

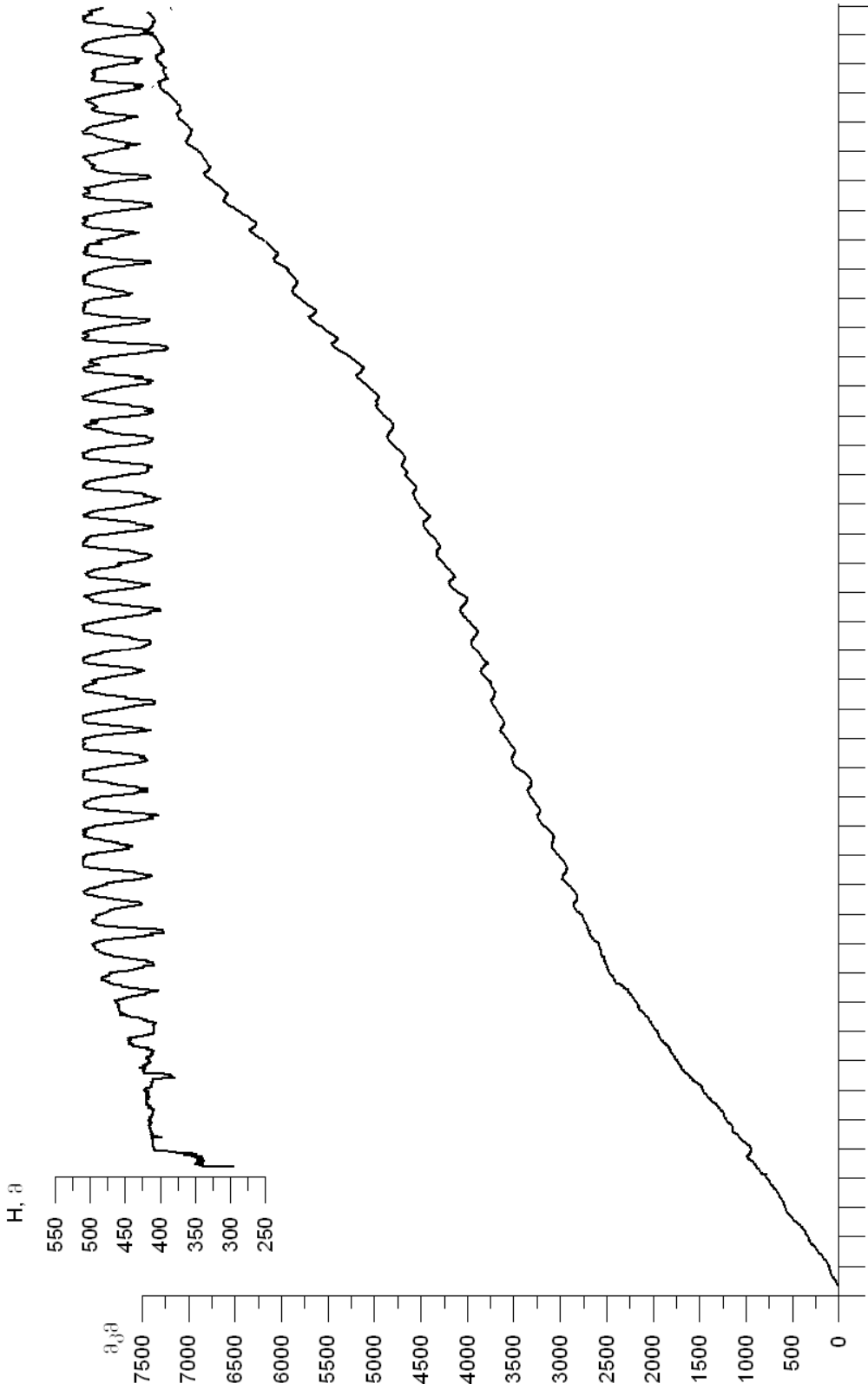
## ენგურის თაღოვანი კაშხლის ტანის და მის ფუძეში გამავალი რღვევის ბლოკების დინამიკა სტაციონარული გეოფიზიკური დაკვირვებების მონაცემების მიხედვით

აბაშიძე ვ., ჭელიძე თ., დოვგალი ნ., დავითაშვილი ლ.

*ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას  
სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი, 0160, თბილისი, მ. ალექსიძის ქ. № 1,  
abash\_geo@hotmail.com*

როგორც ცნობილია მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის მიერ ენგურის მაღლივი კაშხლის ფუძეში გამავალ რღვევის ბლოკების ყოფაქცევის შესასწავლად 1974 წლიდან ფუნქციონირებს მაღალი სიზუსტის ოპტიკური ექსტენზომეტრი (დეფორმოგრაფი). ბოლო წლებში, კერძოდ 2014 წლის თებერვლის თვიდან ამავე ექსტენზომეტრზე დაყენებულ იქნა ლაზერი, რომელიც აფიქსირებს, ისე როგორც ოპტიკური ექსტენზომეტრი, ბლოკების მოძრაობას რღვევის გავრცელების მართობულად. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ 2016 წლის თებერვლიდან მეზობელ გვირაბ № 183-ში რღვევაზე დაყენებულია ახალი ლაზერი, რომელიც აფიქსირებს ბლოკების შესაძლო მოძრაობას რღვევის გავრცელების მიმართულებით და ასევე ვერტიკალური მიმართულებით. აქვე აღვნიშნავთ, რომ ჯერჯერობით ამ ლაზერიდან მიღებული დაკვირვებული მასალის მიხედვით რღვევის ბორტების გადაადგილება მისი გავრცელების მიმართულებით არ ფიქსირდება, რაც მეტად სასურველი შედეგია. დაკვირვებები გრძელდება. ნახ.1 წარმოდგენილია მდ. ენგურის მარჯვენა სანაპიროს A და B ბლოკების რღვევის გავრცელების მართობულად ფარდობითი გადაადგილებების მნიშვნელობების გრაფიკი 1974-2017 წლების განმავლობაში ოპტიკური ექსტენზომეტრის მონაცემებით.

როგორც წარმოდგენილ გრაფიკიდან ჩანს 1974-1986 წლებში ვიდრე წყალსაცავი სრულად შეივსებოდა და მისი დონის ყოველწლიური რეგულირება დაიწყებოდა რღვევაზე დაფიქსირდა ბლოკებს შორის გაწევითი მოძრაობა, რომელიც იმ წლებში 2.5-2.7 მმ განისაზღვრა. შემდეგ წლებში წყალსაცავის მაქსიმალურ დონემდე შევსებამ და მისმა ყოველწლიურმა რეგულირებამ ბლოკების ეს მოძრაობა შეამცირა, ვინაიდან ამ პროცესს მოჰყვა ბლოკების დაახლოება-დაცილება, რამაც შეასუსტა ეს პროცესი. თუმცა ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც წარმოდგენილ გრაფიკიდან ჩანს წყალსაცავის რეგულირების სხვადასხვა ეტაპზე ბლოკების მოძრაობის ეს პროცესი არათანაბარია. 1987 წლიდან დაწყებული, როდესაც პირველად აივსო წყალსაცავი 510 მ. დონემდე, 2005 წლის ბოლომდე რღვევაზე ბლოკების დაახლოება-დაცილების პროცესი უფრო ნელი ტემპით მიმდინარეობდა, ვიდრე 2006-2013 წლების დროს. შემდეგ 2014-2017 წლებში კვლავ ეტყობა ამ პროცესს შენელება.



74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 წ.

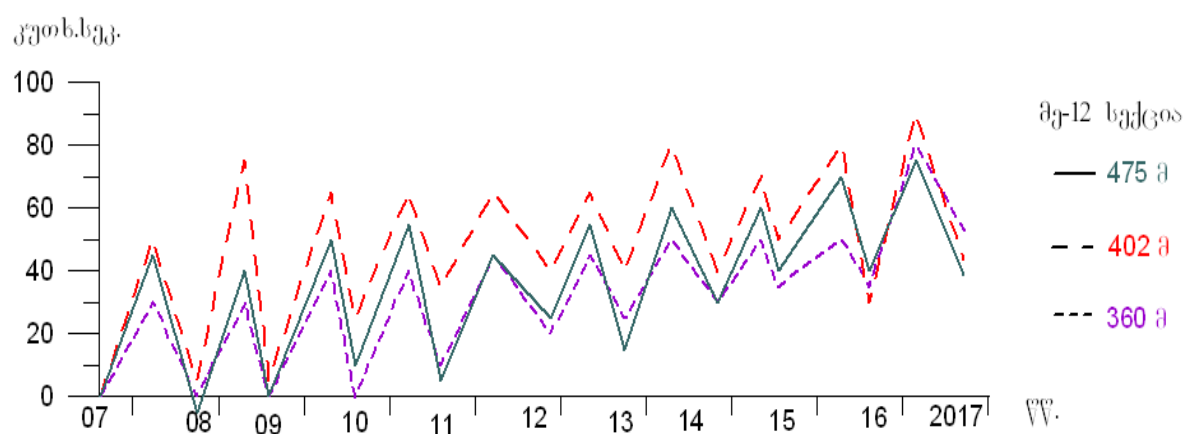
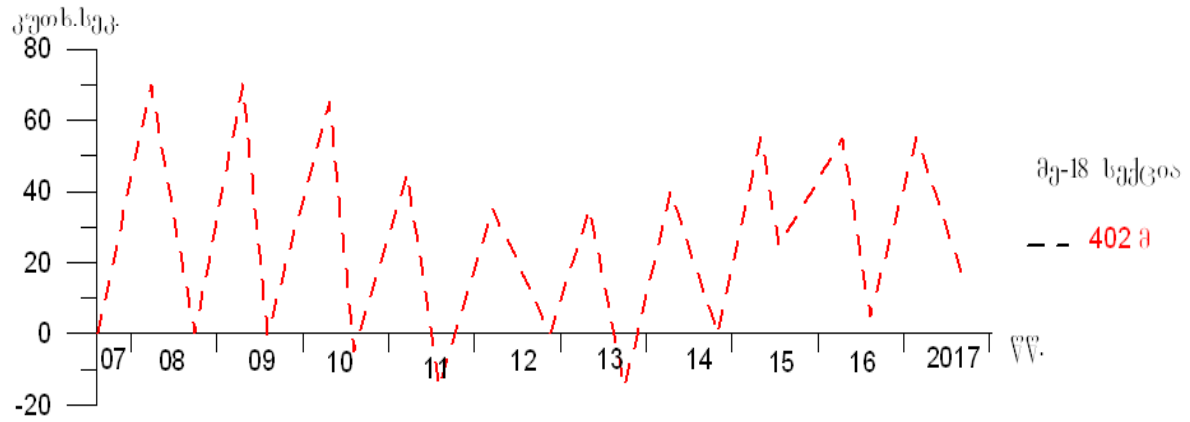
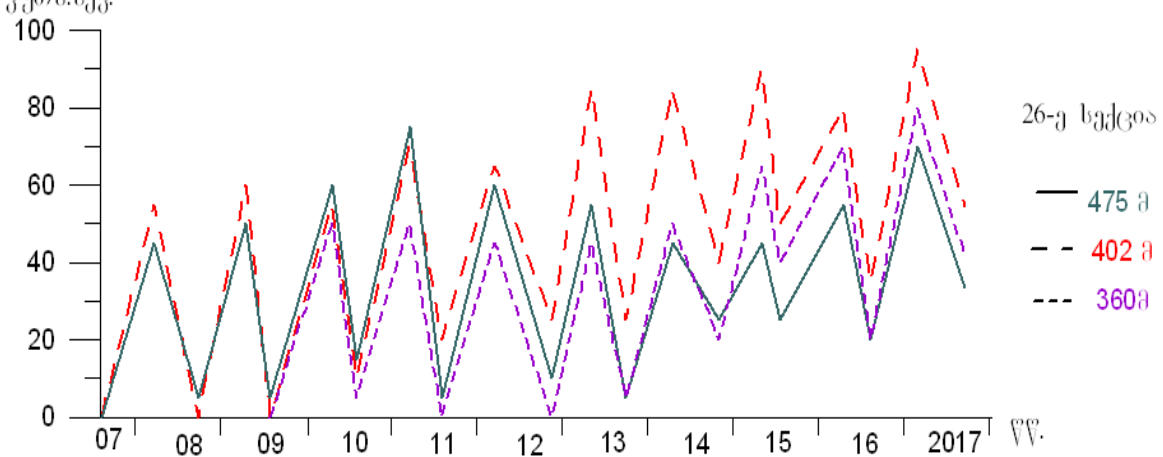
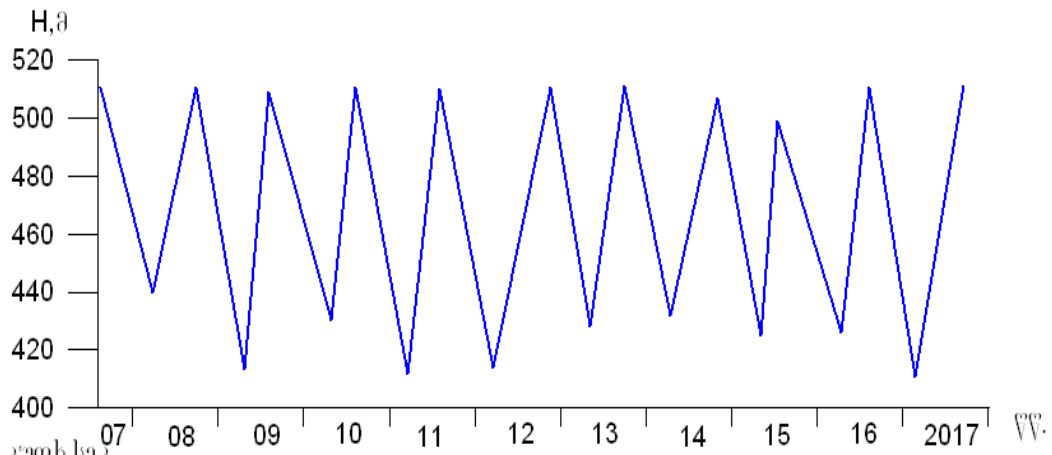
ნახ. 1 მდ. კნეკურის მარჯვენა სანაპიროს რეკვეის A და B ბლოკების ფარდობითი პირიზონტალური გადაადგილებები თბობკურნი კონტინენტების მოხსენებები და წყალსაცავში წყლის რეკლამირების გრაფიკები 1974-2017 წლების განმავლობაში

ცხრ. 1

ენგურის თაღოვანი კაშხლის დახრების დინამიკა მისი ლერძის მიმართულებით 2007-2017წწ. განმავლობაში დახრისმზომითი

სადგურების მონაცემების მიხედვით კუთხულ სეკუნდებში (")

№	თარიღი	წყალსაცავი წყლის დონე ცვალებადობა მ	ლონთა სხვაობა მ	კაშხლის დახრების მიმართულება	მე-12 სექცია			მე-18 სექცია			26-ე სექცია		
					360 მ	402 მ	475 მ	402 მ	475 მ	360 მ	402 მ	475 მ	
1	09.08.07-20.03.08	510.43-439.79	-70.64	ფ.ბ.	30"	50"	45"	70"	55"	45"	360 მ	402 მ	475 მ
2	20.03.08-23.09.08	439.79-510.77	+70.28	ქ.ბ.	30	45	50	70	55	40			
3	23.09.08-16.04.09	510.77-413.44	-87.38	ფ.ბ.	30	70	45	70	60	45			
4	16.04.09-29.07.09	413.44-509.35	+95.91	ქ.ბ.	30	70	40	70	60	45			
5	29.07.09-19.04.10	509.35-430.33	-79.02	ფ.ბ.	40	60	50	65	55	55			
6	19.04.10-01.08.10	430.33-510.71	+80.38	ქ.ბ.	40	40	40	70	45	45			
7	01.08.10-16.03.11	510.71-411.82	-98.89	ფ.ბ.	40	40	45	50	60	60			
8	16.03.11-31.07.11	411.82-510.18	+98.36	ქ.ბ.	30	30	50	60	50	70			
9	31.07.11-13.03.12	510.18-413.73	-96.45	ფ.ბ.	35	30	40	50	45	55			
10	13.03.12-12.11.12	413.73-510.93	+97.20	ქ.ბ.	25	25	20	35	45	50			
11	12.11.12-29.04.13	510.93-428.25	-83.68	ფ.ბ.	25	25	30	35	45	45			
12	29.04.13-25.09.13	428.25-511.01	+82.76	ქ.ბ.	20	25	40	50	60	60			
13	25.09.13-10.04.14	511.01-432.11	-78.90	ფ.ბ.	25	40	45	55	60	40			
14	10.04.14-27.10.14	432.11-507.21	+75.11	ქ.ბ.	20	40	30	40	45	20			
15	27.10.14-28.04.15	507.21-424.90	-82.31	ფ.ბ.	20	30	30	55	45	20			
16	28.04.15-12.07.15	424.90-498.98	+74.08	ქ.ბ.	15	20	20	30	25	20			
17	12.07.15-8.04.16	498.98-426.09	-72.89	ფ.ბ.	15	30	30	30	30	30			
18	8.04.16-4.08.16	426.09-510.75	+84.66	ქ.ბ.	15	50	30	50	50	35			
19	4.08.16-19.02.17	510.75-410.73	-100.02	ფ.ბ.	40	60	35	45	60	50			
20	19.02.17-10.09.2017	410.73-510.81	+100.08	ქ.ბ.	27	46	36	40	38	36			
2007-2017წ. კაშხლის დახრების საშუალო მნიშვნელობები				ზედა ბიეფისაკენ ქვედა ბიეფისაკენ	30.0	43.5	39.5	53.0	45.6	47.5	44.5		
					25.0	39.1	35.6	52.0	40.4	40.4	41.7		



ნახ.2 ენგურის თაღოვანი კაშხლის დასრუბის დინამიკა მისი ღერძის მიმართულებით 2007-2017 წწ. განმავლობაში დასრისმზომითი სადგურების მონაცემების მიხედვით.

ამასთან დაკავშირებით ჩვენ ბოლო 2007-2017 წლების განმავლობაში დეტალურად გაავანალიზეთ ენგურის თაღოვანი კაშხლის დახრების დინამიკა მისი ღერძის მიმართულეებით დახრისმზომითი სადგურების მონაცემების საფუძველზე წყალსაცავში წყლის დონის ცვლილებასთან ერთად. როგორც ცნობილია, კაშხლის მე-12-ე და 26-ე სექციებში დახრისმზომითი სადგურები დაყენებულია 3 სხვადასხვა 360 მ, 402 მ და 475 მ ნიშნულზე, ხოლო მე-18 სექციაში მხოლოდ 402 მ ნიშნულზე. როგორც ცხრ. 1-დან ჩანს წყალსაცავის რეგულირების დროს წყლის მაქსიმალური დონე უფრო დაცულია და მერყეობს 500-510 მ შორის, ვიდრე წყლის დამუშავების დროს დაბალი დონეები, რომლებიც მერყეობენ 410 მეტრიდან 440 მეტრამდე. ვფიქრობთ, კაშხლის დახრის კუთხეების ცვალებადობა სწორედ ამ პროცესთანაა დაკავშირებული. ცხრ. 1-ში წარმოდგენილი მასალის ანალიზიდან ირკვევა, რომ წყალსაცავში წყლის დამუშავების დროს კაშხლის მარჯვენა და მარცხენა ფრთები უფრო მეტად იხრებიან ზედა ბიეფისაკენ, ვიდრე ავსების დროს ქვედა ბიეფისაკენ. ამავე დროს ცენტრალურ ნაწილში მე-18 სექციის მონაცემებით კაშხლის გადახრები ორივე მიმართულეებით შედარებით თანაბარია. გარდა ამისა თუ დავაკვირდებით კაშხლის დახრების რიცხვით მნიშვნელობებს კუთხურ სეკუნდებში შევამჩნევთ, რომ ეს მნიშვნელობები 2007-2011 წწ. შედარებით მეტია 2012-2016 წლებში კაშხლის დახრების რიცხვით მნიშვნელობებთან. შეიძლება ეს იყოს მიზეზი იმისა, რომ დაწყებული 2012 წლიდან, განსაკუთრებით კაშხლის მარჯვენა და მარცხენა ფრთების დახრები მე-12 და 26-ე სექციებში არსებული დახრისმზომების მონაცემებით ზემოთ იწვევენ აბსცისთა ღერძიდან. საინტერესოა, რომ იგივე პროცესი ცენტრალურ მე-18 სექციაში არ დაიკვირვება (ნახ.2). შეიძლება ეს იმის გამო ხდება, რომ აქ ამ სექციაში წლების განმავლობაში კაშხლის დახრის კუთხეების ცვალებადობაც შედარებით არ შეიმჩნევა.

ცხრ. 2

#	წლები	წყალსაცავში წყლის დონის გაჩერება და დაწევა	თვეების რაოდენობა	წელი	წყალსაცავში წყლის დონის აწევა	თვეების რაოდენობა
1	2010-2011	აგვისტო-აპრილი	9	2011	მაისი-ივლისი	3
2	2011-2012	აგვისტო-მარტი	8	2012	აპრილი-ივნისი	3
3	2012-2013	ივლისი-აპრილი	10	2013	მაისი-სექტემბერი	4
4	2013-2014	ოქტომბერი-10 აპრილი	6	2014	10 აპრილი-10 ივლისი	3
5	2014-2015	10 ივლისი-15 მაისი	10	2015	15 მაისი-10 ივლისი	2
6	2015-2016	12 ივლისი-8 აპრილი	9	2016	8 აპრილი-10 ივლისი	3
			52			18

დაკვირვების წლები(წწ.)	წყალსაცავში დონის ცვალებადობა (მ.)  max-min-max	დრო, რომლის განმავლობაში ხდება წყლის დონის ცვალებადობა max-min, min-max (დღე-ღამე, თვე)	წყლის დამუშავებისა და აწევის დროს სამუშაო სიჩქარეები (მ/დღეღამეში)	ბლოკების დაცილება და დაახლოება (მმ)	ნარჩენი დაცილება (მმ)
1	2	3	4	5	6
2000-2001	509.61→400.00→510.28	217(7.2) 140(4.7)	0.51 0.80	0.215 0.045	0.170
2001-2002	510.28→412.15→510.31	261(8.7) 136(4.5)	0.38 0.72	0.200 0.050	0.150
2002-2003	510.31→410.04→508.90	222(7.4) 166(5.3)	0.45 0.60	0.192 0.058	0.134
2003-2004	508.90→410.12→510.61	170(5.6) 168(5.6)	0.58 0.59	0.194 0.074	0.120
2004-2005	510.61→410.39→509.78	228(7.6) 142(4.7)	0.44 0.70	0.271 0.045	0.226
2005-2006	509.78→389.23→510.84	229(7.6) 105(3.5)	0.53 1.16	0.285 0.070	0.215
2006-2007	510.84→414.72→510.41	246(8.2) 103(3.4)	0.39 0.93	0.324 0.090	0.234
2007-2008	510.41→439.79→510.77	222(7.4) 132(4.4)	0.32 0.54	0.262 0.070	0.198
2008-2009	510.17→413.44→509.35	218(7.7) 104(3.5)	0.44 0.92	0.325 0.055	0.270
2009-2010	509.35→430.33→510.71	264(8.8) 103(3.4)	0.30 0.78	0.350 0.080	0.270
2010-2011	510.71→412.81→510.18	228(7.6) 106(3.5)	0.43 0.82	0.355 0.050	0.305
2011-2012	510.18→413.73→510.93	215(7.2) 244(8.0)	0.45 0.40	0.250 0.060	0.190
2012-2013	510.95→ 428.25→511.01	167(5.6) 153(5.0)	0.50 0.54	0.251 0.070	0.181
2013-2014	511.01→432.11→507.21	197(6.5) 200(6.5)	0.40 0.38	0.162 0.040	0.122
2014-2015	507.21→424.90→498.98	183(6.0) 75(2.5)	0.45 0.99	0.240 0.102	0.138
2015-2016	498.98→426.09→510.75	271(9.0) 118(4.0)	0.27 0.72	0.184 0.087	0.097
2016-2017	510.75→410.73→ 510.81	119(4.0) 203(6.5)	0.84 0.50	0.215 0.080	0.135
2000-2017					3.155

ჩვენ გავანალიზეთ 2010-2017 წლებში წყალსაცავში წყლის რეგულირების პროცესი და გამოირკვა, რომ A და B ბლოკების დაახლოება მიმდინარეობს მაშინ, როცა წყალსაცავში წყლის აწევა ხდება და ბლოკებზე, განსაკუთრებით კი B ბლოკზე დატვირთვა მატულობს. დანარჩენ დროს, კერძოდ წყალსაცავში წყლის დონის, განსაკუთრებით მაღალ დონეებზე გაჩერებისა და შემდეგ დაწევის შემთხვევაში მიმდინარეობს ბლოკების დაცილება. აქედან გამომდინარე გამოდის, რომ განხილული წლების განმავლობაში დროის 2/3-ში წყალსაცავში წყლის დონე გაჩერებული იყო ან დაწევა მიმდინარეობდა (52 თვე იხ. ცხრ. 2), რის გამო დაიკვირება ბლოკების დაცილება. მხოლოდ 18 თვის განმავლობაში, ანუ დროის 1/3-ში მიმდინარეობდა წყლის დონის აწევა და ბლოკების დაახლოება (18 თვე იხ. ცხრ. 2). სწორედ ამიტომ ყოველ წელიწადს რღვევაზე ბლოკების დაცილება სჭარბობს ბლოკების დაახლოებას.

ჩვენ გავანალიზეთ აგრეთვე ოპტიკურ დეფორმოგრაფზე 2000-2017 წლებში მიღებული შედარებით სრულყოფილი, რამდენჯერმე შემოწმებული დანაკვირვები მასალა (ცხრ. 3). გამოდის, რომ ზემოაღნიშნულის გამო, ვინაიდან ბლიკების დაცილება სჭარბობს მათ დაახლოებას, 2000-2017 წლების განმავლობაში რღვევაზე ბლოკების დაცილებამ 3.16 მმ შეადგინა. როგორც ვხედავთ 18 წლის მანძილზე ეს არც ისე დიდი რიცხვია, მაგრამ სასურველია მისი შემცირება. როგორც დანაკვირვები მასალის ანალიზიდან ირკვევა პირველ რიგში ამ სიდიდის მნიშვნელობა დიდაა დამოკიდებული წყალსაცავში წყლის რეგულირების რეჟიმზე. აქედან გამომდინარე ბლოკების დაცილების შემცირება შესაძლებელი იქნება თუ წყალსაცავის დამუშავების ქვედა ზღვარს შევამცირებთ, ვთქვათ 440 მეტრამდე, რაც თავის დროზე პროექტითაც იყო გათვალისწინებული. ასევე ბლოკების დაცილების შემცირება შეიძლება თუ წყალსაცავის ავსების დროს ცოტათი მაინც თუ გავზრდით, რითაც მაღალ დონეებზე გაჩერების დროც შემცირდება, რომლის დროს როგორც ვიცით ბლოკების დაცილება მიმდინარეობს. ყოველივე ეს უნდა ჩატარდეს ისე, რომ ელექტროენერჯის გამომუშავება არ შემცირდეს

## ლიტერატურა

1. Абашидзе В.Г., Челидзе Т. Л., Цагурия Т. А., Кобахидзе Т. В., Чиаурели. Г. Г. Результаты деформографических наблюдений в зоне правобережного разлома на территории арочной плотины Ингурской ГЭС. Тр. Ин-та геофизики М. 3. Нодиа, Т.LX, Тб.:, 2008, с. 54-59.
2. აბაშიძე ვ., ჭელიძე თ., ცაგურია თ., დოვგალი ნ., დავითაშვილი ლ. ენგურის თაღოვანი კაშხლის მარჯვენა ფრთის ქვეშ გამავალ რღვევაზე დაყენებული უკუმვეულებისა და დეფორმოგრაფის მონაცემების ერთობლივი ანალიზი. "ენერჯია" №1(69), თბ.:, 2014, გვ. 44-49.
3. აბაშიძე ვ., ჭელიძე თ., ცაგურია თ., დოვგალი, ნ. დავითაშვილი ლ. ენგურის თაღოვანი კაშხლის მარჯვენა ფრთის ქვეშ გამავალ რღვევაზე დაყენებული უკუმვეულებისა და კაშხლის მე-12 სექციაში მუდმივ რეჟიმში მომუშავე დახრისმზომითი სადგურების მონაცემების ერთობლივი ანალიზი
4. აბაშიძე ვ., ცაგურია თ., დოვგალი ნ., დავითაშვილი ლ. ენგურის თაღოვანი კაშხლისა და ფუძის გეოფიზიკური კვლევები-სტაციონარული დაკვირვებები კაშხლის ტანში და ფუძეში გადაადგილებებსა და დეფორმაციებზე დახრისმზომითი და დეფორმოგრაფიულ-ექსტენზომეტრიული მეთოდების გამოყენებით. "ენერჯია" №2(78), თბ.:, 2016, გვ. 23-28.
5. 2017 წლის სამეცნიერო-ტექნიკური ანგარიში 25 გვ. გადაცემულია შპს ენგურჰესის და მალღვი კაშხლის დირექციებში და ინახება გეოფიზიკის ინსტიტუტის ფონდებში.

# **ენგურის თაღოვანი კაშხლის ტანის და მის ფუძეში გამავალი რღვევის ბლოკების დინამიკა სტაციონარული გეოფიზიკური დაკვირვებების მონაცემების მიხედვით**

**აბაშიძე ვ., ჭელიძე თ., დოვგალი ნ., დავითაშვილი ლ.**

## **რეზიუმე**

სტატიაში გაანალიზებულია ენგურის თაღოვანი კაშხლის ტანში და მის ფუძეში რღვევაზე დაყენებული მაღალი სიზუსტის ამერიკული წარმოების დახრისმზომებისა და კვარცის ექსტენზომეტრის მრავალწლიანი დაკვირვების მასალა. კერძოდ რღვევაზე გაანალიზებულია ოპტიკური ექსტენზომეტრის 1974-2017 წწ., ხოლო კაშხალზე დახრისმზომების 2007-2017 წწ. მასალა. დადგენილია, რომ რღვევაზე ბლოკების დაახლოება-დაცილების დინამიკა ძირითადად დაკავშირებულია წყალსაცავში წყლის რეგულირების რეჟიმზე.

სტატიაში გამოთქმულია მოსაზრება, თუ როგორ შეიძლება წყალსაცავში წყლის რეგულირების გარკვეული ნორმების დაცვით ბლოკების დაცილების პროცესის შემცირება. კაშხალზე დღემდე ჩატარებული სტაციონალური დახრისმზომითი დაკვირვების მასალის მიხედვით ანომალური დახრები და გადაადგილებები არ დაფიქსირებულა.

## **Динамика тела Ингурской высотной арочной плотины и разлома, проходящего под плотиной по данным стационарных геофизических наблюдений**

**Абашидзе В.Г., Челидзе Т.Л., Довгаль Н.Д., Давиташвили Л.А.**

## **Реферат**

В работе проанализирован материал многолетних наблюдений высокоточных наклономеров американского производства и кварцевого экстензометра, установленных в теле плотины и в ее основании. В частности на разломе проанализирован материал наблюдений экстензометра за 1974-2017 гг., а на плотине наклономеров за 2007-2017 гг. Установлено, что динамика сближения и расхождения блоков на разломе во многом зависит от процесса регулирования воды в водохранилище. В статье высказано мнение, как можно уменьшить процесс расхождения блоков путем проведения определенных норм регулирования воды в водохранилище. По материалам стационарных наклономерных наблюдений, проведенных на плотине до сегодняшнего дня, аномальные наклоны или смещения не зафиксированы.



# **The dynamics of the Enguri arch dam body and the fault blocks under its foundation according to the stationary geophysical observation data**

**Abashidze V., Chelidze T., Dovgal N., Davitashvili L.**

## **Abstract**

The work considers the long-term observation data obtained by high precision US-produced tiltmeters and a quartz extensometer installed in the body of the Enguri Arch Dam and on the fault under its foundation, namely, it analyses the 1974-2017 material obtained from the extensometer on the fault and the 2007-2017 data obtained from the tiltmeters in the dam. We determined that the dynamics of the approaching and diverging movements of the fault blocks mainly depend on the water regulation regime in the water reservoir. The article proposes an idea to minimize the divergence of the blocks by certain regulation of the water in the reservoir. According to the materials obtained by stationary tiltmeter observations on the dam any anomalous tilts and deformations have not been recorded so far.