

მჭიდრო დასახლების პირობებში ახალი მშენებლობის დამცავი

კონსტრუქციული სისტემების შერჩევა

ბექა გურგენიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

გადმოცემულია ლითონის ორტესებრი პროფილების ჩართვა, რაც შპუნტის სიხისტეს ზრდის და იძლევა გრუნტის სიღრმეში მეტად ჩასვლის საშუალებას; ასევე მათი ერთობლივი მუშაობის მდგრადობის და სიმტკიცის შემოწმების ანალიზური მეთოდი.

განხილულია და დანერგილია ინოვაციური დანადგარი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია ერთდროულად „U“ პროფილის შპუნტისა და გვერდით მდებარე ორტესებრი H პროფილის მქონე ლითონის დამატებითი ხიმინჯების მიწაში განთავსება. აღნიშნული დამატებითი ხიმინჯები ასრულებენ გამბრჯენი მილების ფუნქციას და უზრუნველყოფენ კონსტრუქციის სრულ სტაბილურობას. შესაბამისად, აღარ არსებობს დამატებითი მილების გამოყენების აუცილებლობა, რაც სრულიად თავისუფალს ტოვებს ქვაბულის სივრცეს და მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს სამშენებლო სამუშაოების ეფექტურობას.

საკვანძო სიტყვები: მშენებლობა, ლარსენის შპუნტი, კონსტრუქცია, გრუნტი.

1. შესავალი

შპუნტის გამოყენების ისტორიას, რომელიც იწყება XX საუკუნის დასაწყისში. 1902 წელს გერმანიის ქალაქ ბრემენის მთავარმა სახელმწიფო ინჟინერმა, ტრიგვე ლარსენმა (Tryggve Larssen), შეიმუშავა ფოლადის ხიმინჯის "U" პროფილის პირველი მაგალითი მოქლონებით. სწორედ აქედან იღებს სახელს "U" პროფილის ლითონის ხიმინჯი "ლარსენის შპუნტი". 1914 წელს გაჩნდა იდეა, რომ შპუნტის წყობის ორივე მხარეს ყოფილიყო კავშირები, რაც საშუალებას იძლეოდა უფრო მტკიცე და სტაბილური კონსტრუქციების შექმნისა. ლარსენის შპუნტის ძირითადი ტიპები „U“ და „Z“ პროფილებია (ნახ.1). **"U" პროფილი:** ეს არის ტრადიციული ფორმა, რომელიც გამოიყენება მრავალი წლის განმავლობაში [1,2]. მისი სიმარტივე და სტაბილურობა უზრუნველყოფს კონსტრუქციის მდგრადობას. შეუძლია გაუძლოს ძლიერ გარე ზეწოლებს. **"Z" პროფილი:** ეს არის უფრო თანამედროვე ვარიანტი, რომელიც უზრუნველყოფს უკეთეს გადაბმას და სიმტკიცეს. მისი ფორმა საშუალებას იძლევა უფრო სწრაფად და ეფექტურად მოხდეს მისი მონტაჟი. **Ω-პროფილი:** გამორჩეულია მაღალი დატვირთვისა და სტაბილურობის მოთხოვნისას, განსაკუთრებით წყალთან დაკავშირებულ

პროექტებში და სეისმურად აქტიურ რეგიონებში. მისი მრგვალი ფორმა ზრდის მდგრადობას, რაც საუკეთესო არჩევანს ხდის მძიმე სამრეწველო და საზღვაო მშენებლობებისთვის. თუმცა მისი გამოყენება იშვიათია პრაქტიკაში, ამავდროულად კატეგორიას განეკუთვნება მილით და სხვადასხვა ლითონის პროფილებით დამზადებული შპუნტები.

2. ძირითადი ნაწილი

შპუნტიანი კედლების გამოყენება აუცილებელია, რათა უზრუნველყოფილ იქნას დაგეგმილი სამშენებლო სამუშაოების უსაფრთხოება. ისინი იცავენ ობიექტს ქვაბულის კედლების ჩამოშლისა და წყლის ზემოქმედებისგან. საწყის ეტაპზე საჭიროა შპუნტის კედლის ზუსტი გაანგარიშება. ამ ეტაპზე ხორციელდება სამშენებლო მოედნის პირობების შეფასება, რისკების დადგენა და მუშაოების პროექტის შედგენა. სწორედ ამ მონაცემებზე დაყრდნობით წარმოებს შპუნტების ანალიტიკური და მათემატიკური გამოთვლები. გაანგარიშებისას დგინდება: შპუნტის საჭირო პარამეტრები; ჩასმის ოპტიმალური სიღრმე; დამატებითი გამაგრების ღონისძიებების საჭიროება [3,4].

შპუნტის კედლის შექმნისას გრუნტი ორივე მხრიდან ერთნაირად ზემოქმედებს. თუმცა, ამოღების პროცესში ეს ბალანსი ირღვევა და შპუნტზე ზეწოლები ჩნდება. გაანგარიშებისას გათვალისწინებული უნდა იყოს გარე დატვირთვები, ასევე შპუნტის კედლის თავისებურებები — მაგალითად, აქვს თუ არა მას ანკერული გამაგრება. ანკერის არსებობის შემთხვევაში შპუნტის ბრუნვის წერტილი ქვაბულის ფსკერზეა, ხოლო არარსებობის შემთხვევაში — მაღლა ინაცვლებს გადამაგრების მწყობის მიდებარედ.

კედლის გადატრიალებისადმი მდგრადობის გაანგარიშება

$$M_u \leq m/\gamma_n \cdot M_z \quad (1)$$

$$M_u \leq M/Y_n \cdot M_z$$

სადაც M_u და M_z — შესაბამისი მომენტებია შეკავებისა და გადატრიალების ძალებისაგან;

m — კოეფიციენტი წებოვანი გრუნტებისთვის;

γ_n — საიმედოობის კოეფიციენტი.

შპუნტის კედლის სიმტკიცის გაანგარიშება

$$M_P/w_{cm} \leq R_y \cdot m \quad (2)$$

$$M_P/W_{cm} \leq R_{ym}$$

M_P — შპუნტის კედლის სექციაში მომენტი;

w_{cm} — კედლის წინაღობის მომენტი (შესაბამისი ტიპის შპუნტის მიხედვით);

R_y — მასალის საანგარიშო წინაღობის მახასიათებელი;

m — ექსპლუატაციის პირობების კოეფიციენტი.

შპუნტები, როგორც წესი, ფუნქციონირებენ, როგორც მოქნილი საყრდენი კონსტრუქციები. ეს ნიშნავს, რომ ისინი იჭერენ გრუნტს, წინააღმდეგობას უწევენ ძვრისა და გადებრუნების ძალებს. ყოველივე ზემოთ თქმულის მიღწევა შესაძლებელია შემდეგი გზებით:

გრუნტში შპუნტის საკმარისად ღრმა ჩასმით;

დამჭერი კონსტრუქციების (მაგ. გამბჯენი მილების, ანკერების) მეშვეობით;

ორტესებრი კოჭებით.

შესაბამისად, შპუნტიანი კონსტრუქციები მუშაობენ ან კონსოლის საანგარიშო სქემის მიხედვით ან საანგარიშო სქემით — როდესაც დამხმარე ელემენტებია, (გამბრჯენები ან ანკერები) გამოყენებული.

როდესაც შპუნტი მუშაობს კონსოლური სქემით და ვერ უზრუნველყოფს სიმტკიცეს, სიხისტეს და მდგრადობას აუცილებელია გამბჯენებისა და ანკერების მოწყობა. როგორც წესი, როდესაც შესანარჩუნებელი გრუნტის სიმაღლე 4 მეტრს აჭარბებს, აუცილებელია დამჭერი სისტემების დამატება.

ხშირია როცა დაპროექტებით მიღებული შედეგები არ აკმაყოფილებს მოთხოვნებს, ასეთ დროს მომენტები ან ძვრის დეფორმაცია აჭარბებს დასაშვებს და აუცილებელია განხორციელდეს: შპუნტის ღრმა ჩასმა (embedment depth); ანკერების ან გამბჯენი კონსტრუქციების დამატება; პროფილის (წინაღობის მომენტი) გაძლიერება.

საქართველოს ერთ-ერთ საინჟინრო პროექტში შპუნტის კედლის მდგრადობის გაანგარიშება განხორციელდა პროგრამული პაკეტით GEO5-ით დახმარებით. სადაც გამოყენებული იყო ლარსენის ტიპის შპუნტი GU-21N, ჩასმის სიღრმით 12.0 მ. გაანგარიშება ჩატარდა ეტაპობრივად, გრუნტის ამოღების სხვადასხვა სიღრმეზე.

მიღებული პარამეტრები:

მაქსიმალური ძვრის ძალა: 19.67 kN/m

მაქსიმალური მღუნავი მომენტი: 29.66 kNm/m

მაქსიმალური გადაადგილება: 7.3 მმ

საინჟინრო პროგრამა GEO5 -ით მიღებული პარამეტრები:

შპუნტებს დაემატა გამბჯენი ელემენტები 3.6 მ ბიჯით

ჩასმის სიღრმე გაიზარდა, გაძლიერდა ბრუნვის მდგრადობა

საბოლოო მდგომარეობა – სრული ჩაღრმავება (ჩასმა 8.0 მ-მდე)

გამოცდით მიღებული ძაღვები და დეფორმაცია:

ძვრის ძალა: 216.6 kN/m

მღუნავი მომენტი: 207.33 kNm

გადაადგილება: 10.2 მმ

გამოთვლებით დადასტურდა, რომ შპუნტი აკმაყოფილებს სიმტკიცის კრიტერიუმს.

შპუნტის მდგრადობის უზრუნველყოფა მრავალფაქტორული ამოცანაა, რომელიც მოითხოვს სტატიკურ, ჰიდრავლიკურ და დინამიკურ ანალიზს. სიმულაციებმა აჩვენა, რომ ეფექტური სამუშაო სქემა მოითხოვს 5მ-ზე მეტი სიღრმის გამბჯენებს და რომ სექციის სწორი შერჩევით შესაძლებელია საჭირო სიმტკიცის უზრუნველყოფა, მინიმალური დეფორმაციებით.

შპუნტის ტიპების უპირატესობის, ზიდვის უნარის და გადაადგილების სიდიდეებს დასადგენად ჩავატარეთ სამი სხვადასხვა ტიპის შპუნტების გაანგარიშება საინჟინრო პროგრამა GEO5 -ით.

მოცემულ კონკრეტულ მაგალითებში შედაარებულია სამი ვარიანტი:

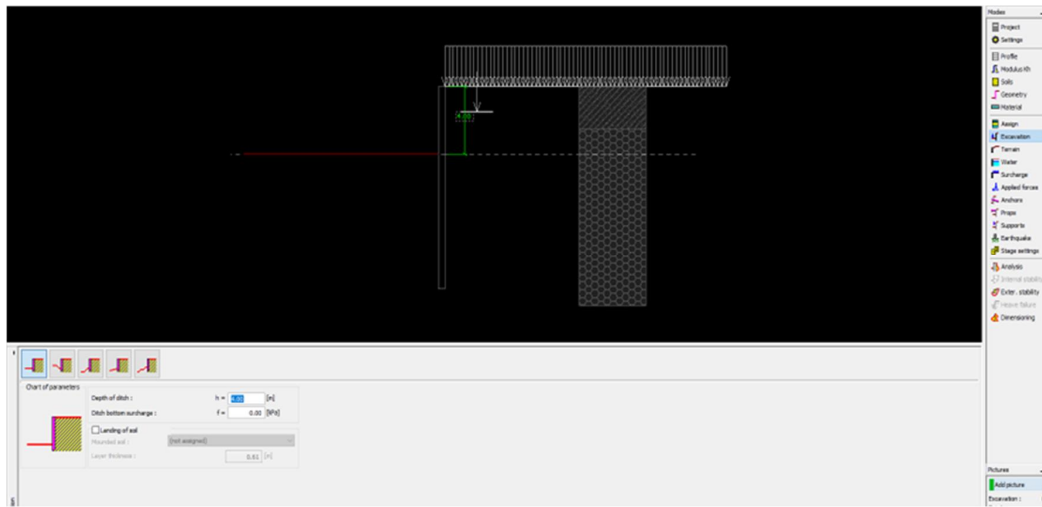
მხოლოდ შპუნტი კონსოლზე;

მხოლოდ ორტესებრი 600 მმ ბიჯით;

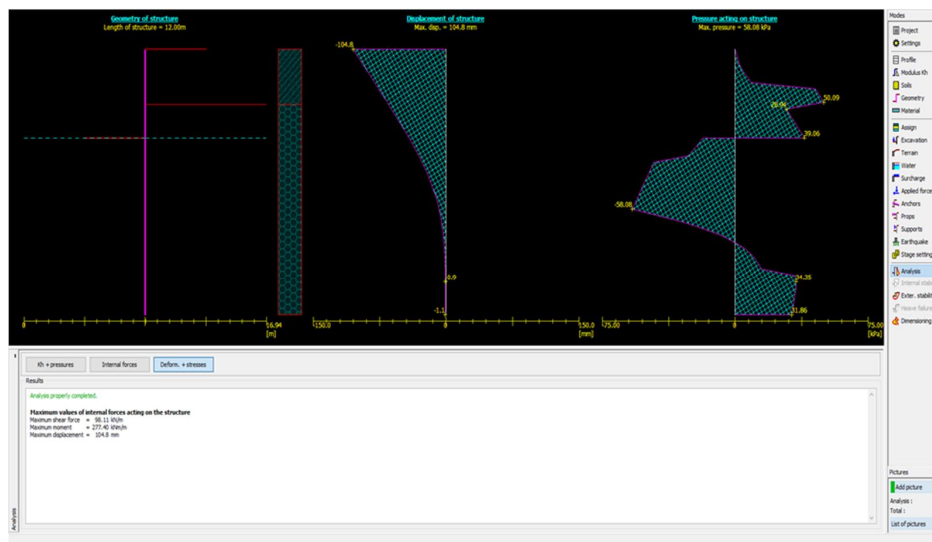
კომბინირებული შპუნტი ორტესებრით.

ამოცანა 1. 4 მეტრიანი ქვაბულის ანგარიში შპუნტური კედლით:

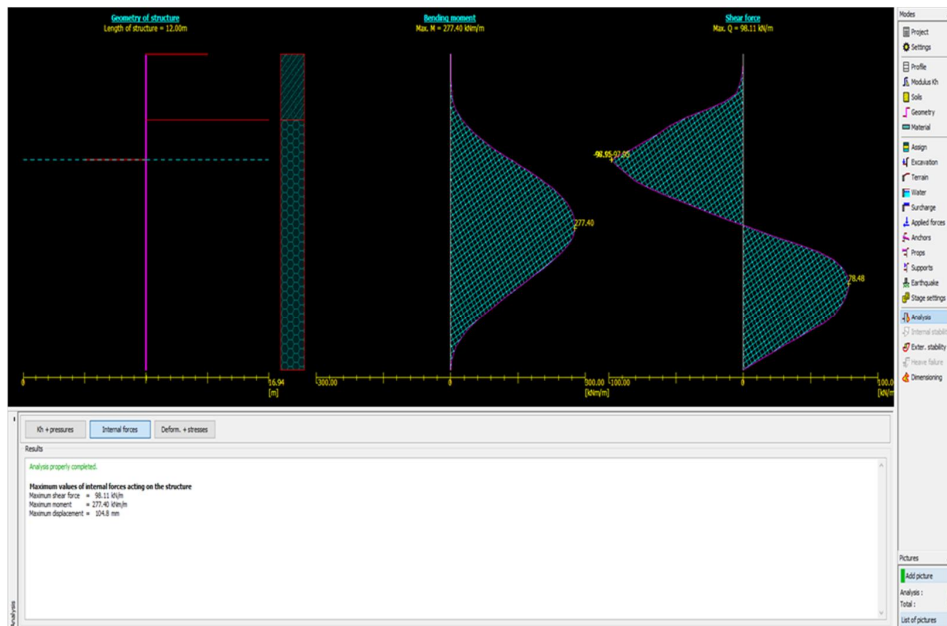
მოსაწყობია - 4 მეტრიანი ქვაბული შპუნტური კედლით. შპუნტის სიგრძე აღებულია 12 მ. პროფილის ნომერი VL605.



ნახ. 1. ქვაბულის ჭრილი



ნახ.2. შპუნტის გადაადგილება და შპუნტზე განვითარებული წნევის ეპიურა



ნახ.3. მღუნავი მომენტის და განივი ძალის ეპიურა

ძალეები და დეფორმაციები I ვარიანტისათვის:

მაქსიმალური ძალაა - 98,11 კნ/მ;

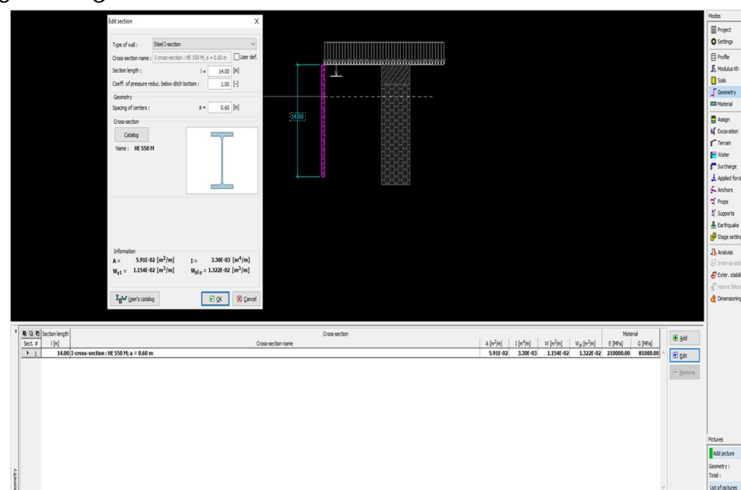
მასიმალური მღუნავი მომენტია 277,4კნ.მ

მაქსიმალური დეფორმაცია - 104,8 მმ.

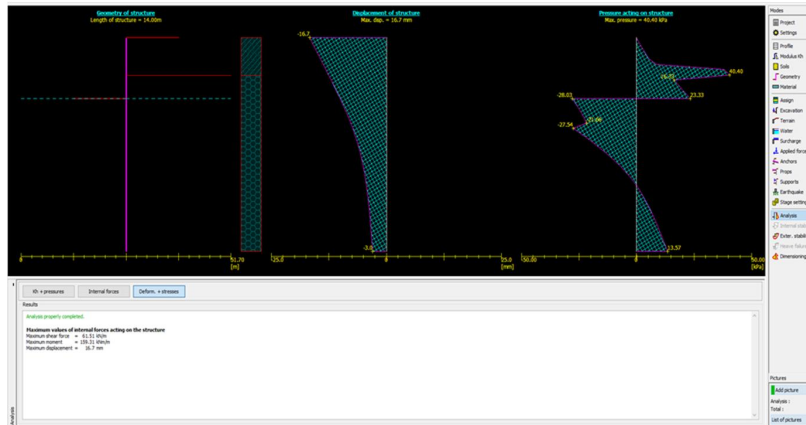
12 მეტრიანი შპუნტების შემთხვევაში მაქსიმალური გადაადგილება არის 104,8 მმ-ია, რაც ნორმების მიხედვით დაუშვებელია, ამიტომ გაანგარიშება გაგრძელდა ორტესებრი კვეთების მქონე შპუნტებზე. გაანგარიშების წინაპირობები დარჩა იგივე.

II ვარიანტი - ქვაბულის ანგარიში ორტესებრი კვეთის პროფილებით:

პირობები იგივე, გრუნტი თიხა, გაწყლოვანებული. წყლის დამყარების დონე ზედაპირიდან დაახლოებით 4 მეტრია. გაანგარიშება განხორციელდა იგივე საინჟინრო გეოლოგიური პირობებისათვის.

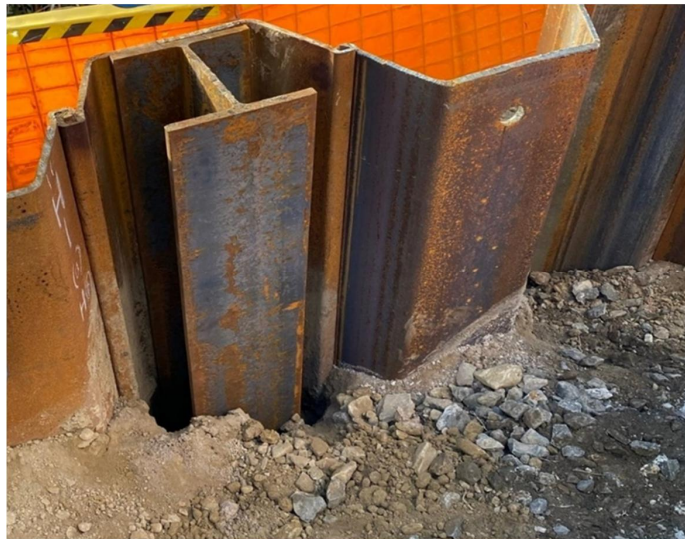


ნახ.4. ქვაბული მხოლოდ ორტესებრი კვეთის შპუნტებით



ნახ.5. შპუნტის გადაადგილება და შპუნტზე განვითარებული წნევის ეპიურა ორტესებრი კვეთის შპუნტებით ქვაბულის გამაგრებით ვარიანტში

III ვარიანტით ქვაბულის გამაგრება განხორციელებულია კომბინირებულად ლარსენის შპუნტი და ორტესებრი პროფილის კვეთით.



ნახ.6. ქვაბულის გამაგრება კომბინირებული მეთოდით

სამივე ტიპის ამოცანის ანგარიში ჩატარდა GEO5 საინჟინრო პროგრამის მეშვეობით, სადაც ასახულია, რომ ერთნაირ გეოლოგიურ პირობებში მხოლოდ შპუნტი ღებულობს დაუშვებელ დეფორმაციებს, რაც შეეხება მხოლოდ ორტესებრი პროფილების მოწყობის შემთხვევას, აქ დეფორმაციები მცირე და მისაღებია. კომბინირებული ვარიანტი არსებული გეოლოგიური პირობებისათვის იძლევა სიღრმის 7 მეტრამდე გაზრდის საშუალებას. კომბინირებულ მეთოდში სიმტკიცის გაზრდით იზრდება კონსოლზე მუშაობის სიღრმე, რაც იძლევა შესაძლებლობას მოეწყოს ქვაბული ანკერებისა და გამბრჯენების გარეშე.

3. დასკვნა

კვლევებმა გვიჩვენა, რომ შპუნტი გამძლეა ჰიდრავლიკური და სეისმური დატვირთვის მიმართ 15 მ სიღრმემდე.

LIRA SAPR-ში მოდელირების შედეგად დადგინდა, რომ მაქსიმალური გადახრა 15 მ სიღრმეზე აღწევს 1,2 მმ-ს, რაც აჩვენებს, რომ შპუნტის მდგრადობა აკმაყოფილებს საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნებს.

გრუნტის და ჰიდრავლიკური დატვირთვის ერთობლივი ზემოქმედება შპუნტის კონსტრუქციაზე იზრდება სიღრმესთან ერთად.

სამშენებლო პროცესის უსაფრთხოების, კონსტრუქციის სტაბილურობისა და მდგრადობის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია ლარსენის შპუნტის გაანგარიშებისას გათვალისწინებული იქნას, რამდენიმე მნიშვნელოვანი ფაქტორის (გრუნტის, წყლისა და სეისმური დატვირთვის) კომბინირებული ზემოქმედების გავლენა.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. გურგენიძე ბექა ქვაბულის ფერდის დამჭერი კონსტრუქციები//მშენებლობა N4(64), თბილისი, 2022. გვ. 51-57.
2. Gurgenidze B., Giorgobiani I. The role of the steel pile sheets in building base reinforcement// AGG+journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and Related Scientific Fields 2023_11(1)-p.p. 110-121
3. Gurgenidze B., Kipiani G. The role of steel pile sheets in Building base reinforcement// Book of Abstracts XIV Annual International Meeting of the Georgian mechanical UNION 29.08.2023-31.08.2023 POTI p.96.
4. Gurgenidze B. Narandyan chimines in industrial and civil engineering// International Scientific and Technical Conference “Problems of Applied Mechanics” Dedicated to the 95th Anniversary of the Academy Corresponding Member Irakli Ghudushauri” Book of abstract. 15-16 may, 2023. p.p. 58-59.

Selection of protective structural systems for new construction in densely populated areas

Beka Gurgenidze

Georgian Technical University

Abstract

Georgia has a diverse relief and complex geological conditions, high seismic activity, frequent mudflows and landslides. In these conditions, it is necessary to use technologies that ensure both economic efficiency and the stability and safety of engineering structures. Particularly noteworthy is the densely populated urban environment, where ensuring safety and stability is associated with many difficulties and costs: the process of installing sheet piles is accompanied by high levels of noise and vibration, limited working area, specific conditions of a particular construction environment, etc., which requires additional work and, of course, increased costs.

For the last 10 years in Georgia, the technology of screw mounting has been intensively implemented. Pile pile is a metal sheet that, when driven into the ground, forms a kind of iron curtain that performs the function of a protective barrier and is used in the construction of temporary and permanent structures. Sections provide maximum strength at minimum costs. The construction of connecting beams allows you to fasten them with clamps or bury them, creating a solid wall consisting of connected sections.

However, it should be noted that there are many obstacles: insufficient development of theoretical and practical studies, implementation of international standards, which significantly complicates the wider implementation of technology and its development. Despite these disadvantages, Larsen piles are used both in temporary and permanent structures: in the retaining walls of pits, in strengthening the banks of rivers, in the construction of ports, in the construction of roads and bridges, and especially in the implementation of safe construction works in historical and densely populated