

UDC 27.25.13

SCOPUS CODE 2202

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-2-209-215>

მზის ენერგიის, კოსმოსური ბაზირების, ტრანსფორმირებადი კონცენტრატორების კარკასის სქემების შექმნის ახალი მიდგომები

ელგუჯა მემმარიაშვილი	სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ბ E-mail: medzmariashvili@gtu.ge
გიზო ფარცხალაძე	ინჟინერიისა და მშენებლობის დეპარტამენტი, შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო, 6010, ბათუმი, ფიროსმანის ქ. 12 E-mail: gizopar5@yahoo.com
რუსუდან ტყეშელაშვილი	სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ბ E-mail: R.Tkeshelashvili@gtu.ge
ლევან ფიფია	სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის ტექნოლოგიების და საშენი მასალების დეპარტამენტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ბ E-mail: pipia@gtu.ge.

რეცენზენტები:

გ. მემმარიაშვილი, სტუ-ის ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტის დირექტორი, დოქტორი

E-mail: geomaxi@yahoo.com

მ. სანიკიძე, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: sanikidze@gtu.ge

ანოტაცია. XXI საუკუნის ძირითადი გამოწვევა კაცობრიობის წინაშე არის განახლებადი ენერგიის მიღების საშუალებები და მისი განვითარების პერსპექტივები. საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და მზის სხივების სიუხვე აღნიშნული საკითხების კვლევის, ანალიზისა და პრაქტიკებში დანერგვის საშუალებას გვაძლევს.

ნაშრომში განხილულია ნაგებობების ფორმატ-წარმოქმნის პროცესი, კონკრეტულად კი ტრანსფორმირებადი, გასაშლელ-დასაკეცი სტრუქტურები.

სტატიაში წარმოდგენილმა გადაწყვეტილებამ განაპირობა მრავალი დადებითი პოზიცია მზის კონცენტრატორის მოქნილი, გაჭიმული სტრუქტურის შექმნისას.

უპირველესად ეს დადებითი პოზიცია შეეხება იმას, რომ ჩაზნექილი ზედა პარაბოლოიდური ბადე „ჯდება“ ქვედა ჰიპერბოლოიდური ბადის ჩაზნექილ არეალში. ეს განაპირობებს იმას, რომ ნაცვლად ორი, საპირისპიროდ ამოზნექილი და ჩაზნექილი ბადეების ურთიერთგანთავსებისას წარმოქმნილი დიდი სიმაღლე პერიფერიულ ზონაში შეიცვალა პარაბოლოიდური და ჰიპერბოლოიდური ბადეების ურთიერთშეთავსებული განლაგებით.

აღნიშნულმა ახალმა გადაწყვეტილებამ მოგვცა სხვადასხვა ტიპის რადიო- და ოპტიკურ დიაპაზონში მომუშავე რეფლექტორების შექმნის ფართო ინტერპრეტაციის საშუალება.

საკვანძო სიტყვები: მზის ენერგია; პარაბოლოიდური ბადე; რეფლექტორი; ტრანსფორმირებადი კონცენტრატორი; ჰიპერბოლოიდური ბადე.

შესავალი

XXI საუკუნის ძირითადი გამოწვევა კაცობრიობის წინაშე, არის განახლებადი ენერგიის მიღების საშუალებები და მისი განვითარების პერსპექტივები. საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და მზის სხივების სიუხვე აღნიშნული საკითხების კვლევის, ანალიზის და პრაქტიკებში დანერგვის საშუალებას გვაძლევს.

ტრადიციულ დიზაინში, სადაც გამოიყენებოდა ორი საპირისპიროდ მოხრილი (ამოზნექილი და ჩაზნექილი) ბადე, პერიფერიულ ზონებში წარმოიქმნებოდა დიდი სიმაღლე, რაც ართულებდა სტრუქტურის ტრანსპორტირებასა და შენახვას. ამის საპირისპიროდ, ახალი მიდგომა, რომელიც ჰიპერბო-

ლოიდური ბადის გამოყენებას ეფუძნება, საშუალებას იძლევა ზედა პარაბოლოიდური ბადე „ჩაჯდეს“ ქვედა ბადის ჩაზნექილ არეალში, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს სტრუქტურის განივკვეთის სიმაღლეს. ეს გადაწყვეტილება არა მხოლოდ აუმჯობესებს პრაქტიკულობას, არამედ ზრდის სტრუქტურის მოქნილობასა და ეფექტურობას.

ძირითადი ნაწილი

ნაგებობების ფორმათწარმოქმნის პროცესში, მითუმეტეს თუ კვლევის ობიექტები ტრანსფორმირებადი, გასაშლელ-დასაკეცი სტრუქტურებია, რომლებიც უნდა აკმაყოფილებდნენ მოთხოვნას: დაკეცილ მდგომარეობაში პაკეტის მცირე სატრანსპორტო გაბარიტებისა და მისი მასის შემცირებისა; ხოლო საექსპლუატაციო – ფუნქციური ფორმის შემთხვევაში, მაქსიმალურ გაბარიტებს ამრეკლისა – კონცენტრატორისა, მნიშვნელოვანია შესაბამისი სტრუქტურის შექმნის განსაზღვრა.

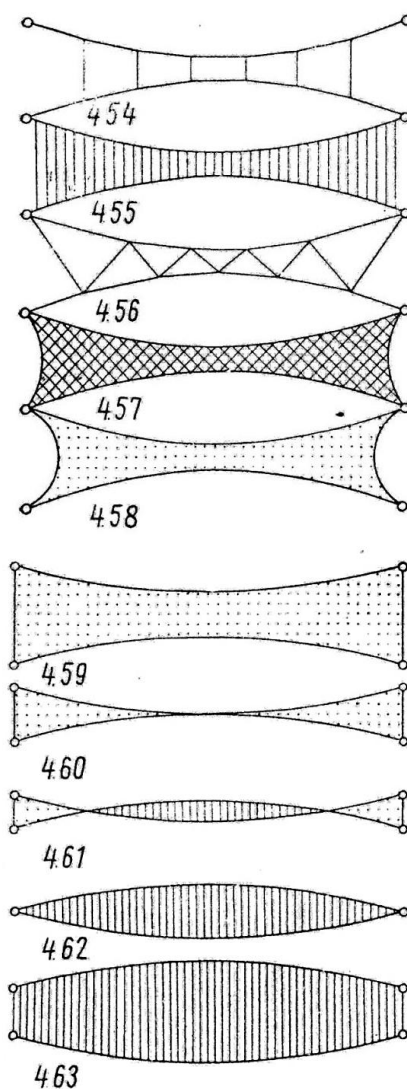
ამ მხრივ სტრუქტურა უნდა იძლეოდეს მისი ზომების დიდ დიაპაზონში ტრანსფორმირების საშუალებას და ამასთან ერთად უნდა იყოს მინიმალური წონის, რაც პირველ რიგში უნდა იყოს განპირობებული თვით სტრუქტურის ცალკეული ელემენტების ქვესტრუქტურებით.

რამდენადაც ტრანსფორმირებად სისტემებში, მითუმეტეს კი ჩვენს შემთხვევაში, ვიყენებთ მოქნილ, წინასწარდაძაბულ თხელკედლიან წიბოებს, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია მათი სტრუქტურული განხილვა.

ამ მხრივ მნიშვნელოვანია ნაშრომი - Zugbeanspruchte Konstruktionen. Herausgegeben von Frei Otto. 1966.

წიგნში, სადაც ავტორი განიხილავს „გაჭიმულ კონსტრუქციებს“ – ვანტებით და კარვებით სამშე-

ნებლო კონსტრუქციების ფორმატწარმოქმნას, 39-ე ბი, რომლებიც სადისერტაციო ნაშრომში არის გა-
გვერდზე ფიგ. 4.54÷4.63 განხილულია გაჭიმული მოხაზული (სურ. 1).
სიბრტყითი სტრუქტურების „ტოლფასი“ სახეობე-



სურ. 1. გაჭიმული სტრუქტურების ტოლფასი სახეობები

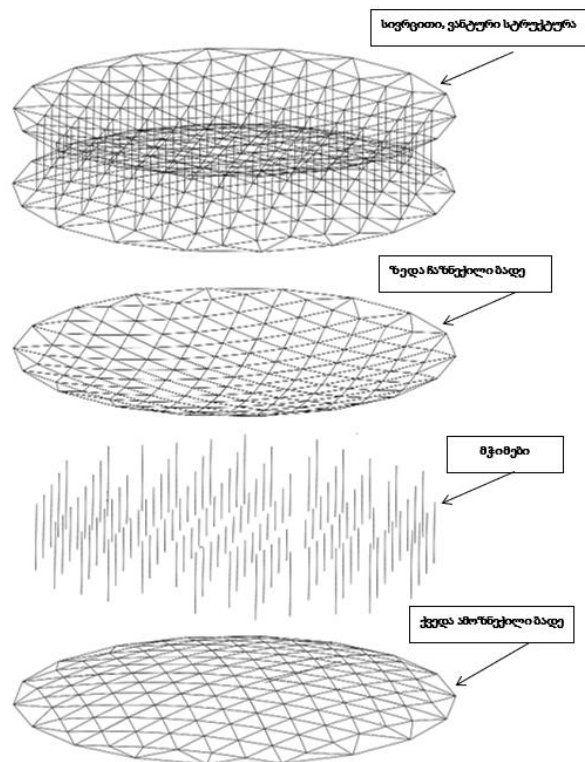
თუ წარმოდგენილ სქემებს გარკვეული ლოგო-
კით შევავსებთ, მივხვდებით, რომ ჩვენ მიერ წრი-
ული ფორმის გამშლელ რგოლთან, კონცენტრა-
ტორში გამოყენებული იყო ცენტრალურ რადია-
ნულ წიბოებში მთლიანკედლიანი, მუდმივკვეთი-

ნი, თხელკედლიანი, მოქნილი წინასწარდაძაბული
ფურცლოვანი მასალა. მას, მიუხედავად მისი სით-
ხელისა, მაინც აქვს მომატებული წონა. ამდენად,
მისი სტრუქტურული შემსუბუქებისათვის სხვა
სქემების - 4.57; 4.56; 4.55 და 4.54-ის განხილვის

შემდეგ, შერჩეულ იქნა სქემა 4.54. იგი წარმოადგენს ზედა და ქვედა ვანტურ სარტყლიან, მრუდე მოხაზულობის ვანტებს, რომლებიც ფორმას ინარჩუნებენ მათი შემაერთებული ვერტიკალური ვანტებით, რომლებიც ჩამაგრებულია ზედა და ქვედა სარტყლების შესაბამის კვანძებში.

ამდენად მოხდა სტრუქტურის ელემენტების წონის ფაქტორის გარკვეული ოპტიმიზაცია.

მაგრამ წონის გარდა, კონცენტრატორებში პრობლემატურია განივკვეთის სიმაღლე. ამ მხრივ, თუ აღნიშნული იდეოლოგიით, კონცენტრატორების ცენტრალურ ნაწილს ავაგებთ, შერჩეული (სურ.1, პოზიცია 4.5), უკვე სივრცითი ვარიანტის მიხედვით, მივიღებთ შემდეგ სივრცით სტრუქტურას (სურ. 2).



სურ. 2. სივრცითი, ვანტური სტრუქტურა აგებული ზედა ჩაზნექილი პარაბოლოიდის ფორმის მქონე ბადით, ქვედა, ამოზნექილი პარაბოლოიდის მქონე ბადით და მათი შესაერთებული მჭიმებით.

აღნიშნული სივრცითი სტრუქტურა შედგება ზედა ჩაზნექილი ბადისაგან, რომელიც შესრულებულია სამკუთხედის გვერდების ურთიერთკვეთის ფორმით განთავსებული ვანტებისაგან და ანალოგიური სტრუქტურის ქვედა, ამოზნექილი ბადისაგან.

ზედა და ქვედა ბადეების ცალკეული ვანტების ურთიერთგადაკვეთის ადგილას წარმოიქმნება მათი ურთიერთშეერთების კვანძები.

შესაბამისად, ზედა და ქვედა ბადეების კვანძები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჭიმვადი ვანტებით – მჭიმებით.

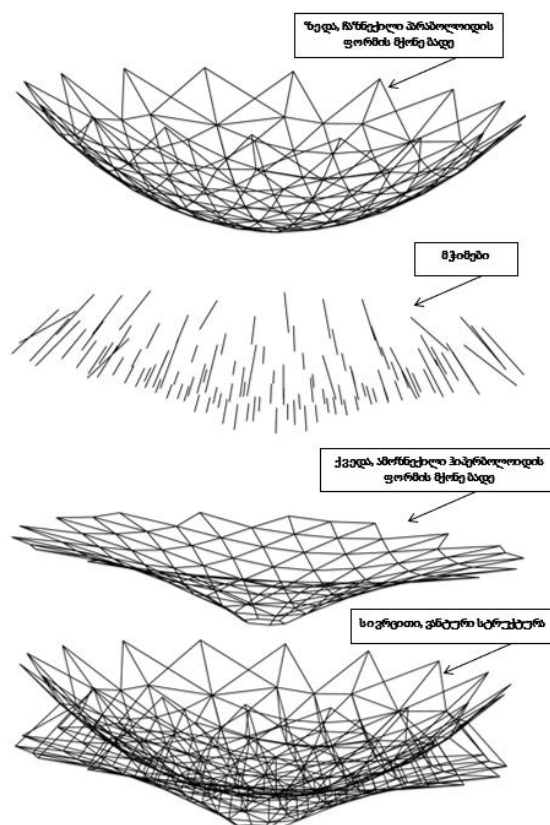
როგორც სქემიდან ჩანს, აღნიშნულ სტრუქტურას პერიფერიაში აქვს მაღალი სიმაღლე, რაც გამოწვეულია მისი სტრუქტურით. აღნიშნული სიმაღლე წარმოადგენს ზედა და ქვედა ბადეების ჩაღრმავების ისრების სიგრძის ჯამს დამატებული ტექნოლოგიური მანძილი.

დიდ გაბარიტებში, აღნიშნული სიმაღლე საგრძნობლად იზრდება და თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ სტრუქტურას პერიფერიაში მოწყობილი აქვს გამშლელი, ხისტი რგოლი, მაშინ გასაგებია, რომ მისი სიმაღლე ხელს უშლის დაკეცილი პაკეტის გაბარიტის შემცირებას.

სტრუქტურის პერიფერიაში განივკვეთის სიმაღლის შემცირების მიზნით ჩატარდა კვლევა.

პირველ სურათზე წარმოდგენილი სქემით ირკვევა, რომ გარკვეულწილად (პოზიცია 4.61) პერიფერიაში სიმაღლის შემცირება შესაძლებელია, მაგრამ ეს შეუძლებელი ხდება იმ მოტივით, რომ ასეთ შემთხვევაში ვერ მივიღებთ კონცენტრატორის ამრეკლ პარაბოლოიდურ ზედაპირს, რომ არაფერი ვთქვათ სტრუქტურაში ხისტი, ვერტიკალური დგარების გამოყენების აუცილებლობაზე.

სხვადასხვა ვარიანტის შერჩევის შემდეგ, მივიღეთ გადაწყვეტილება აღნიშნულ სტრუქტურაში, ქვედა ამოზნექილი ბადე ყოფილიყო არა პარაბოლოიდური, არამედ ჰიპერბოლოიდური (სურ. 3).



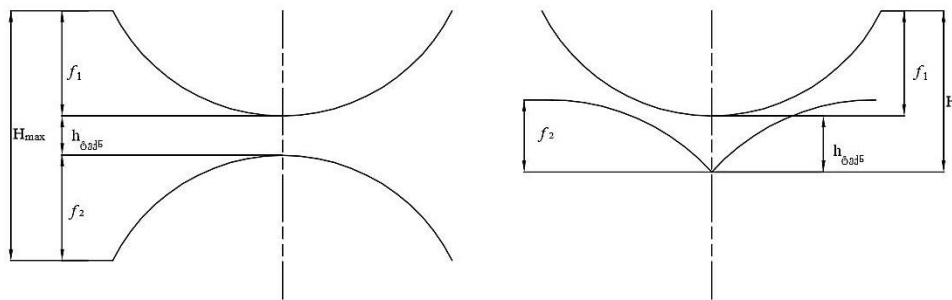
სურ. 3. სივრცითი ვანტური სტრუქტურა, შედგენილი ზედა მაზნექილი ბადისაგან და ქვედა ამოზნექილი, ჰიპერბოლოიდის ფორმის, ბადისაგან, რომლებიც გაერთიანებულია მათი მაკავშირებელი მჭიმებით.

დასკვნა

აღნიშნულმა გადაწყვეტილებამ შექმნა პირობები მრავალი დადებითი პოზიციის კონცენტრატორის მოქნილი, გაჭიმული სტრუქტურის შექმნისას.

უპირველესად ეს დადებითი პოზიცია შეეხება იმას, რომ ჩაზნექილი ზედა პარაბოლოიდური ბადე „ჯდება“ ქვედა ჰიპერბოლოიდური ბადის ჩაზნექ-

ქილ არეალში (სურ. 4). ეს განაპირობებს იმას, რომ ორი, საპირისპიროდ ამოზნექილი და ჩაზნექილი ბადეების ურთიერთგანთავსებისას წარმოქმნილი დიდი სიმაღლე პერიფერიულ ზონაში (სურ. 4ა) შეიცვალა პარაბოლოიდური და ჰიპერბოლოიდური ბადეების ურთიერთშეთავსებული განლაგებით (სურ. 4ბ).



სურ. 4. სტრუქტურის მაქსიმალური სიმაღლე:

ა) ჩაზნექილი და ამოზნექილი პარაბოლოიდური ბადეების გამოყენებისას; ბ) ჩაზნექილი პარაბოლოიდური და ამოზნექილი ჰიპერბოლოიდური ბადეების გამოყენებისას.

აღნიშნულმა ახალმა გადაწყვეტილებამ, რომელსაც ანალოგი არ გააჩნია, მოგვცა სხვადასხვა ტიპის რადიო- და ოპტიკურ დიაპაზონში მომუშავე რეფ-

ლექტორების შექმნის ფართო ინტერპრეტაციის საშუალება.

ლიტერატურა

1. Medzmariashvili, E. V. (1990). *Transformable systems*. p. 106. Tbilisi: Academy of Sciences.
2. Medzmariashvili, E. (2019). *Transformable constructions. Part I*, p.266. Tbilisi: Georgian Technical University.
3. BudTex. (2017). *What is Mylar film, its properties, and how it is made*. Retrieved from <https://budtex.com.ua/materialy/13-plyonka-mylar.html>
4. Medzmariashvili, E. (1995). *Transformable constructions in space and on Earth*, p.447 Valemar, Germany.
5. Otto, F. (Ed.). (1966). *Tensile structures*.
6. Salman, A. M. (2021). *Technological support for the quality of composite materials based on carbon fiber*. Altai State Technical University named after I. I. Polzunov.
7. Buttener, O., & Hampe, E. (1977). *Bauwerk Tragwerk Tragstruktur*. VEB Verlag für Bauwesen.

UDC 27.25.13

SCOPUS CODE 2202

HTTPS://DOI.ORG/10.36073/1512-0996-2025-2-209-215

New Approaches to the Development of Frame Schemes for Space-based Transformable Solar Energy Concentrators

Elgudja Medzmariashvili	Department of Civil and Industrial Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68 ^B , M. Kostava str. E-mail: medzmariashvili@gtu.ge
Gizo Partskhaladze	Department of Engineering and Construction, Shota Rustaveli State University, 6010, Tbilisi, 12, Phirosmani str. E-mail: gizopar5@yahoo.com
Rusudan Tkeshelashvili	Department of Civil and Industrial Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68 ^B , M. Kostava str. E-mail: R.Tkeshelashvili@gtu.ge
Levan Pipia	Department of Civil and Industrial Construction Technologies and Building Materials, Georgia, 0160, Tbilisi, 68b M. Kostava Street E-mail: pipia@gtu.ge

Reviewers:

- G. Medzmariashvili**, PHD doctor, Director of the institute of buildings special systems and engineering support, GTU
E-mail: geomaxi@yahoo.com
- M. Sanikidze**, Professor, Faculty of civil engineering, GTU
E-mail: sanikidze@gtu.ge

Abstract. The main challenge of the 21st century for humanity is the means of obtaining renewable energy and the prospects for its development. The natural resources of Georgia and the abundance of solar radiation allow us to research, analyze, and implement these issues in practice.

This paper discusses the process of form generation in structures, specifically focusing on transformable, expandable-foldable structures.

The solution presented in the article has resulted in many positive outcomes when creating a flexible, tensioned structure for the solar concentrator.

First and foremost, this positive outcome relates to the fact that the concave upper parabolic mesh "fits" into the concave area of the lower hyperbolic mesh. This leads to the fact that, instead of two meshes with opposing convex and concave curvatures generating a large height in the peripheral zone, the arrangement of the parabolic and hyperbolic meshes in mutual alignment is realized.

This new solution has provided us with a broad interpretation of creating reflectors operating in various types of radio and optical ranges.

Keywords: Hyperbolic mesh; Parabolic mesh; Reflector; Solar energy; Transformable concentrator.

განხილვის თარიღი 19.05.2025

შემოსვლის თარიღი 26.05.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16.06.2025