

თორიუმის ენერგია და საქართველოს სტრატეგიული ინტეგრაცია - გლობალური პერსპექტივები და ეროვნული შესაძლებლობები

მაია ბენია

სტუ ასოცირებული პროფესორი

რეზიუმე

სტატია განიხილავს თორიუმზე დაფუძნებული ბირთვული ენერგიის მზარდ როლს გლობალური ენერგეტიკული დივერსიფიკაციის პროცესში და აფასებს საქართველოს პოტენციალს ამ ტრანსფორმაციულ ტენდენციაში ჩართვის თვალსაზრისით. გაანალიზებულია გამდნარი მარილის რეაქტორების (MSR) ტექნოლოგია, საერთაშორისო კვლევისა და განვითარების დინამიკა, და თორიუმის სანავის ეკონომიკური მიზანშეწონილობა. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ისეთ ქვეყნებს, როგორებიც არიან ჩინეთი, ინდოეთი და აშშ, რომლებიც ლიდერობენ თორიუმის რეაქტორების განვითარებაში. სტატიაში შეფასებულია საქართველოს გეოპოლიტიკური მდებარეობა, ევროკავშირთან DCFTA შეთანხმება, „ერთი გზა – ერთი სარტყელი“ ინიციატივაში მონაწილეობა და მწვანე ენერგიის პროექტებში ჩართულობა. მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოს არ გააჩნია თორიუმის მარაგი და ბირთვული ინფრასტრუქტურა, ქვეყანას გააჩნია ეკონომიკური სარგებლის მიღების შესაძლებლობა საერთაშორისო თანამშრომლობით, განათლების გაძლიერებითა და სტრატეგიული ენერგოდივერსიფიკაციით. სტატია სრულდება 2030 წლის გლობალური პროგნოზებითა და რეკომენდაციებით საქართველოს ჩართვისთვის აღნიშნულ მაღალტექნოლოგიურ ენერგეტიკულ პარადიგმაში.

საკვანძო სიტყვები: თორიუმის ენერგია; გამდნარი მარილის რეაქტორები (MSR); ბირთვული ტექნოლოგიების განვითარება; ენერგეტიკული დივერსიფიკაცია; მდგრადი ენერგია; საქართველოს ენერგოპოლიტიკა; მწვანე ეკონომიკა; მეოთხე თაობის რეაქტორები; სტრატეგიული ენერგოუსაფრთხოება; DCFTA (ღრმა და ყოვლისმომცველი სავაჭრო სივრცე); თორიუმის სანავის ციკლი; ეკოლოგიურად სუფთა ბირთვული ენერგია; ენერგეტიკული ინოვაცია.

THORIUM ENERGY AND GEORGIA'S STRATEGIC INTEGRATION: GLOBAL PERSPECTIVES AND NATIONAL OPPORTUNITIES

Maia Benia

Associate professor of GTU

RESIUME

This article explores the emerging role of thorium-based nuclear energy within the context of global energy diversification and evaluates Georgia's potential to engage in this transformative trend. It provides a comprehensive analysis of molten salt reactor (MSR) technologies, international development trajectories, and the economic feasibility of thorium fuel deployment. Countries such as China, India, and the United States are leading thorium innovation, with notable progress in experimental and commercial-scale reactors. The study evaluates Georgia's geopolitical position, its association with the EU through the DCFTA, participation in the Belt and Road Initiative, and engagement in sustainable energy projects. Despite lacking thorium reserves and nuclear infrastructure, Georgia can benefit economically from technological integration through international collaboration, educational development, and strategic energy diversification. The article concludes with 2030 projections for global thorium deployment and strategic recommendations for Georgia's inclusion in this advanced energy paradigm.

Key Words: Thorium Energy; Molten Salt Reactors (MSR); Advanced Nuclear Technology; Sustainable Energy; Georgia Energy Policy; Energy Diversification; Green Economy; Fourth Generation Reactors; Strategic Energy Security; DCFTA; Thorium Fuel Cycle; International Collaboration; Clean Nuclear Power; Energy Innovation.

თორიუმის ენერგია წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე პერსპექტიულ ტექნოლოგიურ მიმართულებას ბირთვულ ენერგეტიკაში. მიუხედავად იმისა, რომ მისი ფართომასშტაბიანი გამოყენება ჯერ კიდევ განვითარების ეტაპზეა, გლობალურ ეკონომიკაში თორიუმს მიიჩნევენ როგორც დაბალი რისკის, მაღალეფექტური და ეკოლოგიურად სუფთა ალტერნატივას ურანის ბირთვულ საწვავთან შედარებით.

თორიუმის ენერგიის პოტენციური გლობალური ეკონომიკაში ასე გამოიყურება:

თორიუმი (Th-232) ბუნებრივად უფრო უხვადაა, ვიდრე ურანი (4-5-ჯერ მეტია დედამიწაზე). არ არის ფისილური მასალა, მაგრამ შეიძლება გარდაიქმნას ფისილურ იზოტოპად (U-233) რეაქტორებში. თორიუმზე დაფუძნებული რეაქტორები ითვლება უსაფრთხოების უფრო მაღალ დონეზე მყოფ ტექნოლოგიებად, როგორცაა “ლლნადი მარილის რეაქტორები” (Molten Salt Reactors – MSR).

ეკონომიკურ ასპექტებს რაც შეეხება, საწვავის ღირებულება: თორიუმი იაფია და ფართოდ არის ხელმისაწვდომი (მაღაროები ინდოეთში, ავსტრალიაში, ნორვეგიაში).

გადამუშავების ხარჯი: მისი გამოყენება რთულია კლასიკური ბირთვული ინფრასტრუქტურით, ამიტომ თავდაპირველი ინვესტიციები მაღალია.

საგარეო ენერგოდამოკიდებულების შემცირება: ქვეყნებს, რომლებსაც არ აქვთ ურანი, აქვთ შანსი მიიღონ ენერგოდამოუკიდებლობა.

ძირითადი ბენეფიტები და უპირატესობები თორიუმის ენერგიის გამოყენებისას კრიტერიუმი ურანი (ამჟამინდელი სტანდარტი იხ. ცხრილი).

ქვეყნები, რომელთაც აქვთ რეალური პოტენცი-

ალი თორიუმის ენერგიის განვითარებისთვის:

ინდოეთი ყველაზე აქტიური მოთამაშეა თორიუმის ენერგეტიკის განვითარებაში.

გააჩნია მსოფლიოში ყველაზე დიდი თორიუმის მარაგი. აქვს სამფაზიანი ბირთვული პროგრამა, რომლის მესამე ფაზა მთლიანად ეყრდნობა თორიუმს.

ნორვეგია კვლევებს აწარმოებს თორიუმ-ურანის საწვავზე. არ აქვს ურანის ბირთვული პროგრამა, ამიტომ თორიუმი მიიჩნევა სტრატეგიულად მისაღებად.

ჩინეთი - აქტიურად აფინანსებს ლლნადი მარილის რეაქტორების განვითარებას (MSR).

ტექნოლოგიური კაპიტალი და პოლიტიკა ორიენტირებულია დაბალი ნახშირბადის ენერგიაზე.

ჩინეთის ჩრდილოეთ ნაწილში, მონღოლეთთან ახლოს მდებარე რეგიონში დიდი ოდენობით თორიუმი აღმოაჩინეს. კვლევის შედეგები, რომლებიც გასაიდუმლოებული იყო და იანვარში Geological Review-ში გამოქვეყნდა, მიუთითებს, რომ ჩინეთის თორიუმის რესურსები, შესაძლოა, იმაზე გაცილებით დიდი იყოს, ვიდრე აქამდე მიიჩნეოდა. ამ ტერიტორიაზე იმდენი თორიუმი მოიპოვება, რომ აშშ-ის 1,000-წლიანი ენერგომომხმარების დასაკმაყოფილებლად მხოლოდ ხუთწლიანი მოპოვებაც საკმარისი იქნება.

განსაკუთრებით შთამბეჭდავი იყო აღმოჩენა, რომელიც ბაიან ობოს სამთო კომპლექსში შედგა, სადაც მეცნიერების შეფასებით, შესაძლოა, მილიონი ტონა თორიუმი ინახებოდეს, რაც, თუ დადასტურდა, ჩინეთის ენერგეტიკულ მოთხოვნას მომდევნო 60,000 წლის განმავლობაში დააკმაყოფილებს. როგორც პროექტზე მომუშავე გეოლოგები ამბობენ, ნიალისეული საწვავისთვის ქვეყნები სა-

ცხრილი

კრიტერიუმი	ურანი (ამჟამინდელი სტანდარტი)	თორიუმი
უსაფრთხოება	უფრო მეტი რისკი გადახურების	ნაკლები რისკი ავარიის
ნარჩენები	მაღალი რადიოტოქსიკურობა	ნაკლები რადიონობის და ნაკლებად ტოქსიკური
ბირთვული იარაღის გამოყენება	შესაძლებელია გამოყენება	ნაკლებად სავარაუდოა გამოყენება
რესურსის ხელმისაწვდომობა	შეზღუდულია	უფრო ფართო
ეკონომიკური ეფექტიანობა	მაღალი მოქმედების ხარჯები	გრძელვადიან პერსპექტივაში იაფი
მდგრადობა	შეზღუდულია	ძალიან მდგრადი

უკუნეების განმავლობაში იბრძოდნენ, როცა ინამდვილეში, უსასრულო ენერგიის წყარო პირდაპირ ჩინელების ფეხქვეშ იმალებოდა.

თორიუმი ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტია, რომელიც დედამიწის ქერქში სამჯერ დიდი მოცულობით მოიპოვება, ვიდრე ურანი. თუმცა ურანის 235-ე იზოტოპისგან განსხვავებით, თავად თორიუმი არ არის ფისილური ელემენტი, ანუ მას არ შეუძლია თვითგაყოფა და ენერგიის გამოყოფა, მაგრამ დამუშავების შედეგად ის ურანის 233-ე იზოტოპად გარდაიქმნება, რომლის გამოყენება ბირთვულ სანვავად შეიძლება.

თორიუმის მთავარი უპირატესობები არის მისი უსაფრთხოება და ეკოლოგიურობა. ურანზე დაფუძნებულ ტრადიციულ ბირთვულ ენერგიასთან შედარებით, თორიუმის რეაქტორები წარმოქმნიან ნაკლებად ტოქსიკურ ნარჩენებს, მცირდება ბირთვული იარაღის გავრცელების რისკი, ხოლო ენერგიის წარმოებისთვის არ არის საჭირო მაღალ წნევაზე მომუშავე სისტემები, რაც კატასტროფების რისკს ამცირებს.

გარდა ბირთვული ენერგეტიკისა, თორიუმი გამოყენებულია ოპტიკურ ლინზებში, აეროკოსმოსურ შენადნობებში და გაზის განათების სისტემებში, მაგრამ რადიოაქტიურობის გამო თორიუმის კომერციული გამოყენება შეზღუდულია.

ბოლო წლებში ჩინეთმა თორიუმზე დაფუძნებულ ბირთვულ ტექნოლოგიებში ინვესტირება დაიწყო. 2023 წელს ეროვნულმა ბირთვული უსაფრთხოების სააგენტომ ავტორიზაცია მიანიჭა თორიუმზე მომუშავე სატესტო რეაქტორს, რომელიც განუსაზღვრავს პროვინციაში მდებარეობს. თუ ეს პროექტი წარმატებით განვითარდება, ჩინეთი შეძლებს თორიუმული რეაქტორების კომერციულ დონეზე ათვისებას. ამასთან, ჩინეთმა ცოტა ხნის წინ მსოფლიოს პირველი თორიუმით მომუშავე ბირთვული კონტეინერმზიდი წარადგინა.

მიმდინარე აღმოჩენა ჩინეთს აძლევს უნიკალურ შესაძლებლობას გადაამუშაოს საკუთარი ენერგოსისტემა, შეამციროს ნახშირის გამოყენება და უზრუნველყოს ენერგეტიკული დამოუკიდებლობა. უშუალოდ ჩინეთის გარდა, ეს აღმოჩენა გავლენას მთელ პლანეტაზე მოახდენს. თუ თორიუმული ენერგია კომერციულად განვითარდება, გლობალური ენერგეტიკული სექტორისთვის ეს გარდატეხის ტოლფასი იქნება, რამაც, შესაძლოა, შეამციროს პლანეტის დამოკიდებულება ნავთობზე და გაზზე, რასაც ბირთვული რევოლუცია მოჰყვება.

თუმცა მიუხედავად იმისა, რომ მეცნიერები წლებია საუბრობენ თორიუმის პოტენციალზე, მისი ფართომასშტაბიანი გამოყენება ჯერ კიდევ არ დაწყებულია. ჩინეთის მხრიდან მასშტაბური ინვესტიციების ფონზე, მსოფლიოში შესაძლოა დაიწყოს ახალი ენერგეტიკული ეპოქა, რომელიც უფრო უსაფრ-

თხო, მდგრადი და სუფთა იქნება, ვიდრე ტრადიციული სანვავზე დაფუძნებული ენერგოსისტემები. ამ ყველაფრის ფონზე, თორიუმმა ჯერ კიდევ დიდ გაცემას უნდა გაუძლოს, მაგრამ ერთი რამ ცხადია — ჩინეთის ეს აღმოჩენა ენერგეტიკის მომავალზე უდიდეს გავლენას იქონიებს. აშშ - გააჩნია ისტორიული გამოცდილება თორიუმთან მუშაობაში.

გლობალურ ეკონომიკურ პერსპექტივაზე შეიძლება ითქვას, რომ განაპირობებს გრძელვადიანი დანახარჯების შემცირებას: საინვესტიციო ხარჯები მაღალია, თუმცა სამუშაო პროცესის გამართვა და ნარჩენების შემცირება კომპენსირებს ამ ინვესტიციას. ენერგიის უსაფრთხოება: თორიუმზე დაფუძნებული ენერგია ეხმარება სახელმწიფოებს გადავლენთ ბირთვული იარაღის რისკების გარეშე. გლობალური დეკარბონიზაცია: თორიუმი შეიძლება გახდეს ნახშირბადის ნეიტრალური სამყაროს საყრდენი ენერგიის წყარო.

გლობალური კვლევისა და განვითარების პროცესი მრავალმხრივი საერთაშორისო თანამშრომლობის ფორმატს ატარებს. მათ შორის აღსანიშნავია ისეთი ქვეყნები, როგორიცაა ევროკავშირის წევრი სახელმწიფოები (განსაკუთრებით საფრანგეთი), იაპონია, რუსეთი და შეერთებული შტატები, ხოლო ბოლო წლებში აქტიურად ჩაერთნენ ასევე ჩინეთი და ინდოეთი.

საერთაშორისო კვლევითი სტრატეგიები სამ ძირითად მიმართულებაზე კონცენტრირდება: აშშ აქცენტს აკეთებს FHR ტექნოლოგიის განვითარებაზე, რომელიც ახლო მომავალში ითვალისწინებს თხევადი მარილის გამოყენებას როგორც გამაგრებელს რეაქტორში. კვლევა მიზნად ისახავს თერმული ჰიდრავლიკის, მასალების მდგრადობისა და უსაფრთხოების დახვეწას.

ჩინეთი მუშაობს როგორც მყარი სანვავის ბაზაზე შექმნილ სისტემებზე, ასევე განიხილავს გამდნარი მარილითა და თერმული ნეიტრონების სპექტრით ოპერირებად რეაქტორებს, რაც მნიშვნელოვან წინაპირობად მიიჩნევა თხევადი სანვავით ოპერირებადი სისტემების სრულყოფისთვის. მომავალი კვლევითი პარადიგმები აქცენტს გააკეთებენ შემდეგ სფეროებზე: თხევადი ლითონის ტექნოლოგიების გამოყენების პერსპექტივები; მაღალტემპერატურული მასალების ქცევის და სტაბილურობის კვლევა;

თორიუმზე დაფუძნებული ბირთვული ენერგიის განვითარების პროგნოზი 2030 წლამდე ასე გამოიყურება: თორიუმზე დაფუძნებული ბირთვული ენერგიის განვითარება 2030 წლამდე მნიშვნელოვან წინსვლას განიცდის, განსაკუთრებით გამდნარი მარილის რეაქტორების (MSR) ტექნოლოგიის მიმართულებით. ჩინეთი ლიდერობს ამ სფეროში, სადაც 2023 წელს წარმატებით ამუშავდა 2 მეგავატისანი ექსპერიმენტული რეაქტორი TMSR-LF1. მომდევნო

ეტაპზე იგეგმება 60 მეგავატიანი თერმული რეაქტორის მშენებლობა, რომელიც 2030 წლისთვის უნდა დასრულდეს. ამ პროექტების წარმატება ჩინეთს საშუალებას მისცემს, გააფართოოს თორიუმზე დაფუძნებული ენერგიის ექსპორტი, განსაკუთრებით „ერთი სარტყელი, ერთი გზა“ ინიციატივის ფარგლებში.

აშშ-ში, კომპანია Kairos Power მუშაობს Hermes ტესტ რეაქტორის პროექტზე, რომელიც იყენებს გამდნარ მარილს როგორც გამაგრებელს. ეს პროექტი წარმოადგენს მნიშვნელოვან ნაბიჯს თორიუმზე დაფუძნებული რეაქტორების კომერციალიზაციისკენ. მოლოდინია, რომ 2030 წლისთვის თორიუმზე დაფუძნებული რეაქტორების გლობალური ბაზარი მიაღწევს დაახლოებით 8.6 მილიარდ აშშ დოლარს, წლიური ზრდის ტემპით 10.5%. განსაკუთრებული ზრდა მოსალოდნელია აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონში, სადაც ჩინეთი და ინდოეთი აქტიურად ინვესტირებენ ამ ტექნოლოგიაში.

გამდნარი მარილის რეაქტორების ბაზარი ასევე აჩვენებს მნიშვნელოვან ზრდას, პროგნოზით 12.95% წლიური ზრდის ტემპით, რაც მიუთითებს ამ ტექნოლოგიის მზარდ პოპულარობაზე.

საქართველოსთვის თორიუმის ენერგიის განვითარება წარმოადგენს სტრატეგიულად პერსპექტიულ, მაგრამ ამ ეტაპზე სტრუქტურულად

რთულად მისაღწევ მიმართულებას. ქვეყნის გეოპოლიტიკური მდებარეობა, ევროკავშირთან გაფორმებული შეთანხმებები და საერთაშორისო პლატფორმებში განვითარება ქმნის გარკვეულ პოტენციალს, თუმცა არსებობს როგორც ტექნიკური, ისე ინსტიტუციური გამოწვევები.

საქართველოს პერსპექტივა თორიუმის ენერგიის განვითარების კუთხით ასეთია-გეოსტრატეგიული უპირატესობები „ერთი გზა — ერთი სარტყელი“ ინიციატივის მონაწილეობას რა შეეხება - საქართველო, როგორც სატრანზიტო კვანძი ევრაზიულ ენერგეტიკულ დერეფანში, ერთ-ერთი საკვანძო ქვეყანაა ახალი აბრეშუმის გზის ფარგლებში. თორიუმის რეაქტორებისა და ბირთვული ტექნოლოგიების რეგიონული ტრანზიტი ან ტექნოლოგიური გაერთიანება შესაძლებელია ამ ინფრასტრუქტურაში ინტეგრირებული გზით. DCFTA და ევროკავშირთან ინტეგრაციის კუთხით ღრმა და ყოვლისმომცველი თავისუფალი სავაჭრო სივრცის (DCFTA) შეთანხმება უზრუნველყოფს საქართველოს წვდომას ევროპულ ბაზარზე. თუკი ევროპაში გაიზრდება მოთხოვნა თორიუმზე დაფუძნებულ მწვანე ენერგიაზე, საქართველოც შეიძლება გახდეს ტექნოლოგიების მიმღები ან სანავის მომწოდებელი შუალედური სისტემებისთვის. აღმოსავლეთ პარტნიორობა და მწვანე ტრანსფორმაცია

ცხრილი. მთავარი ბარიერები და გამოწვევები

გამოწვევა ახსნა

ინფრასტრუქტურის არარსებობა

საქართველოში არ არსებობს ბირთვული კვლევითი ინფრასტრუქტურა, რომელიც ხელს შეუწყობს თორიუმის რეაქტორის განვითარებას ან ტესტირებას.

კვალიფიციური კადრების დეფიციტი

ბირთვული ინჟინერიისა და ნუკლიდური ქიმიის მიმართულებით აკადემიური და კვლევითი სკოლა მწირია.

რეგულაციური ჩარჩოს სისუსტე

არ არსებობს მკაფიო პოლიტიკა ბირთვული ტექნოლოგიების განვითარების ან ენერგეტიკული დივერსიფიკაციისთვის ამ მიმართულებით.

პოლიტიკურ-უსაფრთხოების რისკები

რეგიონული კონფლიქტების გამო ბირთვული პროექტების გლობალური პარტნიორობისთვის რისკების შეფასება მაღალია.

საწვავის ან ტექნოლოგიის ლოკალური წყაროს არქონა

საქართველოს არ გააჩნია თორიუმის დადასტურებული მარაგები. ყველა ტექნოლოგიური კომპონენტი საჭიროებს იმპორტს.

საქართველოს მონაწილეობა გარემოსდაცვით და ენერგეტიკულ ინიციატივებში (EaP Green, EBRD Green Cities და ა.შ.) ქმნის პოლიტიკურ საფუძველს მწვანე ენერგიების ინტეგრაციისთვის, მათ შორის ბირთვული ენერგიის მშვიდობიანი გამოყენებისთვის (იხ. ცხრილი).

საქართველოსთვის ეკონომიკური სარგებელი თორიუმის ენერგიისგან პირველ რიგში აღსანიშნავია დამოუკიდებლობა და ენერგოდივერსიფიკაცია თუკი საქართველომ შეძლო მიღებული ტექნოლოგიის ინტეგრაცია, ამით შეიძლება შემცირდეს დამოკიდებულება იმპორტირებულ ბუნებრივ აირზე და გაიზარდოს ენერგეტიკული უსაფრთხოება.

ქვეყნის მიერ აღებული ვალდებულებები (NDC - Nationally Determined Contributions) CO₂ ემისიების შემცირების მიმართულებით საჭიროებს განახლებადი ან დაბალემისიურ ენერგიას. თორიუმის რეაქტორი ამ მიზანს ემსახურება.

თორიუმის პროექტების მცირე მასშტაბით განხორციელება (მაგალითად, უნივერსიტეტებთან ასოცირებული საცდელი რეაქტორები) გააძლიერებს STEM სფეროს, კვლევას და ხელს შეუწყობს ინოვაციური ეკონომიკის განვითარებას.

ასეთი პროექტი საქართველოს აცდენს მხოლოდ მომხმარებლის როლს და პოზიციონირებს, როგორც ტექნოლოგიური ინოვაციის ტესტ-პლატფორმა – რაც შესაძლოა გახდეს ეკონომიკური და პოლიტიკური გავლენის ახალი წყარო რეგიონში.

მცირე ზომის ბირთვული კვლევითი ცენტრის შექმნა უნივერსიტეტებთან ან ტექნოლოგიურ ჰაბებთან თანამშრომლობით. თორიუმის სანავის ეკონომიკური ღირებულების შეფასება – აღინიშნოს მარაგების ან იმპორტის შესაძლო გზები.

ენერგეტიკული პოლიტიკის დივერსიფიკაცია

– ბირთვულ ტექნოლოგიებზე საუბრის დაწყება სტრატეგიულ დონეზე. საერთაშორისო პარტნიორების მოძიება – თანამშრომლობა ჩინეთთან, ნორვეგიასთან ან ევროკავშირის ფონდებთან ტექნოლოგიური დახმარებისთვის. STEM განათლების გაძლიერება – ბირთვული ინჟინერიის მიმართულების დანერგვა და კვლევების ხელშეწყობა. თორიუმზე დაფუძნებული ენერგიის განვითარება საქართველოში ამ ეტაპზე გარდამავალი პროცესია, რომელიც მოითხოვს ძლიერ პოლიტიკურ ნებას, ტექნოლოგიურ პარტნიორობასა და გრძელვადიან ხედვას. თუმცა თუ საქართველო სწორად გამოიყენებს თავის გეოპოლიტიკურ და სავაჭრო უპირატესობებს, მას შეუძლია იქცეს ამ ახალი ენერგეტიკული ეპოქის რეგიონულ მოთამაშედ.

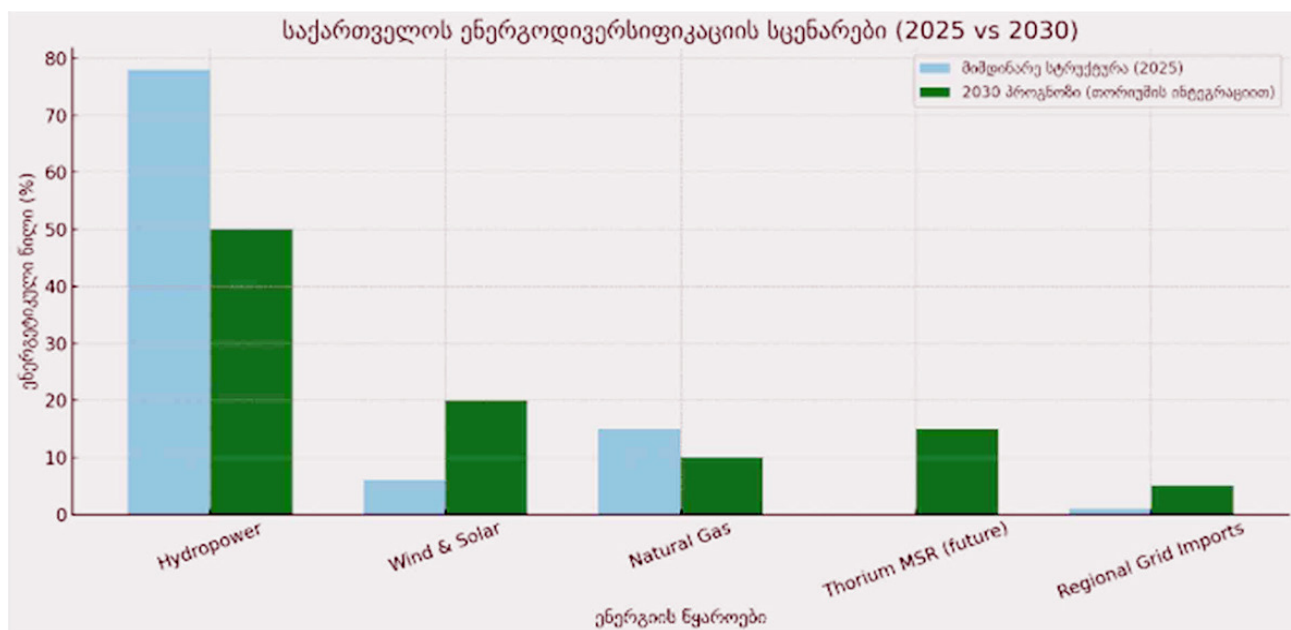
აქ წარმოდგენილია გრაფიკული მოდელი (იხ. გრაფიკი), რომელიც ასახავს საქართველოს ენერგოდივერსიფიკაციის სცენარებს 2025 წლის არსებული სტრუქტურისა და 2030 წლის პროგნოზის მიხედვით თორიუმის ენერგიის ინტეგრაციის გათვალისწინებით. როგორც ვხედავთ:

ჰიდროენერგიის წილი მცირდება 78%-დან 50%-მდე, მაგრამ რჩება წამყვან პოზიციაზე;

მზისა და ქარის ენერგიის წილი იზრდება, რაც ემსახურება ეკოლოგიურად სუფთა წყაროების ზრდას;

თორიუმზე დაფუძნებული რეაქტორები იკავებს პროგნოზირებული ენერგეტიკული პორტფელის 15%-ს, რაც მნიშვნელოვან როლს ითამაშებს როგორც დივერსიფიკაციის, ისე ენერგეტიკული უსაფრთხოების მიმართულებით.

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ თორიუმის ენერგია ჯერ არ არის სრულად კომერციალიზებული, თუმცა მას აქვს დიდი პოტენციალი – როგორც ეკოლოგიური უსაფრთხოების, ისე გრძელვა-



დიანი ენერგეტიკული მდგრადობის კუთხით. ეს ტექნოლოგია ამცირებს რისკებს, არ ქმნის ბირთვულ იარაღთან დაკავშირებულ საფრთხეს და სთავაზობს ქვეყანას მაღალი ენერგოეფექტიანობის გზას. მისი წარმატება დამოკიდებულია ინფრასტრუქტურულ ინვესტიციებზე, პოლიტიკურ ნებაზე და საერთაშორისო თანამშრომლობაზე.

თორიუმზე დაფუძნებული ბირთვული ენერგია წარმოადგენს პერსპექტიულ ალტერნატივას ტრადიციულ ურანზე დაფუძნებულ ენერგიას. მისი უპირატესობები, როგორიცაა უსაფრთხოება, ნაკლები რადიოაქტიური ნარჩენები და სანვავის მაღალი ხელმისაწვდომობა, მას აქცევს მომავლის ენერგიის მნიშვნელოვან წყაროდ. მიუხედავად არსებული ტექნოლოგიური და რეგულატორული გამოწვევებისა, საერთაშორისო თანამშრომლობა და ინვესტიციები ხელს შეუწყობს ამ ტექნოლოგიის წარმატებულ განვითარებას 2030 წლამდე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1.Liu, Y., Yan, R., Zou, Y., Yu, S., & Zhou, B. (2020). Sensitivity/uncertainty comparison and similarity analysis between TMSR-LF1 and MSR models. *Progress in Nuclear Energy*, 1 April 2020.

2.World Nuclear Association. (2023). Thorium. Retrieved from <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/thorium.aspx>

3.Coherent Market Insights. (2025). Thorium Reactor Market Trends, Share and Forecast, 2025-2032. Retrieved from <https://www.coherentmarketinsights.com/industry-reports/thorium-reactor-market>

4.ScienceDirect. (2018). Viability of thorium-based nuclear fuel cycle for the next generation nuclear reactor: Issues and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032118305949>

5.NextBigFuture. (2025). China Starts Construction of a 10 MWe Thorium Molten Salt Reactor This Year. Retrieved from <https://www.nextbigfuture.com/2025/01/china-starts-construction-of-a-10-mwe-thorium-molten-salt-reactor-this-year.html>

6.World Nuclear News. (2023). Operating permit issued for Chinese molten salt reactor. Retrieved from [https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Operating-permit-issued-for-Chinese-molten-salt-r:contentReference\[oaicite:92\]{index=92}](https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Operating-permit-issued-for-Chinese-molten-salt-r:contentReference[oaicite:92]{index=92})