

ბახვი 2 ჰესი

ჰიდრავლიკური გაანგარიშებები

1 შესავალი

ბახვი 2 ჰესის პროექტი განხორციელდება 2 ეტაპად და მოიცავს ბახვი 2 A და ბახვი 2B (BK2A და BK2B) ჰიდროელექტროსადგურებს.

ჰიდრავლიკური პროექტირება შესრულდა ზემოაღნიშნული ორივე სექმის შემდეგი ნაგებობებისთვის:

- სათავე ნაგებობა
 - წყალსაგდები
 - ჩამქრობი აუზი/ჭა
 - გამრეცხი არხი
 - წყალმიმღები
 - ქვიშადაშეკერი
 - სადაწნეო მილსადენის შესასვლელი
- სადაწნეო მილსადენის ჰიდრავლიკური დანაკარგები.

გარდა ამისა, შესრულდა მდინარის ჰიდრავლიკური პირობების ანალიზი შესაბამის ტერიტორიებზე.

2 ბახვი 2A ჰესი

2.1 ქვედა ბიეფის ნიშნულები

მდინარის კალაპოტში წყლის ნიშნულები განისაზღვრა ერთგანზომილებიანი ჰიდრავლიკური მოდელით. ჰიდრავლიკური გაანგარიშებისათვის გამოყენებული იქნა HEC-RAS პროგრამული უზრუნველყოფა, ხოლო განივი კვეთები ამოღებულია Civil3D პროგრამული უზრუნველყოფით უახლესი ტოპოგრაფიული მონაცემების საფუძველზე.

ამ ჰიდრავლიკური ანალიზის მთავარი მიზანია განსაზღვროს წყლის შესაბამისი ნიშნულები სათავე ნაგებობების კონსტრუქციების ჰიდრავლიკური პროექტირებისთვის და ხიდის კონსტრუქციისთვის.

2.1.1 ქვედა ბიეფის ნიშნულები სათავე ნაგებობებისთვის

გაანალიზდა ქვედა ბიეფის ნიშნულები სხვადასხვა ხარჯისთვის. მოდელის დომენი და განივი კვეთები ნაჩვენებია **Error! Reference source not found..**

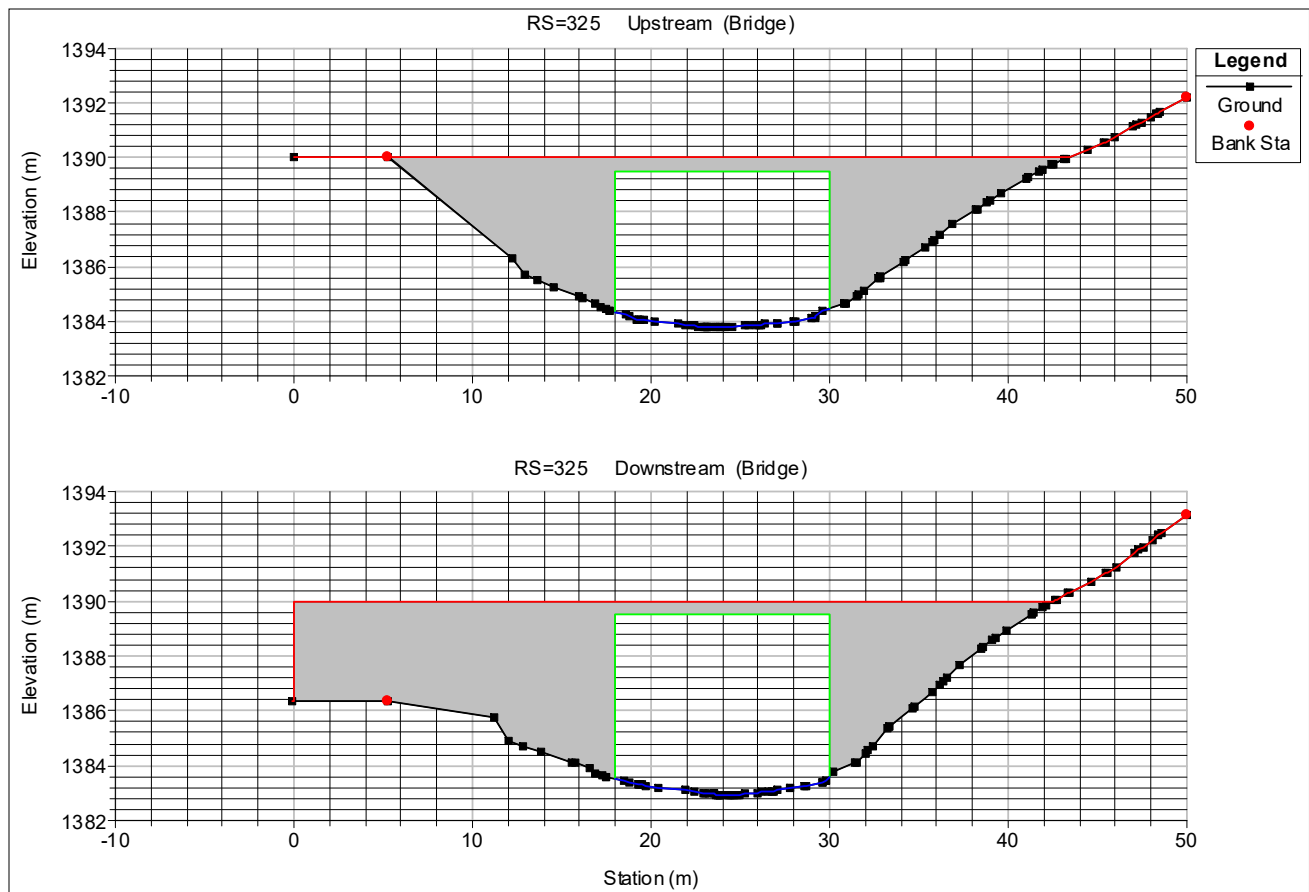


ნახაზი 2.1.1.1 BK2A სათავე ნაგებობის და მის მიმდებარედ დაგეგმილი BK1-ის ჰესის შენობის განივი კვეთები (კვეთებს შორის მანძილი შეადგენს 50 მ-ს)

მოდელირებისთვის გამოყენებული იქნა შემდეგი პარამეტრები:

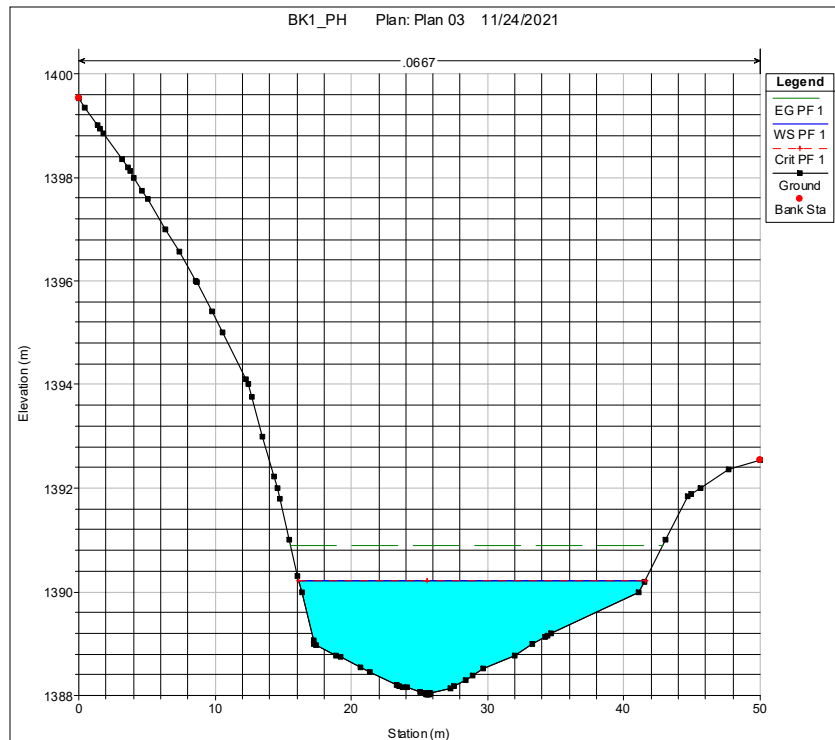
- მანინგის მნიშვნელობა $n=0.040$
- ქვედა ბიეფის სასაზღვრო მდგომარეობა=ნორმალური სიღრმე $i=7.0 \%$
- წყალდიდობის ხარჯები:
 - $Q_{100} = 126 \text{ მ}^3/\text{წმ}$
 - $Q_{500} = 255 \text{ მ}^3/\text{წმ}$

გარდა ზემოაღნიშნულისა, მოდელირებაში შეტანილია ახალი ხიდის კონსტრუქცია და წარმოდგენილია ნახაზი 0.

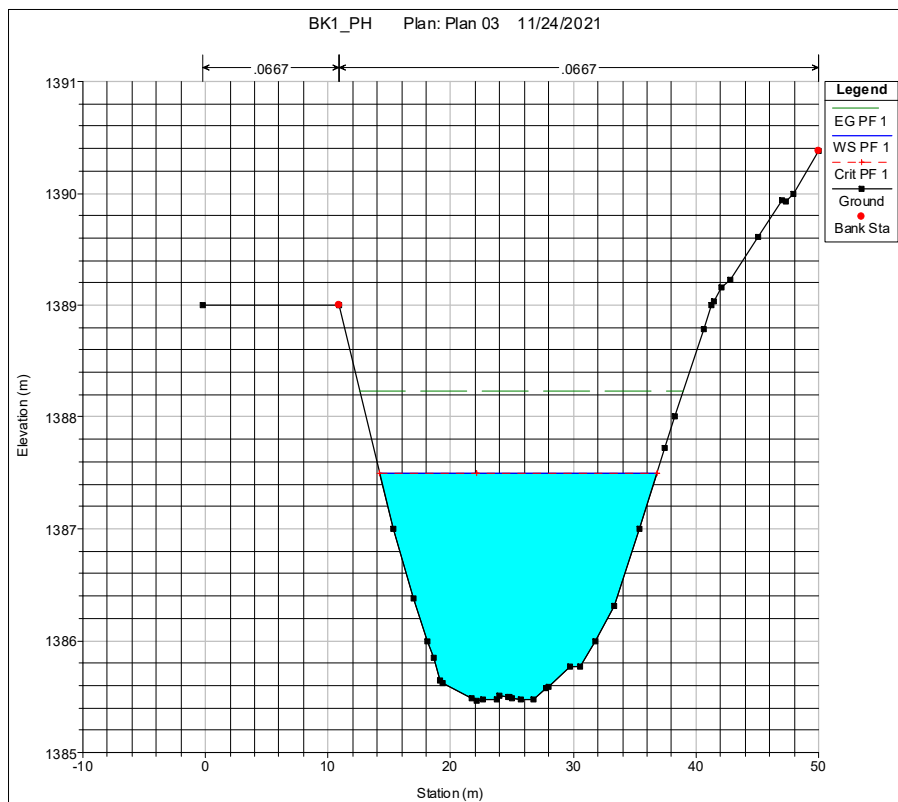


ნახაზი 0.1.1.2. ხიდის კონსტრუქცია HEC-RAS მოდელში.

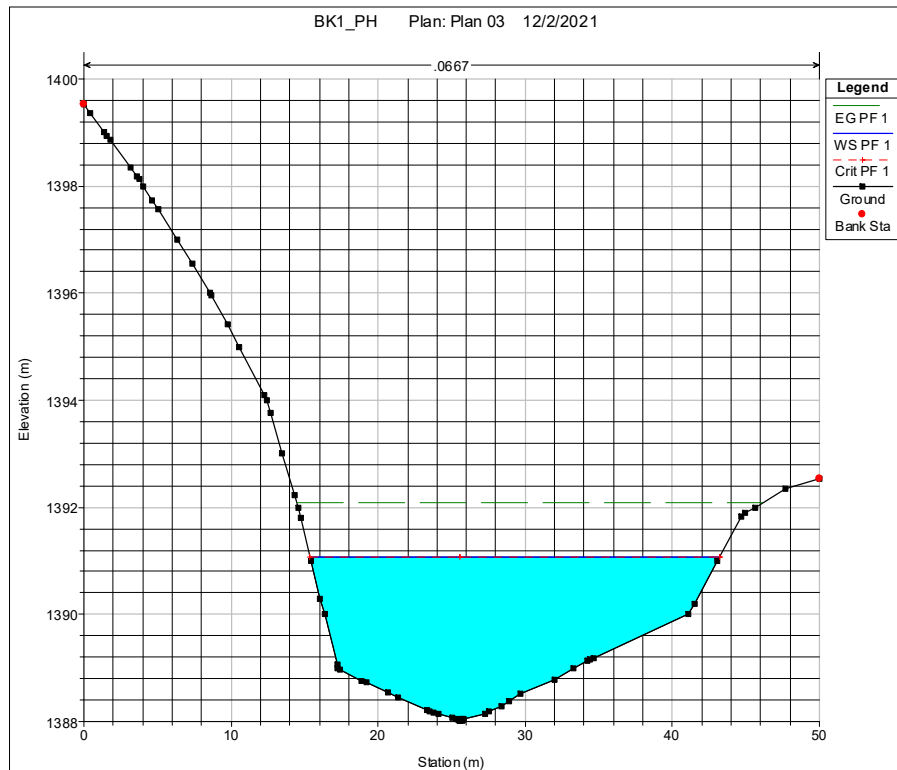
N8 და N7 განივი კვეთის მოდელი ჰესის შენობის სიახლოვეს Q_{100} წყალდიდობის ნიშნულთან ერთად მოცემულია ნახაზი 0.1.1.3 და ნახაზი 0.1.1.4.1.4., ხოლო Q_{500} წყალდიდობისთვის - ნახაზი 0.1.1.5 და ნახაზი 0.1.1.6.



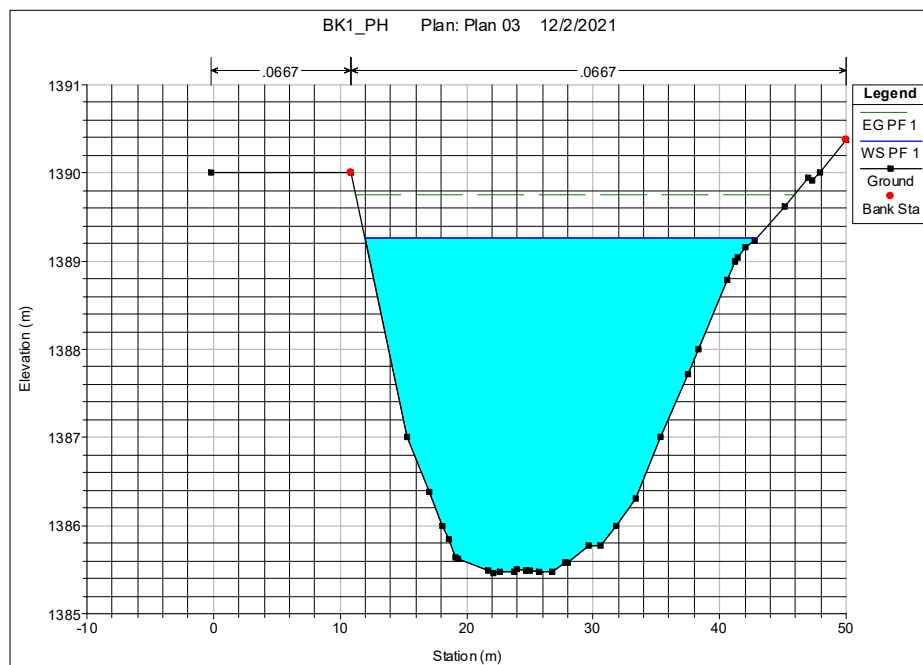
ნახაზი 0.1.1.3 განივი კვეთი N8 (+400) Q_{100} -თვის



ნახაზი 0.1.1.4. განივი კვეთი N7 (+350) Q_{100} -თვის



ნახაზი 0.1.1.5. განივი კვეთი N8 (+400) Q_{500} -თვის



ნახაზი 0.1.1.6 განივი კვეთი N7 (+350) Q_{500} -თვის

Q_{100} და Q_{300} მოდელირების შედეგები წარმოდგენილია

ცხრილი

0-1

და

პიკეტი	კვეთის N	Q ჯამი	ფსკერის მინიმალური ნიშნული	წყლის ზედაპირის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ქანობი	სიჩქარე	კვეთის ფართობი	მ.
		(მ3/წმ)	(მ)	(მ)	(მ)	(მ/მ)	(მ/წმ)	(მ2)	
774.6	16	126	1420.95	1423.17	1423.84	0.043	3.64	34.64	
750	15	126	1418.44	1420.7	1421.43	0.041	3.79	33.27	
700	14	126	1414.32	1416.04	1416.64	0.043	3.44	36.68	
650	13	126	1410.51	1412.26	1412.76	0.043	3.18	40.44	
600	12	126	1405.68	1407.9	1408.46	0.043	3.32	37.94	
550	11	126	1400.83	1402.88	1403.58	0.04	3.69	34.14	
500	10	126	1395.71	1397.35	1397.93	0.044	3.38	37.27	
450	9	126	1391.87	1394.06	1394.68	0.043	3.49	36.14	
400	8	126	1388.02	1390.22	1390.9	0.041	3.66	34.42	
350	7	126	1385.46	1387.5	1388.23	0.04	3.79	33.2	
340	დამატებითი	126	1384.61	1387.16	1387.64	0.02	3.06	41.21	
330	დამატებითი	126	1383.76	1387.25	1387.46	0.006	2.04	61.77	
320	დამატებითი	126	1382.91	1385.16	1385.93	0.04	3.9	32.33	
310	დამატებითი	126	1382.06	1384.32	1385.08	0.041	3.85	32.69	
300	6	126	1381.2	1383.48	1384.22	0.041	3.79	33.26	
250	5	126	1377.73	1379.68	1380.32	0.042	3.54	35.56	
200	4	126	1373.84	1375.82	1376.48	0.041	3.59	35.06	
150	3	126	1369.84	1371.99	1372.59	0.044	3.42	36.84	
100	2	126	1365.43	1367.47	1368.07	0.042	3.45	36.56	
50	1	126	1362.12	1364.22	1364.96	0.041	3.81	33.06	

ცხრილი 0-2.

ცხრილი 0-1 მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q₁₀₀-თვის

პიკეტი	კვეთის N	Q ჯამი	ფსკურის მინიმალური ნიშნული	წყლის ზედაპირის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ქანობი	სიჩქარე	კვეთის ფართობი	მაქსიმალური სიგანე	ფრუდის რიცხვი
	(მ3/წმ)		(მ)	(მ)	(მ)	(მ/მ)	(მ/წმ)	(მ2)	(მ)	
774.6	16	126	1420.95	1423.17	1423.84	0.043	3.64	34.64	25.85	1
750	15	126	1418.44	1420.7	1421.43	0.041	3.79	33.27	23.07	1.01
700	14	126	1414.32	1416.04	1416.64	0.043	3.44	36.68	30.9	1.01
650	13	126	1410.51	1412.26	1412.76	0.043	3.18	40.44	40.57	0.99
600	12	126	1405.68	1407.9	1408.46	0.043	3.32	37.94	34.06	1
550	11	126	1400.83	1402.88	1403.58	0.04	3.69	34.14	24.64	1
500	10	126	1395.71	1397.35	1397.93	0.044	3.38	37.27	32.34	1.01
450	9	126	1391.87	1394.06	1394.68	0.043	3.49	36.14	29.79	1.01
400	8	126	1388.02	1390.22	1390.9	0.041	3.66	34.42	25.4	1
350	7	126	1385.46	1387.5	1388.23	0.04	3.79	33.2	22.64	1
340 დამატებითი		126	1384.61	1387.16	1387.64	0.02	3.06	41.21	23.27	0.73
330 დამატებითი		126	1383.76	1387.25	1387.46	0.006	2.04	61.77	25.84	0.42
320 დამატებითი		126	1382.91	1385.16	1385.93	0.04	3.9	32.33	21.18	1.01
310 დამატებითი		126	1382.06	1384.32	1385.08	0.041	3.85	32.69	21.91	1.01
300	6	126	1381.2	1383.48	1384.22	0.041	3.79	33.26	22.89	1
250	5	126	1377.73	1379.68	1380.32	0.042	3.54	35.56	28.03	1
200	4	126	1373.84	1375.82	1376.48	0.041	3.59	35.06	26.67	1
150	3	126	1369.84	1371.99	1372.59	0.044	3.42	36.84	30.96	1
100	2	126	1365.43	1367.47	1368.07	0.042	3.45	36.56	30.43	1
50	1	126	1362.12	1364.22	1364.96	0.041	3.81	33.06	22.64	1.01

ცხრილი 0-2 მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q₃₀₀-თვის

პიკეტი	კვეთის N	Q ჯამი	ფსკერის მინიმალური ნიშნული	წყლის ზედაპირის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ნიშნული	ენერგეტიკუ ლი ხარისხის ქანობი	სიჩქარე	კვეთის ფართობი	მაქსიმალური სიგანე	ფრუდის რიცხვი
		(მ3/წმ)	(მ)	(მ)	(მ)	(მ/მ)	(მ/წმ)	(მ2)	(მ)	
774.6	16	255	1420.95	1424.03	1424.87	0.041	4.07	62.6	37.91	1.01
750	15	255	1418.44	1421.58	1422.49	0.039	4.21	60.57	33.81	1
700	14	255	1414.32	1416.8	1417.66	0.037	4.11	62.03	35.99	1
650	13	255	1410.51	1412.87	1413.64	0.037	3.95	66.46	43.83	0.99
600	12	255	1405.68	1408.57	1409.44	0.038	4.13	61.85	36.73	1.01
550	11	255	1400.83	1403.78	1404.7	0.038	4.24	60.09	33.21	1.01
500	10	255	1395.71	1398.06	1398.95	0.039	4.17	61.12	34.91	1.01
450	9	255	1391.87	1394.83	1395.75	0.036	4.25	60.41	33.64	1
400	8	255	1388.02	1391.06	1392.09	0.037	4.48	56.87	27.81	1
350	7	255	1385.46	1389.26	1389.76	0.013	3.12	84.08	43.21	0.63
340 დამატებითი		255	1384.61	1389.29	1389.61	0.007	2.52	101.15	33.28	0.46
330 დამატებითი		255	1383.76	1389.31	1389.53	0.004	2.06	124.03	34.56	0.35
320 დამატებითი		255	1382.91	1386.22	1387.23	0.037	4.46	57.18	28.27	1
310 დამატებითი		255	1382.06	1385.4	1386.38	0.037	4.4	57.95	29.12	1
300	6	255	1381.2	1384.37	1385.5	0.037	4.71	54.19	24.46	1.01
250	5	255	1377.73	1380.47	1381.39	0.037	4.26	59.82	32.42	1
200	4	255	1373.84	1376.7	1377.57	0.032	4.17	63.53	38.63	0.94
150	3	255	1369.84	1372.72	1373.64	0.039	4.27	59.76	32.47	1
100	2	255	1365.43	1368.22	1369.1	0.037	4.17	61.21	34.68	1
50	1	255	1362.12	1365.15	1366.22	0.036	4.59	55.6	26.06	1

2.1.2 ჰესის შენობის ქვედა ბიეფი

გაანალიზდა ქვედა ბიეფის ნიშნულები სხვადასხვა ხარჯებისთვის. მოდელის დომენი და განივი კვეთები ნაჩვენებია ნახაზი 0.1.2.1.

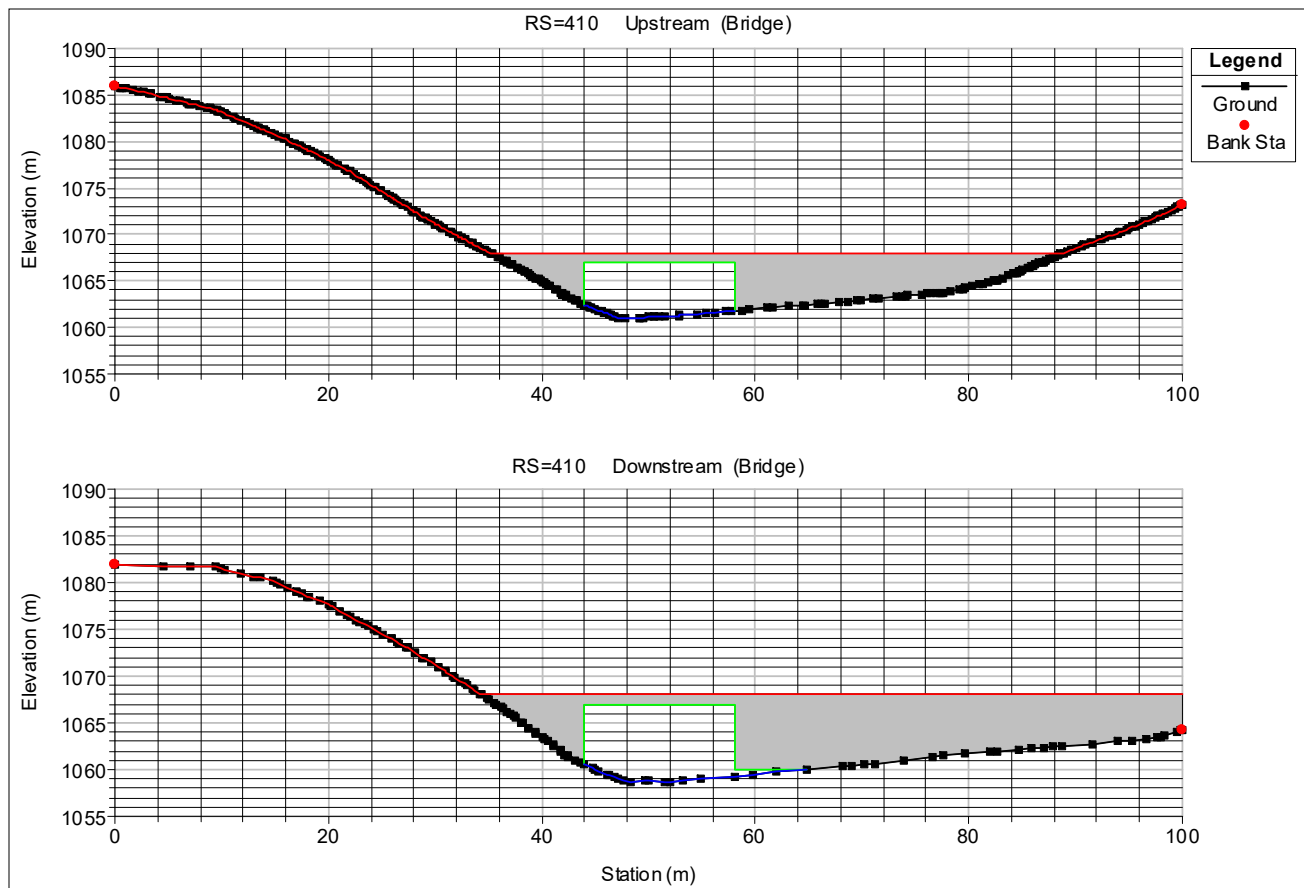


ნახაზი 0.1.2.1 ბაზვი 2ა-ის ჰესის შენობის არეალის მოდელის დომენი

მოდელირებისთვის გამოყენებული იქნა შემდეგი პარამეტრები:

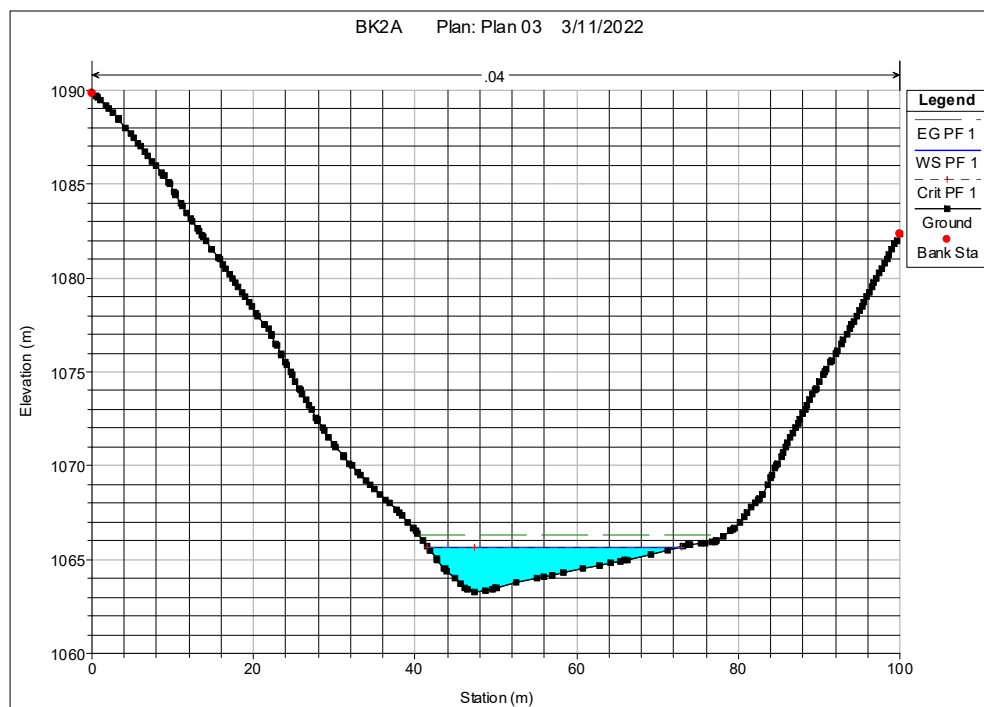
- მანინგის მნიშვნელობა $n = 0.040$
- ქვედა ბიეფის სასაზღვრო მდგომარეობა=ნორმალური სიღრმე $i=4.5\%$
- წყალდიდობის ხარჯები:
 - $Q_{100} = 141 \text{ მ}^3/\text{წმ}$
 - $Q_{500} = 285 \text{ მ}^3/\text{წმ}$

გარდა ამისა, მოდელირებაში შეტანილია ახალი ხიდის კონსტრუქცია და წარმოდგენილია ნახაზი 0

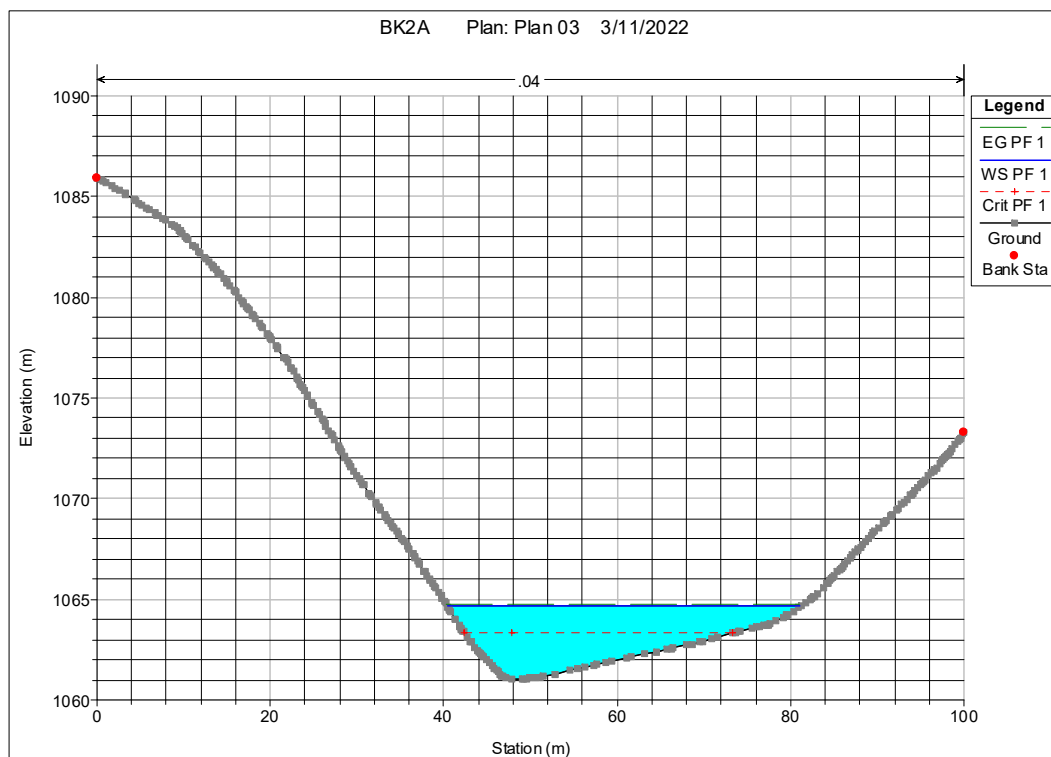


ნახაზი 0.1.2.2 ხიდის კონსტრუქცია HEC-RAS მოდელში.

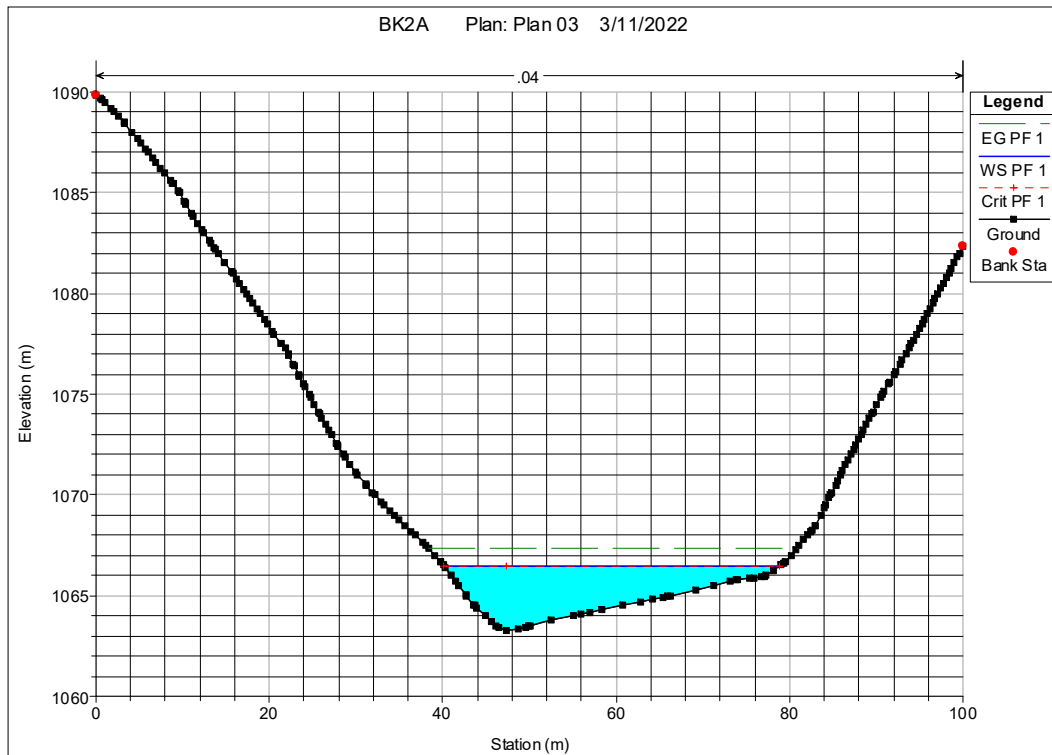
პიკეტის შესაბამისი განივი კვეთები ჰესის შენობის სიახლოვეს Q_{100} -ის წყალდიდობის ნიშნულთან ერთად მოცემულია ნახაზი 0.1.2.3 და ნახაზი 0 და Q_{500} -ის წყალდიდობის დონე - ნახაზი 0.1.2.5 და ნახაზი 0.1.2.6



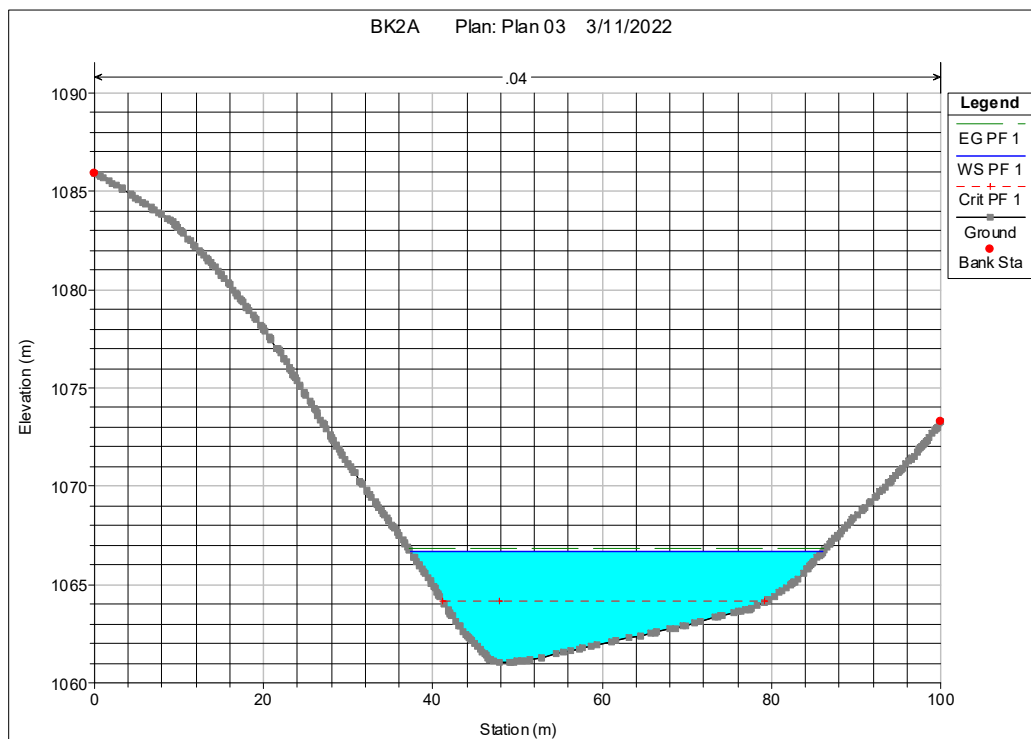
ნახაზი 0.1.2.3 განივი კვეთი (+450) Q_{100} -თვის



ნახაზი 0.1.2.4 განივი კვეთი (+425) Q_{100} -თვის



ნახაზი 0.1.2.5 განივი კვეთი (+450) Q_{500} -თვის



ნახაზი 0.1.2.6 განივი კვეთი (+425) Q_{500} -თვის

Q_{100} და Q_{500} მოდელირების შედეგები წარმოდგენილია

ცხრილი 0-3 და ცხრილი 0-4.

ცხრილი 0-3 მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q₁₀₀-თვის

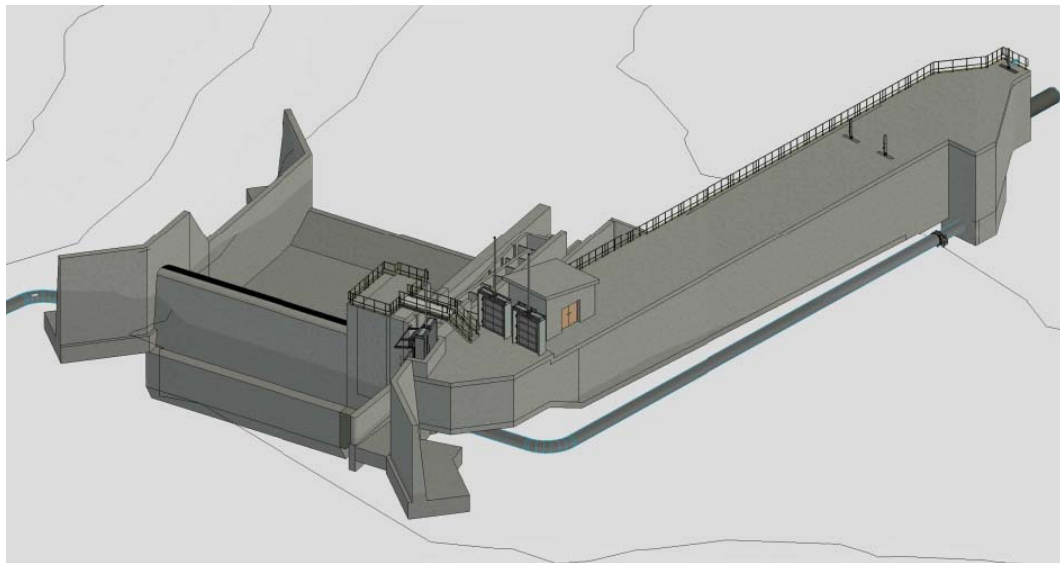
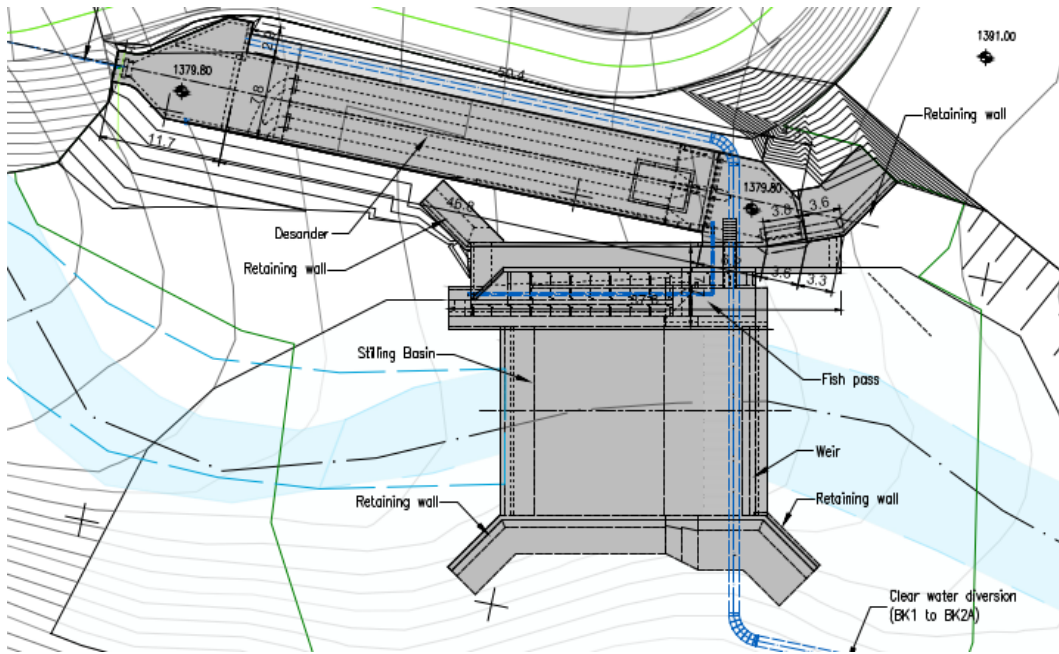
პიკეტი	კვეთის N	Q ჯამი	ფსკერის მინიმალური ნიშნული	წყლის ზედაპირის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ქანობი	სიჩქარე	კვეთის ფართობი	მაქსიმალური სიგანე	ფრუდის რიცხვი
		(მ3/წმ)	(მ)	(მ)	(მ)	(მ/მ)	(მ/წმ)	(მ2)	(მ)	
500	13	141	1066	1068.14	1068.85	0.014473	3.74	37.75	26.54	1
450	12	141	1063.3	1065.68	1066.32	0.015102	3.54	39.79	31.48	1.01
425	11	141	1061.01	1064.65	1064.78	0.001491	1.59	88.57	40.66	0.34
400	9	141	1058.71	1060.95	1061.6	0.014776	3.58	39.44	30.27	1
350	8	141	1050.5	1053.32	1054.03	0.01506	3.72	37.95	27.31	1.01
300	7	141	1038.51	1041.91	1042.81	0.01422	4.2	33.54	18.75	1
250	6	141	1036	1037.81	1038.52	0.014479	3.71	37.97	27.02	1
200	5	141	1025	1027.79	1028.61	0.014253	4.01	35.14	21.5	1
150	4	141	1019.56	1021.59	1022.28	0.014587	3.68	38.33	27.8	1
100	3	141	1012.67	1014.53	1015.24	0.014627	3.74	37.68	26.8	1.01
50	2	141	1005.2	1007.93	1008.88	0.0141	4.33	32.56	17.06	1
0	1	141	1002.96	1004.81	1005.51	0.014592	3.69	38.24	27.88	1.01

ცხრილი 0-4 მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q₃₀₀-თვის

პიკეტი	კვეთის N	Q ჯამი	ფსკერის მინიმალური ნიშნული	წყლის ზედაპირის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ქანობი	სიჩქარე	კვეთის ფართობი	მაქსიმალური სიგანე	ფრუდის რიცხვი
		(მ3/წმ)	(მ)	(მ)	(მ)	(მ/მ)	(მ/წმ)	(მ2)	(მ)	
500	13	285	1066	1069.02	1070.08	0.012984	4.56	62.55	29.71	1
450	12	285	1063.3	1066.47	1067.36	0.013531	4.18	68.25	38.74	1
425	11	285	1061.01	1066.67	1066.8	0.000754	1.59	179.32	48.73	0.26
400	9	285	1058.71	1061.78	1062.68	0.013397	4.19	67.96	38.02	1
350	8	285	1050.5	1054.19	1055.23	0.013379	4.52	63.12	30.66	1
300	7	285	1038.51	1043.07	1044.26	0.013142	4.83	58.95	25.18	1.01
250	6	285	1036	1038.69	1039.73	0.012894	4.51	63.2	30.48	1
200	5	285	1025	1028.81	1030.01	0.012975	4.86	58.69	24.59	1
150	4	285	1019.56	1022.44	1023.47	0.012987	4.48	63.68	31.2	1
100	3	285	1012.67	1015.41	1016.47	0.012851	4.55	62.62	29.67	1
50	2	285	1005.2	1009.14	1010.49	0.012976	5.14	55.42	20.66	1
0	1	285	1002.96	1005.67	1006.68	0.013043	4.45	64.11	32.19	1.01

2.2. წყალსაგდების ჰიდრავლიკური ანალიზი

ბახვი 2ა სადგურის სათავე ნაგებობაზე დაგეგმილია თავისუფალი გადადინების (პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვი) წყალსაგდების მოწყობა. წყალსაგდებზე გადადინებული წყლის ენერგიის ჩაქრობის მიზნით გათვალისწინებულია ჩამქრობი ჭა. წყალსაგდები კალაპოტში განთავსდება და ექნება დამატებითი გამრეცხი არხი მარცხენა მხარეს. კონსტრუქციების მოწყობის ძირითადი ნახაზი მოცემულია ნახაზზე 2.2.1.



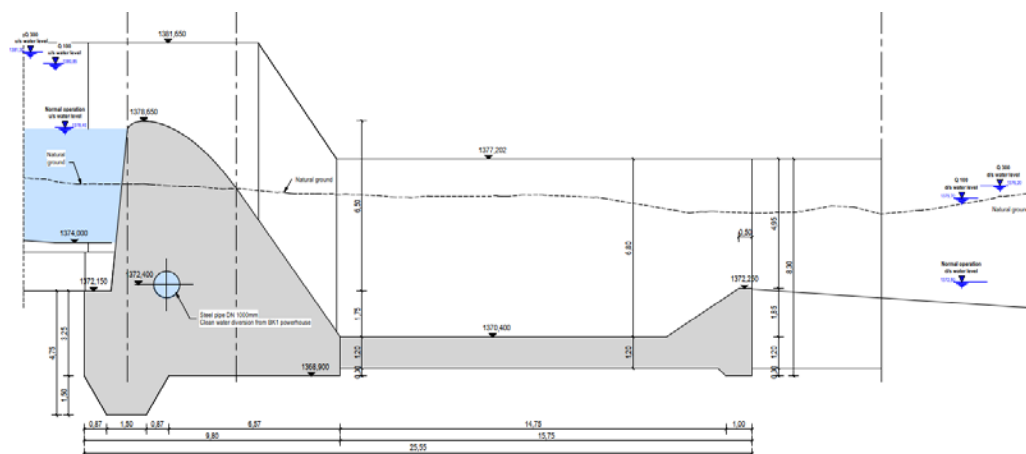
ნახაზი 2.2.1 ბახვი 2ა სათავე ნაგებობა

ძირითადი საპროექტო ჰიდრავლიკური პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 2.2.1:

ცხრილი 2.2.1 წყალსაგდების ჰიდრავლიკური პარამეტრები

წყალსაგდების ტიპი	თავისუფალი გადადინების უვაკუუმო წყალსაშვი
თხემის ნიშნული	ზ. დ.-დან 1378.65 მ
თხემის სიგანე	18.0 მ
კალაპოტის/ტალღეგის ნიშნული	ზ. დ.-დან 1374.00 მ
საპროექტო წყალდიდობა	Q100 = 126 მ³/წმ
საკონტროლო წყალდიდობა	Q300 = 206 მ³/წმ
წყალსაგდების ფსკერის ნიშნული	ზ. დ.-დან 1370.4 მ
ქვედა ბიეფის ნიშნული (Q100)	ზ. დ.-დან 1375.7 მ
ქვედა ბიეფის ნიშნული (Q300)	ზ. დ.-დან 1376.2 მ

დამბისა და ჩამქრობი ჭის განივი კვეთი მოცემულია ნახაზზე 2.2.2.



ნახაზი 2.2.2 ბაზვი 2ა წყალსაგდების განივი კვეთი.

2.2.1 წყალსაგდების გამტარუნარიანობა

პროექტისთვის გამოყენებულია შემდეგი საპროექტო ჰიდრავლიკური პარამეტრები:

Q100 საპროექტო ხარჯი:

- წყალდიდობის თხემზე გადადინებული საერთო ხარჯი
- საკმარისი მანძილი წყლის ზედაპირიდან დამბის თხემამდე (>1.0მ)
- გამრეცხ რაზში ხარჯი არ არის გათვალისწინებული (N1 წესი)

Q300 საპროექტო ხარჯი (საკონტროლო ხარჯი)

- წყალსაგდებზე გადადინებული ხარჯი:
- დამატებითი ხარჯის სახით გამრეცხი რაზის გავლით (სრულად ღია მდგომარეობაში)
- წყალსაგდების კედლების დატბორვის გარეშე.

2.2.1.1 100 წლიანი განმეორებადობის საპროექტო წყალდიდობის ხარჯის გატარება

126 მ³/წმ ხარჯი სრულად გადაედინება წყალსაგდების თხემზე და გაანგარიშებულია წყალსაგდების ხარჯის ფორმულის (Poleni equation) გამოყენებით; ფორმულაში პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ტიპისთვის გამოყენებულია წყალსაშვის კოეფიციენტი 0.73. გაანგარიშება მოცემულია ქვემოთ ცხრილში 2. 6.

ცხრილი 2.2.1.1.1 წყალსაგდების ჰიდრავლიკური გაანგარიშება (პოლენის ფორმულა წყალდიდობის 100 წლიანი განმეორებადობის პერიოდისთვის (Q100))

წყალსაშვის თხემი	
საწყისი მონაცემები	
საერთო სიგანე (საყრდენების ჩათვლით)	18 მ
საყრდენების სიგანე	0მ
საყრდენების რ-ბა	0
საყრდენის კოეფიციენტი	0.07
დაწნევა თხემს ზემოთ	2.20მ
არასრულყოფილი ხარჯის კოეფიციენტი (ქვედა ბიევი)	1
დამბის კოეფიციენტი	0.73
საბოლოო მონაცემები	
თაღოვანი საყრდენი	1.00
ხარჯი	126.62 მ ³ /წმ

როგორც გაანგარიშებიდან ჩანს, წყალსაგდების თხემის ზემოთ 2.2 მ ჰიდრავლიკური დაწნევა არის საჭირო 100 წლიანი განმეორებადობის (Q100) წყალდიდობის ხარჯის გატარებისთვის.

2.2.1.2 300 წლიანი განმეორებადობის საკონტროლო წყალდიდობის ხარჯის გატარება

206 მ³/წმ ხარჯი გადაედინება წყალსაგდების თხემზე ღია გამრეცხი ფარის პირობებში. წყალსაგდების ხარჯი გაანგარიშებულია „პოლენის“ ფორმულის (Poleni equation) გამოყენებით; ფორმულაში პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ტიპისთვის გამოყენებულია წყალსაშვის კოეფიციენტი 0.73 და დამატებითი ფარის ხარჯი ღიობის ჰიდრავლიკური მონაცემების მიხედვით (წყალქვეშა შესასვლელი/თავისუფალი გამოსასვლელი). გაანგარიშება მოცემულია ქვემოთ ცხრილში 2.2.1.2.1.

ცხრილი 2.2.1.2.1 წყალსაგდების და ფარის ჰიდრავლიკური გაანგარიშება (პოლენის ფორმულა და ღიობის ხარჯი წყალდიდობის 300 წლიანი განმეორებადობის პერიოდისთვის (Q300))

წყალსაშვის თხემი	
საწყისი მონაცემები	
საერთო სიგანე (საყრდენების ჩათვლით)	18 მ

საყრდენების სიგანე	0მ
საყრდენების რ-ბა	0
საყრდენის კოეფიციენტი	0.07
დაწნევა თხემს ზემოთ	2.65მ
არასრულყოფილი ხარჯის კოეფიციენტი (ქვედა ბიეფი)	1
დამბის კოეფიციენტი	0.73
საბოლოო მონაცემები	
თაღოვანი საყრდენი	1.00
ხარჯი	167.39 მ³/წმ
გამრეცხი რაზი	
საწყისი მონაცემები	
თხემის დონე	ზ.დ.-დან 1378.65მ
წყლის დონე	ზ.დ.-დან 1381.3 მ
გამრეცხი რაზი	
სიმაღლე	2მ
სიგანე	2მ
კოეფიციენტი	0.9
ფსკერის ნიშნული	ზ.დ.-დან 1374 მ
საბოლოო მონაცემები	
დაწნევა საკეტებთან	6.3
ხარჯი გამომავალი	40.0
ხარჯი სულ	207.41

როგორც გაანგარიშებიდან ჩანს, წყალსაგდების თხემის ზემოთ 2.65 მ ჰიდრავლიკური დაწნევა არის საჭირო 300 წლიანი განმეორებადობის (Q300) წყალდიდობის ხარჯის გატარებისთვის პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ტიპის წყალსაგდებისთვის და სრულად გაღებული გამრეცხი რაზისთვის. წყალსაგდების გვერდითა კედლების სიმაღლე არის 3.0 მ (>2.65 მ) წყალსაგდების თხემის ზემოთ, ამდენად, მათი დატბორვა არ არის მოსალოდნელი.

2.2.3 პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის გაანგარიშება

პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ფორმა განისაზღვრა 100 წლიანი განმეორებადობის წყალდიდობის საპროექტო ხარჯისთვის, რომელიც შეესაბამება 2.20 მ გადადინებული ხარჯის დაწნევას. გაანგარიშება მოცემულია ცხრილში 2.2.3.1, ხოლო გაანგარიშების შედეგად მიღებული წყალსაშვის ფორმა მოცემულია ნახაზზე 2.2.3.1.

ცხრილი 2.2.3.1 პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ფორმის გაანგარიშება პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის WES პროფილი (WES - ექსპერიმენტული ჰიდროლოგიური სადგური) აშშ არმიის ინჟინერთა კორპუსის (USACE) მიხედვით.

Ogee Crest Shape - WES Profile according USACE

Upstream Quadrant
(U.S. Corps of Eng.)
vertical sloping face

H_d : 2.2 m

R_0 : 0.088
 X_0 : -0.62
 Y_0 : -0.30

R_1 : 0.44
 X_1 : -0.61
 Y_1 : -0.25

R_2 : 1.1
 X_2 : -0.39
 Y_2 : -0.07

Downstream Quadrant
(U.S. Corps of Eng.)

$$y = \frac{x^{1.85}}{2 \times h d^{0.85}}$$

X-Coord. [m]	Y-Coord. [m]
-0.620	-3.790
-0.620	-0.299
-0.605	-0.254
-0.385	-0.070
0.00	0.000
1.00	-0.256
2.00	-0.922
3.00	-1.952
4.00	-3.324
5.00	-5.023
6.00	-7.039
7.00	-9.361
8.00	-11.985
9.00	-14.903
10.00	-18.110
11.00	-21.602
12.00	-25.374
13.00	-29.424
14.00	-33.748
15.00	-38.342
18.00	-53.724

H_d = Design overflow height

$$R_0 = 0.04 \times H_d$$

$$X_0 = -0.2818 \times H_d$$

$$Y_0 = -0.1360 \times H_d$$

$$R_1 = 0.2 \times H_d$$

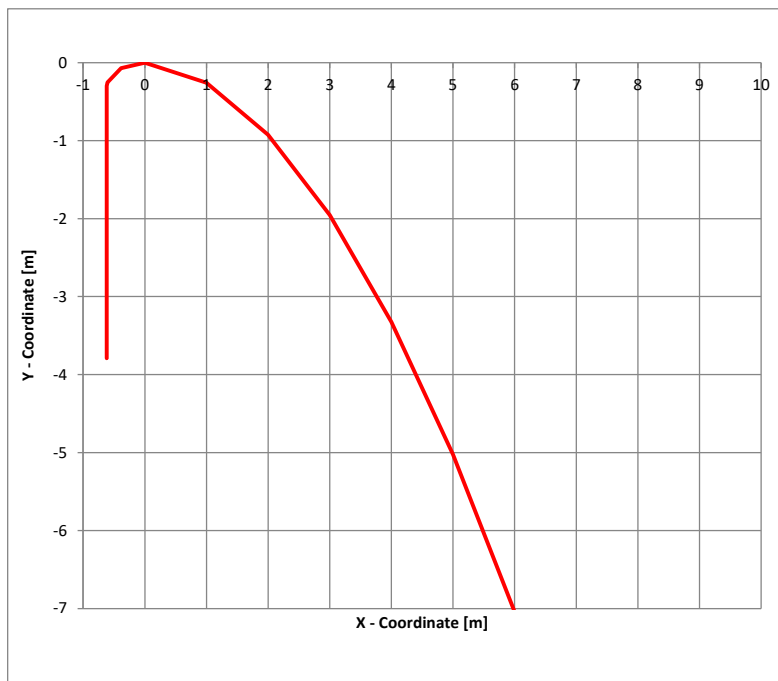
$$X_1 = -0.2750 \times H_d$$

$$Y_1 = -0.1153 \times H_d$$

$$R_2 = 0.5 \times H_d$$

$$X_2 = -0.1750 \times H_d$$

$$Y_2 = -0.0316 \times H_d$$



ნახაზი 2.2.3.1 პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ფორმა დღიური ხარჯისთვის-Q_დ (=Q₁₀₀)

2.2.4 ჩამქრობი ჭა

ჩამქრობი ჭა უნდა განთავსდეს წყალსაგდების ბოლოში წარმოქმნილი ენერგიის უმეტესი ნაწილის ჩაქრობის მიზნით, რათა წყალი უსაფრთხოდ იქნას მდინარეში დაბრუნებული. საპროექტო წყალდიდობის ხარჯი არის $126 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ (Q_{100}).

2.2.4.1 საპროექტო ჰიდრავლიკური გაანგარიშება

ძირითადი პარამეტრებია ჰიდრავლიკური მიდგომა და ქვედა ბიეფის მახასიათებლებია.

ჰიდრავლიკური მიდგომის პირობების გაანგარიშება მოხდა წყალსაგდების გეომეტრიის და ხარჯის მაჩვენებლის მიხედვით:

- $V_1 = 12.5 \text{ მ/წმ}$
- $D_1 = 0.56 \text{ მ}$
- $Fr_1 = 5.4$

მოცემული მიდგომის ხარჯის პირობებისთვის, რომელიც დახასიათებულია ფრუდეს რიცხვის > 4.5 მიხედვით, რეკომენდირებულია ჭის/აუზის ტიპი II (USBR- შეერთებული შტატების მელიორაციის ბიუროს პროექტი). აღნიშნული ტიპის ჭაში ხარჯი სავარაუდოდ წარმოქმნის მყარ და სტაბილურ ჰიდრავლიკურ ნახტომს.

ფსკერის ნიშნულის დადგენა ეფუძნება ქვედა ბიეფის შესაბამის სიღრმეს ($>$ შეუღლებული სიღრმე), ხოლო ჩამქრობი ჭის საჭირო სიგრძე განისაზღვრება ჭის/აუზის ტიპი II -თვის დადგენილი ჰიდრავლიკური საპროექტო კრიტერიუმით (USBR) ნახაზი 2 20-ს მიხედვით:

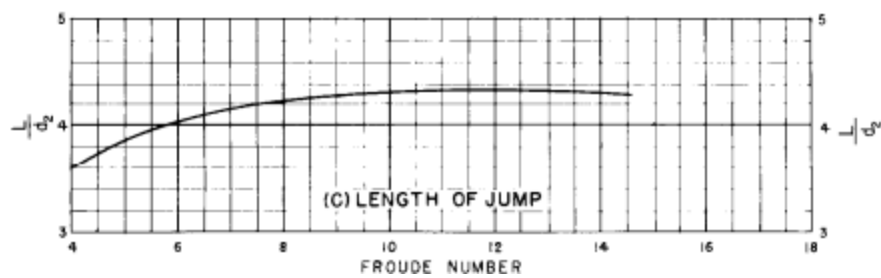
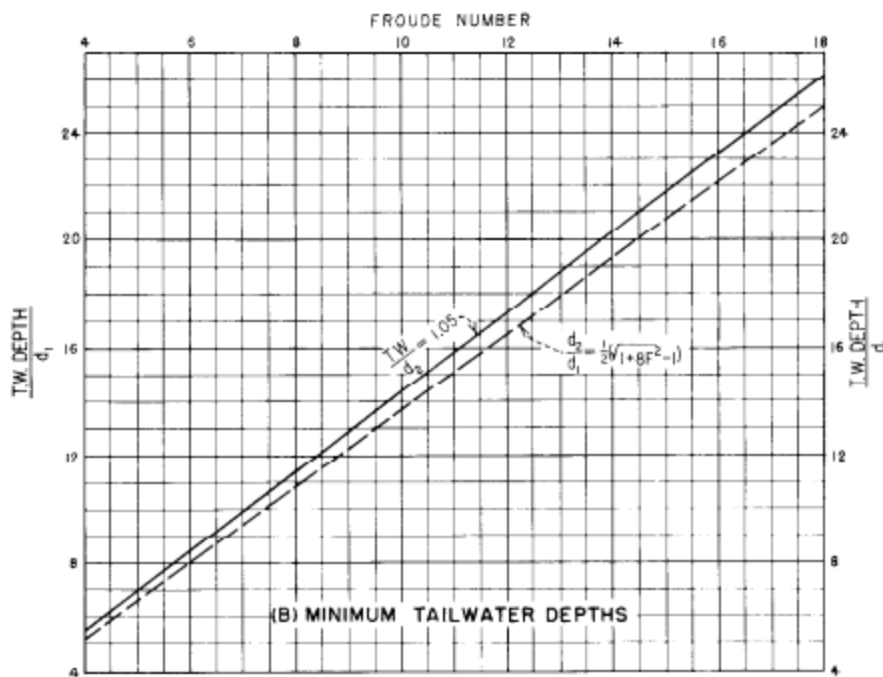
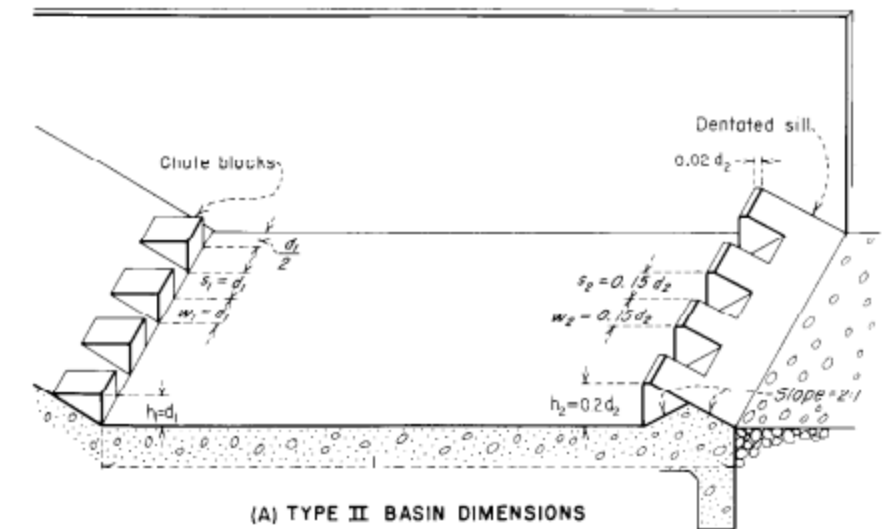
შეუღლებული სიღრმე: $d_2/d_1 = 7.3 \rightarrow d_2 = 4.1 \text{ მ}$

ქვედა ბიეფის მოთხოვნილი სიღრმე: $TW/d_1 = 7.7 \rightarrow TW = 4.3 \text{ მ} (= d_2 + 5\%)$

ქვედა ბიეფის სიღრმე Q_{100} ხარჯისთვის: ზ.დ.-დან 1375.7 მ

ჩამქრობი ჭის ფსკერის მოთხოვნილი ნიშნული: $1375.7 - 4.3 = 1371.4 > 1370.4 \rightarrow$ შესრულებული

ჭის მოთხოვნილი სიგრძე: $L_1/d_2 = 3.88 \rightarrow L_1 = 3.85 * 4.1 = 15.75 \text{ მ} \rightarrow$ შესრულებული



ნახაზი 2.2.4.1.1. ჩამქრობის ჭის ტიპი II USBR-ს მიხედვით, ფრუდეს რიცხვით > 4.5

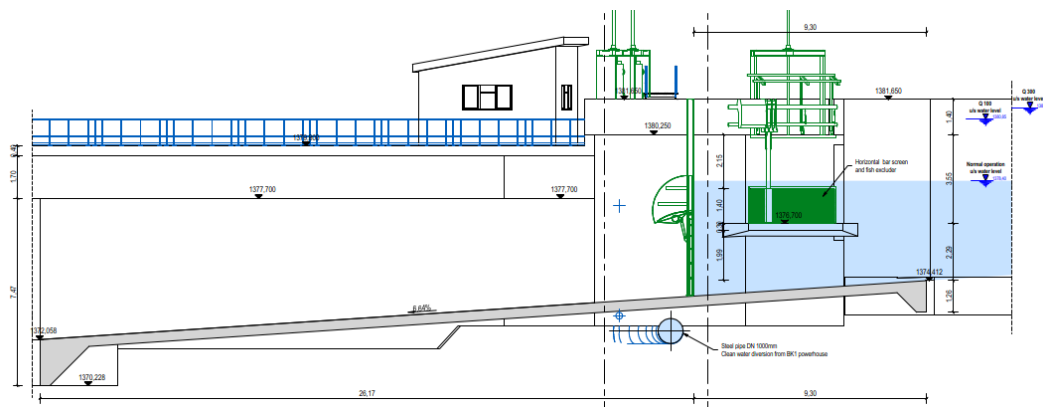
2.3 გამრეცხი არხის ჰიდრავლიკური ანალიზი

გამრეცხი არხი აღჭურვილი იქნება ვერტიკალური მოძრავი ფარით, როგორც წარმოდგენილია ნახაზზე 2.3.1 და რამდენიმე ფუნქციას შეასრულებს:

- მდინარის ხარჯის დერივაცია მშენებლობის მეორე ეტაპზე (წყალსაგდების და თევზსავალის განთავსება);
- ოპერირების ეტაპზე წყალმიმღების ტერიტორიიდან ნატანის გარეცხვა;
- დიდი წყალდიდობის დროს წყალდიდობის ხარჯის გატარება წყალსაგდების ხარჯთან ერთად (იხ. ნაწილი 2.2.1.2)

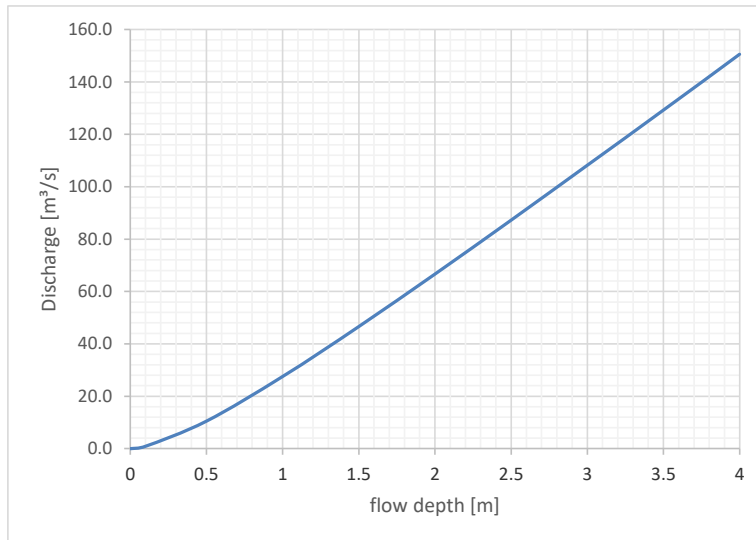
გამრეცხი ფარის ჰიდრავლიკური გამტარუნარიანობა შემოწმდა უდაწნეო, თავისუფალი ხარჯის გაანგარიშებით:

- არხის სიგანე = 2.0 მ ვერტიკალური კედლები
- არხის ქანობი = 6.6 %
- სიმქისის მაჩვენებელი: $K_{st} = 85$ / მანინგის ფორმულა $n = 0.012$



ნახაზი 2.3.1. გამრეცხი არხის გრძივი კვეთი

ხარჯის გამტარობა ხარჯის სიღრმესთან მიმართებაში ნაჩვენებია ნახაზზე 2.3.2.



ნახაზი 2.3.2 გამრეცხი არხის გამტარუნარიანობა

წყლის დერივაციისთვის მშენებლობის პერიოდში გასათვალისწინებელი საპროექტო წყალდიდობის მაჩვენებელი განისაზღვრა როგორც Q_{10} ($=41 \text{ მ}^3/\text{წმ}$). 1.5 მ ხარჯის სიღრმე არის საჭირო 10 წლიანი განმეორებადობის წყალდიდობის გამრეცხი არხის საშუალებით გასატარებლად მშენებლობის დროს. ამდენად, არხის გეომეტრიული მონაცემების მიხედვით, მას საკმარისი გამტარობა აქვს 10 წლიანი განმეორებადობის წყალდიდობის გასატარებლად მშენებლობის დროს.

2.4 სალექარის ჰიდრავლიკური ანალიზი

სალექარის გეგმა საზოგადოდ მიღებულ პრაქტიკას, სახელმძღვანელო მითითებებს და უახლეს რეკომენდაციებს ეფუძნება (ETH 2006, Minor, Mitteilungen 193).

2.4.1 სალექარის ჰიდრავლიკური პროექტირება

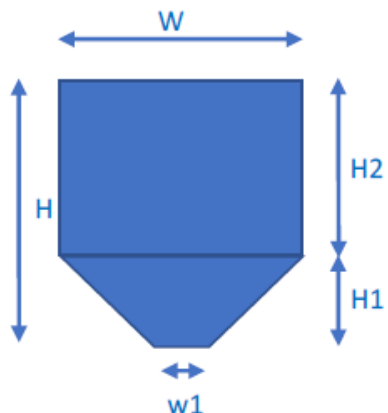
ბაზვი 1 ჰესიდან წყალგამყვანი არხის საშუალებით წყალი პირდაპირ ჩაშვებული იქნება ბაზვი 2ა სექციის სადაწნო აუზში სალექარის ბოლოს. აღნიშნული საპროექტო გადაწყვეტით შესაძლებელია სალექარის გვერდის ავლა და ბაზვი 1 ჰესის საპროექტო ხარჯამდე ($4.0 \text{ მ}^3/\text{წმ}$) დაყვანა ბაზვი 1 ოპერირების დროს. ამდენად, ბაზვი 2ა სალექარი გათვალისწინებულია მხოლოდ ქვეაუზიდან მოდინებული დამატებითი ხარჯისთვის და იმ შემთხვევისთვის, როდესაც ბაზვი 1 ჰესის ოპერირება არ ხდება. შესაბამისად, გადაწყდა, რომ სალექარის კონსტრუქცია მხოლოდ ორი კამერით განთავსდებოდა. საპროექტო ხარჯად განისაზღვრა $3.07 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ (რაც ბაზვი 2ა საპროექტო ხარჯის - $4.6 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ -ის $2/3$ -ია).

სალექარის ჰიდრავლიკური პროექტირება ეფუძნება შემდეგ პარამეტრებსა და კრიტერიუმებს:

- საპროექტო ხარჯი = 3.1 მ³/წმ
- სალექარი ორ კამერად იყოფა
- ნატანის მოცილების დიამეტრი (ნაწილაკის ზომა) = 0.2 მმ
- მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარე სალექარში (შილდის დიაგრამის მიხედვით (Shields diagram)) = 0.15 მ/წმ
- სიგანე/სიმაღლის ფარდობის კოეფიციენტი კამერებში = 1.25
- დალექვის სიჩქარე $w_0 = 2.2$ სმ/წმ
- დალექვის შემცირებული სიჩქარე გეომეტრიის და ხარჯის სიჩქარის საფუძველზე (წყაროს Mosonyi, 1991 წ. მიხედვით) $w = 1.4$ სმ/წმ
- სიგანე/სიგრძის ფარდობა: $W < L/8$

გაანგარიშება მოცემულია ცხრილში 2 9.

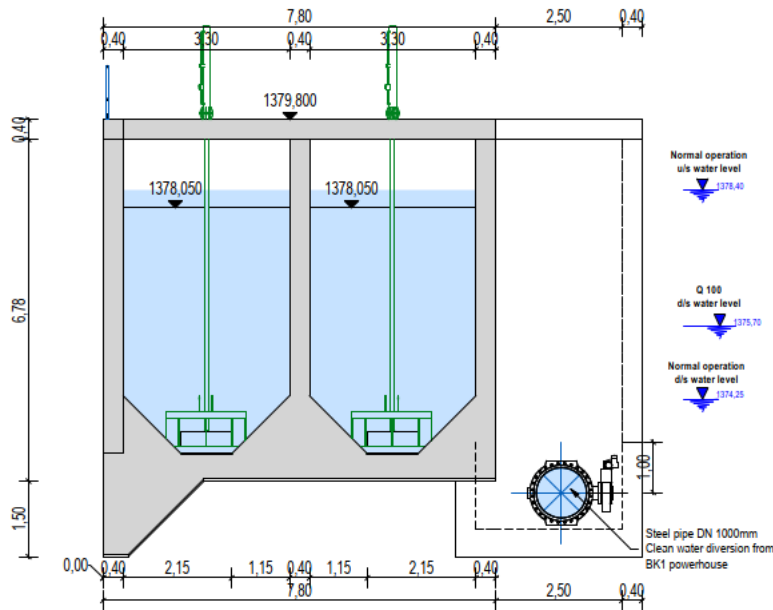
ცხრილში 2.4.1.1. სალექარის საჭირო მოცულობის გაანგარიშება

ბაზვი 2ა ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება		
სალექარი - 2 კამერით [ETH 2006, Minor, Mitteilungen 193 რეკომენდაციის მიხედვით]		
საპროექტო ხარჯი	3.1 მ³/წმ	
ნატანის მოცილების დიამეტრი dgr	0.2 მმ	
მაქსიმალური სიჩქარე სალექარში ugr	0.15 მ/წმ	
მოთხოვნილი A ფართობი	20.7მ²	
კამერების რ-ბა	2	
თითო კამერისთვის საჭირო ფართობი	10.3მ²	
W სიგანე	2.30მ	
H სიმაღლე მოთხოვნილი (სიგანე/სიმაღლე=1.25)	4.13მ	
W1 სიგანე 1	1.00მ	
H1 სიმაღლე 1	1.15მ	
H2 სიმაღლე 2	2.98მ	
ხელმისაწვდომი ფართობი A	12.29 მ²	
U საშუალო სიჩქარე სალექარში	0.13 მ/წმ	
wO ნატანის დალექვის სიჩქარე	0.022 მ/წმ	
წყაროს Mosonyi [1991წ] მიხედვით		
w (დალექვის შეცვლილი სიჩქარე)	0.014 მ/წმ	
L მოთხოვნილი სიგრძე	37.7	

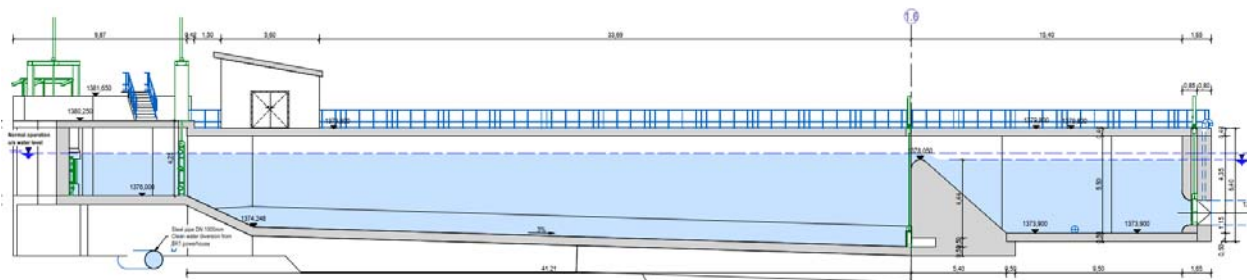
$B < L/8 =$	4.7 შესრულებული	
-------------	-----------------	--

საღეპარის სიგრძე იქნება 37.70 მ მის შემდეგ განთავსებული გადასადინებელი წყალსაშვით, რომელიც საღეპარში წყლის დონის დასარეგულირებლად არის გათვალისწინებული.

საღეპარის განთავსების გეგმა მოცემულია ქვემოთ ნახაზებზე 2.2.4.1 და 2.2.4.2.



ნახაზი 2.2.4.1. საღეპარის განივი კვეთი

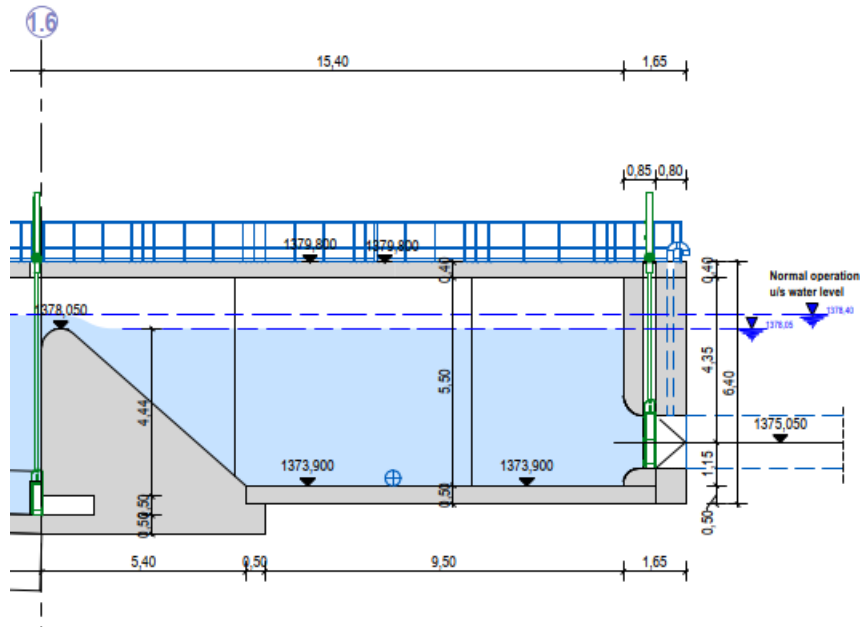


ნახაზი 2.2.4.2. საღეპარის გრძივი კვეთი

2.4.2 სადაწნო მილსადენის წყალშემყვანი მილის წყალქვეშ განთავსება

წყალშემყვანი მილი საცმარის დონეზე უნდა იყოს წყალქვეშ განთავსებული ჰაერის მასის შეღწევის და მორევის წარმოქმნის თავიდან ასარიდებლად.

სადაწნო აუზიდან წყლის სადაწნო მილსადენში გადასაცემად გათვალისწინებული წყალშემყვანი არხის გეომეტრიული პარამეტრები მოცემულია ნახაზზე 2 25.



ნახაზი 2.4.2.1 სადაწნეო აუზის და სადაწნეო მილსადენის შემყვანი არხის გრძივი კვეთი

ჰიდრავლიკური პარამეტრები და გაანგარიშებები მოცემულია ქვემოთ:

- მაქსიმალური ხარჯი სადაწნეო მილსადენში $Q = 4.6 \text{ მ}^3/\text{წმ}$
- სადაწნეო მილსადენის დიამეტრი $d = 1.4 \text{ მ}$
- მაქსიმალური სიჩქარე სადაწნეო მილსადენში $V = 3.0 \text{ მ/წმ}$
- ფრუდეს რიცხვი $= 0.81$
- ზღვრული დაძირვა (hL) - $Fr > 0.25$: $(hL/d) = 0.5 + 2 \cdot Fr = 2.12$
- $hL = 2.12 \cdot d = 2.96 \text{ მ} \rightarrow$ შერჩეული 3.0 მ
- შემყვანი მილის ცენტრის ნიშნული: $1378.05 - 3.0 = 1375.05$

2.5 სადაწნეო მილსადენის ჰიდრავლიკური დანაკარგის გაანგარიშებები

სისტემური დანაკარგის (სათავე ნაგებობასთან წყალშემყვანი არხიდან ტურბინის შესასვლელამდე) ჰიდრავლიკური გაანგარიშება მოცემულია ცხრილში 2.5.1:

ცხრილი 2.5.1 ბაზვი 2ა-ს ჰიდრავლიკური სისტემური დანაკარგის გაანგარიშება

Q ხარჯის მაჩვენებელი	4.60 მ ³ /წმ
D GRP სადაწნო მილსადენი DN1400	1.40 მ
L მიმყვანი არხი	3105.10 მ
D ფოლადის მილსადენი DN1200	1.20 მ
L სიგრძე	158.30 მ
D სდაწნო მილსადენიდან ტურბინამდე	0.75 მ
L სიგრძე	17.00 მ

ნაგავდამჭერი		
პარამეტრი	მაჩვ.	ერთ
hl, tr (არ არის შეტანილი სუფთა წყლის დერივაციის გამო)		

წყალმიმღები		
პარამეტრი	მაჩვ.	ერთ
hl, in (არ არის შეტანილი სუფთა წყლის დერივაციის გამო)		

ღია არხი-სალექარი		
პარამეტრი	მაჩვ.	ერთ
hl, ch (არ არის შეტანილი სუფთა წყლის დერივაციის გამო)		

გადასადინებელი წყალსაშვი -სალექარი		
პარამეტრი	მაჩვ.	ერთ
h1 (არ არის შეტანილი სუფთა წყლის დერივაციის გამო)		

წყალმიმღები		
პარამეტრი	მაჩვ.	ერთ
v2 სიჩქარე წყალმიმღების შემდეგ	2.99 მ/წმ	
ζ_e დანაკარგის კოეფ	0.2	
hl, in დანაკარგი წყალმიმღებზე	0.091 მ	

GRP სადაწნო მილსადენი DN1400		
პარამეტრი	მაჩვ.	ერთ
L სიგრძე	3105.10 მ	
d დიამეტრი	1.40 მ	
A ფართობი	1.54 მ ²	
R_h ჰიდრავლიკური რადიუსი	0.35	
K_{st} სტიკერის კოეფ	100	
α [ს ² /მ ⁵]	0.5312032	
v სიჩქარე	2.99 მ/წმ	
hl კარგები	11.24 მ	

მუხლები		
პარამეტრი	მაჩვ.	ერთ
No. მუხლების რ-ბა	37	
d დიამეტრი	1.40 მ	
r მუხლის რადიუსი	2.60 მ	
β მოხვევის კუთხე	22.5 °	
ζ_e კარგის კოეფ	0.045	
r/d	1.9	
v სიჩქარე	2.99 მ/წმ	
hl კარგები	0.758 მ	

შეზღუდვები მილუბთან დაკავშირებით		
პარამეტრი	მაჩვ.	ერთ
d1 დიამეტრი 1	1.40 მ	
d2 დიამეტრი 2	1.2 მ	
l სიგრძე	1.2 მ	
β კუთხე	9.5 °	
ζ_e კარგის კოეფ	0.04	
v2 სიჩქარე	4.07 მ/წმ	
hl კარგები	0.034 მ	

ფოლადის სადანწნეო მილსადენი DN1200		
პარამეტრი	მარც	ერთ
L სიგრძე	158.30	8
d დიამეტრი	1.20	8
A ფართობი	1.13	8 ²
Rh ჰიდრავლიკური რადიუსი	0.30	
Kst სტიკერის კოეფ.	95	
$\alpha [s^2/8^5]$	0.0682757	
v სიჩქარე	4.07	8/წმ
hl კარგვენი	1.44	8

მუხლები		
პარამეტრი	მარც	ერთ
No. მუხლების რ-მა	2	
d დიამეტრი	1.20	8
r მუხლის რადიუსი	2.40	8
β მოხვევის კუთხე	45 °	
ζ_e კარგვის კოეფ.	0.09	
r/d	2.0	
v სიჩქარე	4.07	8/წმ
hl კარგვენი	0.152	8

განშტოება (გამარტივებული)		
პარამეტრი	მარც	ერთ
d1 დიამეტრი	1.20	8
ζ_e კარგვის კოეფ.	0.7	
v სიჩქარე	4.07	8/წმ
hl კარგვენი	0.590	8

შენუღდები მიღებულიდან დაკავშირებით		
პარამეტრი	მარც	ერთ
d1 დიამეტრი 1	1.20	8
d2 დიამეტრი 2	0.75	8
l სიგრძე	1.5	8
β კუთხე	17.1 °	
ζ_e კარგვის კოეფ.	0.09	
v2 სიჩქარე	5.21	8/წმ
hl კარგვენი	0.124	8

სადანწნეო მილსადენიდან ტურბინამდე (რ-მა = 2)		
პარამეტრი	მარც	ერთ
L სიგრძე	15.00	8
d დიამეტრი	0.75	8
A ფართობი	0.44	8 ²
Rh ჰიდრავლიკური რადიუსი	0.19	
Kst სტიკერის კოეფ.	95	
$\alpha [s^2/8^5]$	0.0793432	
v სიჩქარე	5.21	8/წმ
hl კარგვენი	0.42	8

მუხლები		
პარამეტრი	მარც	ერთ
No. მუხლების რ-მა	1	
d დიამეტრი	0.75	8
r მუხლის რადიუსი	1.50	8
β მოხვევის კუთხე	22.5 °	
ζ_e კარგვის კოეფ.	0.045	
r/d	2.0	
v სიჩქარე	5.21	8/წმ
hl კარგვენი	0.062	8

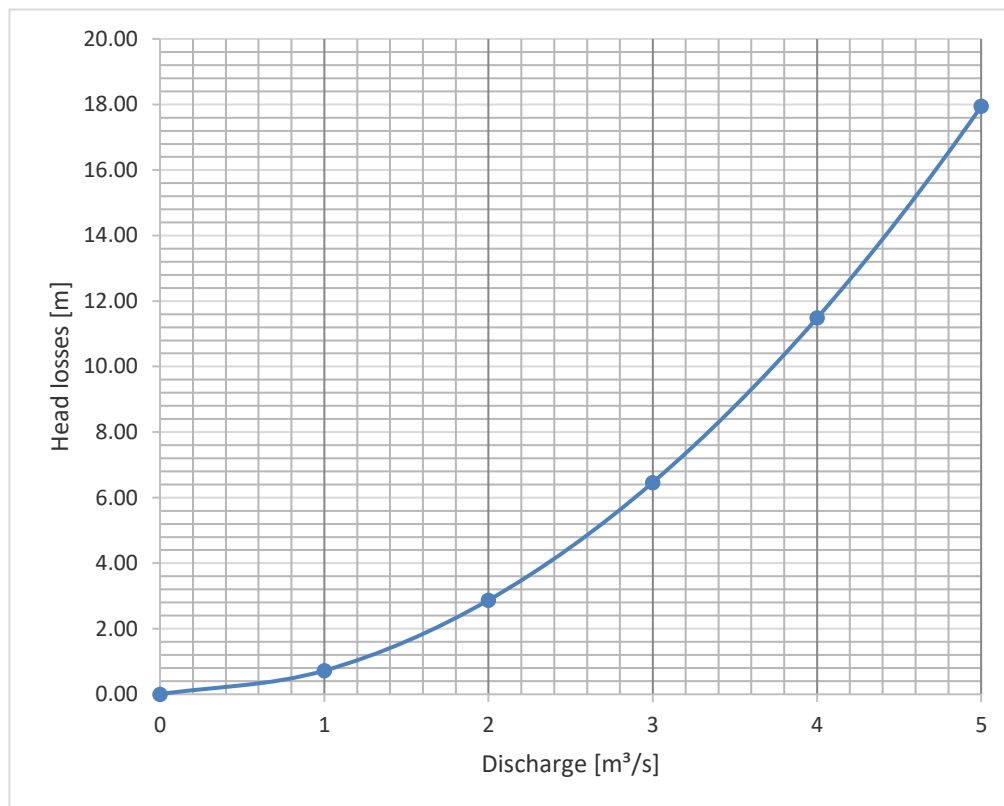
MIV		
პარამეტრი	მარც	ერთ
d1 დიამეტრი	0.75	8
ζ_e კარგვის კოეფ.	0.2	
v სიჩქარე	5.21	8/წმ
hl კარგვენი	0.276	8

სისტემაში დაწნევის დანაკარგის გაანგარიშების შედეგები მოცემულია დიაგრამაზე ნახაზზე 2.5.1. საპროექტო ხარჯისთვის საერთო დანაკარგი შეჯამებულია ცხრილში 2.5.2.:

ცხრილი 2.5.2. ჰიდრავლიკური სისტემის დანაკარგის შეჯამება ბაზვი 2ა სადგურისთვის

კარგები @ Qd = 4.6 მ³/წმ	
სათავე წაგებობა	0.09 მ
GRP სადაწნო მილსადენი	12.03 მ
ფოლადის სადაწნო მილსადენი	3.07 მ
საერთო დანაკარგი:	15.19 მ

სადაწნო-სადერივაციო სისტემაში საერთო ჰიდრავლიკური დანაკარგი საპროექტო ხარჯისთვის - 15.2 მ.



ნახაზი 2.5.1. სისტემის დაწნევის დანაკარგი ხარჯთან მიმართებაში

3 ბახვი 2 B ჰესი

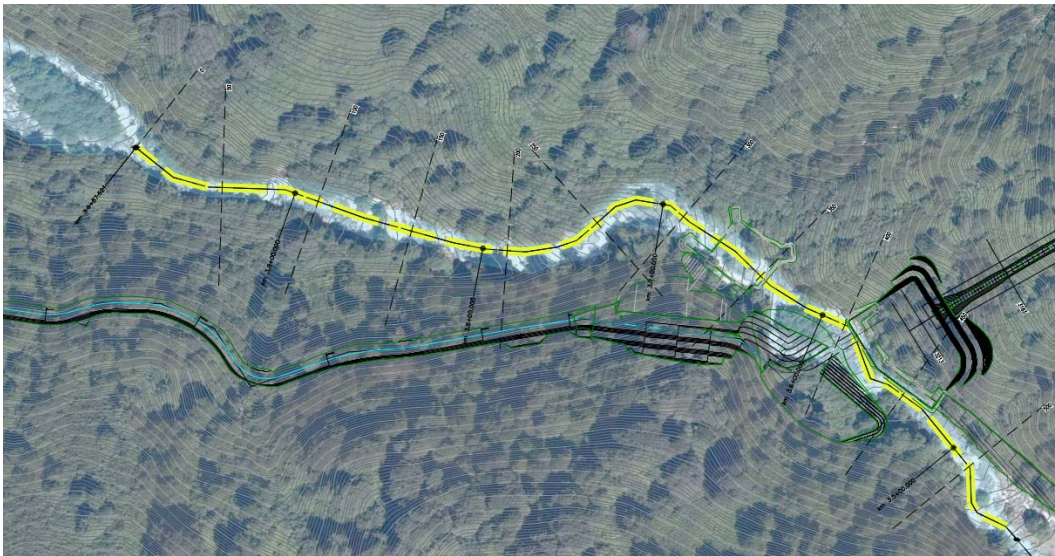
3.1 ქვედა ბიეფის ნიშნულები

მდინარის კალაპოტში წყლის დამახასიათებელი ნიშნულები განისაზღვრა ერთგანზომილებიანი სტაბილური ჰიდრავლიკური მოდელით. გამოყენებული იქნა HEC-RAS პროგრამული უზრუნველყოფა და განივი კვეთები ამოღებულია Civil3D პროგრამული უზრუნველყოფით უახლესი ტოპოგრაფიული მონაცემების საფუძველზე (NAPR 2016).

ამ ჰიდრავლიკური ანალიზის მთავარი მიზანია განსაზღვროს წყლის შესაბამისი ნიშნულები სათავე ნაგებობების კონსტრუქციების ჰიდრავლიკური პროექტირებისთვის და შემდგომი ხიდის კონსტრუქციისთვის.

3.1. ქვედა ბიეფის ნიშნულები სათავე ნაგებობებისთვის

გაანალიზდა ქვედა ბიეფის ნიშნულები სხვადასხვა ხარჯისთვის. მოდელის დომენი და განივი კვეთები ნაჩვენებია **Error! Reference source not found.**

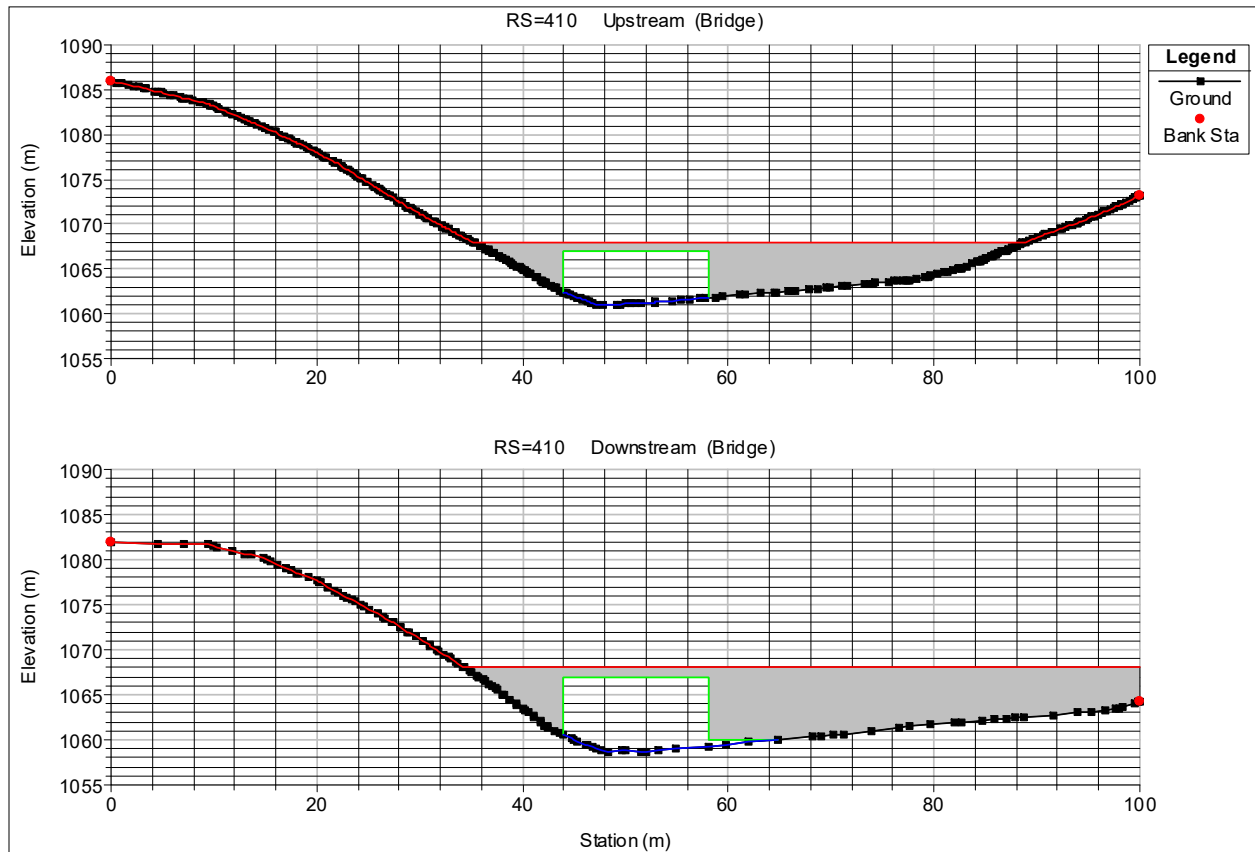


ნახაზი 0.1.1. BK1 ჰესის სათავე ნაგებობის მოდელი

მოდელირებისთვის გამოყენებული იქნა შემდეგი პარამეტრები:

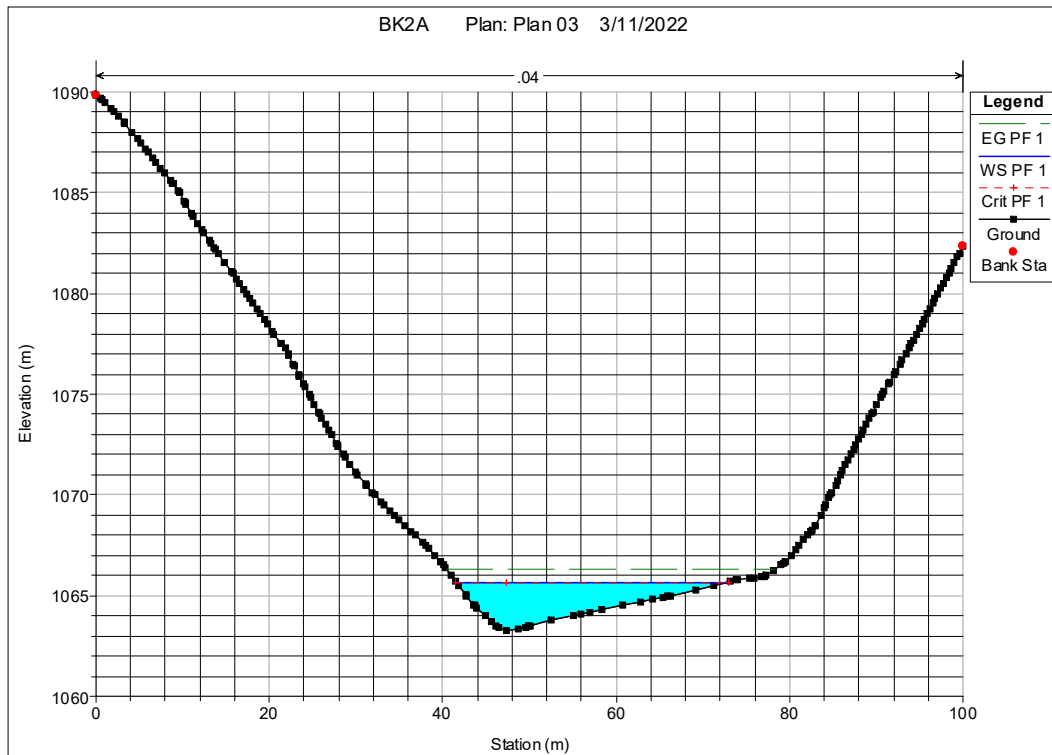
- მანინგის მნიშვნელობა $n=0.040$
- ქვედა ბიეფის სასაზღვრო მდგომარეობა=ნორმალური სიღრმე $i=4.5\%$
- წყალდიდობის ხარჯები:
 - $Q_{100} = 141 \text{ მ}^3/\text{წმ}$
 - $Q_{500} = 285 \text{ მ}^3/\text{წმ}$

ბუნებრივი კალაპოტის განივი კვეთები ისე იქნა მიღებული, რომ ასახავდეს მდინარის ახალ ნაპირებს და გამანაწილებლის, ჰესის შენობის და სამშენებლო ბანაკის მშენებლობის შედეგად წარმოქმნილ სანაყაროებს მდინარის მარცხენა მხარეს. გარდა ამისა, მოდელირებაში შეტანილია ახალი ხიდის კონსტრუქცია და წარმოდგენილია ნახაზი 0

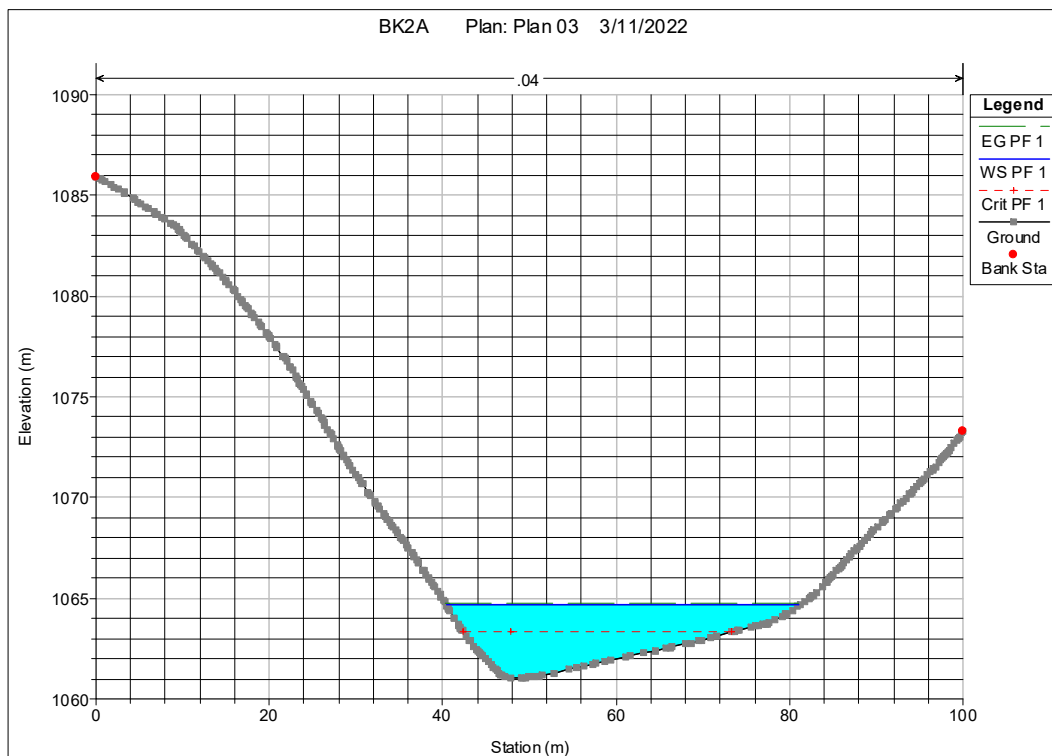


ნახაზი 0.1.2. ხიდის კონსტრუქცია HEC-RAS მოდელში.

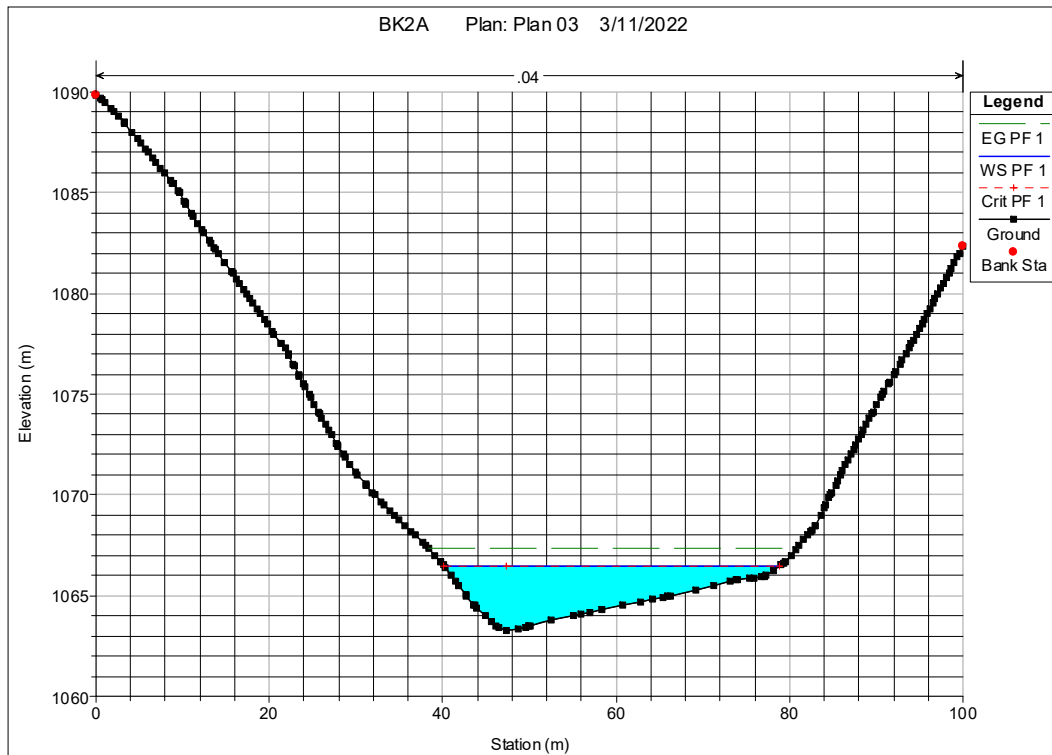
N8 და N7 მოდელის განივი კვეთები ჰესის შენობის სიახლოვეს Q_{100} -ის წყალდიდობის ნიშნულთან ერთად მოცემულია ნახაზი 0.1.2.3 და ნახაზი 0 და Q_{500} -ის წყალდიდობის დონე - ნახაზი 0.1.2.5 და ნახაზი 0.1.2.6.



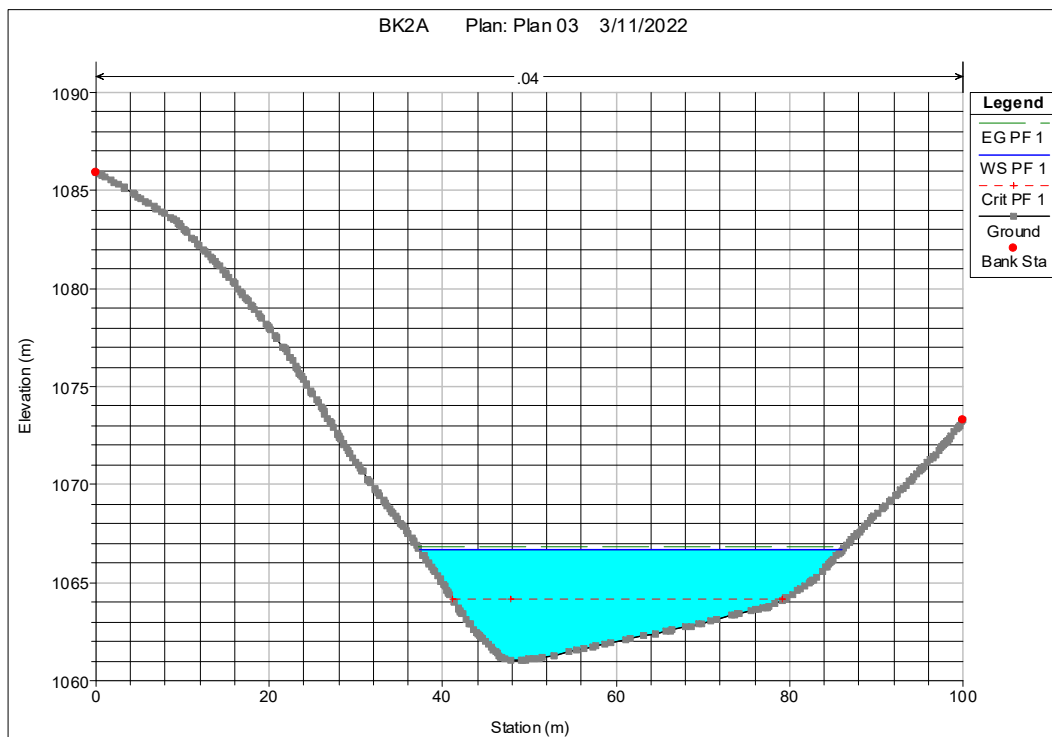
ნახაზი 0.1.3 განივი კვეთი (+450) Q_{100} -თვის



ნახაზი 0.1.4. განივი კვეთი (+425) Q_{100} -თვის



ნახაზი 0.1.5. განივი კვეთი (+450) Q_{500} -თვის



ნახაზი 3.1.6. განივი კვეთი (+425) Q_{500} -თვის

Q_{100} და Q_{500} მოდელირების შედეგები წარმოდგენილია

ცხრილი 0.1.1 და ცხრილი 0.1.2..

ცხრილი 0.1.1. მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q₁₀₀-თვის

პიკეტი	კვეთის N	Q ჯამი	ფსკერის მინიმალური ნიშნული	წყლის ზედაპირის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ქანობი	სიჩქარე	კვეთის ფართობი	მაქსიმალური სიგანე	ფრუდის რიცხვი
	(მ3/წმ)		(მ)	(მ)	(მ)	(მ/მ)	(მ/წმ)	(მ2)	(მ)	
500	13	141	1066	1068.14	1068.85	0.014473	3.74	37.75	26.54	1
450	12	141	1063.3	1065.68	1066.32	0.015102	3.54	39.79	31.48	1.01
425	11	141	1061.01	1064.65	1064.78	0.001491	1.59	88.57	40.66	0.34
400	9	141	1058.71	1060.95	1061.6	0.014776	3.58	39.44	30.27	1
350	8	141	1050.5	1053.32	1054.03	0.01506	3.72	37.95	27.31	1.01
300	7	141	1038.51	1041.91	1042.81	0.01422	4.2	33.54	18.75	1
250	6	141	1036	1037.81	1038.52	0.014479	3.71	37.97	27.02	1
200	5	141	1025	1027.79	1028.61	0.014253	4.01	35.14	21.5	1
150	4	141	1019.56	1021.59	1022.28	0.014587	3.68	38.33	27.8	1
100	3	141	1012.67	1014.53	1015.24	0.014627	3.74	37.68	26.8	1.01
50	2	141	1005.2	1007.93	1008.88	0.0141	4.33	32.56	17.06	1
0	1	141	1002.96	1004.81	1005.51	0.014592	3.69	38.24	27.88	1.01

ცხრილი 0.1.2. მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q₃₀₀-თვის

პიკეტი	კვეთის N	Q ჯამი	ფსკერის მინიმალური ნიშნული	წყლის ზედაპირის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ნიშნული	ენერგეტიკული ხარისხის ქანობი	სიჩქარე	კვეთის ფართობი	მაქსიმალური სიგანე	ფრუდის რიცხვი
	(მ3/წმ)		(მ)	(მ)	(მ)	(მ/მ)	(მ/წმ)	(მ2)	(მ)	
500	13	285	1066	1069.02	1070.08	0.012984	4.56	62.55	29.71	1
450	12	285	1063.3	1066.47	1067.36	0.013531	4.18	68.25	38.74	1
425	11	285	1061.01	1066.67	1066.8	0.000754	1.59	179.32	48.73	0.26
400	9	285	1058.71	1061.78	1062.68	0.013397	4.19	67.96	38.02	1
350	8	285	1050.5	1054.19	1055.23	0.013379	4.52	63.12	30.66	1
300	7	285	1038.51	1043.07	1044.26	0.013142	4.83	58.95	25.18	1.01
250	6	285	1036	1038.69	1039.73	0.012894	4.51	63.2	30.48	1
200	5	285	1025	1028.81	1030.01	0.012975	4.86	58.69	24.59	1
150	4	285	1019.56	1022.44	1023.47	0.012987	4.48	63.68	31.2	1
100	3	285	1012.67	1015.41	1016.47	0.012851	4.55	62.62	29.67	1
50	2	285	1005.2	1009.14	1010.49	0.012976	5.14	55.42	20.66	1
0	1	285	1002.96	1005.67	1006.68	0.013043	4.45	64.11	32.19	1.01

3.1.2 ჰესის შენობის ქვედა ბიეფი

ბახვი 2ბ-ის ჰესის შენობა მდებარეობს უშუალოდ ბახვი 3 ჰესის სათავე ნაგებობის ზედა ბიეფში და ამდენად, ჰესის შენობის ქვედა ბიეფი განისაზღვრება წყალსაგდებზე გადადინების სიმაღლით (ჰიდრავლიკური დაწნევით). წყლის დონეები წყალდიდობის ხარჯის მოდინების დროს ზედა ბიეფის არეალში განისაზღვრება ჰიდრავლიკური დაწნევით წყალსაგდებზე. შესაბამისად, გაანგარიშდა ჰიდრავლიკური დაწნევა წყალდიდობის სხვადასხვა ხარჯისთვის. ზედა ბიეფი, მათ შორის არსებული ბახვი 2 ჰესის სათავე ნაგებობის კონსტრუქციები მოცემულია ნახაზი 0.1.2.1..



ნახაზი 0.1.2.1. ბახვი 2ბ ჰესის შენობის არეალის მოდელი

წყალსაგდების თხემის და გამრეცხი რაბის ჰიდრავლიკური გაანგარიშება Q_{100} და Q_{500} ხარჯებისთვის წარმოდგენილია ცხრილი 0.1.2.1. და ცხრილი 0.1.2.2.. წყალსაგდების გვერდითი კედლების სიმაღლე არის 3.6 მ. Q_{100} ხარჯის პირობებში წყლის დონე იქნება 2.7 მ წყალსაგდების თხემის ზემოთ, გამრეცხი რაბის გათვალისწინების გარეშე.

გვერდით კედლებზე ხარჯის გადადინების გარეშე Q_{500} ხარჯის პირობებში მის გასატარებლად საჭირო იქნება გამრეცხი რაბის მხოლოდ ნაწილობრივი გახსნა.

ცხრილი 0.1.2.1. მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q_{100} ხარჯისთვის

დამბის თხემი	
შესაყვანი მონაცემები	
სრული სიგანე (ბურჯების ჩათვლით)	16 მ

ბურჯების სიგანე	0 მ
ბურჯების რაოდენობა	0
ბურჯის კოეფიციენტი	0.07
დაწნევა თხემის ზემოთ	2.70 მ
არასრული ხარჯის კოეფიციენტი (ქვედა ბიეფი)	1
დამბის კოეფიციენტი	0.73

გამომავალი მონაცემები	
სიგმა ბურჯი	1.00
ხარჯი Q	153.02 მ³/წმ

გამრეცხი რაბი	
შესაყვანი მონაცემები	
თხემის ნიშნული	502.6 მ ზ.დ.
წყლის დონე	5050.3 მ ზ.დ.
გამრეცხი რაბი	
სიმაღლე	0 მ
სიგანე	2 მ
კოეფიციენტი	0,9
ქვედა ნიშნული	494,5 მ ზ.დ.

გამომავალი მონაცემები	
დაწნევა რაბზე	10,8
Q გამომავალი	0.0
დსულ=	153.02 მ³/წმ

ცხრილი 0.1.2.2. მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q₅₀₀ ხარჯისთვის

დამბის თხემი	
შესაყვანი მონაცემები	
სრული სიგანე (ბურჯების ჩათვლით)	16 მ
ბურჯების სიგანე	0 მ
ბურჯების რაოდენობა	0
ბურჯის კოეფიციენტი	0.07
დაწნევა თხემის ზემოთ	3.60 მ
არასრული ხარჯის კოეფიციენტი (ქვედა ბიეფი)	1
დამბის კოეფიციენტი	0.73

გამომავალი მონაცემები	
სიგმა ბურჯი	1.00
ხარჯი Q	235.59 მ³/წმ

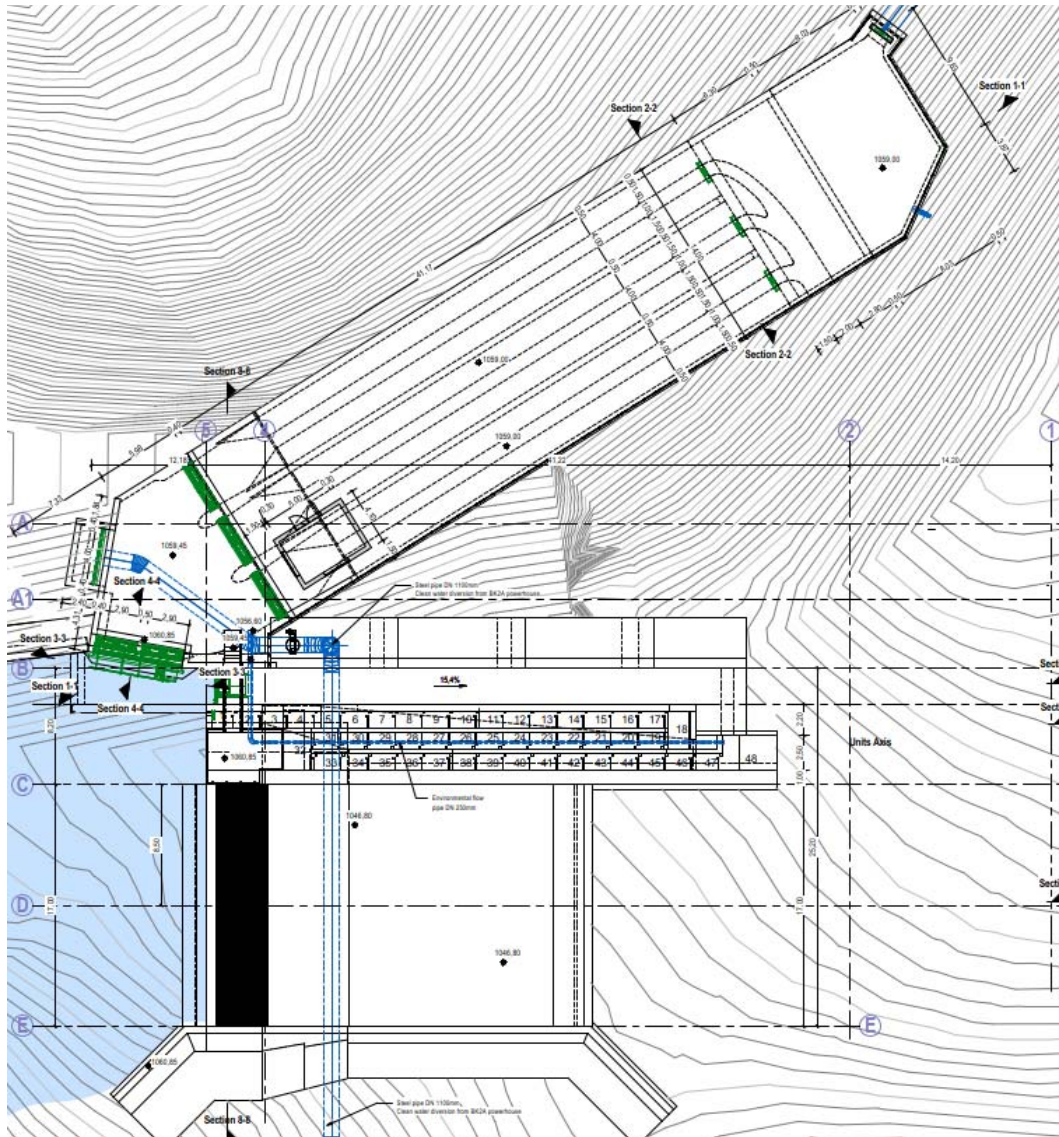
გამრეცხი რაზი	
შესაყვანი მონაცემები	
თხემის ნიშნული	502.6 მ ზ.დ.დ
წყლის დონე	506.2 მ ზ.დ.დ
გამრეცხი რაზი	
სიმაღლე	1.5 მ
სიგანე	4 მ
კოეფიციენტი	0,9
ქვედა ნიშნული	494,5 მ ზ.დ.დ.

გამომავალი მონაცემები	
დაწნევა რაზზე	10,95
V გამომავალი	14.7
Q გამომავალი	79.1
Qსულ=	314.74 მ³/წმ

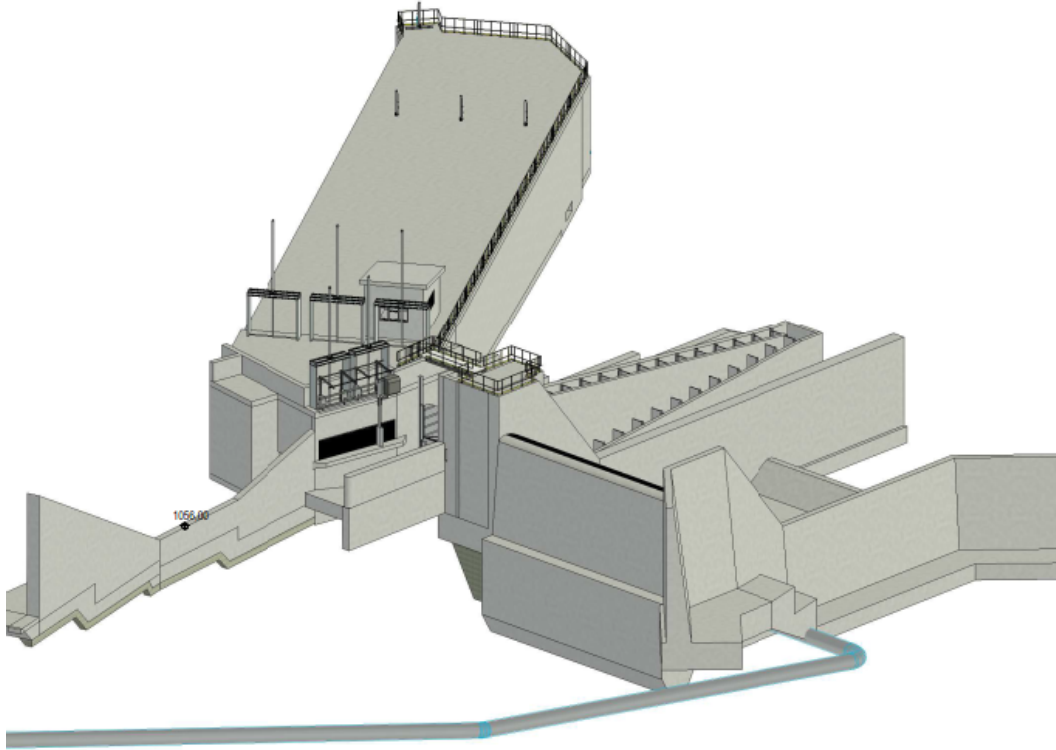
ბახვი 2ბ

3.2 წყალსაგდების ჰიდრავლიკური ანალიზი

ბახვი 2ბ სადგურის სათავე ნაგებობაზე დაგეგმილია თავისუფალი გადადინების (პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვი) წყალსაგდების მოწყობა. წყალსაგდებზე გადადინებული წყლის ენერგიის ჩაქრობის მიზნით გათვალისწინებულია ჩამქრობი ჭა. წყალსაგდები კალაპოტში განთავსდება და ექნება დამატებითი გამრეცხი არხი მარცხენა მხარეს. კონსტრუქციების მოწყობის ძირითადი მონახაზი მოცემულია ნახაზებზე 3.2.1. და 3.2.2.



ნახაზი 3.2.1. ბაზვი 2ბ სათავე ნაგებობის და წყალსაგდების ძირითადი მონახაზი



ნახაზი 3.2.2. ბახვი 28 სათავე ნაგებობის და წყალსაგდების ძირითადი მონახაზი

ძირითადი საპროექტო ჰიდრავლიკური პარამეტრები მოცემულია ქვემოთ ცხრილში 3.2.1.:

ცხრილი 3.2.1 წყალსაგდების ჰიდრავლიკური პარამეტრები

წყალსაგდების ტიპი	თავისუფალი გადადინების უვაკუუმო წყალსაშვი
თხემის ნიშნული	ზ. დ.-დან 1057.85 მ
თხემის სიგანე	17.0 მ
კალაპოტის/ტალღეგის ნიშნული	ზ. დ.-დან 1053.4 მ
საპროექტო წყალდიდობა	$Q_{100} = 141 \text{ მ}^3/\text{წმ}$
საკონტროლო წყალდიდობა	$Q_{300} = 230 \text{ მ}^3/\text{წმ}$
წყალსაგდების ფსკერის ნიშნული	ზ. დ.-დან 1046.8 მ
ქვედა ბიეფის ნიშნული (Q_{100})	ზ. დ.-დან 1051.4 მ
ქვედა ბიეფის ნიშნული (Q_{300})	ზ. დ.-დან 1052.1 მ

დამბისა და ჩამქრობი ჰის განივი კვეთი მოცემულია ნახაზზე 3.2.3.

საყრდენების სიგანე	0მ
საყრდენების რ-ბა	0
საყრდენის კოეფიციენტი	0.07
დაწნევა თხემს ზემოთ	2.50მ
არასრულყოფილი ხარჯის კოეფიციენტი (ქვედა ბიევი)	1
დამბის კოეფიციენტი	0.73

საბოლოო მონაცემები	
თაღოვანი საყრდენი	1.00
ხარჯი	144.86 მ³/წმ

როგორც გაანგარიშებიდან ჩანს, წყალსაგდების თხემის ზემოთ 2.5 მ ჰიდრავლიკური დაწნევა არის საჭირო 100 წლიანი განმეორებადობის (Q100) წყალდიდობის ხარჯის გატარებისთვის.

3.2.1.2 300 წლიანი განმეორებადობის საკონტროლო წყალდიდობის ხარჯის გატარება

230 მ³/წმ ხარჯი გადაედინება წყალსაგდების თხემზე ღია გამრეცხი რაბის პირობებში. წყალსაგდების ხარჯი გაანგარიშებულია „პოლენის“ ფორმულის (Poleni equation) გამოყენებით; ფორმულაში პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ტიპისთვის გამოყენებულია წყალსაშვის კოეფიციენტი 0.73 და დამატებითი ფარის ხარჯი ღიობის ჰიდრავლიკური მონაცემების მიხედვით (წყალქვეშა შესასვლელი/თავისუფალი გამოსასვლელი). გაანგარიშება მოცემულია ქვემოთ ცხრილში 3.2.1.2.1.

ცხრილი 3.2.1.2.1. წყალსაგდების და ფარის ჰიდრავლიკური გაანგარიშება (პოლენის ფორმულა და ღიობის ხარჯი წყალდიდობის 300 წლიანი განმეორებადობის პერიოდისთვის (Q300))

წყალსაშვის თხემი	
საწყისი მონაცემები	
საერთო სიგანე (საყრდენების ჩათვლით)	17 მ
საყრდენების სიგანე	0მ
საყრდენების რ-ბა	0
საყრდენის კოეფიციენტი	0.07
დაწნევა თხემს ზემოთ	2.75მ
არასრულყოფილი ხარჯის კოეფიციენტი (ქვედა ბიევი)	1
დამბის კოეფიციენტი	0.73
საბოლოო მონაცემები	
თაღოვანი საყრდენი	1.00
ხარჯი	167.12 მ³/წმ
გამრეცხი რაბი	
საწყისი მონაცემები	
თხემის დონე	ზ.დ.-დან 1057.85მ

წყლის დონე	ზ.დ.-დან 1060.60 მ
გამრეცხი რაზი	
სიმაღლე	2.5მ
სიგანე	2.5მ
კოეფიციენტი	0.9
ფსკერის ნიშნული	ზ.დ.-დან 1052.5 მ
საბოლოო მონაცემები	
დაწნევა საკეტებთან	6.85
ხარჯი გამომავალი	65.2
ხარჯი სულ	232.33

როგორც გაანგარიშებიდან ჩანს, წყალსაგდების თხემის ზემოთ 2.65 მ ჰიდრაულიკური დაწნევა არის საჭირო 300 წლიანი განმეორებადობის (Q300) წყალდიდობის ხარჯის გატარებისთვის პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ტიპის წყალსაგდებისთვის და სრულად გაღებული გამრეცხი რაზისთვის. წყალსაგდების გვერდითა კედლების სიმაღლე არის 3.0 მ (>2.65 მ) წყალსაგდების თხემის ზემოთ, ამდენად, მათი დატბორვა არ არის მოსალოდნელი.

3.2.3 პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ფორმა

პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ფორმა განისაზღვრა 100 წლიანი განმეორებადობის წყალდიდობის საპროექტო ხარჯისთვის, რომელიც შეესაბამება 2.50 მ გადადინებული ხარჯის დაწნევას. გაანგარიშება მოცემულია ცხრილში 3.2.3.1., ხოლო გაანგარიშების შედეგად მიღებული წყალსაშვის ფორმა მოცემულია ნახაზზე 3.2.3.1.

ცხრილი 3.2.3.1 პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ფორმის გაანგარიშება

პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის WES პროფილი (WES - ექსპერიმენტული ჰიდროლოგიური სადგური) აშშ არმიის ინჟინერთა კორპუსის (USACE) მიხედვით.

Ogee Crest Shape - WES Profile according USACE

Upstream Quadrant
(U.S. Corps of Eng.)
vertical sloping face

H_d : 2.5 m

R_0 : 0.1
 X_0 : -0.70
 Y_0 : -0.34

R_1 : 0.5
 X_1 : -0.69
 Y_1 : -0.29

R_2 : 1.25
 X_2 : -0.44
 Y_2 : -0.08

Downstream Quadrant
(U.S. Corps of Eng.)

$$y = \frac{x^{1.85}}{2 \times h d^{0.85}}$$

X-Coord. [m]	Y-Coord. [m]
-0.705	-3.790
-0.705	-0.340
-0.688	-0.288
-0.438	-0.079
0.00	0.000
1.00	-0.229
2.00	-0.827
3.00	-1.751
4.00	-2.982
5.00	-4.506
6.00	-6.314
7.00	-8.398
8.00	-10.751
9.00	-13.368
10.00	-16.245
11.00	-19.377
12.00	-22.762
13.00	-26.395
14.00	-30.273
15.00	-34.395
18.00	-48.192

H_d = Design overflow height

$$R_0 = 0.04 \times H_d$$

$$X_0 = -0.2818 \times H_d$$

$$Y_0 = -0.1360 \times H_d$$

$$R_1 = 0.2 \times H_d$$

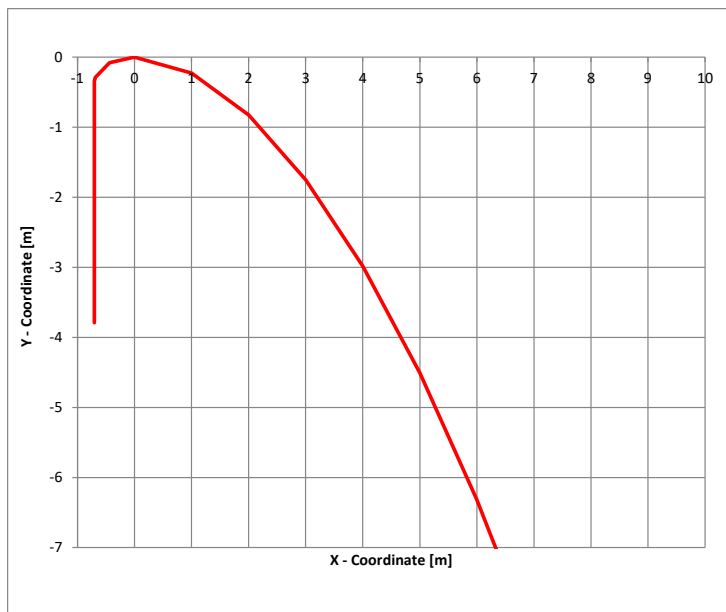
$$X_1 = -0.2750 \times H_d$$

$$Y_1 = -0.1153 \times H_d$$

$$R_2 = 0.5 \times H_d$$

$$X_2 = -0.1750 \times H_d$$

$$Y_2 = -0.0316 \times H_d$$



ნახაზი 3.2.3.1. პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ფორმა დღიური ხარჯისთვის- $Q_{\text{დ}}$ ($=Q_{100}$)

3.2.4 ჩამქრობი ჭა

ჩამქრობი ჭა უნდა განთავსდეს წყალსაგდების ბოლოში წარმოქმნილი ენერგიის უმეტესი ნაწილის ჩაქრობის მიზნით, რათა წყალი უსაფრთხოდ იქნას მდინარეში დაბრუნებული. საპროექტო წყალდიდობის ხარჯი არის $126 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ (Q_{100}).

3.2.4.1 საპროექტო ჰიდრავლიკური გაანგარიშება

ძირითადი პარამეტრებია ჰიდრავლიკური მიდგომა და ქვედა ბიეფის მახასიათებლებია.

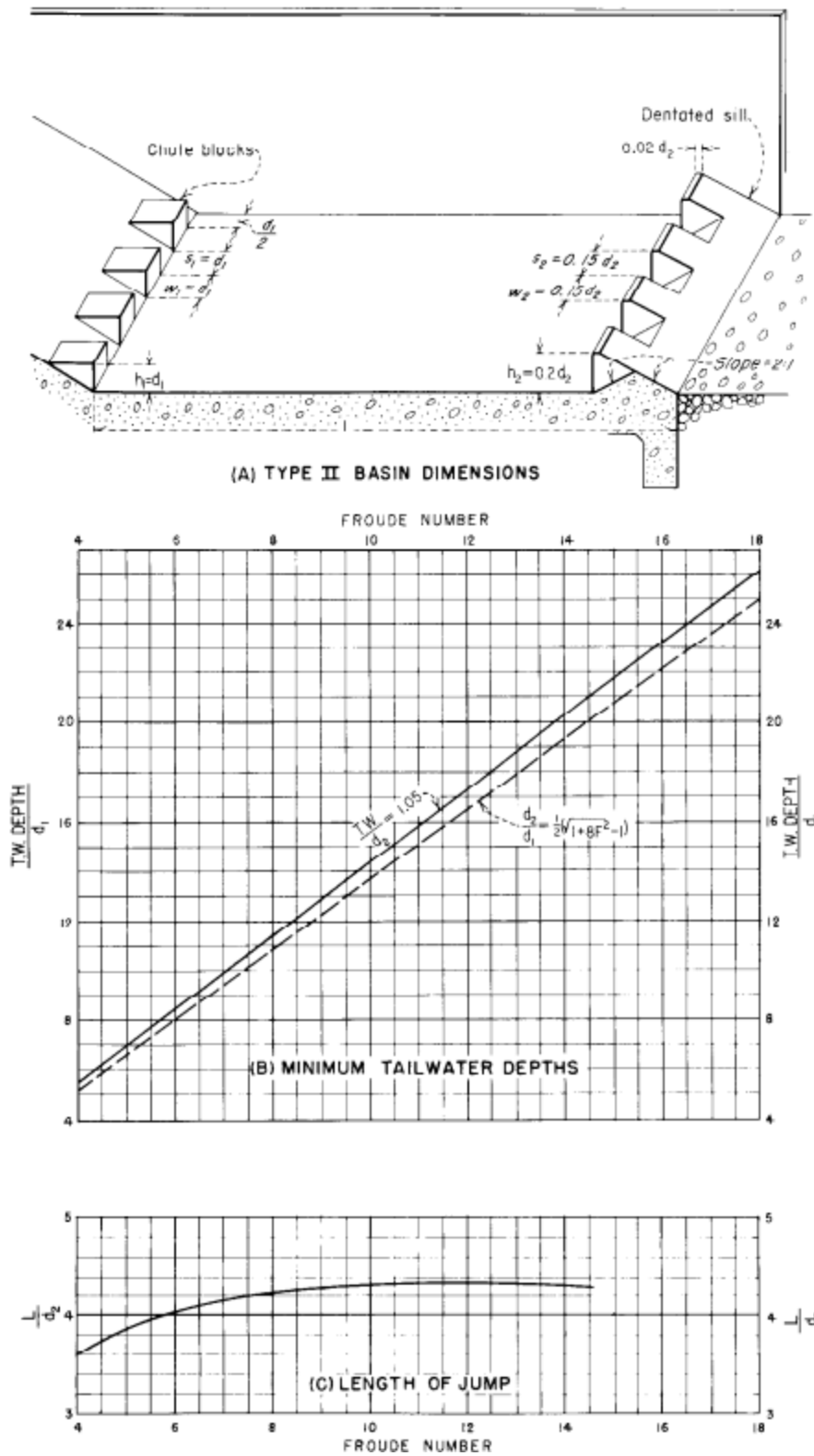
ჰიდრავლიკური მიდგომის პირობების გაანგარიშება მოხდა წყალსაგდების გეომეტრიის და ხარჯის მაჩვენებლის მიხედვით:

- $V1 = 14.4 \text{ მ/წმ}$
- $D1 = 0.58 \text{ მ}$
- $Fr1 = 6.0$

მოცემული მიდგომის ხარჯის პირობებისთვის, რომელიც დახასიათებულია ფრუდეს რიცხვის > 4.5 მიხედვით, რეკომენდირებულია ჭის/აუზის ტიპი II (USBR- შეერთებული შტატების მელიორაციის ბიუროს პროექტი). აღნიშნული ტიპის ჭაში ხარჯი სავარაუდოდ წარმოქმნის მყარ და სტაბილურ ჰიდრავლიკურ ნახტომს.

ფსკერის ნიშნულის დადგენა ეფუძნება ქვედა ბიეფის შესაბამის სიღრმეს ($>$ შეუღლებული სიღრმე), ხოლო ჩამქრობი ჭის საჭირო სიგრძე განისაზღვრება ჭის/აუზის ტიპი II -თვის დადგენილი ჰიდრავლიკური საპროექტო კრიტერიუმით (USBR) ნახაზი 3-14-ს მიხედვით:

- შეუღლებული სიღრმე: $d2/d1 = 8.4 \rightarrow d2 = 4.4\text{მ}$
- ქვედა ბიეფის მოთხოვნილი სიღრმე: $TW/d1 = 8.9 \rightarrow TW = 4.63\text{მ} (= d2 + 5\%)$
- ქვედა ბიეფის სიღრმე $Q100$ ხარჯისთვის: ზ.დ.-დან 1051.4 მ
- ჩამქრობი ჭის ფსკერის მოთხოვნილი ნიშნული: $1051.4 - 4.6 = 1046.8 \rightarrow$ შესრულებული
- ჭის მოთხოვნილი სიგრძე: $L1/d2 = 4.05 \rightarrow L1 = 4.05 * 4.37 = 17.7 \text{ მ} \rightarrow$ შესრულებული



ნახაზი 3.2.4.1.1 ჩამქრობის ჭის ტიპი II USBR-ს მიხედვით, ფრუდეს რიცხვით > 4.5

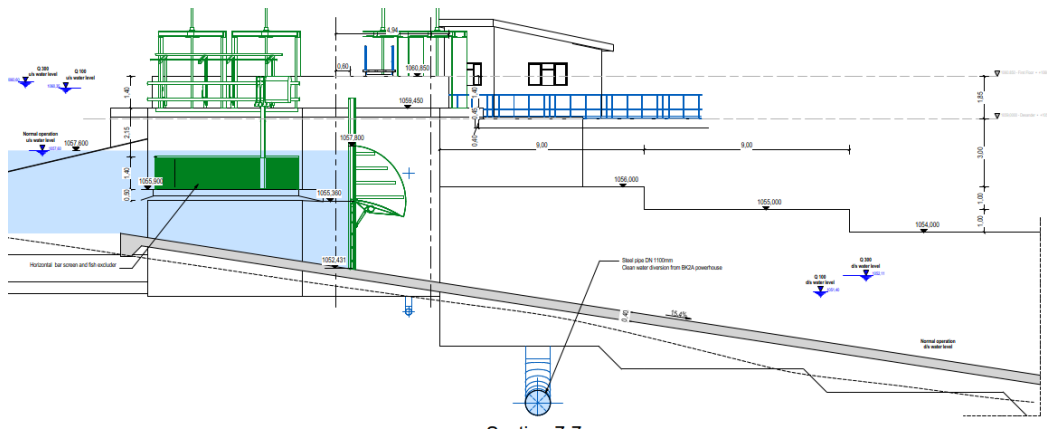
3.3 გამრეცხი არხის ჰიდრავლიკური ანალიზი

გამრეცხი არხი აღჭურვილი იქნება ვერტიკალური მოძრავი ფარით, როგორც წარმოდგენილია ნახაზზე 3-15 და რამდენიმე ფუნქციას შეასრულებს:

- მდინარის ხარჯის დერივაცია მშენებლობის მეორე ეტაპზე (წყალსაგდების და თევზსავალის განთავსება);
- ოპერირების ეტაპზე წყალმიმღების ტერიტორიიდან ნატანის გარეცხვა;
- დიდი წყალდიდობის დროს წყალდიდობის ხარჯის გატარება წყალსაგდების ხარჯთან ერთად

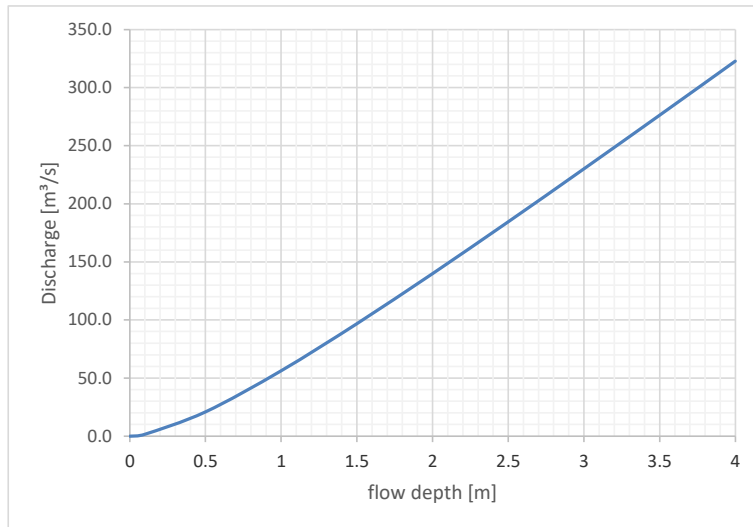
გამრეცხი ფარის ჰიდრავლიკური გამტარუნარიანობა შემოწმდა უდაწნეო, თავისუფალი ხარჯის გაანგარიშებით:

- არხის სიგანე = 2.5 მ ვერტიკალური კედლები
- არხის ქანობი = 15.4 %
- სიმქისის მაჩვენებელი: $K_{st} = 85$ / მანინგის ფორმულა $n = 0.012$



ნახაზი 3.3.1. გამრეცხი არხის გრძივი კვეთი

ხარჯის გამტარობა ხარჯის სიღრმესთან მიმართებაში ნაჩვენებია ნახაზზე 3.3.2.



ნახაზი 3.3.2. გამრეცხი არხის გამტარუნარიანობა

წყლის დერივაციისთვის მშენებლობის პერიოდში გასათვალისწინებელი საპროექტო წყალდიდობის მაჩვენებელი განისაზღვრა როგორც Q_{10} ($=46 \text{ მ}^3/\text{წმ}$). 1.5 მ ხარჯის სიღრმე არის საჭირო 10 წლიანი განმეორებადობის წყალდიდობის გამრეცხი არხის საშუალებით გასატარებლად მშენებლობის დროს. ამდენად, არხის გეომეტრიული მონაცემების მიხედვით, მას საკმარისი გამტარობა აქვს 10 წლიანი განმეორებადობის წყალდიდობის გასატარებლად მშენებლობის დროს.

3.4 სალექარის ჰიდრავლიკური ანალიზი

სალექარის გეგმა საზოგადოდ მიღებულ პრაქტიკას, სახელმძღვანელო მითითებებს და უახლეს რეკომენდაციებს ეფუძნება (განსაკუთრებით: ETH 2006, Minor, Mitteilungen 193).

3.4.1 სალექარის ჰიდრავლიკური პროექტირება

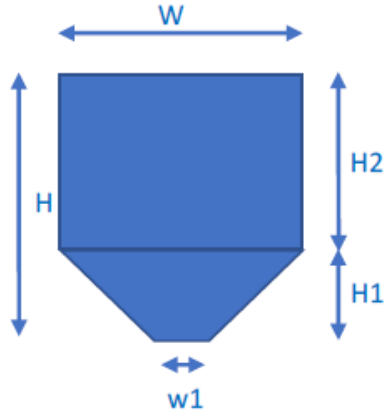
სალექარის ჰიდრავლიკური პროექტირება ეფუძნება შემდეგ პარამეტრებსა და კრიტერიუმებს:

- საპროექტო ხარჯი $= 5.3 \text{ მ}^3/\text{წმ}$
- სალექარი სამ კამერად იყოფა (2 კამერა არახელსაყრელად ჩაითვალა მოთხოვნილი სიმაღლისა და ნიშნულის შეზღუდვების გათვალისწინებით გამრეცხი რაბის გამოსასვლელთან)
- ნატანის მოცილების დიამეტრი (ნაწილაკის ზომა) $= 0.15 \text{ მმ}$ (კრიტიკული დიამეტრი შემცირდა ბახვი 1 და ბახვი 2-სთან შედარებით, ბახვი 2-სადგურის უფრო დიდი ჰიდრავლიკური დაწნევის გამო)
- მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარე სალექარში (შილდის დიაგრამის მიხედვით (Shields diagram)) $= 0.10 \text{ მ/წმ}$
- სიგანე/სიმაღლის ფარდობის კოეფიციენტი კამერებში $= 1.25$
- დალექვის სიჩქარე $w_0 = 2.0 \text{ სმ/წმ}$

- დალექვის შემცირებული სიჩქარე გეომეტრიის და ხარჯის სიჩქარის საფუძველზე (წყაროს Mosonyi, 1991წ მიხედვით) $w = 1.4$ სმ/წმ
- სიგანე/სიგრძის ფარდობა: $W < L/8$

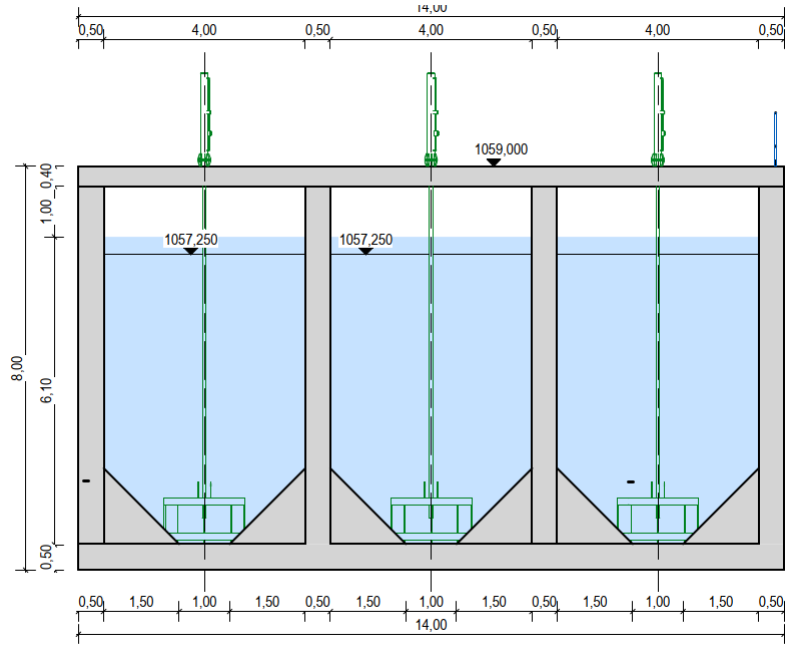
განგარიშება მოცემულია ცხრილში 3.4.1.1.

ცხრილში 3.4.1.1. სალექარის საჭირო მოცულობის განგარიშება

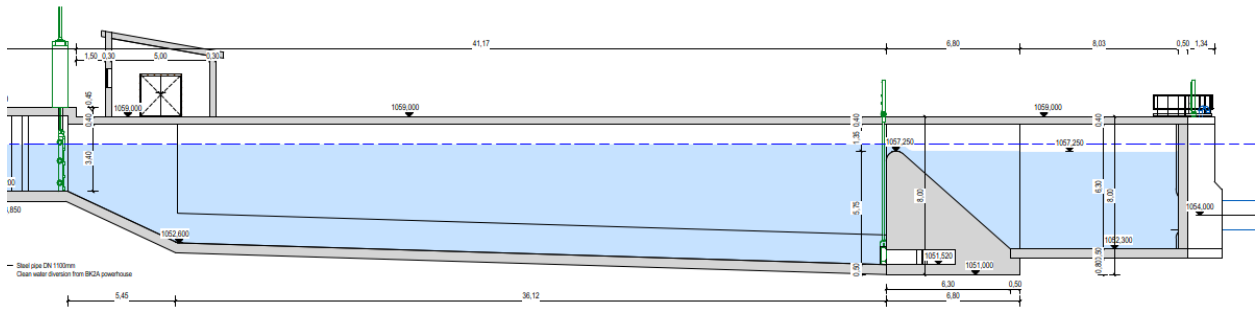
ბახვი 2ბ ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება		
სალექარი - 3 კამერით		
[ETH 2006, Minor, Mitteilungen 193 რეკომენდაციის მიხედვით]		
საპროექტო ხარჯი	5.3 მ ³ /წმ	
ნატანის მოცილების დიამეტრი dgr	0.2 მმ	
მაქსიმალური სიჩქარე სალექარში ugr	0.1 მ/წმ	
მოთხოვნილი A ფართობი	53.0მ ²	
კამერების რ-ბა	3	
თითო კამერისთვის საჭირო ფართობი	17.7მ ²	
W სიგანე	4.00მ	
H სიმაღლე მოთხოვნილი (სიგანე/სიმაღლე=1.25)	5.00მ	
W1 სიგანე 1	1.00მ	
H1 სიმაღლე 1	1.50მ	
H2 სიმაღლე 2	3.50მ	
ხელმისაწვდომი ფართობი A	17.75 მ ²	
U საშუალო სიჩქარე სალექარში	0.10 მ/წმ	
wO ნატანის დალექვის სიჩქარე	0.02 მ/წმ	
წყაროს Mosonyi [1991წ] მიხედვით		
w (დალექვის შეცვლილი სიჩქარე)	0.014 მ/წმ	
L მოთხოვნილი სიგრძე	35.2	
B<L/8=	4.4 შესრულებული	

სალექარის სიგრძე იქნება 35.2 მ მის შემდეგ განთავსებული გადასადინებელი წყალსაშვით, რომელიც სალექარში წყლის დონის დასარეგულირებლად არის გათვალისწინებული.

სალექარის განთავსების გეგმა მოცემულია ქვემოთ ნახაზებზე 3.4.1.1. და 3.4.1.2.



ნახაზი 3.4.1.1 სალექარის განივი კვეთი

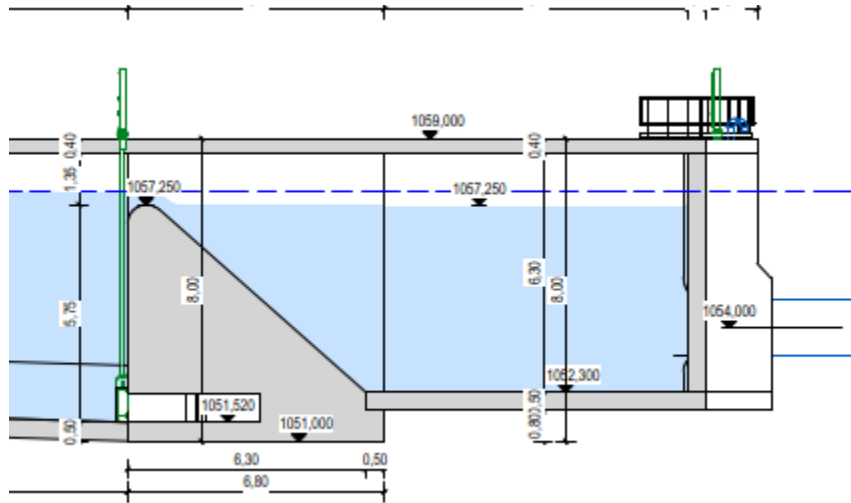


ნახაზი 3.4.1.2 სალექარის გრძივი კვეთი

3.4.2 სადაწნეო მილსადენის წყალშემყვანი მილის წყალქვეშ განთავსება

წყალშემყვანი მილი საკმარის დონეზე უნდა იყოს წყალქვეშ განთავსებული ჰაერის მასის შეღწევის და მორევის წარმოქმნის თავიდან ასარიდებლად.

სადაწნეო აუზიდან წყლის სადაწნეო მილსადენში გადასაცემად გათვალისწინებული წყალშემყვანი არხის გეომეტრიული პარამეტრები მოცემულია ნახაზზე 3.4.2.1.



ნახაზი 3.4.2.1 სადაწნო აუზის და სადაწნო მილსადენის შემყვანი არხის გრძივი კვეთი

ჰიდრავლიკური პარამეტრები და გაანგარიშებები მოცემულია ქვემოთ:

- მაქსიმალური ხარჯი სადაწნო მილსადენში $Q = 5.3 \text{ მ}^3/\text{წმ}$
- სადაწნო მილსადენის დიამეტრი $d = 1.5 \text{ მ}$
- მაქსიმალური სიჩქარე სადაწნო მილსადენში $V = 3.0 \text{ მ/წმ}$
- ფრუდეს რიცხვი $= 0.78$
- ზღვრული დამირვა (hL) - $Fr > 0.25$: $(hL/d) = 0.5 + 2 \cdot Fr = 2.06$
- $hL = 2.06 \cdot d = 3.09 \text{ მ}$
- შემყვანი მილის ცენტრის ნიშნული: $1067.25 - 3.09 = 1064.2 \rightarrow$ შესრულებული

3.5 სადაწნო მილსადენის ჰიდრავლიკური დანაკარგის გაანგარიშებები

სისტემური დანაკარგის (სათავე ნაგებობასთან წყალშემყვანი არხიდან ტურბინის შესასვლელამდე) ჰიდრავლიკური გაანგარიშება მოცემულია ცხრილში 3.5.1.:

ცხრილი 3.5.1. ბაზვი 2ბ-ს ჰიდრავლიკური სისტემური დანაკარგის გაანგარიშება

Q ხარჯის მარვენებული	5.30მ³/წმ
D GRP სადაწნო მილსადენი DN1400	1.50 მ
L მიმყვანი არხი	2464.50 მ
D ფოლადის მილსადენი DN1200	1.30 მ
L სიგრძე	1301.42 მ
D სდაწნო მილსადენიდან ტურბინამდე	0.8 მ
L სიგრძე	17.00 მ

ნაგავდამჭერი		
პარამეტრი	მაჩვ.	ერთ
hl,tr (არ არის შეტანილი სუფთა წყლის დერივაციის გამო)		

წყალმიღები		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
hl,in (არ არის შეტანილი სუფთა წყლის დერივაციის გამო)		

ლია არხი-სალექარი		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
hl,ch (არ არის შეტანილი სუფთა წყლის დერივაციის გამო)		

გადასადინებული წყალსაშვი -სალექარი		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
h1 (არ არის შეტანილი სუფთა წყლის დერივაციის გამო)		

წყალმიღები		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
v2 სიჩქარე წყალმიღების შემდეგ	3.00 მ/წმ	
ζe დანაკარგის კოეფ	0.2	
hl,in დანაკარგი წყალმიღებზე	0.092მ	

GRP სადაწნო მილსადენი DN1400		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
L სიგრძე	2464.50 მ	
d დიამეტრი	1.50 მ	
A ფართობი	1.77 მ²	
Rh ჰიდრავლიკური რადიუსი	0.38	
Kst სტიკერის კოეფ	100	
α [გ²/მ⁵]	0.2918173	
v სიჩქარე	3.00 მ/წმ	
hl კარგები	8.20 მ	

მუხლები		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
No. მუხლების რ-მა	20	
d დიამეტრი	1.50 მ	
r მუხლის რადიუსი	2.60 მ	
β მოხვევის კუთხე	15.0°	
ζe კარგის კოეფ	0.03	
r/d	1.7	
v სიჩქარე	3.00 მ/წმ	
hl კარგები	0.275 მ	

მუხლები		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
No. მუხლების რ-ბა	33	
d დიამეტრი	1.50 მ	
r მუხლის რადიუსი	2.60 მ	
β მოხვევის კუთხე	22.5	
ζ _e კარგვის კოეფ	0.045	
r/d	1.7	
v სიჩქარე	3.00 მ/წმ	
h _l კარგვები	0.681 მ	

შეზღუდვები მიღებულიდან დაკავშირებით		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
d1 დიამეტრი 1	1.50 მ	
d2 დიამეტრი 2	1.30 მ	
l სიგრძე	1.2 მ	
β კუთხე	9.5 °	
ζ _e კარგვის კოეფ	0.04	
v2 სიჩქარე	3.99 მ/წმ	
h _l კარგვები	0.033 მ	

ფოლადის სადაწნო მილსადენი DN1200		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
L სიგრძე	1301.42 მ	
d დიამეტრი	1.30 მ	
A ფართობი	1.33მ²	
Rh ჰიდრავლიკური რადიუსი	0.33	
K _{st} სტიკერის კოეფ	95	
α [s²/მ⁵]	0.3662739	
v სიჩქარე	3.99 მ/წმ	
h _l კარგვები	10.29 მ	

მუხლები		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
No. მუხლების რ-ბა	5	
d დიამეტრი	1.30 მ	
r მუხლის რადიუსი	2.60 მ	
β მოხვევის კუთხე	30°	
ζ _e კარგვის კოეფ	0.06	
r/d	2.0	
v სიჩქარე	3.99 მ/წმ	
h _l კარგვები	0.244 მ	

მუხლები		
პარამეტრი	მარც	ერთ
No. მუხლების რ-ბა	2	
d დიამეტრი	1.30 მ	
r მუხლის რადიუსი	2.60 მ	
β მოხვევის კუთხე	45 °	
ζ_e კარგვის კოეფ.	0.09	
r/d	2.0	
v სიჩქარე	3.99 მ/წმ	
hl კარგვები	0.146 მ	

განშტოება (გამარტივებული)		
პარამეტრი	მარც	ერთ
d1 დიამეტრი	1.30 მ	
ζ_e კარგვის კოეფ.	0.7	
v სიჩქარე	3.99 მ/წმ	
hl კარგვები	0.569 მ	

შეზღუდვები მიღებთან დაკავშირებით		
პარამეტრი	მარც	ერთ
d1 დიამეტრი 1	1.30 მ	
d2 დიამეტრი 2	0.88	
l სიგრძე	1.5 მ	
β კუთხე	18.9°	
ζ_e კარგვის კოეფ.	0.09	
v2 სიჩქარე	5.27 მ/წმ	
hl კარგვები	0.127 მ	

სადაწნო მილსადენიდან ტურბინამდე (რ-ბა = 2)		
პარამეტრი	მარც	ერთ
L სიგრძე	14.00 მ	
d დიამეტრი	0.80მ	
A ფართობი	0.50მ²	
Rh ჰიდრავლიკური რადიუსი	0.20	
Kst სტიკერის კოეფ	95	
α [s²/მ⁵]	0.0524881	
v სიჩქარე	5.27 მ/წმ	
hl კარგვები	0.37 მ	

მუხლები		
პარამეტრი	მარც	ერთ
No. მუხლების რ-ბა	1	
d დიამეტრი	0.80 მ	
r მუხლის რადიუსი	1.50 მ	
β მოხვევის კუთხე	22.5 °	
ζ_e კარგვის კოეფ.	0.045	
r/d	1.9	
v სიჩქარე	5.27 მ/წმ	
hl კარგვები	0.064 მ	

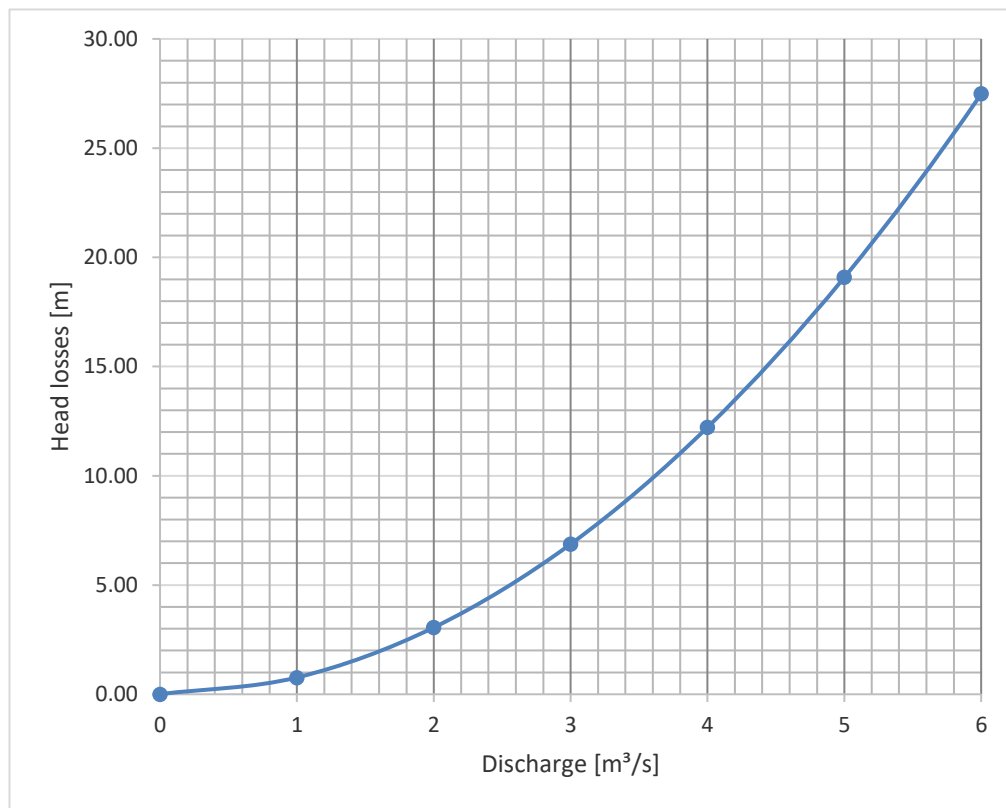
MIV		
პარამეტრი	მარც	ერთ
d1 დიამეტრი	0.75 მ	
ζ_e კარგვის კოეფ.	0.2	
v სიჩქარე	6.00 მ/წმ	
hl კარგვები	0.367მ	

სისტემაში დაწნევის დანაკარგის გაანგარიშების შედეგები მოცემულია დიაგრამაზე ნახაზზე 3.5.1. საპროექტო ხარჯისთვის საერთო დანაკარგი შეჯამებულია ცხრილში 3.5.2.:

ცხრილი 3.5.2. ჰიდრავლიკური სისტემის დანაკარგის შეჯამება ბაზვი 28 სადგურისთვის

კარგები @ Qd = 5.3 მ³/წმ	
სათავე წაგებობა	0.09 მ
GRP სადაწნო მილსადენი	9.19 მ
ფოლადის სადაწნო მილსადენი	12.17 მ
საერთო დანაკარგი:	21.45 მ

სადაწნო-სადერივაციო სისტემაში საერთო ჰიდრავლიკური დანაკარგი საპროექტო ხარჯისთვის - 21.5 მ.



ნახაზი 3.5.1. სისტემის დაწნევის დანაკარგი ხარჯთან მიმართებაში