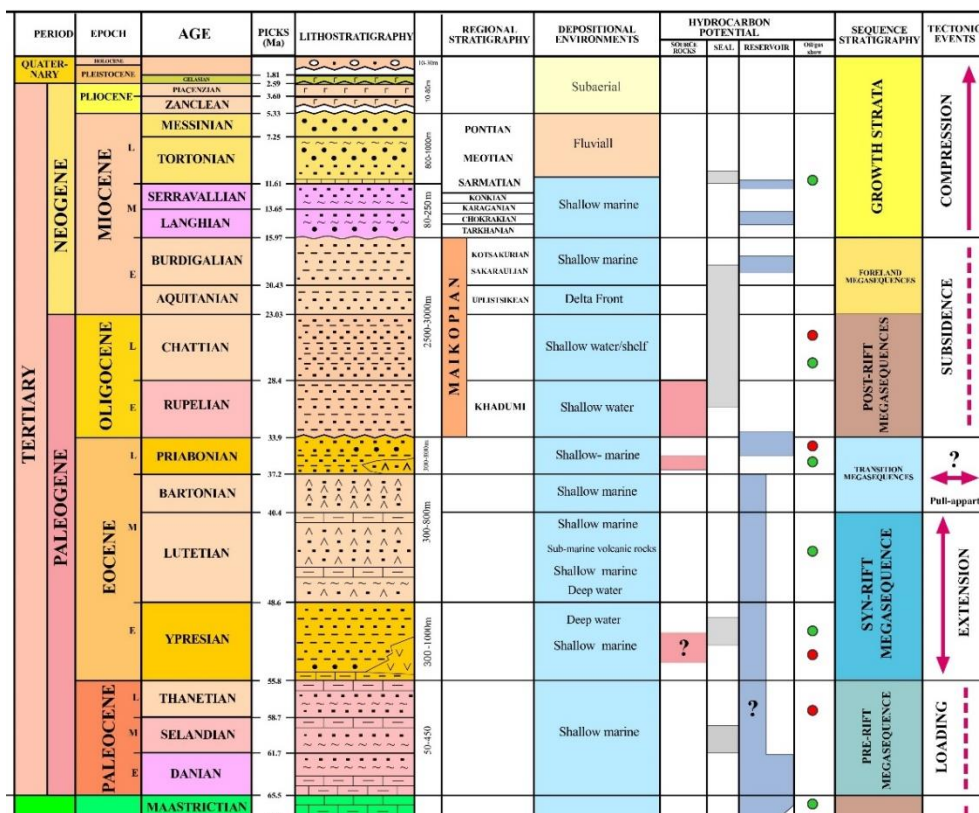
საკვლევ ობიექტს წარმოადგენს ლისის ანტიკლინი, რომელიც მდებარეობს აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყლის აღმოსავლურ დაბოლოებაზე. აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა რღვევითი მთიანი სარტყელი (ათნრმს) - ტრანსკავკასიური კომპოზიტური ტერეინის შემადგენელი ერთეული (Adamia et al., 1996) - ვრცელდება შავი ზღვის სანაპიროდან თბილისამდე. თბილისის აღმოსავლეთით ეს ტექტონიკური ერთეული დამირულია ოლიგოცენურ-ნეოგენური მოლასების ქვეშ, ხოლო აჭარა-გურიის სანაპიროს დასავლეთით გეოფიზიკური მონაცემების მიხედვით ვრცელდება აღმოსავლეთ შავი ზღვის აუზში. პრეკოლიზიური ტსე წარმოდგენილია ცარცული - პალეოგენური სტრუქტურული სართულით, ხოლო სინ - პოსტკოლიზიური - ნეოგენური მოლასებით და მეოტხეული ლავებით. პრეკოლიზიური ნალექები ინტენსიურად ან ზომიერადაა დეფორმირებული; ქმნიან დასავლეთ-აღმოსავლეთური მიმართულების გამწე, უპირატესად სიმეტრიულ ნაოჭებს, გართულებულს შესხლეტვებით, რომელთა მიმართ მასების გადაადგილების მიმართულება, როგორც წესი, ჩრდილოეთურია. დანალექი ტურბიდიტური ფორმაციისთვის (ბორჯომის ფლიში) დამახასიათებელია კლივაჟი. აჭარა-თრიალეთი ჩრდილო ფრონტული რღვევების სისტემით შეცოცებულია მის ჩრდილოეთით



განლაგებულ სტაბილურ (რიგიდულ) ტექტონიკურ ერთეულზე - საქართველოს ბელტზე. აჭარა-თრიალეთის სტრუქტურების შარიაჟული განლაგება საქართველოს ბელტის სამხრეთ კიდეზე დადასტურებულია გეოლოგიური აგეგმვის, ბურღვის და სეისმური პროფილების მონაცემებით. ათნრმს კოლიზიამდე დროში წარმოადგენდა შიდაკალურ რიფტულ სტრუქტურას, წარმოქმნილს გვიანცარცულ-პალეოგენურ დროში.

## 1.2. სტრატეგრაფია

თბილისის მიდამოებში ზედაპირზე გამოშვლებულია ძირითადად პალეოგენური და ნეოგენური ნალექები, მაგრამ აჭარა-თრიალეთის ზონის მომიჯნავე არეების აგებულებიდან და ღრმა ბურღვის მონაცემებიდან გამომდინარე თბილისის მიდამოებში პალეოგენ-ქვედაეოცენური ფლიშური ნალექების ქვეშ უნდა ვიგულისხმოთ ზედატურონულ - მასტრიხტული ასაკის ძირითადად კირქვებისა და მერგელებისგან შემდგარი 1000-1200 მ-ის სიმძლავრის წყების, ხოლო მის ქვეშ კი, მძლავრი (2000-2500 მ) ალბ-ქვედატურინული ასაკის კირ-ტუტე ბაზალტური, ანდეზიტური და დაციტური შემადგენლობის ვულკანოგენური ქანების არსებობა (ნახ.3).



ნახაზი 3. სტრატეგრაფიული სვეტი (ალანია, ენუქიძე, 2016).

საყურადღებოა, რომ ღრმა ბურღვის მონაცემებით მდ. მტკვრის ხეობის დასავლეთით ეს უკანასკნელი თანდათან ისოლება და თრიალეთის ქედის ფარგლებში საქართველოს ბელტის მსგავსი კარბონატული ნალექებით არის ჩანაცვლებული (გ. ნადარეიშვილი, 1981). თბილისის მიდამოებში გავრცელებული პალეოგენ-მიოცენური ნალექების უმეტესი ნაწილი მიკრო – და მაკროფაუნას შეიცავს და მათი ასაკი ფაუნისტურად კარგადაა დასაბუთებული. ყველაზე ძველი ნალექები, რომლებიც თბილისის მიდამოებშია გაშიშვლებული, წარმოდგენილია პალეოგენ-ქვედაეოცენური ასაკის ბორჯომის წყებით, რომელიც მთელ აჭარა-თრიალეთის ზონაში ფართო გავრცელებით სარგებლობს და ფლიშური წარმონაქმნებითაა აგებული. საბურთალოს სინკლინის ჩრდილოეთით განლაგებული ლისის ანტიკლინი მტკვრის ხეობის მარჯვენა მხარეს ემთხვევა ამავე სახელწოდების ქედს. ნაოჭის თალი განიერია და დამრეცი. თალური ნაწილი მთელს მიმართებაზე აგებულია ზედაეოცენური ნალექებით, ფრთებში კი განვითარებულია ოლიგოცენური ნალექები. ლისი #3 ჭაბურღილმა, რომელიც განლაგებულია ანტიკლინის თალურ ნაწილში გახსნა ზედა ეოცენი (0-1320მ), შუა ეოცენი (1320-2050მ) და პალეოგენ-ქვედა ეოცენი (2050-2308მ). პალეოგენი წარმოდგენილია თიხებით, მერგელებით და ქვიშაქვებით. ქვედა ეოცენი ძირითადად წარმოდგენილია ტურბიდიტებისა და თიხაფიქლების მორიგეობით. შუა ეოცენი წარმოდგენილია ტუფებით, ტურბიდიტებით, არგილიტებით და ვულკანიტებით, ხოლო ზედა ეოცენი წარმოდგენილია ტურბიდიტებისა და თიხაფიქლების მორიგეობით. ოლიგოცენური, ნეოგენური და მეოთხეული ფორმაციები, რომლებიც ტრადიციულად განიხილება მოლასებად, ფართოდ არის გავრცელებული აღმოსავლეთ აჭარა-თრიალეთის ჩრდილო და სამხრეთ პერიფერიებზე, მათგან ოლიგოცენური-შუა მიოცენური განიხილება, როგორც ქვედა ან წმინდა მოლასად, ხოლო ზედა მიოცენური-მეოთხეული ასაკისა - ზედა ან უხეშ მოლასად (Милановский и Хаин, 1963; Геология СССР, 1964).

ლისის ანტიკლინი ზედაპირზე ძირითადად წარმოდგენილია ზედა ეოცენური და ოლიგოცენ-ქვედა მიოცენური ნალექებით. ქვემოთ მოყვანილია მათი დეტალური ლითო-სტრატოგრაფიული დახასიათება.

**ზედა ეოცენი.** ზედა ეოცენური ნალექები წარმოდგენილია ნავთლუხის და თბილისის ნუმულიტებიანი წყებებით. ნავთლულის წყება თბილისის მიდამოების უმეტეს ნაწილში თანდათანობით აგრძელებს შუაეოცენურ ნალექებს. მხოლოდ რაიონის ჩრდილო-დასავლეთ (ს.კარსანი-მცხეთის მონაკვეთი) და სამხრეთ-დასავლეთ (ს.შავსაყდარი) ნაწილებში აღინიშნება მისი ტრანსგრესიული განლაგება შუა- და ქვედაეოცენურ

წარმონაქმნებზე (Девдариანი, 1971). მდ.ალგეთის ხეობაში (სს.წინწყარო და შავსაყდარი) თაბაშირიანი თიხები (რომელთა ზედაეოცენური ასაკი ფორამინიფერებითაა დადგენილი) ფუძეში მძლავრი კონგლომერატის შრით (15 მ), უთანხმოდ ადევს შუაეოცენურ ტუფოგენურ ქვიშაქვებს და ქვედაეოცენურ მერგელები (Девдариანი, 1971).

თბილისის ნუმულიტებიანი წყება თანხმობით მოყვება ნავთლულის წყებას და ლითოლოგიურად განსხვავდება ამ უკანასკნელისგან, რის გამოც საზღვარი მათ შორის ადვილად გასავლება, რასაც ვერ ვიტყვით ნუმულიტებიანი წყების ზედა საზღვარზე ოლიგოცენურ ნალექებთან. განსახილველი წყება ფაციესური მრავალფეროვნებით ხასიათდება. მისი ძირითადი ნაწილი მერგელებითაა წარმოდგენილი, რომლებთან ერთად მორიგეობს ქვიშაქვები, თიხები და კონგლომერატები. უკანასკნელნი ზოგიერთ ჭრილში წყების დიდ ნაწილს იკავებს ან მთლიანად ამ ნალექებითაა აგებული. ასე მაგალითად, თელეთის ქედის სამხრეთ ფერდზე, ს.დოუბნის დასავლეთით, ნუმულიტებიანი წყების ქვიშაქვები და მერგელები ფაციესურად იცვლება კონგლომერატებით, რომლებიც სოფ. ასურეთთან უკვე მთლიანად ამ ნალექებითაა წარმოდგენილი. უფრო დასავლეთით კონგლომერატებში თანდათან ჩნდება თიხების დასტები, რომლებიც ფაციესურად ანაცვლებს კონგლომერატებს. მსგავსი ფაციესური ჩანაცვლების სურათი აღინიშნება სამხრეთითაც, სს. შავსაყდარი – წინწყაროს ზოლის დასავლეთი და აღმოსავლეთი მიმართულებით, სადაც ხდება ანალოგიური კონგლომერატების ჩანაცვლება მაიკოპის ჰაბიტუსის თიხებით და ქვიშაქვებით. რაც შეეხება ამ კონგლომერატების შედგენილობას, ისინი ძირითადად აგებულია ცარცული ასაკის ვულკანიტების (ტუფები, დაციტები, კვარც-პორფირები), კირქვების და მერგელების დამუშავებული ნატეხებით. მათთან ერთად გვხვდება აგრეთვე პალეოგენური ქვიშაქვების ნატეხებიც, კონგლომერატებში მცირე რაოდენობითაა ჩართული კირქვის და მერგელის დაუმუშავებელი ლოდებიც (Девдариანი, 1971).

აღნიშნულ უბანზე ნუმულიტებიანი წყების სიმძლავრე 300-350 მ შეადგენს. ნუმულიტებიანი წყების ზედა საზღვარი ოლიგოცენურ ნალექებთან ზოგ ჭრილში ძნელად გასავლება, რადგანაც ეს ორი ასაკობრივად განსხვავებული წარმონაქმნი მათი შეხების ზოლში ლითოლოგიურად მსგავსია. ამის გამო სხვადასხვა ავტორის მიერ მათ შორის საზღვარი განსხვავებულ დონეზე იყო გატარებული, რის გამოც ნუმულიტებიანი წყების და ქვედაოლიგოცენური ნალექების სიმძლავრეები ლიტერატურაში განსხვავებულია. მას შემდეგ, რაც თელეთის ქედის ჩრდილოეთით, სადაც მსგავსი სურათია, ე.დევდარიანის (1971) მიერ ჩატარებული ფაუნისტური და ლითოლოგიური კვლევების შედეგად

ნუმულიტებიანი წყების ზედა ნაწილში მოხერხდა სამარკირო ჰორიზონტების გამოყოფა, შესაძლებელი გახდა ზედა ეოცენურსა და ოლიგოცენურს შორის ზუსტი საზღვრის გატარება.

თელეთის ქედის ჩრდილოეთით, სადაც ნუმულიტებიანი წყება სქელშრეებრივი გრაუვაკული ქვიშაქვებისა და თიხების დასტების მორიგეობითაა წარმოდგენილი, მისი სიმძლავრე 420-830 მ ფარგლებში იცვლება. მდ.მტკვრის მარცხენა სანაპიროზე ჭაბურღილების მონაცემებით ირკვევა, რომ ქვიშაქვები მთლიანად თიხებითაა ჩანაცვლებული და წყების სიმძლავრე 1000 მ-დეა გაზრდილი, მაშინ როდესაც მის სამხრეთით იგი 500 მ-დე მცირდება (რუსთავის №1).

**ოლიგოცენურ – ქვედა მიოცენური.** ოლიგოცენურ – ქვედა მიოცენური ასაკის წარმონაქმნები მაიკოპის სერიის ნალექებითაა წარმოდგენილი, რომლებიც ფართო გავრცელებით სარგებლობს ყირიმ-კავკასიის რეგიონში. ქვედა ნაწილში იგი აგებულია კარბონატული თიხებით და მერგელებით, რომლებთანაც დამორჩილებული რაოდენობით მორიგეობს ქვიშაქვის შუაშრეები ხადუმის ჰორიზონტი, ხოლო დანარჩენი, ძირითადი მისი ნაწილი, წარმოდგენილია მუქი ფერის არაკარბონატული თაბაშირიანი თიხებით, რომლებთანაც კვარციანი ქვიშაქვების შრეები და დასტები მორიგეობს. თიხებში ხშირად აღინიშნება იაროზიტის ნაფიფქები, თევზის ქერცლები და სეპტარიები.

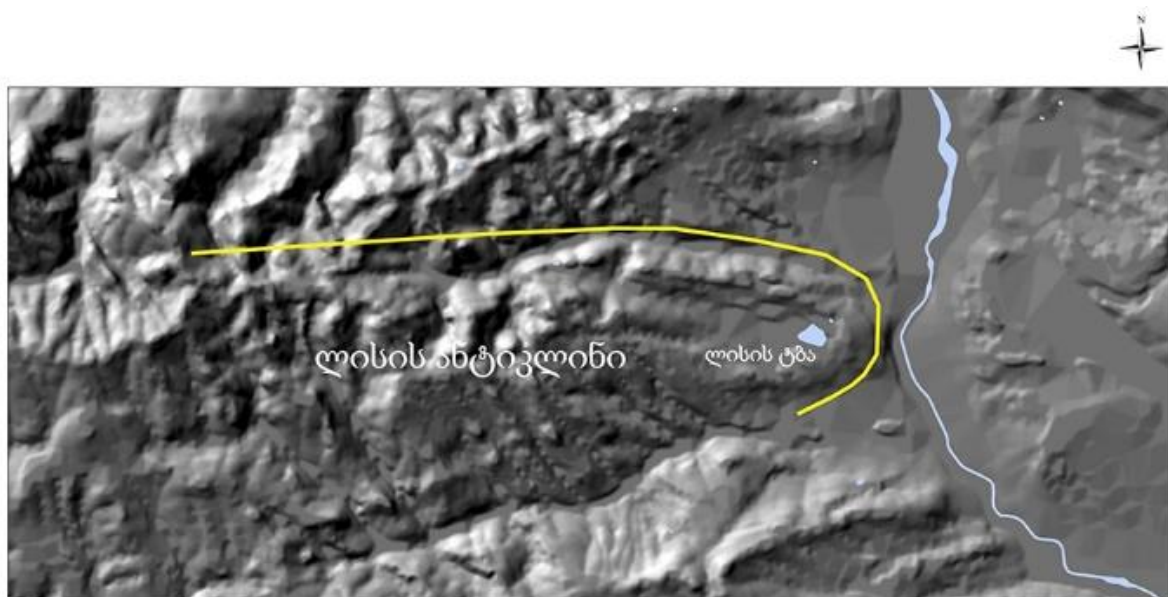
თბილისის მიდამოებში მაიკოპის სერია მნიშვნელოვანი გავრცელებით სარგებლობს. გარდა ზედაპირული გაშიშვლებებისა, მისი არსებობა მრავალ ჭაბურღილშია დადგენილი. ე. დევდარიანის (1971) მიერ დეტალური საველე დაკვირვებების, აეროფოტოების დემიფირირების შედეგად და აგრეთვე, ძველი მკვლევარების მასალების გამოყენებით, რაიონის სამხრეთი ნაწილის მაიკოპურ სერიის ნალექებში მოხერხდა ცალკეული ქვეწყებების გამოყოფა, რომლებიც ანალოგიურია რაიონის ჩრდილო ნაწილში არსებული ქვეწყებებისა. აღნიშნულის საფუძველზე რაიონის მთელ ტერიტორიაზე შესაძლებელი გახდა საზღვრის გატარება მაიკოპის სერიის ოლიგოცენურ და ქვედამიოცენურ ნაწილებს შორის. ლითოლოგიური და ფაუნისტური მონაცემებით მაიკოპის სერიის ოლიგოცენური ნაწილი სამ ნაწილად იყოფა. ქვედა - ხადუმის ჰორიზონტი (კარბონატული თიხები. ცალკეულ ჭრილებში ქვიშაქვის შუაშრეებით) და შუა და ზედა ნაწილად, რომელიც წარმოდგენილია თიხების და ალევროლიტების შუაშრეებიანი სქელშრეებრივი ქვიშაქვებით.

თბილისის მიდამოების მაიკოპის სერიის ოლიგოცენური ნაწილისთვის ფაციესების გავრცელების თვალსაზრისით გარკვეული კანონზომიერება შეინიშნება. კერძოდ, რაიონის

ჩრდილო და დასავლეთ ნაწილებში აღნიშნული ნალექები თიხებითა და ქვიშაქვებითაა წარმოდგენილი, რომლებიც ლითოლოგიურად მსგავსია აქ გავრცელებული ზედაეოცენური ანალოგიური წარმონაქმნებისა (თელეთის ქედის ჩრდილოეთით), რაც უფრო დეტალურად ნუმულიტიანი წყების დახასიათებისას იყო აღნიშნული. თელეთის ქედის სამხრეთით (გარდა შავსაყდარი-ასურეთის ზოლისა) ისინი ტიპური მაიკოპური თიხებითაა წარმოდგენილი. სტრატეგრაფიული საზღვარი ოლიგოცენსა და ქვედა მიოცენს შორის მიკროფაუნისტური, ლითოლოგიური და რეგიონული მონაცემების საფუძველზე მეტ-ნაკლებად კარგადაა დადგენილი.

### 1.3. სტრუქტურები.

აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელი ვრცელდება შავი ზღვის სანაპიროდან თბილისამდე. თბილისის აღმოსავლეთით ეს ტექტონიკური ერთეული დაძირულია ოლიგოცენური-ნეოგენური მოლასების (მტკვრის ფორლანდი) ქვეშ (ნახ.4). აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყლის გეოლოგიურ შესწავლილობას საუკუნეზე მეტი ხნის ისტორია აქვს. ძირითადი მონაცემები სტრატეგრაფიის, ტექტონიკის და ნავთობგაზიანობის შესახებ ასახულია სხვადასხვა პუბლიკაციებში (Adamia et al., 1974; Белоусов, 1962; Булеიშვილი, 1960; Девდარიანი, 1971; Гамკრელიძე, 1966; Гамკრელიძე, 1976; Мефферт, 1932, 1933; Папава, 1976 და სხვა).



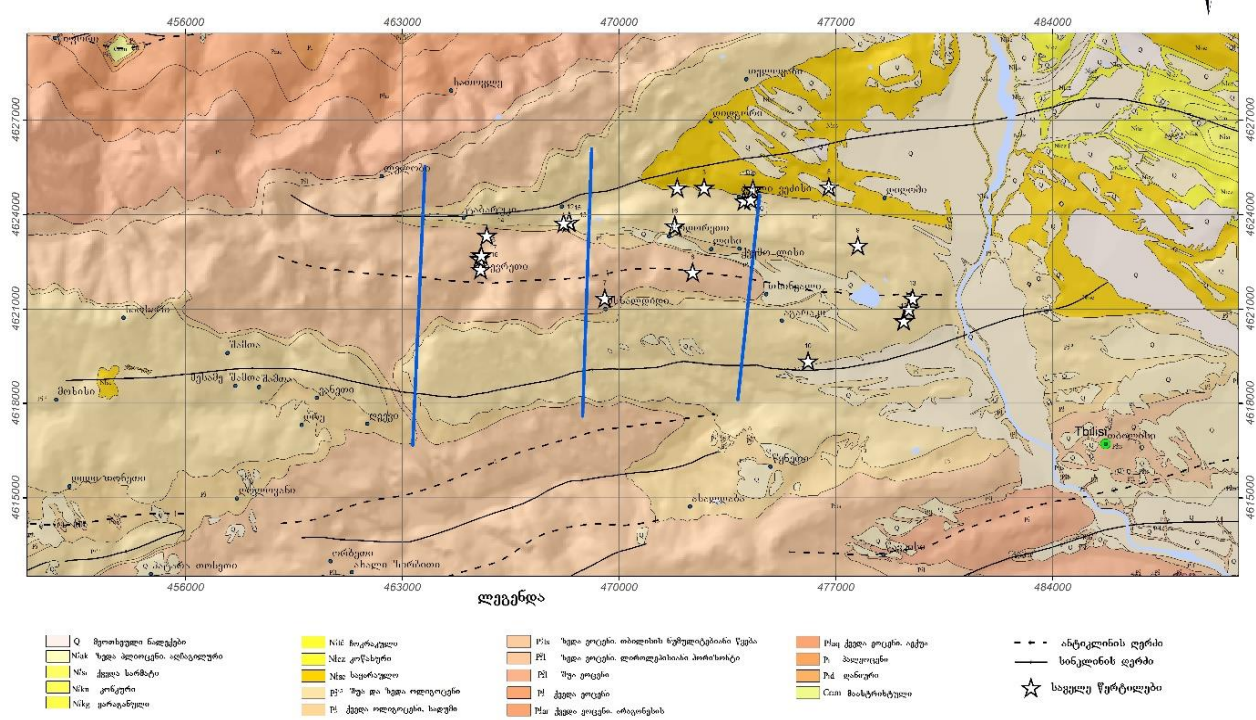
**ნახაზი 4.** რელიეფის ციფრული მოდელის რუკა, ლისის ანტიკლინის პერიკლინური დაბოლოება.

აღმოსავლეთ აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყლის თანამედროვე სტრუქტურის ფორმირება განპირობებულია მცირე კავკასიონის ფუნდამენტის სოლის (ან სოლების) სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ გადაადგილებასთან (Alania et al., 2013; Banks et al., 1997). აღმოსავლეთ აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელი სქელ-ზეწრული სტრუქტურაა და მისი ფორმირება ძირითადად დაკავშირებული იყო ჭიმვითი აუზის ინვერსიასთან, რომელსაც ადგილი ჰქონდა გვიან ალპურ დროში (Alania et al., 2013). სტრუქტურები ძირითადად წარმოდგენილია რამპ-ანტიკლინებით (Adamia et al., 2002; Banks et al., 1997). ვ. ალანიას და სხვათა მიხედვით აღმოსავლეთ აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელი იყოფა შემდეგ სტრუქტურულ ერთეულებად (სამხრეთიდან ჩრდილოეთით): (1) სამხრეთ-ვერგენტული რღვევებთან დაკავშირებული ნაოჭები (ამლევი, კუმისი, თელეთი - ზურგის შეცოცებების ზონა; (2) ჩრდილო-ვერგენტული რღვევებთან დაკავშირებული ნაოჭები (ლისი, მცხეთა, მამადავითი, ვარკეთილი, ნორიო) და (3) სამკუთხა ზონა. სამხრეთ-ვერგენტული რღვევებთან დაკავშირებული ნაოჭების ფორმირება კინემატიკურად დაკავშირებულია სამხრეთიდან ჩრდილოეთით გადაადგილებულ სტრუქტურულ სოლებთან (Alania et al., 2013).

აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელი სეისმურად აქტიურია, რაზეც მიუთითებს თანამედროვე და ისტორიული მიწისძვრები (მაგ. Adamia et al., 2017). ახალი მონაცემების მიხედვით, კერძოდ კი აპატიტებზე ჩატარებული ტრეკული მონაცემები მიუთითებს, რომ აჭარა-თრიალეთში ექსტრემაციის პროცესი დაიწყო შუა მიოცენიდან (Albino et al., 2014).

ჩვენი შესწავლის ობიექტს (ნახ. 4, 5) წარმოადგენს ლისის რამპანტიკლინი, რომელიც განლაგებულია აღმოსავლეთ აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელის ფარგლებში. ლისის ნაოჭის ამგები ქანები ზედაპირზე ძირითადად წარმოდგენილია ინტენსიურად დანაპრალიანებული ოლიგოცენური და ზედა ეოცენური ქვიშაქვებით და თიხაფიქლებით. ლისის ანტიკლინისათვის დამახასიათებელია ასიმეტრიული აგებულება. მისი წინა ფრთა უფრო ციცაბოა და შრეების დაქანების კუთხე მერყეობს 50-75° შორის. უკანა ფრთისთვის კი დამახასიათებელია შედარებით დაბალი კუთხეები 30-40°. ლისის ტბის მიდამოებში კარგად დაიკვირვება პერიკლინური სტრუქტურა (იხ. ნახ. 4). მე-5 სურათზე ნაჩვენებია ლისის ანტიკლინის და მიმდებარე ტერიტორიის გეოლოგიური რუკა.

თბილისის მიდამოების გეოლოგიური რუკა  
1:25000



**ნახაზი 5.** ლისის ანტიკლინის და მიმდებარე ტერიტორიის გეოლოგიური რუკა (დ. პაპავას მიხედვით, 1976). სეისმოპროფილების ხაზები აღნიშნულია ლურჯი ფერით.

**2. მეთოდოლოგია**

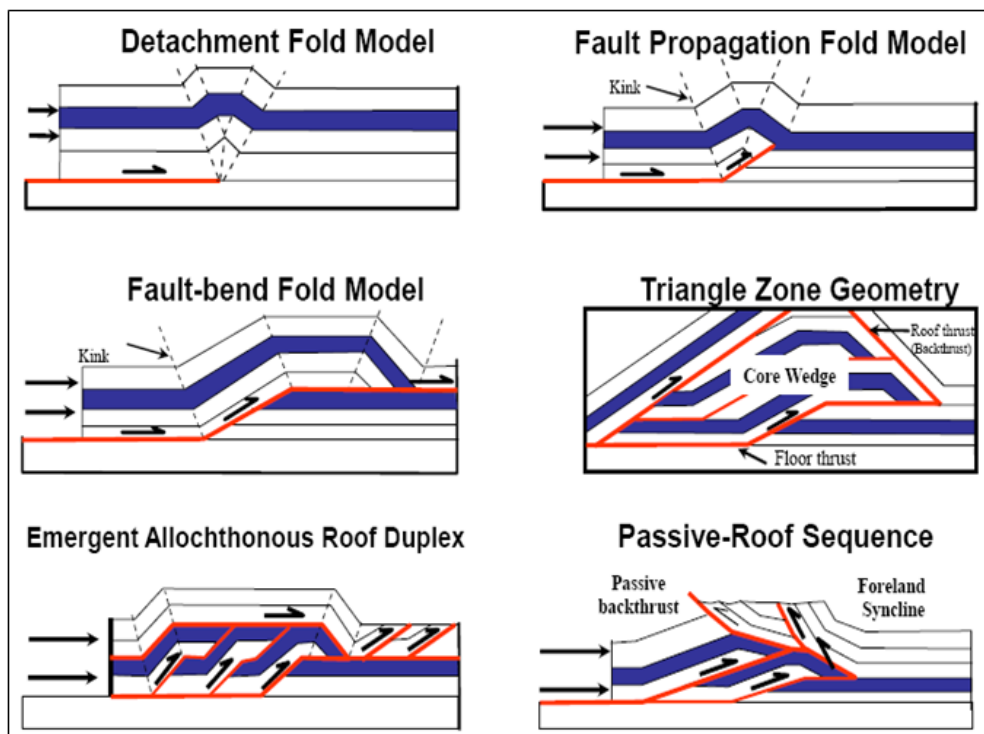
სეისმოპროფილების ინტერპრეტაციის, სამ განზომილებიანი სტრუქტურული მოდელის აგების და ნაპრაღთა სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოყენებულია **MOVE** სტრუქტურული გეოლოგიის სპეციალური პროგრამა. სეისმოპროფილების ინტერპრეტაციისას გამოყენებულია რღვევებთან დაკავშირებული ნაოჭების თეორია, რომელიც **MOVE** პროგრამაში ცალკეული ალგორითმების სახით არის წარმოდგენილი (Fault-propagation fold, Fault-bend fold). სამგანზომილებიანი სტრუქტურული მოდელების აგება მოვახდინეთ Move სტრუქტურული გეოლოგიის კომპიუტერული სპეციალური პროგრამის მეშვეობით. კომპიუტერულ პროგრამაში გამოყენებულია რღვევებთან დაკავშირებული ნაოჭების (რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭი, რღვევა-გაღუნული ნაოჭი) თეორიის ძირითადი პრინციპები და მეთოდები და შეტანილია მათში ალგორითმების სახით. ნაპრაღების სტრუქტურული ანალიზისათვის გამოყენებულია Move პროგრამის Move Fracture Modelling-ის მოდული. სეველე-გეოლოგიური სამუშაოებიდან მიღებული

შედეგების (ნაპრალთა გეომეტრია, ტიპები, ინტენსივობა, აპერტურა) გამოყენებით მოვახდინეთ ნაპრალთა ორიენტაციის (“ვარდის“ დიაგრამა) და სტატისტიკური ანალიზი.

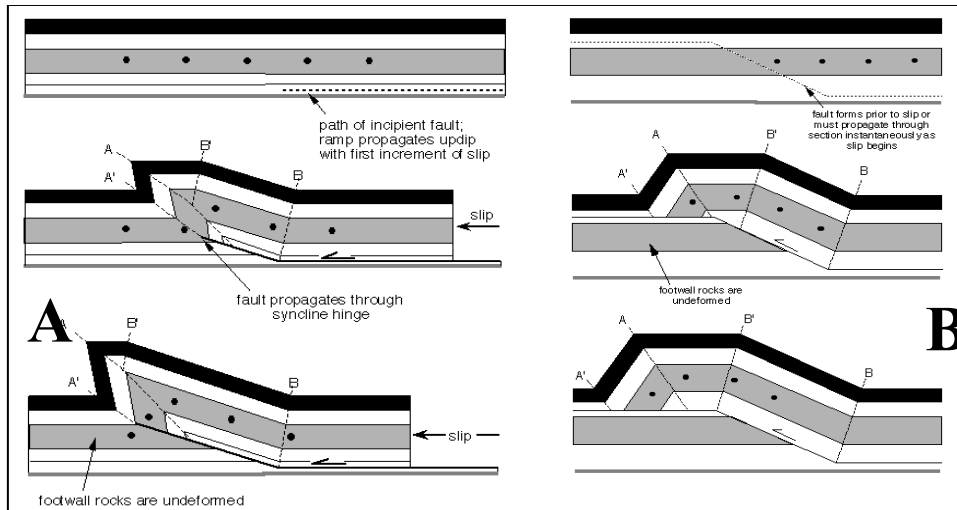
**2.1. რღვევებთან დაკავშირებული ნაოჭების თეორია.** სეისმური პროფილების ინტერპრეტაციისათვის ამჟამად ფართოდ გამოიყენება რღვევებთან დაკავშირებული ნაოჭების თეორია (Shaw et al., 2005; Suppe, 1983, Suppe, Medwedeff, 1990). ეს თეორია დაფუძნებულია სტრუქტურების რაოდენობრივ გეომეტრიულ მოდელირებაზე. თანამედროვე, ძირითადად ნავთობისა და გაზის ძებნა-ძიებისათვის შექმნილ სპეციალურ კომპიუტერულ პროგრამებში (GeoSec 2-3D; Petrel; 2D Dynel; PetroMode; Move და სხვა) გამოყენებულია რღვევებთან დაკავშირებული ნაოჭების თეორიის ძირითადი პრინციპები და შეტანილია მათში ალგორითმების სახით. ძირითადი სტრუქტურები, რომლებიც რღვევასთან დაკავშირებულ ნაოჭებთან ასოცირდება, შემდეგია: რღვევა-გალუნული ნაოჭი (fault-bend fold), რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭი (fault-propagation fold), მოწყვეტის ნაოჭი (detachment fold), ქერცლოვანი შეცოცებითი სისტემა (imbricate thrust systems) და სტრუქტურული სოლები (structural wedges). როგორც ცნობილია ეს სტრუქტურები ძირითადად ქმნიან მძლავრ ნახშირწყალბადების დამჭერებს, როგორც ოროგენული, ასევე პასიური კიდის ნაოჭა-შეცოცებით სარტყლებში (Shaw et al., 2005). ნაოჭა-შეცოცებით სარტყლებში 3 ტიპის ნაოჭებს გამოყოფენ: მოწყვეტის, რღვევა-გალუნულ და რღვევა-გავრცელებად ნაოჭებს (Suppe, 1983; 1985; Suppe et al., 1992; Mitra, Namson, 1989; Jamison, 1987). პირველი ტიპის ნაოჭები ძირითადად დაკავშირებულია და განვითარებულია პლასტიურ შრეებში (ევაპორიტები, თიხები და ა. შ.). დეტაჩმენტი (detachment) შრეებრიობის პარალელურია და მის ზევით ან დაბოლოებაზე ვითარდება ნაოჭი ნახ. 6). შეცოცებების ფუნდამენტური თავისებურებაა მათი საფეხურებრივი ტრაექტორია. განსხვავებით მოწყვეტის ნაოჭებისაგან, რღვევა-გავრცელებადი და რღვევა-გალუნული ნაოჭებისათვის დამახასიათებელია შრეებრიობის პარალელური და ირიბი (რამპი - ramp) სეგმენტები (ნახ.6b,c და 2a,b). გეოლოგიურ ლიტერატურაში ისინი აგრეთვე რამპანტიკლინის სახელწოდებითაა ცნობილი. პირველად რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭის გეომეტრია და კინემატიკა აღწერილი იყო ჯ. საპეს მიერ (Suppe, 1985). მისთვის დამახასიათებელია ძირითადად ასიმეტრიული აგებულება - წინა ფრთა უფრო ციცაბოა, ვიდრე უკანა ფრთა. თუმცა ნაოჭა-შეცოცებით სარტყლებში ვხვდებით სიმეტრიულ რღვევა-გავრცელებად ნაოჭებსაც (Mitra, 1990). უკანა ფრთის დახრის კუთხე რამპის (ირიბი სეგმენტი) პარალელურია (ნახ. 6b – 2a). რღვევა-გავრცელებად ნაოჭებში შეცოცების გადაადგილების ამპლიტუდა ნაოჭის ფორმირების ხარჯზე, რამპის დაბოლოებაზე 0-ს



ტოლია (Suppe, 1985). თუმცა არჩევენ მეორე გენერაციის რღვევა-გავრცელებად ნაოჭებს (Mitra, 1990; Suppe, 1985; Shaw et al., 2005), რომლებშიც რამპის დაბოლოებიდან ან რამპის ბოლოდან შრეებრიობის პარალელურად ვითარდება რღვევა და მათზე ხდება მოძრაობა. რღვევა-გალუნული ნაოჭისთვის დამახასიათებელია შრეებრიობის პარალელური-ირიბი-შრეებრიობის პარალელური სეგმენტები. მათზე მექანიკურად გადაადგილდება ზედა ზაგე და რამპის თავზე განიცდის გალუნვას (ნახ. 6 c). რღვევა-გალუნულ ნაოჭებში, ისევე როგორც რღვევა-გავრცელებად ნაოჭებში უკანა ფრთის დახრის კუთხე რამპის დახრის კუთხის პარალელურია. წინა ფრთის დახრის კუთხე კი ყოველთვის რამპის კუთხეზე მეტია (Suppe, 1983). რამპანტიკლინებში (ramp anticline) რღვევის და ნაოჭების ფორმირება სინქრონულია (ნახ. 7) (Suppe, 1983; 1985). თანამედროვე გეოლოგიურ ლიტერატურაში ასევე გამოიყენება ტერმინები მზარდი ნაოჭები (growth fold) და მზარდი ნალექები (growth strata). ეს ტერმინები ერთმანეთის სინონიმებია. მზარდი ნალექები იგივე სინტექტონიკური (ან სინკინემატიკური) ნალექებია. მზარდი ანტიკლინების (მოწყვეტის ნაოჭები; რამპანტიკლინები) თალურ ნაწილებში მზარდი ნალექების სიმძლავრე მცირდება და მათი გეომეტრია ძირითადად დაკავშირებულია ნაოჭების კინემატიკასა და ნალექდაგროვების ტემპების ურთიერთდამოკიდებულებაზე (Shaw et al., 2005).



**ნახაზი 6.** (a) მოწყვეტის ნაოჭი (Mitra, Namson, 1989); (b) რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭი (Suppe, 1985); (c) რღვევა-გალუნული ნაოჭი (Suppe, 1983); (d) სამკუთხა ზონა (Price, 1986); (e) ალოქტონური დუბლექსები (Banks, Warbunan, 1986); (f) პასიური ზურგის შეცოცებების თანმიმდევრობა (Banks, Warbunan, 1986).

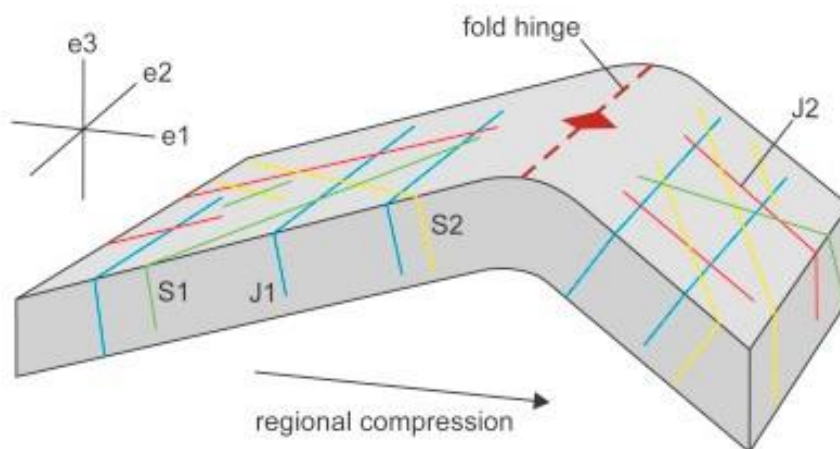


**ნახაზი 7.** რღვევა-გავრცელებადი (A) და რღვევა-გალუნული (B) ნაოჭების თანმიმდევრული კინემატიკური მოდელები (Suppe, 1983, 1985).

**2.2. ნაპრალები: მათი ტიპები და კინემატიკა.** ბოლო 50 წლის განმავლობაში ნაოჭების და ნაპრალების ურთიერთკავშირზე მნიშვნელოვანი კვლევებია ჩატარებული (მაგ. Price, 1966; Stearns, 1969; Pollard & Aydin, 1988; Watkins et al., 2018; Francioni et al. 2018). ნაოჭი-ნაპრალის ურთიერთდამოკიდებულება ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი საკითხია თანამედროვე სტრუქტურულ გეოლოგიაში (მაგ. Bergbauer & Pollard, 2004; Fischer & Wilkerson, 2000; Johnson & Johnson, 2002; Savage and Cooke, 2004; Watkins et al., 2018). ნაოჭი-ნაპრალის ურთიერთდამოკიდებულების კონცეპტუალური მოდელები შეიქმნა გასული საუკუნის 60-70 წლებში (Friedman, 1969; Price, 1966; Stearns & Friedman, 1972). ეს კონცეპტუალური მოდელები არ ითვალისწინებდა ნაოჭის კინემატიკას და მასთან დაკავშირებულ ნაპრალთა ევოლუციას.

ბოლო წლებში მნიშვნელოვნად შეიცვალა წარმოდგენები ნაოჭი-ნაპრალის ურთიერთდამოკიდებულებაზე და მიჩნეულია, რომ დროში ნაპრალთა ფორმირება და განვითარება ძირითადად დაკავშირებულია ნაოჭა-შეცოცებით სარტყლებში ნაოჭის კინემატიკურ, თანმიმდევრულ ევოლუციასთან (მაგ. Bellahsen et al., 2006; Watkins et al.,

2018). არჩევენ ნაპრალოთა შემდეგ ტიპებს: ჭიმვითი (extensional, tensional) და ორიბი (shear) (იხ. ნახ. 8).

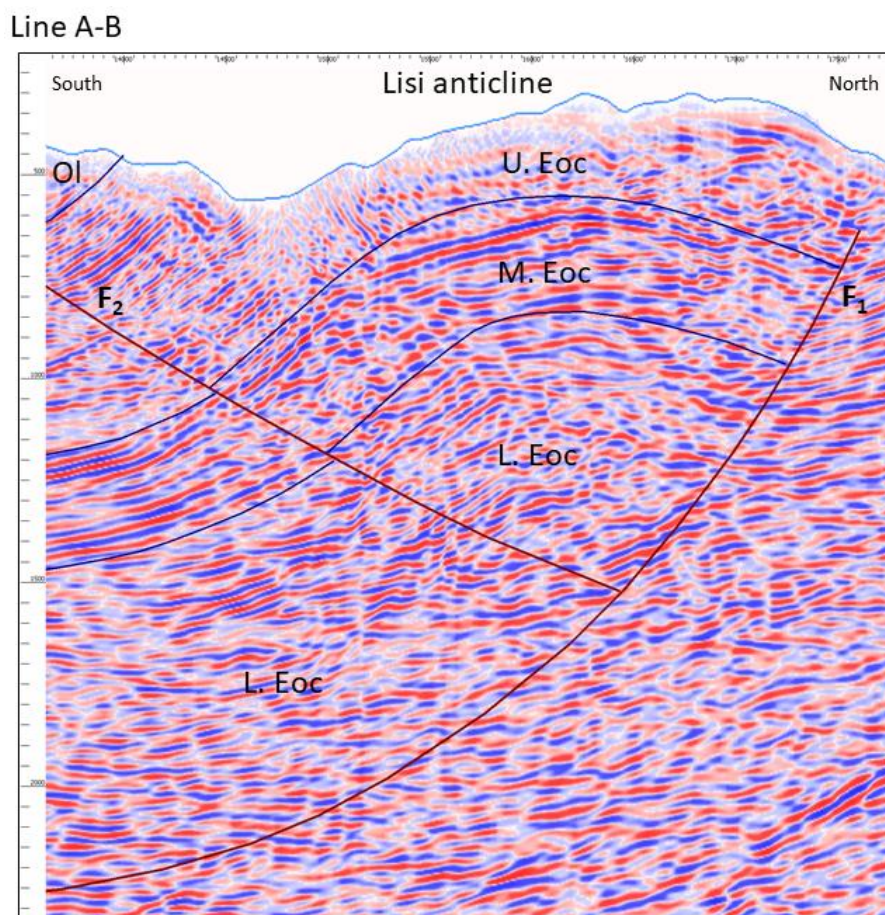


**ნახაზი 8.** ნაპრალოთა ტიპები დეფორმირებულ ქანებში: J1 – ჭიმვითი (extensional), J2 ჭიმვითი (tensional), S1 and S2 – ორიბი (shear) (Watkins et al., 2018).

როგორც წესი ჭიმვითი ნაპრალები ღია ნაპრალებია და ამოვსებულია მინერალებით. ნაოჭი-ნაპრალის ურთიერთდამოკიდებულების შეფასებისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ნაოჭების ტიპების დადგენას. უატკინსონმას და სხვებმა (2018) განავითარეს ნაოჭებთან დაკავშირებული ნაპრალების კონცეპტუალური მოდელები, რომლებიც გვიჩვენებს, რომ ნაოჭების გეომეტრია და კინემატიკა უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია და აკონტროლებენ ნაპრალების სხვადასხვა ტიპების ფორმირებას. ზოგადად ნაოჭებთან დაკავშირებული ნაპრალების ფორმირება და მათი სივრცობრივი გავრცელება ძირითადად დაკავშირებულია ნაოჭის ფორმირების კინემატიკასთან (Bergbauer & Pollard, 2004; Watkins et al. 2018). გორჰამმა და სხვებმა (1979) და უოტკინსმა და სხვებმა (2018) აჩვენეს, რომ ნაპრალოთა ინტენსივობა მატულობს ნაოჭების გაღუნვის არეალებში. ვენბერგმა და სხვების მიხედვით (2007), ნაპრალოთა ინტენსივობა მკაცრად დამოკიდებულია მრავალშრიანი წყებების ამგები ქანების მექანიკურ თვისებებთან. სხვადასხვა ავტორების მიერ აღწერილია ნაპრალოთა სისტემები, რომლებიც ადრეულ სტადიაზე წარმოქმნილი ნაპრალები ნაოჭების განვითარების სხვადასხვა სტადიაზე განიცდიან ხელმეორედ გახსნას (მაგ. Bellahsen et al., 2006; Lacombe et al., 2011; Tavani et al., 2018).

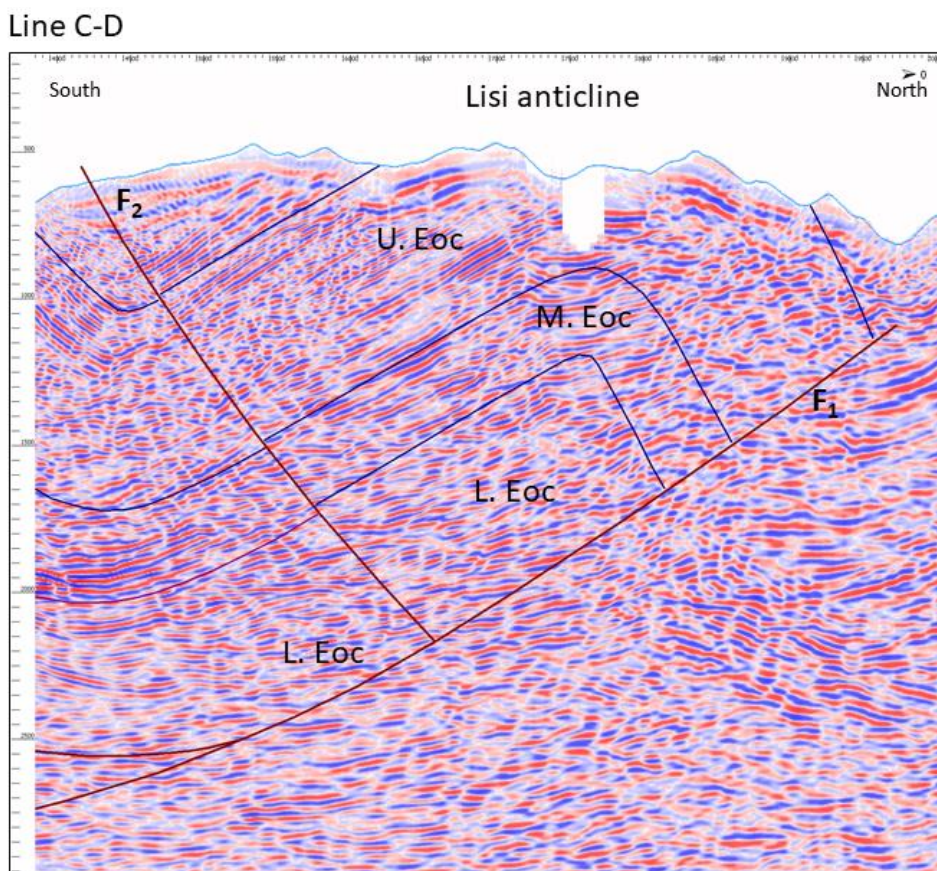
### 3. ლისის ანტიკლინის გეომეტრია

3.1. სეისმოპროფილების ინტერპრეტაცია: ორ და სამგანზომილებიანი სტრუქტურული მოდელები. ცნობილია, რომ სეისმოპროფილების სტრუქტურული ინტერპრეტაციისათვის ძალზედ მნიშვნელოვანია ზედაპირული გეოლოგიური მონაცემების გამოყენება და მათი შეთავსება სეისმოპროფილებთან. 2019 წელს საველე-გეოლოგიური სამუშაოები ჩავატარე, როგორც საკვლევ ტერიტორიის, ასევე სეისმური პროფილების ხაზების გასწვრივ. საველე-სამუშაოების ძირითადი მიზანი იყო სტრატეგრაფიული ჰორიზონტების შრეებრიობის და ლისის ანტიკლინის გეომეტრიის დადგენა. ინტერპრეტაციისათვის ასევე გამოვიყენე ლისი #3 ჭაბურღილის მონაცემები. არსებული მონაცემების (დროითი ჭრილები - SGY ფაილი, ლისი #3 ჭაბურღილის და ზედაპირული გეოლოგიის მონაცემები) შეყვანა და ინტერპრეტაცია განხორციელდა *MOVE* სტრუქტურული გეოლოგიის სპეციალური პროგრამის საშუალებით.



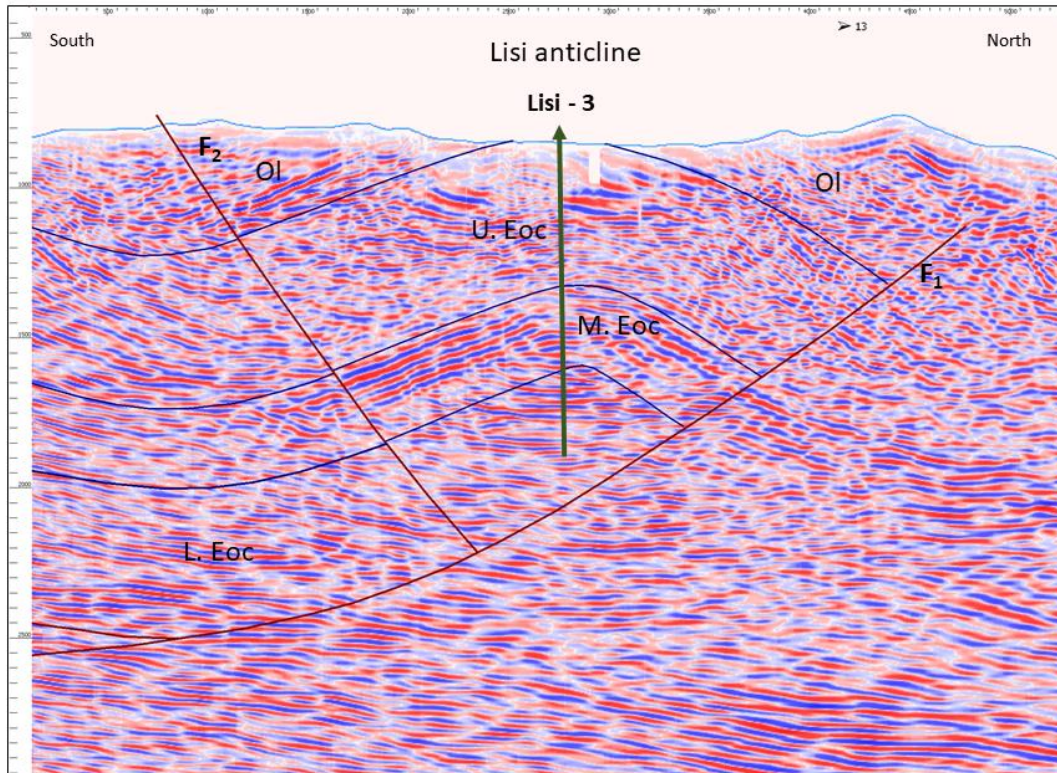
ნახაზი 9. ინტერპრეტირებული სეისმოპროფილი (A-B). F<sub>1</sub>- ფარული შეცოცება. F<sub>2</sub> - ზურგის შეცოცება.

3 განზომილებიანი სტრუქტურული მოდელის ასაგებად ასევე გამოვიყენეთ *MOVE* პროგრამა. ზოგადად ინტერპრეტაცია ჩატარდა შემდეგი თანმიმდევრობით: (1) ორ განზომილებიანი დროითი სეისმური ჭრილების სტრუქტურული ინტერპრეტაცია; და (2) გამოყოფილი ჰორიზონტების, რღვევების და შეცოცებების ინტერპოლაცია და მათი შეერთება. ინტერპრეტაციისა გამოყებული იყო სამი დროითი პროფილი A-B, C-D, E-F) (ნახ. 9-11). სამივე პროფილზე კარგად დაიკვირვება ლისის ანტიკლინის გეომეტრია და ტიპური, ასიმეტრიული რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭია.  $F_1$  რღვევის გასწვრივ ხდებოდა ძირითადი გადაადგილება.  $F_1$  რღვევა ზედაპირზე არ გამოდის და ფარულია. სიღრმეში  $F_1$  შეცოცების დაქანების კუთხეები კლებულობს და ჰორიზონტალური ხდება. სამივე პროფილზე კარგად ჩანს ასევე ზურგის ფრთაში განვითარებული  $F_2$  შეცოცება, რომელიც წარმოადგენს ლისის ანტიკლინის ზურგის შეცოცებას. ლისის ანტიკლინის წინა ფრთის დაქანების კუთხეები  $50-75^{\circ}$ -ია, ხოლო ზურგის კი  $30-40^{\circ}$ -ია. ანტიკლინი ძირითადად აგებულია პალეოცენ-ოლიგოცენური ნალექებით. მე-12, 13 და მე-14 სურათზეა ნაჩვენები ლისის რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭის სამგანზომილებიანი მოდელები.

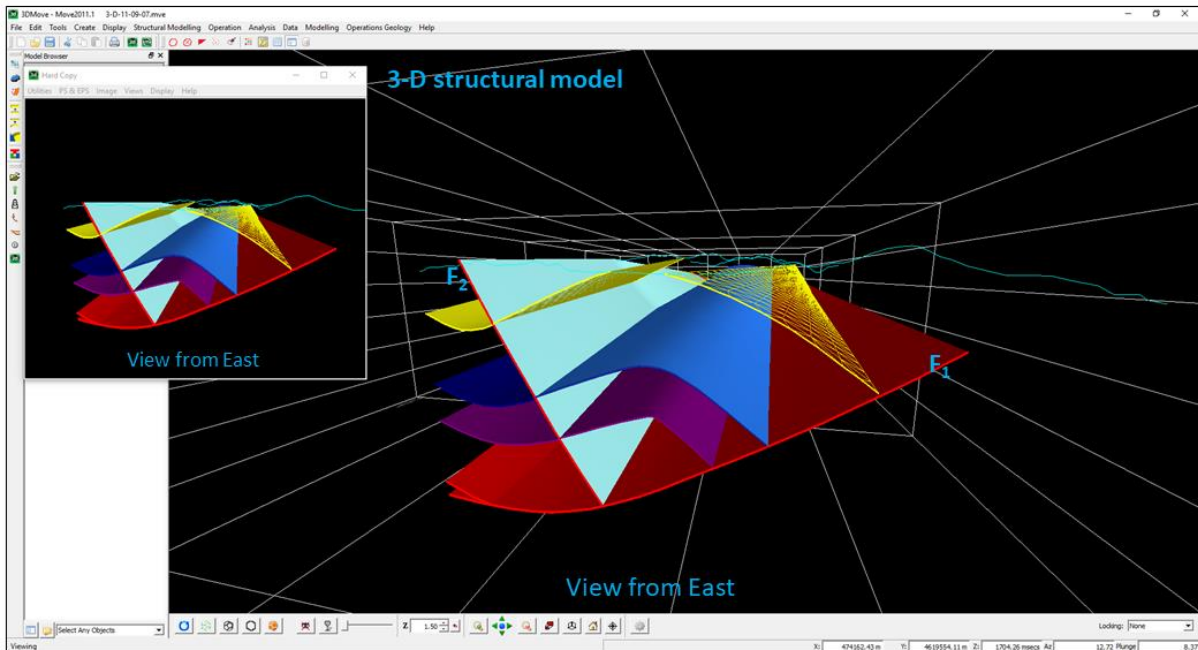


**ნახაზი 10.** ინტერპრეტირებული სეისმოპროფილი (C-D).  $F_1$ - ფარული შეცოცება.  $F_2$  - ზურგის შეცოცება.

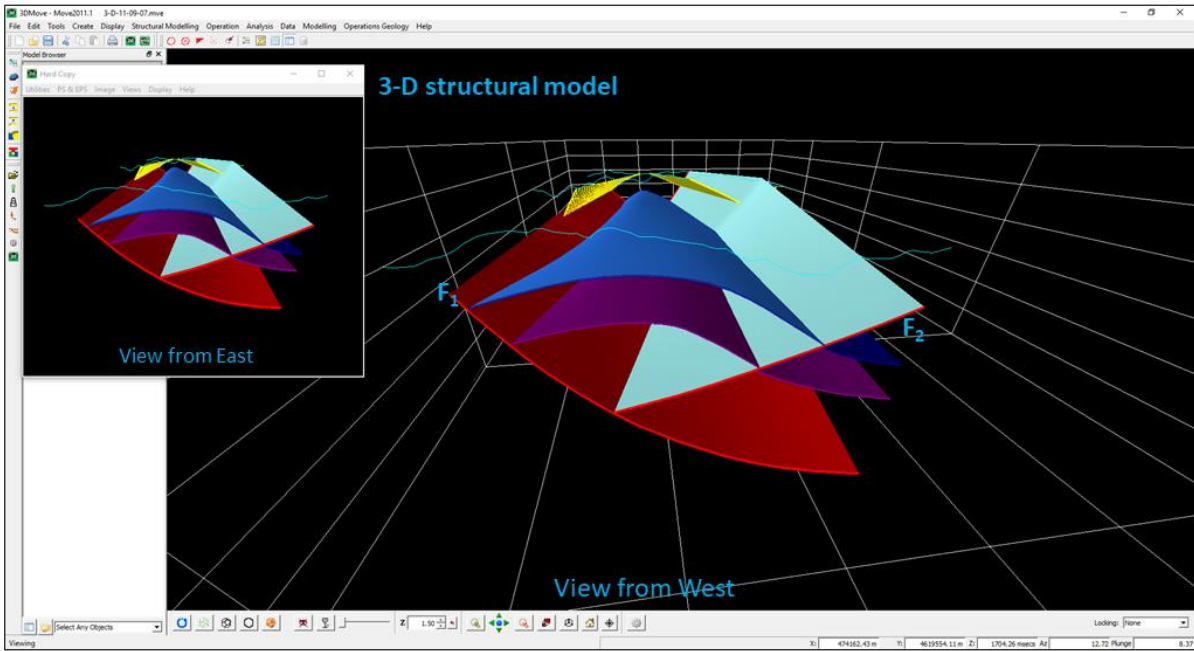
Line E-F



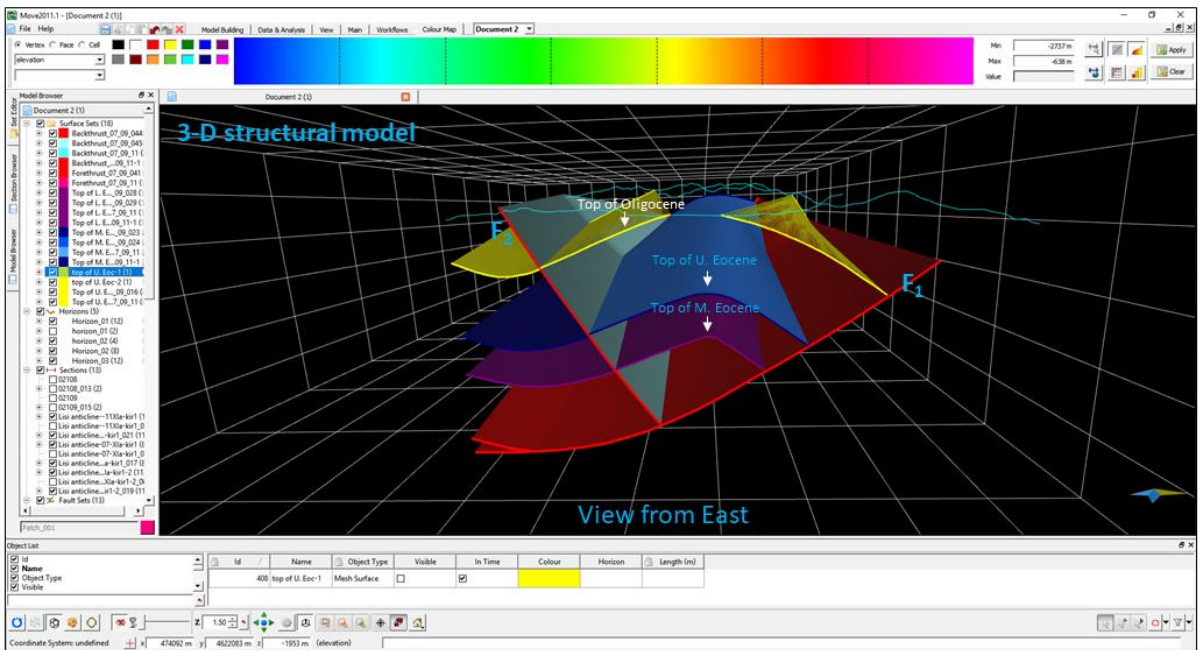
ნახაზი 11. ინტერპრეტირებული სეისმოპროფილი (E-F). F1- ფარული შეცოცება. F2- ზურგის შეცოცება.



ნახაზი 12. სამგანზომილებიანი სტრუქტურული მოდელი (ხედი აღმოსავლეთიდან). F1- ფარული შეცოცება. F2- ზურგის შეცოცება.



**ნახაზი13.** სამგანზომილებიანი სტრუქტურული მოდელი (ხედი დასავლეთიდან).  $F_1$ - ფარული შეცოცება.  $F_2$ - ზურგის შეცოცება.

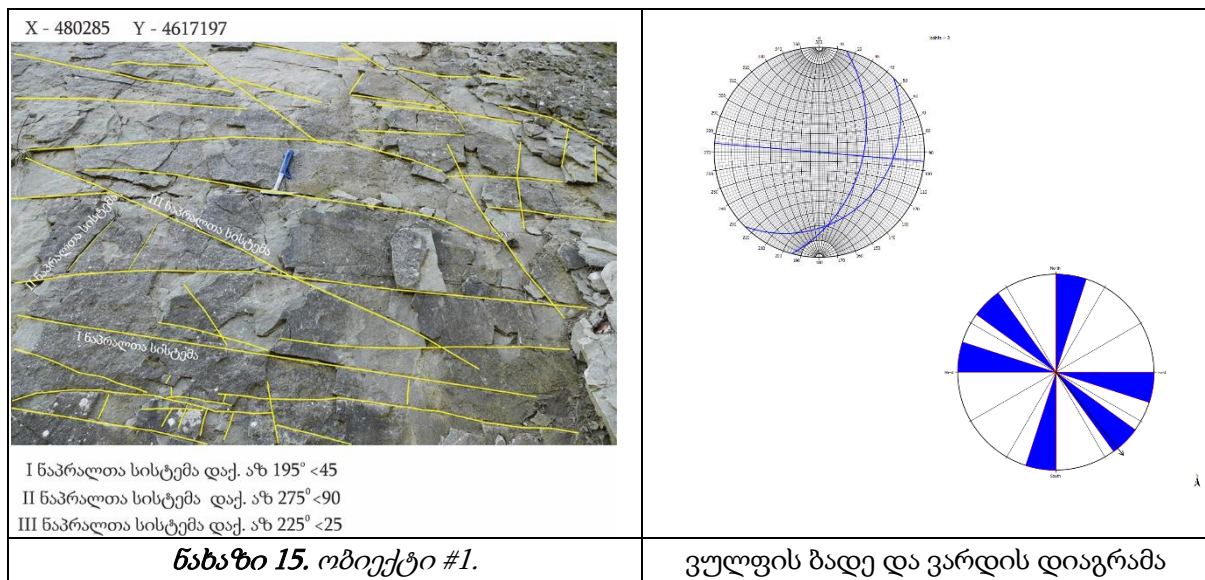


**ნახაზი14.** სამგანზომილებიანი სტრუქტურული მოდელი (ხედი აღმოსავლეთიდან).  $F_1$ - ფარული შეცოცება.  $F_2$ - ზურგის შეცოცება.

**4. ლისის რღვევა-გავრცელებად ნაოჭთან დაკავშირებული ნაპრალები, მათი სტატისტიკური ანალიზი და კინემატიკა.**

საკვლევ ტერიტორიის ფარგლებში დანალექ შრეებში განვითარებული ნაპრალები ძირითადად წარმოდგენილია სამი ტიპის: განედური (extensional), გრძივი (tensional) და ირიბი (shear) ნაპრალებით. კვლევები ჩატარებულია ლისის ანტიკლინის უკანა, წინა ფრთის და თაღურ ნაწილებში. გაზომილია 14 ობიექტზე 800-ზე მეტი ნაპრალთა ორიენტაცია (დაქ. აზიმუტი; დახრის კუთხე). ნაპრალთა დაახლოებით 70-80% ამოვსებულია კალციტის და თაბაშირის მინერალებით. ნაპრალთა აპერტურა საშუალოდ (ძარღვების სიგანე) მერყეობს 1მმ დან 2-3 სმ მდე. ცალკეული ობიექტებისთვის გამოთვლია  $1^2$  მეტრზე არსებული ნაპრალთა რაოდენობა. Move პროგრამის საშუალებით (Move Fracture Modelling-ის მოდული) ჩატარებულია ნაპრალთა სტატისტიკური ანალიზი.

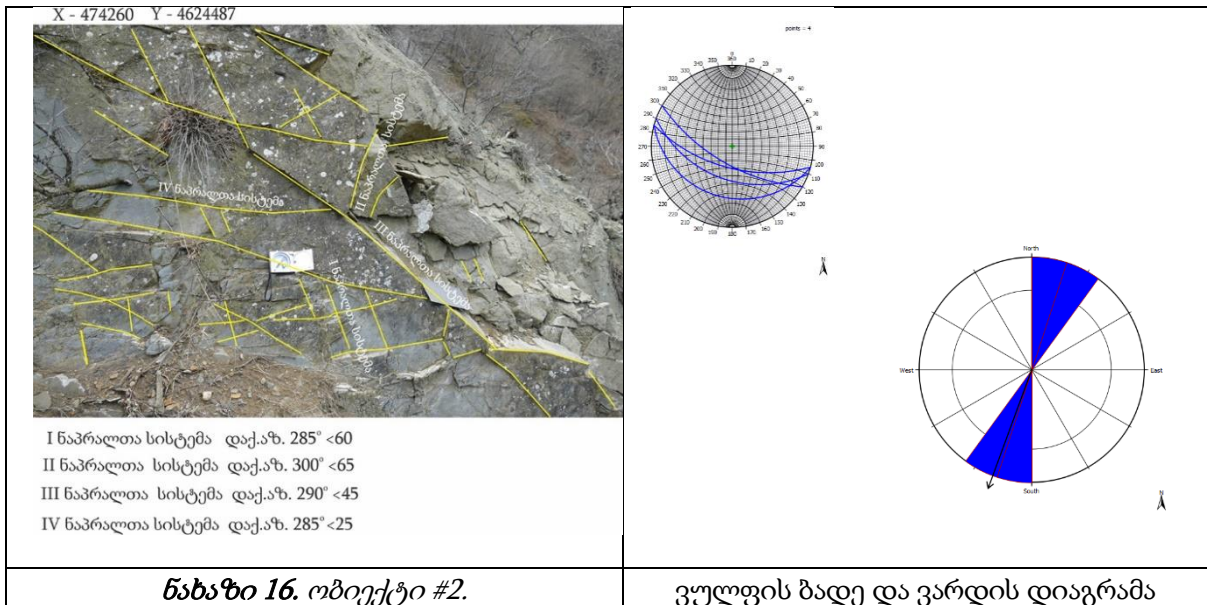
**ობიექტი #1.** გაშიშვლებაზე დაიკვირვება კარგად დანაპრალიანებული ოლიგოცენური ქვიშაქვები. შრის განლაგების ელემენტებია დაქ. აზ.  $355^\circ$ , დაქანება  $<60^\circ$ . გამოიყოფა სამი ტიპის ნაპრალთა სისტემა 1) დაქ.აზ.  $195^\circ$ , დაქანება  $<45^\circ$ ; 2) დაქ. აზ.  $275^\circ$ , დაქანება  $<90^\circ$ ; 3) დაქ. აზ.  $225^\circ$ , დაქანება  $<25^\circ$  (ნახ. 15). ნაპრალთა რაოდენობა  $1^2$  მ-ზე არის 48.



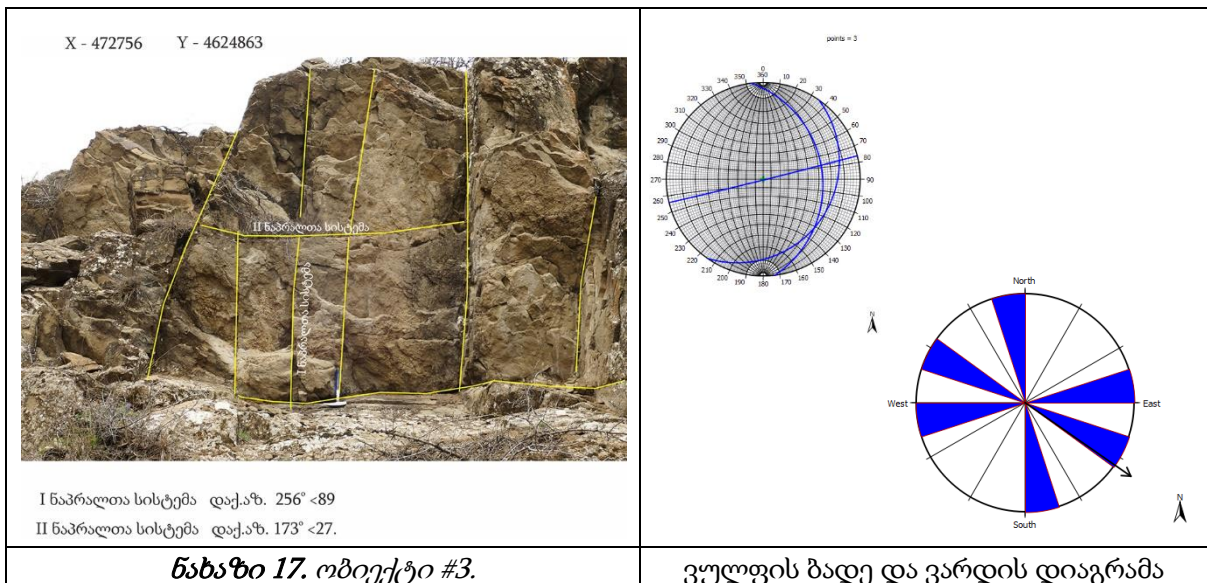
**ობიექტი #2.** ოლიგოცენური ქვიშაქვების და თიხების მორიგეობა თაბაშირის შუაშრეებით. ქვიშაქვების შრის სიმძლავრე 10სმ-ია. დაქანების აზიმუტი  $150^\circ$ , ხოლო შრის დაქანება  $<60^\circ$ . გამოიყოფა ოთხი ტიპის ნაპრალთა სისტემა: 1) დაქ. აზ.  $285^\circ <60^\circ$ ; 2) დაქ. აზ.  $300^\circ$ , დაქანება



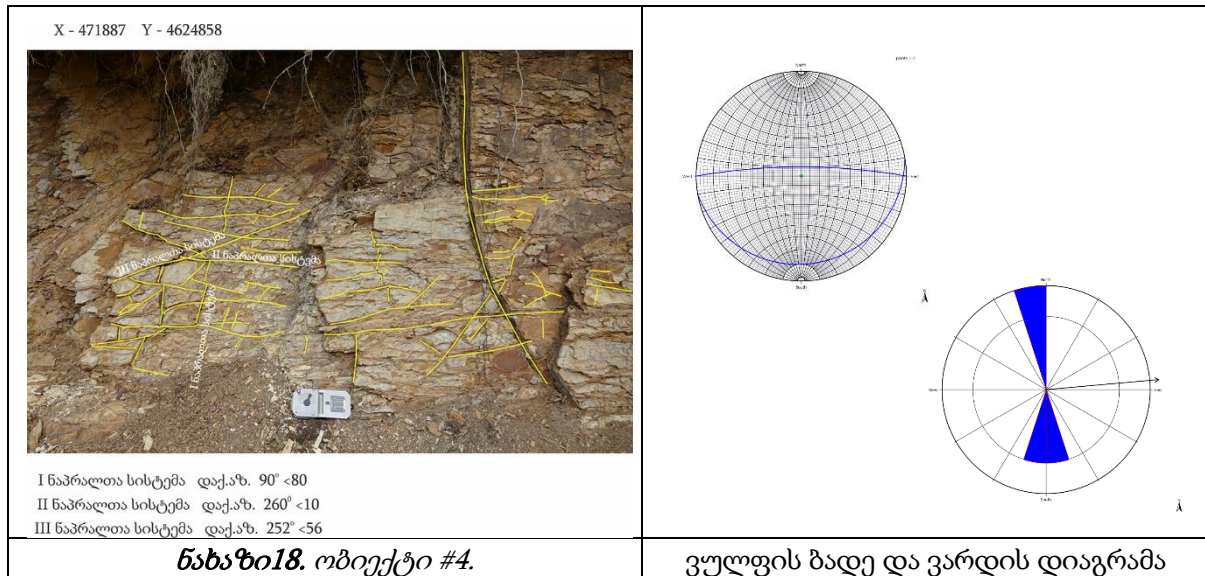
<65°; 3) დაქ. აზ. 290°, დაქანება <45°; 4) დაქ. აზ. 285°, დაქანება <25° (ნახ. 16). ნაპრალოთა რაოდენობა 1<sup>2</sup> მ-ზე არის 44.



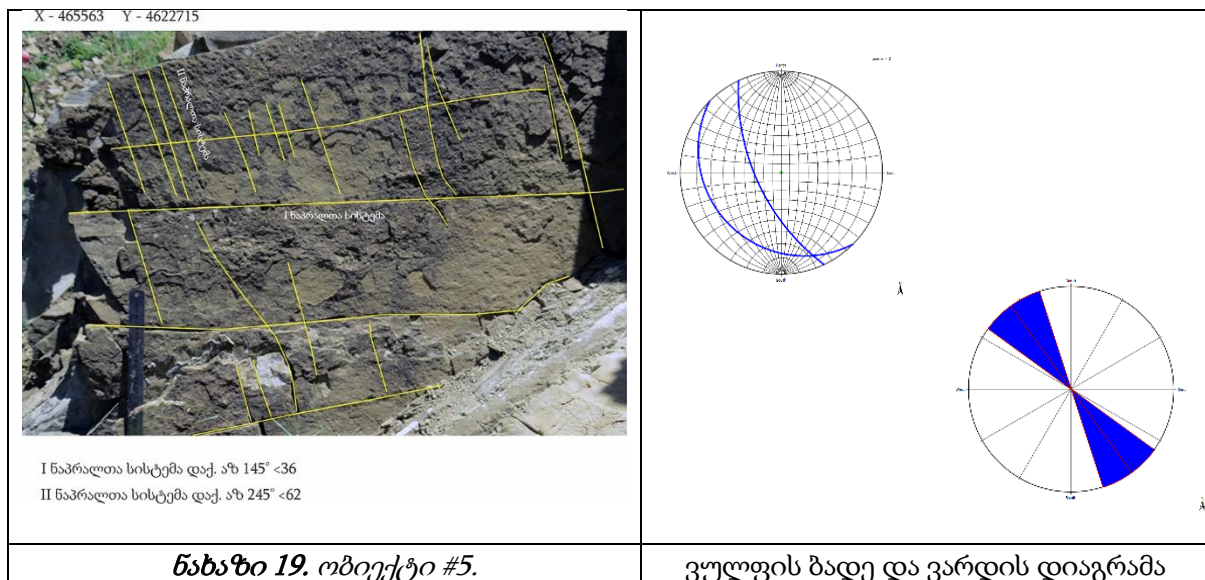
**ობიექტი #3.** ლისის ანტიკლინის ჩრდილო დასავლეთ ნაწილი - მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვები. შრეები წარმოდგენილია ტურბიდიტებით, რომელშიც კარგად დაიკვირვება ახარისხება. საგები შედარებით მსხვილმარცვლოვანი კონგლომერატებით, ხოლო სახურავი წვრილმარცვლოვანი მასალით არის წარმოდგენილი. გამოიყოფა ორი ტიპის ნაპრალოთა სისტემა: 1) დაქ. აზ. 256°, დაქანება <89° და 2) დაქ. აზ. 173°, დაქანება <27° (ნახ. 17). ნაპრალოთა რაოდენობა 1<sup>2</sup> მ-ზე არის 10.



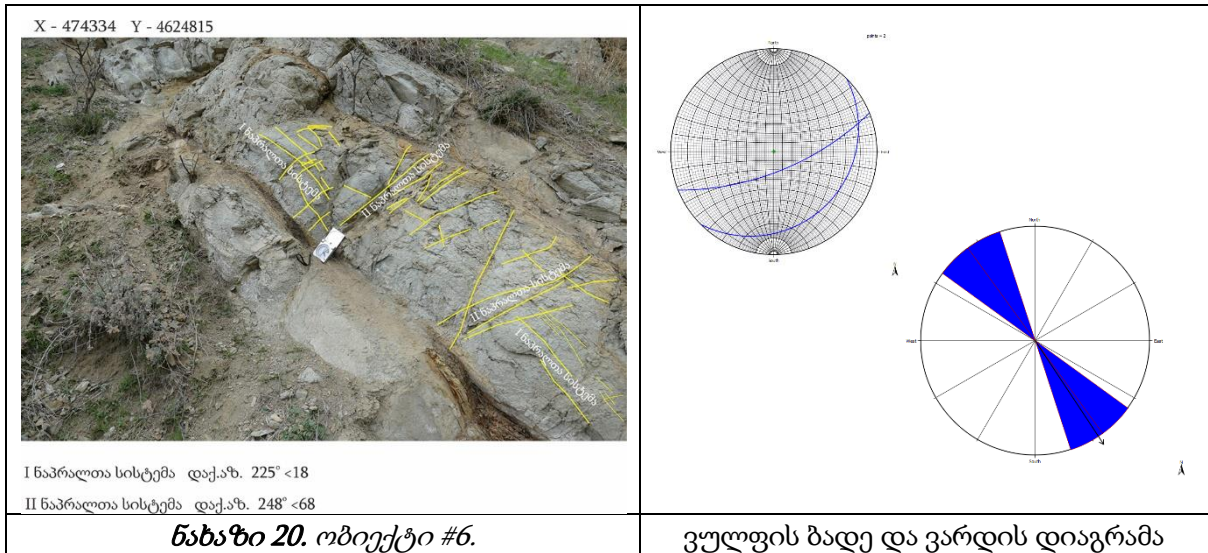
**ობიექტი #4.** საზღვარი ოლიგოცენსა და საყარაულოს შორის; ქვიშაქვების და თიხაფიქლების მორიგეობა დაქ. აზ.  $358^{\circ} < 78$ . გამოიყოფა სამი ტიპის ნაპრალოთა სისტემა: 1) დაქ. აზ.  $90^{\circ}$ , დაქანება  $< 80$ , 2) დაქ. აზ.  $260^{\circ}$ , დაქანება  $< 10$  და 3) დაქ. აზ.  $252^{\circ}$ , დაქანება  $< 56^{\circ}$  (ნახ. 18). ნაპრალოთა რაოდენობა  $1^2$  მ-ზე არის 55.



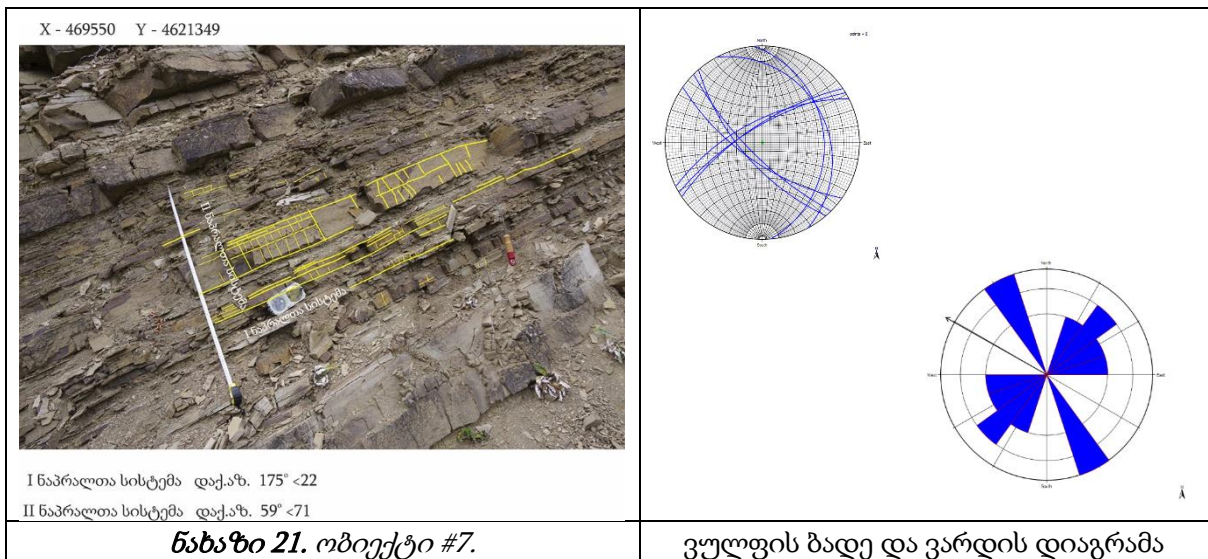
**ობიექტი #5.** ლისის ანტიკლინის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი სქელშრეებრივი ქვიშაქვები დაქ. აზ  $355^{\circ}$ , დაქანება  $< 60^{\circ}$  (ნახ. 19). ნაპრალოთა რაოდენობა  $1^2$  მ-ზე არის 25.



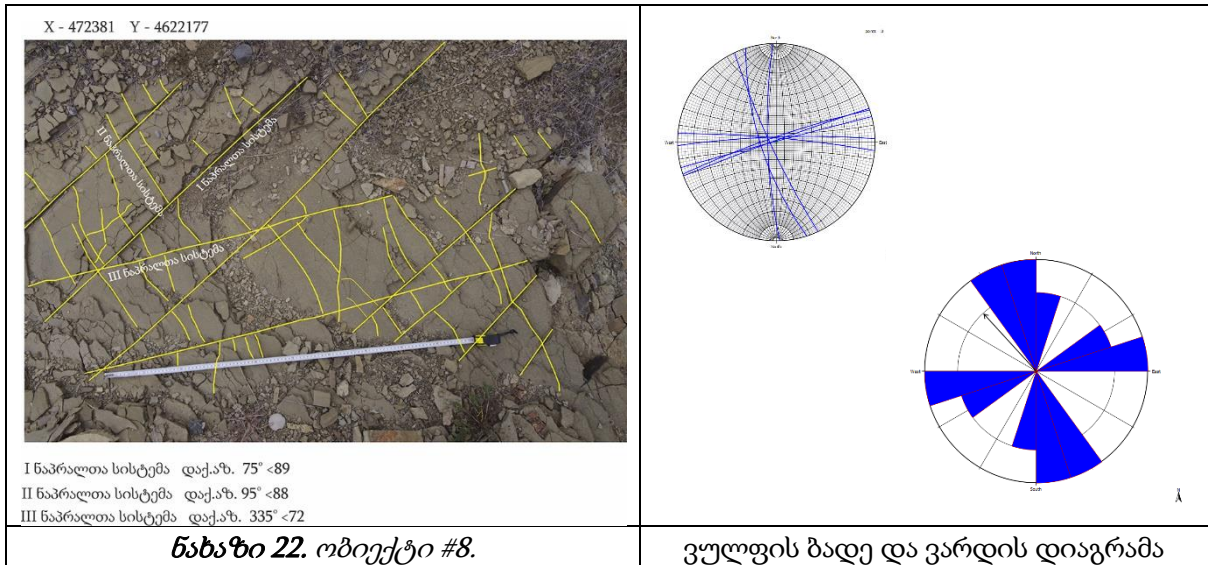
**ობიექტი #6.** ქვიშაქვების და თიხების მორიგეობა - დაქ. აზ.  $22^{\circ}$ , დაქანება  $< 44^{\circ}$ . გამოიყოფა ორი ტიპის ნაპრალოთა სისტემა: 1) დაქ. აზ.  $225^{\circ}$ , დაქანება  $< 18^{\circ}$  და 2) დაქ. აზ.  $248^{\circ}$ , დაქანება  $< 68^{\circ}$  (ნახ. 20). ნაპრალოთა რაოდენობა  $1^2$  მ-ზე არის 50.



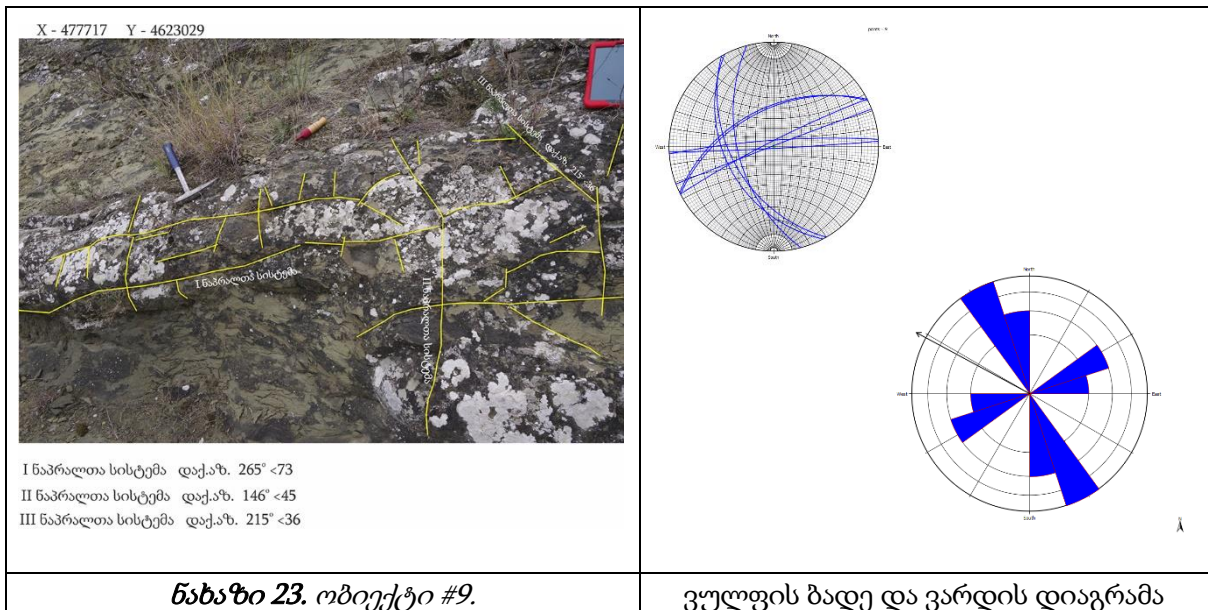
**ობიექტი #7.** სქელშრეებრივი ქვიშაქვების და არგილიტის მორიგეობა, დაქ. აზ 175° <23. გამოიყოფა ორი ტიპის ნაპრალოთა სისტემა: 1) დაქ. აზ 175°, დაქანება <22°, 2) დაქ. აზ 59°, დაქანება <71° (ნახ. 21). ნაპრალოთა რაოდენობა 1<sup>2</sup> მ-ზე არის 68.



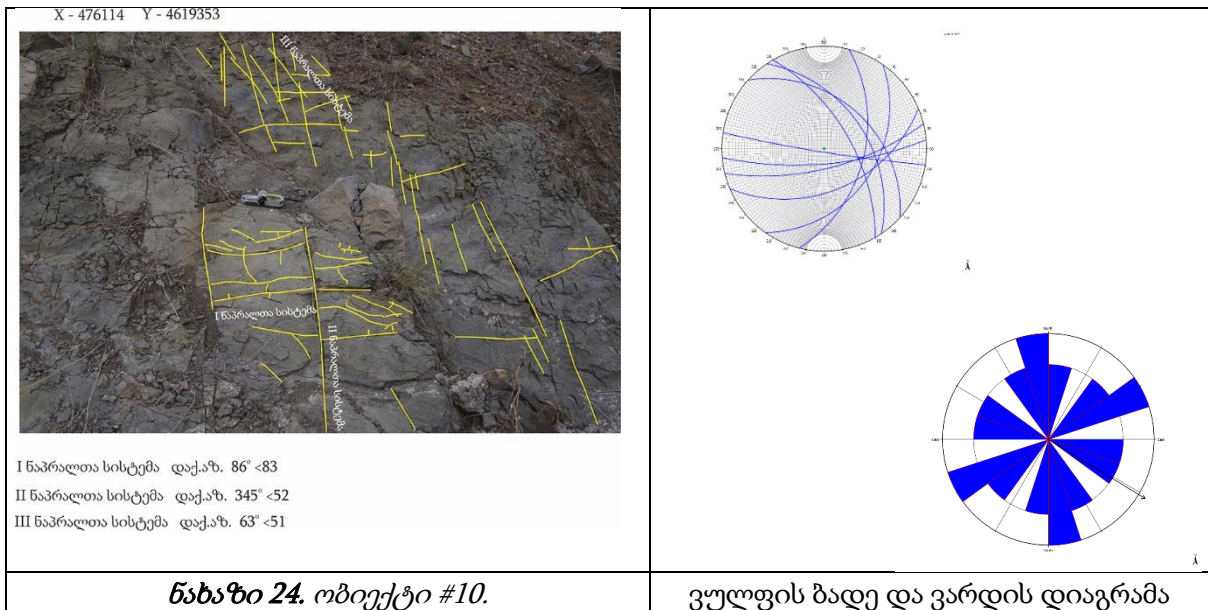
**ობიექტი #8.** მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვების სახურავი. დაქ. აზ. 142°, დაქანება <13. გამოიყოფა სამი ტიპის ნაპრალოთა სისტემა: 1) დაქ. აზ. 75°, დაქანება <89°, 2) დაქ. აზ., 95° <88°, 3) დაქ. აზ. 335°, დაქანება <72° (ნახ. 22). ნაპრალოთა რაოდენობა 1<sup>2</sup> მ-ზე არის 56.



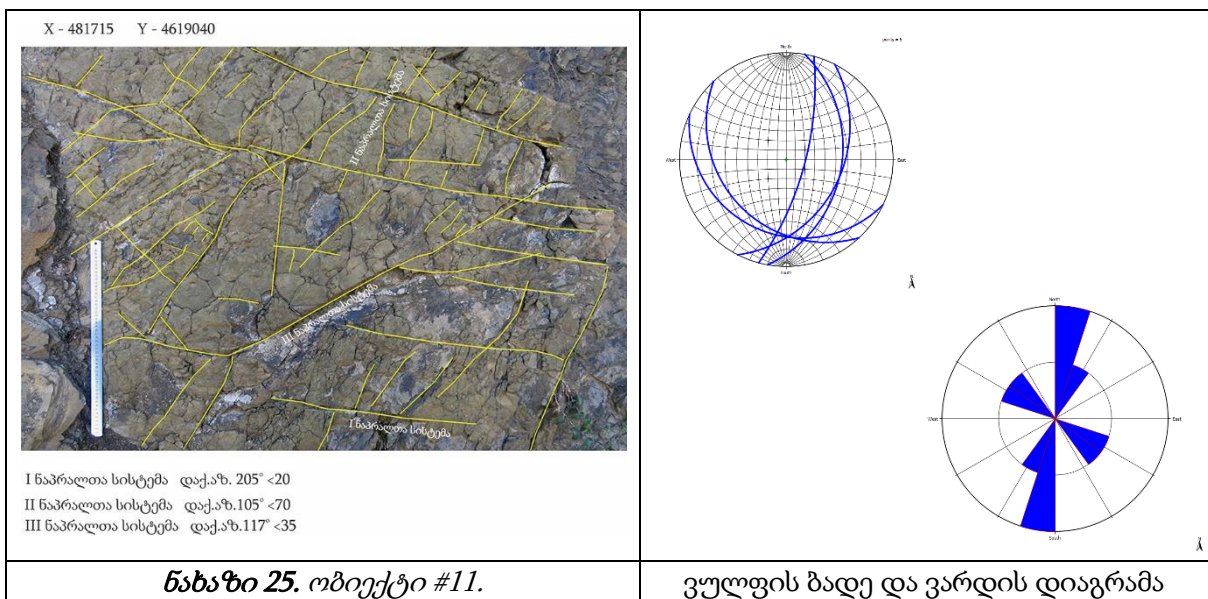
**ობიექტი #9.** მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვების სახურავი დაქ. აზ. 25°, დაქანება <36°. გამოიყოფა სამი ტიპის ნაპრალოთა სისტემა: 1) დაქ. აზ. 265° 2) დაქ. აზ. 146°, დაქანება <45°, 3) დაქ. აზ. 215°, დაქანება <36° (ნახ. 23). ნაპრალოთა რაოდენობა 1<sup>2</sup> მ-ზე არის 33.



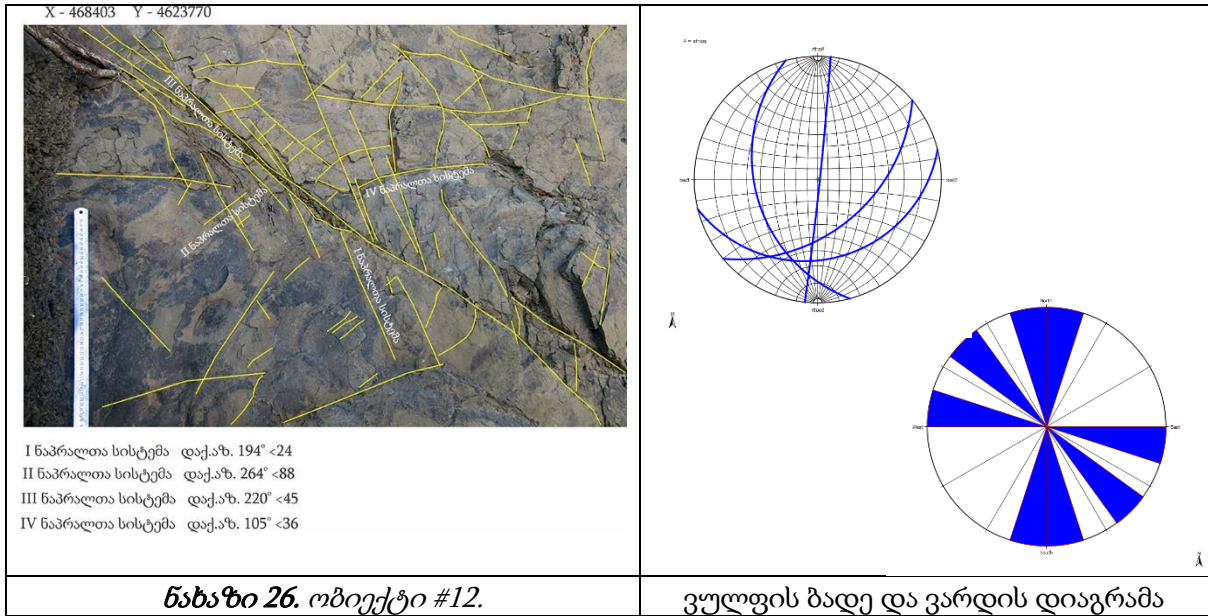
**ობიექტი #10.** ლისის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთა. დიდმის სინკლინისკენ, სქელშრეებრივი ქვიშაქვები დანაპრალიანებულია და ამოვსებულია კალციტებით. დაქ. აზ., 25°, ხოლო <36°. გამოიყოფა სამი ტიპის ნაპრალოთა სისტემა: 1) დაქ. აზ. 86°, დაქანება <83°, 2) დაქ. აზ. 345°, დაქანება <52°, 3) დაქ.აზ. 63°, დაქანება <51° (ნახ. 24). ნაპრალოთა რაოდენობა 1<sup>2</sup> მ-ზე არის 53.



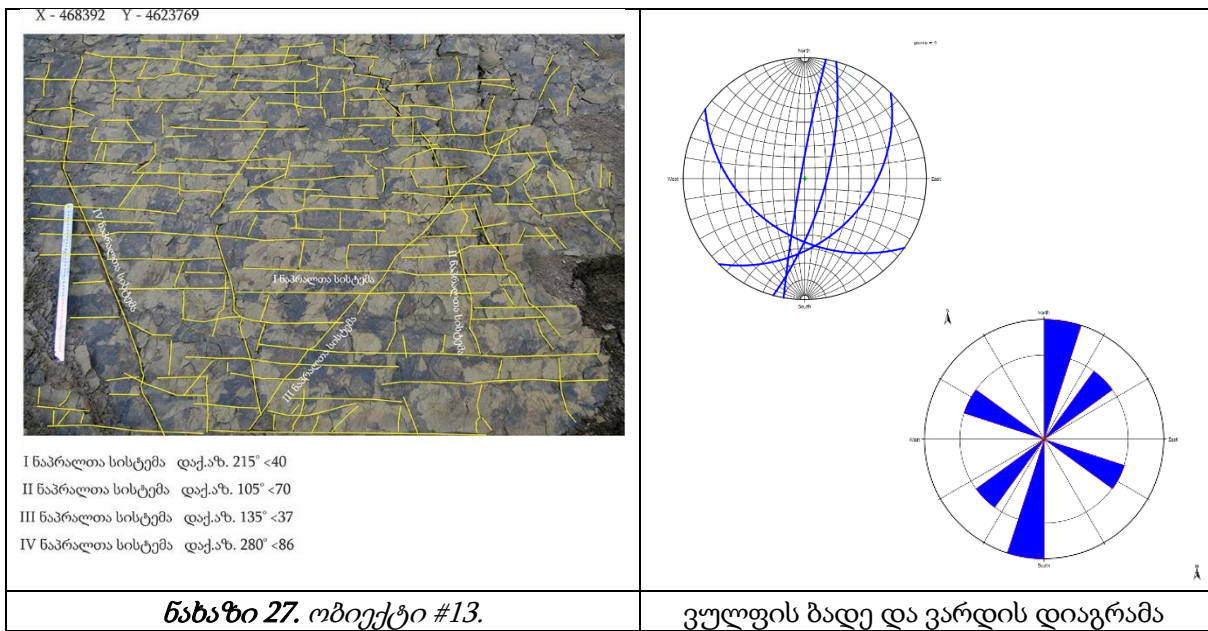
**ობიექტი #11.** ლისის ანტიკლინის ჩრდილო-დასავლეთ ფრთა, წოდორეთიდან დასავლეთით. ქვიშაქვების და არგილიტების მორიგეობა, განახშირებული ორგანიკა. დაქ. აზ. 350°, დაქანება <math><71^{\circ}</math> (ნახ. 25). ნაპრალოთა რაოდენობა 1<sup>2</sup> მ-ზე არის 71.



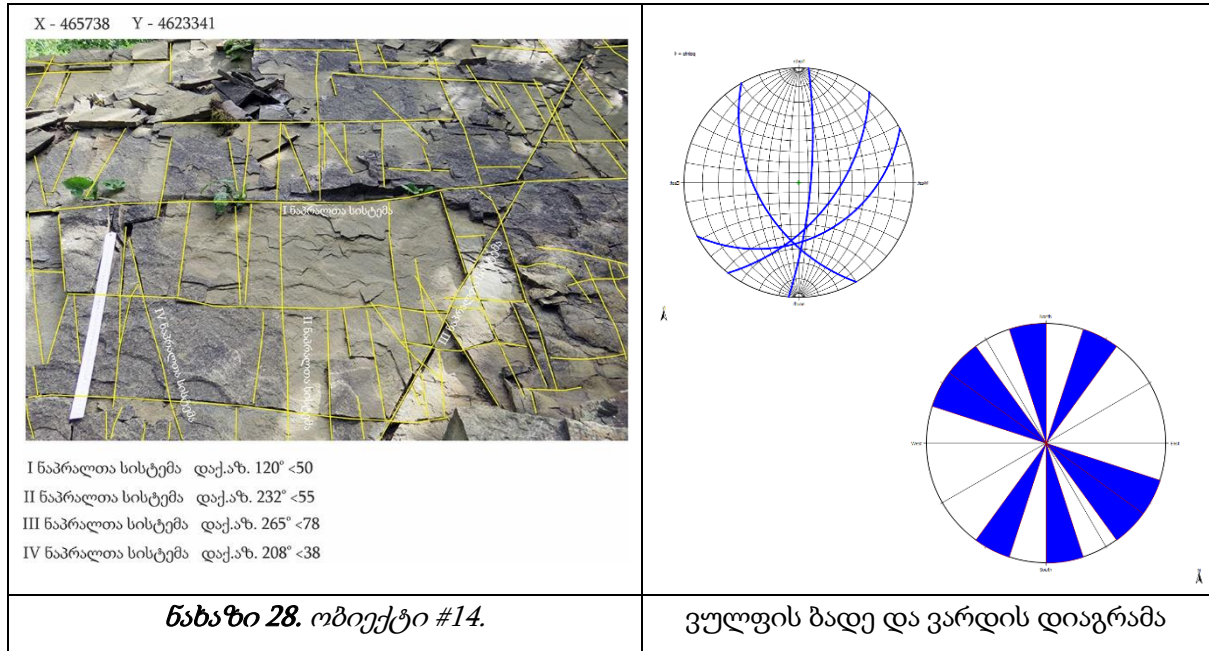
**ობიექტი #12.** ლისის ანტიკლინის ჩრდილო-დასავლეთ ფრთა, წოდორეთიდან დასავლეთით, სქელშრეებრივი ქვიშაქვები, დაქ. აზ 355°. დაქანება <math><60^{\circ}</math> (სურ 26). ნაპრალოთა რაოდენობა 1<sup>2</sup> მ-ზე არის 73.



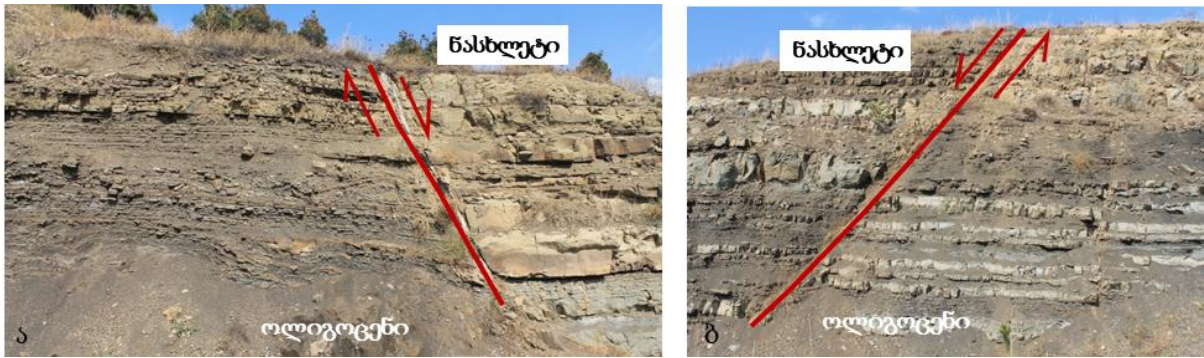
**ობიექტი #13.** ლისის ანტიკლინის ჩრდილო-დასავლეთ ფრთა, წოდორეთიდან დასავლეთით, ინტენსიურად დანაპრალიანებული არგილიტები, დაქ. აზ 3550, დაქანება <math>65^{\circ}</math> (ნახ. 27). ნაპრალოთა რაოდენობა 1<sup>2</sup> მ-ზე არის 135.



**ობიექტი #14.** ლისის ანტიკლინის ჩრდილო-დასავლეთ ფრთა, სოფ. ბევრეთთან. სქელშრეშრეებრივი ქვიშაქვების სახურავი, დაქ. აზ., 15°, დაქანება <math>45^{\circ}</math> (ნახ. 28). ნაპრაღა რაოდენობა 1<sup>2</sup> მ-ზე არის 90.



ზოგადად ნაოჭებთან დაკავშირებული ნაპრაღების ფორმირება და მათი სივრცობრივი გავრცელება ძირითადად დაკავშირებულია ნაოჭის ფორმირების კინემატიკასთან (Bergbauer & Pollard, 2004; Watkins et al. 2018). მსგავსად სხვა კვლევების უნდა ვივარაუდოთ, რომ განედური და გრძივი ორიენტაციის ზოგიერთი ნაპრაღის ფორმირება დაკავშირებული უნდა ყოფილიყო დეფორმაციამდელ პერიოდთან, კერძოდ აუზის ფლექსურულ გაღუნვასთან ან აუზის დაძირვის პროცესებთან (მაგ. Watkins et al., 2018). ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ ოლიგოცენური ასაკის ქანებში დაიკვირვება დასავლეთით და აღმოსავლეთით დახრილი ნასხლეტების და მასთან დაკავშირებული ნაპრაღების არსებობა (იხ. ნახ. 29). არ არის გამორიცხული ამ ნასხლეტების და ნაპრაღების ფორმირება დაკავშირებული ყოფილიყოს ე.წ. “ფულ-აპარტის“ ტიპის ლოკალურ აუზთან.



**ნახაზი 29.** ნასხლეტები ოლიგოცენურ ნალექებში (ლისის ანტიკლინის სამხრეთი ფრთა).

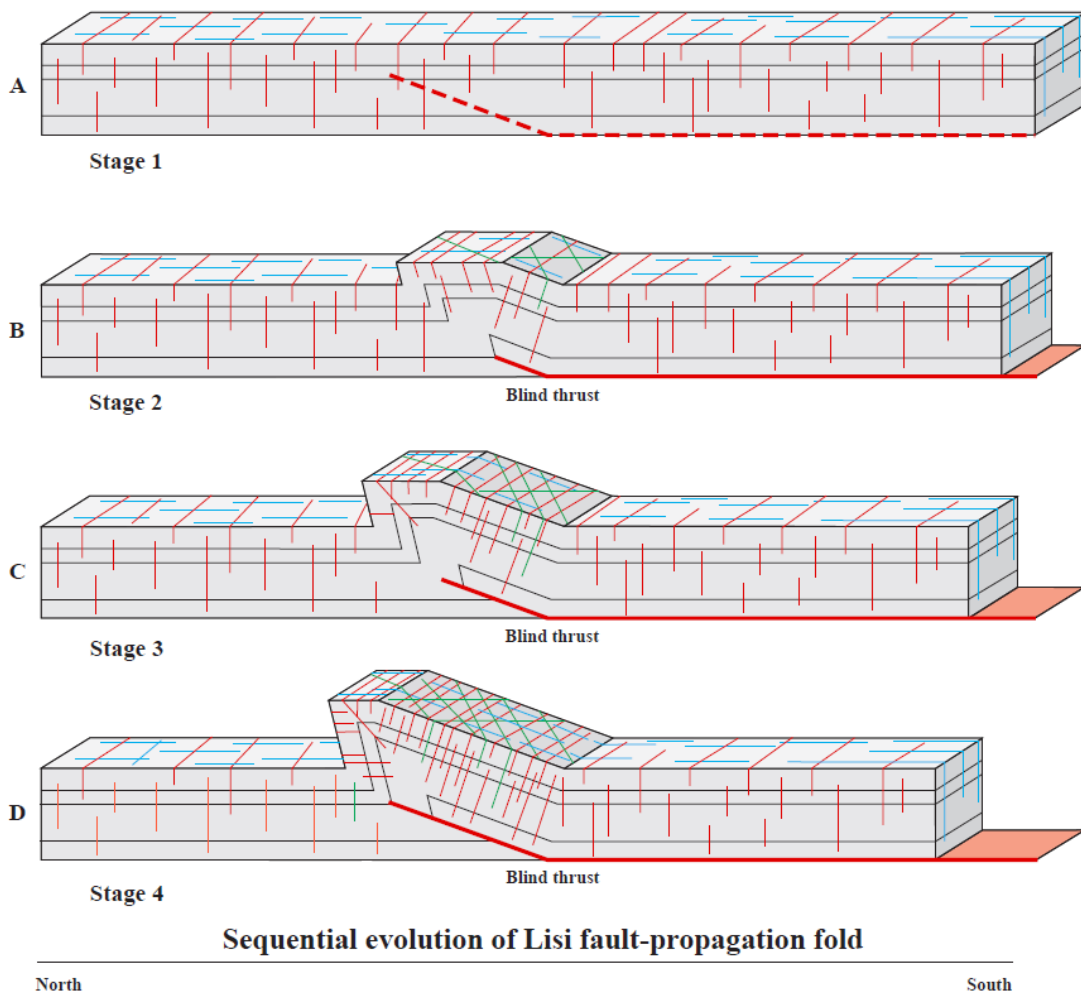
ა) აღმოსავლეთი მიმართულებით დახრილი ნასხლეტი, ბ) დასავლეთით დახრილი ნასხლეტი.

ნაოჭის ზრდის თანადროულად ვითარდებოდა ნაპრალთა სისტემების ინტენსიური ბადე, რომელთა ფორმირება ძირითადად დაკავშირებული იყო ნაოჭის გაღუნვის ზონებთან. ინტენსიური გაღუნვის ზონაში ადგილი ჰქონდა ირიბი ნაპრალეების შემდგომ გახსნასთან. ნაოჭთან დაკავშირებული ნაპრალეებიდან კარგად ჩანს, რომ ასაკობრივად ყველაზე ახალგაზრდა ასაკისაა ირიბი ნაპრალეები, რომლებიც კვეთენ განედური და გრძივი ორიენტაციის ნაპრალეებს. 30-ე სურათზე ნაჩვენებია ლისის რღვევა-გავრცელებად ნაოჭთან დაკავშირებული ნაპრალეების ფორმირება. წარმოდგენილია ნაოჭთან დაკავშირებული ნაპრალეების ფორმირების რამდენიმე სტადია (საწყისი, ანუ არადეფორმირებული სტადია, და სამი ნაოჭის ფორმირების, ანუ სინ-დეფორმაციული სტადია). აღსანიშნავია ე. წ. ნაპრალთა კორიდორები რომლებიც რამდენიმე ათეულ მეტრამდე კვეთავენ შრეებს. ნაპრალთა კორიდორები ძირითადად დაკავშირებულია განედური და გრძივი მიმართების ნაპრალეებთან (extensional, tensional). ნაპრალთა კორიდორების საშუალებით ხდება ფლუიდების მიგრაცია. ზოგადად ნაპრალთა შესწავლას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ნავთობის გეოლოგიაში. ნაპრალეების შესწავლის შედეგად იზრდება წარმოდგენა ქანების კოლექტორული პოტენციალის შესახებ, რაც ხელს უწყობს ნახშირწყალბადების მარაგების რეალურ შეფასებას.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ლისის რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭის ფარგლებში არსებული ნაპრალეების ფორმირება დაკავშირებული იყო 2 სტადიასთან: (1) დეფორმაციამდელი და (2) დეფორმაციის თანადროული. დეფორმაციის თანადროული ნაპრალეები წარმოდგენილია ინტენსიური განედური, გრძივი ორიენტაციის და ირიბი ნაპრალეებით ბადით. ნაპრალთა უმეტესობა ამოვსებულია



თაბაშირის ძარღვებით. კალციტები კი ძირითადად დაკავშირებულია კარბონატულ ქვიშაქვებში არსებულ ნაპრალებთან.



**ნახაზი 30.** ნაპრალობის ფორმირების მოდელი. (A) დეფორმაციამდელი, (B) დეფორმაციის საწყისი ეტაპი, (C) შუალედური და (D) საბოლოო ეტაპი. წითელი ფერით აღნიშნულია განედური მიმართების ნაპრალები (extensional), ლურჯი ფერით აღნიშნულია გრძივი მიმართების ნაპრალები (tensional), ხოლო მწვანე ფერით აღნიშნულია ირიბი ნაპრალები (shear).

## დასკვნა

შედეგები, რომლებიც იყო მიღებული სეისმური პროფილების ინტერპრეტაციის, ნაპრაღთა სტატისტიკური ანალიზის და სამგანზომილებიანი სტრუქტურულ მოდელზე დაყრდნობით გვადლევს საშუალებას გავცეთ პასუხები დასახულ მიზნებსა და ამოცანებს:

- ლისის ანტიკლინი რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭია.
- ლისის რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭის ფარგლებში არსებული ნაპრაღების ფორმირება დაკავშირებული იყო 2 სტადიასთან: (1) დეფორმაციამდელი და (2) დეფორმაციის თანადროული.
- ნაოჭთან დაკავშირებული ნაპრაღებიდან ასაკობრივად ყველაზე ახალგაზრდა ასაკისაა ირიბი ნაპრაღები, რომლებიც კვეთენ განედური და გრძივი ორიენტაციის ნაპრაღებს.



### ციტირებული ლიტერატურის სია:



- Adamia SH., Gamkrelidze, I., Zakariadze, G. & Lordkipanidze, M. 1974. Achara-Trialeti trough and problem of origin of the deep marine trough of the Black Sea. *Geotectonics*, 1, 78–94.
- Adamia, S., V. Alania, N. Tsereteli, O. Varazanashvili, N. Sadradze, N. Lursmanashvili, and A. Gventsadze. 2017. Postcollisional tectonics and seismicity of Georgia. *Geological Society of America Special Papers* 525, p. SPE525-17, first published on March 23, 2017, doi:10.1130/2017.2525(17).
- Adamia Sh., G. Zakariadze, T. Chkhotua, A. Chabukiani, N. Sadradze, N. Tsereteli, A. Gventsadze. 2011. *Geology of the Caucasus: A Review*. *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 20, pp. 489–544.
- Adamia Sh., V. Alania, G. Ananiashvili, E. Bombolakis, G. Chichua, D. Girshiasvili, R. Martin, and L. Tatarashvili. 2002. Late Mesozoic-Cenozoic geodynamic evolution of the eastern Georgian oil-gas bearing basins. *Geologica Carpathica*, v. 53, special issue, p.155-159.
- Adamia et al., 1996.
- Alania, V., et al., 2013. Structure and Kinematic Evolution of Eastern Achara-Trialeti Fold and Thrust Belt, Georgia. *Petroleum Systems of the Paratethys: Exploring the Pathway from Europe to Asia*, 26-27 September 2013 / Tbilisi, Georgia, AAPG.
- Albino I., W. Cavazza, M. Zattin, A. Okay, Sh. Adamia, N. Sadradze. 2014. Far-field tectonic effects of the Arabia–Eurasia collision and the inception of the North Anatolian Fault system. *Geological Magazine* 151 (2), pp. 372–379. doi:10.1017/S0016756813000952.
- Banks C., Robinson A. & Williams M. 1997. Structure and regional tectonics of the Achara-Trialeti fold belt and the adjacent Rioni and Kartli foreland basins. Republic of Georgia. In: Robinson A. G.(ed) *Regional and Petroleum geology of the Black Sea and Surrounding Region*. AAPG Memoir, 68, 331-346.
- Banks C., Warbunan J. 1986. Passive-roof» duplex geometry in frontal structures of the Kirthar and Sulaiman mountain belts, Pakistan // *Journal of structural geology*. v. 8, N3/4. - P. 229-237.
- Bellahsen, N., Pollard, F. 2006. The role of fractures in the structural interpretation of Sheep Mountain Anticline, Wyoming. *Journal of Structural Geology* 28, 850–867.
- Bergbauer, S., Pollard, D. D. 2004. A new conceptual fold–fracture model including pre-folding joints, based on field data from the Emigrant Gap anticline, Wyoming. *Geological Society of America Bulletin* 116, 294–307.
- Fischer, M. P., Wilkerson, M. S. 2000. Predicting the orientation of joints from fold shape: results of pseudo-three-dimensional modeling and curvature analysis. *Geology* 28, 15–18.
- Friedman, M. 1969. Structural analysis of fractures in cores from the Saticoy Field, Ventura Co., California. *AAPG Bulletin* 53, 367–389.
- Francioni, M., et al. 2018. A new approach for defining slope mass rating in heterogeneous sedimentary rocks using a combined remote sensing GIS approach. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, published online 18 October 2018.
- Gorham, F.D., et al. 1979. Fractures in Cretaceous rocks from selected areas of the San Juan basin, New Mexico. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 63, 598–607.

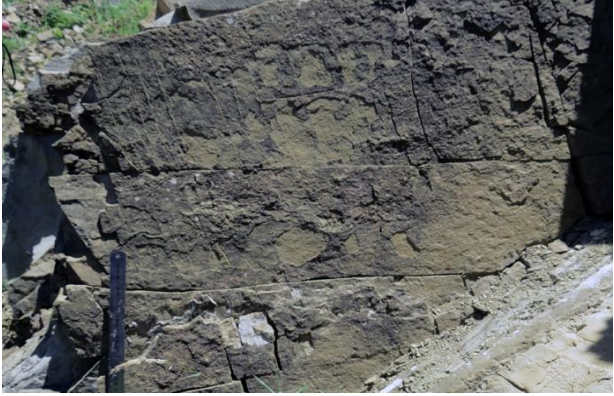


- Jamison W.R. 1987. Geometric analysis of fold development in overthrust terranes. *Journal of structural geology*. v. 9, N2. P. 207 - 219.
- Johnson, K.M., Johnson, A.M. 2002. Mechanical analysis of the geometry of forced-folds. *Journal of Structural Geology* 24, 401–410.
- Lacombe, O., Bellahsen, N., Mouthereau, F. 2011. Fracture patterns in the Zagros Simply Folded Belt (Fars, Iran): constraints on early collisional tectonic history and role of basement faults. *Geological Magazine* 148, 940–63.
- Mitra S. 1990. Fault-propagation folds: Geometry, kinematic evolution and hydrocarbon traps // *AAPG Bulletin*, v. 74, N6. - P. 921 - 945.
- Mitra S., Namson J.S. 1989. Equal-area balancing // *American Journal of science*. v. 289. P. 563-599.
- Price, N. 1966. *Fault and Joint Development in Brittle and Semi-brittle Rock*. Pergamon Press, Oxford. 176 pp.
- Price R.A. 1986. The southeastern Canadian Cordillera: thrust faulting, tectonic wedging, and delamination of the lithosphere // *Journal of structural geology*. v. 8, 3/4. P. 239 - 254.
- Shaw, J. H., Connors, C. D. & Suppe, J. 2005. Seismic interpretation of contractional fault-related folds. *AAPG Studies in Geology* 53, 156 pp.
- Pollard, D., Aydin, A. 1988. Progress in understanding jointing over the past century. *Geological Society of America Bulletin* 100, 1181–204.
- Savage, H. M., Cooke, M.L. 2004. The effect of non-parallel thrust fault interaction on fold pattern. *Journal of Structural Geology* 26, 905–917.
- Shaw, J., Connors, C., & Suppe, J. 2006. Seismic interpretation of contractional fault-related folds. *AAPG Studies in Geology* 53, 156 pp.
- Suppe, J., and Medwedeff, D. A. 1990. Geometry and kinematics of fault-propagation folding. *Eclogae Geologicae Helveticae* 83(3): 409–454.
- Suppe J. 1983. Geometry and kinematics of fault-bend folding. *American journal of Science*. v. 283. 684 - 721.
- Suppe J. 1985. *Principles of structural geology*. Englewood Cliffs, NJs Prentice-Hall. p. 337.
- Stearns, D.W. 1968. Certain aspects of fractures in naturally deformed rocks. *Rock Mechanics Seminar*. R.E. Riecker, Bedford, Terrestrial Sciences Laboratory, pp. 97–118.
- Stearns, D. W. Friedman, M. 1972. Reservoirs in fractured rocks. *American Association of Petroleum Geologists Memoir* 16, 82–100.
- Tavani, S., et al. 2018. The Meso-Cenozoic fracture pattern of the Lurestan region, Iran: the role of rifting, convergence, and differential compaction in the development of pre-orogenic oblique fractures in the Zagros Belt. *Tectonophysics* 749, 104–19.
- Watkins, H., Healy, D., Bond, C., Butler, R. 2018. Implications of heterogeneous fracture distribution on reservoir quality; an analogue from the Torridon Group sandstone, Moine Thrust Belt, NW Scotland. *Journal of Structural Geology* 108, 180-197.
- Wennberg OP, Azizzadeh M, Aqrabi MM, Blanc E, Brockbank P, Lyslo KB, Pickard N, Salem LD and Svånå T. 2007. The Khaviz Anticline: an outcrop analogue to giant fractured Asmari Formation reservoirs in SW Iran. In *Fractured Reservoirs* (eds L Lonergan, RJH Jolly, K

- Rawnsley and DJ Sanderson), pp. 23–42. Geological Society of London, Special Publication no. 270.
- Будейшвили Д. 1960. Геология и нефтегазоносность межгорной впадины Восточной Грузии. Ленинград, «Гостоптехиздат», стр.1-239.
- Гамквелидзе П. Д. 1966. Основные черты тектонического строения Кавказаю Геотектоника, №3, стр. 3-14.
- Геология СССР. 1964. Грузинская ССР, том 10, часть 1, , Москва, Недра, стр. 1-655.
- Мефферт Б. Ф. 1932. Геология нефтепроявлений в Аджаро-Имеретинском хребте. Тр. Всесоюз. Геолог.-разв. Объединения, вып. 180, стр. 3-27.
- Мефферт Б. Ф. 1933. Геологический очерк области Борджоми и Бакириани. Тр. Всесоюз. Геолог.-разв. Объединения, вып. 303, стр. 1-63.
- Милановский Е., Хаин В. 1963. Геологическое строение Кавказа – очерки региональной геологии СССР. Изд. МГУ, стр. 1-358.
- Надареишвили Г.Ш. Меловый вулканизм и Аджаро-Триалети. – Тр. Геол.ин-та АН ГССР, нов. Сер., вып. 75. Ст. 45-57.
- Папова Д. Ю. 1976. Геологическое строение и нефтегазоносность среднего течения реки Куры. (отчёт Аджаро-Триалетской тематической партии за 1974-1976 гг.) Фонды “Грузнефти”).




**დანართი - დაკვირვების წერტილების მონაცემთა ბაზა**




X	Y	ნაპ.დაქ.აზ	ნაპ. დაქანების კუთხე	ნაპრალოთა ტიპები	მდებარეობა/ფოტოსურათი	დაკვირვების წერტილის #/დახასიათება
480285	4617197	195	45	S1	ლისის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთა	<b>წერტილი #1</b>
		275	90	S2		<p>გაშიშვლებაზე დაიკვირვება კარგად დანაპრალიანებული ოლიგოცენური ქვიშაქვები. შრის განლაგების ელემენტებია დაქ. აზ. 3550 &lt;60. გამოიყოფა სამი ტიპის ნაპრალოთა სისტემა 1)extensional 2)tensional 3)shear</p> <p>პირველი ტიპის (extensional) ნაპრალების დაქანების აზიმუტია 1950 &lt;45; მეორესი (tensional) დაქ. აზ. 2750 &lt;90; მესამე shear-ის კი 2250 &lt;25</p>
		225	25	S3		
474260	4624487	285	60	S1	ლისის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთა	<b>წერტილი #2</b>
		300	65	S2		<p>ოლიგოცენური ქვიშაქვების და თიხების მორიგეობა თაბაშირის შუაშრეებით, ქვიშაქვების შრის სიმძლავრე 10სმ, დაქანების აზიმუტი 150 &lt;60.</p> <p>გამოიყოფა ოთხი ტიპის ნაპრალი:</p> <p>1)დაქ.აზ. 285&lt;60                  2) დაქ.აზ. 300&lt;65                  3) დაქ.აზ. 290&lt;45                  4) )დაქ.აზ. 285&lt;25</p>
		290	45	S3		
		285	25	S4		
472756	4624863	256	89	S1	ლისის ანტიკლინის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი	<b>წერტილი #3</b>



		173	27	S2		ლისის ანტიკლინის ჩრდილო დასავლეთ ნაწილი მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვები. შრეები წარმოდგენილია ტურბიდიტებით, რომელშიც კარგად დაიკვირვება ახარისხება. საგები შედარებით მსხვილმარცვლოვანი კონგლო-მერატებით, ხოლო სახურავი წვრილმარცვლოვანი მასალით არის წარმოდგენილი. გამოიყოფა ორი ნაპრალთა ტიპი: 1)tensional დაქ.აზ. 2560 <89 და 2)extensional დაქ.აზ. 1730 <27.
		215	18	S3		
471887	4624858	90	80	S1	ლისის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთა	წერტილი #4
		260	10	S2		საზღვარი ოლიგოცენსა და საყარაულოს შორის; ქვიშაქვების და თიხაფიქლების მორიგეობა დაქ. აზ. 3580 <78. დაიკვირვება ნაპრალთა სამი ტიპი 1)tensional დაქ.აზ. 900 <80 2)extensional დაქ.აზ. 2600 <10 და 3)shear თიხების გამკვეთი ნაპრალეები დაქ.აზ. 2520 <56.
465563	4622715	145	36	S1	ლისის ანტიკლინის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი, სოფ. ბევრეთთან	წერტილი #5

		245	62	S2		ლისის ანტიკლინის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი სქელშრეებრივი ქვიშაქვები დაქ.აზ 355 <60
474334	4624815	225	18	S1	ლისის ანტიკლინის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი	<b>წერტილი #6</b>
		248	68	S2		ქვიშაქვების და თიხების მორიგეობა დაქ.აზ. 220<44. გამოიყოფა ნაპრალთა ორი ტიპი 1) extensional დაქ.აზ. 2250 <18 და 2)tensional დაქ.აზ. 2480 <68
469550	4621349	175	25	S1	ლისის ანტიკლინის დას. ნაწილი, სოფ მსხალდიდთან	<b>წერტილი #7</b>
		152	22	S1		სქელშრეებრივი ქვიშაქვების და არგილიტის მორიგეობა, დაქ.აზ 175 <23
		59	71	S2		
		63	64	S2		

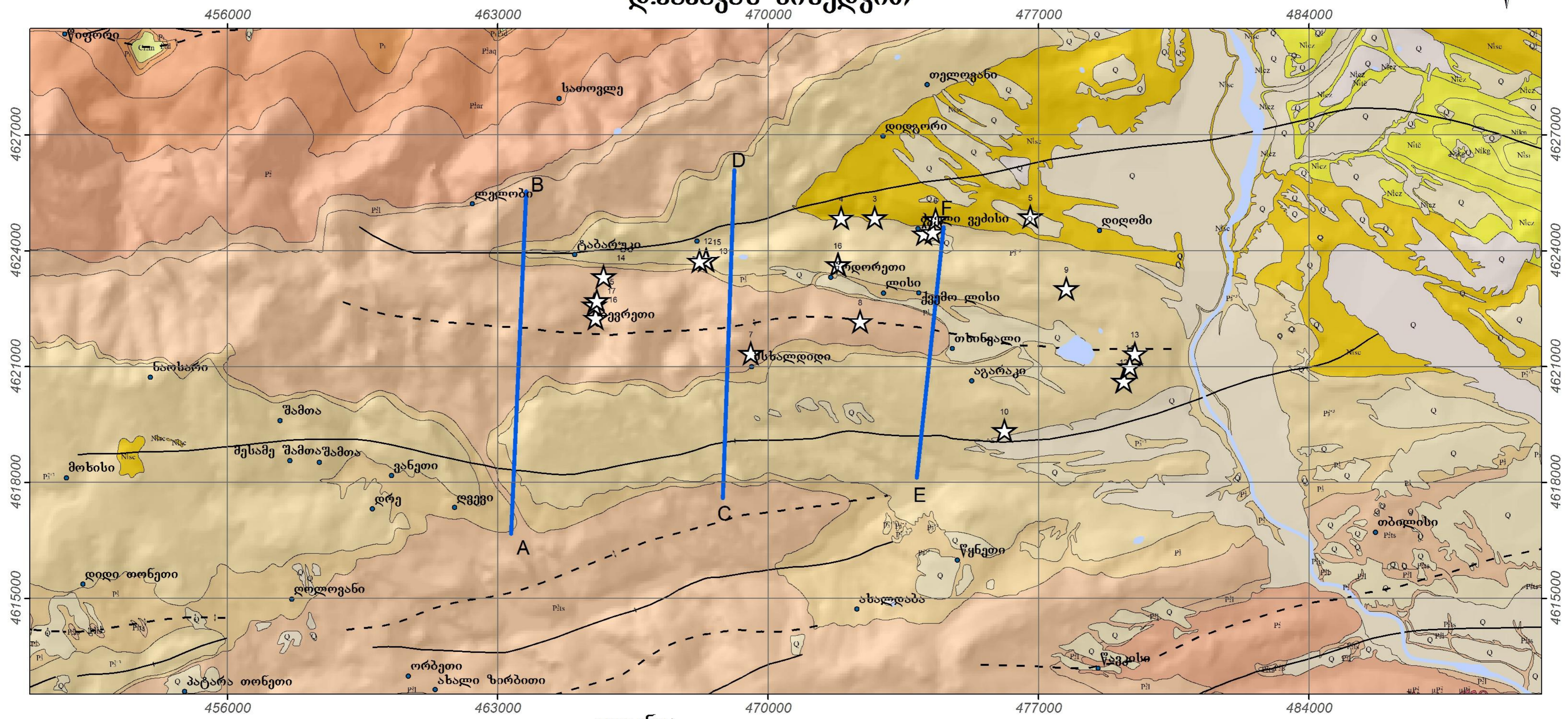


472381	4622177	75	89	S1	ლისის ანტიკლინის თალი მუხათწყაროს გზა 	<b>წერტილი #8</b>  მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვების სახურავი. დაქ.აზ. 142 <13
		70	88	S1		
		71	84	S1		
		95	85	S2		
		88	84	S2		
		358	80	S3		
		335	83	S3		
		342	72	S3		
477717	4623029	279	86	S1	ლისის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთა, დიღომი 	<b>წერტილი #9</b>  ლისის ანტიკლინის ჩრდილო ფრთა. დიღმის სინკლინისკენ, სქელშრეებრივი ქვიშაქვები დანაპრალიანებულია და ამოვსებულია კალციტებით. დაქ. აზ. 25 <36
		256	68	S1		
		265	73	S1		
		132	39	S2		
		150	61	S2		
		146	45	S2		
		215	36	S3		
		194	47	S3		
		247	45	S3		
476114	4619353	86	83	S1	ლისის ანტიკლინის სამხ-დას. ფრთა, სანდრო ეულის ქუჩა 	<b>წერტილი #10</b>  მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვების სახურავი დაქ. აზ. 170 <45
		63	84	S1		
		69	89	S1		
		267	88	S2		
		345	52	S2		
		332	40	S2		
		330	46	S2		

		63	51	S3		
		64	49	S3		
					წოდორეთიდან დასავლეთით, ჩრდილო-დასავლეთი ფრთა	წერტილი #11
481715	4619040	205	20	S1		ქვიშაქვების და არგილიტების მორიგეობა, განახშირებული ორგანიკა. დაქ აზ 350 <71
		227	27	S1		
		105	70	S2		
		117	35	S3		
		100	35	S3		
					წოდორეთიდან დასავლეთით, ჩრდილო-დასავლეთი ფრთა	წერტილი #12
468403	4623770	194	24	S1		სქელშრეებრივი ქვიშაქვები, დაქ. აზ 355 <60
		264	88	S2		
		220	45	S3		
		105	36	S4		

					წოდორეთიდან დასავლეთით, ჩრდილო-დასავლეთ ფრთა	წერტილი #13
		105	70	S2		<p>ინტენსიურად დანაპრალიანებული არგილიტები, დაქ. აზ 355 &lt;65</p>
		135	37	S3		
		280	86	S4		
					ლისის ანტიკლინის ჩრდილო-დასავლეთ ფრთა, სოფ. ბევრეთთან	წერტილი #14
465738	4623341	120	50	S1		<p>სქელშრეშრეებრივი ქვიშაქვების სახურავი, დაქ. აზ 15 &lt;45</p>
		232	55	S2		
		265	78	S3		
		208	38	S4		

# თბილისის მიდამოების გეოლოგიური რუკა 1:25000 დ.პაპავას მიხედვით



ლეგენდა

- |  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Q მეოთხეული ნალექები</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffffcc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> N<sub>2ak</sub> ზედა პლიოცენი, ადნაგილური</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff99; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> N<sub>1s1</sub> ქვედა სარმატი</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff66; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> N<sub>1k1</sub> კონკური</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff33; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> N<sub>1k2</sub> ყარაბანული</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> N<sub>1c</sub> ჩოკრაკული</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff66; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> N<sub>1cz</sub> კოწახური</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff33; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> N<sub>1sc</sub> საყარაულსო</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffcc99; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> P<sub>3+3</sub> შუა და ზედა ოლიგოცენი</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffcc66; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> P<sub>1</sub> ქვედა ოლიგოცენი, ხაღუმი</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffcc33; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> P<sub>2s</sub> ზედა ეოცენი, თბილისის ნუმულიტებიანი წყება</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffcc00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> P<sub>2l</sub> ზედა ეოცენი, ღირღღებისანი პორიზონტი</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff9900; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> P<sub>2l1</sub> შუა ეოცენი</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff6600; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> P<sub>2</sub> ქვედა ეოცენი</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff3300; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> P<sub>2ar</sub> ქვედა ეოცენი, არაგონისის</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> P<sub>2aq</sub> ქვედა ეოცენი, აგჭუა</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> P<sub>1</sub> პალეოცენი</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> P<sub>1d</sub> დანიური</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Cr<sub>1m</sub> მასტრიხტული</li> </ul> |
|--|---|---|---|

- ანტიკლინის ღერბი
- სინკლინის ღერბი
- სეისმური-პროფილი
- საველე წერტილები