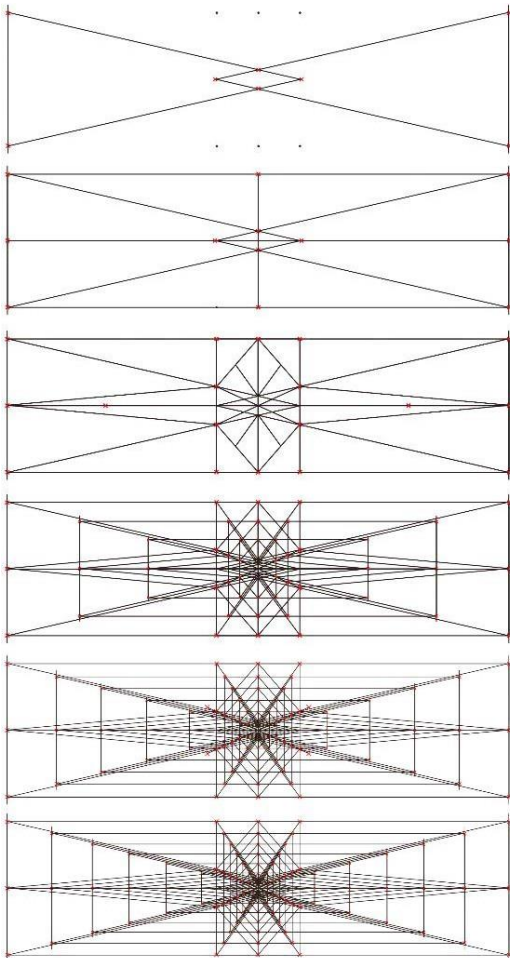


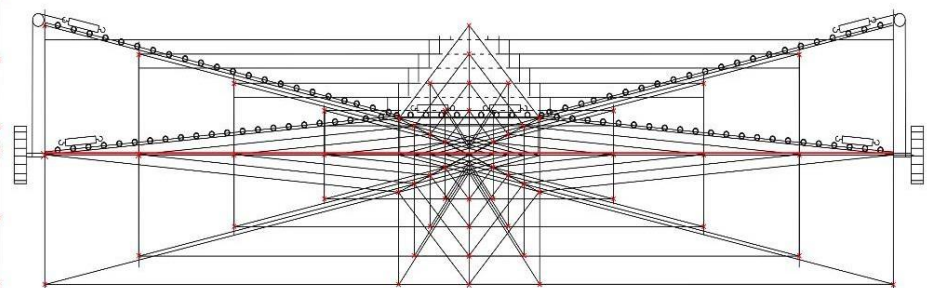
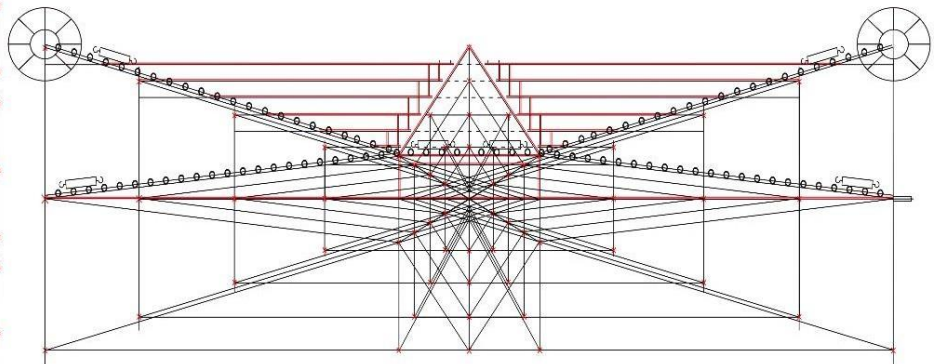
# საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეცნიერისა და გამომგონებლის ხეოფსის დიდი პირამიდის მშენებლობისადმი ახალი, უნიკალური მიდგომა



გ. კვარაცხელიას არასტანდარტული ფრაქტალის გეომეტრიული ფიგურები

სტუ-ს მაღალი სიზუსტის მქაბრუნული ტექნოლოგიების  
საუნივერსიტეტო სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის  
უფროსი სტუ-ს საპატიო დოქტორი

პოლკოვნიკი  გრიგორი (გოგი) კვარაცხელია



გ. კვარაცხელიას ეგვიპტის პირამიდების კერძოდ, ხეოფსის დიდი პირამიდის სამშენებლო სამუშაოების სავარაუდო ალგორითმი.

როგორ შენდებოდა ეგვიპტის პირამიდები? ეს კითხვა დღემდე ამოუხსნელი და მთავარი თავსატეხია მსოფლიოს საოცრებების მკვლევარ-მეცნიერებისათვის. მიუხედავად ჩატარებული არქეოლოგიური სამუშაოებისა ჯერ კიდევ არ არის აღმოჩენილი დოკუმენტური წყაროები, რომლებიც მეცნიერებს მისცემდა პასუხს მასზედ, თუ როგორ, რა მექანიზმებით ან რა საშუალებებით შენდებოდა ეს საოცარი ნაგებობები.

სამეცნიერო წრეებში არსებობს უამრავი ჰიპოთეზა თუ მოსაზრება პირამიდების მშენებლობის მექანიზმის შესახებ. ყველაზე გავრცელებული თეორიის თანახმად, იმისათვის რომ დიდი ზომის ქვები მშენებლებს გადაეადგილებინათ ერთი ადგილიდან მეორე სასურველ ადგილამდე მათ ხის მორეზზე აცურებდნენ, რაც საქმეს აადვილებდა. ქვები მიბმული უნდა ყოფილიყო თოკით ადამიანებზე, რომლებიც მათ წინ უბიძგებდათ. ამავე დროს რამდენიმე

კაცს უნდა გამოეცალა უკანასკნელი მორი, რომელიც მიჰქონდათ შემდეგ და ისევ წინ დებდნენ და ამგვარად ქმნიდნენ უწყვეტ რგოლს. თუმცა ამ მოსაზრებას ბევრი ბუნდოვანება ახლავს თან, რადგან ბოლომდე ნათლად არ არის გახსნილი პირამიდის საფეხურებრივი კონსტრუქციისგამო ქვების სიმაღლეზე გადაადგილების მექანიზმი, ქვათა წყობის თანმიმდევრულობა კონსტრუქციასთან მიმართებით და ა.შ.

ბერძენი ისტორიკოსი ჰეროდოტე, რომელმაც ეგვიპტეში იმოგზაურა ძვ. წ. აღ. 450 წელს წერდა, რომ ეგვიპტელებს ჰქონდათ გარკვეული მოწყობილობა, რომლსაც იყენებდნენ დიდ და მასიური ქვების ასაზიდად, მაგრამ რაოდენ უცნაურადაც არ უნდა ჟღერდეს, მეცნიერებმა ამგვარი ამწე მოწყობილობების ვერანაირი დამამტკიცებელ საბუთს ვერ მიაკვლიეს. თუმცა ჰეროდოტეს ამ ერთადერთ შემორჩენილ წერილობით დოკუმენტზე დაყრდნობით ზოგიერთმა გამოთქვა ვარაუდი, რომ პირამიდების მშენებლობა მიმდინარეობდა ქანქარა მექანიზმების გამოყენებით. თავდაპირველად აწყობდნენ პირველ საფეხურს, შემდეგ ასევე ქანქარა მექანიზმების გამოყენებით მეორე საფეხურს და ა.შ თანმიმდევრულად, თუმცა საკითხი მასზე, თუ რა რაოდენობის ან რა ზომის ქანქარა მექანიზმი იყო გამოყენებული კვლავ ბუნდოვანია. გარდა ამისა, ზოგიერთი ქვის ლოდის ზომა და მასა გვაფიქრებინებს იმას, რომ ასეთი ქანქარა მექანიზმების გამოყენებით შეუძლებელი იქნებოდა მათი სიმაღლეზე ატანა და იმავდროულად მიღწეული ყოფილიყო ის გეომეტრიული ფორმები, რომლებიც ამ პირამიდების უნიკალურობის ძირითადი მახასიათებელია.

მართალია, ჯერ ბოლომდე არ არის გარკვეული, როგორ აჰქონდათ პირამიდის გვერდებზე მძიმე ქვის ლოდები, მაგრამ მეცნიერები კვლავ აგრძელებენ საკუთარი მისაზრებების გამოთქმას მშენებლობის ტექნოლოგიის თაობაზე. არქეოლოგ იანის გურდონის განცხადებით, ეგვიპტელები პირამიდის ასაშენებლად იყენებდნენ გადასაადგილებელ სისტემას. ეს გადასაადგილებელი სისტემა შედგებოდა ცენტრალური იარუსისა და გარშემორტყმული კიბეების ორი წყებით, რომლებიც შეიცავდა ბოძისებრ ხვრელებს. ეს ხვრელები უნდა სჭეროდა ხის ძლიერ ბოძებს. ქვის ლოდებს სავარაუდოდ ხის მარხილებზე აწყობდნენ და ბოძების ირგვლივ შემოხვეული თოკების სისტემით ახდენდნენ ქვების გადაზიდვას და არსებობს უამრავი სხვადასხვა ჰიპოთეზები.

წარმოგიდგენთ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მაღალი სიზუსტის მექატრონული ტექნოლოგიების საუნივერსიტეტო სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის უფროსის, არაერთი გამოგონებისა და სამეცნიერო ნაშრომების ავტორის, სტუ-ს საპატიო დოქტორის, პოლკოვნიკ გოგი კვარაცხელიას ეგვიპტის პირამიდების კერძოდ, ხეოფსის დიდი პირამიდის სამშენებლო სამუშაოების სავარაუდო ალგორითმს.

**გ. კვარაცხელიამ** არა მარტო ნახაზებისა და თეორიის დონეზე შეიმუშავა ქვის ლოდების

წყობისა და სიმაღლეზე აზიდვის ტექნოლოგია, არამედ უკვე პრაქტიკულადაც წარმოადგინა



მექანიზმი და მაკეტი ამ ტექნოლოგიის განსახორციელებლად. ბატონი გ. კვარაცხელიას ტექნოლოგიისა და მექანიზმის უნიკალურობა მდგომარეობს იმაში, რომ პირამიდის საფეხურების ფორმირებამდე მშენებლები სავარაუდოდ ახდენდნენ ხის მასალის გამოყენებით ხარაჩოთა სისტემის ფორმირებას. (იზადება კითხვა იმ დროისათვის, როდესაც შენდებოდა გიზას პირამიდები ეგვიპტეში, როგორც ისტორიკოსები გადმოგვცემენ დეფიციტი იყო ხე-ტყის მასალები და თანაც ძალიან ძვირი. კვარაცხელიას მტკიცებით, ხეოფსის დიდი პირამიდის სამშენებლო ქვა-ბლოკები და ხე-ტყის მასალა როგორც მემატთანე გვამცნობს ჩამოზიდულია ძალიან შორი მანძილიდან, დაახლოებით 600-800 კილომეტრიდან მდინარე ნილოსის საშუალებით, ქვა-ბლოკები ხის ნაგებობითა და ხე-ტყე შეკრული ტივების სახით. აღსანიშნავია, რომ მდინარე ნილოსმა სათავიდან გზადაგზა უნდა გამოიაროს რამოდენიმე ბუნებრივი რესურსებით მდიდარი ქვეყნები, კენია, ეთიოპია, სამხრეთ სუდანი, სუდანი. ასე, რომ სადაც ასეთი მძიმეწონიანი ქვის ბლოკები ჩამოიტანეს არც ხე-ტყის მასალის ჩამოტანა უნდა ყოფილიყო დიდი პრობლემა). ხსენებული სისტემას გააჩნდა დახრილი პანდუსების რამოდენიმე წყვილები. ამასთან, პანდუსების წყვილებიდან თითოეული დახრილი იყო საპირისპირო კუთხით, რომელთაგან ერთი განკუთვნილი იყო მიწის პირიდან პირამიდის პირველი საფეხურისაკენ ანუ შიგა მიმართულებით ქვის ლოდის გასაადგილებლად, ხოლო მეორე პირამიდის პირველი საფეხურიდან უკვე გარე მიმართულებით სიმაღლეზე გადასაადგილებლად. პანდუსების წყვილები შესაძლოა ფორმირებული ყოფილიყო ფიცარნაგის ფორმით და გამაგრებული

ყოფილიყო ხის საყრდენი ძელებით. სიმაღლეზე გადასაადგილებელი პანდუსებიდან ასაშენებელი პირამიდის მიმართულებით ფორმირებული იყო ბილიკები. ბილიკები, ისევე, როგორც პანდუსები კონფიგურირებული იყო ფიცარნაგის ფორმით და გამაგრებული იყო საყრდენი ძელებით. ბილიკების რაოდენობა შეესაბამებოდასაგები პირამიდის საფეხურების რაოდენობას, ამასთან, სიმაღლის მიმართულებით ყოველი მომდევნო ბილიკის სიგრძე მეტი იყო წინაზე და მათი ამგვარი კონსრუქციული ერთობლიობა ხარაჩოთა სისტემის ცენტრალურ ნაწილში აფორმირებდა პირამიდის ფორმის წარმოსახვით სივრცეს.



ქვის ლოდების გადასაადგილებელი მექანიზმი კი შეიცავდა პანდუსებზე გადაადგილების შესაძლებლობის მქონე ურიკებს (მარხილებს) რომლებიც გვარლ-ბლოკური სისტემით დაკავშირებული იყო ერთის მხრივ ხარაჩოთა სისტემის ცენტრალურ ნაწილში დაკავშირებულ საყრდენთან და მეორეს მხრივ ამძრავ კვანძთან. **ბატონი გ. გვარაცხელიას** ვარაუდით ძირითადი ამძრავი მექანიზმი შესაძლოა მოქმედებაში ყოფილიყო მოყვანილი მუშახელის მეშვეობით, ანდა ფორმირებული ყოფილიყო წყლის ბორბალის სახით, რადგან პირამიდის გარშემო ნახსენებია და არსებობს არხების სავარაუდო კვალიც. გარდა ზემოაღნიშნულისა **გ. კვარაცხელიას** მოსაზრებით ქვის ლოდების მიწის პირიდან პანდუსებზე გადასაადგილებელი ურიკები ცენტრალური

საყრდენის გავლით შესაძლოა დაკავშირებული ყოფილიყო ერთმანეთთან გვარლ-ბლოკური სისტემით, რათა სინქრონიზებული ყოფილიყო ერთი ურიკის დატვირთვის მდებარეობიდან მეორე ურიკის დატვირთვის მდებარეობისკენ გადაადგილება, რაც იმავდროულად, მცირედით, მაგრამ მაინც ხელს შეუწყობდა დატვირთული ურიკის გადაადგილებაზე დახარჯული ძალის შემცირებას.



შეიძლება ითქვას, რომ ბატონი გ. კვარაცხელიას მიერ შემუშავებული მშენებლობის კონსტრუქციული პრინციპი, ტექნოლოგია და მექანიზმი ყველაზე რეალისტური და მუშაუნარიანია დღემდე, ჰიპოთეზების საფუძველზე და მხოლოდ იდეების დონეზე წარმოსახულ კონსტრუქციებს შორის. იგი წლების განმავლობაში პირამიდების მშენებლობის ყველა სავარაუდო მეთოდის შესწავლის შემდეგ თვლის, რომ პირამიდა არც ვინმე იმდროინდელი ცნობილი არქიტექტორის, არც მშენებელ-ინჟინრების აგებულია, არამედ პირამიდის აგების პრინციპი არასტანდარტული ფრაქტალის გეომეტრიული ნიმუშია, ხოლო ნაგებობის სიმძიმის ცენტრი და სიმტკიცის ძალთა გადანაწილების ურთულესი ფორმულა კი, წმინდა მათემატიკური გათვლების ფანტასტიკური შედეგი.

კვარაცხელიას ჰიპოთეზასთან დაკავშირებით რამოდენიმეჯერ შედგა შეხვედრა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მათემატიკის დეპარტამენტის, სამშენებლო ფაკულტეტის და არქიტექტურის ფაკულტეტის პროფესორთა ჯგუფთან, რომლებმაც გამოთქვეს თავთავიანთი მოსაზრებები და იდეას მხარს უჭერენ.

## რეკომენდაცია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მაღალი სიზუსტის მექატრონული ტექნოლოგიების საუნივერსიტეტო სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის უფროსის, სტუ-ს საპატიო დოქტორის, პოლკოვნიკ გოგი კვარაცხელიას მიერ ეგვიპტის პირამიდების მშენებლობასთან დაკავშირებულ გამოთქმულ ჰიპოთეზაზე. ბატონმა გოგი კვარაცხელიამ მოგვმართა კონკრეტულ გეომეტრიულ ამოცანასთან დაკავშირებით. ამ ამოცანის განხილვისას მიღებულ მათემატიკურ ობიექტებზე დაყრდნობით, ბატონმა გ. კვარაცხელიამ გამოთქვა საინტერესო მოსაზრება ეგვიპტის პირამიდების მშენებლობის აღწერასთან დაკავშირებით. კერძოდ, მან ამ ობიექტზე დაყრდნობით წარმოადგინა ხარაჩოთა კონსტრუქცია, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელია ეფექტურად აშენდეს ისეთი რთული ბუნების ობიექტები, როგორიცაა ეგვიპტის ცნობილი პირამიდები. 2020 წლის 24 სექტემბერს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში შედგა მორიგი შეხვედრა ბატონ გოგი კვარაცხელიასთან, რომელსაც ესწრებოდნენ მათემატიკის პროფესორები. ბატონმა გოგიმ გაგვაცნო მის და სხვა მეცნიერთა მიერ გამოთქმული ჰიპოთეზები ეგვიპტის პირამიდების მშენებლობის შესახებ. მიგვაჩნია, რომ ბატონი გოგის მიერ წარმოდგენილი ჰიპოთეზა ეგვიპტის პირამიდების მშენებლობასთან დაკავშირებით ფრიად საინტერესო და რეალისტურია დღემდე გამოთქმულ ჰიპოთეზებს შორის. ის იმსახურებს ყურადღებას და მას ვუწევთ რეკომენდაციას შესაბამისი დარგის სპეციალტებთან განსახილველად.

საქართველოს ტექნიკური  
უნივერსიტეტის მათემატიკის  
დეპარტამენტის პროფესორები:

ალექსი კირთაძე

შაქრო ტეტუნაშვილი

ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის  
გამოთვლითი მათემატიკის  
ინსტიტუტის დირექტორი

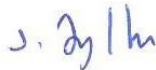
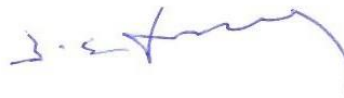
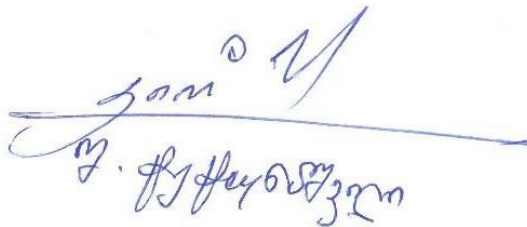
ვახტანგ კვარაცხელია

ქუთაისის საერთაშორისო  
უნივერსიტეტის პროფესორი,  
საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული  
აკადემიის სტიპენდიანტი

ალექსანდრე მესხი

ევროპის მათემატიკური  
საზოგადოების წევრი,  
ამერიკის მედიტერანული  
კვლევების ასოციაციის წევრი

გია კვაშილავა



## რეკომენდაცია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მაღალი სიზუსტის მექატრონული ტექნოლოგიების საუნივერსიტეტო სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის უფროსის, სტუ-ს საპატიო დოქტორის, პოლკოვნიკ გოგი კვარაცხელიას მიერ ეგვიპტის პირამიდების მშენებლობის ტექნოლოგიასთან გამოთქმულ ჰიპოთეზაზე. ბატონმა გოგიმ მოგვმართა და თავად მოგვიყვა კონკრეტულ გეომეტრიულ ამოცანასთან დაკავშირებით, თუ რაში მდგომარეობს მისი მთავარი მიგნება და რამდენად რეალისტურია სხვა უკვე არსებული მოსაზრებებისგან განსხვავებით. განხილვას ესწრებოდნენ სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანი, პროფესორი ზურაბ გვიშიანი; დეკანის მოადგილე, პროფესორი იური ქადარია; პროფესორები: გუგა ჭოხონელიძე, ლია კახიანი, მარინა ჯავახიშვილი, გინა გურეშიძე.

პროფესორების აზრით, ბატონი გოგის მიერ შემუშავებულია მშენებლობის კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური პრინციპი, რომელიც ყველაზე რეალურია და არ ეწინააღმდეგება აქამდე დაგროვილ და გაზიარებულ მოსაზრებებს, პირიქით, შესაბამისობაში მოდის საუკუნეების განმავლობაში არქეოლოგიური კვლევის შედეგად მოპოვებულ მასალებთან. იგი აპირებს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბაზაზე გააკეთოს ანიმაცია, რათა პრაქტიკულად უფრო თვალსაჩინო გახდეს რაზე საუბრობს და როგორ მუშაობს მექანიზმი. ასევე სურს, შექმნას მაკეტი. ყოველივე ამის შემდეგ, ნახაზთან ერთად, გეგმავს ამ ინფორმაციის ქვეყნის ფარგლებს გარეთაც გატანას.

მიგვაჩნია, რომ ბატონი გოგის მიერ წარმოდგენილი ჰიპოთეზა პირამიდების მშენებლობის ტექნოლოგიასთან დაკავშირებით რეალურია და იმსახურებს მეცნიერების მხრიდან მხარდაჭერას.

სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანი,  
პროფესორი ზურაბ გვიშიანი



დეკანის მოადგილე,  
პროფესორი იური ქადარია



პროფესორები:  
გუგა ჭოხონელიძე,

  
- კახიანი

ლია კახიანი,

მარინა ჯავახიშვილი,

გინა გურეშიძე.

  
- გურეშიძე

## მოსაზრება

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მაღალი სიზუსტის მექატრონული  
ტექნოლოგიების საუნივერსიტეტო სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის უფროსის, სტუ-ს საპატიო  
დოქტორის, პოლკოვნიკ გრიგორ (გოგი) კვარაცხელიას მიერ ეგვიპტის პირამიდების  
მშენებლობასთან დაკავშირებულ ჰიპოთეზაზე

ბატონი გოგი კვარაცხელია არის ფრიად საინტერესო პიროვნება, მრავალი გამოგონებისა  
და იდეის ავტორი, რომლის ნაშრომებმაც აღიარება მოიპოვეს არა მარტო ჩვენს ქვეყანაში,  
აგრეთვე მის საზღვრებს გარეთაც.

ამჟამად ბ-ნმა გოგიმ გვთხოვა ჩვენი მოსაზრება გამოგვეთქვა მის მიერ შემოთავაზებულ  
ახალ ჰიპოთეზაზე, რომელიც ეხება მსოფლიოში აღიარებული არქიტექტურული საოცრების,  
ეგვიპტის პირამიდების, კერძოდ ხეოფსის დიდი პირამიდის მშენებლობის ორგანიზაციის  
წარმართვას.

დღემდე არ არსებობს საბოლოოდ ჩამოყალიბებული მოსაზრება იმის შესახებ, თუ  
როგორ აღწევდნენ იმ დროს პირამიდების მშენებლობისას რამოდენიმე ტონიანი ქვის  
ბლოკების თითქმის 150 მეტრის სიმაღლეზე ატანას და ზუსტ დადებას ისე, რომ ბლოკებს  
შორის თხელი დანის პირიც კი არ გაივლის.

ბატონი გ. კვარაცხელიას მიერ შემოთავაზებული ჰიპოთეზა, პირამიდების მშენებლობის  
წარმოების ორგანიზაციისა ჩვენი აზრით არის უფრო სრულყოფილი, ვიდრე დღეს ჩვენს  
ხელთ არსებული მოსაზრებები ამ უნიკალური ძეგლის მშენებლობისა (იხ. ავტორისეული  
ნახაზები და მაკეტი). აქ პანდუსის პრინციპი, რომელიც იმ დროს ძალიან პოპულარული იყო,  
დიდი სიმძიმის მქონე ტვირთის ასატანად შერწყმულია ჰორიზონტალურად  
გადასაადგილებელ სივრცესთან, რომელიც პირამიდის სიმაღლის მიხედვით იცვლება და  
უზრუნველყოფს პირამიდის ეტაპობრივ მშენებლობას. ანუ ეს საინჟინრო კონსტრუქციული  
გადაწყვეტილება და მშენებლობის პროცესი თავისთავად საინტერესო მიგნებად უნდა  
მივიჩნიოთ.

გიორგი სალუქვაძე

საქართველოს დამსახურებული არქიტექტორი,  
საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორი

2021.15.01.

