მჭიდრო დასახლების პირობებში და მეწყერსაშიშ ზონებში დამცავი კონსტრუქციული სისტემების შერჩევა

გელა ყიფიანი, ანა ტაბატაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი საქართველო

რეზიუმე

გადმოცემულია ლითონის ნარანდიანი ხიმინჯების („ლარსენის შპუნტის“) თანამედროვე ტექნოლოგიების შესწავლა და მათი გამოყენების პერსპექტივების შეფასება საქართველოს სამშენებლო სექტორში, კერძოდ, მჭიდრო დასახლების პირობებში ახალი მშენებლობის ზეგავლენისაგან დამცავი კონსტრუქციული სისტემების შერჩევა.

ამ მიზნის მისაღწევად კვლევის წინაშე დასმულია შემდეგი ამოცანები:

შპუნტის ტექნოლოგიის ისტორიის, განვითარების ეტაპებისა და თანამედროვე მეთოდების ანალიზი;მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების (იაპონია, ჰოლანდია, გერმანია) გამოცდილების კვლევა და საქართველოსთვის რელევანტური საუკეთესო პრაქტიკის გამოყოფა;შპუნტის ჩასმის სხვადასხვა მეთოდების (ჩაქუჩის, ვიბრაციის, სტატიკური) ინჟინრული და ეკოლოგიური ეფექტიანობის შედარებითი ანალიზი;სპეციალური საინჟინრო პროგრამების გამოყენებით მათემატიკური და საინჟინრო მოდელების შემუშავება, რომლებიც გათვალისწინებული იქნება საქართველოს სპეციფიკურ პირობებზე;პრაქტიკული რეკომენდაციების მომზადება და მეთოდოლოგიური სახელმძღვანელოს შექმნა ქართველი ინჟინრებისა და სტუდენტებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: ხიმინჯი, კონსტრუქცია, ლარსენის შპუნტი, რეკომენდაციები.

SELECTION OF PROTECTIVE STRUCTURAL SYSTEMS IN DENSELY POPULATED AND LANDSLIDE-PRONE AREAS

Gela Kipiani,
Ana Tabatadze
Georgian Technical University,
Tbilisi, Georgia

ABSTRACT

The study presents an examination of modern technologies related to metal sheet piles (commonly known as “Larsen sheet piles”) and evaluates their potential application in Georgia’s construction sector—particularly for selecting protective structural systems that mitigate the impact of new developments in densely populated areas.

To achieve this goal, the research sets forth the following objectives:

Analyze the history, development stages, and modern methods of sheet pile technology;

Study the experiences of various countries (Japan, the Netherlands, Germany) and identify best practices relevant to Georgia;

Conduct a comparative analysis of different sheet pile installation methods (impact driving, vibration, static pressing) in terms of engineering and environmental efficiency;

Develop mathematical and engineering models using specialized engineering software tailored to Georgia’s specific conditions;

Prepare practical recommendations and create a methodological guide for Georgian engineers and students.

Keywords: construction, Larsen’s spigot, recommendations.

ძირითადი ტექსტი

თანამედროვე სამშენებლო და საინჟინრო სფეროში, ურბანიზაციისა და ქალაქების ზრდასთან ერთად, სულ უფრო მწვავედ დგას მიწის ეფექტიანი გამოყენებისა და მიმდებარე ინფრასტრუქტურის დაცვის პრობლემა. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საქართველოსთვის, რომლის ტერიტორიის დიდი ნაწილი ხასიათდება რთული გეოლოგიური პირობებით, მაღალი სეისმური აქტივობით, ხშირი ღვარცოფებითა და მეწყრული მოვლენებით. ამ პირობებში აუცილებელია ისეთი ტექნოლოგიების გამოყენება, რომლებიც უზრუნველყოფენ როგორც ეკონომიურ ეფექტურობას, ისე საინჟინრო კონსტრუქციების მდგრადობას და უსაფრთხოებას [1-8].

ერთ-ერთი ასეთი ტექნოლოგიაა ლითონის ნარანდიანი ხიმინჯები, ე.წ. „ლარსენის შპუნტი“, რომლებიც მსოფლიოს წამყვან ქვეყნებში უკვე დიდი ხანია წარმატებით გამოიყენება. ლარსენის შპუნტი წარმოადგენს სპეციალური პროფილის მქონე ფოლადის ხიმინჯებს, რომელთა ერთმანეთზე მიჯრით ჩასმის შედეგად წარმოიქმნება სტაბილური და მყარი დამცავი კონსტრუქცია. იგი გამოიყენება როგორც დროებითი, ისე მუდმივი დანიშნულების ნაგებო-

ბებში: ქვაბულის დამჭერ კედლებში, მდინარეების ნაპირების გამაგრებაში, პორტების მშენებლობაში, გზებისა და ხიდების მშენებლობისას და განსაკუთრებით – ქალაქების ისტორიული და მჭიდროდ განაშენიანებული უბნების უსაფრთხო სამშენებლო სამუშაოებში.

საქართველოში შპუნტის ტექნოლოგიის გამოყენება შედარებით ახალი მიმართულებაა. მიუხედავად იმისა, რომ 2015 წლიდან საქართველოშიც დაიწყო ამ ტექნოლოგიის პრაქტიკული დანერგვა, მისი გამოყენების გამოცდილება მაინც შეზღუდულია და მეტ მეცნიერულ კვლევასა და პრაქტიკულ ანალიზს საჭიროებს. ამასთანავე, საქართველოში ჯერ კიდევ არ არსებობს სრულყოფილი მეთოდოლოგიური სახელმძღვანელოები, რომლებიც ინჟინერ-მშენებლებსა და სტუდენტებს დაეხმარებოდა შპუნტის ტექნოლოგიების გამოყენების პრინციპებისა და თავისებურებების დეტალურ შესწავლაში. ეს ხარვეზი მნიშვნელოვნად ართულებს ტექნოლოგიის უფრო ფართო მასშტაბით დანერგვას და განვითარების პერსპექტივებს. აღნიშნულის გამო თემა უდაოდ აქტუალურია.

წინამდებარე კვლევის ფარგლებში პირველად ხდება ახალი ინჟინრული მიდგომის შემუშავება და დანერგვა, რომელიც გულისხმობს ლითონის ნარანდიანი ხიმინჯების („ლარსენის შპუნტის“) ჩასმის ინოვაციურ მეთოდს. [1-4]

ტრადიციული ტექნოლოგიისა და არსებული დანდგარების გამოყენებით შესაძლებელია მხოლოდ შპუნტების მიწაში განთავსება, რის შედეგადაც იქმნება უწყვეტი რკინის დამცავი ფარდა. თუმცა, აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენებისას აუცილებელი ხდება დამატებითი გამბრჯენი მილების გამოყენება, დამატებითი ფოლადის სვეტები, რამაც შექმნა სივრცითი დამჭერი კარკასი და უზრუნველყო ქვაბულის ფერდების სტაბილურობა, რომლებიც მთლიანად ავსებენ ქვაბულის შიდა სივრცეს და ქმნიან დაბრკოლებებს სამშენებლო ტექნიკის თავისუფალი გადაადგილებისა და სამშენებლო პროცესების ეფექტურად წარმართვისთვის. [9-13]

ლარსენის შპუნტის თანამედროვე ტექნოლოგიების აქტიური დანერგვა და შესაბამისი საინჟინრო გადაწყვეტილებების შემუშავება საქართველოსთვის არა მხოლოდ მშენებლობისა და ინფრასტრუქტურის განვითარებისათვის, არამედ სეისმური და ეკოლოგიური უსაფრთხოებისთვისაც მნიშვნელოვანი ნაბიჯი იქნება. ამ მიდგომების ფართოდ გამოყენება უზრუნველყოფს ქვეყნის მდგრად განვითარებას, უსაფრთხო სამშენებლო გარემოს შექმნასა და ეკონომიკის განვითარებას. შპუნტის ჩასასობი დანადგარები აუცილებელია შპუნტის ინსტალაციისთვის. მსოფლიოში არსებობს რამდენიმე წამყვანი მწარმოებელი, რომლებიც გთავაზობენ სხვადასხვა ტიპის, მათ შორის ვიბრაციულ, დარტყმით და სტატიკურ ჩასასობ დანადგარებს. [14-19]

გამორჩეული მწარმოებლები: ბრიტანული კომპანია, რომელიც აწარმოებს ჩაქუჩებს და ვიბრაციულ დანადგარებს შპუნტის ჩასასობად; გერმანული კომპანია, რომელიც სპეციალიზდება ვიბრაციული დანადგარების წარმოებაში; იაპონური კომპანია, რომელიც ცნობილია “Silent Piling” ტექნოლოგიის დანადგარების წარმოებით, რაც უზრუნველყოფს შპუნტის ჩასმას მინიმალური ხმაურით და ვიბრაციით; ამერიკული კომპანია, რომელიც გთავაზობთ ვიბრაციულ ჩასასობ დანადგარებს და სხვა სპეციალიზებულ ტექნიკას; აშშ-ში დაფუძნებული კომპანია, რომელიც აწარმოებს სხვადასხვა ტიპის შპუნტის ჩასასობ დანადგარებს.ეს კომპანიები უზრუნველყოფენ თანამედროვე და ეფექტური ტექნიკის მიწოდებას, რაც მნიშვნელოვნად ამარტივებს და აჩქარებს შპუნტის ინსტალაციის პროცესს. ლარსენის შპუნტის ჩასმის პირველადი მეთოდია ჩაქუჩით ჩაფვლა,ეს მეთოდი გულისხმობს ხიმინჯის მიწაში ჩაყრას მექანიკური დარტყმის შედეგად. ამ პროცესში გამოიყენება სხვადასხვა სახის ჩაქუჩები:

ჰიდრავლიკური ჩაქუჩი – უფრო ძლიერი ძალის გამოყენების საშუალება;

ამ მეთოდის ძირითადი უპირატესობებია:

შპუნტის ტიპი	ძირითადი უპირატესობა	გამოყენება
U-შპუნტი	ეკონომიური, მარტივი ინსტალაცია	ფერდობებისა და საყრდენი კედლების გაძლიერება
Z-შპუნტი	მაღალი სიმტკიცე და დიდი დაფარვის სიგანე	ღრმა საყრდენი კედლები, მდინარის სანაპიროები
H-შპუნტი	სიმტკიცე და სიძლიერე	მასიური საყრდენები, სეისმურად აქტიური ზონები
Ω-შპუნტი	სიმტკიცე, ანტი-კოროზიულობა	საზღვაო პლატფორმები, ხიდების საყრდენები

- მაღალი ეფექტურობა მძიმე და კომპაქტურ გრუნტში;
- მარტივი ტექნიკური აღჭურვილობა.

მიუხედავად ამისა, მას გააჩნია მნიშვნელოვანი ნაკლოვანებები:

- ძლიერი ხმაური, რომელიც ხშირად აჭარბებს ურბანული გარემოს ნორმებს;
- მაღალი ვიბრაცია, რომელიც საფრთხეს უქმნის ახლომდებარე შენობებსა და ინფრასტრუქტურა

ვიბრაციის მეთოდი წარმოადგენს თანამედროვე, სწრაფ და ეფექტურ გადაწყვეტას. ამ ტექნოლოგიის გამოყენებით, ნარანდიანი ხიმინჯები (შპუნტები) მოეთავსება მიწაში ვიბრაციის შედეგად. ისინი უზრუნველყოფენ ხიმინჯის სწრაფ ჩასმას, რის შედეგადაც შესაძლებელი ხდება რამდენიმე ხიმინჯის ერთდროულად დამონტაჟება მისი მთავარი უპირატესობები:

- სისწრაფე და ეფექტურობა;
- შესაძლებელი ერთდროულად რამდენიმე ხიმინჯის ჩასმა;
- მაქსიმალური სიღრმე (35 მეტრამდე) შეზღუდული არაა თანამედროვე აღჭურვილობით.

უარყოფითი მხარე:

- ძლიერი ვიბრაცია, რაც მნიშვნელოვნად ზემოქმედებს მიმდებარე შენობებსა და ყოველგვარ ხელოვნურ ნაგებობებზე;
- შეზღუდულია აქვს მუშაობის არეალი

სტატიკური ჩაფვლის მეთოდი, უახლესი და ყველაზე თანამედროვე მიდგომაა. იგი იყენებს სპეციალურ ჰიდრავლიკურ დანადგარებს, რომლებიც ნარანდიან ხიმინჯებს მიწაში ყოველგვარი ხმაურის, დარტყმის და ვიბრაციის გარეშე ათავსებენ.

გიროშპუნტირების მეთოდი უპირატესობები მოიცავს შემდეგს:

- **ხმაურისა და ვიბრაციის მინიმალური დონე –** იდეალური გამოსავალია ურბანული**,** მჭიდროდ განაშენიანებულ ადგილებში**;**
- **ეკოლოგიური უსაფრთხოება –** არ აზიანებს გარემოს და არსებულ ნაგებობებს**;**
- **ენერგოეფექტურობა და ეკონომიურობა –** ეფექტიანობა მიღწეულია ენერგიის ნაკლები მოხმარებით;
- **მრავალჯერადი გამოყენების შესაძლებლობა –** შპუნტების მიწიდან ამოღება და ხელახლა გამოყენება მჭიდრო განაშენიანების პირობებში. ასევე გამოიყენება დარტყმის მეთოდი, ვიბრაციის მეთოდი, ჩაპრესვის მეთოდი, ჩაქუჩით ჩაფვლის მეთოდი

გამოყენებული ლიტერატურა:

[1]. Gurgenidze B., Giorgobiani I. The role of the steel pile sheets in building base reinforcement. AG-G+journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and Related Scientific Fields 2023_11(1)-p.p. 110-121

[2]. Kipiani G.O., Bediashvili M.A. Construction of buildings with seismic isolation measures// Proceedings of the VIII International Scientific and Technical Conference Russia. 2017. S. 74-79. June 28-30, 2017

[3]. Gurgenidze D.R., Kipiani G., Badzgaradze G. 0. & E. R Suramelashvili. Analysis of thin-walled spatial systems of complex structure with discontinuous parameters by method of large blocks. // Contemporary Problems of Architecture and Construction / Editors: Evgeny Rybnov, Pavel Akimov, Merab Khalvashi, Eghiazar Vardanyan, © 2021 Taylor & Francis Group, London, UK, p.p. 172-178, https://doi.org/l 0.1201/9781003176428

[4]. Mikhailov B.K., Kipiani G.O. Deformability and stability of space plastic systems with discontinuous parameters. SPB builder. Saint Petersburg. 1996. 442.

[5]. B.G. Gurgenidze. APPLICATION OF LARSSEN SHEET PILE TECHNOLOGY IN

GEORGIA. PROCEEDINGD BOOK INNOVATION, PRACTICE AND DEVELOPMENT PROSPECTS. “Innovative technologies in architecture, engineering, education and environmental protection” Tashkent University of Architecture and Civil Engineering. 5-6 May,2025. pp.57-61

[6]. G.Kipiani, D.Tabatadze, A.Tabatadze, B.Gurgenidze. BASIC PRINCIPLES OF ANALYSIS OF THIN-WALLED SPATIAL SYSTEMS WITH DISCONTINUOUS PARAMETERS. PROCEEDINGD BOOK “Innovative technologies in architecture, engineering, education and environmental protection” Tashkent University of Architecture and Civil Engineering. 5-6 May,2025. pp.14-21

[7]. Gurgenidze Beka., Kipiani Gela. Tabatadze Ana. Methods of using metal mesh-reinforced anchors in landsliade-prone areas.//Book of abstracts XVI Annual International Meeting of the Georgian Mechanical Union 28.08.2025-30.08.2025 Kutaisi 2025. p.p 109-110.

[8]. გურგენიძე ბექა. ქვაბულის ფერდის დამჭერი კონსტრუქციები. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, N4(64), თბილისი, 2022. გვ.51-57.

[9]. Gurgenidze B., Giorgobiani I. The role of the steel pile sheets in building base reinforcement// AG-G+journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and Related Scientific Fields 2023_11(1)-p.p. 110-121

[10]. Gurgenidze B., Kipiani G. The role of steel pile

sheets in Building bast reinforcement// Book of Absrtracts XIV Annual International Meeting of the Georgian mechanical UNION 29.08.2023-31.08.2023 POTI p.96.

[11]..Gurgenidze B. Narandyan chimines in industrial and civil engineering// International Scientific and Technical Conference "Problems of Applied Mechanics" Dedicated to the 95th Anniversary og the Academy Corresponding Member Irakli Ghudushauri" Book of abstract. 15-16 may,2023.p.p.58-59.

[12]. წიქარიშვილი მალხაზ. სამშენებლო საქმე. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი" 2023-508გვ.

[13]. იმედაძე როინ, მაღრაძე თინათინ, ყიფიანი გელა, წიქარიშვილი მალხაზ, ხმელიძე თამაზ. ძველი განაშენიანების საცხოვრებელი სახლების ტექნიკური ექსპერტიზა. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი" 2022-162გვ.

[14]. ყიფიანი გელა. რხევების გამოყენებითი თეორიის საფუძვლები. გამომცემლობა „უნივერსალი" თბილისი 2023-231გვ.

[15]. ბლიაძე სეით, ყიფიანი გელა, გოგოლიძე აკაკი, გოშაძე რუსუდან. კონსტრუქციის დაღლილობაზე ანალიზი კომპლექსური პროგრამაANSYS-ის მეშვეობით. პროფესორ გელა ყიფიანის რედაქციით.

[16].კვიციანი ტ. ფერდოს გრუნტის ზღვრული დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ცვლილება სამთო სამუშაოების შესრულების პროცესში. თბილისი, სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა", №3(42). 2016. გვ. 32-39. http://sheneba.ge.

[17].მ. მამარდაშვილი. საქართველოს სეისმურად აქტიური რეგიონების სუსტი გრუნტებისათვის გამოყენებული კიდულ ხიმინჯოვანი საძირკვლების კვლევა.საქართველოს საავტომობილო- საგზაო ინსტიტუტე, შრომები, 2007, №3

[18].ჯიჯელავა ბადრი „თერმოდინამიკურ დიაგრამაზე დაფუძნებული ავიაციისთვის საშიში ამინდის მოვლენების პროგნოზირების მეთოდები და ამბროლაურის აეროპორტის კლიმატი." თბილისი 2022-282გვ.

[19]. ყიფიანი გელა „მთიანი რეგიონების მეწყერსაშიშ ზონებში პრობლემის მოგვარება და პრევენციული ზომები"// ფაზისის აკადემიის სამეცნიერო-საზოგადოებრივი გაზეთი N8-9 იანვარი-თებერვალი. 2025წ.გვ10