ბახვი 2 ჰესი

ჰიდრავლიკური გაანგარიშებები

თბილისი

2022

ჰიდრავლიკური გაანგარიშებები

1 შესავალი

წინამდებარე ანგარიშში წარმოდგენილია ბახვი 2 ჰესის ტექნიკურ-ეკონომიკურ დასაბუთებასთან დაკავშირებით შესრულებული ჰიდრავლიკური ანალიზი. ბახვი 2 ჰესის პროექტი განხორციელდება 2 ეტაპად და მოიცავს ბახვი 2 A და ბახვი 2B (BK2A da BK2B) ჰიდროელექტროსადგურებს.

ჰიდრავლიკური პროექტირება შესრულდა შემდეგი ნაგებობებისთვის:

- სათავე ნაგებობა
    - წყალსაგდები
    - ჩამქრობი აუზი
    - გამრეცხი არხი
    - წყალმიმღები
    - ქვიშადამჭერი
    - სადაწნეო მილსადენის შესასვლელი
- სადაწნეო მილსადენის ჰიდრავლიკური დანაკარგები.

გარდა ამისა, შესრულდა მდინარის ჰიდრავლიკური პირობების ანალიზი დამახასიათებელ ადგილებში.

2 ბახვი 2A ჰესი

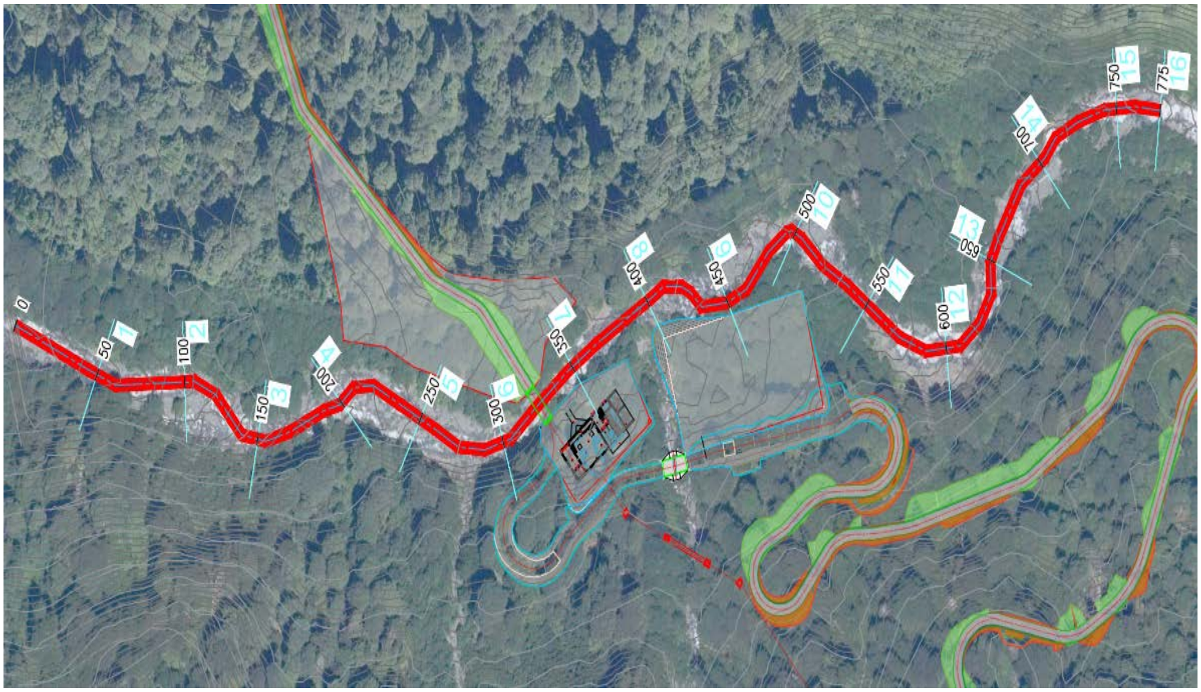
2.1 ქვედა ბიეფის ნიშნულები

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.

2.1.1 ქვედა ბიეფის ნიშნულები სათავე ნაგებობებისთვის

გაანალიზდა ქვედა ბიეფის ნიშნულები სხვადასხვა ხარჯისთვის. მოდელის დომენი და განივი კვეთები ნაჩვენებია ნახაზზე 2-1.

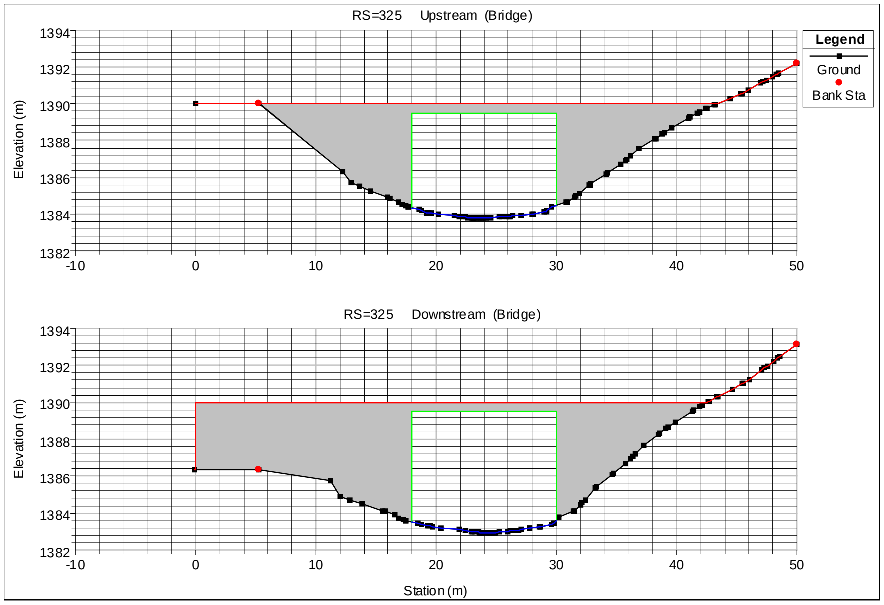


ნახაზი 2-1 BK2A სათავე ნაგებობის, მათ შორის BK1-ის ჰესის შენობის მოდელის დომენი

მოდელირებისთვის გამოყენებული იქნა შემდეგი პარამეტრები:

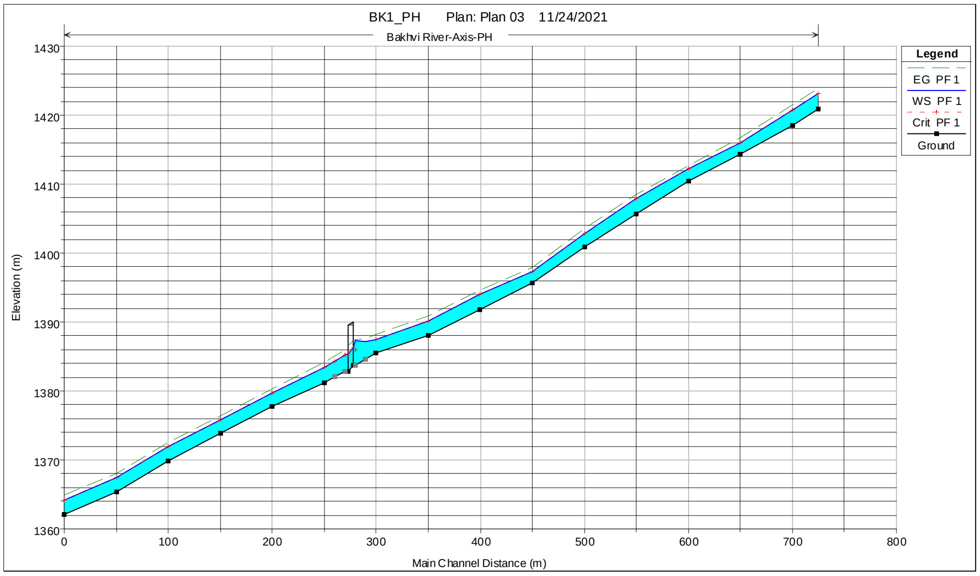
- მანინგის მნიშვნელობა n=0.040
- ქვედა ბიეფის სასაზღვრო მდგომარეობა=ნორმალური სიღრმე i=7.0 %
- წყალდიდობის ხარჯები:
  - Q_{100} = 126 მ³/წმ
  - Q_{500} = 255 მ³/წმ

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 ნახაზზე 2-2.

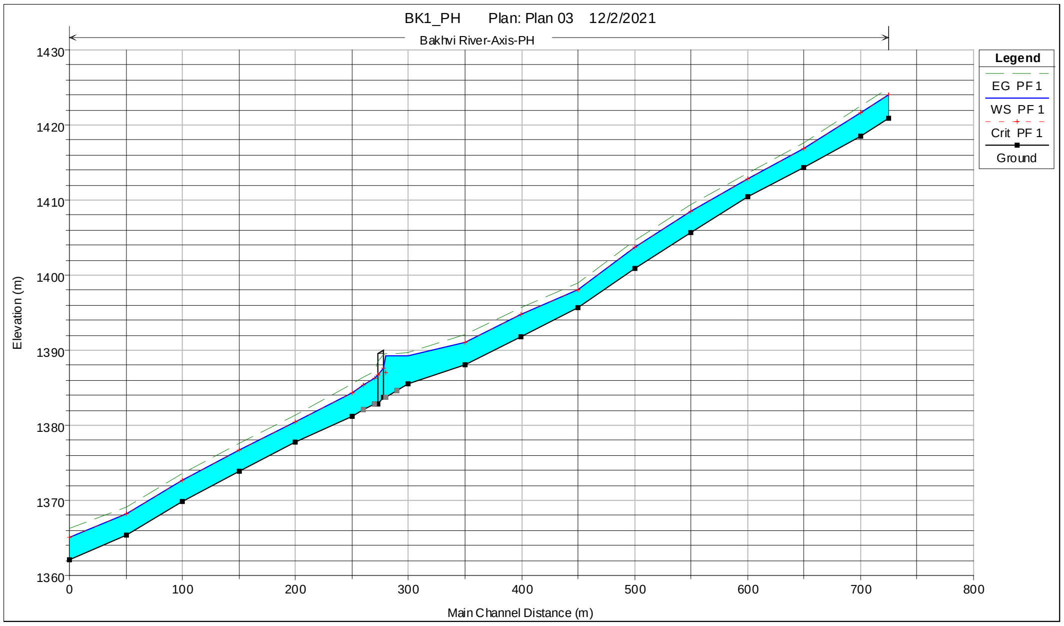


ნახაზი 2-1 ხიდის კონსტრუქცია HEC-RAS მოდელში.

წყლის ზედაპირის პროფილი Q_{100}-თვის მოცემულია ნახაზზე 2-3 და Q_{300}-თვის - ნახაზზე ნახაზზე 2-4.

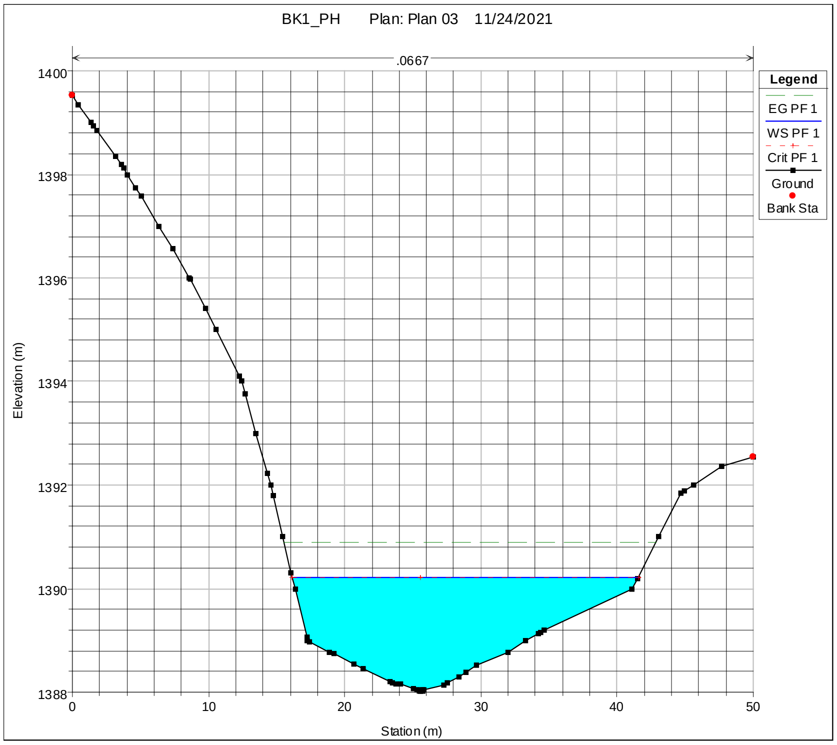


ნახაზი2-2 წყლის ზედაპირის პროფილი ჰესის შენობასთან Q_{100}-თვის

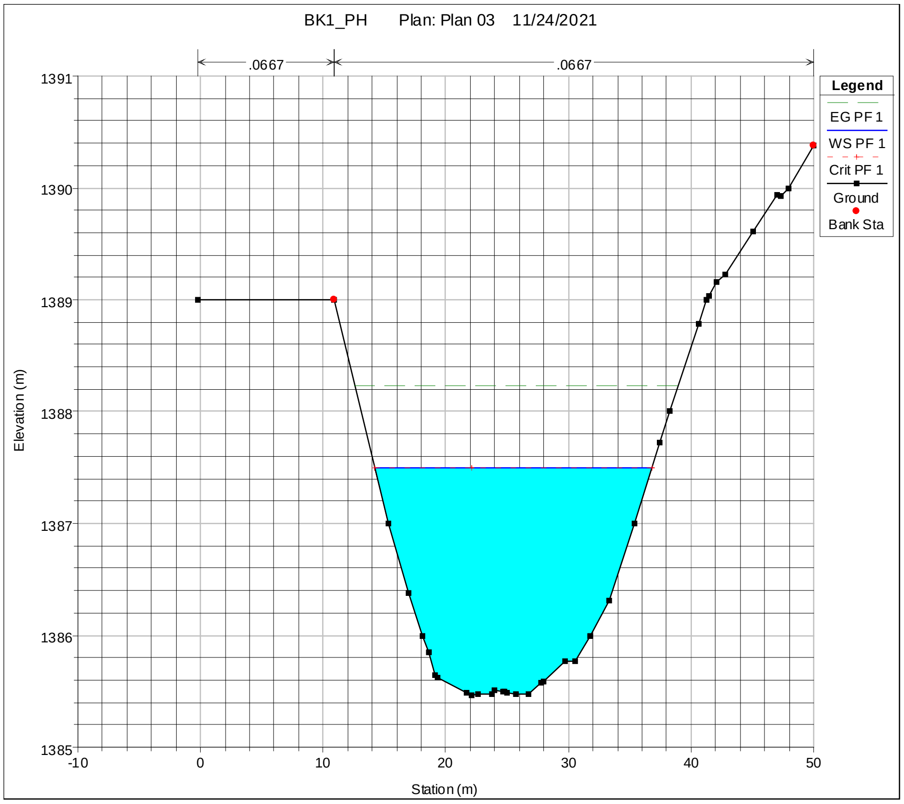


ნახაზი 2-3 წყლის ზედაპირის პროფილი ჰესის შენობასთან Q_{500}-თვის

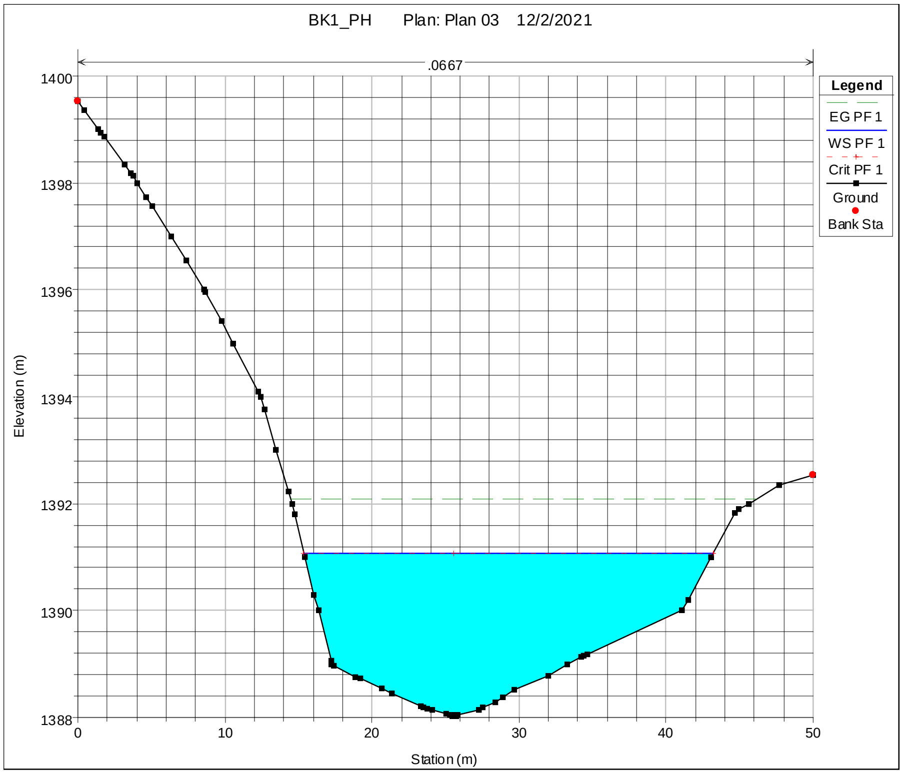
nr. 8 და 7 განივი კვეთის მოდელი ჰესის შენობის სიახლოვეს Q_{100} წყალდიდობის ნიშნულთან ერთად მოცემულია ნახაზზე 2-5 და ნახაზზე 2-6 და Q_{500} ყალდიდობისთვის -ნახაზზე 2-7 და ნახაზზე 2-8.



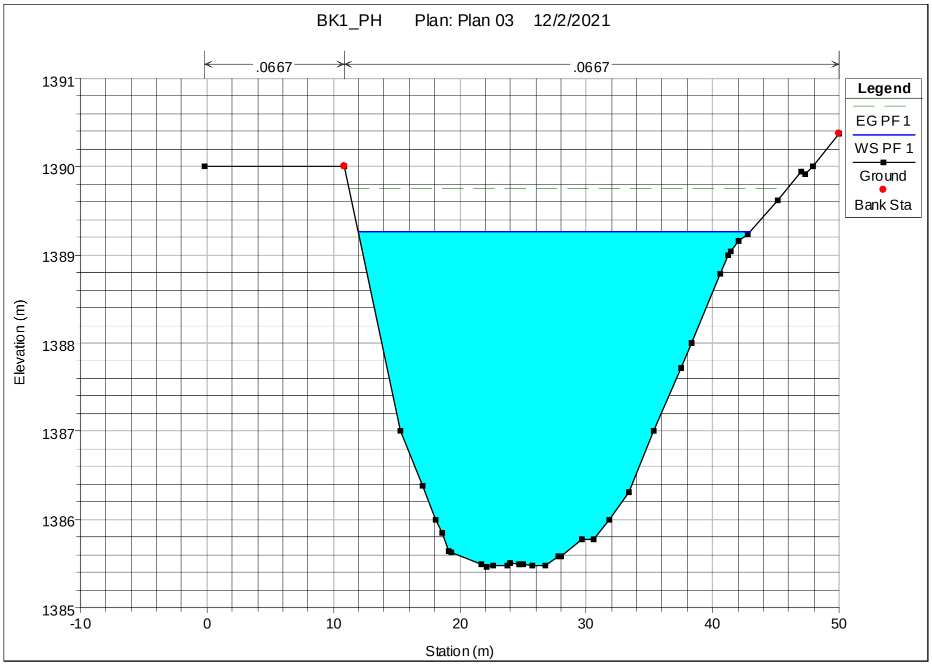
ნახაზი2-4 განივი კვეთი nr.8 (Stat. +400) Q_{100}-თვის



ნახაზი 2-5 განივი კვეთი nr.7 (Stat. +350) Q_{100}-თვის



ნახაზი 2-6 განივი კვეთი nr.8 (Stat. +400) Q_{500}-თვის



ნახაზი 2-7 განივი კვეთი nr.7 (Stat. +350) Q_{500}-თვის

Q_{100} და Q_{300} მოდელირების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილშ 2-1 და ცხრილში 2-2.

ცხრილი 2-1 მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q_{100}-თვის

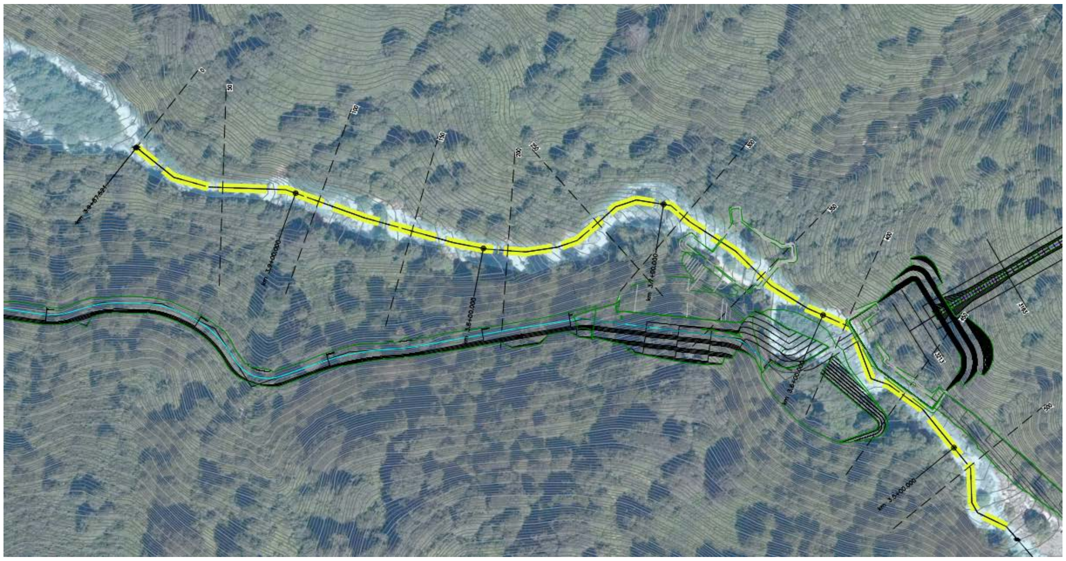
მდინარის სადგური	პროფილი	Q სულ (მ3/წმ)	მინ. Ch. ნიშნ (მ)	W.S. ნიშნ (მ)	კრიტ. W.S.	E.G. ნიშნ. (მ)	E.G. ქანობი (მ/მ)	სიჩქარე (მ/წმ)	ნარჯის არეალი (მ²)	ზედა სიგანე (მ)	ფრუდის რიცხვი
774.6	16	126	1420.95	1423.17	1423.17	1423.84	0.043	3.64	34.64	25.85	1.00
750	15	126	1418.44	1420.70	1420.70	1421.43	0.041	3.79	33.27	23.07	1.01
700	14	126	1414.32	1416.04	1416.04	1416.64	0.043	3.44	36.68	30.90	1.01
650	13	126	1410.51	1412.26	1412.26	1412.76	0.043	3.18	40.44	40.57	0.99
600	12	126	1405.68	1407.90	1407.90	1408.46	0.043	3.32	37.94	34.06	1.00
550	11	126	1400.83	1402.88	1402.88	1403.58	0.040	3.69	34.14	24.64	1.00
500	10	126	1395.71	1397.35	1397.35	1397.93	0.044	3.38	37.27	32.34	1.01
450	9	126	1391.87	1394.06	1394.06	1394.68	0.043	3.49	36.14	29.79	1.01
400	8	126	1388.02	1390.22	1390.22	1390.90	0.041	3.66	34.42	25.40	1.00
350	7	126	1385.46	1387.50	1387.50	1388.23	0.040	3.79	33.20	22.64	1.00
340	additional	126	1384.61	1387.16		1387.64	0.020	3.06	41.21	23.27	0.73
330	additional	126	1383.76	1387.25	1385.99	1387.46	0.006	2.04	61.77	25.84	0.42
325		Bridge									
320	additional	126	1382.91	1385.16	1385.16	1385.93	0.040	3.90	32.33	21.18	1.01
310	additional	126	1382.06	1384.32	1384.32	1385.08	0.041	3.85	32.69	21.91	1.01
300	6	126	1381.20	1383.48	1383.48	1384.22	0.041	3.79	33.26	22.89	1.00
250	5	126	1377.73	1379.68	1379.68	1380.32	0.042	3.54	35.56	28.03	1.00
200	4	126	1373.84	1375.82	1375.82	1376.48	0.041	3.59	35.06	26.67	1.00
150	3	126	1369.84	1371.99	1371.99	1372.59	0.044	3.42	36.84	30.96	1.00
100	2	126	1365.43	1367.47	1367.47	1368.07	0.042	3.45	36.56	30.43	1.00
50	1	126	1362.12	1364.22	1364.22	1364.96	0.041	3.81	33.06	22.64	1.01

ცხრილი 2-2 მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q_{300}-თვის

მდინარის სადგური	პროფილი	Q სულ (მ3/წმ)	მინ. Ch. ნიშნ (მ)	W.S. ნიშნ (მ)	კრიტ. W.S.	E.G. ნიშნ. (მ)	E.G. ქანობი (მ/მ)	სიჩქარე (მ/წმ)	ხარჯის არეალი ($მ^2$)	ზედა სიგანე (მ)	ფრუდის რიცხვი
774.6	16	255.00	1420.95	1424.03	1424.03	1424.87	0.041	4.07	62.60	37.91	1.01
750	15	255.00	1418.44	1421.58	1421.58	1422.49	0.039	4.21	60.57	33.81	1.00
700	14	255.00	1414.32	1416.80	1416.80	1417.66	0.037	4.11	62.03	35.99	1.00
650	13	255.00	1410.51	1412.87	1412.87	1413.64	0.037	3.95	66.46	43.83	0.99
600	12	255.00	1405.68	1408.57	1408.57	1409.44	0.038	4.13	61.85	36.73	1.01
550	11	255.00	1400.83	1403.78	1403.78	1404.70	0.038	4.24	60.09	33.21	1.01
500	10	255.00	1395.71	1398.06	1398.06	1398.95	0.039	4.17	61.12	34.91	1.01
450	9	255.00	1391.87	1394.83	1394.83	1395.75	0.036	4.25	60.41	33.64	1.00
400	8	255.00	1388.02	1391.06	1391.06	1392.09	0.037	4.48	56.87	27.81	1.00
350	7	255.00	1385.46	1389.26		1389.76	0.013	3.12	84.08	43.21	0.63
340	additional	255.00	1384.61	1389.29		1389.61	0.007	2.52	101.15	33.28	0.46
330	additional	255.00	1383.76	1389.31	1386.97	1389.53	0.004	2.06	124.03	34.56	0.35
325		Bridge									
320	additional	255.00	1382.91	1386.22	1386.22	1387.23	0.037	4.46	57.18	28.27	1.00
310	additional	255.00	1382.06	1385.40	1385.40	1386.38	0.037	4.40	57.95	29.12	1.00
300	6	255.00	1381.20	1384.37	1384.37	1385.50	0.037	4.71	54.19	24.46	1.01
250	5	255.00	1377.73	1380.47	1380.47	1381.39	0.037	4.26	59.82	32.42	1.00
200	4	255.00	1373.84	1376.70	1376.70	1377.57	0.032	4.17	63.53	38.63	0.94
150	3	255.00	1369.84	1372.72	1372.72	1373.64	0.039	4.27	59.76	32.47	1.00
100	2	255.00	1365.43	1368.22	1368.22	1369.10	0.037	4.17	61.21	34.68	1.00
50	1	255.00	1362.12	1365.15	1365.15	1366.22	0.036	4.59	55.60	26.06	1.00

2.1.2 ჰესის შენობის ქვედა ბიეფი

გაანალიზდა ქვედა ბიეფის ნიშნულები სხვადასხვა ხარჯებისთვის. მოდელის დომენი და განივი კვეთები ნაჩვენებია ნახაზზე 2-9.



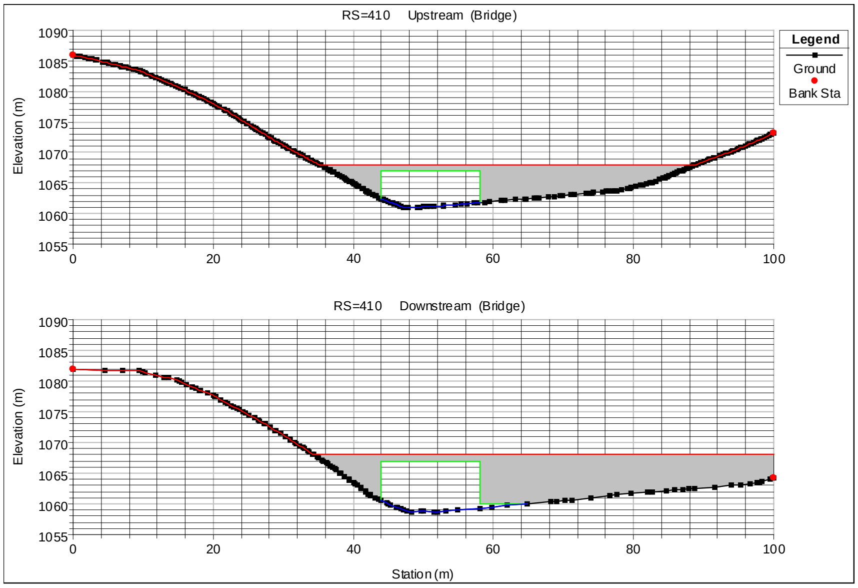
ნახაზი 2-8 BK2A-ის ჰესის შენობის არეალის მოდელის დომენი

მოდელირებისთვის გამოყენებული იქნა შემდეგი პარამეტრები:

- მანინგის მნიშვნელობა n = 0.040

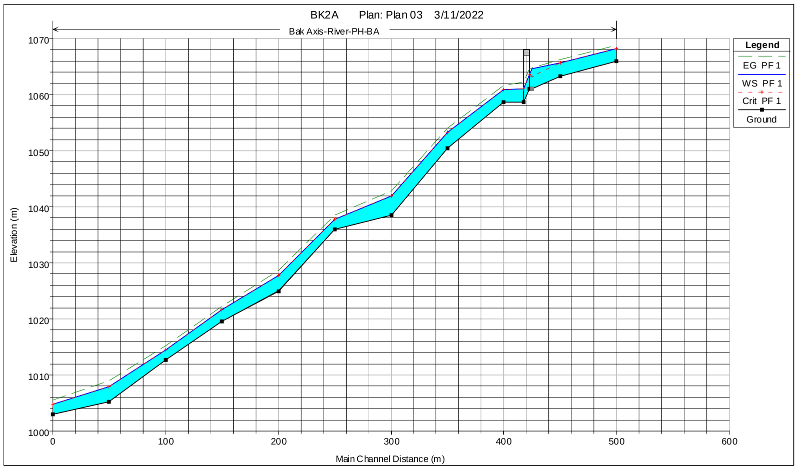
- ქვედა ბიეფის სასაზღვრო მდგომარეობა=ნორმალური სიღრმე i=4.5%
- წყალდიდობის ხარჯები:
  - Q_{100} = 141 მ³/წმ
  - Q_{500} = 285 მ³/წმ

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 ნახაზზე 2-10

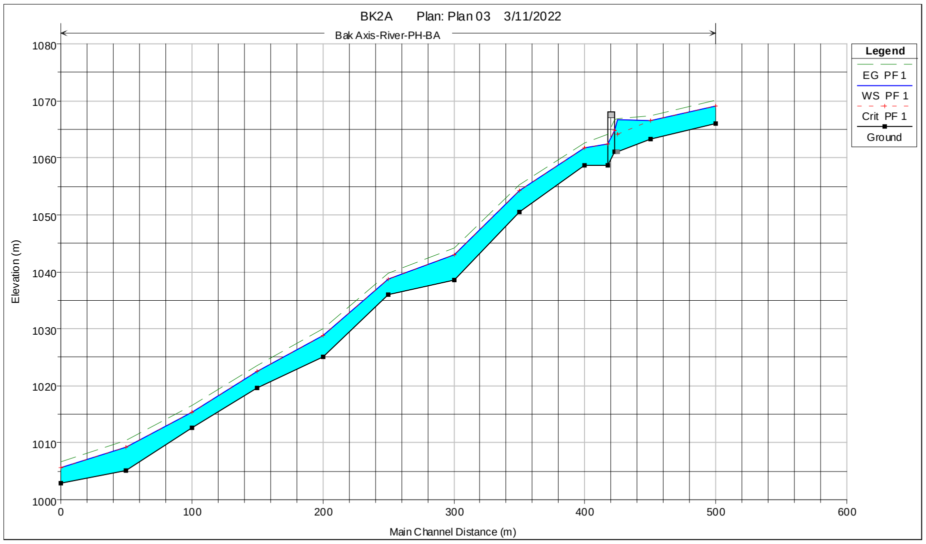


ნახაზი 2-9 ხიდის კონსტრუქცია HEC-RAS მოდელში.

წყლის ზედაპირის პროფილი Q_{100}-თვის მოცემულია ნახაზზე 2-11 და Q_{500}-თვის - ნახაზზე 2-12.

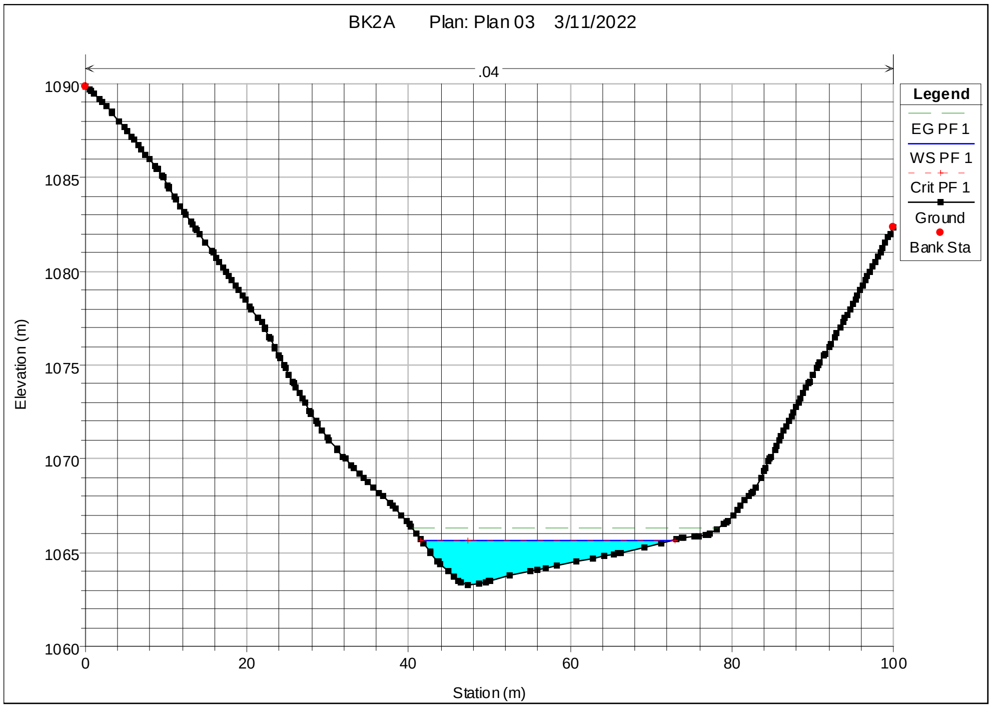


ნახაზი 2-10 წყლის ზედაპირის პროფილი ჰესის შენობასთან Q_{100}-თვის

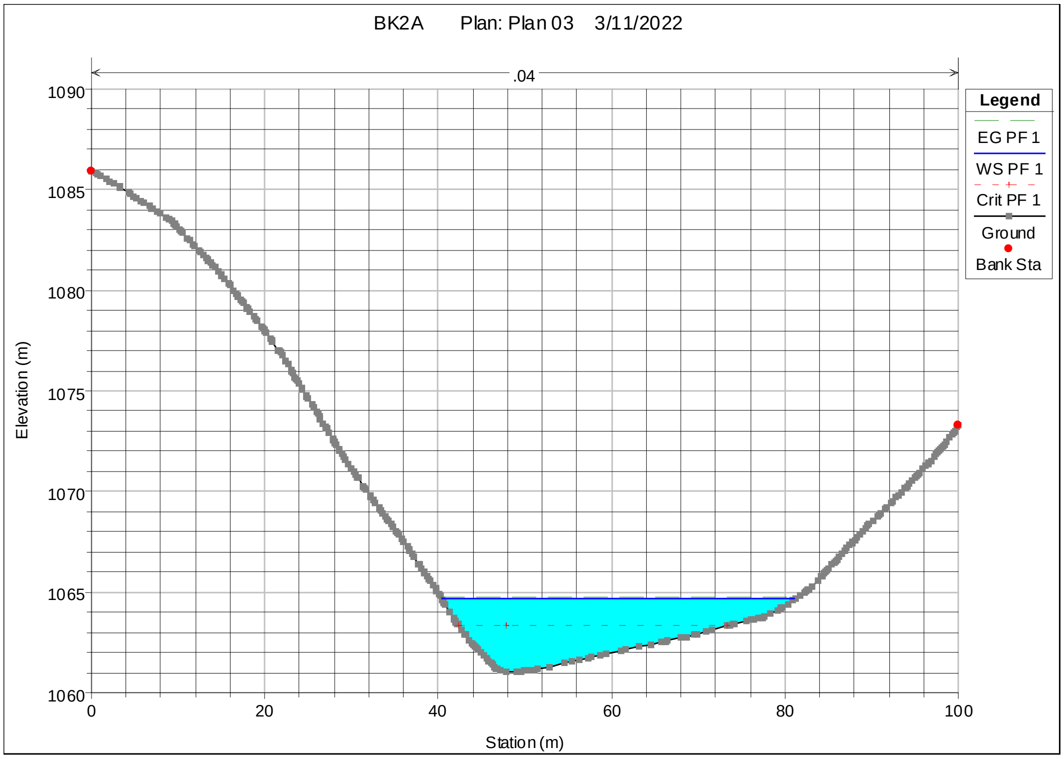


ნახაზი 2-11 წყლის ზედაპირის პროფილი ჰესის შენობა *Q500-თვის*

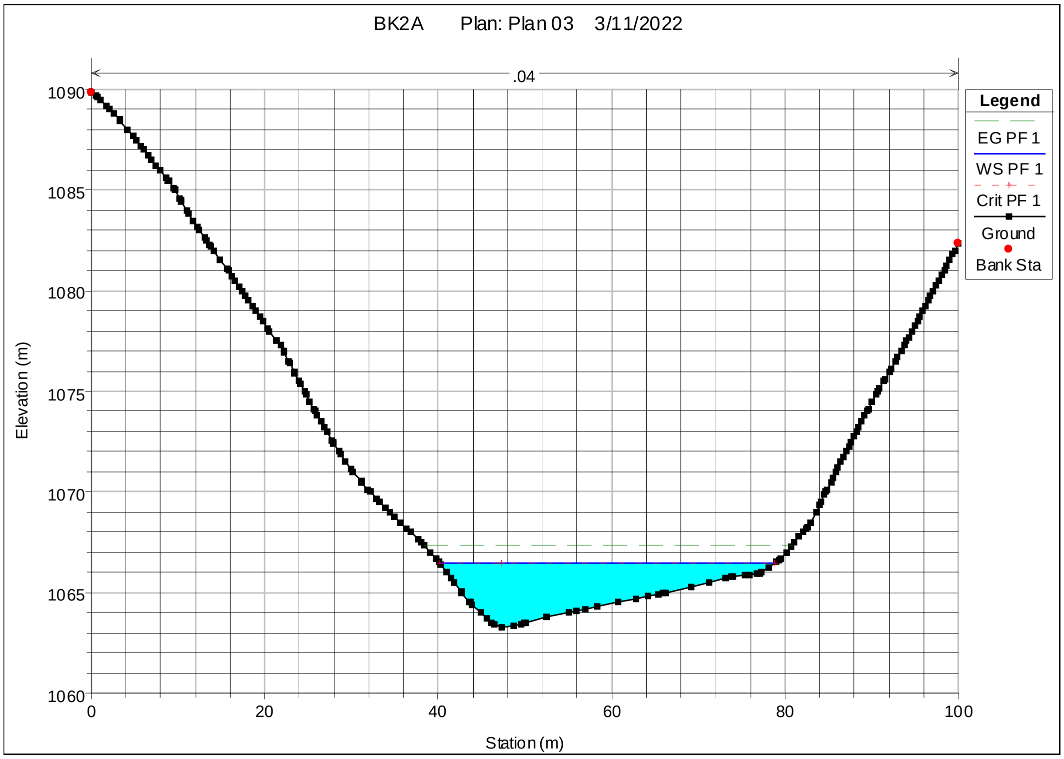
nr. 8 და 7 მოდელის განივი კვეთები ჰესის შენობის სიახლოვეს Q100-ის წყალდიდობის ნიშნულთან ერთად მოცემულია ნახაზზე 2-13 და ნახაზზე 2-14 და Q500-ის წყალდიდობის დონე - ნახაზზე 2-15 და ნახაზზე 2-16.



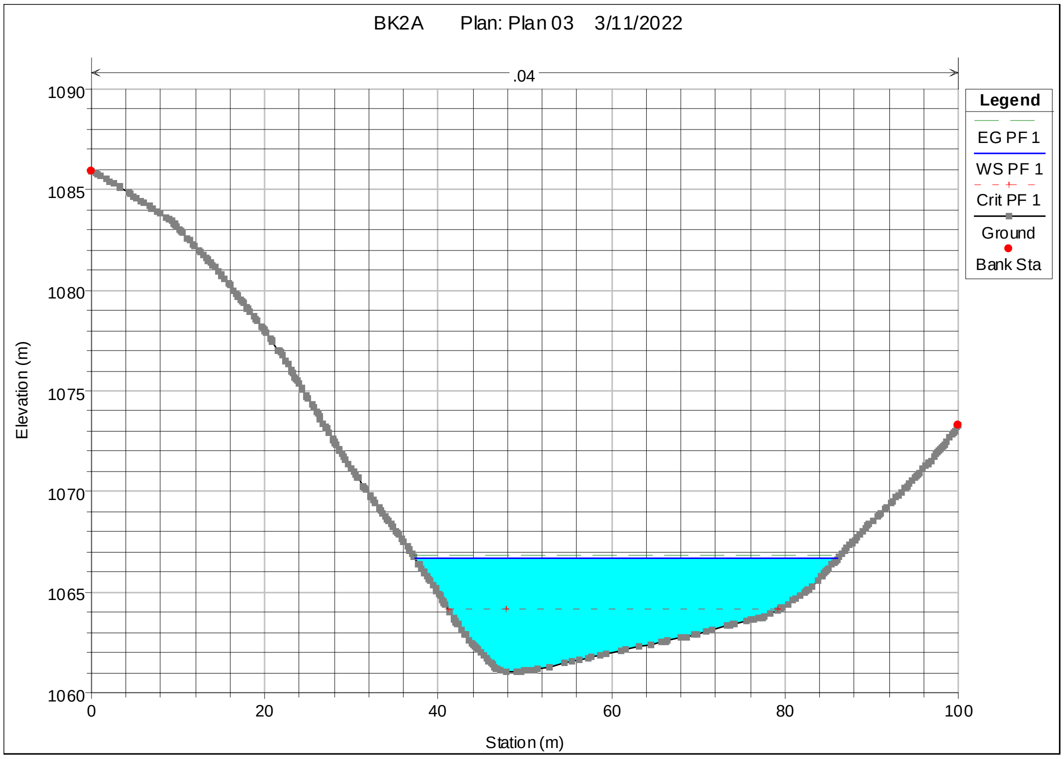
ნახაზი 2-12 განივი კვეთი Stat. +450 Q100-თვის



ნახაზი 2-13 განივი კვეთი Stat. +425 Q_{100}-თვის



ნახაზი2-14 განივი კვეთი Stat. +450 Q_{500}-თვის



ნახაზი 2-15 განივი კვეთი Stat. +425 Q_{500}-თვის

Q_{100} და Q_{500} მოდელირების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 2-3 და ცხრილში 2-4.

ცხრილი 2-3 მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q_{100}-თბის

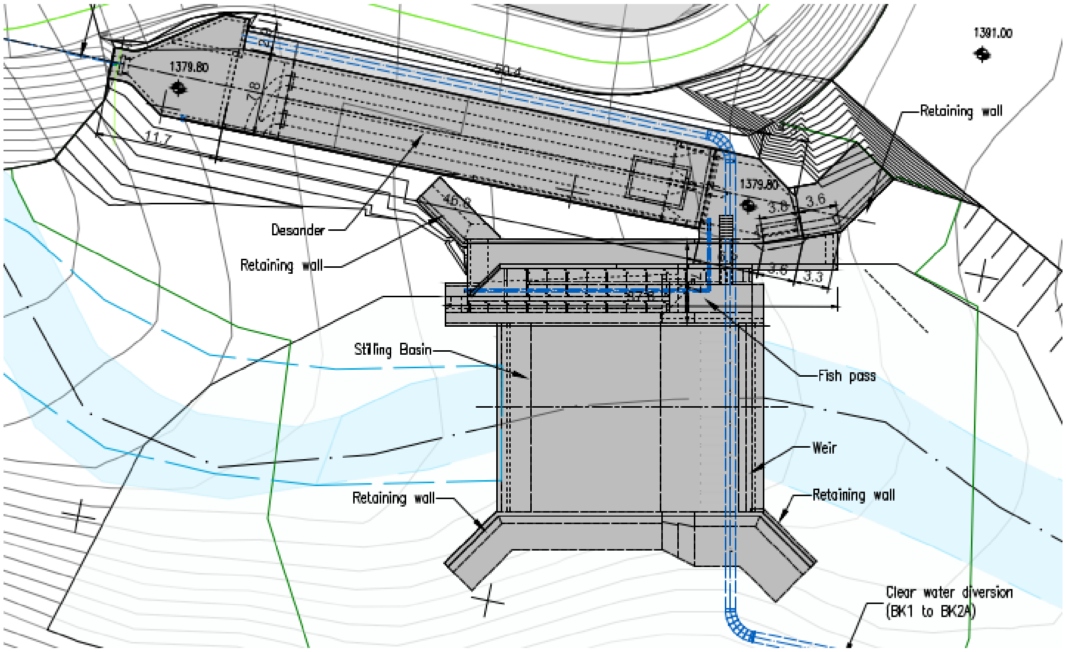
მდინარის სადგური	პროფილი	Q სულ (მ3/წმ)	მინ. Ch. ნიშნ (მ)	W.S. ნიშნ (მ)	კრიტ. W.S.	E.G. ნიშნ. (მ)	E.G. ქანობი (მ/მ)	სიჩქარე (მ/წმ)	ნაკადის არეალი (მ²)	ზედა სიგანე (მ)	ფრუდის რიცხვი
500	13	141	1066.00	1068.14	1068.14	1068.85	0.014473	3.74	37.75	26.54	1.00
450	12	141	1063.30	1065.68	1065.68	1066.32	0.015102	3.54	39.79	31.48	1.01
425	11	141	1061.01	1064.65	1063.32	1064.78	0.001491	1.59	88.57	40.66	0.34
410	10	Bridge									
400	9	141	1058.71	1060.95	1060.95	1061.60	0.014776	3.58	39.44	30.27	1.00
350	8	141	1050.50	1053.32	1053.32	1054.03	0.01506	3.72	37.95	27.31	1.01
300	7	141	1038.51	1041.91	1041.91	1042.81	0.01422	4.20	33.54	18.75	1.00
250	6	141	1036.00	1037.81	1037.81	1038.52	0.014479	3.71	37.97	27.02	1.00
200	5	141	1025.00	1027.79	1027.79	1028.61	0.014253	4.01	35.14	21.50	1.00
150	4	141	1019.56	1021.59	1021.59	1022.28	0.014587	3.68	38.33	27.80	1.00
100	3	141	1012.67	1014.53	1014.53	1015.24	0.014627	3.74	37.68	26.80	1.01
50	2	141	1005.20	1007.93	1007.93	1008.88	0.0141	4.33	32.56	17.06	1.00
0	1	141	1002.96	1004.81	1004.81	1005.51	0.014592	3.69	38.24	27.88	1.01

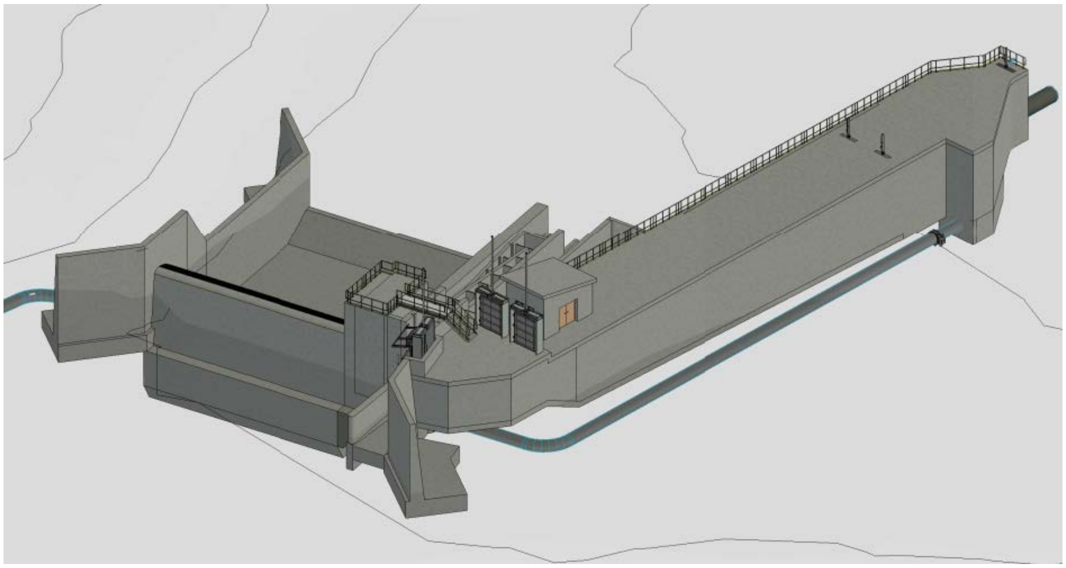
ცხრილი 2-4 მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q_{300}თვის

მდინარის სადგური	პროფილი	Q სულ (მ3/წმ)	მინ. Ch. ნიშნ (მ)	W.S. ნიშნ (მ)	კრიტ. W.S.	E.G. ნიშნ. (მ)	E.G. ქანობი (მ/მ)	სიჩქარე (მ/წმ)	ნარჯის არეალი ($მ^2$)	ზედა სიგანე (მ)	ფრუდის რიცხვი
500	13	285	1066.00	1069.02	1069.02	1070.08	0.012984	4.56	62.55	29.71	1.00
450	12	285	1063.30	1066.47	1066.47	1067.36	0.013531	4.18	68.25	38.74	1.00
425	11	285	1061.01	1066.67	1064.12	1066.80	0.000754	1.59	179.32	48.73	0.26
410	10	Bridge									
400	9	285	1058.71	1061.78	1061.78	1062.68	0.013397	4.19	67.96	38.02	1.00
350	8	285	1050.50	1054.19	1054.19	1055.23	0.013379	4.52	63.12	30.66	1.00
300	7	285	1038.51	1043.07	1043.07	1044.26	0.013142	4.83	58.95	25.18	1.01
250	6	285	1036.00	1038.69	1038.69	1039.73	0.012894	4.51	63.20	30.48	1.00
200	5	285	1025.00	1028.81	1028.81	1030.01	0.012975	4.86	58.69	24.59	1.00
150	4	285	1019.56	1022.44	1022.44	1023.47	0.012987	4.48	63.68	31.20	1.00
100	3	285	1012.67	1015.41	1015.41	1016.47	0.012851	4.55	62.62	29.67	1.00
50	2	285	1005.20	1009.14	1009.14	1010.49	0.012976	5.14	55.42	20.66	1.00
0	1	285	1002.96	1005.67	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 მონახაზი მოცემულია ნახაზზე 2 17.





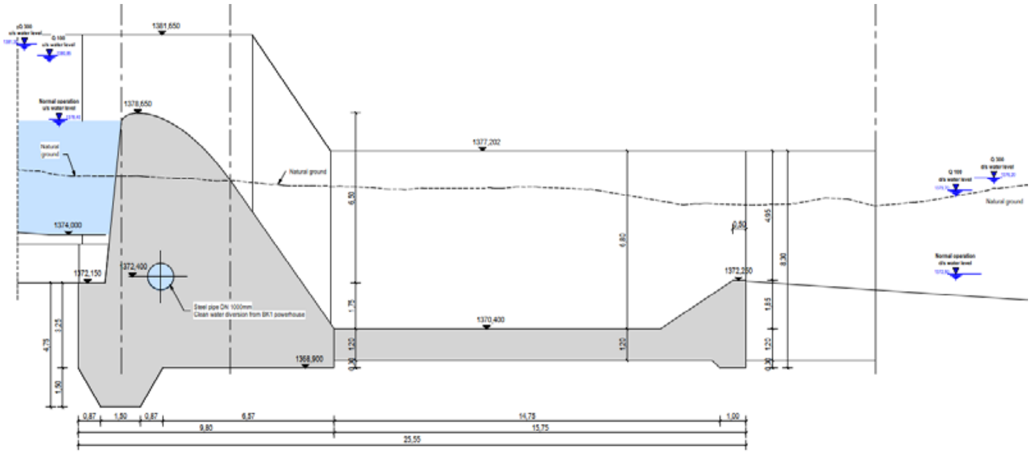
ნახაზი 2 17 ბახვი 2ა სათავე ნაგებობის და წყალსაგდების ძირითადი მონახაზი

ძირითადი საპროექტო ჰიდრავლიკური პარამეტრები მოცემულია ქვემოთ ცხრილში 2 5:

ცხრილი2 5 წყალსაგდების ჰიდრავლიკური პარამეტრები

წყალსაგდების ტიპი	თავისუფალი გადადინების უვაკუუმო წყალსაშვი
თხემის ნიშნული	ზ. დ.-დან 1378.65 მ
თხემის სიგანე	18.0 მ
კალაპოტის/ტალვეგის 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 18.



ნახაზი 2 18 ზახვი 2ა წყალსაგდების განივი კვეთი.

2.2.1 წყალსაგდების გამტარუნარიანობა

პროექტისთვის გამოყენებულია შემდეგი საპროექტო ჰიდრავლიკური პარამეტრები:

Q100 საპროექტო წყალდიდობა:

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

Q300 საპროექტო წყალდიდობა (საკონტროლო წყალდიდობა)

- წყალსაგდებზე გადადინებული ხარჯი:
- დამატებითი ხარჯის სახით გამრეცხი რაზის გავლით (სრულად ღია მდგომაეობაში)
- 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 6 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 ბიეფი)	1
დამბის კოეფიციენტი	0.73
საბოლოო მონაცემები	
თაღოვანი საყრდენი	1.00
ხარჯი	126.62 მ³/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 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 2.7.

ცხრილი 2.7 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 რაბი	
საწყისი მონაცემები	
თხემის დონე	ზ.დ.-დან 1378.65მ
წყლის დონე	ზ.დ.-დან 1381.3 მ
გამრეცხი რაბი	
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 რაბისთვის. 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 ფორმა

პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ფორმა განისაზღვრა 100 წლიანი განმეორებადობის წყალდიდობის საპროექტო ხარჯისთვის, რომელიც შეესაბამება 2.20 მ გადადინებული ხარჯის დაწნევას. გაანგარიშება მოცემულია ცხრილში 2 8, ხოლო გაანგარიშების შედეგად მიღებული წყალსაშვის ფორმა მოცემულია ნახაზზე 2 19.

ცხრილი 2 8 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_o :	0.088
X_o :	-0.62
Y_o :	-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.)

$$y = \frac{x^{1,85}}{2 \times hd^{0,85}}$$

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

$H_d = Design\ overflow\ height$

$R_0 = 0{,}04 \times H_d$

$X_0 = -0{,}2818 \times H_d$

$Y_0 = -0{,}1360 \times H_d$

$R_1 = 0{,}2 \times H_d$

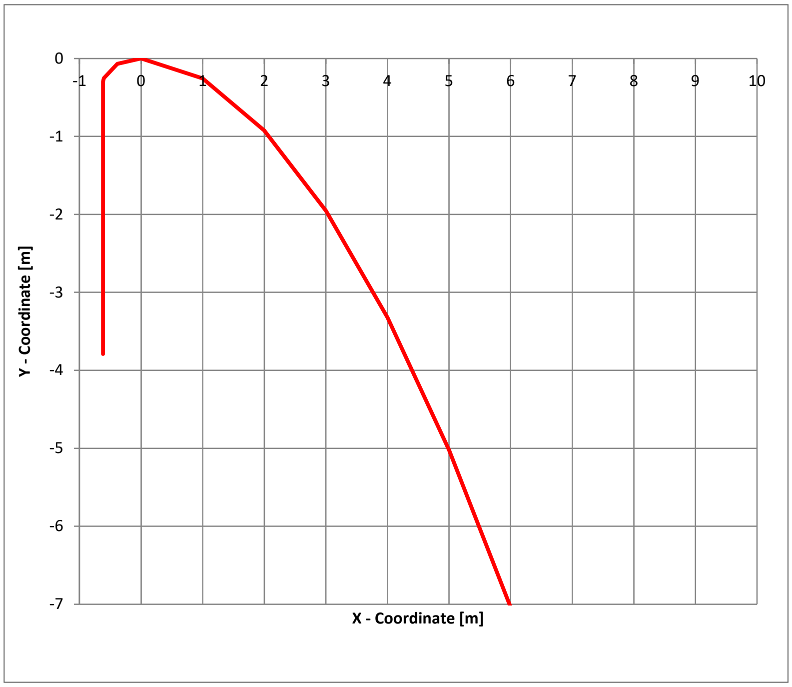
$X_1 = -0{,}2750 \times H_d$

$Y_1 = -0{,}1153 \times H_d$

$R_2 = 0{,}5 \times H_d$

$X_2 = -0{,}1750 \times H_d$

$Y_2 = -0{,}0316 \times H_d$



ნახაზი 2 19 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 მ^3/წმ (Q100).

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:

- V1 = 12.5 მ/წმ
- D1 = 0.56 მ
- Fr1 = 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:

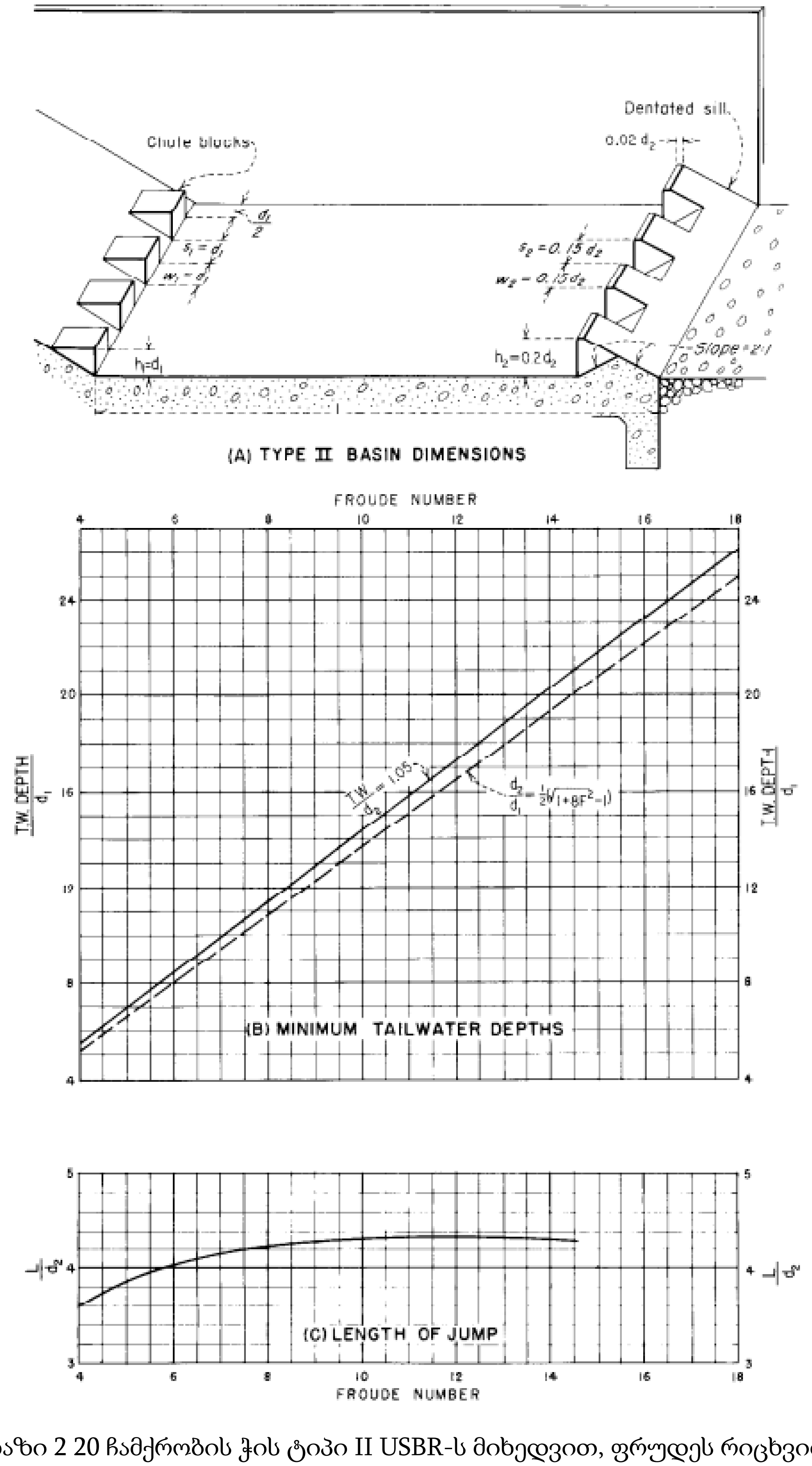
შეუღლებული სიღრმე: d2/d1 = 7.3 -> d2 = 4.1მ

ქვედა ბიეფის მოთხოვნილი სიღრმე: TW/d1 = 7.7 -> TW = 4.3მ (= d2 + 5%)

ქვედა ბიეფის სიღრმე Q100 ხარჯისთვის: ზ.დ.-დან 1375.7 მ

ჩამქრობი ჭის ფსკერის მოთხოვნილი ნიშნული: 1375.7 – 4.3 = 1371.4 > 1370.4 -> შესრულებული

ჭის მოთხოვნილი სიგრძე: L1/d2 = 3.88 -> L1 = 3.85 * 4.1 = 15.75 m -> შესრულებული



ნახაზი 2 20 ჩამქრობის ჭის ტიპი II USBR-ს მიხედვით, ფრუდეს რიცხვით > 4.5

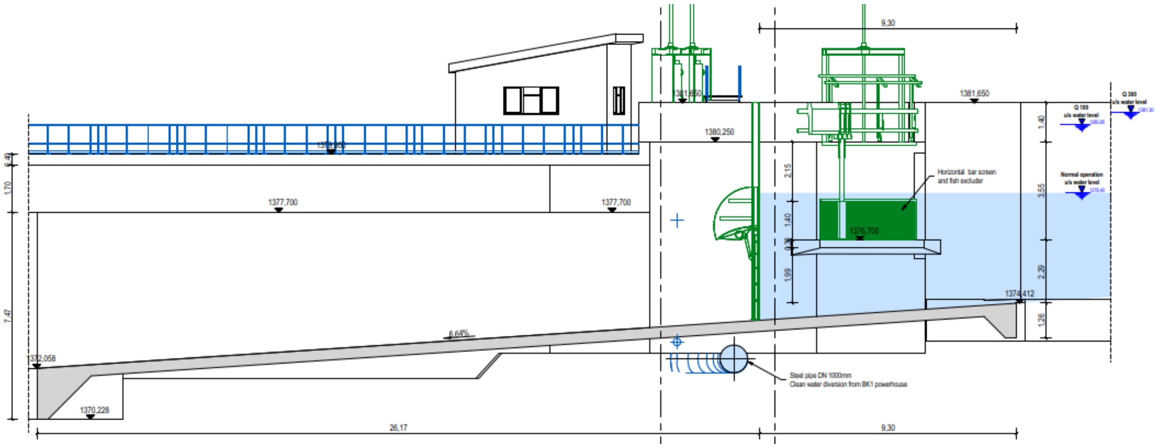
2.3 გამრეცხი არხის ჰიდრავლიკური ანალიზი

გამრეცხი არხი აღჭურვილი იქნება ვერტიკალური მოძრავი ფარით, როგორც წარმოდგენილია ნახაზზე 2 21 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)

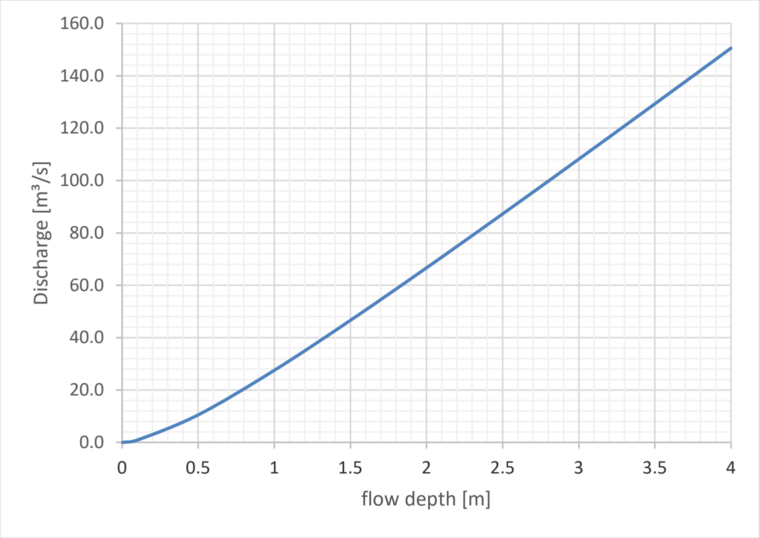
გამრეცხი ფარის ჰიდრავლიკური გამტარუნარიანობა შემოწმდა უდაწნეო, თავისუფალი ხარჯის გაანგარიშებით:

- არხის სიგანე = 2.0 მ ვერტიკალური კედლები
- არხის ქანობი = 6.6 %
- სიმქისის მაჩვენებელი: Kst = 85 / მანინგის ფორმულა n= 0.012



ნახაზი 2 21 გამრეცხი არხის გრძივი კვეთი

ხარჯის გამტარობა ხარჯის სიღრმესთან მიმართებაში ნაჩვენებია ნახაზზე 2 22.



ნახაზი 2 22 გამრეცხი არხის გამტარუნარიანობა

წყლის დერივაციისთვის მშენებლობის პერიოდში გასათვალისწინებელი საპროექტო წყალდიდობის მაჩვენებელი განისაზღვრა როგორც Q10 (=41 მ³/წმ). 1.5 მ ხარჯის სიღრმე არის საჭირო 10 წლიანი განმეორებადობის წყალდიდობის გამრეცხი არხის საშუალებით გასატარებლად მშენებლობის დროს. ამდენად, არხის გეომეტრიულიმონაცემების მიხედვით, მას საკმარისი გამტარობა აქვს 10 წლიანი განმეორებადობის წყალდიდობის გასატარებლად მშენებლობის დროს.

წყალდიდობის ხარჯის და წყალსაგდების ოპერირების პირობებში ხარჯის მაქსიმალური გამოდინება წარმოდგენილია ნახაზზე 2.2.1.2.

2.4 სალექარის ჰიდრავლიკური ანალიზი

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

2.4.1 სალექარის ჰიდრავლიკური პროექტირება

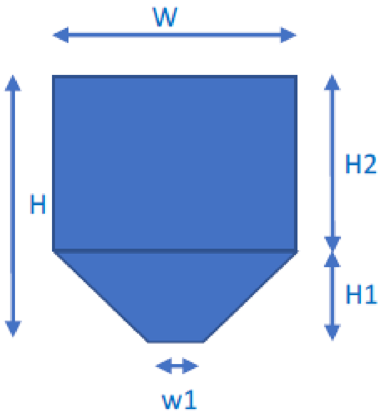
ბახვი 1 ჰესიდან წყალგამყვანი არხის საშუალებით წყალი პირდაპირ ჩაშვებული იქნება ბახვი 2ა სქემის სადაწნეო აუზში სალექარის ბოლოს. აღნიშნული საპროექტო გადაწყვეტით შესაძლებელია სალექარის გვერდის ავლა და ბახვი 1 ჰესის საპროექტო ხარჯამდე (4.0 მ³/წმ) დაყვანა ბახვი 1 ოპერირების დროს. ამდენად, ბახვი 2ა სალექარი გათვალისწინებულია მხოლოდ ქვეაუზიდან მოდინებული დამატებითი ხარჯისთვის და იმ შემთხვევისთვის, როდესაც ბახვი 1 ჰესის ოპერირება არ ხდება. შესაბამისად, გადაწყდა, რომ სალექარის კონსტრუქცია მხოლოდ ორი კამერით განთავსდება. საპროექტო ხარჯად განისაზღვრა 3.07 მ³/წმ (რაც ბახვი 2ა საპროექტო ხარჯის - 4.6 მ³/წმ-ის 2/3-ია).

სალექარის ჰიდრავლიკური პროექტირება ეფუძნება შემდეგ პარამეტებსა და კრიტერიუმებს:

- საპროექტო ხარჯი = 3.1 მ^3/წმ
- სალექარი ორ კამერად იყოფა
- ნატანის მოცილების დიამეტრი (ნაწილაკის ზომა) = 0.2 მმ
- მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარე სალექარში (შილდსის დიაგრამის მიხედვით (Shields diagram)) = 0.15 მ/წმ
- სიგანე/სიმაღლის ფარდობის კოეფიციენტი კამერებში = 1.25
- დალექვის სიჩქარე w0 = 2.2 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

გაანგარიშება მოცემულია ცხრილში 2 9.

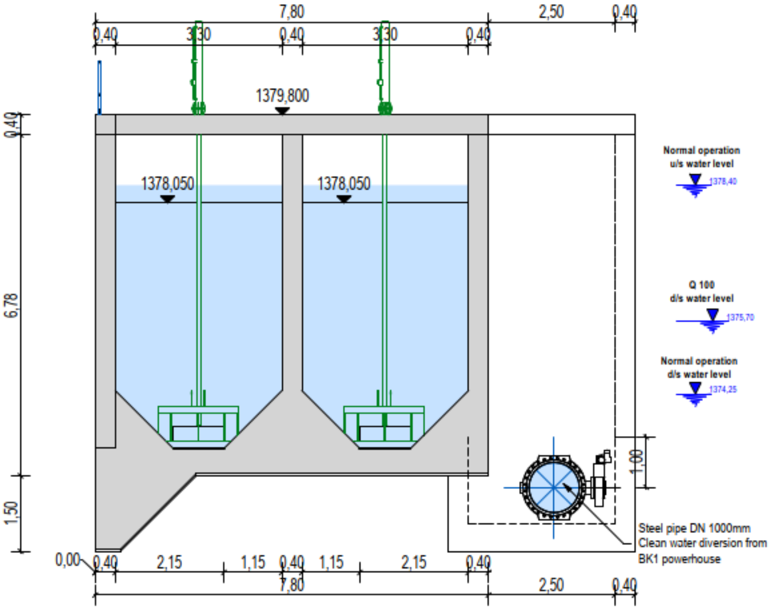
ცხრილში 2 9 სალექარის საჭირო მოცულობის გაანგარიშება

ბახვი 2ა ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება		
სალექარი - 2 კამერით [ETH 2006, Minor, Mitteilungen 193 რეკომენდაციის მიხედვით]		
საპროექტო ხარჯი	3.1 მ^3/წმ	
ნატანის მოცილების დიამეტრი dgr	0.2 მმ	
მაქსიმალური სიჩქარე სალექარში ugr	0.15 მ/წმ	
მოთხოვნილი A ფართობი	20.7მ^2	
კამერების რ-ბა	2	
თითო კამერისთვის საჭირო ფართობი	10.3მ^2	
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 მ^2	
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	

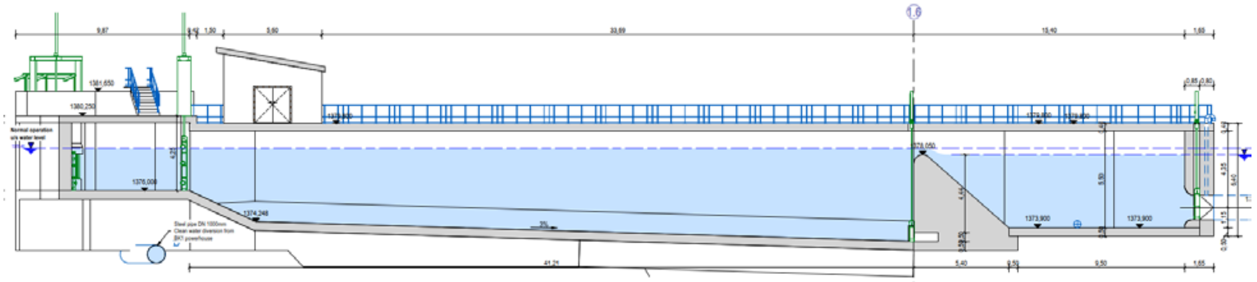
L მოთხოვნილი სიგრძე	37.7	
B<L/8=	4.7 შესრულებული	

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

სალექარის განთავსების გეგმა მოცემულია ქვემოთ ნახაზებზე 2 23 და 2 24.



ნახაზი 2 23 სალექარის განივი კვეთი

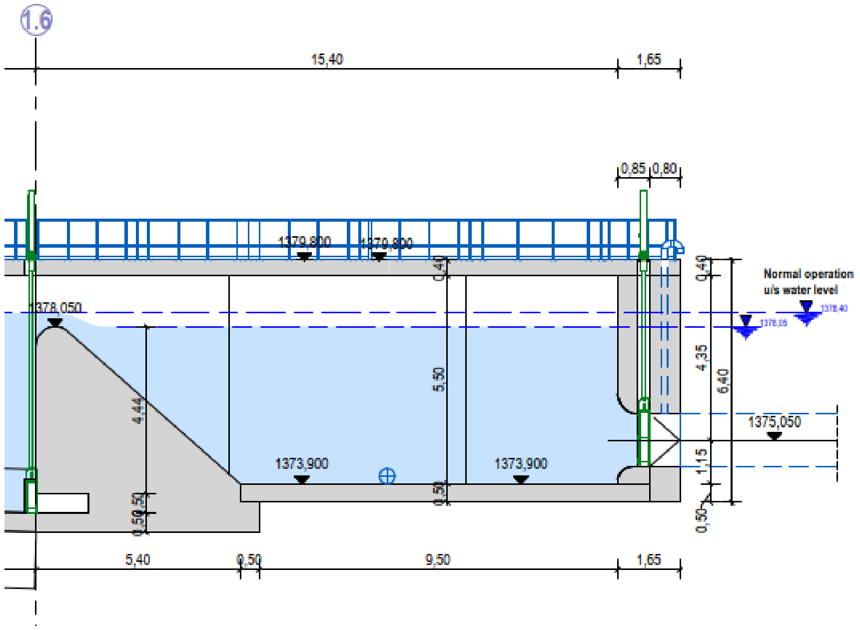


ნახაზი 2 24 სალექარის გრძივი კვეთი

2.4.2 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 2 25.



ნახაზი 2 25 სადაწნეო აუზის და სადაწნეო ილსადენის შემყვანი არხის გრძივი კვეთი

ჰიდრავლიკური პარამეტრები და გაანგარიშებები მოცემულია ქვემოთ:

- მაქსიმალური ხარჯი სადაწნეო მილსადენში Q = 4.6 მ³/წმ
- სადაწნეო მილსადენის დიამეტრი d = 1.4 მ
- მაქსიმალური სიჩქარე სადაწნეო მილსადენში V = 3.0 მ/წმ
- ფრუდეს რიცხვი = 0.81
- ზღვრული დაძირვა (hL) - Fr >0.25: (hL/d) = 0.5 + 2*Fr = 2.12
- hL = 2.12 * d = 2.96 მ --> 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 10:

ცხრილი 2 10 ბახვი 2ა-ს ჰიდრავლიკური სისტემური დანაკარგის გაანგარიშება

Q ხარჯის მაჩვენებელი	4.60 მ³/წმ
D GRP სადაწნეო მილსადენი DN1400	1.40 მ
L მიმყვანი არხი	3105.10 მ
D ფოლადის მილსადენიDN1200	1.20 მ
L სიგრძე	158.30 მ
D სდაწნეო მილსაენიდან 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	
ζe დანაკარგის კოეფ	0.2	
hl,in დანაკარგი წყალმიმღებზე	0.091 მ	

GRP სადაწნეო მილსადენი DN1400

პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
L სიგრძე	3105.10 მ	
d დიამეტრი	1.40 მ	
A ფართობი	1.54 $მ^2$	
Rh ჰიდრავლიკური რადიუსი	0.35	
Kst სტიკერის კოეფ	100	
α $[s^2/მ^5]$	0.5312032	
v სიჩქარე	2.99 მ/წმ	
hl კარგვები	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 °	
ζe კარგვის კოეფ	0.045	
r/d	1.9	
v სიჩქარე	2.99 მ/წმ	
hl კარგვები	0.758 მ	

შეზღუდვები მილებთან 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 °	
ζe კარგვის კოეფ	0.04	
v2 სიჩქარე	4.07 მ/წმ	
hl კარგვები	0.034 მ	

ფოლადის სადაწნეო მილსადენი DN1200		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
L სიგრძე	158.30	მ
d დიამეტრი	1.20	მ
A ფართობი	1.13	$მ^2$
Rh ჰიდრავლიკური რადიუსი	0.30	
Kst სტიკლერის კოეფ	95	
α [$s^2/მ^5$]	0.0682757	
v სიჩქარე	4.07	მ/წმ
hl კარგვები	1.44	მ

მუხლები		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
No. მუხლების რ-ბა	2	
d დიამეტრი	1.20	მ
r მუხლის რადიუსი	2.40	მ
β მოხვევის კუთხე	45	°
ζe კარგვის კოეფ	0.09	
r/d	2.0	
v სიჩქარე	4.07	მ/წმ
hl კარგვები	0.152	მ

განშტოება (გამარტივებული)		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
d1 დიამეტრი	1.20	მ
ζe კარგვის კოეფ	0.7	
v სიჩქარე	4.07	მ/წმ
hl კარგვები	0.590	მ

შეზღუდვები მილებთან დაკავშირებით		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
d1 დიამეტრი 1	1.20	მ
d2 დიამეტრი 2	0.75	მ
l სიგრძე	1.5	მ
β კუთხე	17.1	°
ζe კარგვის კოეფ.	0.09	
v2 სიჩქარე	5.21	მ/წმ
hl კარგვები	0.124	მ

სადაწნეო მილსადენიდან ტურბინამდე (რ-ბა = 2)		
არამეტრი	მაჩვ	ერთ
L სიგრძე	15.00	მ
d დიამეტრი	0.75	მ
A ფართობი	0.44	$მ^2$
Rh ჰიდრავლიკური რადიუსი	0.19	
Kst სტიკლერის კოეფ	95	
α [$s^2/მ^5$]	0.0793432	
v სიჩქარე	5.21	მ/წმ
hl კარგვები	0.42	მ

მუხლები		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
No. მუხლების რ-ბა	1	
d დიამეტრი	0.75	მ
r მუხლის რადიუსი	1.50	მ
βმოხვევის კუთხე	22.5	°
ζe კარგვის კოეფ.	0.045	
r/d	2.0	
v სიჩქარე	5.21	მ/წმ
hl კარგვები	0.062	მ

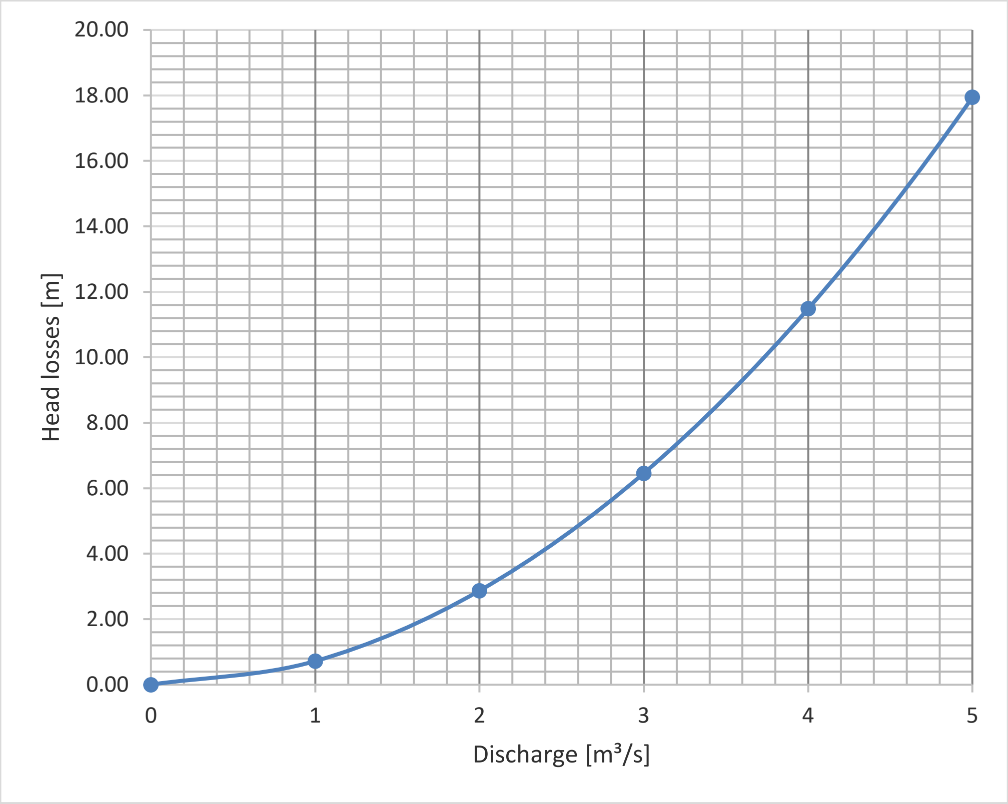
MIV		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
d1 დიამეტრი	0.75	მ
ζe კარგვის კოეფ.	0.2	
v სიჩქარე	5.21	მ/წმ
hl კარგვები	0.276	მ

სისტემაში დაწნევის დანაკარგის გაანგარიშების შედეგები მოცემულია დიაგრამაზე ნახაზზე 2 26. საპროექტო ხარჯისთვის საერთო დანაკარგი შეჯამებულია ცხრილში 2 11:

ცხრილი 2 11 ჰიდრავლიკური სისტემის დანაკარგის შეჯამება ბახვი 2ა სადგურისთვის

კარგვები @ Qd = 4.6 მ³/წმ	
სათავე ნაგებობა	0.09 მ
GRP სადაწნეო მილსადენი	12.03 მ
ფოლადის სადაწნეო მილსადენი	3.07 მ
საერთო დანაკარგი:	**15.19 მ**

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



ნახაზი 2 26 სისტემის დაწნევის დანაკარგი ხარჯთან მიმართებაში

3 ბახვი 2 B ჰესი

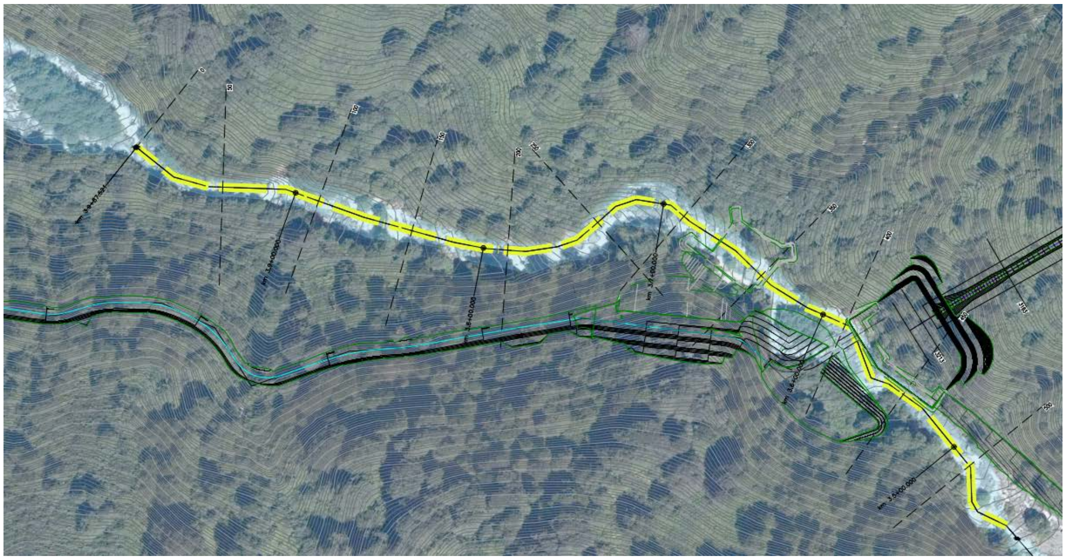
3.1 ქვედა ბიეფის ნიშნულები

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 ნახაზზე 3-1.

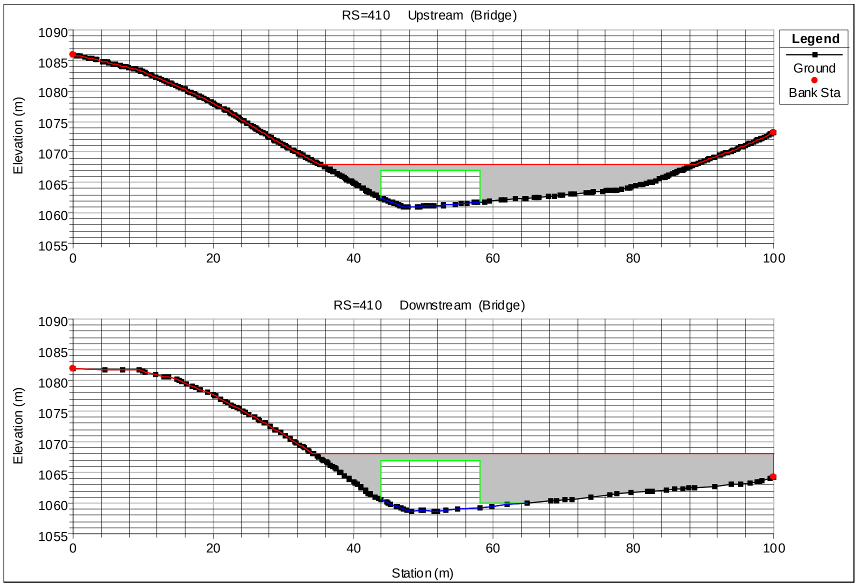


ნახაზი 3-1 BK1 ჰესის სათავე ნაგებობის მოდელის დომენი

მოდელირებისთვის გამოყენებული იქნა შემდეგი პარამეტრები:

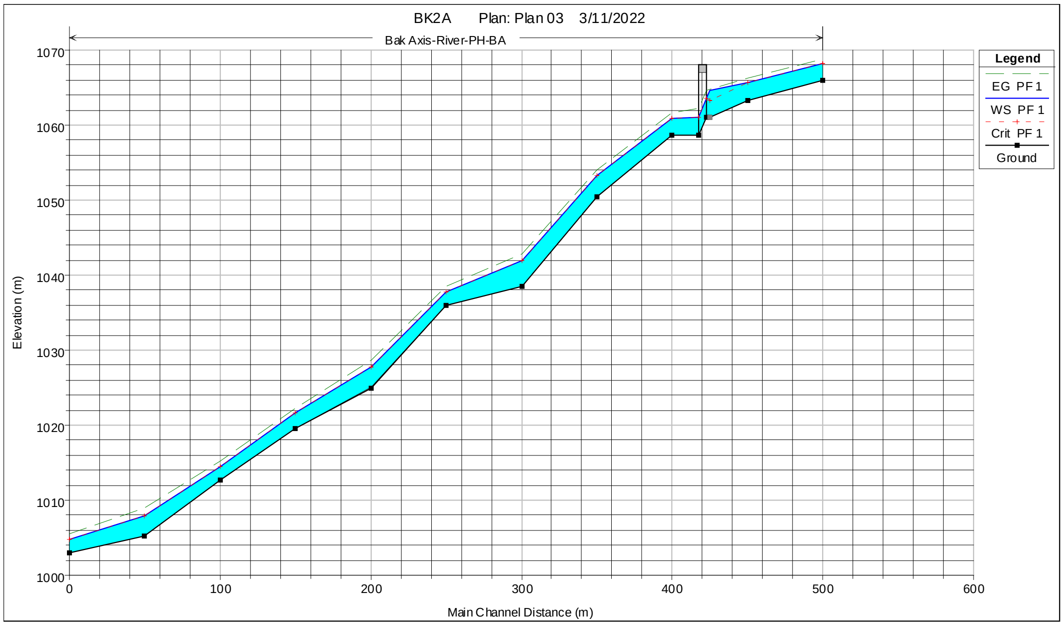
- მანინგის მნიშვნელობა n=0.040
- ქვედა ბიეფის სასაზღვრო მდგომარეობა=ნორმალური სიღრმე i=4.5%
- წყალდიდობის ხარჯები:
    - Q_{100} = 141 მ³/წმ
    - Q_{500} = 285 მ³/წმ

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 ნახაზზე 3-2

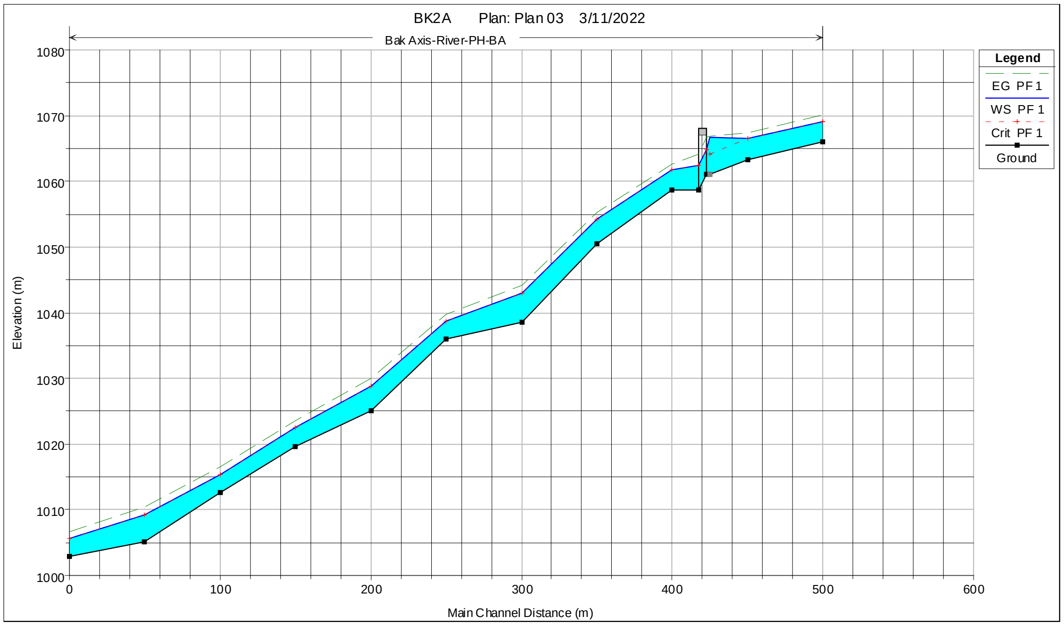


ნახაზი 3-2 ხიდის კონსტრუქცია HEC-RAS მოდელში.

წყლის ზედაპირის პროფილი Q_{100}-თვის მოცემულია ნახაზზე 3-3 და Q_{500}-თვის - ნახაზზე 3-4

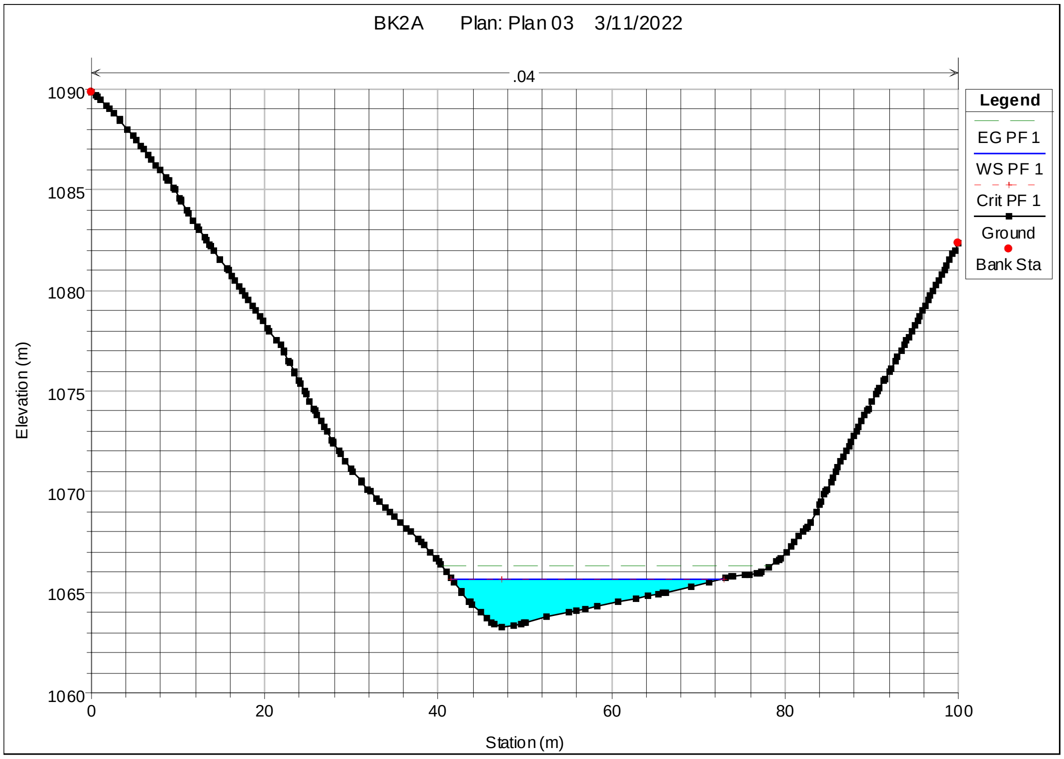


ნახაზი 3-3 წყლის ზედაპირის პროფილი ჰესის შენობასთან Q_{100}-თვის

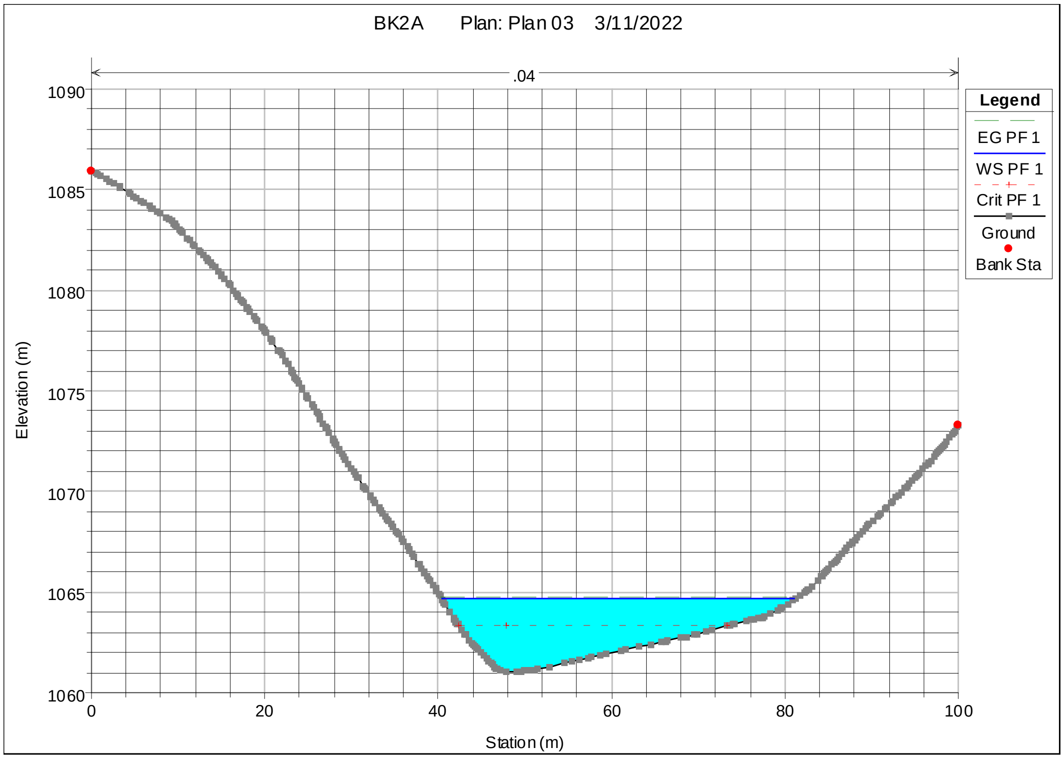


ნახაზი 3-4 წყლის ზედაპირის პროფილი ჰესის შენობასთან Q_{500}-თვის

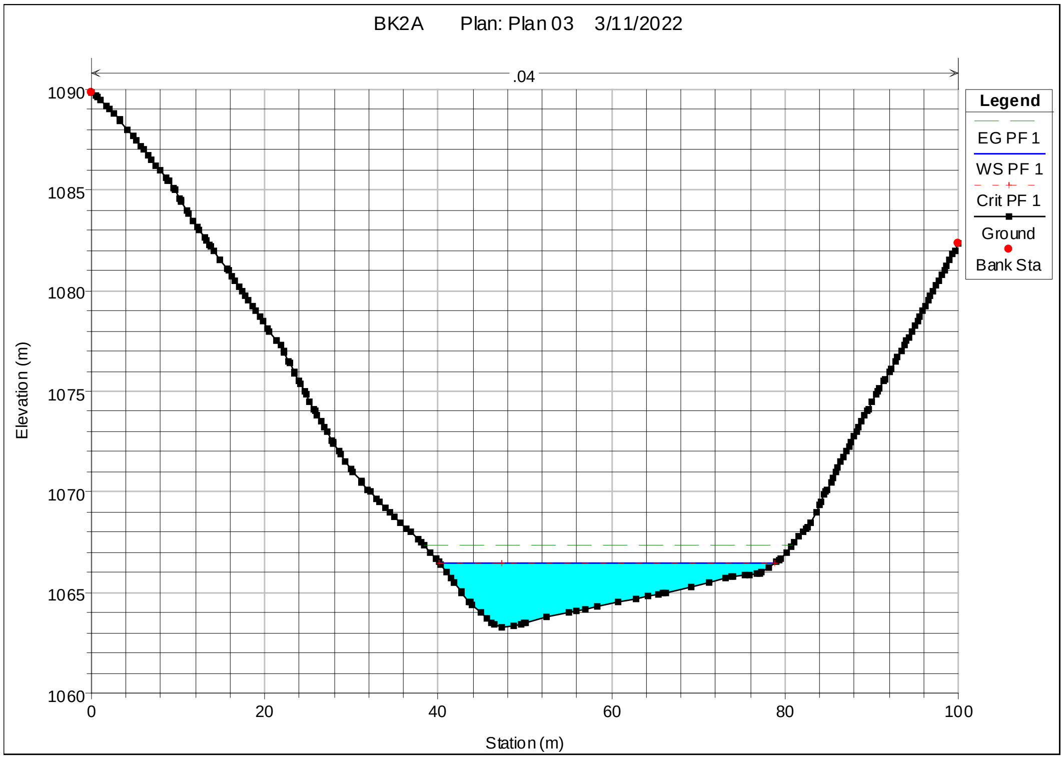
nr. 8 და 7 მოდელის განივი კვეთები ჰესის შენობის სიახლოვეს Q_{100}-ის წყალდიდობის ნიშნულთან ერთად მოცემულია ნახაზზე 3 5 და ნახაზზე 3-6 და Q_{500}-ის წყალდიდობის დონე - ნახაზზე 3 7 და ნახაზზე 3 8.



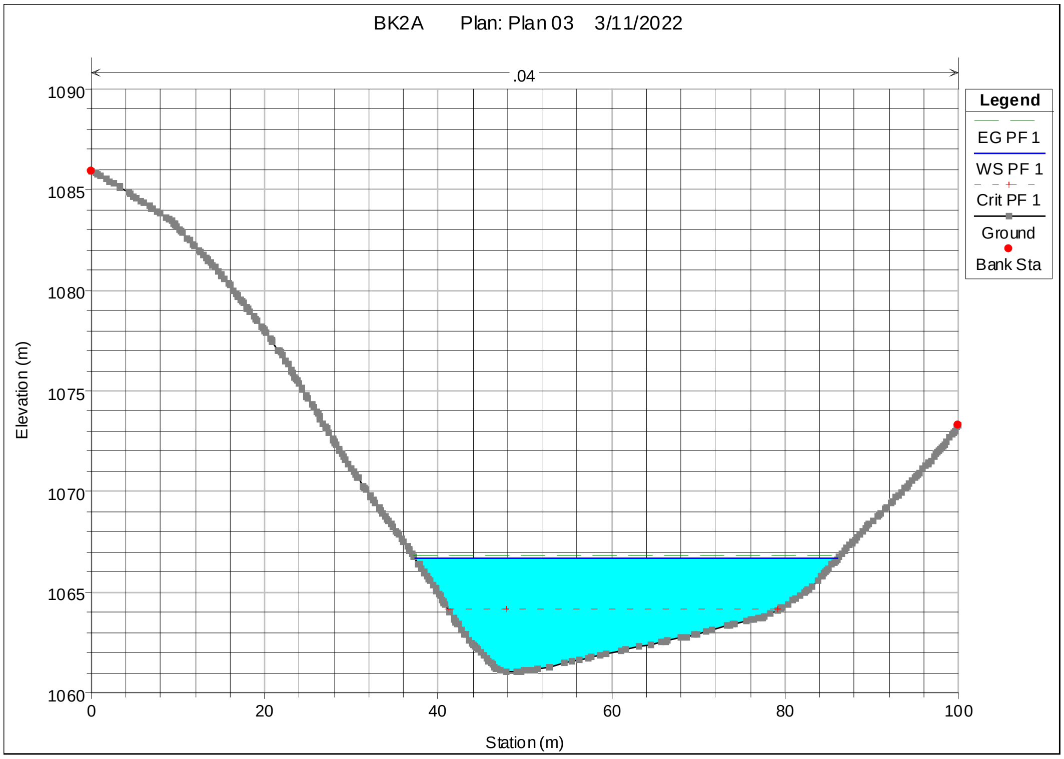
ნახაზი 3-5 განივი კვეთი Stat. +450 Q_{100}-თვის



ნახაზი 3-6 განივი კვეთი Stat. +425 for Q_{100}-თვის



ნახაზი 3-7 განივი კვეთი Stat. +450 Q_{500}-თვის



ნახაზი 3 8 განივი კვეთი Stat. +425 Q_{500}-თვის

Q_{100} და Q_{500} მოდელირების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 3-1 და ცხრილში 3-2.

ცხრილი 3-1 მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q_{100}-თვის

მდინარის სადგური	პროფილი	Q სულ (მ3/წმ)	მინ. Ch. ნიშნ (მ)	W.S. ნიშნ (მ)	კრიტ. W.S.	E.G. ნიშნ. (მ)	E.G. ქანობი (მ/მ)	სიჩქარე (მ/წმ)	ნაკადის არეალი (მ²)	ზედა სიგანე (მ)	ფრუდის რიცხვი
500	13	141	1066.00	1068.14	1068.14	1068.85	0.014473	3.74	37.75	26.54	1.00
450	12	141	1063.30	1065.68	1065.68	1066.32	0.015102	3.54	39.79	31.48	1.01
425	11	141	1061.01	1064.65	1063.32	1064.78	0.001491	1.59	88.57	40.66	0.34
410	10	Bridge									
400	9	141	1058.71	1060.95	1060.95	1061.60	0.014776	3.58	39.44	30.27	1.00
350	8	141	1050.50	1053.32	1053.32	1054.03	0.01506	3.72	37.95	27.31	1.01
300	7	141	1038.51	1041.91	1041.91	1042.81	0.01422	4.20	33.54	18.75	1.00
250	6	141	1036.00	1037.81	1037.81	1038.52	0.014479	3.71	37.97	27.02	1.00
200	5	141	1025.00	1027.79	1027.79	1028.61	0.014253	4.01	35.14	21.50	1.00
150	4	141	1019.56	1021.59	1021.59	1022.28	0.014587	3.68	38.33	27.80	1.00
100	3	141	1012.67	1014.53	1014.53	1015.24	0.014627	3.74	37.68	26.80	1.01
50	2	141	1005.20	1007.93	1007.93	1008.88	0.0141	4.33	32.56	17.06	1.00
0	1	141	1002.96	1004.81	1004.81	1005.51	0.014592	3.69	38.24	27.88	1.01

ცხრილი 3-2 მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q_{300}-თვის

მდინარის სადგური	პროფილი	Q სულ (მ3/წმ)	მინ. Ch. ნიშნ (მ)	W.S. ნიშნ (მ)	კრიტ. W.S.	E.G. ნიშნ. (მ)	E.G. ქანობი (მ/მ)	სიჩქარე (მ/წმ)	ხარჯის არეალი (მ²)	ზედა სიგანე (მ)	ფრუდის რიცხვი
500	13	285	1066.00	1069.02	1069.02	1070.08	0.012984	4.56	62.55	29.71	1.00
450	12	285	1063.30	1066.47	1066.47	1067.36	0.013531	4.18	68.25	38.74	1.00
425	11	285	1061.01	1066.67	1064.12	1066.80	0.000754	1.59	179.32	48.73	0.26
410	10	Bridge									
400	9	285	1058.71	1061.78	1061.78	1062.68	0.013397	4.19	67.96	38.02	1.00
350	8	285	1050.50	1054.19	1054.19	1055.23	0.013379	4.52	63.12	30.66	1.00
300	7	285	1038.51	1043.07	1043.07	1044.26	0.013142	4.83	58.95	25.18	1.01
250	6	285	1036.00	1038.69	1038.69	1039.73	0.012894	4.51	63.20	30.48	1.00
200	5	285	1025.00	1028.81	1028.81	1030.01	0.012975	4.86	58.69	24.59	1.00
150	4	285	1019.56	1022.44	1022.44	1023.47	0.012987	4.48	63.68	31.20	1.00
100	3	285	1012.67	1015.41	1015.41	1016.47	0.012851	4.55	62.62	29.67	1.00
50	2	285	1005.20	1009.14	1009.14	1010.49	0.012976	5.14	55.42	20.66	1.00
0	1	285	1002.96	1005.67	1005.67	1006.68	0.013043	4.45	64.11	32.19	1.01

3.1.2 ჰესის შენობის ქვედა ბიეფი

BK2B-ის ჰესის შენობა მდებარეობს უშუალოდ BK3 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 BK2 ჰესის სათავე ნაგებობის კონსტრუქციები მოცემულია ნახაზზე 3-9.

ნახაზი 3-8 BK1 ჰესის შენობის არეალის მოდელის დომენი

წყალსაგდების თხემის და გამრეცხი რაბის ჰიდრავლიკური გაანგარიშება Q_{100} და Q_{500} ხარჯებისთვის წარმოდგენილია ცხრილში 3-3 და ცხრილში 3-4. წყალსაგდების გვერდითი კედლების სიმაღლე არის 3.6 მ. Q100 ხარჯის პირობებში წყლის დონე იქნება 2.7 მ წყალსაგდების თხემის ზემოთ, გამრეცხი რაბის გათვალისწინების გარეშე.

გვერდით კედლებზე ხარჯის გადადინების გარეშე Q500 ხარჯის პირობებში მის გასატარებლად საჭირო იქნება გამრეცხი რაბის მხოლოდ ნაწილობრივი გახსნა.

ცხრილი 3-3 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.ღ.დ
წყლის დონე	5050.3 მ ზ.ღ.დ
გამრეცხი რაბი	
სიმაღლე	0 მ
სიგანე	2 მ
კოეფიციენტი	0,9
ქვედა ნიშნული	494,5 მ ზ.ღ.დ.

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

ცხრილი 3-4 მოდელირების შედეგები სათავე ნაგებობასთან Q_{500} 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***

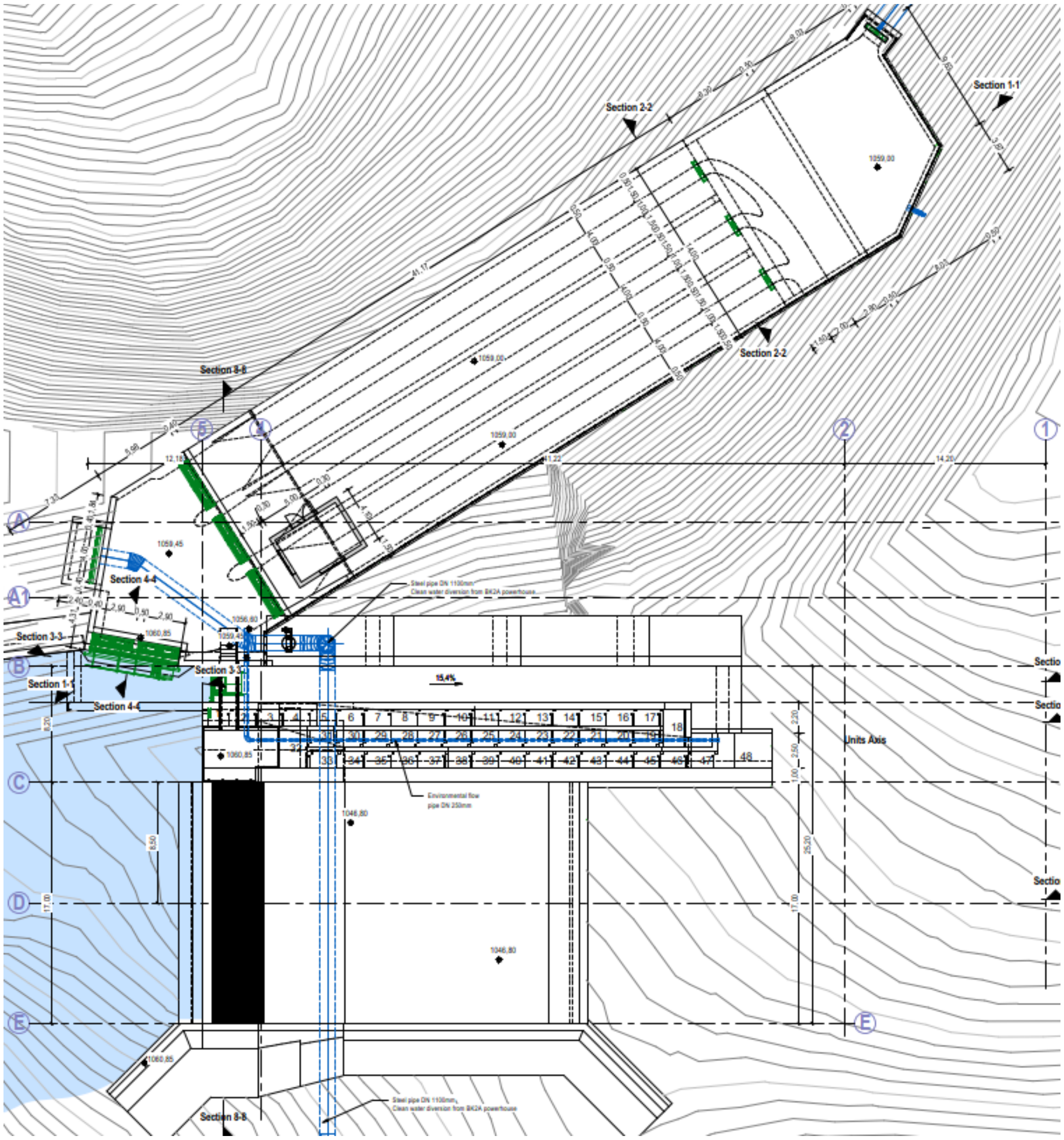
გამრეცხი რაბი	
შესაყვანი მონაცემები	
თხემის ნიშნული	502.6 მ ზ.ღ.დ
წყლის დონე	506.2 მ ზ.ღ.დ
გამრეცხი რაბი	
სიმაღლე	1.5 მ
სიგანე	4 მ
კოეფიციენტი	0,9
ქვედა ნიშნული	494,5 მ ზ.ღ.დ.

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

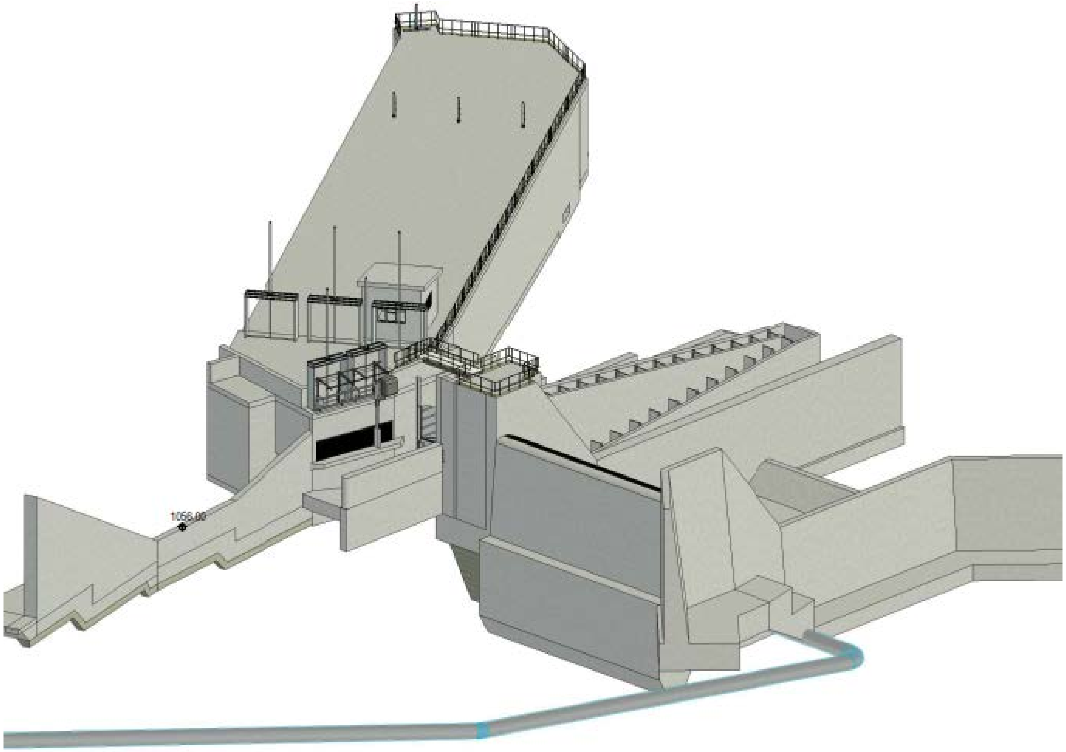
ბახვი 2ბ

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 3-10 და 3-11.



ნახაზი 3-10 ბახვი 2ბ სათავე ნაგებობის და წყალსაგდების ძირითადი მონახაზი



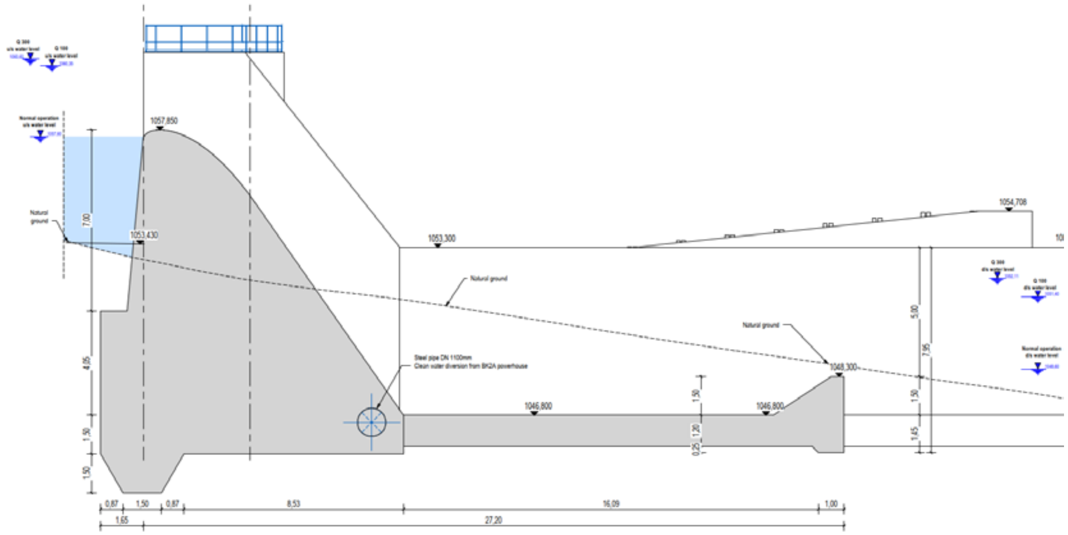
ნახაზი 3-11. ბახვი 2ბ სათავე ნაგებობის და წყალსაგდების ძირითადი მონახაზი

ძირითადი საპროექტო ჰიდრავლიკური პარამეტრები მოცემულია ქვემოთ ცხრილში 3 5:

ცხრილი 3 5 წყალსაგდების ჰიდრავლიკური პარამეტრები

წყალსაგდების ტიპი	თავისუფალი გადადინების უვაკუუმო წყალსაშვი
თხემის ნიშნული	ზ. დ.-დან 1057.85 მ
თხემის სიგანე	17.0 მ
კალაპოტის/ტალვეგის ნიშნული	ზ. დ.-დან 1053.4 მ
საპროექტო წყალდიდობა	Q100 = 141 მ³/წმ
საკონტროლო წყალდიდობა	Q300 = 230 მ³/წმ
წყალსაგდების ფსკერის ნიშნული	ზ. დ.-დან 1046.8 მ
ქვედა ბიეფის ნიშნული (Q100)	ზ. დ.-დან 1051.4 მ
ქვედა ბიეფის ნიშნული (Q300)	ზ. დ.-დან 1052.1 მ

დამბისა და ჩამქრობი ჭის განივი კვეთი მოცემულია ნახაზზე 3-12.



ნახაზი 3-12 ზახვი 2ბ წყალსაგდების განივი კვეთი.

3.2.1 წყალსაგდების გამტარუნარიანობა

პროექტისთვის გამოყენებულია შემდეგი საპროექტო ჰიდრავლიკური პარამეტრები:

Q100 საპროექტო წყალდიდობა:

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

Q300 საპროექტო წყალდიდობა (საკონტროლო წყალდიდობა)

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

2.2.1.1 100 წლიანი განმეორებადობის საპროექტო წყალდიდობის ხარჯის გატარება

141 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 3 6.

ცხრილი 3-6 წყალსაგდების ჰიდრავლიკური გაანგარიშება (პოლენის ფორმულა წყალდიდობის 100 წლიანი განმეორებადობის პერიოდისთვის (Q100))

წყალსაშვის თხემი	
საწყისი მონაცემები	
საერთო სიგანე (საყრდენების ჩათვლით)	17 მ

საყრდენების სიგანე	0მ
საყრდენების რ-ბა	0
საყრდენის კოეფიციენტი	0.07
დაწნევა თხემს ზემოთ	2.50მ
არასრულყოფილი ხარჯის კოეფიციენტი (ქვედა ბიეფი)	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 3.7.

ცხრილი 3.7 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 ბიეფი)	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 რაბი	
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 ჰიდრავლიკური დაწნევა არის საჭირო 300 წლიანი განმეორებადობის (Q300) წყალდიდობის ხარჯის გატარებისთვის პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ტიპის წყალსაგდებისთვის და სრულად გაღებული გამრეცხი რაბისთვის. 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 8, ხოლო გაანგარიშების შედეგად მიღებული წყალსაშვის ფორმა მოცემულია ნახაზზე 3-13.

ცხრილი 3 8 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_o :	0.1
X_o :	-0.70
Y_o :	-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.)

$$y = \frac{x^{1,85}}{2 \times hd^{0,85}}$$

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 3-13 პრაქტიკული მოხაზულობის უვაკუუმო წყალსაშვის ფორმა დღიური ხარჯისთვის-$Q_დ$ (=Q100)

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 $მ^3$/წმ (Q100).

3.2.4.1 საპროექტო ჰიდრავლიკური გაანგარიშება

ძირითადი პარამეტრებია ჰიდრავლიკური მიდგომა და ქვედა ბიეფის მახასიათებლებია.

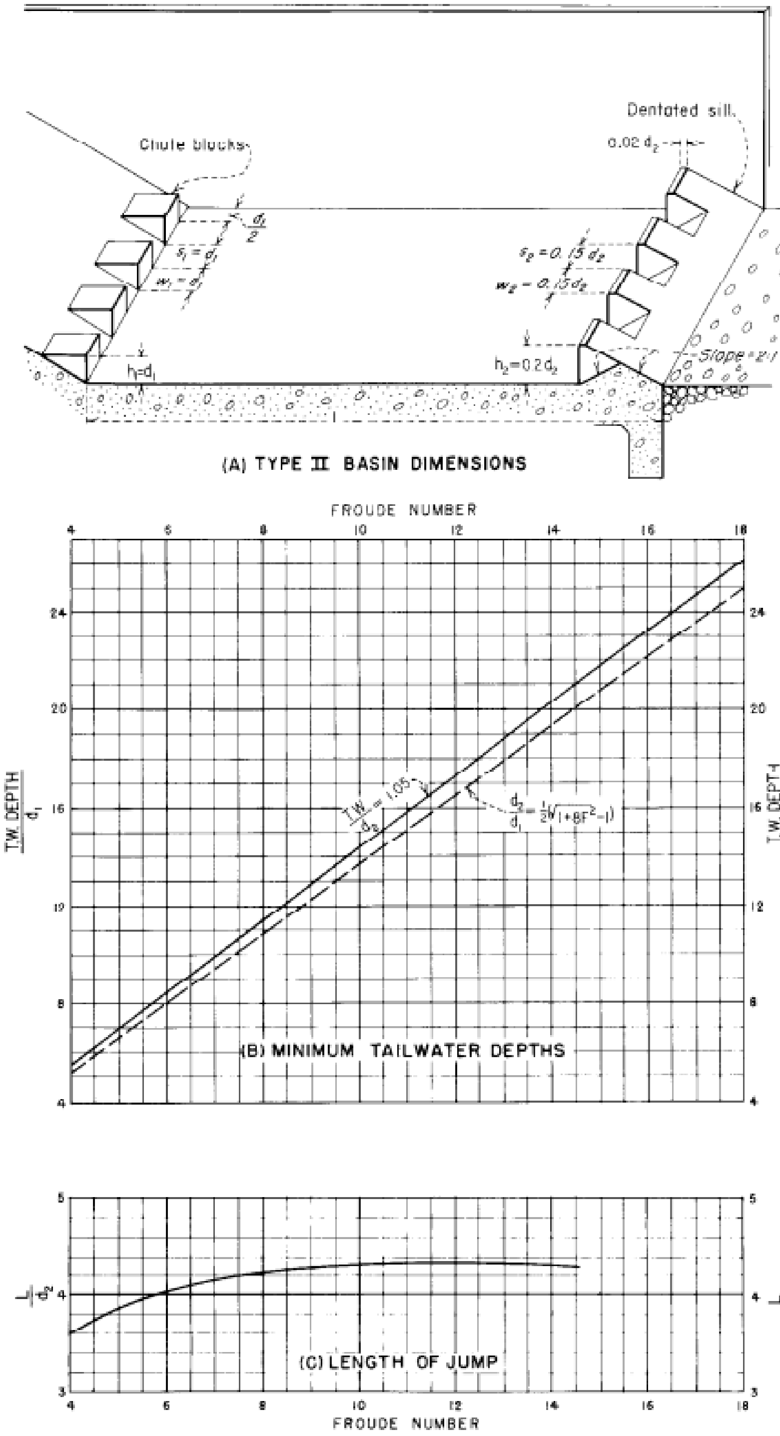
ჰიდრავლიკური მიდგომის პირობების გაანგარიშება მოხდა წყალსაგდების გეომეტრიის და ხარჯის მაჩვენებლის მიხედვით:

- V1 = 14.4 მ/წმ
- D1 = 0.58 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 -> d2 = 4.4მ
- ქვედა ბიეფის მოთხოვნილი სიღრმე: TW/d1 = 8.9 -> TW = 4.63მ (= d2 + 5%)
- ქვედა ბიეფის სიღრმე Q100 ხარჯისთვის: ზ.დ.-დან 1051.4 მ
- ჩამქრობი ჭის ფსკერის მოთხოვნილი ნიშნული: 1051.4 – 4.6 = 1046.8 -> შესრულებული
- ჭის მოთხოვნილი სიგრძე: L1/d2 = 4.05 -> L1 = 4.05 * 4.37 = 17.7 მ-> შესრულებული



ნახაზი 3-14 ჩამქრობის ჭის ტიპი II USBR-ს მიხედვით, ფრუდეს რიცხვით > 4.5

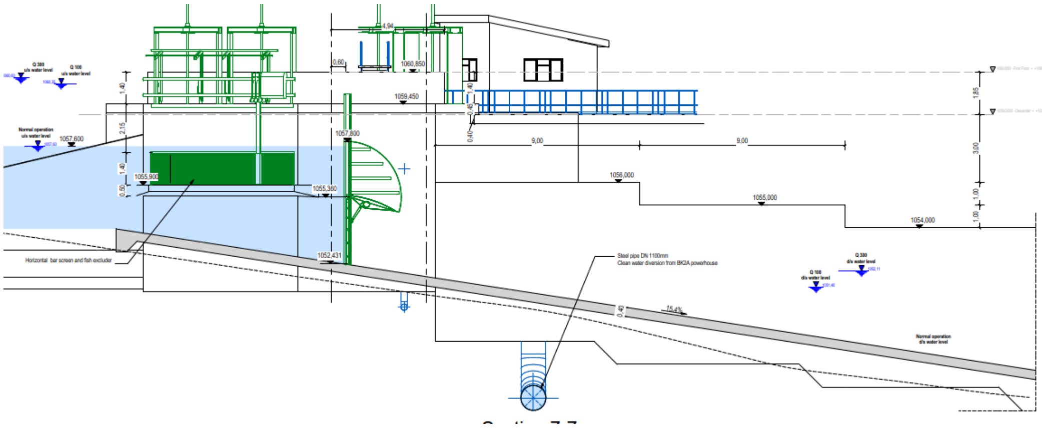
3.3 გამრეცხი არხის ჰიდრავლიკური ანალიზი

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 (იხ. ნაწილი 3.2.1)

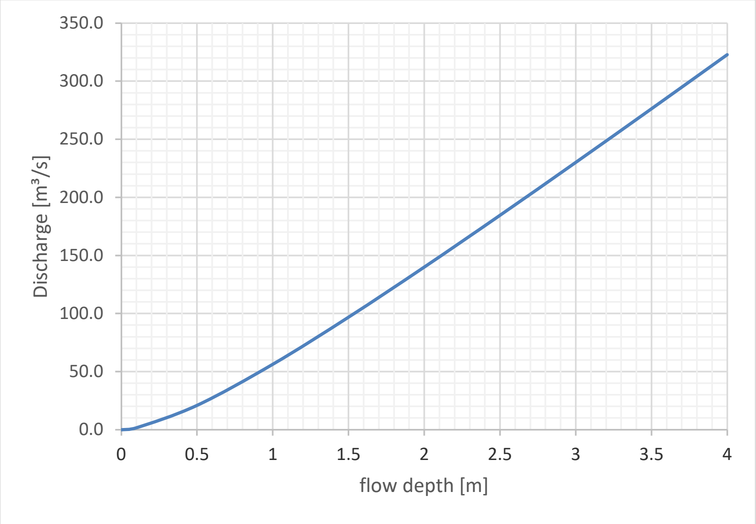
გამრეცხი ფარის ჰიდრავლიკური გამტარუნარიანობა შემოწმდა უდაწნეო, თავისუფალი ხარჯის გაანგარიშებით:

- არხის სიგანე = 2.5 მ ვერტიკალური კედლები
- არხის ქანობი = 15.4 %
- სიმქისის მაჩვენებელი: Kst = 85 / მანინგის ფორმულა n= 0.012



ნახაზი 3-15 გამრეცხი არხის გრძივი კვეთი

ხარჯის გამტარობა ხარჯის სიღრმესთან მიმართებაში ნაჩვენებია ნახაზზე 3-16.



ნახაზი 3-16 გამრეცხი არხის გამტარუნარიანობა

წყლის დერივაციისთვის მშენებლობის პერიოდში გასათვალისწინებელი საპროექტო წყალდიდობის მაჩვენებელი განისაზღვრა როგორც Q10 (=46 მ³/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.

წყალდიდობის ხარჯის და წყალსაგდების ოპერირების პირობებში ხარჯის მაქსიმალური გამოდინება მოცემულია თავში 2.2.1.

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:

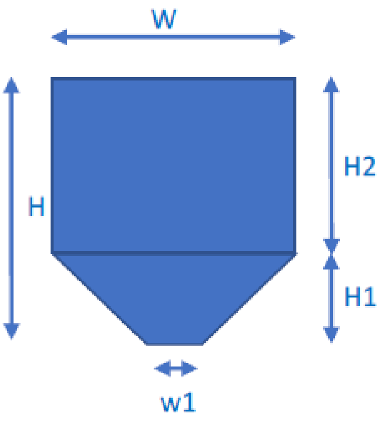
- საპროექტო ხარჯი = 5.3 მ³/წმ
- სალექარი სამ კამერად იყოფა (2 კამერა არახელსაყრელად ჩაითვალა მოთხოვნილი სიმაღლისა და ნიშნულის შეზღუდვების გათვალისწინებით გამრეცხი რაზის გამოსასვლელთან)
- ნატანის მოცილების დიამეტრი (ნაწილაკის ზომა) = 0.15 მმ (კრიტიკული დიამეტრი შემცირდა ზახვი 1 და ზახვი 2ა-სთან შედარებით, ზახვი 2ბ სადგურის უფრო დიდი ჰიდრავლიკური დაწნევის გამო)
- მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარე სალექარში (შილდსის დიაგრამის მიხედვით (Shields diagram)) = 0.10 მ/წმ
- სიგანე/სიმაღლის ფარდობის კოეფიციენტი კამერებში = 1.25
- დალექვის სიჩქარე w0 = 2.0 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

გაანგარიშება მოცემულია ცხრილში 3 9.

ცხრილში 3 9 სალექარის საჭირო მოცულობის გაანგარიშება

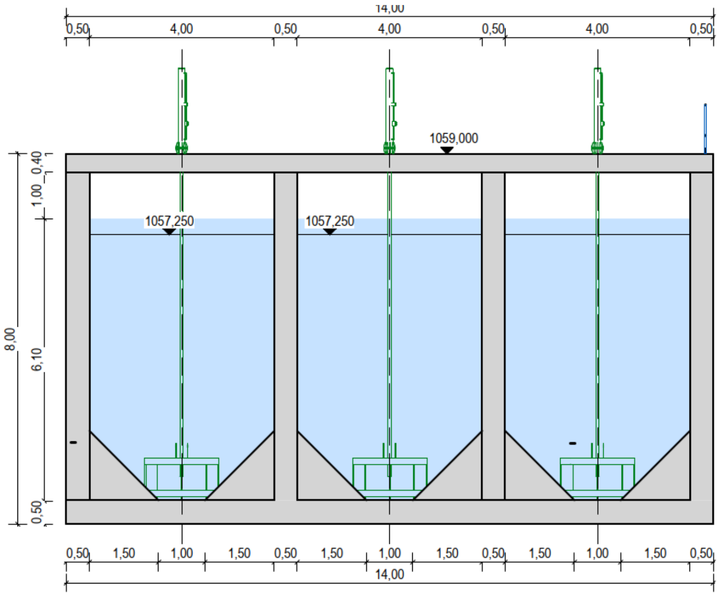
ზახვი 2ბ ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება		
სალექარი - 3 კამერით [ETH 2006, Minor, Mitteilungen 193 რეკომენდაციის მიხედვით]		
საპროექტო ხარჯი	5.3 მ³/წმ	

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

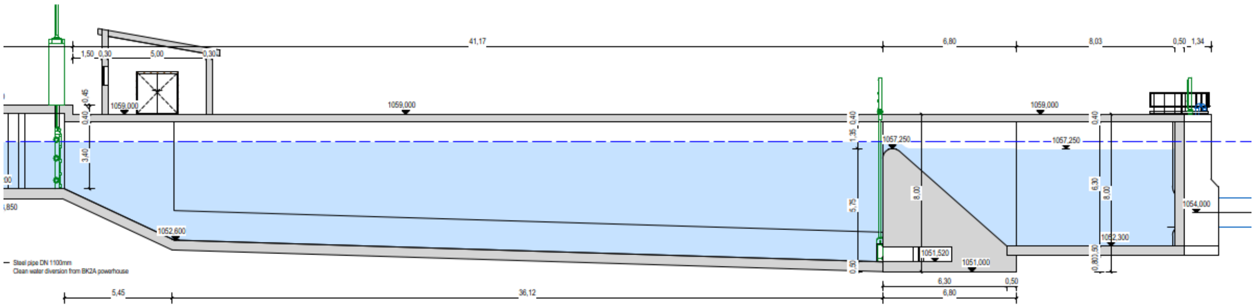


სალექარის სიგრძე იქნება 35.2 მ მის შემდეგ განთავსებული გადასადინებელი წყალსაშვით, რომელიც სალექარში წყლის დონის დასარეგულირებლად არის გათვალისწინებული.

სალექარის განთავსების გეგმა მოცემულია ქვემოთ ნახაზებზე 3-17 და 3-18.



ნახაზი 3-17 სალექარის განივი კვეთი

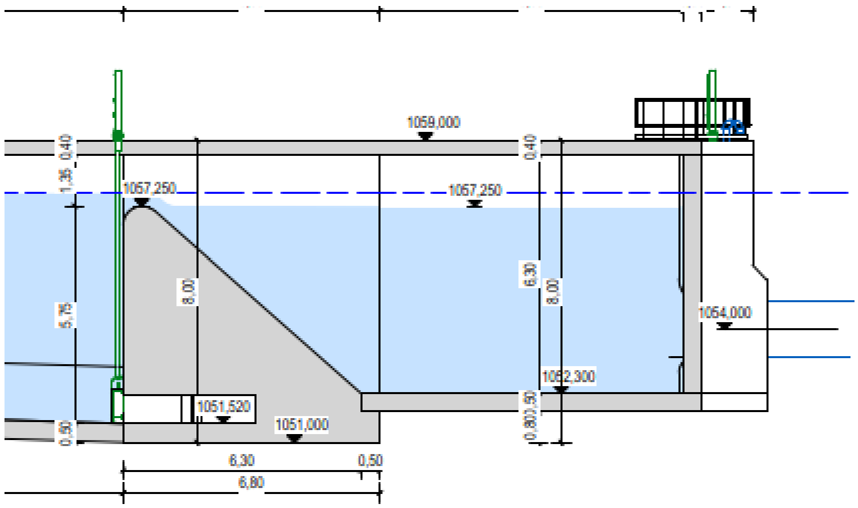


ნახაზი 3-18 სალექარის გრძივი კვეთი

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 3-19.



ნახაზი 3-19 სადაწნეო აუზის და სადაწნეო მილსადენის შემყვანი არხის გრძივი კვეთი

ჰიდრავლიკური პარამეტრები და გაანგარიშებები მოცემულია ქვემოთ:

- მაქსიმალური ხარჯი სადაწნეო მილსადენში Q = 5.3 მ³/წმ
- სადაწნეო მილსადენის დიამეტრი d = 1.5 მ
- მაქსიმალური სიჩქარე სადაწნეო მილსადენში V = 3.0 მ/წმ
- ფრუდეს რიცხვი = 0.78
- ზღვრული დაძირვა (hL) - Fr >0.25: (hL/d) = 0.5 + 2*Fr = 2.06
- hL = 2.06 * d = 3,09 მ
- შემყვანი მილის ცენტრის ნიშნული: 1067.25 – 3.09 = 1064.2--> შესრულებული

3.5 სადაწნეო მილსადენის ჰიდრავლიკური დანაკარგის გაანგარიშებები

სისტემური დანაკარგის (სათავე ნაგებობასთან წყალშემყვანი არხიდან ტურბინის შესასვლელამდე) ჰიდრავლიკური გაანგარიშება მოცემულია ცხრილში 3 10:

ცხრილი 3 10 ზახვი 2ზ-ს ჰიდრავლიკური სისტემური დანაკარგის გაანგარიშება.

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

წაგავდამჭერი		
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	3.00	მ/წმ
ζe დანაკარგის კოეფ	0.2	
hl,in დანაკარგი წყალმიმღებზე	0.092	მ

GRP სადაწნეო მილსადენი DN1400		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
L სიგრძე	2464.50	მ
d დიამეტრი	1.50	მ
A ფართობი	1.77	$მ^2$
Rh ჰიდრავლიკური რადიუსი	0.38	
Kst სტიკერის კოეფ	100	
α [$s^2/მ^5$]	0.2918173	
v სიჩქარე	3.00	მ/წმ
hl კარგვები	8.20	მ

მუხლები		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
No. მუხლების რ-ბა	20	
d დიამეტრი	1.50 მ	
r მუხლის რადიუსი	2.60 მ	
β მოხვევის კუთხე	15.0°	
ζe კარგვის კოეფ	0.03	
r/d	1.7	
v სიჩქარე	3.00 მ/წმ	
hl კარგვები	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	
ζe კარგვის კოეფ	0.045	
r/d	1.7	
v სიჩქარე	3.00 მ/წმ	
hl კარგვები	0.681 მ	

შეზღუდვები მილებთან 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 °	
ζe კარგვის კოეფ	0.04	
v2 სიჩქარე	3.99 მ/წმ	
hl კარგვები	0.033 მ	

ფოლადის სადაწნეო მილსადენი DN1200

პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
L სიგრძე	1301.42 მ	
d დიამეტრი	1.30 მ	
A ფართობი	1.33მ²	
Rh ჰიდრავლიკური რადიუსი	0.33	
Kst სტიკერის კოეფ	95	
α [s²/მ⁵]	0.3662739	
v სიჩქარე	3.99 მ/წმ	
hl 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°	
ζe კარგვის კოეფ	0.06	
r/d	2.0	
v სიჩქარე	3.99 მ/წმ	
hl კარგვები	0.244 მ	

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

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

შეზღუდვები მილებთან დაკავშირებით		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
d1 დიამეტრი 1	1.30	მ
d2 დიამეტრი 2	0.8	მ
l სიგრძე	1.5	მ
β კუთხე	18.9	°
ζe კარგვის კოეფ.	0.09	
v2 სიჩქარე	5.27	მ/წმ
hl კარგვები	0.127	მ

სადაწნეო მილსადენიდან ტურბინამდე (რ-ბა = 2)		
არამეტრი	მაჩვ	ერთ
L სიგრძე	14.00	მ
d დიამეტრი	0.80	მ
A ფართობი	0.50	მ²
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	მაჩვ	ერთ
No. მუხლების რ-ბა	1	
d დიამეტრი	0.80	მ
r მუხლის რადიუსი	1.50	მ
β მოხვევის კუთხე	22.5	°
ζe კარგვის კოეფ.	0.045	
r/d	1.9	
v სიჩქარე	5.27	მ/წმ
hl კარგვები	0.064	მ

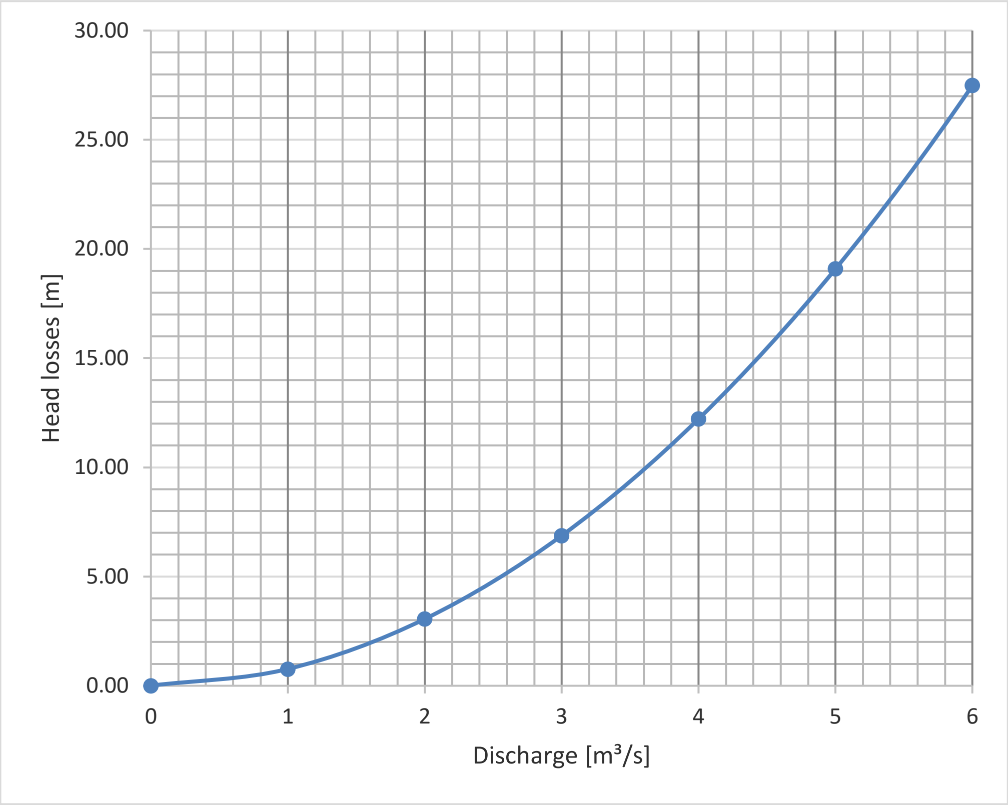
MIV		
პარამეტრი	მაჩვ	ერთ
d1 დიამეტრი	0.75	მ
ζe კარგვის კოეფ.	0.2	
v სიჩქარე	6.00	მ/წმ
hl კარგვები	0.367	მ

სისტემაში დაწნევის დანაკარგის გაანგარიშების შედეგები მოცემულია დიაგრამაზე ნახაზზე 3-20. საპროექტო ხარჯისთვის საერთო დანაკარგი შეჯამებულია ცხრილში 3 11:

ცხრილი 3 11 ჰიდრავლიკური სისტემის დანაკარგის შეჯამება ბახვი 2ბ სადგურისთვის

კარგვები @ Qd = 5.3 მ³/წმ	
სათავე ნაგებობა	0.09 მ
GRP სადაწნეო მილსადენი	9.19 მ
ფოლადის სადაწნეო მილსადენი	12.17 მ
საერთო დანაკარგი:	**21.45 მ**

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



ნახაზი 3-20 სისტემის დაწნევის დანაკარგი ხარჯთან მიმართებაში