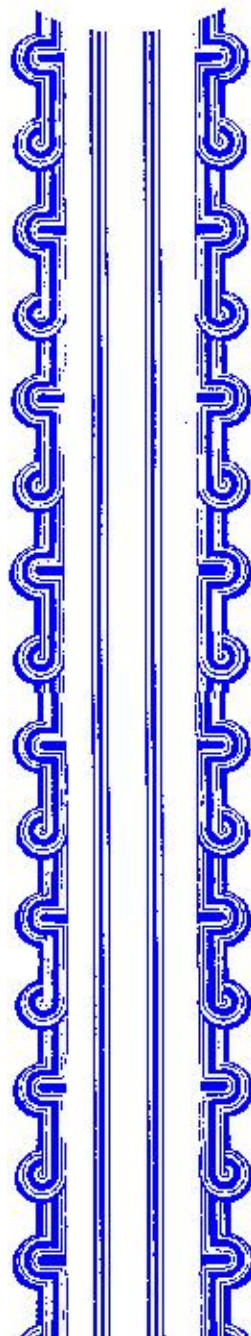


საქართველო

შპს „ბასიანი 93“



პარცისე ჰესების კასკადი მდ.რიონზე
თევზსავალი სათავე ნაგებობებზე



დეტალური პროექტი
საერთო განმარტებითი ბარათი

თბილისი
2017

პარციალური კონსტრუქციის კასკადი მდ.რიონზე

თევზსაპალი სათავე ნაგებობებზე

დეტალური პროექტი

სამართო განმარტებითი ბარათი

გენერალური
დირექტორი



მ.მიმინოშვილი

ტექნიკური დირექტორის
მოვალეობის შემსრულებელი



ნ.ქოჩორაძე

შ ი ნ ა ა რ ს ი

შ ე ს ა ვ ა ლ ი.....	4
1. ბუნებრივი პირობები.....	5
1.1. საინჟინრო ჰიდროლოგია	5
1.2. საინჟინრო ტოპოგრაფია	5
1.3. საინჟინრო გეოლოგია	6
2. იქთიოფაუნა და მდინარე რიონზე არსებული მდგომარეობის მოკლე მიმოხილვა.....	8
3. ძირითადი ტექნიკური გადაწყვეტები.....	13
3.1. თევზსავალი.....	13
3.2. თევზდამცავი ღონისძიებები - თევზამრიდი.....	17
4. მოსაზრებები სამუშაოთა ორგანიზაციისა და წარმოების შესახებ.....	22
4.1. მშენებლობის განხორციელების პირობები.....	22
4.2. მშენებლობის რაიონის ბუნებრივი პირობები.....	22
4.3. სამშენებლო მოედნის მოკლე დახასიათება	23
4.4. ძირითადი მოთხოვნები კონტრაქტორი ორგანიზაციისადმი	23
4.5. სამშენებლო მასალით უზრუნველყოფა და სატრანსპორტო სქემა	23
4.6. მშენებლობის მართვის ორგანიზაცია	24
4.7. საპროექტო გადაწყვეტილებები და სამუშაოთა მოცულობები.....	24
4.8. ნაგებობათა მშენებლობის სქემები და ხანგრძლივობა.....	24
4.9. მშენებლობის რეკომენდებული სქემები.....	24
4.10. სამუშაოთა ორგანიზაცია	26
4.11. უსაფრთხოების ტექნიკა და ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები	26
5. სამშენებლო სამუშაოებთან დაკავშირებული გაჩერებით გამოწვეული ელექტროენერგიის გამოძუშავების დანაკარგის განსაზღვრა.....	30
6. სახარჯთაღრიცხვო ღირებულების განსაზღვრა.....	35
დ ა ნ ა რ თ ე ბ ი	39

ნ ა ხ ა ზ ე ბ ი ს ნ უ ს ხ ა

რიგ. №	დასახელება	ნახაზის ნომერი
1	ვარციხე ჰესი, თევზსავალი, საინჟინრო ტოპოგრაფია, გეგმა მ 1:500	48/17-2-1;
2	იგივე, გენგეგმა მ 1:500	48/17-9-1;
3	იგივე, გრძივი ჭრილი მ 1:200	48/17-9-2;
4	იგივე, განივი ჭრილები მ 1:200	48/17-9-3;
5	იგივე, საყალიბო ნახაზი მ 1:50	48/17-9-4;
6	იგივე, ტიპური აუზების არმირების სქემები, ცალობრივი არმატურის სპეციფიკაცია, ფოლადის ხარჯის უწყისი	48/17-9-5;
7	იგივე, სპეციფიკური აუზების არმირების სქემები. ფურცელი 1.	48/17-9-6 ფ1;
8	იგივე, ფურცელი 2	48/17-9-6 ფ.2;
9	იგივე, არმობადეები, სპეციფიკაციები ფურცელი 1.	48/17-9-7 ფ1;
10	იგივე, ფურცელი 2.	48/17-9-7 ფ.2;
11	იგივე, ფურცელი 3.	48/17-9-7 ფ.3;
12	იგივე, ქვაბულის დამუშავება და ზღუდარი	47/17-27-1

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

წინამდებარე საპროექტო დოკუმენტაცია დამუშავებულია შპს „ვარციხე 2005“-თან 2017 წლის 11 აპრილს გაფორმებული №48/17 ხელშეკრულების საფუძველზე, რომელიც მიზნად ისახავდა ჰიდროკანდის სათავე ნაგებობებზე თევზსავალის დეტალური საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავებას.

დოკუმენტაციის დამუშავებისას საბაზო მასალად გამოყენებული იქნა ინსტიტუტ „ჰიდროპროექტის“ მიერ დამუშავებული საწყისი და საშემსრულებლო ნახაზები, განმარტებითი ბარათები და მშენებლობის პერიოდში დადგენილი მიწის კაშხლის ტანის გეოტექნიკური მაჩვენებლები.

საკვლევ უბნებზე დეტალური საველე ტოპო-გეოდეზიური სამუშაოები ჩატარდა 2017 წლის ივნისის თვეში.

იმის გამო, რომ სამშენებლო მოედნის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები მრავალჯერ და დეტალურად არის შესწავლილი გასულ წლებში, დამკვეთთან საპროექტო სამუშაოთა პროგრამისა და მოცულობების განხილვის შემდეგ მიზანშეუწონლად იქნა მიჩნეული კიდევ ერთი საველე და ლაბორატორიული კვლევების ჩატარება. მხედველობაში იქნა მიღებული ის ფაქტიც, რომ საკვლევ ტერიტორიებზე რაიმე სახის მნიშვნელობის გეოდინამიკურ და ტექნოგენურ ცვლილებებს ადგილი არ ჰქონია.

რაც შეეხება საინჟინრო ჰიდროლოგიას, გასული საუკუნის მეორე ნახევრიდან 80-იანი წლების ბოლომდე საკვლევ გასწორში მიმდინარეობდა სისტემატური დაკვირვებები. დაკვირვებების შეწყვეტიდან განვლილ პერიოდში მსჯელობა ჰიდროლოგიური პირობების ცვალებადობაზე შესაძლებელია ნამახვანის ჰიდრომეტრული საგუშაგოსა და ქუთაისის ჰიდრომეტროსადგურის დაკვირვებების შედეგებით. ამ მონაცემების გათვალისწინებით საშუალომრავალწლიური მაჩვენებლების გადაანგარიშებამ (რომლებიც ნამახვანპესების კასკადისთვის ჩატარდა 2007 წელს) აჩვენა, რომ ცვლილებები უმნიშვნელოა და ისინი ანგარიშების სიზუსტის ფარგლებში ჯდება. ამდენად, დასაშვებად იქნა მიჩნეული არსებული მონაცემების გამოყენება წყლის ღონეების განსასაზღვრად ქვემო ბიეფში.

გარემოსდაცვითი ზედამხედველობის დეპარტამენტის უფროსის 18.06.2015წ. №DES 1 15 00000177 ბრძანების შესაბამისად იმერეთის სამსახურის ინსპექტირების განყოფილების ჯგუფის მიერ შემოწმდა შპს „ვარციხე 2005“-ზე გაცემული გარემოზე ზემოქმედების №000029 ნებართვით გათვალისწინებული პირობებისა და გარემოს დაცვის სფეროში მოქმედი კანონმდებლობით დადგენილი ნორმების შესრულების მდგომარეობა, რის შედეგაც ვარციხე ჰესების კასკადს დაევალა წყალმომღებზე თევზდამცავი მოწყობილობების დამონტაჟება და თევზსავალის მოწყობა.

წინამდებარე პროექტით განხილულია თევზსავალის მოწყობის პირობები სათავე ნაგებობებზე.

1. გუნიშობილი პირობები

1.1. საინჟინრო ჰიდროლოგია

ვარციხეძესების კასკადის სათავე ნაგებობებზე ჰიდროლოგიური რეჟიმები ხასიათდება ეკოლოგიური ხარჯისა და წყალუხვობის (წყალდიდობის) პერიოდში ჭარბი წყლის ქვემო ბიეფში დასაშლელი კაშხლის ოთხი მალით გატარებით. ამდენად, კაშხლის, და შესაბამისად, თევზსავალის ქვემო ბიეფში დამყარებული წყლის დონეები წარმოადგენენ იმ ამოსავალ მონაცემებს, რომლებმაც უნდა უზრუნველყონ თევზსავალის შეუფერხებელი მუშაობა.

წყლის მინიმალური ხარჯების $Q=15$ მ³/წმ (ეკოლოგიური ხარჯის) გავლის დროს ქვემო ბიეფში დამყარებული წყლის დონე განისაზღვრა პირდაპირი, გეოდეზიური მეთოდებით ფაქტიური გაზომვით და შეადგინა 76,8 მ ზღვის დონიდან.

მაქსიმალური, 0.1%-იანი უზრუნველყოფის საანგარიშო ხარჯის $Q=3640$ მ³/წმ გავლისას დამყარებული დონე აღებულია საპროექტო ინსტიტუტ „ჰიდროპროექტის“ მიერ დამუშავებული პროექტის მიხედვით და შეადგენს 82.6 მ-ს ზღვის დონიდან. ამ დროს კაშხლის ზემო ბიეფში დამყარებული დონის ნიშნული 87.6 მ-ს აღწევს.

1.2. საინჟინრო ტოპოგრაფია

ვარციხე ძესების კასკადი მდებარეობს იმერეთის რეგიონში, წყალტუბოს რაიონის სოფ.გეგუთის, პატრიკეთისა და ბაშის ტერიტორიებზე, მდ.რიონის კალაპოტის გასწვრივ, ზღვის დონიდან 235–183მ ნიშნულებს და ჩრდილოეთის $42^{\circ}09'16''$ - $42^{\circ}09'30''$ გრძედებსა და აღმოსავლეთის $42^{\circ}42'37''$ - $42^{\circ}24'37''$ განედებს შორის.

სადიებო უბანზე არსებობს 1:25000, 1:50000 მასშტაბის სახელმწიფო რუკები, რომლებიც გამოყენებულ იქნა სადიებო სამუშაოების საწყის ეტაპზე და რეკონოსტირებისას.

ასაგეგმი საფუძველის შესაქმნელად ტერიტორიაზე გატარებული იქნა I თანრიგის თეოდოლიტური სვლები, რომლებიც წარმოდგენილია შეუკვრელი პოლიგონების სახით. ტაქტომეტრული აგეგმვის მასალების რეალურ, საქართველოში მოქმედ კოორდინატთა და სიმაღლით სისტემებთან მისაბმელად, ძირითადი საყრდენი წერტილების კოორდინატები და ნიშნულები განისაზღვრა მაღალი სიზუსტის „Leica GS08 plus GNSS“ ტიპის GPS მიმღების საშუალებით. თევზსავალის სამშენებლო მოედნის რეპერების კოორდინატები UTM სისტემაში და ნიშნულები ბალტიის სასიმაღლო სისტემაში, მოცემულია შესაბამის ნახაზზე.

ნაგებობებზე სამშენებლო სამუშაოების განხორციელების უზრუნველსაყოფად თევზსავალის ნაგებობების ტერიტორიაზე დამაგრებულია 2 სამშენებლო რეპერი,

გარდა ზემოთ აღნიშნული გეოდეზიური რეპერებისა ადგილზე შესრულებული ტოპო-გეოდეზიური სამუშაოები დამაგრებულია 2 კუთხის ბოძით და 4 საპიკეტაჟო პალოთი. აგეგმვის საერთო ფართობმა 3.5ჰა შეადგინა.

საველე სამუშაოები ჩატარებულია „Leica TS06“ ტაქეომეტრით, პროექტირების სტადიის შესაბამისი მოცულობითა და სიზუსტით.

1.3. საინჟინრო გეოლოგია

ვარციხეძეების კასკადი განლაგებულია კოლხეთის დაბლობის აღმოსავლეთ ნაწილში. მის ძირითად გეომორფოლოგიურ ელემენტს წარმოადგენს მდ.რიონის განიერი ხეობა.

მდინარე რიონი სათავეს იღებს კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთი ფერდის მყინვარებიდან, ფასის მთიდან. იგი, ძირითადად, იკვებება მყინვარული, თოვლის, წვიმისა და გრუნტის წყლებით.

მდინარე რიონი წყალმცირეა დეკემბერ-თებერვლის თვეებში. მარტის თვეში იწყებს მომატებას და მაქსიმალურ წყალუზვობას აღწევს მაისი-ივნისის თვეებში.

მდინარე რიონის სიგრძე შეადგენს 327 კმ-ს, ხოლო წყალშემკრები აუზის ფართი – 13418 კვ კმ-ს.

გეოლოგიური თვალსაზრისით შესასწავლი რაიონი აგებულია მეოთხეული ასაკის ნალექებით, რომლებიც, თავის მხრივ, დაყოფილია სამ ასაკობრივ ჯგუფად: თანამედროვე (ჰოლოცენური), ახალ-მეოთხეული (ზედა პლეისტოცენი) და შუა-მეოთხეული (შუა პლეისტოცენი).

თანამედროვე (ჰოლოცენური) ნალექები წარმოდგენილია მცირე სიმძლავრის თიხნარებითა და ქვიშნარებით, რომლითაც გადაფარულია ჭალის ზედა კაჭარ-კენჭნაროვანი გრუნტები.

კაჭარ-კენჭნარის ზომები მცირდება მდინარის დინების მიმართულებით. ქვარგალები წარმოდგენილია ქვიშაქვებით, კირქვებით, პორფირიტებით, ტუფობრეჭიებით, გრანიტებით, დიონიტებით. კაჭარ-კენჭნარი სუსტად გამოფიტული და კარგად დამრგვალებულია. შემავსებელს, ძირითადად, წარმოადგენს ქვიშა, რომელიც შედგება კვარცის, მინდვრის შპატების, რქატყუარას და, იშვიათად, სხვა მინერალების მარცვლებისაგან. დანალექებში გვხვდება ქვიშებისა და ქვიშნარების ლინზები. აღნიშნული წყების სიმძლავრე მერყეობს 8-12 მ-ის საზღვრებში.

ახლადმეოთხეული (ზედა პლეისტოცენი) ნალექებით აგებულია მდინარე რიონის მაღალი, მარცხენა ნაპირის ე.წ. „ვარციხის ტერასა“. იგი, ძირითადად, წარმოდგენილია კენჭნარით, კაჭარის იშვიათი ჩანართებით, შემავსებელი – თიხნარი. კენჭნარში ხშირად გვხვდება თიხის, ქვიშნარის და ქვიშის ლინზები. ნალექების სიმძლავრე შეადგენს 15-20 მ-ს.

შუა მეოთხეული (შუა პლეისტოცენი) ნალექები გვხვდება მდინარე რიონის ორივე სანაპიროზე, მდინარის კალაპოტში და მარჯვენა დაბალ ჭალისზედა ტერასებზე – თანამედროვე მეოთხეული კაჭარ-კენჭნაროვანი გრუნტების ქვეშ, ხოლო მარცხენა ნაპირზე – ე.წ. „ვარციხის ტერასის“ კენჭნარის ქვეშ.

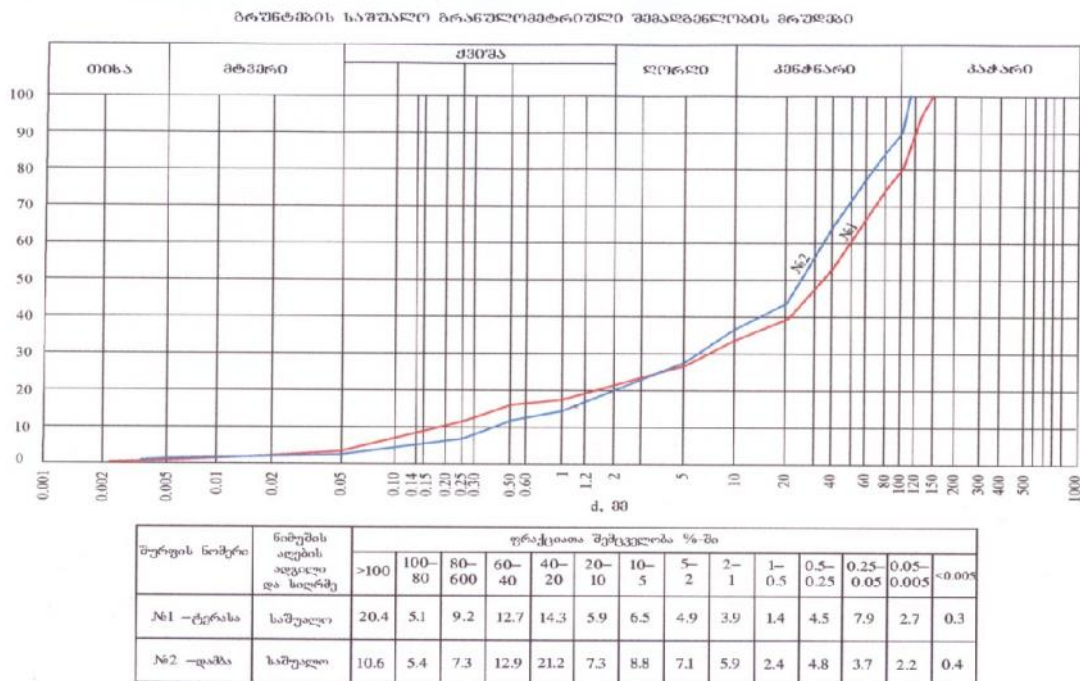
ნალექები წარმოდგენილია კენჭნარით თიხნაროვან-თიხიანი შემავსებლით. ის წინა გრუნტებთან შედარებით იმდენად მტკიცეა, რომ ალაგ-ალაგ იღებს კონგლომერატის სახეს. მისი სიმძლავრე 40-50 მ-ია.

აღნიშნულ ნალექებს აქვთ განსხვავებული ფილტრაციული მაჩვენებლები.

პროექტირების და მშენებლობის სტადიებზე ჩატარებული დიდი რაოდენობის საცდელი ამოტუმბვების მასალების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დადგინდეს, რომ თანამედროვე კაჭარ-კენჭნარის ფილტრაციის კოეფიციენტი მერყეობს 80-100 ლ/დღ ფარგლებში, შუამოთხეულის – 0.7-1 ლ/დღ, ხოლო ვარციხის ტერასის – 0.3-6 ლ/დღ.

გრუნტების გრანულომეტრული შემადგენლობის გრაფიკები მოცემულია ნახ. 1.3.1-ზე.

სამშენებლო სამუშაოების საწყის ეტაპზე, კაშხლის ტანში და ქვემო ბიეფში, დამატებით უნდა იქნას შესწავლილი და დაზუსტებული კაჭარ-კენჭნაროვანი გრუნტის ფრაქციული შემადგენლობა და გეომექანიკური მახასიათებლები.



ნახ. 1.3.1

2. იმთიოფაუნა და მდინარე რიონში არსებული მღვრე მღვრეობის მოკლე მიმოხილვა

როგორც ცნობილია, თევზები, მათი ცხოვრების პირობების მიხედვით ორ ძირითად ჯგუფად იყოფიან: ადგილობრივი და გამსვლელი. პირველნი მხოლოდ თავიანთ ძირითად საცხოვრისში (მდინარეში, ტბაში ან ზღვაში) გადაადგილდებიან, ხოლო მეორენი ცხოვრობენ ზღვაში და გასამრავლებლად მდინარეებში (მტკნარ წყლებში) შედიან (ანადრომები) ან ცხოვრობენ მდინარეში და ზღვის მარილიან წყალში მრავლდებიან (კატადრომები). მდინარე რიონში ყველა ამ ტიპის თევზი გვხვდება.

სკია

საქართველოში ბინადრობს შავი ზღვის სანაპიროებთან. გასამრავლებლად შედის მდ. რიონში და სხვა მდინარეებში. ტოფობს აპრილიდან ივნისამდე, ქვა-ქვიშიან ადგილებში. ქვირითი ფსკერულია. რაოდენობა აღწევს 5 მილიონამდე. შეტანილია საქართველოს წითელ წიგნში;

ლორეჯი (გარჯილია)

შავ ზღვაში, საქართველოს სანაპიროებთან, გვხვდება იშვიათად. მოიპოვება სხვადასხვა მდინარეებში, მათ შორის მდ. რიონში (სამტრედიაში). ძვირფასი თევზია. ტოფობს მაისში, ნაყოფიერება აღწევს 1290 ათას ცალ ქვირითამდე;

შავი ზღვა-აზოვის (კოლხური) ზუთხი (თართი)

ბინადრობს საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროებთან. გასამრავლებლად შედის სხვადასხვა მდინარეებში, მათ შორის მდ. რიონში—სამტრედიაში (რიონჰესის აგებაამდე აღიოდა ქუთაისამდე) გამსვლელი თევზია. ძირითადად ცხოვრობს ზღვაში. ტოფობს მაისიდან სექტემბრამდე. ნაყოფიერება 72-827 ათას ცალ ქვირითამდე აღწევს. შეტანილი საქართველოს წითელ წიგნში და მისი ჭერა აკრძალულია;

ატლანტური ზუთხი (ფორონჯი)

ბინადრობს შავ ზღვაში საქართველოს სანაპიროებთან. შედის მდინარე რიონში. ზუთხის რიონის პოპულაციის ინდივიდები სწრაფად მზარდია. ტოფობა იწყება აპრილი ბოლო-მაისის დასაწყისიდან და გრძელდება ივლისამდე. სატოფე აგდებები მდებარეობს სამტრედიასთან და ზევით - ახალსოფლამდე. ნაყოფიერება აღწევს 0.2-5.7 მილიონ ქვირითამდე. შეტანილი საქართველოს წითელ წიგნში და მისი ჭერა აკრძალულია;

ტარაღანა

გვხვდება საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროებთან. გასამრავლებლად შედის სხვადასხვა მდინარეებში, მათ შორის რიონში, სამტრედიაში. მრავლდება მაისიდან სექტემბრამდე. ნაყოფიერება აღწევს 35.4-633.4 ათას ქვირითამდე. შეტანილი საქართველოს წითელ წიგნში და მისი ჭერა აკრძალულია;

პალიასტომის ქაშაყი

გვხვდება შავი ზღვის სქართველოს სანაპიროებთან სხვადასხვა მდინარეებში, მათ შორის მდ. რიონში. ტოფობს ივნისში;

კალმახი

საქართველოში ფართოდაა გავრცელებული. უმეტესად ბინადრობს ტბებში და მთის მდინარეების ზემო დინებებში, მათ შორის მდ.რიონში. ტოფობს სექტემბრიდან თებერვლამდე, ქვა-ქვიშიან ადგილებში. ნაყოფიერება აღწევს 200-27000 ქვირითამდე. შეტანილი საქართველოს წითელ წიგნში და მისი ჭერა აკრძალულია;

წერი (ქარიყლაპია)

ბინადრობს დასავლეთ საქართველოს მდინარეებში, ტოფობს მარტ-აპრილში. ნაყოფიერება აღწევს 14-350 ათას ქვირითამდე;

ფარფლწითელა

ბინადრობს დასავლეთ საქართველოს მდინარეებში, მათ შორის მდ.რიონში. ტოფობს აპრილიდან ივლისამდე, ნაყოფიერება აღწევს 37-147 ათას ქვირითამდე;

კავკასიური ქაშაბი (კარჩხანა, უგვარო)

ბინადრობს საქართველოს უმეტეს მდინარეებში, მათ შორის მდ.რიონში. მტკნარი წყლის თევზია, მრავლდება მაისიდან აგვისტოს ბოლომდე. ნაყოფიერება 4-23 ათასი ქვირითს შეადგენს;

გუწუ (ლოჭორია)

ბინადრობს მდ.სუფსაში და რიონში. მრავლდება მაისიდან აგვისტომდე, ტოფობს რამდენიმე ჯერად. ნაყოფიერება აღწევს 380 ათას ქვირითამდე. ტბორული მეურნეობის კარგი ობიექტია;

კოლხური ტობი

ბინადრობს დასავლეთ საქართველოს მდინარეებში. ტოფობა იწყება მარტიდან და გრძელდება ზაფხულის ბოლომდე. ქვირითს ყრის სამ ჯერზე, სხვადასხვა ადგილას, სხვადასხვა დროს. ნაყოფიერება აღწევს 3-9 ათას ქვირითს;

კოლხური წვერა

ბინადრობს დასავლეთ საქართველოს წყლებში, მათ შორის მდ.რიონში. ძირითადად მდინარის ბინადარია. მდინარეებში ადის კალმახის გავრცელების ქვედა უბნამდე. მრავლდება მაისიდან აგვისტომდე. ტოფობს ორჯერ, ნაყოფიერება აღწევს 2-15 ათას ქვირითამდე;

თეთრულა

ბინადრობს რიონში და დასავლეთ საქართველოს სხვა მდინარეებში. მრავლდება მაისიდან ივლისის შუა რიცხვებამდე. ერთი ტოფობის დროს ქვირითს ყრის სამჯერად. ნაყოფიერება აღწევს 3-10.5 ათას ქვირითამდე;

კაპარჭინა

ბინადრობს კოლხეთის მდინარეებში, მათ შორის რიონში. ნახევრად გამსვლელი თევზია, ბინადრობს უმეტესად მდინარეების ქვედა დინებაში, ირჩევს მცენარეებით მდიდარ ადგილებს. მრავლდება აპრილიდან ივლისამდე. ნაყოფიერება საშუალოდ აღწევს 381600 ცალ ქვირითამდე;

მცირე ვიშა

გვხვდება დასავლეთ საქართველოს მდინარეებში, მათ შორის რიონშიც. ბინადრობს ძირითადად მდინარის ქვემო დინებაში, უმეტესად შესართავებში. მრავლდება აპრილიდან ივლისის ბოლომდე, ტოფობს რამოდენიმეჯერ. ნაყოფიერება 22 ათას ქვირითამდე;

ტაფელა (სარქველა, თავშაქარა)

გვხვდება საქართველოს მდინარეებში და ტბებში, მათ შორის რიონში. ირჩევს მდინარის მცენარეულობით მდიდარ, მდორე ადგილებს. მრავლდება თებერვლიდან აგვისტომდე. ტოფობს რამოდენიმეჯერ, ნაყოფიერება აღწევს 200-400 ათას ქვირითამდე;

კობრი (გოჭა)

გვხვდება საქართველოს ბევრ მდინარესა და ტბაში, მათ შორის რიონში. ირჩევს მდორე, მდგარ ადგილებს. ტოფობს აპრილიდან სექტემბრამდე, 2-3 ჯერად. ნაყოფიერება აღწევს 96-1840 ათას ქვირითს. ტბორული მეთევზეობის ძვირფასი ობიექტია;

ლოქო (ლლაგი)

საქართველოში ბინადრობს დიდ მდინარეებში და ტბებში, მათ შორის რიონშიც. ნახევრად გამსვლელი თევზია, ირჩევს ღრმა, მდორე ადგილებს. ტოფობს მაისიდან აგვისტომდე, ნაყოფიერება აღწევს 11-500 ათას ქვირითამდე;

მდინარის გველთევზა

გამსვლელი თევზია, ნანახია დასავლეთ საქართველოს მდინარეებში, მათ შორის რიონში. ეწევა კატარდომულ მიგრაციას. ძვირფასი სარეწაო თევზია;

სამეკალა

ბინადრობს შავ ზღვაში, საქართველოს სანაპიროებთან ყველგან. შედის მდინარეების შესართავებში, მათ შორის რიონშიც. ზოგჯერ აღის მალლა. ტოფობს მარტიდან აგვისტომდე, ყრის 200-400 ქვირითს;

შავი ზღვის ნემსთევზა

ბინადრობს აზოვ-შავი ზღვის სანაპიროებში. შედის მდინარეებში და ზღვასთან დაკავშირებულ ტბებში, მათ შორის მდ. რიონშიც და საკმაოდ მალლა, ზღვიდან 50 კილომეტრზე ზევით. მრავლდება მაისიდან აგვისტომდე, დებს 28-85 ქვირითამდე;

ლობანი (კეფალი)

შავ ზღვაში საქართველოს სანაპიროებთან გვხვდება ყველგან. საკვებად შედის დასავლეთ საქართველოს მდინარეებში და ტბებში, მათ შორის რიონში. მრავლდება ზღვაში;

ოქროსფერი კეფალი (სინგილი)

ბინადრობს შავ ზღვაში საქართველოს სანაპიროებთან ყველგან. მცირე რაოდენობით შედის საკვებად მდინარეებში და ტბებში, მათ შორის რიონში. მრავლდება ღია ზღვაში;

ფარგა

საქართველოში ბინადრობს, ძირითადად, კოლხეთის მდინარეებში, მათ შორის რიონშიც. ირჩევს მდორე ადგილებს. მრავლდება აპრილიდან აგვისტომდე, ყრის 1 მილიონამდე ქვირითს;

ქორჭილა (ქერო)

საქართველოში ბინადრობს კოლხეთის მდინარეებში (რიონშიც), შესართავთან ზღვის გამტკნარებულ ადგილებში. მრავლდება მარტიდან ივნისამდე, ნაყოფიერება 12-900 ათას ქვირითამდე აღწევს;

შავპირა ღორჯო

ბინადრობს შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროებთან ყველგან. შედის მდინარეებში, ტბებში და ხელოვნურ არხებში. გვხვდება შორის რიონშიც. ირჩევს მომლაშო უბნებს, ზამთრობით შედის უფრო ღრმა ადგილებში. ტოფობს ზღვის სანაპირო ადგილებში.

გასული საუკუნის პირველივე მეოთხედიდან მდ.რიონზე დაიწყო ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობა, რომლებმაც მნიშვნელოვნად შეცვალეს მდინარის იქთიოფაუნის საარსებო პირობები. პირველი კაშხალი, რომელიც მდ.რიონზე ქ.ქუთაისს ზემოთ, ჭომას უბანში 1920-იანი წლები ბოლოს 30-იანის დასაწყისში აშენდა, რიონჰესის კაშხალი იყო. ჰიდროსადგურის ნაგებობებმა მიმართულება უცვალა რიონს და იგი სადერივაციო არხისა და გვირაბების გავლით მდ.წყალწითელას კალაპოტში გადავიდა, სადაც, რკ.სადგურ რიონის სიახლოვეს ძალოვანი კვანძი აიგო.

რიონჰესის ექსპლუატაციაში გაშვების შემდეგ მნიშვნელოვნად იკლო წყლის ხარჯებმა რიონის კალაპოტში, ქ.ქუთაისის ფარგლებში ვიდრე წყალწითელას შესართავამდე. ძველ კალაპოტში კი მხოლოდ სანიტარული (ეკოლოგიური) ხარჯი იქნა დატოვებული. სათავე ნაგებობის შემადგენლობაში შედის ტივსავალი, რომელიც პარალელურად თევზსავალის როლსაც ასრულებდა, მაგრამ მდ.რიონზე ტყის დაცურების შეწყვეტის შემდეგ მისი ფუნქციონირება შეწყდა და თევზებისთვის კაშხალი გაუვალადი გახდა.

1930-იან წლებში ქ.ფოთის წყალდიდობისაგან დასაცავად მე-7 კილომეტრზე აგებული იქნა წყალგამყოფი კვანძი, რომელმაც მდინარის ძირითად ნაკადს უცვალა მიმართულება და ხელოვნური არხის საშუალებით ს.ნაბადასა და ყულევს შორის მიმართა, სადაც ახალი დელტა შეიქმნა. არც ამ ნაგებობებზე იქნა მოწყობილი თევზსავალი და გამსვლელი თევზების მიგრაცია ზღვიდან რიონში და პირიქით მხოლოდ ე.წ. ქალაქის არხით, წყალგამყოფი ფარის ღიობების საშუალებით ხდება შესაძლებელი. აღსანიშნავია, აგრეთვე, რომ ზღვაზე ღელვის დროს იგი ვეღარ იღებს ქალაქის არხის ხარჯს და იწვევს მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვას. ამის გამო, შტორმის დროს ქალაქის მხარეს არხის ბრტყელი ფარები იკეტება.

1958 წელს ექსპლუატაციაში გადაეცა გუმათი ჰესი 1-ს ბეტონის გრავიტაციული კაშხლით, რომელმაც მდინარე 30მ-ით შეტბორა. არც ამ კაშხალზე არ იქნა გათვალისწინებული თევზამწევი მექანიზმი.

1979 წელს ქ.ქუთაისის ფარგლებში აიგო ახალი სათავე ნაგებობა დაბალზღურბ-ლიანი დასაშლელი კაშხლით, რომელიც უზრუნველყოფდა წყალაღებას არსებული „მაშველის“ და „პირველი საბჭოთა“ (ამჟამად „გეგუთის“) არხებისათვის. არც ამ ნაგებობებზე არ არის მოწყობილი თევზსავალი.

1976 წელს მდ.რიონის და ხანისწყალის შესართავის სიახლოვეს, ს.ვარციხესთან აგებული იქნა 14მ სამშენებლო სიმაღლის მიწაყრილის და 4 მაღიანი ბეტონის წყალსაშვიანი კაშხალი, რომელთა საშუალებითაც შეიქმნა 5.07 კვ.კმ სარკის ზე-დაპირის ფართობის წყალსაცავი.

თევზის რესურსებისათვის მიყენებული ზარალის ასანაზღაურებლად ვარციხე ჰესე-ბის კასკადის ნაგებობების შემადგენლობაში შედიოდა თევზსაშენი ქარხანა, რომე-ლსაც უნდა უზრუნველყო ზუთხისებრთა გამრავლება და ლიფსიტების პერიოდუ-ლი გადასმა მდ.რიონის ყველა, კაშხლებით გადაკეტილ უბნებზე. ქარხანა ექსპლუა-ტაციაში 1982 წელს შევიდა და გამართულად ფუნქციონირებდა მის პრივატიზაცი-ამდე. მისი წარმადობა წელიწადში 3 მლნ. ლიფსიტა იყო.

მდ.რიონზე დაგეგმილი ნამახვანის ჰესების კასკადის მშენებლობის პროექტით გათვ-ალისწინებული იყო ვარციხის თევზსაშენის რეკონსტრუქცია-გაფართოება და წარ-მადობის გაზრდა. ჰესების მშენებლობის შეწყვეტასთან ერთად თევზსაშენის საკით-ხიც მოიხსნა დღის წესრიგიდან.

ადგილობრივი მეთევზეებიდან მიღებული ინფორმაციით ზუთხის გადაადგილება მხოლოდ მდ.გუბისწყალის და მდ.რიონთან შესართავთან ფიქსირდება.

3. ძირითადი ტექნიკური გადაწყვეტები

ქვემოთ განხილულია ვარციხე ჰესების კასკადის სათავე ნაგებობებზე თევზსავალის მოწყობისა და წყალმიმღებზე თევზამრავი მოწყობილობების დამონტაჟების შესაძლო ალტერნატიული ვარიანტები, ოპტიმალურის შერჩევის არგუმენტები და მათი განხორციელების ტექნიკური პირობები.

3.1. თევზსავალი

თევზგამტარი ნაგებობები, მათში თევზების გადაადგილების სახეობის მიხედვით ორ ძირითად ტიპად იყოფა: 1. ნაგებობები, რომლებშიაც თევზები თავიანთი აქტიური მოძრაობის წყალობით თვითონ გადაადგილდებიან ქვემო ბიეფიდან ზემო ბიეფში თევზსავალის მთელ სიგრძეზე; 2. ნაგებობები, რომლებშიც თევზების გადაადგილება ქვემო ბიეფიდან ზედაში ხორციელდება რაბვით ან სპეციალურ კონტეინერებში ან სხვა მეთოდებით ტრანსპორტირებით. პირველი ტიპის ნაგებობებს განეკუთვნებიან სხვადასხვა თევზსავალები, ხოლო მეორეს – თევზსატარი რაბები, ჰიდრაულიკური, მექანიკური და დაწნევითი თევზამწევეები, აგრეთვე მცურავი მოწყობილობები თევზების შეგროვებისა და ტრანსპორტირებისათვის. მათი ფუნქციონირება მხოლოდ ოპერატიული პერსონალის ჩარევითაა შესაძლებელი.

მეორე ტიპის ნაგებობები თანამედროვე ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში, მათი დაბალი ეფექტურობის გამო, იშვიათად გამოიყენება. ბოლო დროის მსოფლიო პრაქტიკაში გავრცელებული თევზსავალებია ე.წ. „ბუნებრივი“ და ტექნიკური. პირველი მათგანი მდინარის ჭალისზედა ტერასაზე, წყალშემტბორი ნაგებობების ზემო და ქვემო ბიეფების დამაკავშირებელ, შესაბამისი სიგრძის განათხარს (არხს) წარმოადგენს, რომელშიც წყლის დინების საანგარიშო სიჩქარეების მისაღწევად ხელოვნური ჩქერებია მოწყობილი ადგილობრივი მასალით (ქვები, ლოდები).

მეორე ტექნიკური თევზსავალები ძირითადად ბეტონის ან ყორე-ბეტონის (იშვიათ შემთხვევაში - ხის) ნაგებობებია. ისინი, თავის მხრივ, იყოფა საფეხურებიან, ღაროვან, ტბორებიან, ვერტიკალურ ღრეჩოიანი გასასვლელებით, უკუდინებიანი გასასვლელებით, აგრეთვე, გველთევზის სატყუარათი.

ამა თუ იმ ტიპის თევზსავალის ტიპის შერჩევა გაპირობებულია ადგილმდებარეობის (სამშენებლო მოედნის) ბუნებრივი პირობებით (ტოპოგრაფიული, ჰიდროლოგიური), ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მუშაობის რეჟიმებით და მდინარის იქტიოფაუნით. არსებული და მოქმედი ჰიდროტექნიკური ნაგებობების პირობებში თევზსავალის მშენებლობის განხორციელებისთვის გარკვეული შეზღუდვები გვხვდება, რაც დაკავშირებულია სპეციფიკურ ტექნიკურ და ტექნოლოგიურ პრობლემებთან.

ვარციხე ჰესის სათავე ნაგებობების შემადგენლობაში შედის ბეტონის დაბალზღურბლიანი, 98მ სიგრძის დასაშლელი კაშხალი 4 წყალსაშვი ხვრეტით (თითოეული 20მ სიგანით), წყალმიმღების 16მ სიგანის 3 მაღი ჯამური ხარჯით 350 მ³/წმ და მარცხენა ნაპირის 447მ სიგრძის მიწის კაშხალი.

წყალმიძღვრება და წყალსაგდებს შორის და მარჯვენა ნაპირზე, სხვა ადგილას, თევზსავალის მოწყობა პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამდენად, განხილულ იქნა თევზსავალის მოწყობის ორი ალტერნატიული ვარიანტი: მიწის კაშხლის ტანში და მარცხენა ნაპირთან კაშხლის მირთვის ზონაში. ამ უკანასკნელის მიდამოებში, კაშხლის ზემო ბიეფი დასილულია, სადაც ინტენსიურად იზრდება ლელქაში, ხოლო წყლის დინება ნულოვანია. გარდა ამისა, თევზსავალის გამყვანი არხი საკმაოდ გრძელი გამოდის, ნაკადის დაბალი სიჩქარეებით. გარდა ამისა არხის შეუღლება მდ.რიონის კალაპოტთან კაშხლიდან საკმაოდ ქვემოთ, მდინარის დატოტვილ ნაწილში განხორციელდება, სადაც მდინარე წყალდიდობების შემდეგ ხშირად იცვლის კალაპოტს და წყალმეჩხერია.

აღნიშნულის გათვალისწინებით უპირატესობა თევზსავალის კაშხლის ტანში გაყვანის ვარიანტს მიენიჭა. თევზსავალი კაშხლის გრძივი ღერძის მართობულად, ბეტონის დასაშლელი კაშხლის სიახლოვეს, მისგან 56მ-ის დაშორებით იქნება აგებული. ნაგებობის საფუძველი მის საწყის, 40მ სიგრძის მონაკვეთზე ხარისხოვანი ყრილისაგან მოწყობილი კაშხლის ტანი იქნება. მისი გეომექანიკური მონაცემები შემდეგია: შეჭიდულობის კოეფიციენტი $C=8\text{კპა}$, შიგა ხახუნის კუთხე $=35^\circ$. მეორე ნაწილი მდ.რიონის ჭალისზედა პირველი ტერასის ამგებ გრუნტებზე განთავსდება, $C=8\text{კპა}$ შეჭიდულობის კოეფიციენტით და $=30^\circ$ შიგა ხახუნის კუთხით.

ვინაიდან საპროექტო ზონაში თევზის ძირითადი სახეობა კოლხური ზუთხია, თევზსავალი შესაბამისი პარამეტრებით უნდა მოეწყოს. თევზსავალი დაპროექტებულია, როგორც „ტექნიკური თევზსავალი“, კერძოდ „საფეხურებიანი“.

იმის გამო, რომ თევზსავალის მშენებლობა არსებულ კაშხალზე ხორციელდება, მისი გაანგარიშება განსხვავებული სქემით განხორციელდა. კერძოდ, ჯერ დაინიშნა თევზსავალის ოპტიმალური გეგმური ტრასირება და გრძივი პროფილი (სახელმძღვანელოში მითითებულ პარამეტრებში) და შემდგომ განხორციელდა გადამოწმება კრიტერიუმების დაკმაყოფილების თვალსაზრისით.

თევზსავალის გასასვლელი აუზების იდეალური ქანობი გაანგარიშებულია აუზში წყლის დონესა (D_h) და აუზის სიგრძეს (l_b) შორის სხვაობის საფუძველზე:

$$I = D_h/l_b$$

ზემოთ მითითებული სახელმძღვანელოს მიხედვით I უნდა იყოს 1:7 და 1:15 შორის. თევზსავალის გასასვლელი აუზების ზომები მაქსიმალური დასაშვები მოცულობითი ტურბულენტობის უზრუნველყოფის მიზნით შერჩეულია იმავე სახელმძღვანელოში მოცემული ცხრილის მიხედვით. კერძოდ, აუზის სიგრძეა 5.0მ, სიგანე - 3.0მ. წყლის სიღრმე 0.8მ-ს შეადგენს, ხოლო ვარდნა აუზებს შორის - 0.2მ-ია. ამ შემთხვევაში, მოცემული პროექტისათვის პარამეტრი $I=0.2/5=0.04$ (1:25).

აუზებს შორის გათვალისწინებულია 0.3მ სისქის ტიხარების მოწყობა, რომლებშიც თევზის გასასვლელად ორ-ორი ღიობი იქნება მოწყობილი. აღსანიშნავია, რომ ზუთხისებრთათვის აუზებში მხოლოდ ფსკერული გასასვლელის მოწყობაა საჭირო,

თუმცა იმის გათვალისწინებით, რომ ზუთხის გარდა ვარციხეპეის სათავე ნაგებობების გასწორში სხვა ტიპის თევზების გადაადგილებაა მოსალოდნელი, მიზანშეწონილად იქნა მიჩნეული ზედა ღიობის მოწყობა საკალმაზე ზონის შესაბამისი გაბარიტებით. ფსკერული რიპი 1.5x1.0მ ზომისაა, ზედაპირული – 0.3x0.3მ. ბუნებრივ პირობებთან მაქსიმალურად მიახლოვების მიზნით თევზსავალის ფსკერში მდინარის რიყის ქვები იქნება ჩაყოლებული.

თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ ზემო და ქვემო ბიეფებში წყლის დონეებს შორის სხვაობა 10მ-ს აღწევს, აუზების საერთო რაოდენობა 50 ცალი იქნება, ხოლო თევზსავალის საერთო სიგრძე - 254.5მ-ს აღწევს.

თევზსავალი შესასვლელი ხერგების მოწყობა კაშხლის ზემო ბიეფის ფერდზე, თხემის ტალღამრიდი პარაპეტიდან 14.35მ-ის დაშორებითაა გათვალისწინებული. მის ასაგებად აუცილებელი იქნება კაშხლის არსებული ბეტონის ეკრანის დემონტაჟი (ამოჭრა), რომელიც საყრდენი კედლების ამოყვანის შემდეგ უნდა აღდგეს. ძველ და ახალ ბეტონებს შორის ნაკერის წყალგაუმტარობის უზრუნველსაყოფად გათვალისწინებულია მათი ზედაპირის პოლიმერული შეწებვადი ჰიდროიზოლაციით დაფარვა, ხოლო ბეტონში - მიკროსილიკის დამატება.

თევზსავალის ექსპლუატაციის პერიოდში ნაგებობის ინსპექტირებისათვის და/ან სარემონტო სამუშაოების განსახორციელებლად წყლის მიწოდების შესაწყვეტად, მისი შესასვლელი კვეთიდან 12მ-ის დაშორებით გათვალისწინებულია შანდორული ბრტყელი ფარის კილოს მოწყობა. ფარის ჩაშვება და ამოღება კაშხლის თხემზე მდგარი ავტოამწის საშუალებით განხორციელდება.

საწყისი, 40.65მ სიგრძის სწორხაზოვანი უბნის შემდეგ თევზსავალი მარცხნივ უხვევს და მისის კაშხლის ქვედა ფერდს 61.8მ სიგრძეზე მიუყვება. შემდგომ იგი კიდევ ერთ, მარჯვენა მოსახვევს აკეთებს და მდ.რიონისკენ ეშვება.

თევზსავალის კედლები ცალკე მდგომ კონსტრუქციებს (მარჯვენა და მარცხენა) წარმოადგენენ, რომლებიც თხემის ნიშნულზე 0.3x0.5 კვეთის რკინაბეტონის რიგელებითაა დაკავშირებული. კედლები დაარმატურებულია A-III კლასის Ø16 არმატურის ღეროებისგან დამზადებული არმოპაკეტებით. განივი კავშირები (რომლებიც ანგარიშების მიხედვით საჭირო არ არის) განხორციელებულია კონსტრუქციული მოსაზრებებით და შესრულებულია A-I კლასის Ø6 არმატურით. რიგელებში გამოყენებულია A-III კლასის Ø12 მუშა და A-III კლასის Ø12 განივი არმატურის ღეროები.

კაშხლის ტანის ფარგლებში თევზსავალი გადახურული იქნება მონოლითური რკინაბეტონის ფილებით, რომლებზეც ხარისხოვანი ყრილი მოეწყობა (აღდგება). ფილები გაანგარიშებულია კაშხლის თხემზე არსებულ გზაზე მოძრავი სატვირთო ავტომობილების H60 დატვირთვაზე. ფილის სისქე 40სმ-ია, A-III კლასის არმატურ-

რის ღეროების დიამეტრი Ø16. ასეთივე გადახურვების მოწყობაა გათვალისწინებული კაშხლის თხემიდან მდინარის ჭალაში ჩასასვლელ გრუნტის გზაზე.

კედლები საფეხურებით დაბლდება თევზსავალის გრძივი ღერძის გასწვრივ, ხოლო მათ შორის გათვალისწინებულია 30სმ სისქის რკინაბეტონის პანდუსის მოწყობა. პანდუსი გაანგარიშებულია როგორც დრეკად საფუძველზე მდებარე ფილა. იგი დაარმატურებულია A-III კლასის Ø10 არმობადით.

თევზსავალის საფეხურების განივი კედლების (ტიხარების) დაარმატურება გათვალისწინებულია A-III კლასის Ø10 ორმაგი არმობადით. აღსანიშნავია, რომ ეს კედლები ძირითადად, დაძირულ და გაწონასწორებულ მდგომარეობაში იქნებიან და ჰიდროსტატიკური დატვირთვა ზედა მხრიდან მათზე მხოლოდ სარემონტო სამუშაოების დასაწყისში, თევზსავალის შესასვლელის შანდორული ფარების გადაკეტვის შემდეგ მისი დაცლის პერიოდში იმოქმედებს. ტიხარი გაანგარიშებულია როგორც ორმხრივ ხისტად ჩამაგრებული კოჭი.

თევზსავალის საფუძველის გრუნტში სუფოზიური მოვლენების განვითარებისა და არაპროგნოზირებადი ჯდენების თავიდან ასაცილებლად საყრდენი კედლებისა და ძირის ფილის ქვეშ კაშხლის ფარგლებში გათვალისწინებულია გეოტექსტილის საგების მოწყობა, ხოლო მდინარის ჭალაში გამავალ ტრასაზე, დამატებით ხრემის გამათანაბრებელი ფენის მოწყობა.

საყრდენი კედლები და ძირის ფილა დეფორმაციულ-ჯდენითი ნაკერებითაა დაყოფილი. მათი ადგილმდებარეობა საყრდენი კედლების საფეხურებს ემთხვევა. შემამჭიდროვებლად გათვალისწინებულია პოლიმერული მასალის, კომპანია „სიკა“-ს მიერ წარმოებული „Sika Waterbar M-25“ ტიპის ან სხვა, ანალოგიური პოლიმერული შემამჭიდროვებლების გამოყენება. საყრდენი კედლების ბეტონის წყალგაუმტარობის ასამაღლებლად და კაშხლის ტანის დასველებისგან დასაცავად გათვალისწინებულია მათ უკანა მხარეზე პოლიმერულბიტუმის ჰიდროიზოლაციის მოწყობა. ამ უკანასკნელი ღონისძიების ალტერნატივად ბეტონის შემადგენლობაში მიკროსილიკის დამატება შეიძლება იყოს განხილული.

თევზსავალის საწყის უბანზე, კაშხლის ტანში ბეტონის სამუშაოებისა და ხარის-ხოვანი ყრილის მოწყობის შემდეგ განხორციელდება ზედა წახნაგის ბეტონის ეკრანის აღდგენა. ნაგებობასა და ეკრანს შორის კონსტრუქციულ ნაკერში ფილტრაციული მოვლენების განვითარების აღსაკვეთად გათვალისწინებულია ზემოთ მითითებული ტიპის შემჭიდროვების გამოყენება, ხოლო ძველ და ახალ ბეტონს შორის ნაკერში (პერიმეტრზე) კომპანია „სიკა“-ს გაჯირჯებადი პროფილის SikaSwell A profil 2010 ან სხვა ანალოგის გამოყენებაა გადაწყვეტილი.

მშენებლობის დამამთავრებელ ეტაპზე უნდა აღდგეს ტალღამრიდი პარაპეტი და თხემზე არსებული გზის ასფალტობეტონის საფარი. ასფალტობეტონის საფარი ორფენიანია: ქვედა, მსხვილმარცვლოვანი და ზედა - წვრილმარცვლოვანი.

თევზსავალის ჰიდრაულიკური გაანგარიშება

ფსკერული ხვრეტის გამტარუნარიანობა გაიანგარიშება ფორმულით:

$$Q_s = \psi * A_s * \sqrt{2g\Delta h};$$

სადაც: ψ - ხარჯის კოეფიციენტი და 0.65-0.85 ფარგლებში იცვლება;

A_s - ხვრეტის ცოცხალი კვეთის ფართობია ($A_s = 1.5 \text{ მ}^2$);

Δh - სხვაობა წყლის დონეებს შორის ($\Delta h = 0.2 \text{ მ}$).

სათანადო მონაცემების ჩასმით მივიღებთ: $Q_s = 0.65 * 1.5 * \sqrt{2g * 0.2} = 1.93 \text{ მ}^3/\text{წმ}$.

ზედაპირული ღიობის გამტარუნარიანობის განსაზღვრისათვის ვიყენებთ გამოსახულებას:

$$Q_a = \frac{2}{3} * \mu * \sigma * b_a \sqrt{2g} * h_w^{3/2};$$

აქ: μ - ხარჯის კოეფიციენტი ($\mu \approx 0.6$);

σ - შემამცირებელი კოეფიციენტის დაძირული გამოდინების შემთხვევაში:

$$\sigma = \left[1 - \left[1 - \frac{\Delta h}{h} \right]^{1.5} \right]^{0.385}, \text{ როცა } 0 \leq \frac{\Delta h}{h} \leq 1; \text{ თუ } \Delta h > h_w, \sigma=1.$$

ჩვენს შემთხვევაში $\sigma = 0.921$;

b_a - ღიობის სიგანეა.

ღიობის საანგარიშო ხარჯი იქნება: $Q_a = \frac{2}{3} * 0.6 * 0.921 * 0.3 \sqrt{2 * 9.81} * 0.3 = 0.15 \text{ მ}^3/\text{წმ}$.

ამგვარად, თევზსავალის საანგარიშო გამტარუნარიანობა შეადგენს $1.93+0.15=2.08 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, რაც მეტია მინიმალურ დასაშვებ მნიშვნელობაზე ($0.20 \text{ მ}^3/\text{წმ}$).

ნაკადის სიჩქარე განისაზღვრება ფორმულით: $V_s = \sqrt{2 * g * \Delta h} = 1.98 \text{ მ/წმ}$.

ენერგიის მოცულობითი გაფანტვა იანგარიშება ფორმულით:

$$E = \frac{\rho g \Delta h Q}{b h_n (l_b - d)} = \frac{1000 * 9.81 * 0.2 * 2.08}{3.0 * 2.1 * (5.0 - 0.3)} = 138 \text{ ვტ/მ}^3.$$

თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ ზუთხის შემთხვევაში აუზებში დასაშვები ტურბულენტობის უზრუნველსაყოფად ენერგიის მოცულობითი გაფანტვა არ უნდა აღემატებოდეს 150 ვტ/მ^3 -ს, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ თევზსავალის დანიშნული კონსტრუქცია და გაბარიტები აკმაყოფილებს მოთხოვნილ პარამეტრებს.

3.2. თევზდამცავი ღონისძიებები - თევზამრიდი

ცალკე პრობლემას წარმოადგენს ლავრების მოხვედრა წყალმიმღებში და მათი დაღუპვა ტურბინებში გავლის დროს.

წყალსამეურნეო მშენებლობის პრაქტიკაში გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის თევზდამცავი მოწყობილობები, რომლებიც უზრუნველყოფენ თევზის არიდებას წყალსატარებიდან. ესენია მექანიკური, ჰიდრაულიკური და ბიოლოგიური დამცავი მოწყობი-

ლობები. პირველი მათგანი უზრუნველყოფს წყალმიმღები ნაგებობების ბადეებით გადაკეტვას და მექანიკური წინაღობის შექმნას თევზების გადაადგილების გზაზე. ჰიდრავლიკური მოწყობილობები უზრუნველყოფენ წყალმიმღებიდან თევზების მოცილებას წყლის ნაკადის სათანადო ტრაექტორიის მიმართებით. აღნიშნული მოწყობილობებს განეკუთვნება, აგრეთვე, ე.წ. „ეარლიფტი“, რომელიც ჰაერის ფარდას ჰქმნის წყალში. ბიოლოგიური თევზდამცავი მოწყობილობების ფუნქციონირება ემყარება თევზების რეაქციას სხვადასხვა გამაღიზიანებელზე (სინათლის, ხმაურის, ელექტროდენით), დაშინებას და განდევნას სახიფათო ზონიდან.

მექანიკური დამცავი მოწყობილობები, ძირითადად, სასმელ-სამეურნეო წყალმომარაგების (მ.შ. თბოელექტროსადგურების) სისტემებში გამოიყენება. მდინარის მიერ დიდი რაოდენობით შეწონილი ნატანის ტრანსპორტირების პირობებში (როგორც მდ.რიონზე) ბადეების გაბიდვნის ინტენსიობა იმდენად მაღალი იქნება, რომ წყლის მიწოდება სადერივაციო არხში პრაქტიკულად შეუძლებელი გახდება. არაეფექტური იქნება ასევე, წყლის ჭავლის, სინათლის გამაღიზიანებლის (მომატებულ სიმღვრივეში) და ხმაურის რეცეპტორებზე ზემოქმედების (ეკოლოგიური ხარჯის გატარებისთვის წყალსაგდების მუშაობის პირობებში) მოწყობილობების გამოყენება.

ჰიდროსადგურების წყალმიმღებების დაცვის ყველაზე უფრო მისაღებ მოწყობილობებად „ეარლიფტი“ და ელექტრო-ბარიერი უნდა მივიჩნიოთ.

ეარლიფტის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ ჰაერის ბუშტუკებს წყლის ზედაპირზე ამოსვლისას შეუძლიათ წარიტაცონ და ზედაპირზე ამოიტანონ საკმაოდ მაღალი სიმკვრივის მყარი ნაწილაკები და საგნები. პირველ რიგში, ამოტანა ხდება ჰაერის მიკრობუშტუკების საგანზე მიწებების (ფლოტაციის ეფექტი) შედეგად.

მეორე რიგში, წყლის ზედაპირზე სხეულის ამოტანაში ძირითადად მოქმედებს ჰაერის მსხვილი ბუშტუკების ინტენსიური ნაკადი, რომლებიც სხეულის ქვედა ზედაპირს ეკვრიან და ამცირებენ სხეულის კუთრ წონას, რაც შედეგად განაპირობებს მათ ზედაპირზე ამოტივტივებას. სწორედ ეს ეფექტია, როცა პასიურად მოღრეიფე თევზები შეიძლება წყლის ზედაპირზე აღმოჩნდნენ. მესამეც, სხეულს წყლის ზედაპირზე ამოიტანს ჰაერ-ბუშტუკოვანი ნაკადის მიერ შექმნილი წყლის მასის ვერტიკალური დინებებიც.

თევზდამცავი აღნიშნული მეთოდის ეფექტურობა მერყეობს 12-36%-დან (ლავრებისათვის) 82%-მდე (14-32მმ სიგრძის ინდივიდებისათვის). მის უარყოფით მხარეს შეიძლება ჩაითვალოს ჰიპერსატურაცია, რაც თევზის დაღუპვას იწვევს.

ვარციხე ჰესების წყალმიმღებისათვის აუცილებელი იქნება სამი დამოუკიდებელი სისტემის შექმნა (ცალ-ცალკე თითოეული წყალმიმღები მაღლისათვის), რომელიც შედგება წყალმიმღების გისოსის წინ პონტონებზე დამაგრებული სამომსახურეო ხიდისაგან, 40მ-მდე სიგრძის მილგაყვანილობისაგან და 350მ³/სთ წარმადობის და

18.5კვტ სიმძლავრის დგუშიანი კომპრესორისაგან. კომპრესორები ცალკე შენობაში უნდა იქნეს განთავსებული.

ყველაზე ეფექტურ საშუალებად, ჩვენს შემთხვევაში, ელექტრო-იმპულსური მოწყობილობები უნდა ჩაითვალოს. ის ეფექტურია იმ პირობით, რომ თევზი აქტიურად რეაგირებს ელექტრულ ველზე და დამოუკიდებლად ცდილობს გაშორდეს მისი ზემოქმედების ზონას. ამის ხელშეშმელ ფაქტორს შეიძლება წარმოადგენდეს წყლის ნაკადი, რომელსაც წინააღმდეგობას ვერ უწევენ ლიფსიტები.

ელექტროგადამლობების ეფექტურობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ელექტროდებს შორის მანძილის, მათი დიამეტრების, სისტემაზე მიწოდებული ძაბვის, კვების რეჟიმებისა და სხვა პარამეტრების სწორ შერჩევაზე, რაც, თავის მხრივ განაპირობებს ელექტრული ველის განსაზღვრულ კონფიგურაციას და მასში ელექტროპოტენციალის გრადიენტების განაწილების ხასიათს. ველის ძაბვის საშუალო სიდიდე წარმოადგენს მის ისეთ მნიშვნელობას, რომელიც თევზებში თავდაცვით რეაქციას იწვევს. თევზამრიდის ეფექტურობა მით მეტია, რაც უფრო ნაკლებია ძაბვის გრადიენტი. კონსტრუქცია ისე უნდა იქნეს დაპროექტებული, რომ „ზღუდის“ მანძილი (მანძილი ელექტროდიდან თევზის მიერ აღქმის სიბრტყემდე) შეადგენდეს 5-10მ-ს, ხოლო სხვაობა „ზღუდის“ და „კრიტიკულ“ მანძილებს (ადგილი, სადაც თევზი ელექტროშოკს მიიღებს) შორის არ იყოს 5-7მ-ზე ნაკლები.

ელექტროიმპულსურ თევზამრიდებში ელექტროდები, ძირითადად, ერთ რიგშია განლაგებული. ისინი 8 ცალიან სექციებადაა დაჯგუფებული და წყვილებად არიან მიერთებული: პირველი ბოლოსთან, მეორე ბოლოსწინასთან და ა.შ. მიერთებული ელექტროდების თითოეულ წყვილს მიეწოდება საფეხურებრივად მზარდი ძაბვა. ელექტროდების შესაბამისი წყვილები სხვადასხვა სექციებში ერთმანეთთან პარალელურადაა შეერთებული. თევზამრიდის ელექტრო-ტექნოლოგიური ნაწილი შედგება ელექტროდების სისტემისაგან, ძაბვის გამყოფისაგან, დენის გამთიშველისაგან, კონტროლისა და მართვის სისტემებისაგან.

150მმ სიგრძის თევზების წყალმიმღებიდან არიდებისათვის გამოიყენება 40-50მმ დიამეტრის ელექტროდები, სიგრძით 4.4-დან 8მ-მდე, მანძილით მათ შორის 1-დან 2.8მ-მდე და ძაბვით 144 ან 220ვ. კვების იმპულსური რეჟიმი დამოკიდებულია თევზამრიდის გამოყენების პირობებზე. ელექტრული ველის ფორიანობა მიიღება 3-დან 6-ის ტოლად, შესაბამისი იმპულსის ხანგრძლივობის 0.06-0.08წმ პირობებში. ელექტროდებად გამოიყენება ლითონის მილები, რომლებიც ვერტიკალურად მაგრდება ზემოთ ხიდზე და ქვემოთ წყალმიმღების ზღურბლზე.

ელექტროიმპულსური თევზამრიდების უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს ელექტროდების ხშირი დაზიანება და 150მმ-ზე ნაკლები თევზების (მ.შ. ლავრების) ელექტროდენით დაღუპვის დიდი ალბათობა.

თევზამრიდი მოწყობილობების ორივე განხილული ვარიანტი მოითხოვს კვალიფიცირებული, სპეციალიზირებული ორგანიზაციების მიერ საგანგებო გამოკვლევების

ჩატარებას უშუალოდ ვარციხე ჰესების კასკადის სათავე ნაგებობებზე, შედეგების შეფასებებსა და შესაბამისი გადაწყვეტილების მიღებას, ხოლო აუცილებლობის შემთხვევაში სათანადო საპროექტო-კონსტრუქციული დოკუმენტაციის დამუშავებას და სამონტაჟო სამუშაოების განხორციელებას.

როგორც სხვადასხვა ქვეყნებში ჩატარებულმა მრავალრიცხოვანმა გამოკვლევებმა აჩვენა, თევზის დალუპვის პროცენტული მაჩვენებელი დამოკიდებულია ჰიდროტექნიკური ნაგებობების სახეობაზე და ჰიდროტურბინების ტიპზე: სადაწნე-სადერივაციო გვირაბებში და მილსადენებში მნიშვნელოვანი რაოდენობის თევზი ილუპება გაზრდილი წნევისა და კედლებზე შეჯახების შედეგად, ხოლო უდაწნეო სადერივაციო ნაგებობების (არხები) გამოყენების შემთხვევაში თევზის მარაგების დანაკარგებს საერთოდ არ აქვს ადგილი.

ვარციხე ჰესების შემთხვევაში წყალმიმღებში მოხვედრილი თევზებისთვის საფრთხე მოსალოდნელია მხოლოდ ტურბინების სადაწნეო ტრაქტში. აქ, ძირითადად ზემოქმედების სამ სახეობას აქვს ადგილი: 1) დაწნევა წყალგამტარ ტრაქტში; 2) ტრავმირება ტურბინაში გავლისას და 3) ტურბინის მუშაობის რეჟიმის ზეგავლენა.

ვარციხე ჰესის საანგარიშო დაწნევა 15მ-ს შეადგენს. ამ მაჩვენებლის მიხედვით წყალმიმღებში მოხვედრილი თევზების საერთო რაოდენობის მხოლოდ 7-8%-ის დალუპვაა მოსალოდნელი.

ვარციხე ჰესებში დამონტაჟებულია დაბალბრუნიანი (115 ბრ/წთ) მოსაბრუნებელ-ფრთიანი (კაპლანის ტიპი) ტურბინები, საანგარიშო ხარჯით 175 მ³/წმ. ამ ტიპის ტურბინებში თევზის დანაკარგი 11%-ს არ აღემატება.

როგორც ჩატარებულმა მრავალრიცხოვანმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, მოსაბრუნებელ-ფრთიანი ტურბინის მაქსიმალური მ.ქ.კ.-ით მუშაობის პირობებში თევზის დანაკარგები მინიმალურია. 1997-2000 წლებში ექსპერიმენტები ჩატარდა რუსეთშიც, ნიჟნეტულომის ჰიდროსადგურზე, რომლის აგრეგატის საანგარიშო ხარჯია 90 მ³/წმ, ბრუნთა რიცხვი 150 ბრ/წთ, საანგარიშო დაწნევა 17.5მ. ტურბინის მაქსიმალური ხარჯით (მთლიანად გახსნილი მიმმართველი აპარატის ფრთებით) მუშაობის პირობებში ქვემო ბიეფში ცოცხლად იქნა დაჭერილ ყველა ის ინდივიდი, რომელიც სპეციალური კონტეინერის საშუალებით იქნა შეშვებული ტურბინის წყალგამტარ ტრაქტში. პირველი ექპერიმენტის შემდეგ აღმოჩნდა, რომ საერთო რაოდენობის 80%-ს ფარფლის მნიშვნელოვანი დაზიანებები ჰქონდა.

სპეციალურმა ცდებმა აჩვენა, რომ აღნიშნული დაზიანებები გამოწვეული იყო არა ტურბინაში გავლით, არამედ თევზსაჭერის ბადისებრ ნაჭერთან თევზების კონტაქტით. შემდგომში, 2000 წელს ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ ტურბინის წყალგამტარ ტრაქტში შეშვებული ყველა ინდივიდი ცოცხლად იქნა დაჭერილი ქვემო ბიეფში და იქტიოპათოლოგიურმა გამოკვლევებმა რაიმე მნიშვნელოვანი დაზიანება არ აღმოაჩინა.

აღსანიშნავია, რომ ზრდასრული თევზი საკუთარი სიცოცხლისუნარიანობის გამო, თავს არიდებს სადაწნეო ტრაქტში მოხვედრას, საფრთხე ექმნება მხოლოდ ლავრებს, რომელთაც ჯერ კიდევ არ გააჩნიათ ავტონომიური გადაადგილების უნარი და პლანქტონურ მდგომარეობაში იმყოფებიან. ასეთ შემთხვევაში წყალმომღების სი-ახლოვეს დანაკლისის კომპენსაცია ხდება იმ უდიდესი მარაგიდან, რომელსაც თევზის ნაყოფიერება წარმოადგენს. ნაყოფიერება მდინარეში მობინადრე სახეობისათვის, მაგალითად კალმახისათვის, 27000 ცალს შეადგენს ერთ ქვირითობაზე. თევზის რაოდენობის ასეთი უხვი შევსების პირობებში მისთვის მალმიტირებელ ფაქტორს წარმოადგენს მდინარეში საკვები ბაზის მოცულობა და არა ამოღებული ერთეულების რაოდენობა.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ თევზამრავი მოწყობილობების დამონტაჟება ვარციხეძეების კასკადის სადერივაციო არხის წყალმომღებზე პირველი რიგის, გადაუდებელ ღონისძიებას არ წარმოადგენს.

4. მოსაზრებები სამუშაოთა ორგანიზაციისა და წარმოების შესახებ

ვარციხე ჰესების კასკადის სათავე ნაგებობებზე თევზსავალის პროექტის მშენებლობის ორგანიზაციის ნაწილი შედგენილია: პროექტირებაზე ტექნიკური დავალების, მოქმედი ს.ნ. და წ. მოთხოვნების (C 1.02.01-85 «
-
», 3.01.01-85 «

») შესაბამისად, ნაგებობებთა განთავსების გეგმის, მიღებული კონსტრუქციული გადაწყვეტილებების, დეტალური პროექტის ნახაზებით გამოთვლილი მოცულობების და საძიებო მასალების საფუძველზე.

4.1. მშენებლობის განხორციელების პირობები

თევზსავალის სამშენებლო სამუშაოები ზეგავლენას ახდენს მხოლოდ ვარციხის მიწაყრილ კაშხალზე. მოპ-ი შედგენილია საშუალო სირთულის ჰიდროტექნიკური ობიექტების მშენებლობის მოთხოვნათა შესაბამისად.

4.2. მშენებლობის რაიონის ბუნებრივი პირობები

მშენებლობის ადგილმდებარეობის და ბუნებრივი პირობების საერთო დახასიათებები მოყვანილია წინამდებარე განმარტებითი ბარათის მე-2 თავში. ქვემოთ მოცემულია მხოლოდ მშენებლობის წარმოებასთან დაკავშირებული საკითხები.

ა) სატრანსპორტო

მშენებლობის ძირითად დამაკავშირებელ სატრანსპორტო არტერიას ქვეყნის სხვა ადმინისტრაციულ ერთეულებთან წარმოადგენს სარკინიგზო მაგისტრალი თბილისი-ფოთი და ადგილობრივი მნიშვნელობის ავტოსატრანსპორტო გზატკეცილი ქუთაისი-გეგუთი.

ბ) ადგილობრივი სამშენებლო მასალები

ბეტონის ნაგებობების ქვეშ ხრეშოვანი მომზადების და კედლებსუკან (თევზსავალის ღია უბნებზე) ყრილის მოსაწყობად გამოიყენება რეგიონში მოქმედი საკარიერო მეურნეობებში მოპოვებული ხრეში და ბალასტი.

თევზსავალის მშენებლობისათვის საჭირო ღორღი და ბეტონის შეძენა რეკომენდებულია ვარციხეჭესების სათავე ნაგებობების სიახლოვეს არსებულ ინერტული მასალის დამახარისხებელ მეურნეობასა და ბეტონის ქარხანაში.

გ) მშენებლობის უზრუნველყოფა ელექტროენერგიით, შეკუმშული ჰაერით და წყლით

- ელექტროენერგიით უზრუნველყოფა გაითვალისწინებულია ვარციხეჭესების კასკადის საკუთარი მოხმარების ქსელებიდან;
- შეკუმშული ჰაერით მომარაგება ხორციელდება გადასადგილებელი კომპრესორებით;

- წყალი მოხმარების ადგილებს მიეწოდება 50მმ დიამეტრის პოლიმერული მასალის მილებით, სათანადო სიმძლავრისა და ტექნიკური მახასიათებლების მქონე ტუმბოების გამოყენებით წყალსაცავიდან.

4.3. სამშენებლო მოედნის მოკლე დახასიათება

დამხმარე მოედანი (სამეურნეო ეზო) თევზსავალის მშენებლობაზე უნდა მოეწყოს სათავე ნაგებობების მახლობლად ან ვარციხე ჰესი 1-ის ტერიტორიაზე. აქ განთავსდება ცალკეული სამშენებლო მექანიზმები და ავტოტრანსპორტი, საოფისე მოედული. მოზიდული სამშენებლო მასალების დროებითი დასწყობება უნდა განხორციელდეს სადერივაციო არხის მარცხენა ნაპირზე გამავალ საინსპექციო გზასა და ტერასის კიდეს შორის, არმისული სამუშაო უბნამდე. ბალასტის მარაგი შეიძლება მდინარის კალაპოტში, სამუშაო უბნის უშუალო სიახლოვეს დასაწყობდეს. შემოტანილი სამშენებლო მასალების (არმატურა, პოლიმერული შემჭიდროვებები, ჰიდროსაიზოლაციო მასალები და სხვ.) განთავსება გათვალისწინებულია 40 კვმ გადახურულ ფარდულში და 100 კვ.მ ფართობის ღია მოედანზე.

4.4. ძირითადი მოთხოვნები კონტრაქტორი ორგანიზაციისადმი

სამუშაოთა ძირითადი სახეობების სპეციფიკიდან გამომდინარე, მათი შესრულება უნდა განხორციელდეს სპეციალიზირებული ორგანიზაციის მიერ, რომელსაც ჰყავს კვალიფიცირებული მუშათა კადრი და აქვს სათანადო სამშენებლო სამუშაოების ჩატარების გამოცდილება.

სამშენებლო ორგანიზაციას უნდა გააჩნდეს ტექნიკური აღჭურვილობა და საშუალებები სამუშაოთა ჩატარებისთვის.

4.5. სამშენებლო მასალით უზრუნველყოფა და სატრანსპორტო სქემა

მშენებლობის ორგანიზაციის პროექტით მიღებული სატრანსპორტო სქემა ითვალისწინებს სამშენებლო მასალების, კონსტრუქციების და მოწყობილობის შემოტანას.

მშენებლობაზე ძირითადი ტვირთების მიწოდება ხორციელდება:

1. ბეტონი და ცემენტის ხსნარი – ვარციხე ჰესის სათავე ნაგებობებთან არსებული ქარხნიდან;
2. დიზელის საწვავი – ქუთაისიდან;
3. პოლიმერული შემჭიდროვებები და ჰიდროსაიზოლაციო მასალები – თბილისიდან;
4. არმატურა - ქუთაისიდან;
5. ხე-ტყის მასალა – ქუთაისიდან;
6. ინერტული მასალა: ქვიშა და ღორღი – ვარციხე ჰესის სათავე ნაგებობებთან არსებული მეურნეობიდან;
7. თიხა - ნახშირღელეს კარიერიდან.

4.6. მშენებლობის მართვის ორგანიზაცია

მშენებლობის წარმოების ორგანიზაცია, მშენებლობის მართვა ევალება სამშენებლო ორგანიზაციას, ხოლო მისი შესრულების შემოწმება – დამკვეთის სათანადო სამსახურებს.

სამშენებლო ორგანიზაცია ვალდებულია წინამდებარე პროექტის საფუძველზე თავის ძალებით დაამუშაოს სამუშაოთა წარმოების პროექტი და უზრუნველყოს გეოტექნიკური კონტროლის განხორციელება დამკვეთის წარმომადგენლის მონაწილეობით.

სამუშაოთა წარმოების პროექტში დაზუსტებული უნდა იქნას სამუშაოთა შესრულების ხანგრძლივობა, სამუშაოთა წარმოების ეფექტური მეთოდები, უსაფრთხოების, ხანძარსაწინააღმდეგო და შრომის დაცვის წესები.

4.7. საპროექტო გადაწყვეტილებები და სამუშაოთა მოცულობები

ძირითად ნაგებობათა სრული აღწერილობა მოყვანილია თავში 3.

ცხრილში 4.1 ნაჩვენებია ძირითად სამშენებლო სამუშაოთა სახეობები და მათი ჯამური მოცულობები.

4.8. ნაგებობათა მშენებლობის სქემები და ხანგრძლივობა

სარეაბილიტაციო სამუშაოთა ორგანიზაციის პროექტით მშენებლობის ხანგრძლივობად განისაზღვა 6 თვე, რაც აკმაყოფილებს სნ 1.04.03-85 პ.21 მოთხოვნას.

ცხრილში 4.2 წარმოდგენილია სარეაბილიტაციო სამუშაოთა კალენდარული გრაფიკი, რომელიც შედგენილია მიღებული წარმოების მეთოდების და მოცულობითი მახასიათებლების საფუძველზე.

4.9. მშენებლობის რეკომენდებული სქემები

თევზსავალის მშენებლობა იწყება მიწის კაშხლის სადაწნო ფერდზე ზღუდარის მოწყობით. ზღუდარის მასალად გამოიყენება ადგილობრივი, მდ.რიონის ჭალაში მოპოვებული თიხნარი გრუნტი. ზღუდარის დაყრა კაშხლის თხემიდან, პიონერული მეთოდით, დასაშლელი კაშხლის მხრიდან იწყება და საბოლოო ჯამში თევზსავალის შესასვლელი სათავისის აგების ადგილს გამოყოფს წყალსაცავიდან. პიონერული დამბის დაყრის შემდეგ იწყება მისი ზემო და ქვემო ფერდის ფორმირება იგივე მასალის დაყრითა და ტკეპნით ოპტიმალურ სიმკვრივემდე. ზღუდარის აგების პერიოდში აუცილებელი იქნება ჰიდროსადგურის მუშაობის შეჩერება და წყალსაცავში წყლის დონის დაწევა.

ზღუდარისა და კაშხალს შორის დარჩენილი წყლის ამოტუმბვის შემდეგ იწყება თევზსავალის ქვაბულის მომზადების სამუშაოები, რომლის პირველ ეტაპზე ხორციელდება კაშხლის სადაწნო ფერდის ბეტონის ეკრანის დაშლა, ხოლო შემდეგ - კაშხლის ტანის დამუშავება ექსკავატორით, ავტოთვიტმცლულებზე დატვირთვით. დამუშავებული გრუნტის გატანა ორ, წინასწარ მომზადებულ დროებით სანაყაროებზე მოხდება. ერთი სანაყარო კაშხლის ქვემო ბიეფში, მარცხენა ნაპირის ჭალის-

ზედა ტერასაზე მოეწყობა, ხოლო მეორე - მარჯვენა ნაპირზე, სალექარსა და არსებულ საინსპექციო გზას შორის.

ქვაბულის დამუშავების დამთავრების შემდეგ იწყება თევზსავალის ბეტონის სამუშაოები. პირველ რიგში აიგება მარჯვენა და მარცხენა საყრდენი კედლები, შემდგომ - ძირის რკინაბეტონის ფილა და ბოლოს - გადახურვა კაშხლის ფარგლებში. კედლები და ძირის ფილა დეფორმაციულ-ჯდენითი ნაკერებითაა დაყოფილი. ბეტონირების ბლოკების სიგრძე 5მ-ია.

ქვაბულის დამუშავების შემდეგ იწყება ბეტონის სამუშაოები: არმატურის და ყალიბების მონტაჟი, ბეტონის ხსნარით შევსება. მასალის მიწოდება სამუშაო უბანზე კაშხლის თხემიდან, მუხლუხა ან ავტოამწის საშუალებით ხორციელდება. ბეტონის ხსნარის მიწოდება ბეტონტუმბოებითაც შეიძლება განხორციელდეს.

კაშხლის ფარგლებში თევზსავალის რკინაბეტონის მონოლითური ფილით გადახურვის, ბეტონის საპროექტო სიმტკიცის მიღწევისა და შეწებვადი ჰიდროიზოლაციის მოწყობის შემდეგ იწყება მიწის კაშხლის პრიზმის აღდგენის სამუშაოები.

ქვაბულის შევსებისათვის დასაწყობებული გრუნტის მოზიდვა სანაყაროებიდან ავტოთვითმცლელებით ხორციელდება. გრუნტის დაყრა იწყება ყველაზე დაბალი მწიკებიანი უბნიდან და წარმოებს ჰორიზონტალური ფენებით.

პროცესის უწყვეტობის უზრუნველსაყოფად ყრილი იყოფა დაყრის კარტებად, რომლებზეც თანმიმდევრულად წარმოებს გრუნტის დაყრა, მოსწორება, დატენიანება (აუცილებლობის შემთხვევაში) და დატკეპნა.

დასაყრელი ფენის სისქე განისაზღვრება სატკეპნი დანადგარის ტიპით, დასაყრელი გრუნტის მახასიათებლებით და მერყეობს 0,1 მ-დან 2,0 მ-მდე.

მიზიდული გრუნტი იცლება თანმიმდევრულად და სწორდება ხელით. ერთგვაროვანი ყრილი, როგორც წესი, იყრება ისე, რომ მისი სიმაღლე იზრდება თანაბრად, კაშხლის მთელ სიგანეზე (თევზსავალის გასწვრივ, სიგრძეში).

ყრილის მოცემული სიმკვრივის მისაღებად, გრუნტის თითოეული ფენა უნდა გამკვრივდეს სატკეპნის რამდენიმე გავლით. სატკეპნის გავლების საჭირო რაოდენობა დგინდება მოცემული სისქის გრუნტის ფენის საცდელი დატკეპნით იმ ტენიანობით, რომლის დროსაც მიიღწევა გრუნტის ტკეპნის საუკეთესო პირობები. ყოველი გავლის შემდეგ განისაზღვრება გრუნტის სიმკვრივე და იგება გავლებისა და სიმკვრივის დამოკიდებულების გრაფიკი. გავლების რაოდენობა განისაზღვრება მიღწეული მაქსიმალური სიმკვრივით (როდესაც სატკეპნის მომდევნო გავლის შემდეგ სიმკვრივის პრაქტიკული გაზრდა აღარ დაიკვირვება). დატკეპნილი ფენის სისქე, ჩვენს პირობებში, 20სმ-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

პრიზმის დატკეპნის შემდეგ უნდა აღდგეს სადაწნეო ფერდის ბეტონის ეკრანი. ახალ და ძველ ბეტონს შორის ნაკერის წყალგაუმტარობის უზრუნველსაყოფად გათვალისწინებულია პოლიმერული მასალის შეწებვადი ჰიდროიზოლაციის მოწყობა.

მშენებლობის ბოლო ეტაპზე ხორციელდება კაშხლის ზემო ფერდზე მოწყობილი ზღუდარის დაშლა.

ბალასტის ის მოცულობა, რაც არ იქნება საკმარისი თევზსავალის წყალგამტარი ტრაქტის საყრდენი კედლების უკუყრილის მოსაწყობად, არსებული საკარიერო მეურნეობიდან ავტოთვითმცლელების საშუალებით იქნება შემოზიდული.

4.10. სამუშაოთა ორგანიზაცია

მშენებლობის ტერიტორიის განთავსება სოფლების: გეგუთის და ვარციხის მახლობლობაში ქმნის, როგორც კვალიფიციურ, ასევე არაკვალიფიციურ მუშათა მოთხოვნის დაკმაყოფილების შესაძლებლობას ძირითადი დასახლებების ადგილებიდან.

პროექტით მიღებულია სამუშაოთა წარმოების ყველა სახეობაზე სტანდარტული კალენდარი: სამუშაო დღე – 8 საათი, სამუშაო კვირა – 40 საათი და თვეში სამუშაო დღე 20.

სამშენებლო პერსონალის ანაზღაურება კაც.საათებში განისაზღვრა მოქმედი ნორმატიული რეკომენდაციების გათვალისწინებით, რომლის მიხედვით გასაშუალოებული მაჩვენებელი შეადგენს 6,0 ლარს.

სამშენებლო ორგანიზაციას უფლება ეძლევა სამუშაოთა ცალკეულ სახეობებზე თავის შეხედულებისამებრ შეცვალოს სტანდარტული კალენდარული გრაფიკი, პროექტით გათვალისწინებული შრომის ანაზღაურების ფარგლებში.

4.11. უსაფრთხოების ტექნიკა და ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები

ა) უსაფრთხოების ტექნიკა სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების წარმოების დროს

ყველა სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოები მშენებლობაზე უნდა შესრულდეს უსაფრთხოების ტექნიკის მოქმედი წესების შესაბამისად:

1. . -111-4-80, ,1983.
2. , , ,1970 .
3. , , ,1970 .
4. , ,1981 .

ლითონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების, აგრეთვე სხვა მოწყობილობების მონტაჟის დროს, ზემოთ ჩამოთვლილის გარდა უნდა ვიხელმძღვანელოთ შემდეგი ნორმატიული მასალებით შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების ტექნიკის შესახებ.

1. ,1976 .
2. , ,1976 .
3. , ,1979 .

4.

, 337-84.

სამშენებლო უბნებზე სამუშაოთა ჩატარება უნდა ხდებოდეს სამუშაოთა წარმოების პროექტით.

აუცილებელია დიდი ყურადღება მიექცეს მუშაოთა ელექტროდენით შესაძლო დაშავების გამორიცხვას. ამისათვის ელექტროშედულებისა და ბეტონის ხსნარის ვიბრირების დროს აუცილებლად უნდა დამიწდეს შესადულებელი კონსტრუქციები და შემდულებელი აპარატის ყველა ლითონის ნაწილი.

სამუშაოთა წარმოების უსაფრთხოებისათვის სამშენებლო მოედანზე უნდა იყოს გამაფრთხილებელი წარწერები, გამოყოფილი სახიფათო უბნები, ხოლო საღამოსა და ღამის საათებში მუშაობისას იგი საკმარისად უნდა იყოს განათებული (განათების უმცირესი ნორმატივი - 30 ლუქსი).

სახიფათო ზონად მიღებულია 7-10 მ რადიუსის მქონე ფართობი, ამწის კაუჭიდან ან მშენებარე კონსტრუქციებიდან ტვირთის ჩამოვარდნის შესაძლო ადგილის გარშემო, რადიუსი იცვლება ტვირთის აწევის სიმაღლის შესაბამისად.

ბ) ტრანსპორტირების და დატვირთვა-გადმოტვირთვის უსაფრთხოების ტექნიკა

ტვირთების ტრანსპორტირების და დატვირთვა-გადმოტვირთვის სამუშაოების უსაფრთხოოდ წარმოებისათვის საჭიროა შესრულდეს - 111-4-80 მოთხოვნები.

გ) ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები

სამშენებლო მეურნეობის ყველა ობიექტებზე გათვალისწინებული უნდა იქნას ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებათა კომპლექსი, რომელიც უზრუნველყოფს ხანძრის გაჩენის გაფრთხილებას, გავრცელების შეზღუდვას, ხალხისა და მატერიალურ ფასეულებათა ევაკუაციას.

სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების წარმოებისას ხანძარსაწინააღმდეგო უსაფრთხოების მოთხოვნების ძირითადი დაბულებები მოყვანილია შემდეგ დოკუმენტებში:

1.

.. . 1988 .

2.

.1972 .

სამშენებლო უბნები უნდა აღიჭურვოს ხანძარსაწინააღმდეგო ინვენტარით.

დ) საწარმოო სანიტარია

სამშენებლო უბნებზე გათვალისწინებული უნდა იქნას დამხმარე და სანიტარულ-საყოფაცხოვრებო დანიშნულების სათავსოების მოწყობა. კერძოდ: გასახდელების, საშხაპეების, პირსაბანის, ტუალეტების (ბიოტუალეტი ან საანისეზაციო ორმოებზე) და სხვა - 11- 92-76

- მოთხოვნათა შესაბამისად.

პარცისე კმსების სათავე ნაგებობებზე თევზსავალის ძირითადი სამუშაოების მოცულობები

რიგ.№	სამუშაოთა დასახელება	განზ.ერთ.	კაშხლის ტანი	კედლები	ძირი	ტიხრები	გადახურვა	რიგელები	სულ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ზღუდარის მოწყობა/დაშლა	კმ	1764	-	-	-	-	-	1764
2	მაკაფერის გაბიონები 2x1x1	ც	46	-	-	-	-	-	46
3	III-IV კატ. გრუნტის დამუშავება	კმ	5035	-	-	-	-	-	5035
4	არსებული ბეტონის მონგრევა	კმ	36	-	-	-	-	-	36
5	ყრილი და უკუყრილი	კმ	-	5740	-	-	-	-	5740
6	ხარისხოვანი ყრილი	კმ	1665	-	-	-	-	-	1665
7	გეოტექსტილი	კმ	1581	-	-	-	-	-	1581
8	რიყის ქვა	კმ	92	-	105	-	-	-	197
9	ხის მასალა	კმ	-	21.67	0.24	1.33	1.42	-	24.66
10	საყალიბე ფარები	კმ	-	904.4	23	55.6	-	-	983
11	მონოლითური რკინაბეტონი მ-200	კმ	28	1171	183	72	-	-	1454
12	მონოლითური რკინაბეტონი მ-250	კმ	-	-	-	-	61	22	83
13	არმატურა	ტ		106.36	8.26	3.65	4.94	1.48	124.69
14	ხრეშოვანი მომზადება	კმ	-	-	190	-	-	-	190
15	პოლიმერული შემჭიდროვება	გრძ.მ	-	490	510	-	-	-	1000
16	ბიტუმი-პლიმერული ჰიდროიზოლაც	კმ	1989	-	-	-	-	-	1989
17	ცივი ნაკერის ჰიდროიზოლაცია	გრძ.მ	20.1	-	-	-	-	-	20.1
18	ასფალტობეტონი მსხვილმარცვ.	ტ	33.7	-	-	-	-	-	33.7
19	ასფალტობეტონი წვრილმარცვ.	ტ	29.1	-	-	-	-	-	29.1

პარციალური კონსტრუქციის სათავე ნაგებობებზე თევზსავალის მშენებლობა

მშენებლობის კალენდარული გრაფიკი

რიგ. №	სამუშაოთა დასახელება	ხანგრ- ბა	I თვე			II თვე			III თვე			IV თვე			V თვე			VI თვე		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	მოსამზადებელი სამუშაოები																			
1.1.	მაკაფერის გაბიონების აწყობა კაშხლის ზედა ბიეფის პონურზე	5																		
1.2.	ზღუდარის მოწყობა კაშხლის სადაწნო ფერდზე დატყეპნით	5																		
1.3.	სადაწნო ფერდის ბეტონის დაშლა სან-გრევი ჩაქუნით	20																		
1.4.	ზღუდარის და გაბიონების დაშლა	5																		
2	ძირითადი სამუშაოები																			
2.1.	ქვაბულის დამუშავება	30																		
3.2.	ხრეშოვანი საგების მოწყობა ტრანშეის ფსკერზე	10																		
	გეოტექსტილის გაშლა ნაგებობების ქვეშ	5																		
3.3.	არმატურის მონტაჟი	30																		
3.4.	ბეტონის სამუშაოები კედლებზე	75																		
3.5.	ბეტონის სამუშაოები ძირზე	15																		
4.2.	კედლების ჰიდროიზოლაცია	75																		
4.3.	ბეტონის სამუშაოები გადახურვაზე	10																		
4.4.	ბეტონის ეკრანის აღდგენა	10																		
4.5.	კაშხლის ტანის აღდგენა ხარისხოვანი ყრილით	25																		
4.6.	საავტომობილო გზის საფარის აღდგენა კაშხლის თხემზე	15																		

5. სამშენებლო სამუშაოებთან დაკავშირებული ბაჩყალის გამოწვეული ელექტროენერგიის გამოშვების დანაკარგის განსაზღვრა

ვარციხე ჰესების სათავე ნაგებობებზე თევზსავალის მშენებლობისთვის მოსამზადებელი სამუშაოების ხანგრძლივობა, რომელიც დაკავშირებულია კაშხლის ზედა ფერდოზე ზღუდარის მოწყობის პერიოდში წყალსაცავის დაცლასთან, ანუ მთლიანი კასკადის მუშაობის შეჩერებასთან, განისაზღვრება ერთი თვით. ჰიდროლოგიური მონაცემებიდან გამომდინარე, იმის გათვალისწინებით, რომ მინიმალური იყოს ელექტროენერგიის გამოშვების დანაკარგები, ამ სამუშაოების წარმოება რეკომენდებულია წლის ყველაზე უფრო მშრალ პერიოდში, სექტემბრის თვეში.

მშენებლობის პერიოდში ჰიდროსადგურზე ენერგიის გამოშვების დანაკარგების განსაზღვრისათვის გამოყენებულია 50% უზრუნველყოფის წლისათვის ჩატარებული ჰიდროენერგეტიკული ანგარიშები. საანგარიშო წლად საშუალო თვიური წყლის ხარჯების 58-წლიანი ჰიდროლოგიური მონაცემებით (1933/34÷1990/91) მიხედვით შერჩეულია 1977/78 სისტემური წელი.

რამდენადაც ცნობილია, მოუპირკეთებელ უბნებზე, არხის ფერდობების ჩამოშლის გამო, მათი გამტარუნარიანობა შემცირებულია 300მ³/წმ-მდე (საანგარიშო ხარჯია 350მ³/წმ). ამასთან, გამოვლენილია ჰესების ქვედა ბიეფების შეტბორვა. ამრიგად, დარღვეულია პროექტით განსაზღვრული ჰესების ქვედა ბიეფების ნიშნულები. შეტბორვის გათვალისწინებით გვაქვს:

ჰესი 1, 300მ³/წმ – $კ.ბ=71.77+0.6=72.4მ$;

60მ³/წმ – $კ.ბ=71.77+0.3=72.1მ$;

ჰესი 2, 300მ³/წმ – $კ.ბ=56.04+1.85=57.9მ$;

60მ³/წმ – $კ.ბ=56.04+0.6=56.6მ$;

ჰესი 3, 300მ³/წმ – $კ.ბ=40.13+2.75=42.9მ$;

60მ³/წმ – $კ.ბ=40.13+1.0=41.1მ$;

ჰესი 4, 300მ³/წმ – $კ.ბ=23.09+2.64=25.7მ$;

60მ³/წმ – $კ.ბ=23.09+0.9=24.0მ$.

ცხრილებში 5.1÷5.4 მოცემულია ვარციხე ჰესების ჰიდროენერგეტიკული ანგარიშები საშუალო წლისათვის. ანგარიშებში გათვალისწინებულია წყლის ხარჯის დანაკარგები ფილტრაციაზე და აორთქლებაზე, ირიგაციული წყალაღება და სანიტარული გაშვება მდინარის კალაპოტში 15 მ³/წმ-ის ოდენობით.

ჰიდროენერგეტიკული ანგარიშების შედეგად განისაზღვრა ვარციხეჰესების გაჩერებით (სექტემბერში) გამოწვეული ელექტროენერგიის დანაკარგის სიდიდე: 62.4 მლნ კვტ.სთ.

გარცინხე ჰესი I-ის ჰიდროენერგეტიკული ანგარიშები 50% უზრუნველყოფის წლისათვის (1977/78)

ოპე	ბუნებრივი მოდინება მ ³ /წმ	წყლის ხარჯის დანაკარგი და წყალმოთხოვნა, მ ³ /წმ			სასარგებლო მოდინება, მ ³ /წმ	წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ			ჰესი 1					
		ფილტრაცია და აორთქლება	ირიგაცია	სულ		ჰესის	გადღვრილი	სანიტარული გაშვება	▽ ზ.ბ, მ	▽ ქ.ბ, მ	დაწნევის დანაკარგი, მ	ნეტო დაწნევა, მ	საშუალო სიმძლავრე, მეგვტ	ელექტროენერგიის გამომუშავება, მლნ კვტ.სთ
IV	314.0	3.0	13.4	16.4	297.6	282.6	—	15.0	86.8	72.4	0.1	14.3	36.0	25.9
V	33.0	3.0	16.9	19.9	313.1	298.1	—	15.0	86.8	72.4	0.1	14.3	38.0	28.3
VI	372.0	3.0	24.1	27.1	344.9	300.0	44.9	—	86.8	72.4	0.1	14.3	38.4	27.7
VII	266.0	3.0	28.2	31.2	234.8	219.8	—	15.0	86.8	72.0	0.1	14.7	28.8	21.4
VIII	256.0	3.0	31.1	34.1	221.9	206.9	—	15.0	86.8	72.0	0.1	14.7	27.0	20.1
IX	202.0	3.0	13.5	16.5	185.5	170.5	—	15.0	86.8	72.0	0.1	14.7	22.3	16.1
X	292.0	3.0	5.0	8.0	284.0	269.0	—	15.0	86.8	72.4	0.1	14.3	34.0	25.3
XI	202.0	3.0	6.0	9.0	193.0	178.0	—	15.0	86.8	72.0	0.1	14.7	22.6	16.3
XII	177.0	3.0	6.1	9.1	167.9	152.9	—	15.0	86.8	72.0	0.1	14.7	20.0	14.9
I	157.0	3.0	6.0	9.0	148.0	133.0	—	15.0	86.8	72.0	0.1	14.7	17.4	13.0
II	263.0	3.0	6.1	9.1	253.9	238.9	—	15.0	86.8	72.4	0.1	14.3	30.4	20.4
III	346.0	3.0	6.0	9.0	337.0	300.0	37.0	—	86.8	72.4	0.1	14.3	38.4	28.6
ჯამი	3180.0	36.0	162.4	198.4	2931.6	2747.7	81.9	150.0	—	—	—	—	—	258.0
საშ.	265.0	3.0	13.5	16.5	248.5	229.2	6.8	12.5	—	—	—	—	29.4	—

პარციალური ჰესი II-ის ჰიდროენერგეტიკული ანგარიშები 50% უზრუნველყოფის ფლისათვის (1977/78)

თვე	ბუნებრივი მოდიფიკაცია მ³/წმ	წყლის ხარჯის დანაკარგი და წყალმოთხოვნა, მ³/წმ			სასარგებლო მოდიფიკაცია, მ³/წმ	წყლის ხარჯი, მ³/წმ			ჰესი 1					
		ფილტრაცია და აორთქლება	ირიგაცია	სულ		ჰესის	გადღვრილი	სანიტარული გაწვევა	▽ ზ.ბ, მ	▽ ქ.ბ, მ	დაწნევის დანაკარგი, მ	ნეტო დაწნევა, მ	საშუალო სიმძლავრე, მგვტ	ელექტროენერგიის გამოშვება, მლნ კვტ.სთ
IV	314.0	3.0	13.4	16.4	297.6	282.6	—	15.0	71.4	57.9	0.1	13.4	34.0	24.5
V	33.0	3.0	16.9	19.9	313.1	298.1	—	15.0	71.4	57.9	0.1	13.4	36.0	26.8
VI	372.0	3.0	24.1	27.1	344.9	300.0	44.9	—	71.4	57.9	0.1	13.4	36.0	26.1
VII	266.0	3.0	28.2	31.2	234.8	219.8	—	15.0	71.4	57.5	0.1	13.8	27.2	20.2
VIII	256.0	3.0	31.1	34.1	221.9	206.9	—	15.0	71.4	57.5	0.1	13.8	25.2	18.8
IX	202.0	3.0	13.5	16.5	185.5	170.5	—	15.0	71.4	57.0	0.1	14.3	21.6	15.6
X	292.0	3.0	5.0	8.0	284.0	269.0	—	15.0	71.4	57.9	0.1	13.4	32.0	23.8
XI	202.0	3.0	6.0	9.0	193.0	178.0	—	15.0	71.4	57.0	0.1	14.3	22.2	16.0
XII	177.0	3.0	6.1	9.1	167.9	152.9	—	15.0	71.4	57.0	0.1	14.3	19.4	14.4
I	157.0	3.0	6.0	9.0	148.0	133.0	—	15.0	71.4	57.0	0.1	14.3	16.8	12.5
II	263.0	3.0	6.1	9.1	253.9	238.9	—	15.0	71.4	57.5	0.1	13.8	29.2	19.6
III	346.0	3.0	6.0	9.0	337.0	300.0	37.0	—	71.4	54.4	0.1	13.4	36.2	26.9
ჯამი	3180.0	36.0	162.4	198.4	2931.6	2747.7	81.9	150.0	—	—	—	—	—	245.2
საშ.	265.0	3.0	13.5	16.5	248.5	229.2	6.8	12.5	—	—	—	—	28.0	—

ვარციხე ჰესი III-ის ჰიდროენერგეტიკული ანგარიშები 50% უზრუნველყოფის წლისათვის (1977/78)

ოვე	ბუნებრივი მოდინება მ ³ /წმ	წყლის ხარჯის დანაკარგი და წყალმოთხოვნა, მ ³ /წმ			სასარგებლო მოდინება, მ ³ /წმ	წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ			ჰესი 1					
		ფილტრაცია და აორთქლება	ირიგაცია	სულ		ჰესის	გადადვრილი	სანიტარული გაშვება	▽ ზ.ბ, მ	▽ ქ.ბ, მ	დაწნევის დანაკარგი, მ	ნეტო დაწნევა, მ	საშუალო სიმძლავრე, მგვტ	ელექტროენერგიის გამოშვება, მლნ კვტ.სთ
IV	314.0	3.0	13.4	16.4	297.6	282.6	–	15.0	55.6	42.9	0.1	12.6	33.0	23.8
V	33.0	3.0	16.9	19.9	313.1	298.1	–	15.0	55.6	42.9	0.1	12.6	34.0	25.3
VI	372.0	3.0	24.1	27.1	344.9	300.0	44.9	–	55.6	42.9	0.1	12.6	34.2	24.6
VII	266.0	3.0	28.2	31.2	234.8	219.8	–	15.0	55.6	42.0	0.1	13.5	26.6	19.8
VIII	256.0	3.0	31.1	34.1	221.9	206.9	–	15.0	55.6	42.0	0.1	13.5	24.8	18.4
IX	202.0	3.0	13.5	16.5	185.5	170.5	–	15.0	55.6	42.0	0.1	13.5	21.4	15.6
X	292.0	3.0	5.0	8.0	284.0	269.0	–	15.0	55.6	42.5	0.1	13.0	31.4	23.4
XI	202.0	3.0	6.0	9.0	193.0	178.0	–	15.0	55.6	42.0	0.1	13.5	21.4	15.4
XII	177.0	3.0	6.1	9.1	167.9	152.9	–	15.0	55.6	41.5	0.1	14.0	19.0	14.1
I	157.0	3.0	6.0	9.0	148.0	133.0	–	15.0	55.6	41.5	0.1	14.0	16.5	12.3
II	263.0	3.0	6.1	9.1	253.9	238.9	–	15.0	55.6	42.5	0.1	13.0	28.6	19.2
III	346.0	3.0	6.0	9.0	337.0	300.0	37.0	–	55.6	42.9	0.1	12.6	34.2	25.5
ჯამი	3180.0	36.0	162.4	198.4	2931.6	2747.7	81.9	150.0	–	–	–	–	–	237.2
საშ.	265.0	3.0	13.5	16.5	248.5	229.2	6.8	12.5	–	–	–	–	27.1	–

ვარციხე პესი IV-ის ჰიდროენერგეტიკული ანგარიშები 50% უზრუნველყოფის წლისათვის (1977/78)

ოვე	ბუნებრივი მოდინება მ ³ /წმ	წყლის ხარჯის დანაკარგი და წყალმოთხოვნა, მ ³ /წმ			სასარგებლო მოდინება, მ ³ /წმ	წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ			ჰესი 4					
		ფილტრაცია და აორთქლება	ირიგაცია	სულ		ჰესის	გადადგირილი	სანიტარული გაშვება	▽ ზ.ბ, მ	▽ ქ.ბ, მ	დაწნევის დანაკარგი, მ	ნეტო დაწნევა, მ	საშუალო სიმძლავრე, მგვტ	ელექტროენერგიის გამოშვება, მლნ კვტ.სთ
IV	314.0	3.0	13.4	16.4	297.6	282.6	–	15.0	39.1	25.7	0.1	13.3	33.8	24.3
V	33.0	3.0	16.9	19.9	313.1	298.1	–	15.0	39.1	25.7	0.1	13.3	35.8	26.6
VI	372.0	3.0	24.1	27.1	344.9	300.0	44.9	–	39.1	25.7	0.1	13.3	36.0	25.9
VII	266.0	3.0	28.2	31.2	234.8	219.8	–	15.0	39.1	25.5	0.1	13.5	26.6	19.8
VIII	256.0	3.0	31.1	34.1	221.9	206.9	–	15.0	39.1	25.5	0.1	13.5	24.8	18.4
IX	202.0	3.0	13.5	16.5	185.5	170.5	–	15.0	39.1	25.0	0.1	14.0	21.0	15.1
X	292.0	3.0	5.0	8.0	284.0	269.0	–	15.0	39.1	25.7	0.1	13.3	32.0	23.8
XI	202.0	3.0	6.0	9.0	193.0	178.0	–	15.0	39.1	25.0	0.1	14.0	22.0	15.8
XII	177.0	3.0	6.1	9.1	167.9	152.9	–	15.0	39.1	24.5	0.1	14.5	19.7	14.7
I	157.0	3.0	6.0	9.0	148.0	133.0	–	15.0	39.1	24.5	0.1	14.5	17.11	12.7
II	263.0	3.0	6.1	9.1	253.9	238.9	–	15.0	39.1	25.5	0.1	13.5	28.8	19.4
III	346.0	3.0	6.0	9.0	337.0	300.0	37.0	–	39.1	25.7	0.1	13.3	36.0	26.8
ჯამი	3180.0	36.0	162.4	198.4	2931.6	2747.7	81.9	150.0	–	–	–	–	–	243.3
საშ.	265.0	3.0	13.5	16.5	248.5	229.2	6.8	12.5	–	–	–	–	27.8	–

6. სახარჯთაღრიცხვო ღირებულების განსაზღვრა

სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაცია დამუშავებულია ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დეტალური ნახაზების საფუძველზე.

მშენებლობა განხორციელდება საქართველოს ტერიტორიაზე, კერძოდ იმერეთის მხარეში, ვარციხე ჰესების კაშხლის ტერიტორიაზე.

სამუშაოთა ცალკეული სახეობების შესრულებისათვის საჭირო შრომატევადობა და სამშენებლო ტექნიკის დატვირთვები (კაც-საათი და მანქანა-საათი) აღებულია 1984-85 ნორმატიული დოკუმენტებიდან, რომლებიც ამჟამად ძალაშია და მოქმედებს საქართველოს ტერიტორიაზე.

სამშენებლო მასალებისა და მოწყობილობების ფასები მიღებულია საქართველოში მოქმედი საბაზრო ფასების გათვალისწინებით, რომელთა შესახებაც ინფორმაცია აღებულია ოფიციალურად გამოცემული ფასთა კრებულებიდან, კერძოდ, 2017 წლის მეოთხე კვარტლის მონაცემებით. სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოებზე დაკავებული პერსონალის საათობრივი ხელფასი მიღებულია საქართველოში მოქმედი ნორმატივის, 6,0 ლარის დონეზე.

ავტომანქანებით ტვირთების გადაზიდვის ღირებულება გაანგარიშებულია ქუთაისი-გეგუთი-სამშენებლო მოედნის მიმართულებით, თანახმად მოქმედი ფასთა კრებულისა.

თევზსავალის ხარჯთაღრიცხვების შედგენისას გათვალისწინებულია შემდეგი ზედნადები ხარჯები და სხვა დანარიცხები:

- ზედნადები ხარჯები სამშენებლო სამუშაოებზე — 10%;
- გათვალისწინებელი ხარჯები — 5%;
- გეგმიური დაგროვება — 8%.

ხარჯთაღრიცხვების შედგენისას, დამკვეთის მითითებით, მხედველობაში არ არის მიღებული დროებითი შენობა-ნაგებობების ღირებულება.

სამუშაოთა წარმოების საწყისი პირობები და დამატებითი ხარჯები, აგრეთვე ზღუდარის მოსაწყობად გამოყენებული თიხის ღირებულების 40%-ის დაბრუნება გათვალისწინებულია ლოკალურ ხარჯთაღრიცხვებსა და სახარჯთაღრიცხვო გაანგარიშებებში, კრებსით ხარჯთაღრიცხვაში.

კრებსითი ხარჯთაღრიცხვით მიღებულ სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების ფასზე ღარიცხულია დამატებული ღირებულების გადასახადი 18%-ის ოდენობით.

სათანადო გაანგარიშებებით დადგენილია ვარციხის კაშხალზე თევზსავალის სამშენებლო სამუშაოების მთლიანი სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება - 1.167.077 (ერთი მილიონ ას სამოცდაშვიდი ათას სამოცდაჩვიდმეტი) ლარს შეადგენს.

ნაკრები სახარჯთაღრიცხვო ანგარიშის ჯამი
მათ შორის: დასაბრუნებელი თანხა
დ. ლ. გ.

1167.077 ათასი ლარი
19.954 ათასი ლარი
178.029 ათასი ლარი

„ — „ 2017წ

მშენებლობის ღირებულების კრებსითი ხარჯთაღრიცხვა
თევზსაგალი ვარციხე ჰესების სათავე ნაგებობებზე

შედგენილია 2017 წლის IV კვ. საბაზრო ფასებით

რიგ №	ხარჯთ- აღრიცხვის №	თავეების ობიექტების, სამუშაოების და დანახარჯების დასახელება	სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება ათასი ლარი.				საერთო სახარჯი ღირებ.
			სამშენებლო სამუშაოები	სამონტაჟო სამუშაოები	მოწყობ. მასალა საწარმო ინვენტარი	სხვა დანახა- რჯები	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ხარჯთაღ. №1-1	თავი I. ტერიტორიის მომზადება					
		ზღუდარის მოწყობა და დაშლა კაშხლის სადაწნეო ფერდზე	129.857				129.857
		ჯამი I თავი	129.857	0.000	0.000	0.000	129.857
2	ხარჯთაღ. №2-1	თავი 2. მშენებლობის ძირითადი ობიექტები					
		სათავე ნაგებობები	796.395				796.395
3	—	ჯამი 2 თავის მიხედვით:	796.395				796.395

ვარციხეშების კასკადი მდ.რიონზე. თევზსავალი სათავე ნაგებობებზე. დეტალური პროექტი

4	—	ჯამი 1–2 თავის მიხედვით	926.252	0.000	0.000	0.000	926.252
		თავი 5. სატრანსპორტო მეურნეობის ობიექტები და კავშირგაბმულობა					
5	ხარჯთაღ. №5-1	საავტომობილო გზის ასფალტობეტონის საფარის აღდგენა	8.919				8.919
6		ჯამი 5 თავის მიხედვით:	8.919				8.919
		თავი 7. კეთილმოწყობა და გამწვანება					
7		ტერიტორიის კეთილმოწყობა	0.000				0.000
8		ჯამი 7 თავის მიხედვით:	0.000				0.000
9		ჯამი 1–7 თავის მიხედვით	935.171	0.000	0.000	0.000	935.171
		თავი 8. დროებითი შენობები და ნაგებობები					
10		დროებითი შენობები და ნაგებობები 0 %	0.000				0.000
11		ჯამი თავი 8–ის	0.000				0.000
12		ჯამი 1-8 თავის მიხედვით:	935.171	0.000	0.000	0.000	935.171
		თავი 10. სხვა ხარჯები					
13		დირექციის შენახვის და ტექ. ზედამხედველობის ხარჯები				0.000	0.000
14		ჯამი 10 თავის მიხედვით:				0.000	0.000

ვარციხეშების კასკადი მდ.რიონზე. თევზსავალი სათავე ნაგებობებზე. დეტალური პროექტი

15		თავი 12. საპროექტო და საძიებო სამუშაოები						
16		საპროექტო-საძიებო სამუშაოები				6.780	6.780	
17	-	საავტორო ზედამხედველობა				0.000	0.000	
18	-	ჯამი 12 თავის მიხედვით:				6.780	6.780	
19	-	ჯამი 1-12 თავის მიხედვით:	935.171	0.000	0.000	6.780	941.951	
20	-	გაუთვალისწინებელი სამუშაოები და ხარჯები 5 %				47.098	47.098	
21	-	ჯამი	935.171	0.000	0.000	53.878	989.048	
22	-	დ. ლ. გ. 18%	168.331	0.000	0.000	9.698	178.029	
	-	მთლიანი ღირებულება	1103.501	0.000	0.000	63.575	1167.077	

გენერალური დირექტორი

მ.მიმინოშვილი

ტექნიკური დირექტორის მ.შ.

ნ.ქოჩორაძე

დ ა ნ ა წ თ ე ბ ი

Input data

Project

Date : 26/11/2017

Settings

Standard - safety factors

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)

Coefficients EN 1992-1-1 : standard

Masonry (stone) wall : EN 1996-1-1 (EC6)

Wall analysis

Active earth pressure calculation : Coulomb

Passive earth pressure calculation : Caquot-Kerisel

Earthquake analysis : Mononobe-Okabe

Shape of earth wedge : Calculate as skew

Allowable eccentricity : 0.333

Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor for overturning :	$SF_o =$	1.50	[-]
Safety factor for sliding resistance :	$SF_s =$	1.50	[-]
Safety factor for bearing capacity :	$SF_b =$	1.50	[-]

Material of structure

Unit weight $\gamma = 24.00$ kN/m³

Analysis of concrete structures carried out according to the standard EN 1992-1-1 (EC2).

Concrete : C 20/25

Cylinder compressive strength

$$f_{ck} = 20.00 \text{ MPa}$$

Tensile strength

$$f_{ctm} = 2.20 \text{ MPa}$$

Longitudinal steel : B500

Yield strength

$$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$$


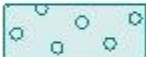
Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.40	3.40

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
3	0.45	3.40
4	0.45	4.10
5	-0.60	4.10
6	-0.60	3.40
7	-0.30	3.40
8	-0.30	0.00

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.
Wall section area = 2.43 m².

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]	γ_{su} [kN/m³]	δ [°]
1	grunti		30.00	8.00	1.90	11.00	30.00
2	nayari		35.00	8.00	19.50	11.50	35.00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters

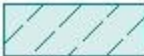
grunti
Unit weight : $\gamma = 1.90 \text{ kN/m}^3$
Stress-state : effective
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 30.00^\circ$
Cohesion of soil : $c_{ef} = 8.00 \text{ kPa}$
Angle of friction struc.-soil : $\delta = 30.00^\circ$
Soil : cohesionless
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

nayari
Unit weight : $\gamma = 19.50 \text{ kN/m}^3$
Stress-state : effective
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 35.00^\circ$
Cohesion of soil : $c_{ef} = 8.00 \text{ kPa}$
Angle of friction struc.-soil : $\delta = 35.00^\circ$
Soil : cohesionless
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 21.50 \text{ kN/m}^3$

Backfill

Soil on front face of the structure - nayari

Geological profile and assigned soils

No.	Layer [m]	Assigned soil	Pattern
1	-	grunti	

Foundation

Type of foundation : soil from geological profile

Terrain profile

Terrain behind the structure is flat.

Water influence

GWT behind the structure lies at a depth of 0.00 m
GWT in front of the structure lies at a depth of 1.20 m
Subgrade at the heel is not permeable.
Uplift in foot. bottom due to different pressures is not considered.

Input surface surcharges

No.	Surcharge		Action	Mag.1 [kN/m²]	Mag.2 [kN/m²]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
	new	change						
1	Yes		permanent	5.52				on terrain

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: passive
Soil on front face of the structure - grunti
Angle of friction struc.-soil $\delta = 0.00^\circ$
Soil thickness in front of structure $h = 0.40\text{ m}$
Terrain in front of structure is flat.

Applied forces acting on the structure

No.	Force		Name	Action	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
	new	edit							
1	Yes		Force No. 1	permanent	0.00	0.00	95.00	0.00	0.00
2	Yes		Force No. 2	permanent	0.00	52.00	0.00	-0.15	0.00

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Passive pressure on front face of the structure - partial results

Layer No.	Thickness [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m³]	δ_d [°]	K_p	Comment
1	0.40	0.00	30.00	8.00	11.00	0.00	2.998	

Passive pressure distribution on front face of the structure

Layer No.	Start [m] End [m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Pressure [kPa]	Hor. comp. [kPa]	Vert. comp. [kPa]
1	0.00	0.00	0.00	27.70	27.70	0.00
	0.40	4.40	0.00	40.90	40.90	0.00

Active pressure behind the structure - partial results

Layer No.	Thickness [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m³]	δ_d [°]	K_a	Comment
1	1.20	6.71	35.00	8.00	11.50	35.00	0.307	
2	0.68	6.71	35.00	8.00	11.50	35.00	0.307	
3	1.39	6.71	35.00	8.00	11.50	35.00	0.307	
4	0.12	27.50	35.00	8.00	11.50	35.00	0.587	
5	0.70	0.00	35.00	8.00	11.50	35.00	0.250	

Active pressure distribution behind the structure (without surcharge)

Layer No.	Start [m] End [m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Pressure [kPa]	Hor. comp. [kPa]	Vert. comp. [kPa]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.20	13.80	12.00	0.00	0.00	0.00
2	1.20	13.80	12.00	0.00	0.00	0.00
	1.88	21.65	12.00	0.00	0.00	0.00
3	1.88	21.65	12.00	0.00	0.00	0.00
	3.28	37.67	12.00	4.92	3.67	3.27
4	3.28	37.67	12.00	15.53	7.17	13.77
	3.40	39.10	12.00	16.37	7.56	14.52
5	3.40	39.10	12.00	3.01	2.46	1.72
	4.10	47.15	12.00	5.02	4.11	2.88

Water pressure distribution

Point No.	Depth [m]	Hor. comp. [kPa]	Vert. comp. [kPa]
1	0.00	0.00	0.00
2	1.20	12.00	1.41
3	1.88	12.00	1.41
4	3.28	12.00	1.41
5	3.40	12.00	1.41
6	3.40	12.00	0.00
7	4.10	12.00	0.00

Pressure profile due to surcharge - Surch.1 - surface

Point No.	Depth [m]	Hor. comp. [kPa]	Vert. comp. [kPa]
1	0.00	1.26	1.13
2	1.20	1.26	1.13
3	1.88	1.26	1.13
4	3.28	1.26	1.13
5	3.28	1.50	2.87
6	3.40	1.50	2.87
7	3.40	1.13	0.79
8	4.10	1.13	0.79

Forces acting on construction

Name	F _{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F _{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-1.84	38.54	0.54	1.000
FF resistance	-13.72	-0.19	0.00	0.00	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-0.74	0.04	1.01	1.000
Active pressure	5.77	-0.82	5.64	0.99	1.000
Water pressure	42.00	-1.77	3.95	0.83	1.000
Uplift pressure	0.00	-4.10	0.00	0.60	1.000
Surch.1 - surface	3.04	-1.26	4.60	0.84	1.000
Force No. 1	0.00	-4.10	0.00	0.60	1.000
Force No. 2	0.00	-4.10	52.00	0.45	1.000

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment $M_{res} = 152.18 \text{ kNm/m}$
Overturning moment $M_{ovr} = 80.20 \text{ kNm/m}$

Safety factor = 1.90 > 1.50

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force $H_{res} = 68.89 \text{ kN/m}$
Active horizontal force $H_{act} = 37.09 \text{ kN/m}$

Safety factor = 1.86 > 1.50

Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	-16.98	104.77	37.09	0.000	99.78

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-16.98	104.77	37.09

Verification of foundation soil

Eccentricity verification

Max. eccentricity of normal force $e = 0.000$

Maximum allowable eccentricity $e_{alw} = 0.333$

Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

Verification of bearing capacity

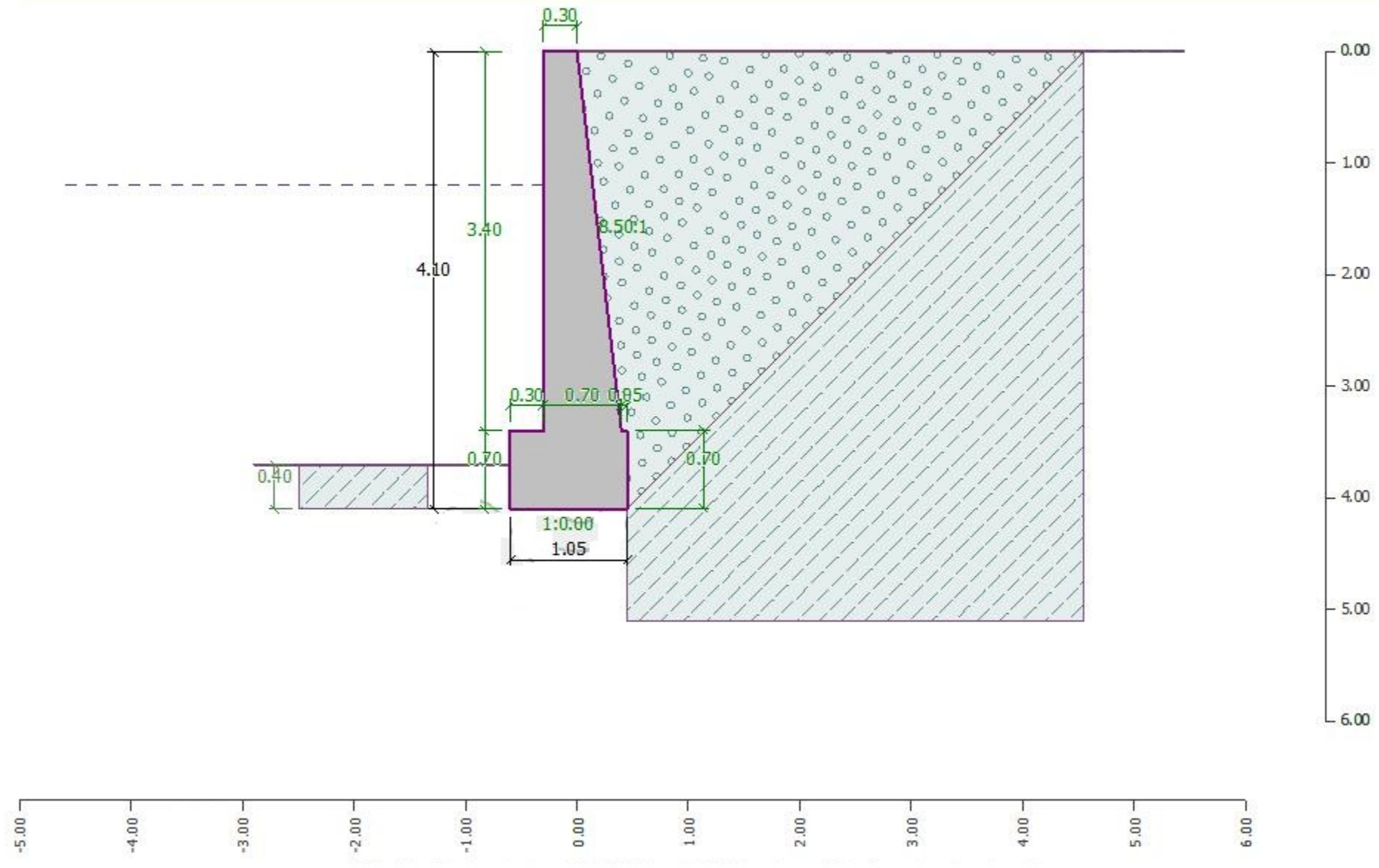
Max. stress at footing bottom $\sigma' = 99.78 \text{ kPa}$

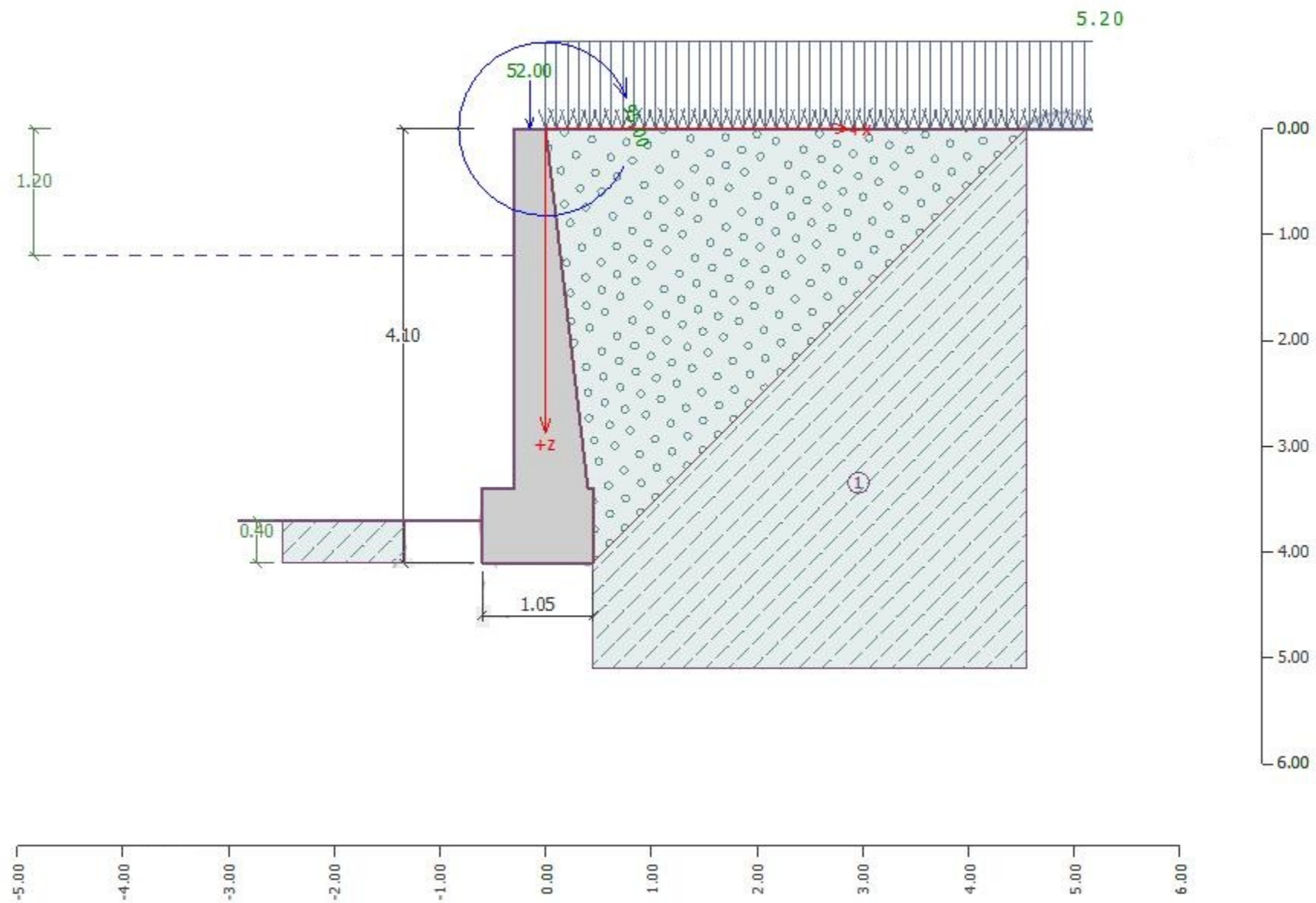
Bearing capacity of foundation soil $R_d = 343.23 \text{ kPa}$

Safety factor = 3.44 > 1.50

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY





result stena

РАСЧЕТ УГОЛКОВОЙ ПОДПОРНОЙ СТЕНЫ НА ПРОЧНОСТЬ

Наименование :

Исходные данные:

Наименование характеристик	Разм.	Значение
Геометрические характеристики стены:		
Высота стены	м	3.40
Ширина стены	м	1.00
Толщина стены вверху	м	0.30
Толщина стены внизу	м	0.70
Толщина плиты	м	0.70
Длина левой консоли плиты	м	0.20
Длина правой консоли плиты	м	0.00
Характеристики материалов стены:		
класс (марка) бетона		B15
Модуль упругости бетона, E_b	кг/см ²	235000
Расчетное сопротивление бетона, R_b	кг/см ²	86.70
Защитный слой бетона	см	10.00
Объемный вес бетона	т/м ³	2.50
Класс арматуры		A-II
Расчетное сопротивление арматуры, R_s	кг/см ²	2850.00
Количество стержней на ширину балки	шт.	4
Коэффициент условий работы бетона		1.00
Коэффициент условий работы арматуры		1.00
Коэффициент надежности		1.15
Коэффициент сочетания нагрузок		1.00
Характеристики грунтов:		

result stena

Объемный вес естественного грунта засыпки	т/м3	2.15
Объемный вес взвешенного грунта засыпки ..	т/м3	1.95
Сцепление грунта засыпки	т/м2	1.00
Угол внутреннего трения грунта засыпки ...	град	35.00
Угол трения по расчетной плоскости	град	17.00
Коэффициент Пуассона грунта засыпки		0.21
Коэффициент Пуассона грунта основания		0.25
Модуль деформации грунта основания	кг/см2	340.00
Характеристики внешних воздействий:		
Высота уровня воды в верхнем бьефе	м	2.20
Высота уровня грунтовых вод	м	4.10
Высота засыпки левой консоли плиты	м	0.40
Высота засыпки правой консоли плиты	м	4.10
Угол наклона поверхности засыпки	град	35.00
Внешняя нагрузка на засыпку	т/м	0.00
Коэфф. перегрузки собств. веса стены		1.05
Коэфф. перегрузки бокового давления грунта		1.15
Коэфф. перегрузки верт. давления грунта ..		1.10
Расчетное давление грунта		Активное
+-----+-----+		
+		

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ СТЕНЫ

Расстояние Рекомендуемое от начала армирование	Значения Сжатая нагрузок арматура	Значения продольных сил, [т]	Значения поперечных сил, [т]	Значения моментов [т.м]	Растянутая арматура [см2]
[м] n*d [мм]	[т/м] [см2]				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 d 10	0.00				

		result stena			
	0.07	0.07	0.05	0.00	0.00
4	d 10	0.00			
	0.14	0.14	0.11	0.01	0.00
4	d 10	0.00			
	0.20	0.20	0.17	0.02	0.00
4	d 10	0.00			
	0.27	0.27	0.23	0.04	0.00
4	d 10	0.00			
	0.34	0.34	0.29	0.07	0.01
4	d 10	0.00			
	0.41	0.41	0.35	0.10	0.01
4	d 10	0.00			
	0.48	0.48	0.41	0.13	0.02
4	d 10	0.00			
	0.54	0.54	0.47	0.17	0.03
4	d 10	0.00			
	0.61	0.61	0.54	0.22	0.04
4	d 10	0.00			
	0.68	0.68	0.61	0.27	0.06
4	d 10	0.00			
	0.75	0.75	0.68	0.32	0.08
4	d 10	0.00			
	0.82	0.82	0.75	0.38	0.10
4	d 10	0.00			
	0.88	0.91	0.82	0.45	0.13
4	d 10	0.00			
	0.95	1.09	0.89	0.53	0.17
4	d 10	0.00			
	1.02	1.26	0.97	0.62	0.20
4	d 10	0.00			
	1.09	1.43	1.06	0.73	0.25
4	d 10	0.00			
	1.16	1.60	1.15	0.84	0.30
4	d 10	0.00			
	1.22	1.78	1.25	0.98	0.37
4	d 10	0.00			
	1.29	1.95	1.35	1.12	0.44
4	d 10	0.00			
	1.36	2.12	1.45	1.28	0.52
4	d 10	0.00			
	1.43	2.29	1.56	1.45	0.61
4	d 10	0.00			
	1.50	2.46	1.68	1.64	0.72
4	d 10	0.00			
	1.56	2.64	1.80	1.84	0.83
4	d 10	0.00			
	1.63	2.81	1.93	2.05	0.97
4	d 10	0.00			
	1.70	2.98	2.06	2.28	1.11
4	d 10	0.00			
	1.77	3.15	2.19	2.52	1.28
4	d 10	0.00			

		result stena				
	1.84	3.33	2.33	2.77	1.46	1.42
4 d 10	0.00					
	1.90	3.50	2.48	3.04	1.65	1.58
4 d 10	0.00					
	1.97	3.60	2.63	3.32	1.87	1.76
4 d 10	0.00					
	2.04	3.71	2.78	3.60	2.11	1.95
4 d 10	0.00					
	2.11	3.81	2.95	3.90	2.36	2.14
4 d 10	0.00					
	2.18	3.92	3.11	4.20	2.64	2.35
4 d 10	0.00					
	2.24	4.02	3.28	4.51	2.93	2.57
4 d 10	0.00					
	2.31	4.12	3.46	4.83	3.25	2.80
4 d 10	0.00					
	2.38	4.23	3.64	5.15	3.59	3.05
4 d 10	0.00					
	2.45	4.33	3.82	5.49	3.95	3.30
4 d 12	0.00					
	2.52	4.44	4.02	5.83	4.33	3.57
4 d 12	0.00					
	2.58	4.54	4.21	6.18	4.74	3.85
4 d 12	0.00					
	2.65	4.64	4.41	6.54	5.18	4.13
4 d 12	0.00					
	2.72	4.75	4.62	6.91	5.63	4.43
4 d 12	0.00					
	2.79	4.85	4.83	7.28	6.12	4.74
4 d 14	0.00					
	2.86	4.96	5.05	7.67	6.62	5.07
4 d 14	0.00					
	2.92	5.06	5.27	8.06	7.16	5.40
4 d 14	0.00					
	2.99	5.17	5.49	8.46	7.72	5.74
4 d 14	0.00					
	3.06	5.27	5.72	8.87	8.31	6.10
4 d 14	0.00					
	3.13	5.37	5.96	9.28	8.93	6.46
4 d 16	0.00					
	3.20	5.48	6.20	9.71	9.57	6.84
4 d 16	0.00					
	3.26	5.58	6.45	10.14	10.25	7.23
4 d 16	0.00					
	3.33	5.69	6.70	10.58	10.95	7.63
4 d 16	0.00					
	3.40	5.79	6.95	11.03	11.69	8.04
4 d 16	0.00					

Max:	5.79	6.95	11.03	11.69	8.04
4 d 16	0.00				

		result stena			
Min:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 d 10	0.00				

Примечания:

1. Отрицательные значения площади арматуры соответствуют положению растянутой арматуры в стене со стороны верхнего бьефа.
2. Продольная арматура в стене рассчитана по схеме изгиба.

Результаты расчета поперечного армирования стены.

По расчету прочности наклонного сечения на действие поперечной силы установка поперечной арматуры не требуется.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ПЛИТЫ

Расстояние Сжатая от начала арматура [м] [см ²]	Значения отпора грунта, [т/м]	Значения поперечных сил, [т]	Значения моментов [т.м]	Растянутая арматура [см ²]	Рекомендуемое армирование n*d [мм]
0.00	115.25	0.00	0.00	0.00	4 d 10
0.00					
0.02	106.62	1.97	0.02	0.01	4 d 10
0.00					
0.04	98.49	3.79	0.07	0.05	4 d 10
0.00					
0.05	90.84	5.47	0.15	0.10	4 d 10
0.00					
0.07	83.66	7.02	0.27	0.18	4 d 10
0.00					
0.09	76.91	8.44	0.41	0.27	4 d 10
0.00					
0.11	70.59	9.74	0.57	0.38	4 d 10
0.00					
0.13	64.67	10.94	0.76	0.51	4 d 10
0.00					
0.14	59.13	12.03	0.96	0.65	4 d 10
0.00					
0.16	53.95	13.03	1.19	0.80	4 d 10
0.00					
0.18	49.12	13.94	1.43	0.96	4 d 10
0.00					
0.20	44.61	14.76	1.69	1.14	4 d 10
0.00					
0.22	40.40	15.37	1.96	1.32	4 d 10
0.00					
0.23	36.47	15.91	2.24	1.51	4 d 10
0.00					
0.25	32.81	16.39	2.53	1.71	4 d 10
0.00					
0.27	29.39	16.80	2.83	1.91	4 d 10
0.00					

		result	stena		
0.29	26.20	17.15	3.14	2.12	4 d 10
0.00					
0.31	23.20	17.44	3.45	2.33	4 d 10
0.00					
0.32	20.39	17.69	3.77	2.55	4 d 10
0.00					
0.34	17.75	17.88	4.09	2.77	4 d 10
0.00					
0.36	15.25	18.03	4.41	2.99	4 d 10
0.00					
0.38	12.87	18.14	4.73	3.21	4 d 12
0.00					
0.40	10.60	18.21	5.06	3.44	4 d 12
0.00					
0.41	8.41	18.24	5.39	3.66	4 d 12
0.00					
0.43	6.29	18.22	5.72	3.89	4 d 12
0.00					
0.45	4.21	18.18	6.05	4.11	4 d 12
0.00					
0.47	2.15	18.09	6.37	4.34	4 d 12
0.00					
0.49	0.11	17.97	6.70	4.56	4 d 14
0.00					
0.50	-1.96	17.81	7.02	4.78	4 d 14
0.00					
0.52	-4.05	17.62	7.34	5.00	4 d 14
0.00					
0.54	-6.20	17.38	7.65	5.22	4 d 14
0.00					
0.56	-8.43	17.11	-3.72	-2.52	4 d 10
0.00					
0.58	-10.75	16.79	-3.42	-2.31	4 d 10
0.00					
0.59	-13.18	16.43	-3.12	-2.11	4 d 10
0.00					
0.61	-15.75	16.02	-2.83	-1.91	4 d 10
0.00					
0.63	-18.47	15.56	-2.54	-1.72	4 d 10
0.00					
0.65	-21.36	15.05	-2.27	-1.53	4 d 10
0.00					
0.67	-24.45	14.49	-2.00	-1.35	4 d 10
0.00					
0.68	-27.75	13.87	-1.75	-1.18	4 d 10
0.00					
0.70	-31.28	13.18	-1.50	-1.01	4 d 10
0.00					
0.72	-35.06	12.43	-1.27	-0.86	4 d 10
0.00					
0.74	-39.12	11.61	-1.05	-0.71	4 d 10
0.00					

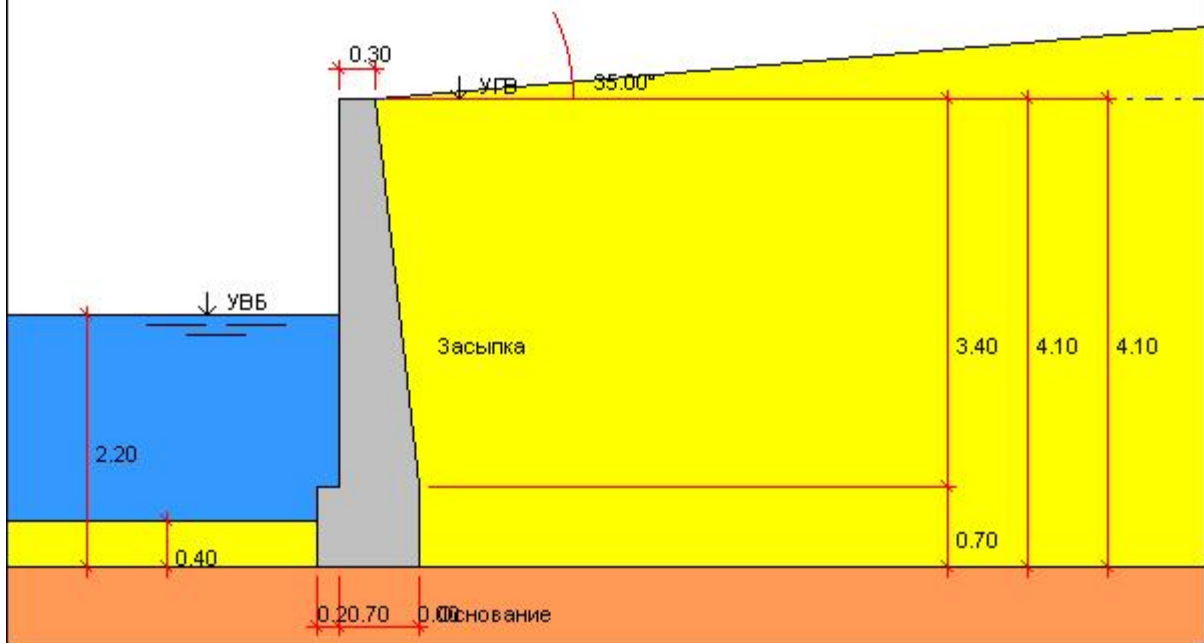
result stena					
0.76	-43.47	10.70	-0.85	-0.58	4 d 10
0.00					
0.77	-48.13	9.72	-0.67	-0.45	4 d 10
0.00					
0.79	-53.12	8.65	-0.50	-0.34	4 d 10
0.00					
0.81	-58.47	7.48	-0.36	-0.24	4 d 10
0.00					
0.83	-64.19	6.22	-0.24	-0.16	4 d 10
0.00					
0.85	-70.29	4.84	-0.14	-0.09	4 d 10
0.00					
0.86	-76.81	3.35	-0.06	-0.04	4 d 10
0.00					
0.88	-83.76	1.74	-0.02	-0.01	4 d 10
0.00					
0.90	-91.16	0.00	0.00	0.00	4 d 10
0.00					

Max:	115.25	18.24	7.65	5.22	4 d 14
0.00					
Min:	-91.16	0.00	-3.72	-2.52	4 d 10
0.00					

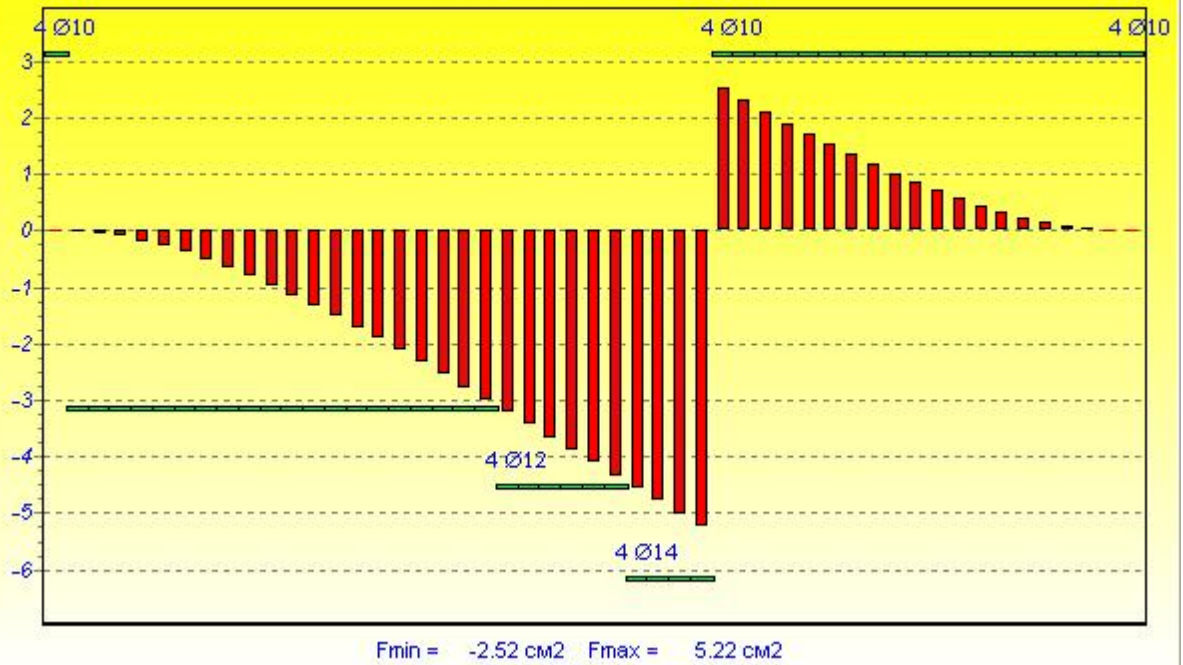
Примечания:

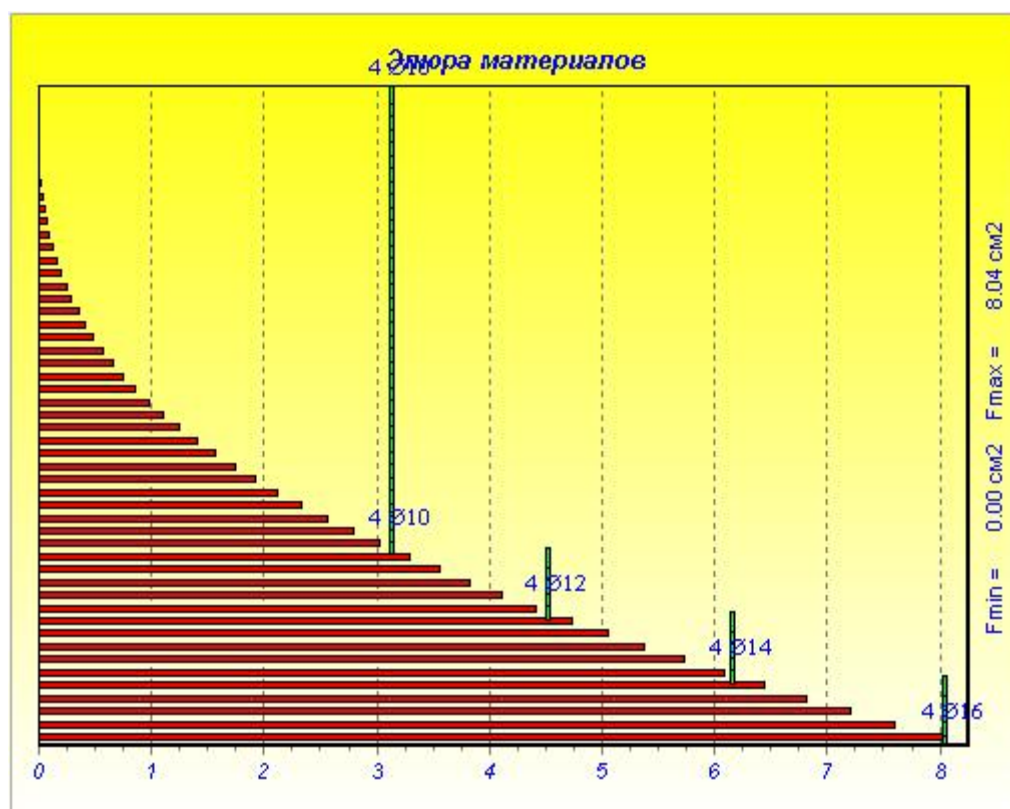
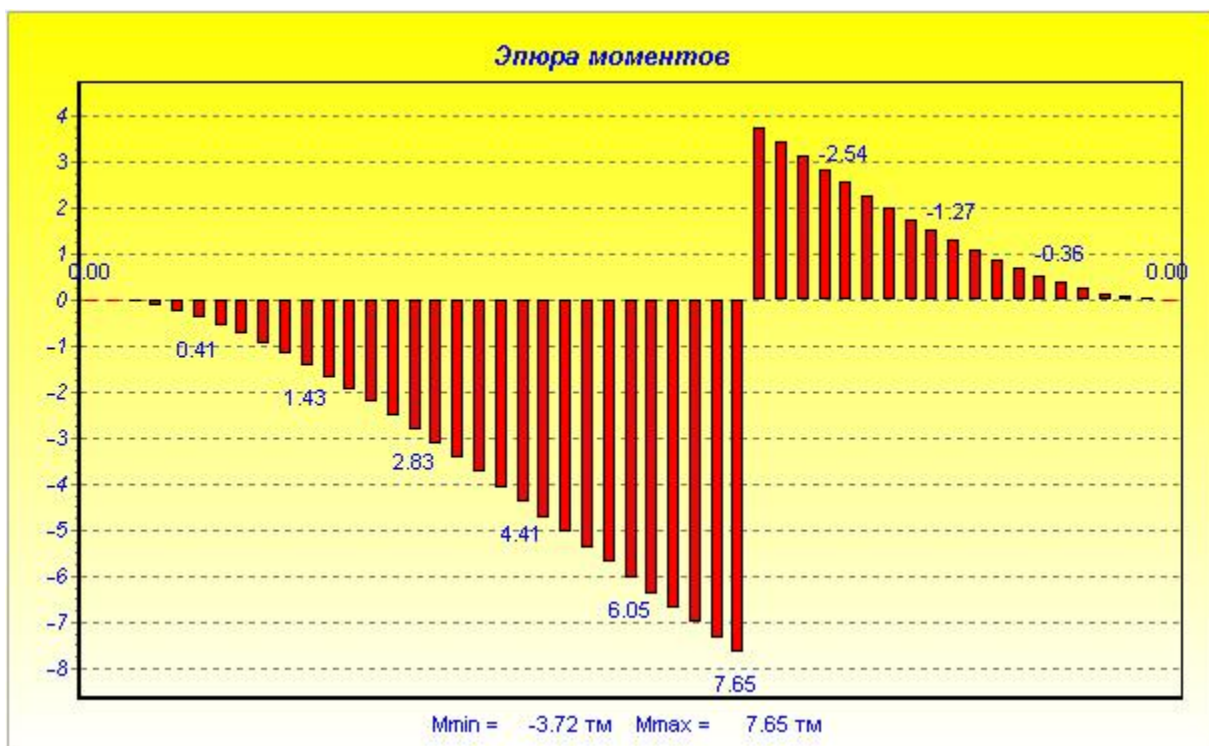
1. Отрицательные значения площади арматуры соответствуют положению растянутой арматуры в верхней зоне фундаментной плиты.

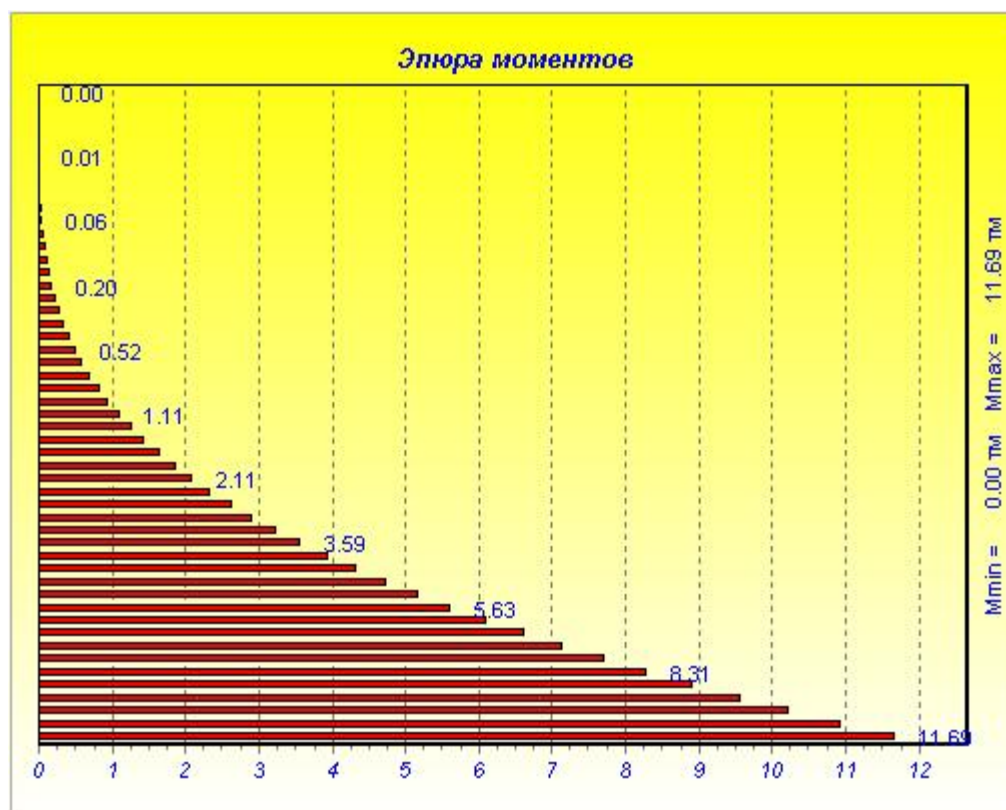
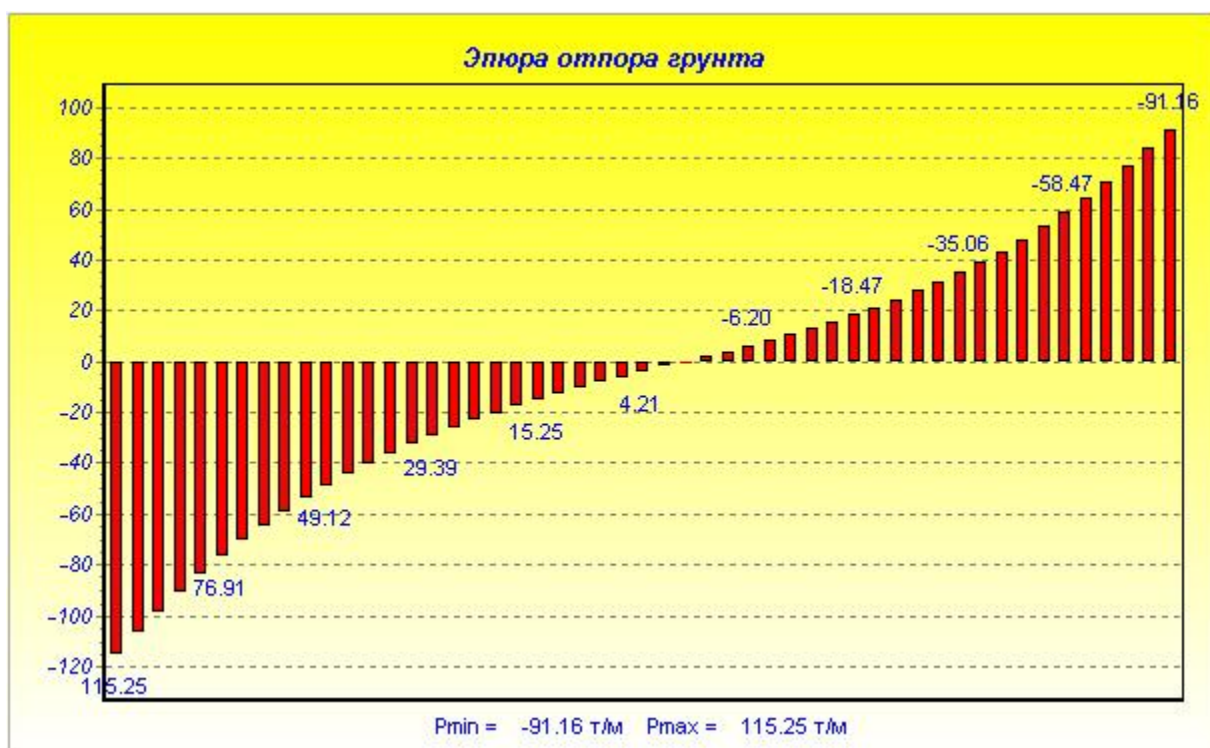
РАСЧЕТНАЯ СХЕМА ПОДПОРНОЙ СТЕНЫ

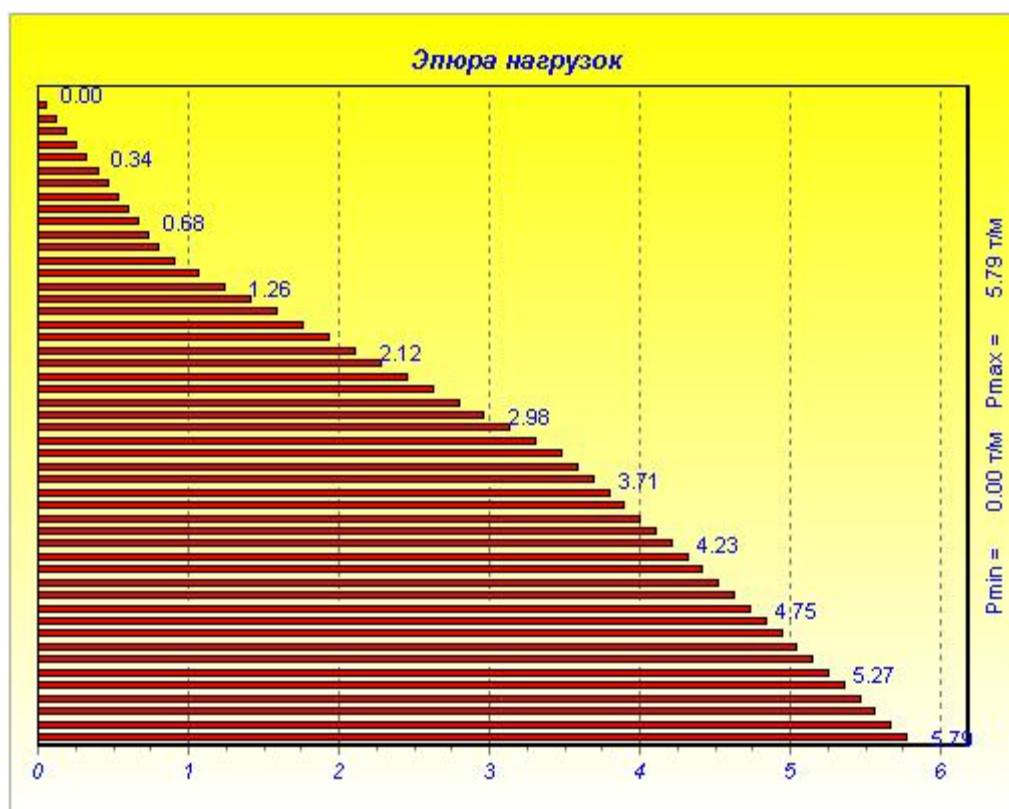
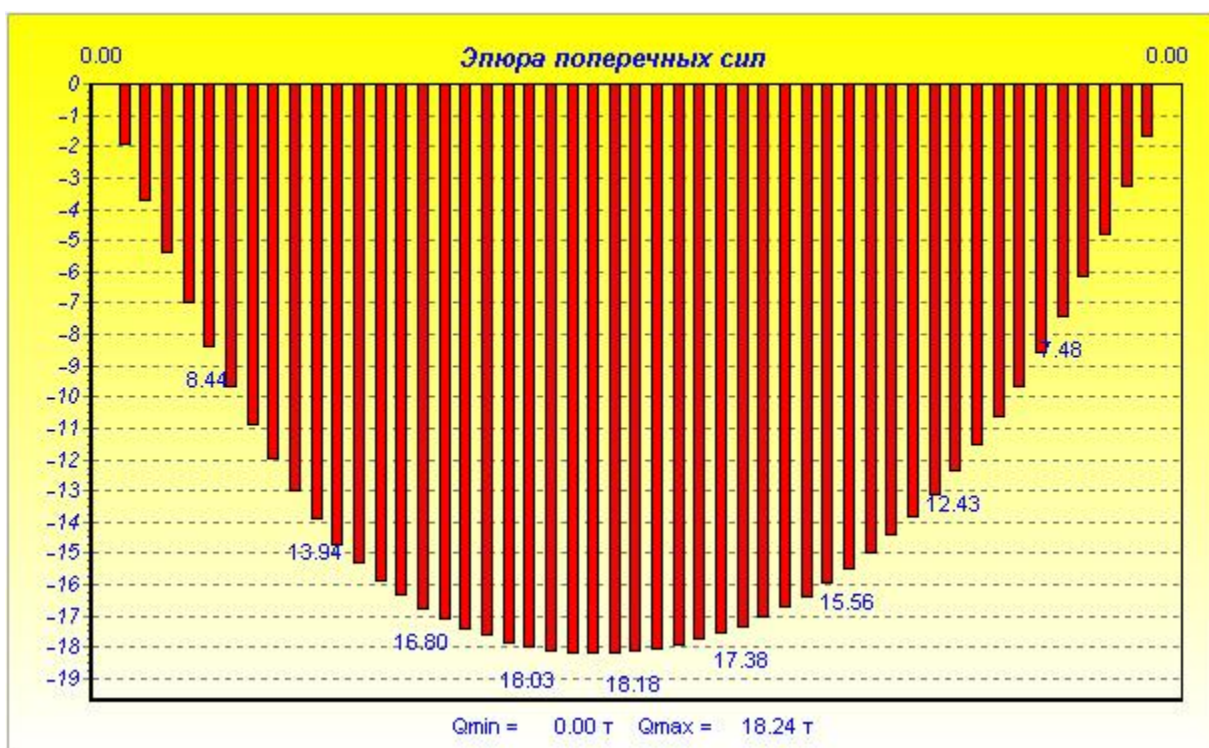


Эпюра материалов

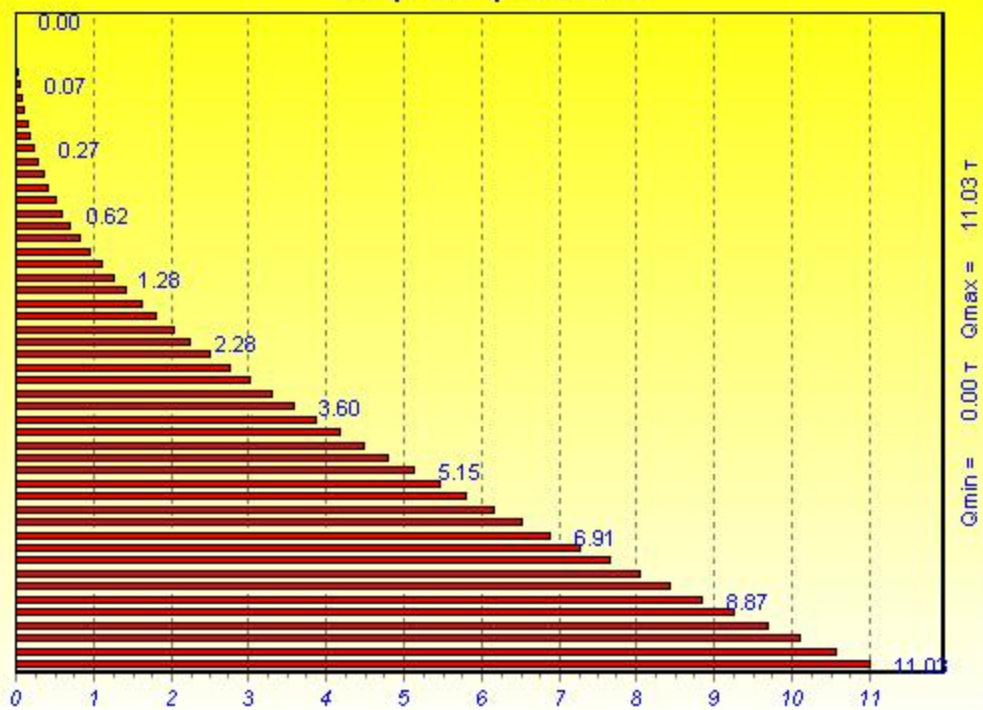








Этюда поперечных сил



РАСЧЕТ ОДНОПРОЛЕТНОЙ БАЛКИ

Расчетная схема: Балка с двумя заделками

Наименование :

Исходные данные:

Наименование характеристик	Разм.	Значение
Пролет балки, Lab	м	3.60
Высота балки, H	м	0.40
Ширина балки, B	м	1.00
Момент инерции, J	см ⁴	533333.33
класс (марка) бетона		B15
Модуль упругости бетона, Eb	кг/см ²	235000
Расчетное сопротивление бетона, Rb	кг/см ²	86.70
Защитный слой бетона	см	2.50
Класс арматуры		A-III
Расчетное сопротивление арматуры, Rs	кг/см ²	3750.00
Количество стержней на ширину балки		5
Коэффициент условий работы бетона		1.00
Коэффициент условий работы арматуры		1.00
Коэффициент надежности		0.90
Коэффициент сочетания нагрузок		1.00

Расчетные нагрузки:

Наименование нагрузки	Значение	Lнач., м	Lкон., м	Кп
Распределенная нагрузка				
- по всей длине, т/м	5.20	0.00	3.60	1.00

gadaxurva

Сила, т	12.00	1.80	1.00
---------	-------	------	------

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Расстояния от начала [м]	Значения моментов [т.м]	Значения поперечных сил, [т]	Значения прогиба [см]	Растянутая арматура [см ²]	Рекомендуемое армирование n*d [мм]
0.00	-11.02	-15.36	0.0000	9.19	5 d 16
0.07	-9.92	-14.99	0.0002	8.23	5 d 16
0.14	-8.86	-14.61	0.0008	7.31	5 d 14
0.22	-7.82	-14.24	0.0018	6.42	5 d 14
0.29	-6.81	-13.86	0.0031	5.56	5 d 12
0.36	-5.82	-13.49	0.0047	4.73	5 d 12
0.43	-4.87	-13.11	0.0066	3.93	5 d 12
0.50	-3.94	-12.74	0.0086	3.17	5 d 10
0.58	-3.03	-12.36	0.0108	2.43	5 d 10
0.65	-2.15	-11.99	0.0132	1.72	5 d 10
0.72	-1.30	-11.62	0.0156	1.04	5 d 10
0.79	-0.48	-11.24	0.0180	0.38	5 d 10
0.86	0.31	-10.87	0.0205	0.25	5 d 10
0.94	1.08	-10.49	0.0230	0.86	5 d 10
1.01	1.83	-10.12	0.0255	1.45	5 d 10
1.08	2.54	-9.74	0.0278	2.03	5 d 10
1.15	3.23	-9.37	0.0301	2.59	5 d 10
1.22	3.89	-9.00	0.0322	3.13	5 d 10
1.30	4.52	-8.62	0.0342	3.65	5 d 10
1.37	5.13	-8.25	0.0359	4.15	5 d 12
1.44	5.71	-7.87	0.0375	4.64	5 d 12
1.51	6.26	-7.50	0.0388	5.10	5 d 12
1.58	6.79	-7.12	0.0399	5.54	5 d 12
1.66	7.29	-6.75	0.0407	5.97	5 d 14
1.73	7.76	-6.37	0.0412	6.37	5 d 14
1.80	8.21	-6.00	0.0413	6.75	5 d 14
1.87	7.76	6.37	0.0412	6.37	5 d 14
1.94	7.29	6.75	0.0407	5.97	5 d 14
2.02	6.79	7.12	0.0399	5.54	5 d 12
2.09	6.26	7.50	0.0388	5.10	5 d 12
2.16	5.71	7.87	0.0375	4.64	5 d 12
2.23	5.13	8.25	0.0359	4.15	5 d 12
2.30	4.52	8.62	0.0342	3.65	5 d 10
2.38	3.89	9.00	0.0322	3.13	5 d 10
2.45	3.23	9.37	0.0301	2.59	5 d 10
2.52	2.54	9.74	0.0278	2.03	5 d 10
2.59	1.83	10.12	0.0255	1.45	5 d 10
2.66	1.08	10.49	0.0230	0.86	5 d 10
2.74	0.31	10.87	0.0205	0.25	5 d 10
2.81	-0.48	11.24	0.0180	0.38	5 d 10
2.88	-1.30	11.62	0.0156	1.04	5 d 10

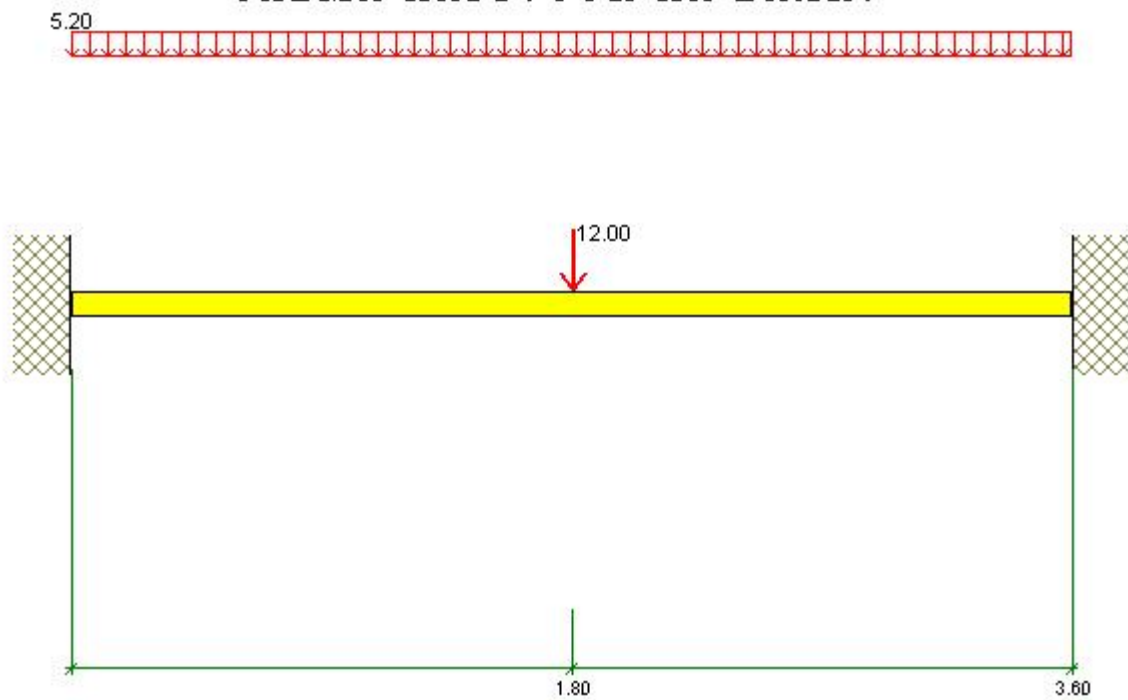
gadaxurva					
2.95	-2.15	11.99	0.0132	1.72	5 d 10
3.02	-3.03	12.36	0.0108	2.43	5 d 10
3.10	-3.94	12.74	0.0086	3.17	5 d 10
3.17	-4.87	13.11	0.0066	3.93	5 d 12
3.24	-5.82	13.49	0.0047	4.73	5 d 12
3.31	-6.81	13.86	0.0032	5.56	5 d 12
3.38	-7.82	14.24	0.0018	6.42	5 d 14
3.46	-8.86	14.61	0.0008	7.31	5 d 14
3.53	-9.92	14.99	0.0002	8.23	5 d 16
3.60	-11.02	15.36	0.0000	9.19	5 d 16

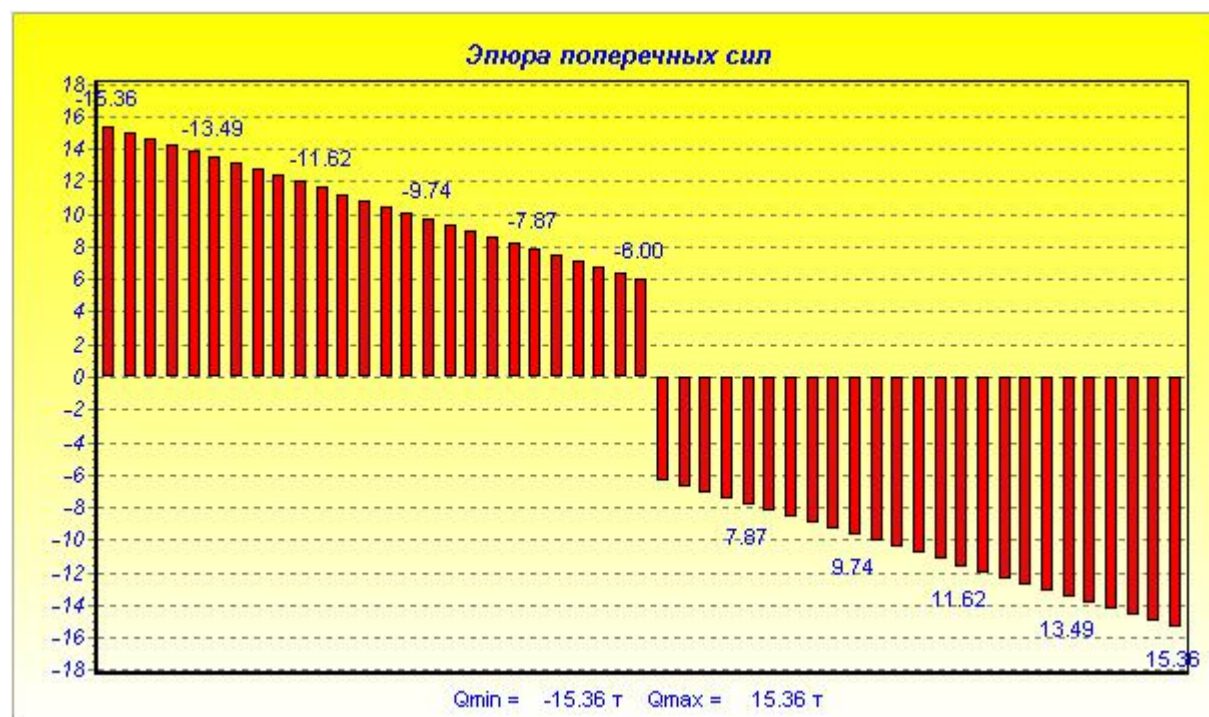
Max:	8.21	15.36	0.0413	6.75	5 d 16
Min:	-11.02	-15.36	0.0000	-9.19	5 d 10

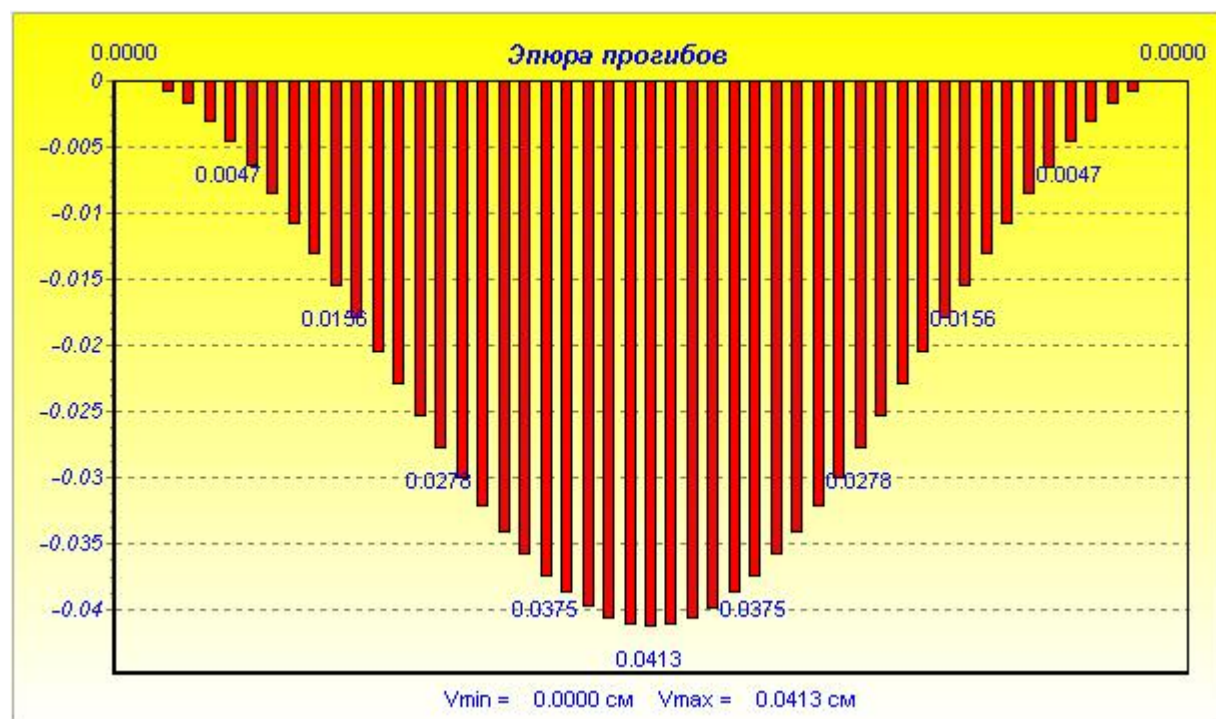
Примечания:

1. Отрицательные значения площади арматуры соответствуют положению растянутой арматуры в верхней зоне балки.

СХЕМА НАГРУЗОК НА БАЛКУ







result

РАСЧЕТ ОДНОПРОЛЕТНОЙ БАЛКИ

Расчетная схема: Балка на упругом основании

Наименование :

Исходные данные:

Наименование характеристик	Разм.	Значение
Длина балки, L	м	2.40
Высота балки, H	м	0.30
Ширина балки, B	м	1.00
Момент инерции, J	см ⁴	225000.00
Модуль деформации грунта, E _o	кг/см ²	340.00
Коэффициент Пуассона грунта		0.25
класс (марка) бетона		B15
Модуль упругости бетона, E _b	кг/см ²	235000
Расчетное сопротивление бетона, R _b	кг/см ²	86.70
Защитный слой бетона	см	2.50
Класс арматуры		A-III
Расчетное сопротивление арматуры, R _s	кг/см ²	3750.00
Количество стержней на ширину балки		4
Коэффициент условий работы бетона		1.00
Коэффициент условий работы арматуры		1.00
Коэффициент надежности		0.90
Коэффициент сочетания нагрузок		1.00

Расчетные нагрузки:

Наименование нагрузки	Значение	L _{нач.} , м	L _{кон.} , м	К _п
-----------------------	----------	-----------------------	-----------------------	----------------

result					
Распределенная нагрузка					
- по всей длине, т/м	3.00	0.00	2.40	1.00	
- равномерная, т/м	2.30	1.50	2.10	1.00	
- равномерная, т/м	1.58	2.10	2.40	1.00	

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Расстояния от начала [м]	Значения моментов [т.м]	Значения поперечных сил, [т]	Значения отпора грунта, [т/м]	Растянутая арматура [см2]	Рекомендуемое армирование n*d [мм]
0.00	0.00	0.00	4.83	0.00	4 d 10
0.05	0.00	0.08	4.63	0.00	4 d 10
0.10	0.01	0.16	4.44	0.01	4 d 10
0.14	0.02	0.22	4.26	0.02	4 d 10
0.19	0.03	0.28	4.08	0.03	4 d 10
0.24	0.04	0.33	3.91	0.05	4 d 10
0.29	0.06	0.37	3.75	0.06	4 d 10
0.34	0.08	0.40	3.59	0.08	4 d 10
0.38	0.10	0.42	3.45	0.11	4 d 10
0.43	0.12	0.44	3.31	0.13	4 d 10
0.48	0.14	0.45	3.17	0.15	4 d 10
0.53	0.16	0.46	3.05	0.18	4 d 10
0.58	0.18	0.46	2.94	0.20	4 d 10
0.62	0.21	0.45	2.83	0.22	4 d 10
0.67	0.23	0.44	2.73	0.25	4 d 10
0.72	0.25	0.43	2.65	0.27	4 d 10
0.77	0.27	0.41	2.57	0.29	4 d 10
0.82	0.29	0.38	2.50	0.31	4 d 10
0.86	0.31	0.36	2.45	0.33	4 d 10
0.91	0.32	0.33	2.41	0.35	4 d 10
0.96	0.34	0.30	2.37	0.36	4 d 10
1.01	0.35	0.27	2.35	0.38	4 d 10
1.06	0.36	0.24	2.34	0.39	4 d 10
1.10	0.37	0.21	2.35	0.40	4 d 10
1.15	0.38	0.18	2.36	0.41	4 d 10
1.20	0.39	0.15	2.39	0.42	4 d 10
1.25	0.40	0.12	2.43	0.43	4 d 10
1.30	0.40	0.09	2.49	0.44	4 d 10
1.34	0.41	0.07	2.56	0.44	4 d 10
1.39	0.41	0.05	2.64	0.44	4 d 10
1.44	0.41	0.04	2.74	0.44	4 d 10
1.49	0.41	0.03	2.85	0.45	4 d 10
1.54	0.41	-0.06	2.98	0.45	4 d 10
1.58	0.41	-0.17	3.12	0.44	4 d 10
1.63	0.40	-0.27	3.28	0.43	4 d 10

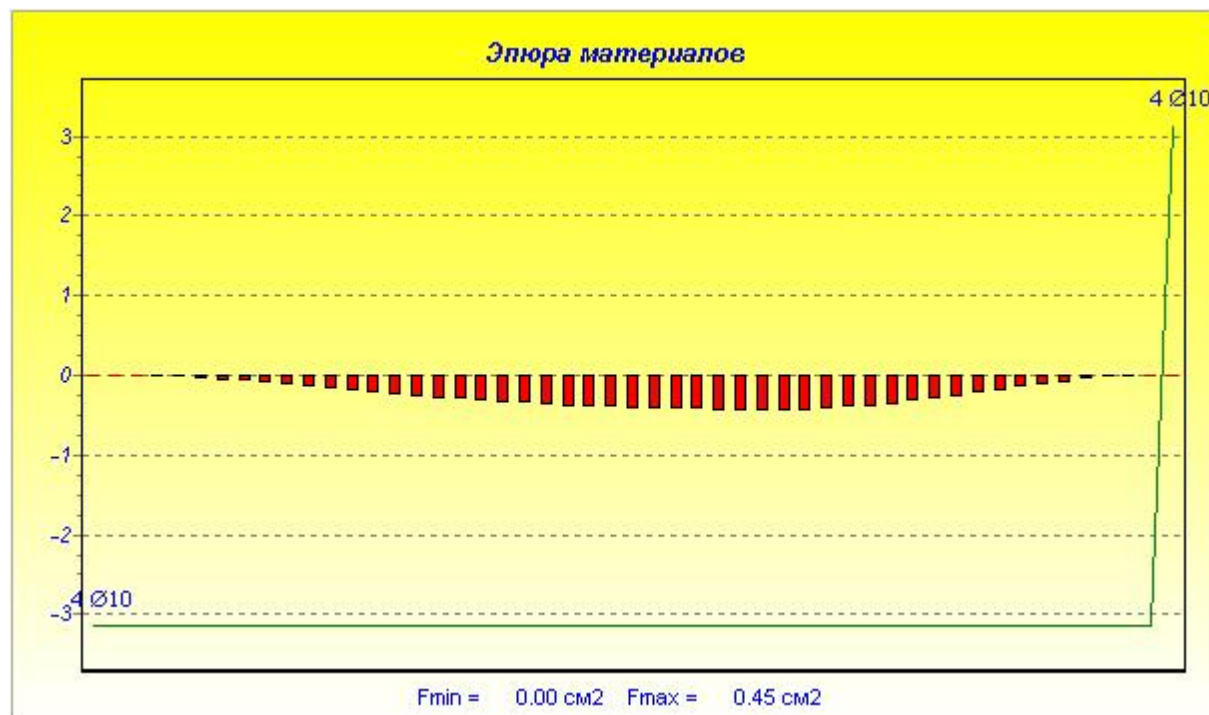
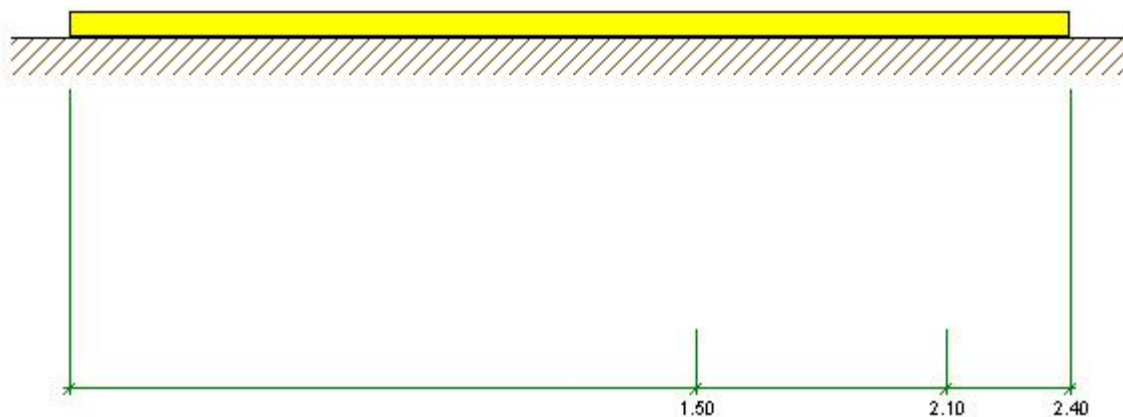
result					
1.68	0.38	-0.36	3.46	0.41	4 d 10
1.73	0.36	-0.45	3.65	0.39	4 d 10
1.78	0.34	-0.52	3.86	0.37	4 d 10
1.82	0.31	-0.58	4.09	0.34	4 d 10
1.87	0.28	-0.64	4.33	0.31	4 d 10
1.92	0.25	-0.68	4.59	0.27	4 d 10
1.97	0.22	-0.70	4.87	0.24	4 d 10
2.02	0.18	-0.72	5.17	0.20	4 d 10
2.06	0.15	-0.72	5.49	0.16	4 d 10
2.11	0.12	-0.69	5.82	0.13	4 d 10
2.16	0.08	-0.62	6.18	0.09	4 d 10
2.21	0.06	-0.54	6.55	0.06	4 d 10
2.26	0.03	-0.43	6.94	0.04	4 d 10
2.30	0.02	-0.31	7.36	0.02	4 d 10
2.35	0.00	-0.17	7.79	0.00	4 d 10
2.40	0.00	0.00	8.25	0.00	4 d 10

Max:	0.41	0.46	8.25	0.45	4 d 10
Min:	0.00	-0.72	2.34	0.00	4 d 10

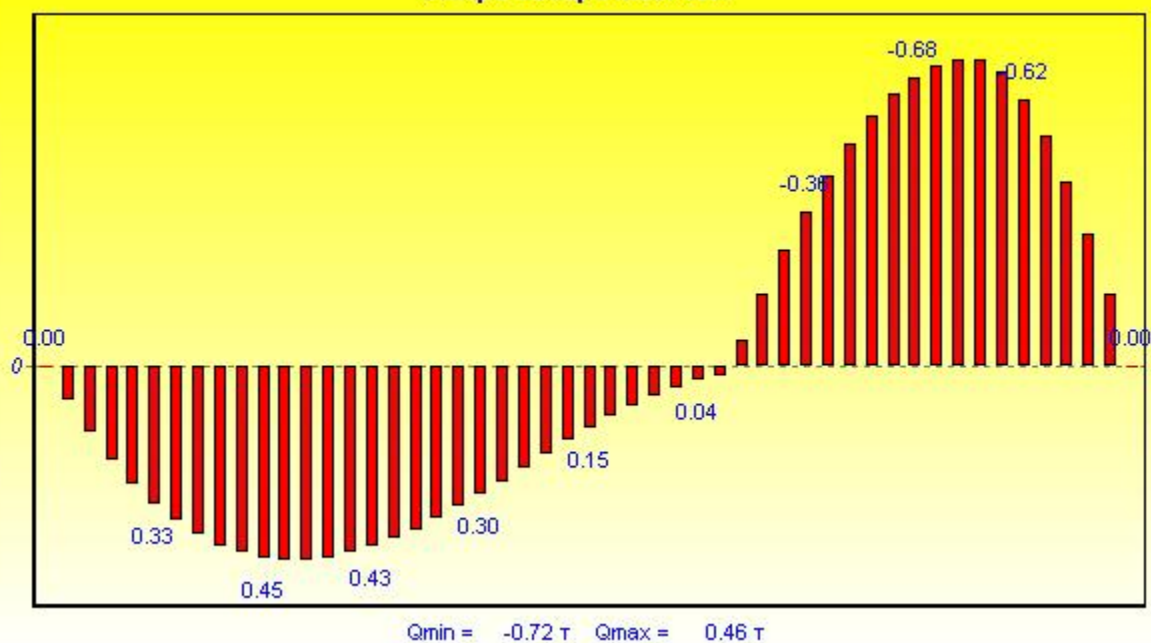
Примечания:

1. Отрицательные значения площади арматуры соответствуют положению растянутой арматуры в верхней зоне балки.

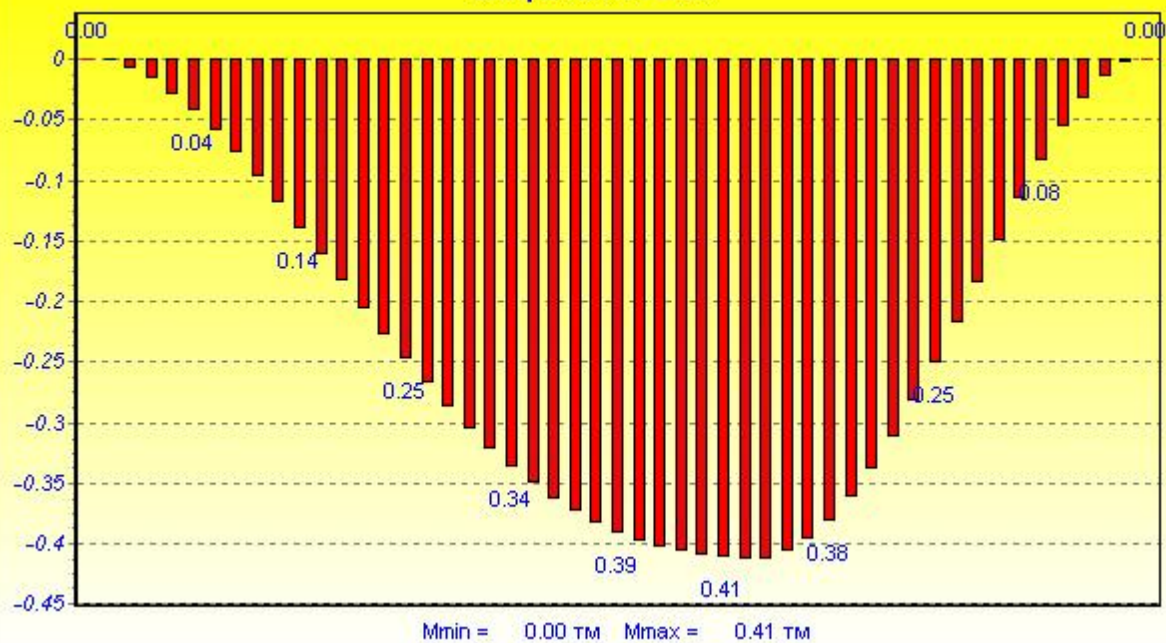
СХЕМА НАГРУЗОК НА БАЛКУ

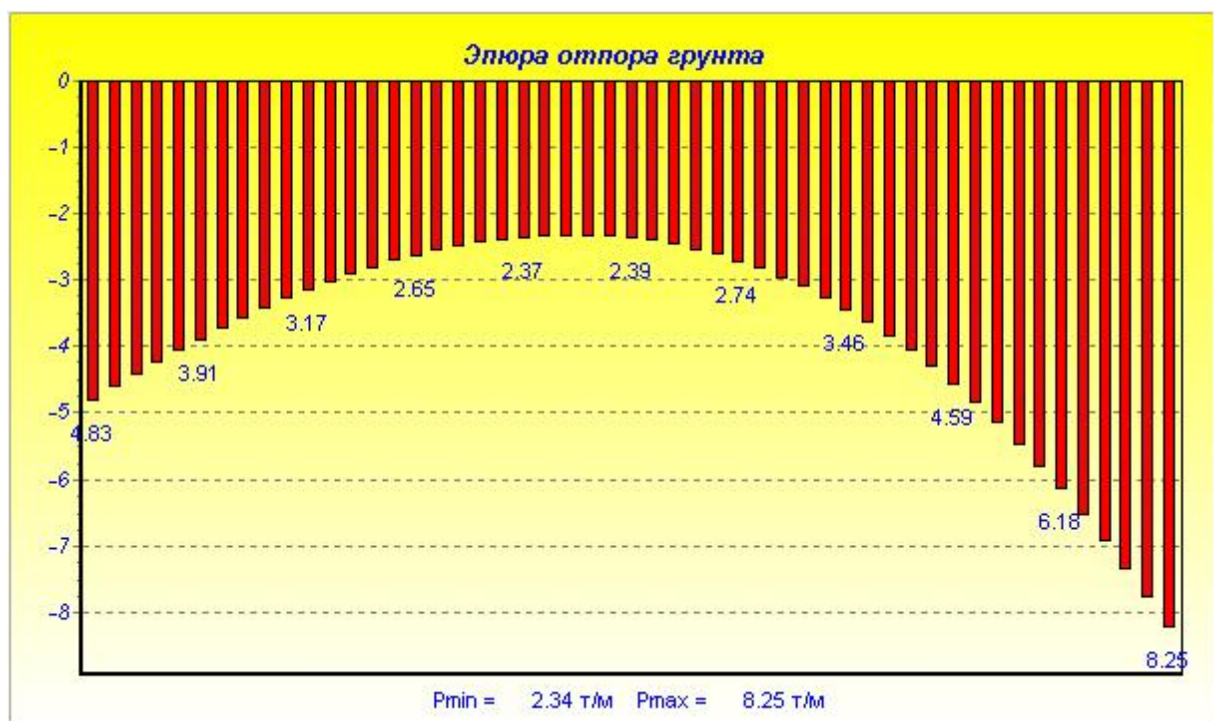


Эпюра поперечных сил



Эпюра моментов





РАСЧЕТ ОДНОПРОЛЕТНОЙ БАЛКИ

Расчетная схема: Балка с двумя заделками

Наименование :

Исходные данные:

Наименование характеристик	Разм.	Значение
Пролет балки, Lab	м	3.00
Высота балки, H	м	0.30
Ширина балки, B	м	0.50
Момент инерции, J	см ⁴	112500.00
класс (марка) бетона		B15
Модуль упругости бетона, Eb	кг/см ²	235000
Расчетное сопротивление бетона, Rb	кг/см ²	86.70
Защитный слой бетона	см	2.50
Класс арматуры		A-III
Расчетное сопротивление арматуры, Rs	кг/см ²	3750.00
Количество стержней на ширину балки		5
Коэффициент условий работы бетона		1.00
Коэффициент условий работы арматуры		1.00
Коэффициент надежности		0.90
Коэффициент сочетания нагрузок		1.00

Расчетные нагрузки:

Наименование нагрузки	Значение	Lнач., м	Lкон., м	Кп
Момент, тм	5.20	0.00		1.00
Момент, тм	5.20	3.00		1.00

Расстояния от начала	Значения моментов	Значения поперечных сил, [т]	Значения прогиба [см]	Растянутая арматура [см ²]	Рекомендуемое армирование n*d [мм]
[м]	[т.м]				
0.00	5.20	0.00	0.0000	6.21	5 d 14
0.06	0.00	0.00	0.0002	0.00	5 d 10
0.12	0.00	0.00	0.0002	0.00	5 d 10
0.18	0.00	0.00	0.0002	0.00	5 d 10
0.24	0.00	0.00	0.0002	0.00	5 d 10
0.30	0.00	0.00	0.0002	0.00	5 d 10
0.36	0.00	0.00	0.0002	0.00	5 d 10
0.42	0.00	0.00	0.0002	0.00	5 d 10
0.48	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
0.54	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
0.60	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
0.66	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
0.72	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
0.78	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
0.84	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
0.90	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
0.96	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.02	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.08	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.14	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.20	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.26	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.32	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.38	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.44	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.50	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.56	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.62	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.68	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.74	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.80	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.86	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.92	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
1.98	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
2.04	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
2.10	0.00	0.00	0.0001	0.00	5 d 10
2.16	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.22	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.28	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.34	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.40	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.46	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.52	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10

			rigeli		
2.58	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.64	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.70	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.76	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.82	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.88	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
2.94	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10
3.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10

Max:	5.20	0.00	0.0002	6.21	5 d 14
Min:	0.00	0.00	0.0000	0.00	5 d 10

Примечания:

1. Отрицательные значения площади арматуры соответствуют положению растянутой арматуры в верхней зоне балки.

СХЕМА НАГРУЗОК НА БАЛКУ

