

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ვასტანგ პირმისაშვილი

სამშენებლო პროცესების ოპტიმალური
ტექნოლოგიური გადაწყვეტები

დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად წარდგენილი დისერტაციის

ავტორ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი
2015

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტიში,
სამშენებლო ფაკულტეტზე,
სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის ტექნოლოგიების და საშენი
მასალების დეპარტამენტში

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: პროფესორი შ. ბაქანიძე

რეცენზენტები: აკადემიური დოქტორი ა. საკანდელიძე
პროფესორი ბ. სურგულაძე

დაცვა შედგება 2015 წლის ---- ----- საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის
სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე, კორპუსი I, აუდიტორია 519 ა
მისამართი: თბილისი 0175, კოსტავას 72.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - სტუ-ს ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს

სწავლული მდივანი:

პროფესორი დ. ტაბატაძე

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა: ნებისმიერი საპროექტო შენობის მშენებლობის ტექნიკური-ეკონომიკური მახასიათებლების (მასალატევადობა, შრომატევადობა, მანქანატევადობა, ღირებულება, მშენებლობის ხანგრძლიობა) მნიშვნელობები დამოკიდებულია ცალკეული სამშენებლო პროცესების ანალოგიურ მაჩვენებლებზე.

ამიტომ შენობა-ნაგებობათა დაპროექტებისას, ცალკეული სამშენებლო პროცესების შესრულების ხერხების და მეთოდების, გამოყენებული მასალების და მანქანების შერჩევის დროს, აგრეთვე სამშენებლო კონსტრუქციების კონსტრუქციული გადაწყვეტის და მთლიანად, საპროექტო შენობის მოცულობით-გეგმარებითი და კონსტრუქციული გადაწყვეტილებები სასურველია მიღებული იქნას მათი ოპტიმალური დაპროექტების საფუძველზე. საჭიროა განხილულ იქნას მათი შესრულების რამოდენიმე შესაძლო ხერხი და მეთოდი შესაბამისი ტექნიკური-ეკონომიკური მაჩვენებლების (ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმების) განსაზღვრით და საბოლოო გადაწყვეტა მიღებულ იქნას მხოლოდ აღნიშნული მაჩვენებლების ურთიერთშედარების შედეგად გამოვლენილი უხელსაყრელესი ვარიანტის მიხედვით. ანუ საჭიროა გამოვლინდეს ოპტიმალური ვარიანტი.

ცნობილია, რომ მიუხედავად ოპტიმიზაციის ამოცანების გადაწყვეტის მეთოდების მრავალფეროვნებისა, ყველა ისინი შეიძლება სამ ჯგუფად დაიყოს: ვარიანტთა შედარების, ექსტრემალური ამოცანების ამოხსნის მათემატიკური და მათემატიკური დაპროექტების მეთოდებად.

ჩვენს სადისერტაციო ნაშრომში, სამშენებლო პროცესების, კონსტრუქციების და მთლიანად შენობა-ნაგებობების ოპტიმალური ტექნოლოგიური გადაწყვეტის გამოსავლენად შესაძლებელია ვარიანტების შედარების მეთოდის გამოყენება, რადგან: განსხვავებული (შესადარებელი) ვარიანტების რაოდენობა არის არა უსასრულო, არამედ სასრული (5-6-მდე)

არგუმენტები, რომლებზედაც დამოკიდებულია გამოსათვლელი ტექნიკური-ეკონომიკური პარამეტრები (ანუ დამოუკიდებელი ცვლადები) წარმოადგენენ მოცემულ კონკრეტულ რიცხვებს ან ხაზოვოვან ფუნქციებს.

ზემოაღნიშნულის საილუსტრაციოდ შეგვიძლია მოვიტანოთ სადისერტაციო ნაშრომში განხილული ერთ-ერთი სამშენებლო პროცესის, 100 მ³ მძიმე ბეტონის ნარევის დამზადების ოპტიმალური გადაწყვეტა ე.წ. განზოგადოებული კრიტერიუმის დახმარებით. აღნიშნული კრიტერიუმი წარმოადგენს სამუშაოთა შრომატევადობისა და ღირებულების ფუნქციას, რომელიც გამოითვლება შესაბამისად სამუშაოს ერთეულის შრომატევადობის და ღირებულების გადამრავლებით სამუშაოს მოცულობაზე. წარმოდგებულ სამშენებლო პროცესში მსხვილ შემავსებლად შეიძლება გამოყენებული იქნას ლორდი ან ხრეში, რომლებსაც გააჩნიათ სხვადასხვა ერთეულოვანი ღირებულებები. თუ ერთ-ერთი ვარიანტის განზოგადოებულ კრიტერიუმს მივიღებთ I-ის ტოლად და მას შევადარებთ II ვარიანტის კრიტერიუმს, გამოვავლენთ გამარჯვებულ ვარიანტს, ანუ უხელსაყრელეს ტექნოლოგიურ გადაწყვეტას.

წინამდებარე ნაშრომში ზემოაღნიშნული ხერხით ანუ ვარიანტების შედარების მეთოდით, გვაქვს განსაზღვრული როგორც ცალკეული სამშენებლო პროცესების, ასევე კონსტრუქციების და მთლიანად, შენობა-ნაგებობების, ოპტიმალური ტექნოლოგიური გადაწყვეტები.

გამომდინარე ზემოაღნიშნულიდან, სადისერტაციო ნაშრომში განხილული საკითხი ძალზე აქტუალურია.

დისერტაციის მიზანს შეადგენს: სამშენებლო პროცესების, კონსტრუქციების და შენობა-ნაგებობების დაპროექტებისა და მშენებლობის, ვარიანტული შედარების საფუძველზე, გაანგარიშების ისეთი ხერხებისა და მეთოდების შემოთავაზება, რომელიც გაამარტივებენ მათი ოპტიმალური ტექნოლოგიური გადაწყვეტების გამოვლენას.

ექსპერიმენტული კვლევის ამოცანაა: ნაშრომში სხვადასხვა საკითხებთან ერთად, დამუშავებულია შენობა-ნაგებობების შემომფარგლავი მრავალშრიანი კედლების დაბეტონების ტექნოლოგია ახალი ტიპის საყალიბე ფარების გამოყენებით. შესრულებულია აღნიშნული საყალიბე ფარების ნატურული ექსპერიმენტული გამოკვლევები, რომლებმაც დაადასტურეს თეორიული გაანგარიშებების შედეგები.

მეცნიერული სიახლე: ოპტიმალური დაპროექტების ერთ-ერთ ხერხის, ვარიანტული შედარების გზით, გამოვლენილია ძირითადი სამშენებლო პროცესების, სამშენებლო კონსტრუქციების და შენობა-ნაგებობების ყველაზე ხელსაყრელი ტექნოლოგიური გადაწყვეტები; შემოთავაზებულია შენობა-ნაგებობების შემომფარგლავი კედლების ახალი კონსტრუქციული გადაწყვეტა (მიღებულია პატენტი გამოგონებაზე); შემოთავაზებულია მრავალშრიანი შემომფარგლავი კედლების დაბეტონების ახალი ხერხი (მიღებულია პატენტი გამოგონებაზე); შესრულებულია ერთშრიანი და მრავალშრიანი შემომფარგლავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტების ანალიზი შენობის სართულების გათვალისწინებით.

მიღებული შედეგების პრაქტიკული გამოყენება: ოპტიმალური დაპროექტების ნაშრომში მოტანილი ხერხები და მეთოდები დაეხმარება მშენებლობის პროცესის სუბიექტებს: დამკვეთებს, საპროექტო ორგანიზაციებს და სამშენებლო კომპანიებს სამშენებლო პროცესების, კონსტრუქციების და შენობა-ნაგებობების ყველაზე ხელსაყრელი კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური გადაწყვეტების შერჩევაში.

ნაშრომის აპრობაცია და გამოქვეყნებული პუბლიკაციები: სადისერტაციო ნაშრომის, როგორც ცალკეული, ისე ძირითადი შედეგები მოხსენიებული იქნა სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ ორ სემინარზე და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე. გარდა ამისა, სადისერტაციო ნაშრომის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებულია 11 სამეცნიერო შრომა.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა: დისერტაცია შედგება შესავლის, ოთხი თავის, ლიტერატურის მიმოხილვის, ძირითადი დასკვნების და გამოყენებული ლიტერატურისაგან. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება 141 გვერდისგან და გამოქვეყნებული ლიტერატურის ნუსხა შეიცავს 53 დასახელებას.

ნაშრომის შინაარსი

შესავალში წამოდგენილია თემის აქტუალურობა, მეცნიერული სიახლე და პრაქტიკული მნიშვნელობა.

როგორც ცნობილია, სამშენებლო პროცესების, კონსტრუქციების და შენობა-ნაგებობების ტექნიკურ-ეკონომიკურ მონაცემებს (ანუ ტექნოლოგი-ურობის კრიტერიუმებს) წარმოადგენენ: მასალატევადობა, შრომატევადობა, ღირებულება, სამუშაოთა წარმოების ხანგრძლივობა და სხვ.

ცალკეული სამშენებლო პროცესების წარმოების შერჩეულ მეთოდებზე, ხერხებზე, გამოყენებულ მანქანა-მექანიზმებზე და სამარჯვებზე დიდადა დამოკიდებული განსახილველი პროცესების, და, მთლიანად, შენობა-ნაგებობების ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმების მაჩვენებლების მნიშვნელობები. მათ შორის ყველაზე ხელსაყრელის შესარჩევად მიმართავენ ოპტიმალურ დაპროექტებას.

ცნობილია, რომ არსებობს ოპტიმიზაციის ამოცანების გადაწყვეტის მრავალი მეთოდი, მათგან ერთ-ერთია ვარიანტთა შედარების მეთოდი. ჩვენ სწორედ ამ მეთოდის გამოყენებით გვაქვს განსაზღვრული სამშენებლო პროცესების, კონსტრუქციების და შენობა-ნაგებობების ოპტიმალური ტექნოლოგიური გადაწყვეტები.

ნაშრომის პირველ თავში მოცემულია ზოგადად, ტექნოლოგიურობის ძირითადი კრიტერიუმების (მასალატევადობა, შრომატევადობა, ღირებულება) განსაზღვრის ხერხების და მეთოდების (ნორმატიული, ანალიზური, გრაფიკული) მიმოხილვა.

მეორე თავში მოცემულია სამშენებლო პროცესების უხელსაყრელესი ტექნოლოგიური გადაწყვეტების გამოვლენის შემოთავაზებული ხერხები ვარიანტული დაპროექტების გზით, კერძოდ :

ძირითადი სამშენებლო პროცესებისათვის განხილულია ოპტიმალური ტექნოლოგიური გადაწყვეტები გამოვლენილია ნორმატიული ხერხით, სამშენებლო ნორმებისა და წესების გამოყენების საფუძველზე, ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვების შედგენით.

ამა თუ იმ ძირითადი სამშენებლო პროცესის (მიწის სამუშაოები, ქვის წყობა, მონოლითური და ანაკრები ბეტონისა და რკინაბეტონის სამუშაოები და სხვ.) განხილვისას ერთმანეთთან შედარებული გვაქვს აღნიშნული პროცესის განხორციელება შესაძლო სხვადასხვა ხერხით, მეთოდით ან მასალით და გამოვლენილი გვაქვს მათ შორის ოპტიმალური ვარიანტი ტექნოლოგიურობის ძირითადი კრიტერიუმების (შრომატევადობა, მანქანატევადობა, საერთო ღირებულება, მათ შორის ხელფასი) მიხედვით. გამოვლენილი გვაქვს აგრეთვე გამარჯვებული ვარიანტის ძირითადი უპირატესობა.

ასე, მაგალითად, სამშენებლო პროცესის - ბეტონის ნარევის დამზადებისას - ერთმანეთთან შედარებული გვაქვს მსხვილი შემავსებლის ორი, ყველაზე უფრო ხშირად გამოყენებული ვარიანტი: ხრეში და ღორდი. განზომილების ერთეულად მიღებული გვაქვს (როგორც ამას ითვალისწინებენ სნ და წ) 100 მ³ ბეტონის ნარევის დამზადება. შესრულებული გვაქვს სათანადო ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვები, გაანგარიშებული გვაქვს ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები და გამოვლენილი გვაქვს მათ შორის უხელსაყრელესი. ვარიანტების შედარება შესრულებული გვაქვს ტექნოლოგიურობის განზოგადოებული კრიტერიუმით, რომლის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ერთ-ერთი ვარიანტის (დავუშვათ, I ვარიანტის) ტექნოლოგიურობის განზოგადოებული კრიტერიუმი მიღებული გვაქვს ერთის ტოლად და მასთან შედარებული გვაქვს II ვარიანტის მაჩვენებლები.

განხილულ ვარიანტებში ოპტიმალური აღმოჩნდა I ვარიანტი (მსხვილი შემავსებლის სახით ხრემის გამოყენება), რომლის ტექნოლოგიურობის განზოგადოებული კრიტერიუმი მივიღეთ ერთის ტოლად. II ვარიანტის (ღორდი) ტექნოლოგიურობის განზოგადოებული კრიტერიუმი აღმოჩნდა 0,99, რაც ნაკლებია I ვარიანტის განზოგადოებულ კრიტერიუმზე. I ვარიანტის უპირატესობა ძირითადად განაპირობა მისმა შედარებით დაბალმა ღირებულებამ (შესაბამისი კრიტერიუმები 1,0 და 0,96).

ნაშრომში მოტანილი გვაქვს ანალოგიური გაანგარიშებები სხვა ძირითადი სამშენებლო პროცესებისათვის და გამოვლენილი გვაქვს ოპტიმალური ვარიანტები, რაც, ვფიქრობთ, შეიძლება სასარგებლო აღმოჩნდეს როგორც მშენებლობის დამკვეთთათვის, ასევე საპროექტო და სამშენებლო ფირმებისთვის.

აქ მაგალითის სახით მოგვაქვს 2 სამშენებლო პროცესის ვარიანტული შედარება ოპტიმალურის გამოვლენის მიზნით (შედარება შესრულებულია ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვებით)

გარდა ამისა, მეორე თავში მოცემულია მიწათსათხრელ-სატრანსპორტო მანქანების მწარმოებლურობის ამალღების შესაძლებლობა ჭადრაკული ბალანსის ხერხის ოპტიმიზაციის საფუძველზე

მოედნის მოშანდაკებისას მიწათსათხრელ-სატრანსპორტო მანქანების მწარმოებლურობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნათხარის ზონიდან ნაყარის ზონაში გრუნტის გადაზიდვის საშუალო მანძილზე, რომელსაც, მოედნის ელემენტარულ უბნებად დაყოფის შემდეგ, საზღვრავენ ფორმულით:

$$L_{საშ} = \frac{\sum(V_i L_i)}{\sum V_i}$$

სადაც: V_i -არის ერთი ელემენტარული უბნიდან მეორეში გადასაზიდი გრუნტის მოცულობა, მ³; L_i - გადაზიდვის შესაბამისი მანძილი, მ; $L_{საშ}$ -ს გაანგარიშება შეიძლება სხვადასხვა ხერხით (იხ. პ. 1.2.2.)

გაანგარიშების შედეგად, თუ $L_{საშ} \leq 100$ მ, ძირითად მანქანად ღებულობენ ბულდოზერს, ხოლო თუ $L_{საშ} > 100$ მ –სკრეპერს.

ნაშრომის ამოცანას წარმოადგენს მათგან ერთ-ერთის, კერძოდ- ჭადრაკული ბალანსის ხერხის ანალიზი $L_{საშ}$ შესაძლო მინიმალური მანძილის გამოვლენის მიზნით.

აღნიშნული ხერხის გამოყენებისას, როგორც ცნობილია, ნათხარის ელემენტარული უბნებიდან ნაყარის ელემენტარულ უბნებში გრუნტის მასების გადატანა წარმოებს პროექტის ავტორის შეხედულების მიხედვით, რაც გრუნტის გადაზიდვის თანმიმდევრობის (რომელი უბნიდან-რომელ უბანში) ცვლილებების შემთხვევაში გვაძლევს $L_{საშ}$ სხვადასხვა მნიშვნელობებს.

ჩვენი ამოცანაა აღნიშნული გადაზიდვების ისეთი თანმიმდევრობის და ტექნოლოგიის განსაზღვრა, რომელიც გვაძლევს $L_{საშ}$ მინიმალურ სიდიდეს.

მიწათსათხრელ-სატრანსპორტო მანქანების (ბულდოზერი, სკრეპერი და სხვა) მწარმოებლურობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$q = \frac{3600 \cdot c \cdot q \cdot K_1 \cdot K_{დრ}}{t_{\Sigma}}, \text{ მ}^3/\text{ცვლა} \quad (2.1)$$

სადაც: c -ცვლის ხანგრძლივობა, სთ; q - ჩამჩის გეომეტრიული მოცულობა, მ³; K_1 - ჩამჩის გრუნტით შევსების კოეფიციენტი; $K_{დრ}$ - მანქანის დროში გამოყენების კოეფიციენტი; t_{Σ} - მანქანის ერთი სრული ციკლის ხანგრძლივობა, წმ. თავის მხრივ:

$$t_{\Sigma} = t_a + t_d + t_g + t_u + t_m \quad (2.2)$$

სადაც: t_a - ჩამჩის შევსების ხანგრძლივობაა გრუნტის ჭრისას; t_d - დატვირთული მანქანის მოძრაობის ხანგრძლივობაა ნათხარიდან ნაყარის ზონაში; t_g - მანქანის განტვირთვის ხანგრძლივობაა; t_u - მანქანის უქმი სვლის, ანუ ნათხარის ზონაში დაბრუნების ხანგრძლივობა; t_m - მანქანის მობრუნების (მოხვევის) ხანგრძლივობა.

2.1.2. გაანგარიშების მაგალითები

მაგალითი 1. სამშენებლო პროცესი: ბეტონის ნარევის დამზადება.

განისაზღვროს 100 მ³ მძიმე ბეტონის ნარევის დამზადების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

ბეტონის კლასი B15 (M 200).

ერთმანეთთან შედარებულ იქნეს მსხვილი შემავსებლის ორი ვარიანტი:

I – ხრეში;

II – ღორღი.

ცხრილი 2.1. ვარიანტების ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვები

ნორმატივის შიფრი	სამუშაოთა და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთ.	რაოდ. ნორმატ. ერთეულზე	ღირებულება		რაოდ. ნორმატ. ერთეულზე	ღირებულება	
				ერთეულზე	სულ		ერთეულზე	სულ
კრებული 6			I ვარიანტი – ხრეში (6-38-4)			II ვარიანტი – ღორღი (6-38-10)		
თ.1.1, პ.176	– შრომის დანახარჯები	კაც.სთ	197	2,8	552	197	2,8	552
	– მობილური ბეტონმრეველი, 250 მ ³	მანქ.სთ	27,8	3,86	107	27,8	3,86	107
	– სხვა მანქანები	მან.	69	3,2	221	69	3,2	221
თ.4.1, პ.114	– ხრეში	მ ³	76	13,0	988	–	–	–
თ.4.1, პ.123	– ღორღი	მ ³	–	–	–	80	12,7	1016
თ.4.1, პ.111	– ქვიშა	მ ³	50	20	1000	53	20	1060
თ.4.1, პ.79	– ცემენტი, მ 400	ტ	27,5	175	4813	28,6	175	5005
თ.4.3, პ.33	– წყალი	მ ³	20	3,6	72	21	3,6	76
	ჯამი:				7753			8037

ცხრილი 2.2. ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება

ვარიანტის №	ტექნოლოგიურობის მაჩვენებლები				ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმები				განზ. კრიტერიუმი
	შრომატევ. (კაც. სთ)	მანქანატ. (მანქ. სთ)	ხელფასი (ლარი)	ღირებულ. (ლარი)	შრომატევ.	მანქანატ.	ხელფასი	ღირებულ.	
I	197	27,8	552	7753	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
II	197	27,8	552	8037	1,0	1,0	1,0	0,96	0,99

დასკვნა: ოპტიმალურია I ვარიანტი. (ძირითადი უპირატესობა – მასალის ნაკლები ღირებულება).

მაგალითი 10. სამშენებლო პროცესი: საშუალო სირთულის გარე კედლების ქვის წყობა.

შედარდეს ერთმანეთთან ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების მიხედვით წყობის 5 ვარიანტი (წყობის 1 მ³-თვის):

I – კერამიკული აგურებისაგან; II – სილიკატური აგურებისაგან; III – სილრუეებიანი აგურებისაგან;

IV – კერამიკული ქვებისაგან; V – სილიკატური აგურებისაგან.

ცხრილი 2.19. ვარიანტების ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვები

ნორმატივის შიფრი	სამუშაოთა და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთ.	რაოდ. ნორმატ. ერთეულზე	ღირებულება		რაოდ. ნორმატ. ერთეულზე	ღირებულება		რაოდ. ნორმატ. ერთეულზე	ღირებულება		რაოდ. ნორმატ. ერთეულზე	ღირებულება		რაოდ. ნორმატ. ერთეულზე	ღირებულება	
				ერთეულზე	სულ		ერთეულზე	სულ		ერთეულზე	სულ		ერთეულზე	სულ			
კრებული 8 – თ. 41, პ. 252 თ. 4.1, პ. 1 თ. 4.1, პ. 11 თ. 4.1, პ. 1 თ. 4.1, პ. 2 თ. 4.1, პ. 1.1	– შრომის დანახარჯი	კაც. სთ მან	I ვარიანტი – (8-5-2)			II ვარიანი – (8-5-2)			III ვარიანტი – (8-5-2)			IV ვარიანტი – (8-8-2)			V ვარიანტი – (8-8-2)		
	– მანქანები		4,23	2,8	11,8	4,23	2,8	11,8	4,23	2,8	11,8	3,61	2,8	10,1	3,61	2,8	10
	– ცემენტ-კირის ღუღაბი, M 50	0,78	3,2	2,5	0,78	3,2	2,5	0,78	3,2	2,5	0,83	3,2	2,7	0,83	3,2	2,7	
	– კერამიკული აგური	0,23	92	21,2	0,23	92	21,2	0,23	92	21,2	1,17	92	15,6	0,17	92	15,6	
	– სილიკატური აგური	0,384	300	115,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	– ღრუტანიანი აგური	–	–	–	0,384	180	69,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	– კერამიკული ქვები (წყობის)	–	–	–	–	–	–	0,38	300	115,2	–	–	–	–	–	–	
– სილიკატური ქვები (წყობის)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,197	600	118,2	–	–	–		
– სხვა მასალები	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,197	360	70,9		
	ჯამი:	მან.	0,17	3,2	0,5	0,17	3,2	0,5	0,17	3,2	0,5	0,16	3,2	0,5	0,16	3,2	0,5
					151			105			151			147			100

ცხრილი 2.20. ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება

ვარიანტის №	ტექნოლოგიურობის მაჩვენებლები				ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმები				განზ. კრიტერიუმი
	შრომატევ. (კაც. სთ)	მანქანატ. (მანქ. სთ)	ხელფასი (ლარი)	ღირებულ. (ლარი)	შრომატევ.	მანქანატ.	ხელფასი	ღირებულ.	
I	4,23	–	11,8	151	1,0	–	1,0	1,0	1,0
II	4,23	–	11,8	105	1,0	–	1,0	1,4	1,13
III	4,23	–	11,8	151	1,0	–	1,0	1,0	1,0
IV	3,61	–	10,1	147	1,17	–	1,17	1,03	1,12
V	3,61	–	10,1	100	1,17	–	1,17	1,51	1,28

დასკვნა: ოპტიმალურია V ვარიანტი. (ძირითადი უპირატესობა – მასალის ნაკლები ღირებულება).

(2.1) ფორმულის მრიცხველში, აგრეთვე (2.2) ფორმულაში შემავალი სიდიდეები: t_a , t_g და t_m დამოკიდებულია მანქანის ტექნიკურ მახასიათებლებზე და დასამუშავებელი გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე, ამიტომ მათი მნიშვნელობები მოცემული კონკრეტული მანქანისათვის დაფიქსირებულია.

აქედან გამომდინარე, მანქანის მწარმოებლურობის სიდიდეზე გადამწყვეტ ზემოქმედებას ახდენს მანქანის მორაობის ხანგრძლივობები დატვირთული და უქმი სვლის დროს (t_d და t_u). აღნიშნული სიდიდეები ტოლია:

$$t_d = \frac{L_{საგ}}{V_{ფ}} \quad \text{და} \quad t_u = \frac{L_{საგ}}{V_{უ}} \quad \dots \quad (2.3)$$

სადაც: $V_{ფ}$ და $V_{უ}$ - მანქანის მოძრაობის სიჩქარეებია, შესაბამისად დატვირთულ და უქმ რეჟიმებში.

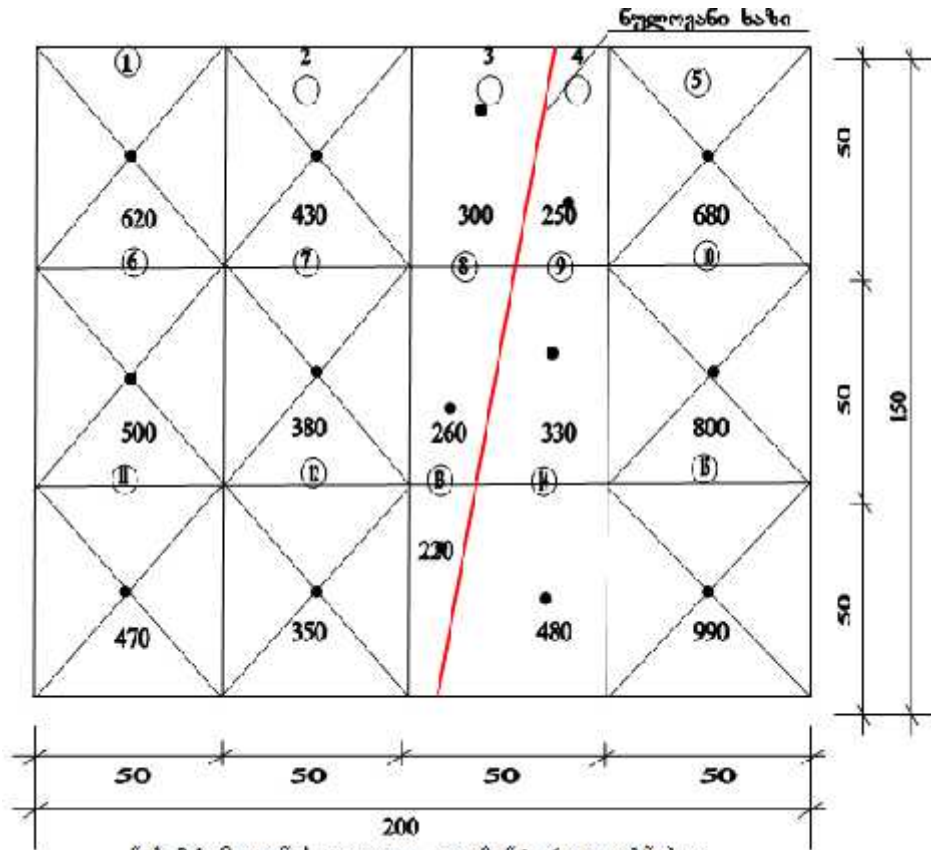
აქედან გამომდინარე, ცხადია, რომ მიწასათხრელ-სატრანსპორტო მანქანის მწარმოებლურობა მნიშვნელოვან წილად დამოკიდებულია გრუნტის ზიდვის საშუალო მანძილის სიდიდეზე. მანქანის მწარმოებლურობის მაქსიმალური მნიშვნელობა მიიღწევა $L_{საგ}$ -ს მინიმუზაციით.

არესობს გრუნტის გადაზიდვის საშუალო მანძილის განსაზღვრის რამდენიმე ხერხი: ჭადრაკული ბალანსის, გრაფიკული, გრაფო-ანალიზური, სტატიკურ მომენტთა, წრფივი პროგრამირების და სხვა. აღნიშნული ხერხები, გარდა ჭადრაკული ბალანსის ხერხისა, მოცემული კონკრეტული მოედნისთვის იძლევიან $L_{საგ}$ -ს კონკრეტულ მნიშვნელობას. რაც შეეხება ჭადრაკული ბალანსის ხერხს, $L_{საგ}$ -ს შესაძლო მინიმალური მანძილის გამოთვლის მიზნით, საჭიროა მისი ანალიზი. საქმე იმაში გახლავთ, რომ ამ ხერხის გამოყენების დროს ნათხარის ელემენტარული უბნებიდან ნაყარის ელემენტარულ უბნებში გრუნტის მასების გადატანა წარმოებს პროექტის ავტორის შეხედულების მიხედვით, რაც გრუნტის გადაზიდვის თანმიმდევრობის (რომელი უბნიდან რომელ უბანში) შეცვლის შემთხვევაში გვაძლევს $L_{საგ}$ -ს სხვადასხვა მნიშვნელობებს. ხერხის ანალიზის ამოცანაა განისაზღვროს აღნიშნული გადაზიდვების ისეთი თანმიმდევრობა და ტექნოლოგია, რომელიც გვაძლევს $L_{საგ}$ -ს მინიმალურ სიდიდეს.

აღნიშნული ამოცანის შესრულებას გთავაზობთ კონკრეტულ მაგალითზე, სამშენებლო მოედნისათვის ზომებით გეგმაში 200×150 მ. მოედანი დაყოფილი გვაქვს ელემენტარულ უბნებად და განსაზღვრული გვაქვს მათი მოცულობები. (ნახ.2.1)

გრუნტის ზიდვის საშუალო მანძილის მინიმალური მნიშვნელობის გამოვლენის მიზნით განვიხილოთ ნათხარის ელემენტარული უბნებიდან (მათი სიმძიმის ცენტრებიდან) ნაყარის ელემენტარულ უბნებში გრუნტის გადაზიდვების თანმიმდევრობის შემდეგი ვარიანტები:

1. თავდაპირველად გადაზიდვებს ვაწარმოებთ ერთმანეთთან უმცირეს მანძილზე განთავსებულ უბნებში, მორიგი უბნის დაცლის (ნათხარის ზონაში) ან შევსების (ნაყარის ზონაში) გაუთვალისწინებლად, და განვაგრძობთ გადაზიდვებს უბნებს შორის მანძილების ზრდის შესაბამისად;
2. იგივე, მორიგი უბნის დაცლის ან შევსების მხედველობაში მიღებით;
3. თავდაპირველად გადაზიდვებს ვაწარმოებთ ერთმანეთთან უშორეს მანძილებზე განთავსებულ უბნებში, მორიგი უბნის დაცლის ან შევსების გაუთვალისწინებლად და განვაგრძობთ გადაზიდვებს მანძილების შემცირების შესაბამისად;
4. იგივე, მორიგი უბნის დაცლის ან შევსების მხედველობაში მიღებით;
5. პირველი ვარიანტისთვის შესასრულებელი ოპერაციების თანმიმდევრობა მოცემულია ცხრილში 2.1., ხოლო შესაბამისი ჭადრაკული ბალანსის უწყისი - ცხრილში 2.2.



I ვარიანტისათვის გრუნტის ზიდვის საშუალო მანძილი ტოლი იქნება:

$$L_{saI} = \frac{\sum(v_i l_i)}{\sum v_i} = \frac{27 \cdot 250 + 150 \cdot 200 + 100 \cdot 430 + 57 \cdot 50 + 25 \cdot 260 + 75 \cdot 70}{3530} + \frac{150 \cdot 420 + 100 \cdot 380 + 55 \cdot 260 + 27 \cdot 220 + 180 \cdot 1120 + 159 \cdot 80 + 150 \cdot 470 + 100 \cdot 20}{3530} = 106.6 \text{ m}$$

ანალოგიურად ვსაზღვრავთ გრუნტის ზიდვის საშუალო მანძილებს II, III და IV ვარიანტებისათვის. ნაშრომში მოგვაქვს აღნიშნული გაანგარიშებების მხოლოდ შედეგები: $L_{saII} = 113.9$ მ; $L_{saIII} = 128.7$ მ; $L_{saIV} = 128.4$ მ. განხილული ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება მოცემულია ცხრილში 2.3. (I ვარიანტის შედეგი მიღებულია 100%-ად)

ცხრ. 2.1. შესასრულებელი ოპერაციების თანმიმდევრობა

ოპერაციის №	რომელი უბნიდან რომელ უბანში ვზიდავთ გრუნტს	გადაზიდვის მანძილი, (მ)	გადასატანი გრუნტის მოცულობა
1	9---8	25	260
2	4---3	27	250
3	14---13	27	220
4	14---12	55	260
5	5---3	57	50
6	9---12	75	70
7	10---7	100	380
8	5---2	100	430
9	15---12	100	20
10	5---1	150	200
11	15---11	150	470
12	10---6	150	420
13	15---6	159	80
14	15---1	180	420
	v	-	3530

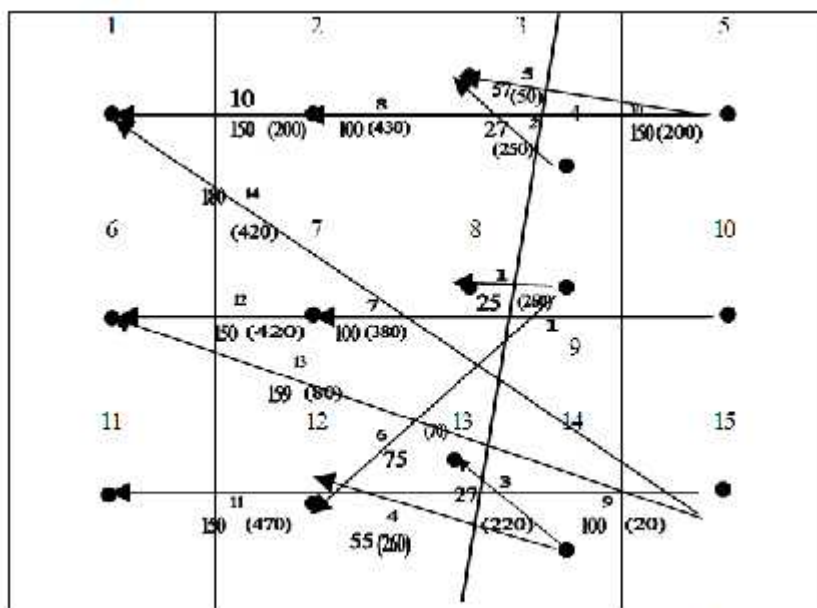
ცხრ. 2.2. ჭადრაკული ბალანსის უწყისი

ყრილი ნათხარი		1	2	3	6	7	8	11	12	13	v
		620	430	300	500	380	260	470	350	220	
4	250	---	---	$\frac{27}{250}$	---	---	---	---	---	---	250
5	680	$\frac{27}{250}$	$\frac{27}{250}$	$\frac{27}{250}$	---	---	---	---	---	---	680
9	330	---	---	---	---	---	$\frac{27}{250}$	---	$\frac{27}{250}$	---	330
10	800	---	---	---	$\frac{27}{250}$	$\frac{27}{250}$	---	---	---	---	800
14	480	---	---	---	---	---	---	---	$\frac{27}{250}$	$\frac{27}{250}$	480
15	990	$\frac{27}{250}$	---	---	$\frac{27}{250}$	---	---	$\frac{27}{250}$	$\frac{27}{250}$	---	990
v	3530	620	430	300	500	380	260	470	350	220	

ცხრ. 2.3. ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება

ვარიანტის №	ვარიანტების აღწერა	მიღებული $L_{საშ.}$ (მ)	%-ული თანაფარდობა	სხვაობა %-ში
1	გრუნტის გადაზიდვა თავდაპირველად უმოკლეს მანძილებზე და შემდეგ - მანძილის ზრდის მიხედვით (უბნების შევსების ან დაცლის გათვალისწინებლად)	106,6	100	-
2	იგივე უბნების შევსების ან დაცლის გათვალისწინებით	113,9	106,8	6,8
3	გრუნტის გადაზიდვა თავდაპირველად უშორეს მანძილებზე და შემდეგ მანძილების კლებადობის მიხედვით (უბნების შევსების ან დაცლის გათვალისწინებლად)	128,7	120,7	20,7
4	იგივე უბნების შევსების ან დაცლის გათვალისწინებით	128,4	120,4	20,4

ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების საცუბველზე ოპტიმალურია I ვარიანტი. აღნიშნული ვარიანტის მიხედვით ნათხარის ელემენტარული უბნებიდან ნაყარის ელემენტარულ უბნებში გრუნტის გადაზიდვის თანმიმდევრობა მოცემულია ნახაზ 2.2-ზე.



ნახ. 2.2 ნათხარის ნაყარში გრუნტის გადაზიდვის თანმიმდევრობა

შენიშვნა: ისრებით ნაჩვენებია გრუნტის ზიდვის მიმართულებები; ისრის ზემოთ-ოპერაციების ნუმერაცია, ისრის ქვემოთ-გადაზიდვის მანძილი და გრუნტის მოცულობა (ფრჩხილებში).

დასკვნა: სამშენებლო მოედნის მოშანდაკების სამუშაოთა წარმოების პროექტის (სწკ) შედგენისას, გრუნტის ზიდვის საშუალო მანძილის ჭადრაკული ბალანსის ხერხით განსაზღვრის შემთხვევაში, აღნიშნული მანძილის მინიმალურ მნიშვნელობას იძლევა ნათხარის ელემენტარული უბნებიდან ნაყარის ელემენტარულ უბნებში გრუნტის გადაზიდვის ნაშრომში დადგენილი თანმიმდევრობა: თავდაპირველად გრუნტი გადაზიდოს ერთმანეთთან უახლოეს მანძილზე განთავსებულ უბნებს შორის (თხრილის დაცლის ან ყრილის შევსების მხედველობაში მიუღებლად), ხოლო შემდეგ-გადაზიდვები შესრულდეს აღნიშნული მანძილების ზრდის მიხედვით.

რეკომენდაცია - ზემოაღნიშნული რეკომენდაციის მხედველობაში მიღება იძლევა მიწასათხრელ-სატრანსპორტო მანქანების მწარმოებლურობის ამადლების საშუალებას

მეორე თავში დამუშავებულია აგრეთვე სამონტაჟო ამწის მწარმოებლურობის ამადლების შესაძლებლობა მისი მოძრაობის ოპტიმალური სქემის შერჩევით სამანქანო დროის მიხედვით

ამოცანა მდგომარეობს შემდეგში: გამოგავლინოთ ის ვარიანტი, რომლის დროსაც ამწის მწარმოებლურობა, ანუ ერთ სამუშაო ცვლაში დამონტაჟებული კონსტრუქციების საერთო მასა, უფრო მეტია.

ცნობილია, რომ სამონტაჟო ამწის მწარმოებლურობა ერთ ცვლაში განისაზღვრება ფორმულით

$$\Pi_j = Q \frac{6U \cdot t}{T_g} K_g * K_{დრ} \quad \text{ტ/ცვლა} \quad (2.4)$$

სადაც: Q -არის ამწის ტვირთამწეობა ისრის მოცემული მუშა შევრისათვის, ტ;

t -სამუშაო ცვლის ხანგრძლივობა, სთ (7 ან 8 სთ);

K_g -ამწის გამოყენების კოეფიციენტი ტვირთამწეობის მიხედვით ($K_g \leq 1$);

$K_{დრ}$ -ამწის გამოყენების კოეფიციენტი დროის მიხედვით ($K_{დრ} < 1$);

T_g -ერთი ციკლის დრო (ანუ ერთი ელემენტის მონტაჟის ხანგრძლივობა), წთ;

მოცემული კონკრეტული ობიექტისა და კონკრეტული ამწისათვის (2.4) ფორმულაში შემავალი სიდიდეების: (Q , t , K_g , და $K_{დრ}$) მნიშვნელობები დაფიქსირებულია, ამიტომ სამონტაჟო ამწის მწარმოებლურობის მნიშვნელობა დამოკიდებულია მხოლოდ T_g -ის სიდიდეზე.

ამდენად, ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს იმის გარკვევა, თუ რა შემთხვევაში ვიდებთ T_g -ის მინიმალურ მნიშვნელობას, რომელიც, ცხადია, გვაძლევს Π_j -ს მაქსიმალურ სიდიდეს.

ამ მიზნით შესრულებულია T_g -ის (ანუ ერთი ელემენტის მონტაჟის ხანგრძლივობის) ანალიზი.

ცნობილია, რომ

$$T_g = T_g + T_b \quad (2.5)$$

სადაც: T_g -არის მანქანით (ჩვენს შემთხვევაში, სამონტაჟო ამწით) შესასრულებელი ოპერაციების ხანგრძლივობა, წთ. T_b -ხელით (ჩვენს შემთხვევაში – მემონტაჟეთა რგოლის მიერ) შესასრულებელი ოპერაციების ხანგრძლივობა, წთ.

რადგან მოცემული კონკრეტული ობიექტისათვის, ვარიანტული შედარებისას, ხელით შესასრულებელი ოპერაციების (კონსტრუქციების ჩაბმა, ჩახსნა, დროებითი დამაგრება და სხვ.) ხანგრძლივობა ერთი და იგივეა, ამიტომ ვარიანტული დაპროექტება შესაძლებელია შესრულებულ იქნეს მხოლოდ სამანქანო დროის (T_g) მიხედვით, რომელიც, ცხადია, დამოკიდებულია სამონტაჟო ამწის მუშა-გადაადგილების სქემაზე: მადების გრძივად თუ განივად.

ერთი კონსტრუქციული ელემენტის მონტაჟის სამანქანო დრო (T_g) განისაზღვრება ფორმულით:

$$T_{\theta} = \frac{H_{\text{კა}}}{V_1} + \frac{H_{\text{კფ}}}{V_2} + \left(\frac{2\alpha}{360n_{\text{ბრ}}} + \frac{S_1}{V_2} \right) * K_{\theta} + \frac{S_2}{V_4} \quad (2.6)$$

სადაც $H_{\text{კა}}$ -კაკვის აწევის სიმაღლე, (მ); $H_{\text{კფ}}$ -კაკვის დაშვების სიმაღლე; α - ამწის ისრის მობრუნების კუთხე, გრად; $n_{\text{ბრ}}$ - ისრის ბრუნვის რიცხვი წთ-ში; V_1 -კაკვის აწევის სიჩქარე (მ/წთ); V_2 -კაკვის დაშვების სიჩქარე (მ/წთ); V_3 - ტვირთის გადაადგილების სიჩქარე ისრის შვერის ცვლილებისას (მ/წთ); V_4 -ამწის გადაადგილების სიჩქარე (მ/წთ); K_{θ} -კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ამწის მუშა ოპერაციების შეთავსებას ($K_{\theta}=0.75$); S_1 - ტვირთის გადაადგილების მანძილი ისრის შვერის ცვლილების შედეგად, (მ); S_2 - ამწის გადაადგილების მანძილი, რომელიც ერთ ელემენტზე მოდის, (მ).

სამონტაჟო ამწის მუშა-გადაადგილების სქემის ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევა I კომპლექტის ელემენტების მონტაჟისას

საკითხი განვიხილოთ კონკრეტულ მაგალითზე, ერთსართულიანი სამრეწველო შენობის ანაკრები რკინაბეტონის კარკასის I კომპლექტის ელემენტების (სვეტები და ამწქვეშა კოჭები) მონტაჟის შემთხვევისათვის.

მივიღოთ შენობის შემდეგი კონსტრუქციული გადაწყვეტა: მალეების რაოდენობა და ზომა $3 \times 18 = 54$ მ; სვეტების ბიჯი - 12 მ; შენობის სიგრძე - 72 მ; სიმაღლე - 12,6 მ (ნახ. 2.3).

კონსტრუქციული ელემენტების სამონტაჟო პარამეტრების მიხედვით შერჩეულია მუხლუხა ამწე -40 (ცხრ. 2.62)

ცხრილი 2.62. კონსტრუქციული ელემენტების სამონტაჟო პარამეტრები

კონსტრუქციული ელემენტის დასახელება	მასა (ტ)	სამონტაჟო პარამეტრები			შერჩეული ამწე
		Q (ტ)	H (მ)	R (მ)	
განაპირა რიგის სვეტები	11,7	12,2	16,95	10,8	-40
შუა რიგის სვეტები	13,7	14,2	16,95	10,8	
ამწქვეშა კოჭები	10,7	11,2	15,5	9,0	

განვიხილოთ ამწის მუშა-გადაადგილების სქემის 2 ვარიანტი:

I - გადაადგილებები შენობის გრძივად, მალეების შუაში (ნახ. 2.3, ა.)

II - გადაადგილებები შენობის განივად, ზოლების შუაში (ნახ. 2.3, ბ.)

ვარიანტები შევადაროთ ერთმანეთთან კონსტრუქციების მონტაჟზე დახარჯული სუფთა სამანქანო დროის მიხედვით.

სამშენებლო კონსტრუქციების მონტაჟის ციკლის ხანგრძლივობის განსაზღვრა (ფორმულა 2.3).

ფორმულაში შემავალი T_b -ს მნიშვნელობები დამოკიდებულია შენობის ტიპსა და სამშენებლო კონსტრუქციების სახეობებზე.

რადგანაც ჩვენს მიერ შესადარებელ ვარიანტებში ცხადია, განიხილება ერთი და იგივე კონსტრუქციები (ამიტომ T_b იქნება ერთი და იგივე) და რადგანაც გვანტერესებს არა T_c -ის არა აბსოლუტური მნიშვნელობები, არამედ მათი ურთიერთფარდობა შემოთავაზებული ვარიანტებისათვის, ამიტომ მათ შორის ოპტიმალურის გამოსავლენად საკმარისი იქნება მხოლოდ სამანქანო დროის განხილვა, რომელიც ცხადია, სხვადასხვა იქნება ამწის მუშა გადაადგილების სხვადასხვა სქემის შემთხვევაში. სამანქანო დროის განსაზღვრა ხდება 2.3 ფორმულით (პ. 2.3).

შერჩეული სამონტაჟო ამწის -40-ის პარამეტრებია:

$$V_1 = V_2 = 5,25 \text{ მ/წთ}; n = 0,45 \text{ ბრ/წთ}; V_4 = 16,7 \text{ მ/წთ}$$

ორივე ვარიანტისათვის კონსტრუქციების მონტაჟის დროს ამწის ისრის მობრუნების კუთხე ტოლი იქნება: $r = \text{arc.tg} \frac{6}{9} = \text{arc.rg} 0,667 = 34^{\circ}$

ისრის შვერა (R): სვეტების მონტაჟის დროს: $R_1 = \sqrt{6^2 + 9^2} = 10,87$ მ;

ამწვევმა კოჭების მონტაჟის დროს: $R_2 = 9$ მ.

ერთი ელემენტის მონტაჟის სამანქანო დრო (T_a)

$$\text{სვეტისათვის } T_a = \frac{16,95}{5,25} + \frac{15,95}{5,25} + \left(\frac{2 \cdot 34}{360 \cdot 0,45} \right) \cdot 0,75 = 6,6 \text{ წთ.}$$

$$\text{ამწვევმა კოჭისათვის: } T_a = \frac{15,5}{5,25} + \frac{14,5}{5,25} + \left(\frac{2 \cdot 34}{360 \cdot 0,45} \right) \cdot 0,75 = 6,02 \text{ წთ.}$$

ერთი დგომის ადგილიდან შემდგომ ადგილზე გადაადგილების წინ ისრის შემობრუნება და თვით გადაადგილების მანძილები (და შესაბამისად, ხანგრძლივობები) იქნება შემდეგი:

I ვარიანტისათვის:

$$\text{ისრის შემობრუნება: } r = 90^{\circ} \text{ და } T = \left(\frac{2 \cdot 90}{360 \cdot 0,45} \right) \cdot 0,75 = 0,83 \text{ წთ.}$$

$$\text{ამწის გადაადგილება: } l = 12 \text{ მ და } T = \frac{12}{16,7} = 0,72 \text{ წთ.}$$

ამწის უკმი სვლა შემდეგი მალისაკენ გადასადგილებლად:

$$l = 36 \text{ მ და } T = \frac{36}{16,7} = 2,2 \text{ წთ}$$

II ვარიანტისათვის: ისრის შემობრუნება დგომის ერთი ადგილიდან შემდეგზე გადაადგილების წინ: $r = 0^{\circ}$ და $T = 0$;

ამწის გადაადგილება დგომის ერთი ადგილიდან შემდეგზე:

$$l = 18 \text{ მ და } T = \frac{18}{16,7} = 1,08 \text{ წთ.}$$

ისრის 2-ჯერ შემობრუნება შენობის ერთი განივი ზოლიდან II-ზე გადაადგილების წინ: $r = 90^{\circ}$ და $T = 2 \cdot 0,83 = 1,66$ წთ.

ამწის გადაადგილება შენობის ერთი განივი ზოლიდან მომდევნოზე (უკმი სვლა): $l = 30 \text{ მ და } T = \frac{30}{16,7} = 1,8 \text{ წთ.}$

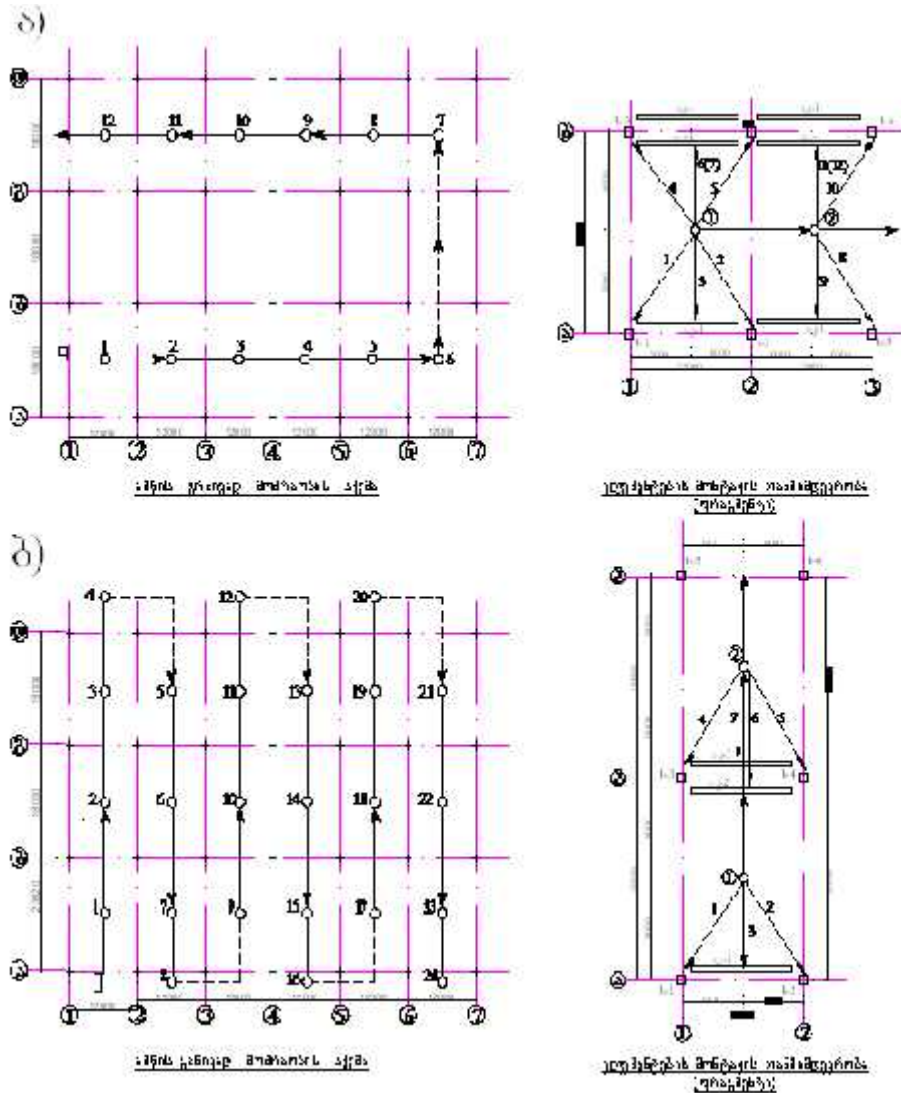
ზემოაღნიშნულის საფუძველზე კონსტრუქციების მონტაჟის ჯამური სამანქანო დრო ტოლი იქნება:

$$\text{I ვარიანტისათვის: } T_a = 28 \cdot 6,6 + 36 \cdot 6,02 + 10 \cdot 0,83 + 10 \cdot 0,72 + 2,2 = 419,0 \text{ წთ.} = 6 \text{ სთ } 59 \text{ წთ.}$$

$$\text{II ვარიანტისათვის: } T_a = 28 \cdot 6,6 + 36 \cdot 6,02 + 18 \cdot 1,08 + 5 \cdot 1,66 + 5 \cdot 1,8 = 438 \text{ წთ.} = 7 \text{ სთ } 18 \text{ წთ.}$$

დასკვნა: ცხადია, ოპტიმალურია I ვარიანტი (ამწის გრძივი გადაადგილებები),

რომელიც აღემატება II ვარიანტს $\frac{438 - 419}{438} \cdot 100 = 4,3\%$ -ით.



ნახ. 2.3. ამწის მოძრაობის სქემები: ა) ვარიანტი I; ბ) ვარიანტი II.

მესამე თავში განხილულია სამშენებლო კონსტრუქციების და შენობა-ნაგებობების ოპტიმალური ტექნოლოგიური გადაწყვეტის შემოთავაზებული ხერხები კერძოდ ერთსართულიანი სამრეწველო შენობის ანაკრები რკინაბეტონის კარკასის ოპტიმალური კონსტრუქციული გადაწყვეტა

განვიხილოთ კარკასი შემდეგი მონაცემები. შენობის ზომები გეგმაში 54X72მ; მალეების რაოდენობა 3X18 მ; შენობის სიმაღლე – 12,6 მ; ხიდური ამწის ტვირთამწეობა – 30ტ; საანგარიშო დატვირთვა გადახურვაზე – 550 კგ/მ².

ერთმანეთთან შევადართოთ კარკასის კონსტრუქციული გადაწყვეტის 3 ვარიანტი:

I – სვეტების ბიჯი შენობის განაპირა და შუა ღერძებზე – 6 მ, წამწეების ბიჯი – 6 მ; II – იგივე – 12 მ; III – სვეტების ბიჯი განაპირა ღერძებზე – 6მ, შუა ღერძებზე – 12 მ, წამწეების ბიჯი – 6 მ (ცხადია, წამწევეშა წამწეებით).

ვარიანტების ტექნოლოგიურობის მაჩვენებლები განვსაზღვრული გვაქვს ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვების შედგენის საფუძველზე.

ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები მოცემულია ცხრილში 3.5. საბაზო ვარიანტად მიჩნეულია ვარიანტი 1. ამიტომ მისი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების მნიშვნელობები მიღებულია 100%-ის ტოლად.

ცხრილი 3.5. ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები

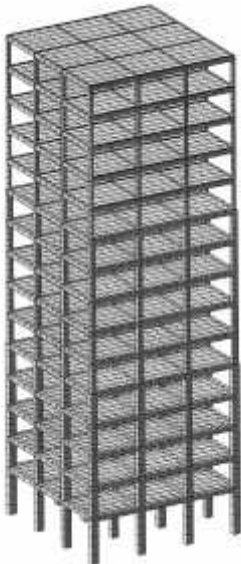
ვარი- ანტი	ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების მნიშვნელობები						% -ული თანაფარდობა						საშ. %	სხვაობა %-ში
	ელემ. რაოდ.	მასალა ტ. (მ ³)	შრომატ. (კაც.სთ)	მანქანა ემ. (მანქ.სთ)	ღირებულ. (ლარი)	მ.შ. ხელფ. (ლარი)	ელემ. რაოდ.	მასალა ტ. (მ ³)	შრომატ. (კაც.სთ)	მანქანა ემ. ტემ.	ღირებულ. (ლარი)	მ.შ. ხელფ. (ლარი)		
I	379	657,8	2681	342	352208	7507	100	100	100	100	100	100	100	-
II	193	648,1	1902	234	331581	5326	50,9	98,5	70,9	68,4	94,1	70,9	75,6	24,4
III	355	696,1	2512	323	368023	7034	93,7	105,8	93,7	94,4	104,5	93,7	97,6	2,4

დასკვნა - ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების ურთიერთშედარებით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ერთსართულიანი სამრეწველო შენობის რკინაბეტონის კარკასის შესადარებელი კონსტრუქციული გადაწყვეტებიდან ოპტიმალური აღმოჩნდა II ვარიანტი (განაპირა და შუა რივის სვეტების და წამწეების ბიჯით 12 მ). იგი I ვარიანტთან შედარებით ეკონომიურია 24,4%-ით და III ვარიანტთან შედარებით – 22,0%-ით.

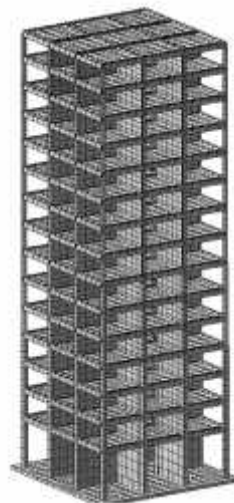
აღნიშნული ვარიანტის უპირატესობა ძირითადად განაპირობა მისმა გაცილებით დაბალმა მნიშვნელობამ ელემენტების საერთო რაოდენობის მხრივ, რაც კიდევ ერთხელ ადასტურებს კონსტრუქციული ელემენტების მინიმალური რაოდენობით მასალათა კონცენტრაციის მიზანშეწონილობას.

განხილული გვაქვს აგრეთვე მრავალსართულიანი შენობის მონოლითური რკინაბეტონის კარკასის ოპტიმალური ტექნოლოგიური გადაწყვეტა. რავალ-სართულიანი შენობის მონოლითური რკინაბეტონის კარკასის ოპტიმალური ტექნოლოგიური (და, აქედან გამომდინარე – ოპტიმალური კონსტრუქციული) გადაწყვეტის საკითხი განვსაზღვროთ კონკრეტულ მაგალითზე.

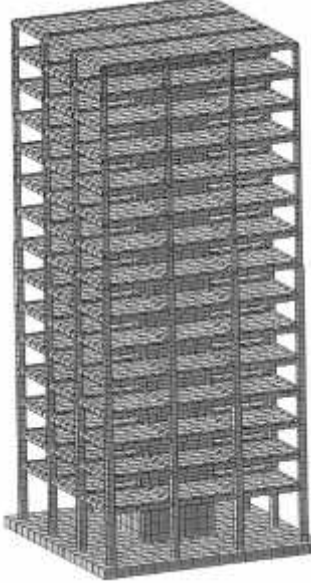
ვარიანტი I. სივრცითი ჩარჩოვანი კარკასი



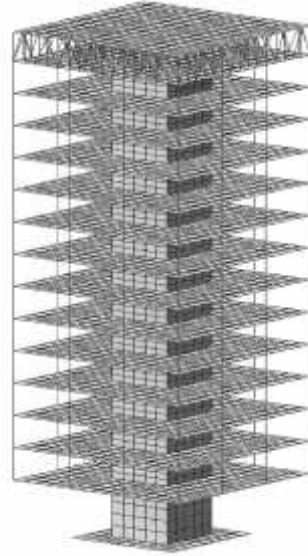
ვარიანტი II. სივრცითი კარკასი პერიფერიული სინისტის



**ვარიანტი III. სივრცითი კარკასი
სიხისტის ცენტრალური ბირთვით**



**ვარიანტი IV. სივრცითი კარკასი
სიხისტის ბირთვით და შეკიდული
გადახურვებით**



ნახ. 3.1. კონსტრუქციული გადაწყვეტის ვარიანტები

განვიხილოთ 15 სართულიანი, გეგმაში კვადრატული ფორმის შენობა: ზომები გეგმაში 18x18 მ; სვეტების ბიჯი ორივე მიმართულებით 6 მ; I სართულის სიმაღლე – 5 მ, სხვა სართულების – 3,3 მ. განვიხილოთ კარკასის სივრცითი კონსტრუქციული გადაწყვეტის ოთხი ვარიანტი (ნახ. 3.1):

- I – სივრცითი ჩარჩოვანი სისტემა (ე.წ. სუფთა კარკასი);
- II – სივრცითი კარკასი სიხისტის პერიფერიული დიაფრაგმებით;
- III – სივრცითი კარკასი სიხისტის ბირთვით;
- IV – სივრცითი კარკასი სიხისტის ბირთვით და შეკიდული გადახურვებით.

ვარიანტების ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმები განსაზღვრულია შესაბამისი ნორმატიული ლიტერატურის საფუძველზე.

ცხრილი 3.17. ვარიანტების ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმების ანალიზი

ვარიანტი	შენობის კონსტრუქციული გადაწყვეტა	ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმები					%					საშ. %	სხვაობა %-ში
		მასალატკვადობა		შრომატკვად (კაც. ცვლა)	ხელფასი (ლარი)	სახარჯთაღ. ღირებ. (ლარი)	ბეტ.	არმატ.	შრომატ.	ხელფ.	სახარჯთ. ღირ.		
		ბეტ. (მ ³)	რმატ (ტ)										
I	ჩარჩოვანი კარკასით	886	201,4	2070	40581	391235	100	100	100	100	100	100	–
II	სიხისტის პერიფერიული დიაფრაგმებით	764,2	121,7	1505	29501	275256	86	60	73	73	70	72,0	-28
III	სიხისტის ბირთვით	872,8	146,5	1822	35700	324559	99	73	88	88	83	86,0	-14
IV	ბირთვით და შეკიდული გადახურვებით	860	160,5	1815	35610	337835	97	80	89	88	86	88	-12

I ვარიანტი მიხნეულია საბაზოდ (ანუ მისი შესაბამისი ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმების მნიშვნელობები მიღებულია 100%-ის ტოლად) და მასთან შედარებულია ყველა სხვა ვარიანტი.

დასკვნა - შენობის კარკასის განხილული კონსტრუქციული გადაწყვეტებიდან ტექნოლოგიურობის თვალსაზრისით უხელსაყრელესია II ვარიანტი, ანუ სისტემა

სიხისტის პერიფერიული დიაგრამებით, რადგანაც მისი ტექნოლოგიურობის კრიტერიუმების საშუალო მაჩვენებელი ყველაზე დაბალია. იგი 28%-ით ნაკლებია I ვარიანტთან შედარებით, 14%-ით – III ვარიანტთან შედარებით და 16%-ით IV ვარიანტთან შედარებით.

მეოთხე თავში განხილული გვაქვს შენობა-ნაგებობების შემომფარგლავი კედლების აგების ტექნოლოგიის ანალიზი. ჩატარებული გვაქვს 3 საკითხის ანალიზი: 1. მრავალშრიანი, მრავალფუნქციური შემომფარგლავი კედლები, 2 მრავალშრიანი შემომფარგლავი კედლების დაბეტონება ახალი ტიპის საყალიბე ფარებით, 3. შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტების ანალიზი

1. მრავალშრიანი, მრავალფუნქციური შემომფარგლავი კედლები (პატენტი გამოგონებაზე 5990)

შემოთავაზებული მრავალშრიანი მრავალფუნქციური შემომფარგლავი კონსტრუქცია (4.1) ანხორციელებს მზიდი და საიზოლაციო ელემენტის ფუნქციებს, შედგება ერთი ან რამდენიმე მზიდი და ჰიდრო- და/ან თბოსაიზოლაციო შრისაგან, ამასთან მზიდ (ჩვეულებრივ-შივა) შრეს განივკვეთში გააჩნია ზიგზაგისებრი, ტეხილი ან კლაკლინისებრი სახის მოხაზულობა, ან პარალელურად განთავსებული ღარების კვეთების სახე, რაც იძლევა მზიდ შრესა და შემომფარგლავი ელემენტის შემომსაზღვრელ სიბრტყეებს შორის ჩადრმაგვების სახით წარმოქმნილი სივრცეების სავენტილაციო ან გამდინარე არხებად გამოყენების და/ან მათი თბო- და/ან ჰიდროსაიზოლაციო მასალით შევსების საშუალებას.

შემოთავაზებული მრავალშრიანი მრავალფუნქციური შემომფარგლავი კონსტრუქციის აღწერილი პრინციპული კონსტრუქციული თავისებურება იძლევა ამდღებულ თბო- და/ან ჰიდროსაიზოლაციო მახასიათებლებიანი შემდეგი ეფექტური შემსუბუქებული კონსტრუქციული ელემენტების დამზადების საშუალებას:

- საკედლე ელემენტები;
- სართულშუა გადახურვები;
- შეთავსებული სახურავის ელემენტები.

შემოთავაზებული კონსტრუქციის ცალკეული ელემენტების გამოყენება იძლევა აგრეთვე არსებული შენობებისა და ნაგებობების დათბუნების განხორციელების საშუალებას.

ცნობილია მრავალშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქციები მზიდი და საიზოლაციო შრეებით. ამ კონსტრუქციებში მზიდი შრე განივკვეთში წარმოადგენს მთლიან ზოლს შემომსაზღვრელი ხაზებით, რომლებიც მიმართულია კონსტრუქციის კვეთის გარე და შივა შემომსაზღვრელი სიბრტყეების პარალელურად.

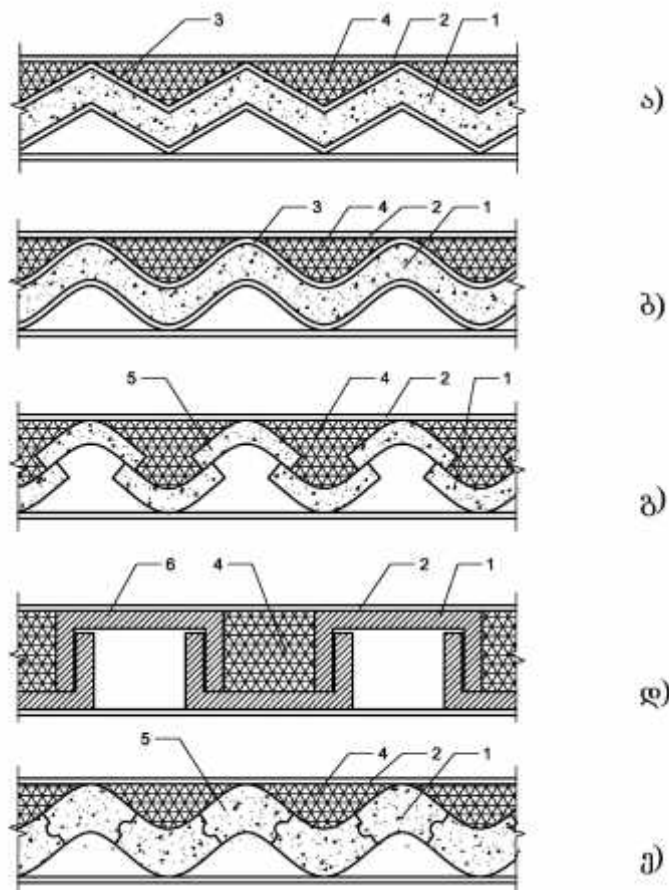
მზიდი შრის ასეთი კონფიგურაცია მთლიანი ზოლის ნაცვლად, უზრუნველყოფს რა კვეთის მართობ სიბრტყეში (კედლის ვერტიკალური სიბრტყე) ამდღებულ სიხისტეს, საშუალებას იძლევა:

- 1) მზიდი შრის მასალის ეკონომიის, ამასთან ამცირებს კონსტრუქციის წონას, რაც მნიშვნელოვანია სეისმურ ზონებში მშენებლობისას. მზიდ შრესა და ელემენტის შემომსაზღვრელ გარე სიბრტყეებს შორის სივრცის ამოვსება ჰიდროსაიზოლაციო- და/ან თბოსაიზოლაციო მასალით, ან სივრცის გამოყენება სავენტილაციო ან გამდინარე არხების სახით იძლევა ამდღებულ თბო- და/ან თბოსაიზოლაციო თვისებების მქონე კონსტრუქციას;
- 2) იძლევა შემომფარგლავი კონსტრუქციის დამზადების საშუალებას სხვადასხვა ტიპის მოუხსნადი ყალიბებისაგან, მაგალითად, ფირმა KNAUF-ის ინდუსტრიულად დამზადებული ელემენტებისაგან;

- 3) იძლევა შემოთავაზებული კონსტრუქციის ინდუსტრიული მეთოდებით დამზადების, კედლების მზიდი შრის როგორც მონოლითური ბეტონისაგან/რკინაბეტონისაგან, ასევე ინდუსტრიულად დამზადებული ცალობრივი მასალისაგან, მაგალითად, აგურისა ან ღარებისაგან, აგების საშუალებას;
- 4) იძლევა ნაგებობების აგების საშუალებას მინიმალური მექანიზაციით და არ მოითხოვს მაღალი კვალიფიკაციის მუშა-ძალის გამოყენებას;
- 5) კონსტრუქციის ყველა ელემენტი ადვილად ტრანსპორტირებადია, არ მოითხოვს მძლავრ ტვირთამწვევ საშუალებებს დატვირთვა-განტვირთვის სამუშაოებისათვის. ეს იძლევა სამშენებლო ბაზებიდან დაშორებულ რეგიონებში სამშენებლო სამუშაოების წარმოების, განსაკუთრებით – მცირესართულიანი ობიექტების აგებისას, მცირედ დასახლებული ტერიტორიების ათვისების და ექსტრემალურ სიტუაციებში მოსახლეობის საცხოვრებლით სასწრაფოდ უზრუნველყოფის აუცილებლობისას.

ნახაზების განმარტებები

1. კედლის მზიდი შრე (ბეტონი/რკინაბეტონი);
2. კედლის მოუხსნადი ყალიბი;
3. კედლის მზიდი შრის მოუხსნადი ყალიბი;
4. თბო/ჰიდროიზოლაცია;
5. კლაკნილისებრი ანაკრები ღარები;
6. პარალელურად განთავსებული ღარები;

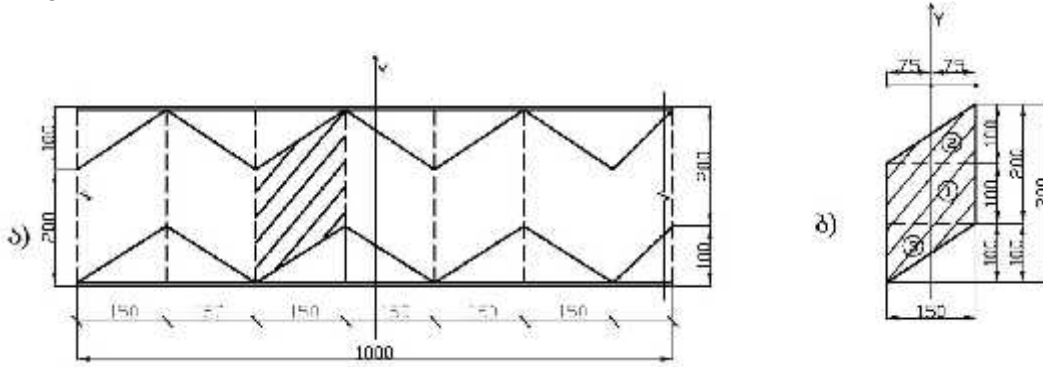


ნახ. 4.1. შემოთავაზებული კონსტრუქციის მზიდი შრის განივკვეთის მოხაზულობები გეგმაში: ა) ტეხილი; ბ) კლაკნილისებრი; გ) კლაკნილისებრი ღარების კვეთების; დ) პარალელურად განთავსებული ღარების კვეთების; ე) კლაკნილისებრი ანაკრები ღარების კვეთების.

შემოთავაზებული მზიდი და შემომფარგლავი, გეგმაში ტეხილი ფორმის კედლების შედარება ტრადიციული, ზოლოვანი ფორმის კედლებთან, სიხისტის თვალსაზრისით

ცნობილია, რომ სიხისტე წარმოადგენს EJ ნამრავლს. რადგან შედარებისას უნდა განვიხილოთ ორივე ვარიანტში ერთი და იგივე მასალა (მაგ.: მძიმე ბეტონი), ამიტომ აღნიშნული შედარება უნდა განვასორციელოთ მხოლოდ კვეთის ინერციის მომენტების მიხედვით.

შედარების მიზნით, დაეუშვათ კედლის მზიდი შრის სისქვა 20 სმ, ხოლო კედლის საერთო სისქე – 30 სმ (ნახ. 4.2). გაანგარიშება შევასრულოთ კედლის 1 გრძ. მეტრისათვის.



ნახ. 4.2. გეგმაში ტეხილი ფორმის კედლის სქემა

ა) კედლის გეგმა; ბ) კედლის ერთი უჯრედის სქემა გაანგარიშებისათვის

საანგარიშო უჯრედი შედგენილია 3 ფიგურისაგან: ერთი მართკუთხედისა (1) და 2 სამკუთხედისაგან (2 და 3).

მათი ინერციის მომენტები ტოლია [10]:

მართკუთხედისთვის $J = \frac{bh^3}{12}$ და სამკუთხედისთვის $\frac{bh^3}{36}$.

საბოლოოდ გვექნება:

$$J_1 = \frac{15 \cdot 10^3}{12} = 1250 \text{ სმ}^4; \quad J_2 = J_3 = \frac{15 \cdot 10^3}{36} = 416,7 \text{ სმ}^4.$$

ჯამური $J = 1250 + 416,7 \cdot 2 + \left[\frac{15 \cdot 10}{2} \cdot (5 + 3,3)^2 \right] \cdot 2 = 12\,417 \text{ სმ}^4$,

ხოლო ერთი გრძივი მეტრი კედლისთვის ტოლი იქნება:

$$J = 12\,417 \cdot \frac{100}{15} = 82780 \text{ სმ}^4.$$

ვიანგარიშოთ ანალოგიური ინერციის მომენტის ტრადიციული, გეგმაში ლენტური ფორმის კედლის სისქე.

რადგან $J = \frac{bh^3}{12}$, გვექნება: $h = \sqrt[3]{\frac{12J}{b}} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot 82780}{100}} = 21,47 \text{ სმ} \geq 20 \text{ სმ}$, რაც

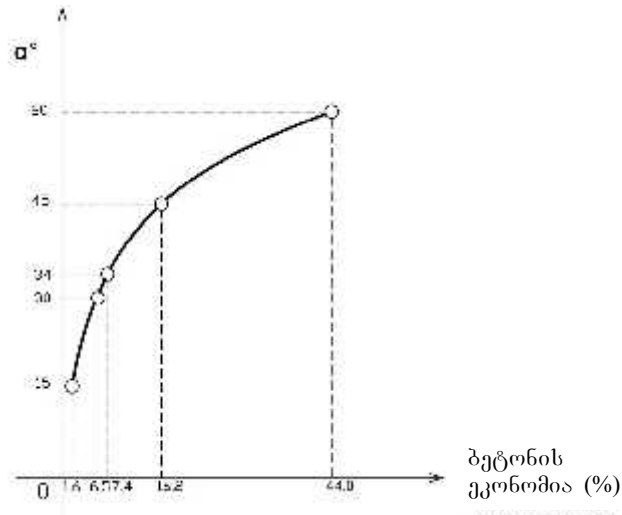
პროცენტულად შეადგენს $\frac{21,47}{20} \cdot 100 = 107,4\%$.

დასკვნა: შემოთავაზებული, გეგმაში ტეხილი ფორმის კედელი ტრადიციულთან, გეგმაში ლენტური ფორმის კედელთან შედარებით, იძლევა მასალის ეკონომიას 7,4%-ის ოდენობით. განხილულ შემთხვევაში შეესაბამება ტეხილი ყალიბის დახრის კუთხე $\alpha = 34^\circ$ და დახრილი ყალიბის წვეროებს შორის მანძილი 30 სმ. ცხადია, ყალიბის დახრის სხვა კუთხის და ყალიბის წვეროებს შორის სხვა მანძილის შემთხვევაში, შესაბამისად, შეიცვლება ბეტონის ეკონომიის %-ული მაჩვენებელი.

მე-4.1 ცხრილში მოცემულია ანალოგიურად გაანგარიშებული ყალიბების სხვადასხვა კუთხით დახრისას მასალის ხარჯის მიღებული ეკონომიის შედეგები (დახრილი ყალიბის წვეროებს შორის მანძილი ყველა ვარიანტში მიღებულია 30 სმ), და 58-ე ნახაზზე აღნიშნული დამოკიდებულების გრაფიკი.

ცხრილი 4.1. მასალის ეკონომია ყალიბის სხვადასხვა დახრის კუთხისათვის

ყალიბის დახრის კუთხე, გრად.	მასალის ეკონომია (%-ით, გეგმაში ზოლოვან კედელთან შედარებით)
15	1,6
30	6,5
34	7,4
45	16,2
60	44,0



ნახ. 4.3. გარფიკი $\alpha^\circ \rightarrow \%$

შენიშვნა: 1. დახრილი ყალიბის წვეროებს შორის უფრო დიდი მანძილის შემთხვევაში, ცხადია, ბეტონის ეკონომია ასეთი მნიშვნელოვანი არ იქნება.
 2. აღწერილ გაანგარიშებაში კედლის დახრის კუთხის ზრდასთან ერთად იზრდება კედლის საერთო სისქეც. კედლის სისქის დაფიქსირებული მნიშვნელობის შემთხვევაში, ცხადია, ბეტონის ეკონომია ასეთი მნიშვნელოვანი არ იქნება

2. მრავალშრიანი შემომფარგლავი კედლების დაბეტონება ახალი ტიპის საყალიბე ფარებით (პატენტი გამოგონებაზე 6074)

თანამედროვე პირობებში შენობა-ნაგებობების მრავალშრიან ენერგოდამზოგ შემომფარგლავ კონსტრუქციებში თბოსაიზოლაციო შრე სრულდება ისეთი ეფექტური თბოსაიზოლაციო მასალებისაგან, როგორცაა: ქაფპოლისტიროლის ფილები, მინერალური ბამბა, უჯრედოვანი ან გაზბეტონის ბლოკები და სხვ.

საქართველოს პირობებში, ზემოაღნიშნული თბოსაიზოლაციო მასალების სიძვირის გამო, არის შესაძლებლობა მრავალშრიან შემომფარგლავ კონსტრუქციებში თბოსაიზოლაციო შრე შესრულდეს ადგილობრივ მსუბუქშემავსებლებიანი (ტუფი, პემზა, წიდა და სხვ.) ბეტონებით, ხოლო მზიდი (კონსტრუქციული) შრე, ცხადია, მძიმე ბეტონით.

განსხვავებით ზემოაღნიშნული ეფექტური თბოსაიზოლაციო მასალებისაგან (რომლებიც ასრულებენ მხოლოდ თბოიზოლირების ფუნქციას), ადგილობრივ მსუბუქშემავსებლებიან ბეტონებს, კუმშვაზე მათი საკმაოდ მაღალი საანგარიშო წინაღობის გამო, შეუძლიათ მუშაობა კედელზე მოსულ კონსტრუქციულ დატვირთვებზეც, რაც მოგვცემს მზიდი (კონსტრუქციული) შრის სისქის შემცირების და, აქედან გამომდინარე, მძიმე ბეტონის ეკონომიის საშუალებას.

ამ მიზნით საჭიროა კედლის შემადგენელი შრეების ერთობლივი მუშაობის უზრუნველყოფა (რის საშუალებასაც იძლევა მძიმე და მსუბუქი ბეტონების ერთმანეთისაგან არცთუ დიდად განსხვავებული ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები).

აღნიშნული ამოცანის შესასრულებლად საჭიროა მზიდ და თბოსაიზოლაციო შრეებს შორის სათანადო ადგეზიის უზრუნველყოფა, ანუ, გარდა ამ შრეების ურთიერთდაკავშირებისა

განივი არმატურებით, საჭიროა მათი ურთიერთშეხების ზედაპირის ფართობის გაზრდა (ანუ მათი ურთიერთმიერთება არა ბრტყელი, არამედ რაიმე სახის რთულპროფილური ზედაპირით).

თანამედროვე პირობებში მონოლითურ მშენებლობაში გამოყენებული ყალიბები იძლევიან შრეების ურთიერთმიერთების საშუალებას მხოლოდ ბრტყელი ზედაპირებით.

არსებობს რამდენიმე მცდელობა შრეების არაბრტყელი ზედაპირებით ურთიერთმიერთებისა, მაგრამ ასეთი ყალიბების გამოყენების ტექნოლოგია არის მრავალსაქმიანი და, აქედან გამომდინარე, შრომატევადი და ძვირი.

დასმული ამოცანის გადასაჭრელად ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ახალი ტიპის საყალიბე ფარი, რომელიც იძლევა არა მხოლოდ შრეების რთულპროფილურზედაპირებით ურთიერთმიერთების, არამედ მათ შორის გარდამავალი ფენის წარმოქმნის საშუალებას (მძიმე და მსუბუქი ბეტონების გასაშუალებელი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით), რაც უზრუნველყოფს მრავალშრიანი კედლის, როგორც მთლიანი ტანის, მუშაობას. დამუშავებულია შემოთავაზებული საყალიბე ფარის გამოყენების ტექნოლოგიაც.

გამოგონების ტექნიკური შედეგია საყალიბე ფარის გამოყენებით მრავალშრიანი კედლის შრეებს შორის ადგეზიის გაუმჯობესება.

ტექნიკური შედეგი მიიღწევა იმით, რომ საყალიბე ფარი ბეტონის სამუშაოებისათვის შეიცავს დაფას, რომელშიც შესრულებულია ნახვრეტები მათში სამაგრი ელემენტების და არმატურის ღეროების გასატარებლად. დაფის ერთ-ერთ მხარეზე მიმაგრებულია ფორმაწარმოქმნელი რთულპროფილურზედაპირიანი ფურცელი, რომელშიც შესრულებულია ნახვრეტები დაფაზე შესრულებული ნახვრეტების შესაბამისად. საყალიბე ფარს ორივე ზედაპირი აქვს მუშა. მისი გამოყენებით შეიძლება როგორც ბრტყელი, ისე რთულპროფილიანი ზედაპირის მქონე ნაკეთობის მიღება.

მრავალშრიანი კედლის დამზადების შემთხვევაში შრეებს შორის ადგეზიის ამაღლება მიიღწევა იმით, რომ იზრდება შრეებს შორის შეხების ფართობი.

ახალი ტიპის საყალიბე ფარის აღწერა თანამედროვე პირობებში შენობა-ნაგებობების მრავალშრიან ენერგოდამზოგ შემომფარგლავ კონსტრუქციებში თბოსაიზოლაციო შრე სრულდება ისეთი ეფექტური თბოსაიზოლაციო მასალებისაგან, როგორცაა: ქაფპოლი-სტიროლის ფილები, მინერალური ბამბა, უჯრედოვანი ან გაზბეტონის ბლოკები და სხვ.

საქართველოს პირობებში, ზემოაღნიშნული თბოსაიზოლაციო მასალების სიძვირის გამო, არის შესაძლებლობა მრავალშრიან შემომფარგლავ კონსტრუქციებში თბოსაიზოლაციო შრე შესრულდეს ადგილობრივ მსუბუქმემავსებლებიანი (ტუფი, პემზა, წიდა და სხვ.) ბეტონებით, ხოლო მზიდი (კონსტრუქციული) შრე, ცხადია, მძიმე ბეტონით.

განსხვავებით ზემოაღნიშნული ეფექტური თბოსაიზოლაციო მასალებისაგან (რომლებიც ასრულებენ მხოლოდ თბოიზოლირების ფუნქციას), ადგილობრივ მსუბუქმემავსებლებიან ბეტონებს, კუმშვაზე მათი საკმაოდ მაღალი საანგარიშო წინაღობის გამო, შეუძლიათ მუშაობა კედელზე მოსულ კონსტრუქციულ დატვირთვებზეც, რაც მოგვცემს მზიდი (კონსტრუქციული) შრის სისქის შემცირების და, აქედან გამომდინარე, მძიმე ბეტონის ეკონომიის საშუალებას.

ამ მიზნით საჭიროა კედლის შემადგენელი შრეების ერთობლივი მუშაობის უზრუნველყოფა (რის საშუალებასაც იძლევა მძიმე და მსუბუქი ბეტონების ერთმანეთისაგან არცთუ დიდად განსხვავებული ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები).

აღნიშნული ამოცანის შესასრულებლად საჭიროა მზიდ და თბოსაიზოლაციო შრეებს შორის სათანადო ადგეზიის უზრუნველყოფა, ანუ, გარდა ამ შრეების ურთიერთდაკავშირებისა განივი არმატურებით, საჭიროა მათი ურთიერთშეხების ზედაპირის ფართობის გაზრდა (ანუ მათი ურთიერთმიერთება არა ბრტყელი, არამედ რაიმე სახის რთულპროფილური ზედაპირით).

თანამედროვე პირობებში მონოლითურ მშენებლობაში გამოყენებული ყალიბები იძლევიან შრეების ურთიერთმიერთების საშუალებას მხოლოდ ბრტყელი ზედაპირებით.

არსებობს რამდენიმე მცდელობა შრეების არაბრტყელი ზედაპირებით ურთიერთმიერთებისა, მაგრამ ასეთი ყალიბების გამოყენების ტექნოლოგია არის მრავალსაქმიანი და, აქედან გამომდინარე, შრომატევადი და ძვირი.

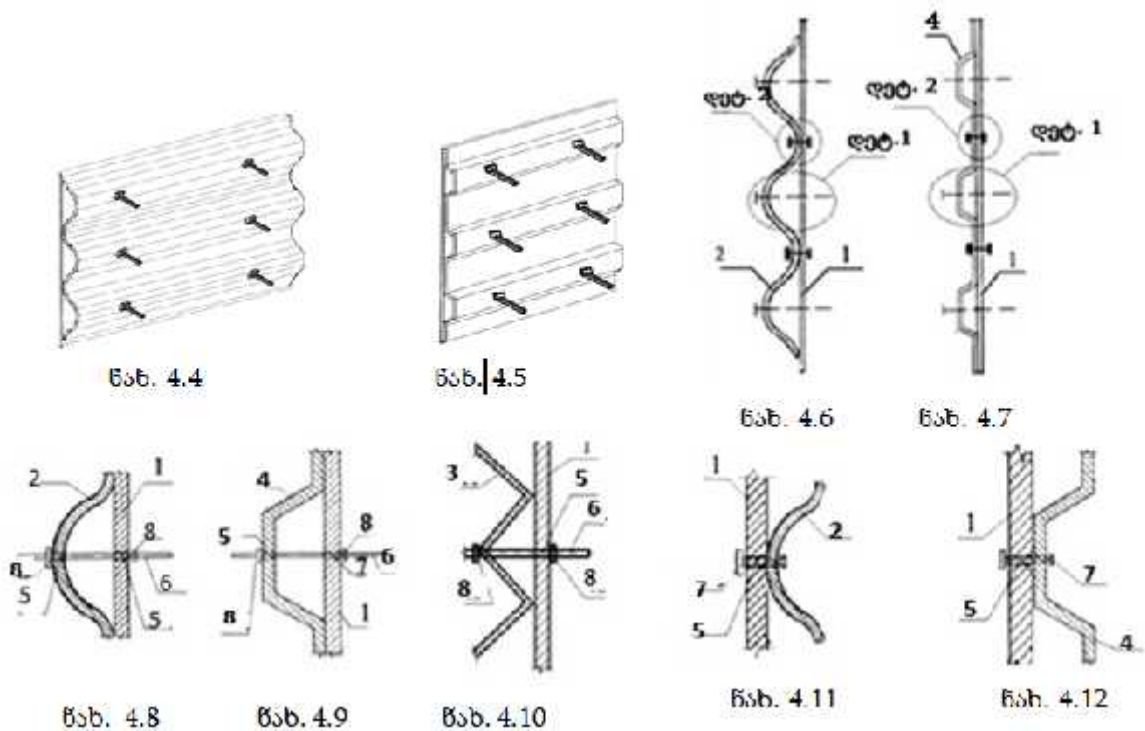
დასმული ამოცანის გადასაჭრელად ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ახალი ტიპის საყალიბე ფარი, რომელიც იძლევა არა მხოლოდ შრეების რთულპროფილურზედაპირებით ურთიერთმიერთების, არამედ მათ შორის გარდამავალი ფენის წარმოქმნის საშუალებას (მძიმე და მსუბუქი ბეტონების გასაშუალებელი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით), რაც უზრუნველყოფს მრავალშრიანი კედლის, როგორც მთლიანი ტანის, მუშაობას. დამუშავებულია შემოთავაზებული საყალიბე ფარის გამოყენების ტექნოლოგიაც.

გამოგონების ტექნიკური შედეგია საყალიბე ფარის გამოყენებით მრავალშრიანი კედლის შრეებს შორის ადგეზიის გაუმჯობესება.

ტექნიკური შედეგი მიიღწევა იმით, რომ საყალიბე ფარი ბეტონის სამუშაოებისათვის შეიცავს დაფას, რომელშიც შესრულებულია ნახვრეტები მათში სამაგრი ელემენტების და არმატურის ღეროების გასატარებლად. დაფის ერთ-ერთ მხარეზე მიმაგრებულია ფორმაწარმოქმნელი რთულპროფილურზედაპირიანი ფურცელი, რომელშიც შესრულებულია ნახვრეტები დაფაზე შესრულებული ნახვრეტების შესაბამისად. საყალიბე ფარს ორივე ზედაპირი აქვს მუშა. მისი გამოყენებით შეიძლება როგორც ბრტყელი, ისე რთულპროფილიანი ზედაპირის მქონე ნაკეთობის მიღება.

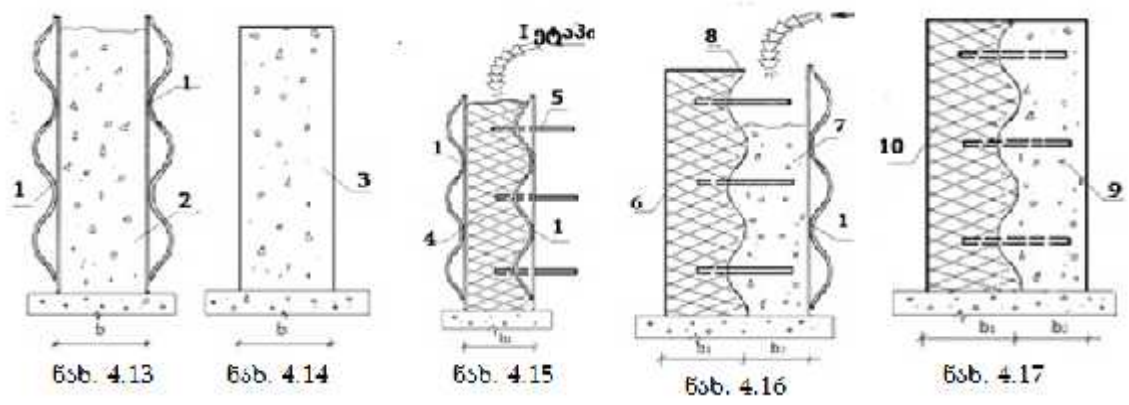
მრავალშრიანი კედლის დამზადების შემთხვევაში შრეებს შორის ადგეზიის ამაღლება მიიღწევა იმით, რომ იზრდება შრეებს შორის შეხების ფართობი.

საყალიბე ფარი წარმოდგენილია 9 ნახაზით.



- ნახ. 4.4 – საყალიბე ფარი ტალღოვანი პროფილური ელემენტით, საერთო ხედი; ნახ. 4.5 – იგივე, გოფირებული პროფილური ელემენტით;
- ნახ. 4.6 – ტალღოვანი პროფილურელემენტისანი საყალიბე ფარის ვერტიკალური ჭრილი;
- ნახ. 4.7 – გოფირებული პროფილურელემენტისანი საყალიბე ფარის ვერტიკალური ჭრილი;
- ნახ. 4.8 – დეტალი 1: განივი არმატურის ღეროს გატარება საყალიბე ფარის ბრტყელი და ტალღოვანი პროფილის ელემენტში მოწყობილ ნახვრეტებში და მისი დაფიქსირება;
- ნახ. 4.9 – იგივე, გოფირებული პროფილის ელემენტის შემთხვევაში;
- ნახ. 4.10 – იგივე, ტეხილი პროფილის ელემენტის შემთხვევაში;
- ნახ.4.11 – დეტალი2: საყალიბე ფარის ბრტყელი და ტალღოვანი პროფილის ელემენტების ურთიერთმიმაგრება;
- ნახ. 4.12 – იგივე, გოფირებული პროფილის შემთხვევაში.

იგი შედგება ბრტყელი დაფისაგან – 1 და რთულპროფილური დარობებიანი (ტალღოვანი, ტეხილი, გოფირებული და სხვ.) ელემენტისაგან – 2, 3, 4. ბრტყელი დაფა –1 შეიძლება დამზადებული იყოს ხის, ფოლადის, დიქტის ან სხვა მასალისაგან, ხოლო რთულპროფილური ელემენტი – ფოლადის, პლასტიკატის ან სხვა მასალისაგან. ბრტყელი დაფა წარმოადგენს საყალიბე ფარის ავერსის მხარეს, ხოლო რთულპროფილური ელემენტი – რევერსის მხარეს. საყალიბე ფარის ორივე ელემენტს: ბრტყელსაც და რთულპროფილურსაც, გააჩნიათ გამჭოლი ნახვრეტები – 5 მათში დასაბეტონებელი მრავალშრიანი კედლის შრეების ურთიერთდამაკავშირებელი ჰორიზონტალური განივი არმატურის ღეროების – 6 გასატარებლად. რთულპროფილური ელემენტის მიმაგრება ბრტყელ ელემენტზე ხდება სამაგრი ელემენტით – 7 წინასწარ ან უშუალოდ კედლის დაბეტონების წინ, საჭირო მოხაზულობის რთულპროფილური ელემენტის შერჩევის შემდეგ. განივი არმატურის ღეროები –6, საყალიბე ფარში მათი დაფიქსირების მიზნით, აღჭურვილია მომჭერებით –8.



ნახაზებზე 4.13...4.17 მოცემულია შემოთავაზებული საყალიბე ფარებით ერთშრიანი და მრავალშრიანი (ორშრიანი) შემომფარგლავი კედლების დაბეტონების მაგალითები: ნახ. 4.13 – ერთშრიანი კედლის დაბეტონება; ნახ. 4.14 – დაბეტონებული ერთშრიანი კედელი; ნახ. 4.15 – ორშრიანი კედლის I შრის დაბეტონება (I ეტაპი); ნახ. 4.16 – II შრის დაბეტონება (II ეტაპი); ნახ. 4.17 – დაბეტონებული 2-შრიანი კედელი: 1-საყალიბე ფარი; 2- ჩალაგებული ბეტონის ნარევი; 3-ერთშრიანი კედელი განყალიბების შემდეგ; 4-ახალჩალაგებული მსუბუქი ბეტონის ნარევი; 5-შრეების ურთიერთდამაკავშირებელი განივი არმატურა; 6-დაბეტონებული I შრე; 7-მეორე (მზიდი) შრის დაბეტონება; 8- I შრეში წარმოქმნილი კილოები; 9-განყალიბებული 2-შრიანი კედლის მზიდი შრე; 10- იგივე, თბოსაიზოლაციო შრე.

შემოთავაზებული საყალიბე ფარის ნატურული ექსპერიმენტის აღწერა

ფოტოზე 1 ნაჩვენებია საყალიბე ფარების დამზადების ბოლო სტადია, კერძოდ: მისი აღჭურვა მზიდი (შემკრავი) რიგელებით.



ფოტო 1



ფოტო 2

ექსპერიმენტი ჩატარდა მახათას მთაზე ივერიის ღვთისმშობლის ხატის სახელობის მშენებარე ტაძრის ტერიტორიაზე (ფოტო 2). საყალიბე ფარები განთავსდა ნატურული ექსპერიმენტის ჩატარების ადგილზე.

ექსპერიმენტის ჩატარების ადგილზე მოხდა ექსპერიმენტული საყალიბე ფარებისაგან სივრცითი ყალიბების კონსტრუქციის აწყობა როგორც ბრტყელზედაპირიანი, ასევე რთულპროფილურზედაპირიანი შრეების დასაბეტონებლად, საყალიბე ფარების ავერსისა და რევერსის მხარეების მონაცვლეობით (ფოტოები 3, 4).



ფოტო 3



ფოტო 4



ფოტო 5



ფოტო 6

მომდევნო ფოტოებზე ასახულია: ხედი გარედან (ფოტო 5); შრეების ურთიერთმიმხრობის კვანძი მსხვილი პლანით (ფოტო 6);

დასკვნა: ნატურული ექსპერიმენტის მსვლელობისას შესრულდა შემდეგი სამუშაოები:

- შემოთავაზებული საყალიბე ფარებისაგან ყალიბების სივრცითი კონსტრუქციების აწყობა როგორც ბრტყელზედაპირიანი, ასევე რთულპროფილურზედაპირიანი შრეების დასაბეტონებლად, საყალიბე ფარების ავერსისა და რევერსის მხარეების მონაცვლეობით;
- შესაბამისად, დაბეტონებულ იქნა როგორც ერთშირიანი, ასევე მრავალშირიანი (ორშირიანი) შემომდგრავი კედლები, შრეების როგორც ბრტყელი, ასევე რთულპროფილურზედაპირიანი ურთიერთმიერთებით. ამასთან, რთულპროფილური ზედაპირები მოეწყო როგორც ჰორიზონტალურად, ასევე ვერტიკალურად განთავსებული ღარობებით;

ნატურულმა ექსპერიმენტმა დაადასტურა შემოთავაზებული საყალიბე ფარის შესაძლებლობები და მათი გამოყენების ტექნოლოგია.

საქართველოში გამოყენებული უცხოური წარმოების ყალიბების 1 მ²-ის ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშება.

დღეს ჩვენს ქვეყანაში მონოლითურ მშენებლობაში ძირითადად გამოიყენება უცხოური წარმოების (ფირმები: PASHAL, PERI, და სხვ.) ყალიბები. ყველა ისინი შედგებიან ყალიბის ბრტყელი ელემენტისა და მისი სიხისტის უზრუნველყოფი კარკასისაგან. ბრტყელი ელემენტი ძირითადად წარმოადგენს სხვადასხვა სისქის მრავალშირიან ლამინირებულ ფირფიცარს, შრეების სხვადასხვა რაოდენობით. ხოლო კარკასი ძირითადად შესრულებულია ფოლადის ან ხის რიგელებისა და პროფილებისაგან. აღნიშნული

კონსტრუქციული გადაწყვეტითაა დამზადებული როგორც რიგითი საკედლე, ასევე კუთხის, სვეტის, გადახურვის და სხვა ყალიბები.

საკედლე რიგითი ყალიბების უფრო ხშირად გამოყენებული ზომაა 2.4x3.3 (h) მ.

ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშებისას დადგინდა შემდეგი:

1. 1მ² ფართის ყალიბის დამზადებაზე დახარჯული მასალების ღირებულების მხრივ გამოვლინდა დღეს გამოყენებული უცხოური წარმოების ყალიბების უპირატესობა შემოთავაზებულ საყალიბე ფარებთან მიმართებაში 27,9%-ით.

2. ყალიბების წლიური მოთხოვნის გაანგარიშებამ კი (მათი ბრუნვადობის მხედველობაში მიღებით) გამოავლინა შემოთავაზებული საყალიბე ფარების 3 – ჯერადი უპირატესობა.

დასკვნები:

1. შენობა-ნაგებობათა მრავალშრიანი ენერგოდამზოგი შემომფარგლავი კედლების დასაბეტონებლად შემოთავაზებულია ახალი ტიპის საყალიბე ფარები, რომელთა სიახლე დადასტურებულია პატენტით.
2. შემოთავაზებული საყალიბე ფარებით შესაძლებელია, როგორც ერთშრიანი, ასევე მრავალშრიანი შემომფარგლავი კედლების დაბეტონება როგორც მონოლითური, ასევე ანაკრეტული კონსტრუქციებისათვის, შრეების ურთიერთმიერთებით როგორც ბრტყელი, ასევე რთულპროფილური ზედაპირებით.
3. გაუმჯობესებულია შრეებს შორის ურთიერთშეჭიდულობის ხარისხი (ადგეზია), რაც უზრუნველყოფს შრეების ერთობლივ მუშაობას.
4. ჩატარებულია შემოთავაზებული საყალიბე ფარების კონსტრუქციული გაანგარიშება.
5. შემოთავაზებულია შენობა-ნაგებობათა მრავალშრიანი ენერგოდამზოგი შემომფარგლავი კედლების დაბეტონების ახალი ტექნოლოგია.

შესრულებულია შემომფარგლავი საყალიბე ფარების ნატურული ექსპერიმენტი, რამაც დაადასტურა ნაშრომის თეორიულ ნაწილში დამუშავებული ახალი ტექნოლოგიის საიმედოობა.

3. შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტების ანალიზი

ცნობილია, რომ შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი მზიდი კედლები უნდა აკმაყოფილებდნენ როგორც კონსტრუქციულ, ასევე თბოტექნიკურ მოთხოვნებს. ამიტომ მათ კონსტრუქციულ გაანგარიშებასთან ერთად, აწარმოებენ თბოტექნიკურ გაანგარიშებას მშენებლობის რაიონის კლიმატური პირობების და სათავსოთა დანიშნულების შესაბამისი მოთხოვნების გათვალისწინებით. ცხადია, გაანგარიშებების მიზანს წარმოადგენს კედლის მინიმალური დასაშვები სისქის დადგენა.

ერთშრიანი კედლის შემთხვევაში მის სისქეს დებულობენ მაქსიმალურს ზემოაღნიშნული ორი სახის გაანგარიშების შედეგად მიღებული მნიშვნელობებიდან. ამის გამო არასრულად გამოიყენება კედლის მასალის ან კონსტრუქციული, ან თბოტექნიკური შესაძლებლობები, რაც იწვევს მასალის გადახარჯვას.

ასე მაგალითად, მცირესართულიანი შენობისათვის, მძიმე ბეტონის გამოყენებისას, თუ მისი სისქე კონსტრუქციული გაანგარიშების შედეგად იქნება უმნიშვნელო (15-20 სმ), თბოტექნიკური გაანგარიშების შედეგად გამოვა გაცილებით მეტი - 78 სმ (ქ. თბილისის პირობებისათვის).

ანალოგიურად, თუ იგივე კედელი შევასრულეთ მსუბუქი ბეტონით (მაგ. პემზაბეტონით), მდგომარეობა იქნება შებრუნებული.

ერთშრიანი შემომფარგლავი კედლების ზემოაღნიშნული ხარვეზის გამოსასწორებლად მიმართავენ მრავალშრიანი (უმეტესწილად-ორშრიანი) კედლების დაპროექტებას, სადაც თითოეული შრის სისქე გაანგარიშებულია მხოლოდ ერთი ტიპის ზემოქმედებაზე (ან – მხოლოდ კონსტრუქციული, ან – მხოლოდ თბოტექნიკური).

მონოლითური მშენებლობისას (რომელიც საქართველოში ამჟამად წარმოადგენს მშენებლობის ძირითად ხერხს), კონსტრუქციულ (მზიდი) შრედ შეიძლება მიღებული იქნეს მძიმე ბეტონი, ხოლო თბოსაიზოლაციო შრედ – რომელიმე ადგილობრივ მსუბუქშემავსებელიანი (პემზა, ტუფი, წილა და სხვ.) ბეტონი.

მცირესართულიანი შენობებისათვის, ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით, საგარეოდ, უფრო ხელსაყრელი უნდა აღმოჩნდეს მსუბუქშემავსებლიანი ბეტონით აგებული ერთშრიანი შემომფარგლავი კედელი (შედარებით მცირე კონსტრუქციული დატვირთვების გამო, რომელსაც დააკმაყოფილებს კედლის თბოტექნიკური გაანგარიშებით მიღებული შედარებით მცირე სისქე).

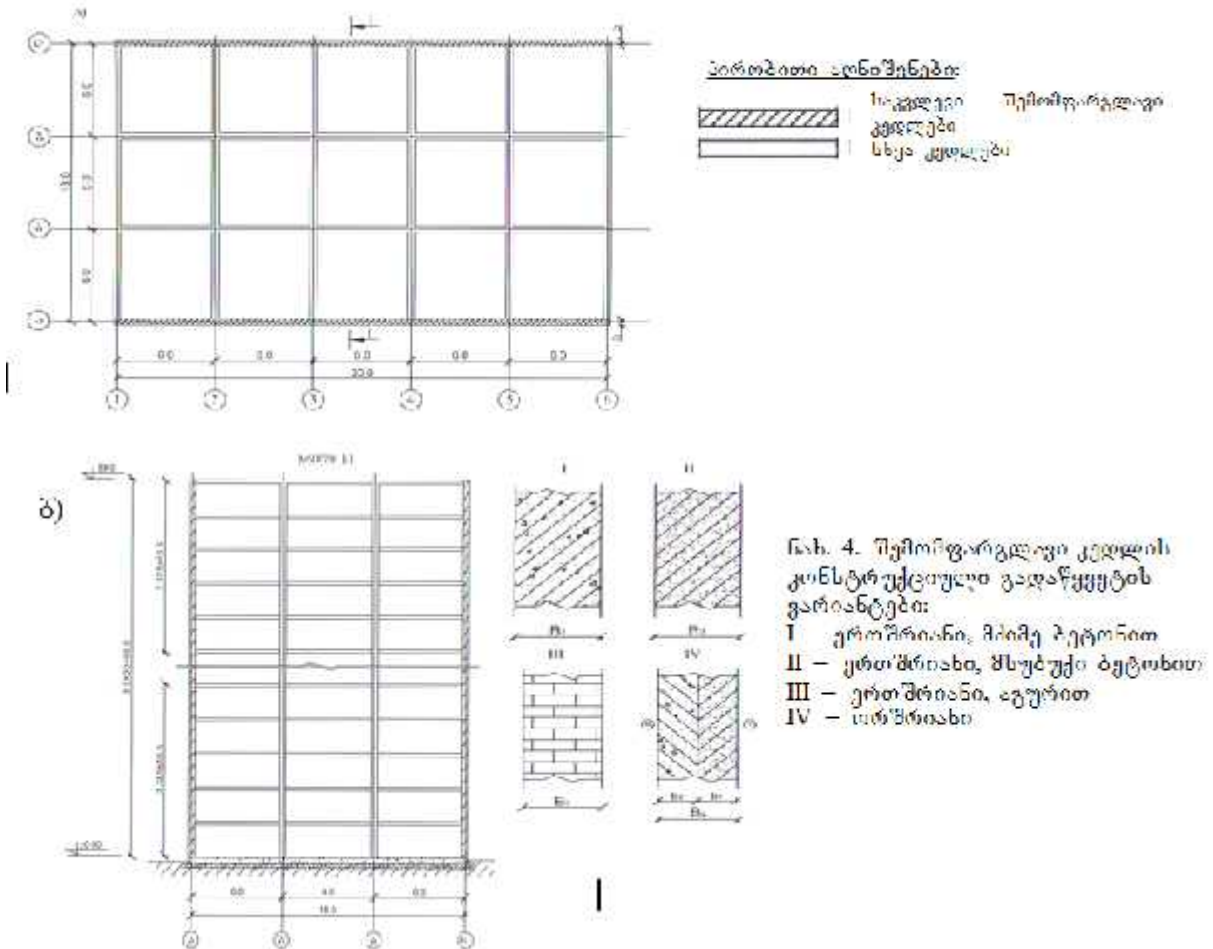
მაგრამ შენობის სართულიანობის მატების კვალდაკვალ, მისი ქვედა სართულების კედლების სისქე საგრძნობლად გაიზრდება (მსუბუქი ბეტონის დაბალი საანგარიშო წინაღობის გამო მძიმე ბეტონთან შედარებით) და სართულიანობის გარკვეული ზღვრის შემდეგ ასეთი ერთშრიანი კედელი უკვე აღმოჩნდება არაეკონომიური 2-შრიანი კედელთან შედარებით.

ნაშრომის მიზანია შენობის სართულიანობის იმ დაახლოებითი ზღვრის დადგენა, როცა 2-შრიანი კედელი აღმოჩნდება უფრო ეკონომიური მსუბუქი ბეტონით შესრულებულ ერთშრიანი კედელთან მიმართებაში.

აღნიშნული მიზნის მისაღწევად შესრულებულია პრაქტიკული მაგალითი. განხილულია მრავალსართულიანი შენობა ზომებით გეგმაში 18X30 მ, უჯრედოვანი კონსტრუქციული გადაწყვეტით, განივი და გრძივი კედლების ბიჯით 6 მ, სართულების სიმაღლით – 3.3 მ. (ნახ. 4.18) შემომფარგლავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტის უფრო სრულყოფილი ანალიზის მიზნით, შენობაში, პირობითად, კარ-ფანჯრის ღიობების მოწყობა გათვალისწინებული არ არის. შიგა განივი და გრძივი კედლები, აგრეთვე სართულშუა გადახურვები, შესრულებულია მძიმე ბეტონით.

განხილულია შემომფარგლავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტის 4 ვარიანტი (ნახ. 4.19).

ვარიანტი I – ერთშრიანი, მძიმე ბეტონით; ვარიანტი II – ერთშრიანი, მსუბუქი ბეტონით; ვარიანტი III – ერთშრიანი, აგურით (რკინაბეტონის გულარებით და რიგელებით); ვარიანტი IV – ორშრიანი (კონსტრუქციული შრე - მძიმე ბეტონით, თბოსაიზოლაციო შრე - მსუბუქი ბეტონით).



ნახ. 4.1. საკვლევი შენობა: ა) გეგმა; ბ) ჭრილი 1-1

შესრულებულია 5, 10, 15, 20, 25 და 30 სართულიანი შენობების კომპიუტერული სივრცითი გაანგარიშება. შიგა კედლების სისქეები იცვლება შენობათა სართულიანობის მიხედვით და მიღებულია ერთნაირი განსახილველი ოთხივე ვარიანტისათვის. შიგა კედლების, სართულშუა გადახურვების, ერთშირიანი რკინაბეტონის კედლებისათვის და 2-შირიანი შემომფარგლავი კედლების მზიდი შრისათვის მიღებულია B 20 კლასის მძიმე ბეტონი. ერთშირიანი მსუბუქი რკინაბეტონის შემომფარგლავი კედლისათვის და 2-შირიანი შემომფარგლავი კედლის თბოსაიზოლაციო შრისათვის – მსუბუქი ბეტონი გასაშუალებული ნორმატიული წინაღობით კუმშვაზე 50 კგ/სმ²; ყველგან – არამატურა A–III კლასის

კედლების მიღებული სისქეები 5, 10, 15, 20, 25 და 30 სართულიანი ენობებისათვის მოცემულია ცხრილში 4.6. ოთხივე ვარიანტისათვის შიგა კედლის სისქეები მიღებულია კონსტრუქციული გაანგარიშებით. შემომფარგლავი კედლების სისქეები მიღებულია მათი კონსტრუქციული და თბოტექნიკური გაანგარიშების შედეგად მიღებული მაქსიმალური მნიშვნელობის ტოლი (ნაშრომში მოტანილი არ არის), სახელდობრ: I ვარიანტისათვის (ერთშირიანი - მძიმე რკინაბეტონი) – თბოტექნიკური გაანგარიშებით; II ვარიანტისათვის (ერთშირიანი - მსუბუქი რკინაბეტონი) –

კონსტრუქციული გაანგარიშებით; III ვარიანტი (ერთშირიანი - აგური) – კონსტრუქციული გაანგარიშებით;

IV ვარიანტი (ორშირიანი): მზიდი შრე – კონსტრუქციული გაანგარიშებით, თბოსაიზოლაციო შრე – თბოტექნიკური გაანგარიშებით.

ცხადია, კედლის სისქეები, შენობის სართულიანობის მატებასთან ერთად, იცვლება, 5 სართულის გრადაციით. კედლის სისქეები სართულების მიხედვით მოცემულია ცხრ. 4 ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება – ცხრილში 4 და ვარიანტების შედარების გასაშუალებული პროცენტული თანაფარდობა – ცხრილში 5.

ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარებისას IV ვარიანტის (2-შირიანი კედელი) მაჩვენებლები მიჩნეულია 100%-ად და მასთან შეფარდებულია დანარჩენი ვარიანტების მაჩვენებლები.

განხილული ვარიანტებისათვის შემომფარგლავი კედლების (შენობის ფასადის) ზედაპირის 1 მ²-ზე დახარჯული მასალების ღირებულების – შენობის სართულიანობაზე დამოკიდებულების გრაფიკი ნაჩვენებია ნახაზზე 4.

ხრილი 4.2 ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება

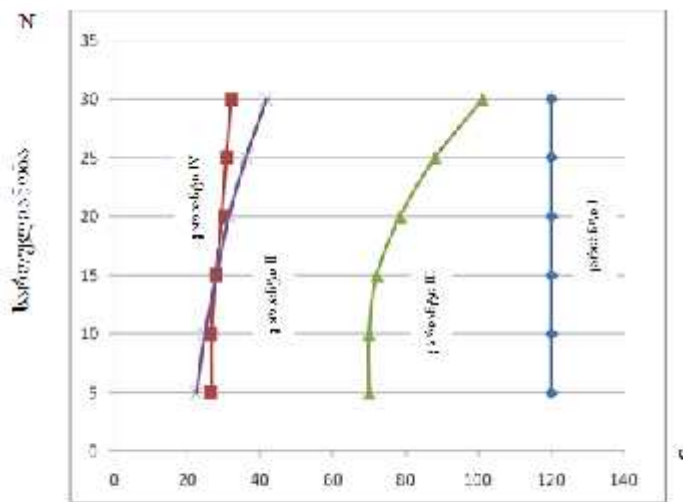
შენობის სართულიანობა	ვარიანტები							
	I		II		III		IV	
	ღირებულება	%	ღირებულება	%	ღირებულება	%	ღირებულება	%
5	105.3	397	22.4	85	69.9	264	26.5	100
10	105.3	397	24.7	93	69.9	264	26.5	100
15	105.3	381	27.9	101	76.0	275	27.6	100
20	105.3	359	31.3	107	80.4	274	29.3	100
25	105.3	343	36.0	117	88.0	287	30.7	100
30	105.3	328	41.7	130	101.0	315	32.1	100

ცხრილი 4.1 კედლების სისქეები

შენობის სართულიანობა	სართულები	შენობის სისქე (მიმე რკ/ბეტონი)	შემომფარგლავი კედლების სისქეები ვარიანტების მიხედვით (სმ)										
			I ვარიანტი (მიმე რკ/ბეტ)		II ვარიანტი (მსუბუქი რკ/ბეტ)		III ვარიანტი (აგური, რკ/ბეტ გულარებით)		IV ვარიანტი (ორშრიანი)				
			მიღებული	საშუალო	მიღებული	საშუალო	მიღებული	საშუალო	მიმე ბეტონი		მსუბუქი ბეტონი	საერთო	
									მიღებული	საშუალო		მიღებული	საშუალო
5	1-5	16	78	78	20	20	38	38.0	10	10	14	24	24
10	1-5	16	78	78	24	22	38	38.0	10	10	14	24	24
	6-10	16	78		20	38	10	14			24		
15	1-5	18	78	78	30	24.7	51	42.3	12	10.7	14	26	24.7
	6-10	16	78		24		38		10		14	24	
	11-15	16	78		20		38		10		14	24	
20	1-5	22	78	78	38	28.0	51	44.5	15	11.8	14	29	25.8
	6-10	18	78		30		51		12		14	26	
	11-15	16	78		24		38		10		14	24	
	16-20	16	78		20		38		10		14	24	
25	1-5	28	78	78	50	32.4	63	48.2	18	13.0	14	32	27.0
	6-10	22	78		38		51		15		14	29	
	11-15	18	78		30		51		12		14	26	
	16-20	16	78		24		38		10		14	24	
	21-25	16	78		20		38		10		14	24	
30	1-5	32	78	78	62	37.3	77	55.0	20	14.1	14	36	28.1
	6-10	28	78		50		63		18		14	32	
	11-15	22	78		38		63		15		14	29	
	16-20	18	78		30		51		12		14	26	
	21-25	16	78		24		38		10		14	24	
	26-30	16	78		20		38		10		14	24	

ცხრილი 4.3 ვარიანტების შედარების გასაშუალებელი პროცენტული თანაფარდობა

ვარიანტები	საშუალო %	შსვაობა %	დაკავებული ადგილი
I	368	268	IV
II	105.5	5.5	II
III	280	180	III
IV	100	-	I



ნახ. 4.1 შემომფარგლავი კედლების 1 მ² ის ღირებულების - შენობის სართულიანობაზე დამოკიდებულების გრაფიკი c → N

შენობა-ნაგებობათა მზიდი შემომფარგლავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტების განხილული 4 ვარიანტის ტექნიკურ-ეკონომიკური მანვენებლების ურთიერთშედარების შედეგად შეიძლება დავასკვნათ:

1. ყველა ვარიანტში მასალების გასაშუალებული ხარჯი (და, აქედან გამომდინარე, კედლების ზედაპირის ფართობის 1 მ²-ის ღირებულება) იზრდება შენობის სართულიანობის მატების კვლდაკვალ (რაც, ცხადია, კანონზომიერია), გარდა I ვარიანტისა (ერთშრიანი მძიმე რკინაბეტონი), სადაც იგი უცვლელია.

2. შემომფარგლავი კედლების მოწყობა I და III ვარიანტით (ერთშრიანი კედლები, შესაბამისად, მძიმე რკინაბეტონით და აგურით) არარენტაბელურია მასალების გაცილებით დიდი ხარჯის გამო II და IV ვარიანტებთან (შესაბამისად: მსუბუქი ბეტონით შესრულებულ ერთშრიან და მსუბუქი და მძიმე ბეტონებით შესრულებულ 2-შრიან კედლებთან) მიმართებაში;

3. რაც შეეხება II და IV ვარიანტების ურთიერთშედარებას, შეიძლება დავასკვნად შემდეგი:

ა) 30 სართულამდე შენობებისათვის ვარიანტების შედარების გასაშუალებული პროცენტული თანაფარდობის მიხედვით IV ვარიანტი უგებს II ვარიანტს 5.5%-ით;

ბ) ამ ორი ვარიანტის ურთიერთშედარების სურათი შენობის სართულიანობის მიხედვით ასეთია:

– მცირესართულიანი შენობებისათვის გამოვლინდა II ვარიანტის უპირატესობა (5 სართულიანი შენობისათვის – 15% და 10 სართულიანისთვის 7%);

– დაახლოებით 15 სართულიანი შენობისათვის ისინი უტოლდებიან ერთმანეთს და შემდეგ უკვე თანდათან იკვეთება IV ვარიანტის უპირატესობა, რომელიც 30 სართულიანი შენობისათვის აღწევს 30% და ეს ტენდენცია, ცხადია, გაგრძელდება უფრო მაღალი შენობებისათვისაც;

4. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება აღინიშნოს, რომ მცირე სართულიანი შენობების (დაახლოებით 12-14 სართულამდე) შემომფარგლავი მზიდი კედლების მოწყობა მიზანშეწონილია ერთშრიანი გადაწყვეტით ადგილობრივ მსუბუქშემავსებლიანი ბეტონებით, ხოლო უფრო მაღალი შენობების შემთხვევაში – უპირატესობა უნდა მიენიჭოს 2-შრიან კონსტრუქციულ გადაწყვეტას: კონსტრუქციული შრე – მძიმე რკინაბეტონით და თბოსაიზოლაციო შრე – მსუბუქი ბეტონით (ან რაიმე სხვა ეფექტური თბოსაიზოლაციო მასალით).

დასკვნა

სადისერტაციო ნაშრომში მიმოხილულია სამშენებლო პროცესების, კონსტრუქციების და შენობა-ნაგებობების ტექნოლოგიურობის ძირითადი კრიტერიუმების (მასალატეხადობა, შრომატევადობა, ღირებულება) განსაზღვრის არსებული ხერხები: ნორმატიული, ანალიზური, გრაფიკული.

სამშენებლო პროცესების, კონსტრუქციებისა და შენობა-ნაგებობების ოპტიმალური ტექნოლოგიური დაპროექტების მიზნით შემოთავაზებულია ოპტიმიზაციის ერთ-ერთი ხერხი - ვარიანტული დაპროექტება.

ძირითადი სამშენებლო პროცესების ვარიანტული დაპროექტება შესრულებულია ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვის საფუძველზე.

შემოთავაზებულია მიწასათხელ-სატრანსპორტო მანქანების მწარმოებლურობის ამალეების ხერხი, რომელიც ეფუძნება გრუნტის გადაზიდვის ჭადრაკული ბალანსის ანალიზის შედეგად საშუალო მანძილის მინიმიზაციას.

სამონტაჟო ამწეების მწარმოებლურობის ამალეება დაკავშირებულია ამწის მუშა გადაადგილების სამანქანო დროსთან. გამოვლენილია ამწის მუშა გადაადგილების ოპტიმალური სქემები.

გამოვლენილია ერთსართულიანი და მრავალსართულიანი შენობების კარკასების ოპტიმალური ტექნოლოგიური გადაწყვეტები.

დამუშავებულია მრავალშრიანი, მრავალფუნქციური შემომფარგლავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტები, რომელთა სიახლე დადასტურებულია სათანადო პატენტით.

დამუშავებულია მრავალშრიანი ენერგოდამზოგი შემომფარგლავი კედლების აგების ტექნოლოგია ახალი ტიპის საყალიბე ფარების გამოყენებით. აღნიშნული ტექნოლოგიის სიახლე დადასტურებულია სათანადო პატენტით.

ვარიანტული დაპროექტების გზით შესრულებულია შემომფარგლავი ერთშრიანი და მრავალშრიანი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტების ანალიზი ტექნოლოგიურობის თვალსაზრისით. გამოვლენილია ოპტიმალური გადაწყვეტები.

**დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია
შემდეგ ნაშრომებში**

1. შ. ბაქანიძე, ლ. სამხარაძე, ვ. პირმისაშვილი. რეკომენდაციები ადგილობრივი მსუბუქშემავსებლიანი ბეტონებით მოწყობილი თბოსაიზოლაციო შრის მინიმალური სისქის დადგენის თაობაზე საქართველოს პირობებისათვის. “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, თბილისი, 2012, გვ. 22.
2. ლ. სამხარაძე, ვ. პირმისაშვილი რეკომენდაციები ადგილობრივი მსუბუქშემავსებლიანი ბეტონებით მოწყობილი თბოსაიზოლაციო შრის მინიმალური სისქის დადგენის თაობაზე საქართველოს პირობებისთვის, სტუ, 2012.
3. ვ. ლოლაძე, ნ. მსხილაძე, ვ. პირმისაშვილი - პროექტი “ახალი ტიპის მოუხსნადყალიბიანი მზიდი და შემომფარგლავი ბეტონის კონსტრუქციების დამუშავება, კონსტრუირება და გაანგარიშება.” სტუ-ს გრანტი, თბილისი, 2011
4. ვ. ლოლაძე, ნ. მსხილაძე, ვ. პირმისაშვილი - მრავალშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქციები და მათი დამზადების ხერხი, პატენტი, თბილისი, 2011, №12341/01
5. ვ. ლოლაძე, ნ. მსხილაძე, ვ. პირმისაშვილი - მონოლითურ მშენებლობაში მოუხსნადი ყალიბების გამოყენების კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური გადაწყვეტები. მონოგრაფია, სტუ, თბილისი 2012, გვ. 181
6. ვ. ლოლაძე, ნ. მსხილაძე, ვ. პირმისაშვილი - პროექტი “ბუნებრივი კალთების და მიწის ნაგებობების ფერდობების მდგრადობის უზრუნველყოფის კომპლექსური ტექნიკური და ტექნოლოგიური გადაწყვეტები.” სტუ-ს გრანტი, ნაბ. თბილისი 2012
7. ვ. ლოლაძე, ნ. მსხილაძე, ვ. პირმისაშვილი - პროექტი “ბუნებრივი კალთების და მიწის ნაგებობების ფერდობების მდგრადობის უზრუნველყოფის კომპლექსური ტექნიკური და ტექნოლოგიური გადაწყვეტები.” სტუ-ს გრანტი, ნაბ. თბილისი 2012
8. თ. მოსიაშვილი, ლ. სამხარაძე, ვ. პირმისაშვილი - სამონტაჟო ამწის მუშა-გადაადგილების გავლენა მის მწარმოებლურობაზე, ჟურნალი “მშენებლობა” 2011, №3 (22) გვ.9
9. გ. ახვლედიანი, ვ. პირმისაშვილი, ლ. სამხარაძე - მოედნის მოშანდაკებისას გრუნტის გადაზიდვის საშუალო მანძილის განსაზღვრის ჭადრაკული ბალანსის ხერხის ანალიზი, ჟურნალი “მშენებლობა” 2011, №3 (22) გვ.9
10. ვ. ლოლაძე, ნ. მსხილაძე, ვ. პირმისაშვილი, თ.თავაძე - ბუნებრივი კალთების და მიწის ნაგებობების ფერდობების მდგრადობის უზრუნველყოფის ახალი ტექნოლოგიური გადაწყვეტები. მონოგრაფია, ჩაშვებულია სტუ-ს გამომცემლობაში, გვ. 152
11. ვ. ლოლაძე, ნ. მსხილაძე, ვ. პირმისაშვილი - საყალიბე ფარი და მისი გამოყენების ხერხი, პატენტი.
12. ლ. სამხარაძე, ვ. პირმისაშვილი - ადგილობრივ შემავსებლიანი მსუბუქი ბეტონებით შესრულებული მრავალშრიანი შემომფარგლავი კედლების თბოტექნიკური გაანგარიშება, ჟურნ. „მშენებლობა“ №2(25), თბილსი. 2012, გვ. 5