

## საფრთხის შემცველი ეკონომიკური ზრდა და მწვანე წყალბადი — როგორც უსაფრთხო ალტერნატივა

ალექსანდრე ვაჭარაძე

ასისტენტ პროფესორი, ქუთაისის უნივერსიტეტი  
aleksandre.vatcharadze@unik.edu.ge

### აბსტრაქტი

ბოლო ათწლეულების მანძილზე, მსოფლიომ მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ზრდა განიცადა. გლობალური მთლიანი შიდა პროდუქტი (მშპ) 1960 წელს 1.38 ტრილიონი აშშ დოლარიდან 2022 წელს 101 ტრილიონ აშშ დოლარამდე გაიზარდა, რაც დაახლოებით 74-ჯერ მეტია. თუმცა, ამ დიდმა ეკონომიკურმა ზრდამ გამოიწვია გარემოს მასშტაბური დაზიანებები. 2020 წელს CO<sub>2</sub>-ის გლობალურმა ემისიამ მიაღწია 34 მილიარდ ტონას, რაც 17-ჯერ მეტია 1900 წლის იმავე მაჩვენებელზე. მსოფლიოში ნახშირორჟანგის (CO<sub>2</sub>) გამოყოფა ისეთი ტემპით იზრდება, რომ ჩარევის გარეშე რამდენიმე გრადუსით გაზრდის დედამიწის ტემპერატურას; ეს კი შეაფერხებს ეკონომიკის განვითარებას და გაზრდის დანახარჯებს. მრავალი სახელმწიფო ამ პრობლემის მოგვარებისას ცდილობს ტრადიციული წიაღისეული ენერჯის განახლებადი ალტერნატივებით ჩანაცვლებას. განსაკუთრებით საყურადღებოა, მსოფლიოს ბოლოდროინდელი დაინტერესება *მწვანე წყალბადით*. ამჟამინდელი დაინტერესება განპირობებულია წყალბადის მეშვეობით ენერჯის დიდი ხნის განმავლობაში ეფექტიანი შენახვის შესაძლებლობით. ეს ფაქტი დამატებით მნიშვნელობას სძენს ისეთ განახლებად ენერჯის წყაროებს, როგორცაა: ქარის, მზის და ჰიდრო(რეზერვუარის გარეშე) ენერჯები; რომელთა ერთ-ერთი მთავარი უარყოფითი მხარე „სეზონურობა“ და გამომუშავების საჭიროებისამებრ უუნარობაა.

**საკვანძო სიტყვები:** ეკონომიკური ზრდა, განახლებადი ენერჯები, გლობალური დათბობა, მწვანე წყალბადი

JEL: Q42

DOI: <https://doi.org/10.52244/c.2023.11.16>

**ციტირებისათვის:** ვაჭარაძე ა. (2023) საფრთხის შემცველი ეკონომიკური ზრდა და მწვანე წყალბადი — როგორც უსაფრთხო ალტერნატივა. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ადამიანური კაპიტალი, ინსტიტუტები, ეკონომიკური ზრდა“. შრომების კრებული. ქუთაისის უნივერსიტეტი. გვ. 127 - 137. DOI: <https://doi.org/10.52244/c.2023.11.16>

### შესავალი

ბოლო რამდენიმე ათწლეულის მანძილზე, მსოფლიოს ეკონომიკა მნიშვნელოვნად გაიზარდა, რაც დაკავშირებულია ინდუსტრიალიზაციისა და ტექნოლოგიურ წინსვლასთან. უფრო კონკრეტულად, გლობალური მთლიანი შიდა პროდუქტი (მშპ) 1960 წელს 1.38 ტრილიონი აშშ დოლარიდან 2022 წელს 101 ტრილიონ აშშ დოლარამდე გაიზარდა, რაც დაახლოებით 74-ჯერ მეტია (World Bank..., 2023). თუმცა, ამ დიდმა ეკონომიკურმა ზრდამ გამოიწვია გარემოს მასშტაბური დაზიანებები, რაც გლობალურ პრობლემად იქცა. გარემოს დაზიანებების სხვადასხვა ტიპებს შორის,

ნახშირორჟანგის (CO<sub>2</sub>) ემისია შეადგენს მთლიანი სათბურის აირების (GHGs) 74%-ს, რაც, დიდ წილად უწყობს, ხელს კლიმატის ცვლილებას და გლობალურ დათბობას (Alkhatlan and Javid, 2013). კვლავწარმოების პროცესში ენერგორესურსების მასიური საჭიროების გამო, ქვანახშირის და სხვა წიაღისეული საწვავის გამოყენება თანდათან გაიზარდა, რამაც გამოიწვია გლობალური ნახშირორჟანგის ემისიის ზრდა. 2020 წელს CO<sub>2</sub>-ის გლობალურმა ემისიამ მიაღწია 34 მილიარდ ტონას, რაც 17-ჯერ მეტია 1900 წლის იმავე მაჩვენებელზე (Ritchie et al., 2020).

გლობალური დათბობა და გარემოს

დეგრადაცია უარყოფითად ისახება ადამიანის ჯანმრთელობასა და კეთილდღეობაზე. ენერგეტიკის საერთაშორისო სააგენტოს (IEA..., 2016) ცნობით, ჰაერის დაბინძურების გამო ყოველდღიურად დაახლოებით 18000 ადამიანი იღუპება. გარდა ამისა, ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ (WHO..., 2016) განაცხადა, რომ ყოველწლიურად გარემოს დეგრადაცია (განსაკუთრებით, ჰაერის დაბინძურება) იწვევს ბევრად მეტ სიკვდილიანობას ვიდრე განუკურნებელი დაავადებები.

მსოფლიოში ნახშირორჟანგის(CO<sub>2</sub>) გამოყოფა ისეთი ტემპით იზრდება, რომ ჩარევის გარეშე რამდენიმე გრადუსით გაზრდის დედამიწის ტემპერატურას (IEA..., 2019). გლობალური დათბობა კი შეაფერხებს ეკონომიკის განვითარებას და გაზრდის დანახარჯებს. პრობლემასთან საბრძოლველად აუცილებელია მავნე გამონახლოქვის შემცირება, რაც რთული პროცესია. ემისიების შემცირების სირთულე, დიდ წილად, განპირობებულია წიაღისეულ საწვავზე გლობალური დამოკიდებულებით, იქნება ეს ელექტროენერჯის სექტორი, შენობებისა და გათბობის, თუ ტრანსპორტირებისა და მრეწველობის სექტორები.

ამ პრობლემასთან საბრძოლველად, ბევრი სახელმწიფო ცდილობს მწვანე ენერჯის ტექნოლოგიების დანერგვას. განსაკუთრებით საყურადღებოა, მსოფლიოს ბოლოდროინდელი დაინტერესება მწვანე წყალბადით. წყალბადი ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ელემენტია პლანეტაზე და მისი განსაკუთრებული ენერჯის შესახებ დიდი ხანია იცის მსოფლიომ. თუმცა წყალბადით ეს ბოლოდროინდელი დაინტერესება განპირობებულია არა როგორც ენერჯის პირვანდელი წყარო; არამედ წყალბადი — როგორც ენერჯის ტრანსპორტირების და დიდი ხნის განმავლობაში მისი ეფექტიანი შენახვის საშუალება.

ამ ფაქტის გათვალისწინებით, დამატებით მნიშვნელობას იძენს ისეთი განახლებადი ენერჯის წყაროები როგორცაა: ქარის, მზის და წყლის (რეზერვუარის გარეშე) ენერჯები, რომელთა ერთ-ერთი მთავარი უარყოფითი მხარე „სეზონურობა“ და გამომუშავების საჭიროებისამებრ უუნარობაა.

წინამდებარე მოხსენება მიმოიხილავს მსოფლიოში ბოლოდროინდელ ტენდენციებს ჰიდრო, ქარის, მზის ენერჯებში და მათი ერთ-ერთი ძირითადი ნაკლოვანების აღმოფხვრის გზას მწვანე წყალბადის მეშვეობით. აქვე წარმოდგენილია საქართველოს მიმდინარე მდგომარეობა და პოტენციური განახლებადი ენერჯის ათვისების კუთხით.

### **მწვანე ენერგეტიკა და წყალბადი**

ტერმინი მწვანე ენერგეტიკა და განახლებადი ენერჯის წყაროები ხშირად იხმარებო როგორც სინონიმები, თუმცა არსებობს გარკვეული განსხვავებებიც. მაგალითად, „მწვანედ“ ითვლება ქარისა და მზის ენერჯები. თავისი ბუნებით ეს ენერჯები განახლებადიც არის. თუმცა ყველა განახლებადი ენერჯია მწვანე არ არის. მაგალითად: წყალბადის ენერჯია, რომელიც მიიღება წიაღისეული საწვავის გამოყენებით („ნაცრისფერი წყალბადი“); ასევე მძლავრ ჰიდროელექტროსადგურებს, უზარმაზარი წყალსაცავებით, სრულყოფილად „მწვანე“ ენერჯის წყაროს ვერ დავარქმევთ, ვინაიდან ამ კაშხლების ეფექტი ადგილობრივ ეკოსისტემაზე შესაძლოა უარყოფითად მოქმედებს (Ji and Zhang, 2019) თუმცა საშუალო და მცირე ზომის ჰიდროელექტროსადგურები მიჩნეულია როგორც განახლებად — ისე მწვანე ენერჯად.

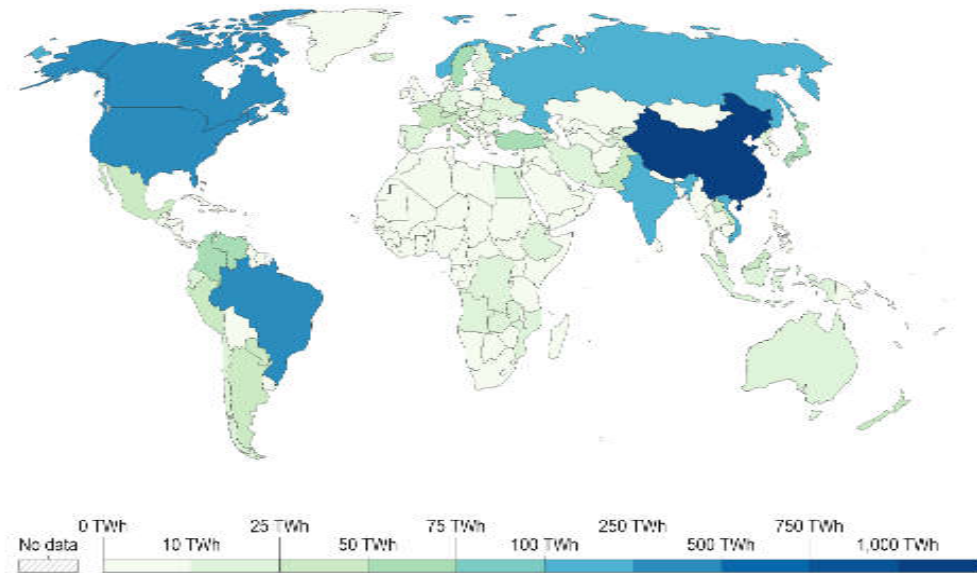
ჰიდრო, ქარის, მზის და მწვანე წყალბადის ენერგეტიკული რესურსები, ტრადიციული წიაღისეული ენერჯოწყაროებისგან (ნავთობი, გაზი, ქვანახშირი) განსხვავებით, მოხმარებისას არ აზიანებენ გარემოს ნახში-

რორჟანგის გამოყოფით. ასევე მწვანე ენერჯის წყაროები, როგორც წესი, ბუნებრივად ივსება, განსხვავებით წიაღისეული საწვავის წყაროებისგან, რომელთა კვლავ წარმოქმნას შესაძლოა მილიონობით წელი დასჭირდეს. აგრეთვე ენერჯის მწვანე წყაროების მოპოვება უმეტესად არ საჭიროებს გარემოზე მავნე ზემოქმედებას. დამატებით, აღნიშნული სექტორი ქმნის სამუშაო ადგილებს, განვითარებად ქვეყნებში აფართოებს ენერგეტიკულ ხელმისაწვდომობას და ამცირებს ენერჯის ღირებულებას. ამ ფაქტორების გათვალისწინებით, საგრძნობლად გაიზარდა განახლებადი ენერგეტიკის წილი ბოლო წლებში. წყლის, ქარისა და მზის დახმარებით ელექტროენერჯის გამომუშავების რაოდენობა დღითიდღე ამყარებს ახალი რეკორდებს (BP...,

2022).

### ჰიდროენერგეტიკა

ამ ტიპის მწვანე ენერჯია იყენებს წყლის ნაკადს მდინარეებსა და კაშხლებში ელექტროენერჯის წარმოებისთვის. ჰიდროენერგეტიკა ითვლება ენერჯის მთავარ წყაროდ მწვანე ენერგეტიკაში. ბევრი ჰიდროენერგეტიკული კაშხალი გამოიყენება ელექტროენერჯის გამომუშავების გარდა სხვა მიზნებისთვისაც. მაგალითად, სხვადასხვა გეოგრაფიული არეალის სუფთა წყლით მომარაგება; გამოიყენება დასვენებისა და სატრანსპორტო მომსახურებისთვის. განახლებადი ელექტროენერჯის დაახლოებით 60% გამომუშავდება ჰიდროენერგეტიკის მეშვეობით (BP..., 2022).

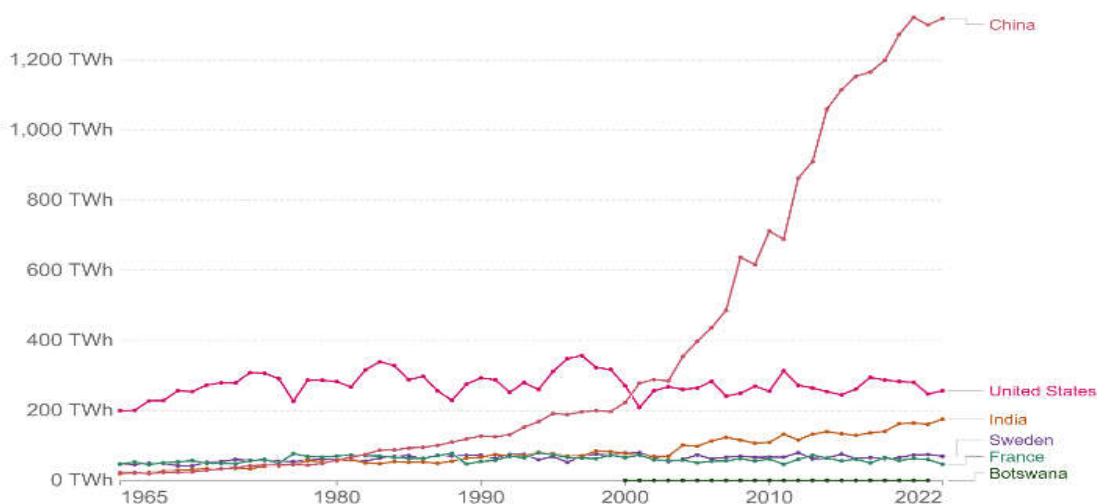


დიაგრამა 1. ჰიდროენერჯის წლიური წარმოების რუკა. 2022 წელი. გაზომილი ტერავატ საათებში (TWh) წყარო: International Renewable Energy Agency (IRENA)

ჰიდროენერგეტიკა უზრუნველყოფს დაბალი თვითღირებულებით ელექტროენერჯის გამომუშავებას დიდი ხნის განმავლობაში, თუმცა საწყის ეტაპზე ხასიათდება მაღალი სამშენებლო ხარჯებით. როგორც განახლებადი ენერჯის წყარო, ჰიდ-

როენერგეტიკა ერთ-ერთი ყველაზე განვითარებულია კომერციული თვალსაზრისით. ენერჯის ეს წყარო უფრო სტაბილურია, ვიდრე მზის ან ქარის ენერჯია. ნავარაუდებია, რომ ჰიდროენერგეტიკა, დარჩება ყველაზე უმსხვილეს მწვანე ენერჯის წყა-

როდ მომდევნო ათწლეულის განმავლობა- ში. (დიაგრამა 1 და 2)

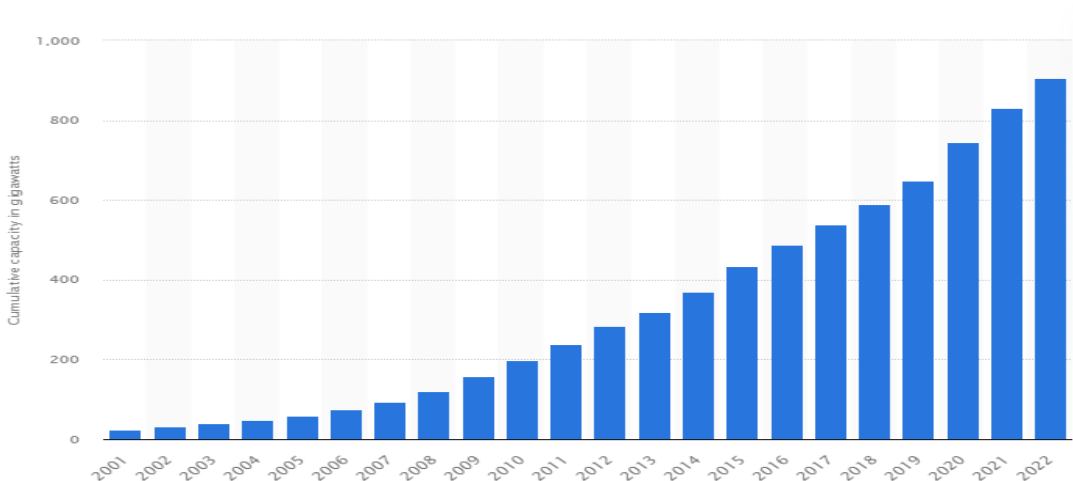


დიაგრამა 2. ჰიდროენერჯის წლიური წარმოება. გაზომილი ტერავატ საათებში (TWh) წყარო: BP Statistical Review of World Energy

### ქარის ენერჯია

ქარის ენერჯია იყენებს ჰაერის ნაკადის ძალას ტურბინების დასატრიალებლად. მიღებული მექანიკური ენერჯია კი შემდგომ გარდაიქმნება ელექტროენერჯიად. ქარის ენერჯის წარმოებაში ლიდერი სახელმწიფოებია, აშშ და ჩინეთი. 2001 წლიდან 2022 წლამდე ქარის კუმულაციური სიმძლავრე მთელ მსოფლიოში გაიზარდა 906,000 მეგავატამდე, რაც 37-ჯერ მეტია

2001 წელთან შედარებით (დიაგრამა 3) (IRENA..., 2023). მიუხედავად იმისა, რომ ქარის ტურბინები ძირითადად განთავსებულია ხმელეთზე, ბოლო პერიოდში ტექნოლოგიის დახვეწამ შესაძლებელი გახდა ტურბინების წყალზე განთავსება. ამ მხრივ ჩინეთი ლიდერობს, მას მოსდევს გაერთიანებული სამეფო და გერმანია (GWEC..., 2022).



დიაგრამა 3. დამონტაჟებული ქარის ენერჯის ჯამური სიმძლავრე მსოფლიოში. გაზომილი გიგავატებში (GW)

### მზის ენერჯია

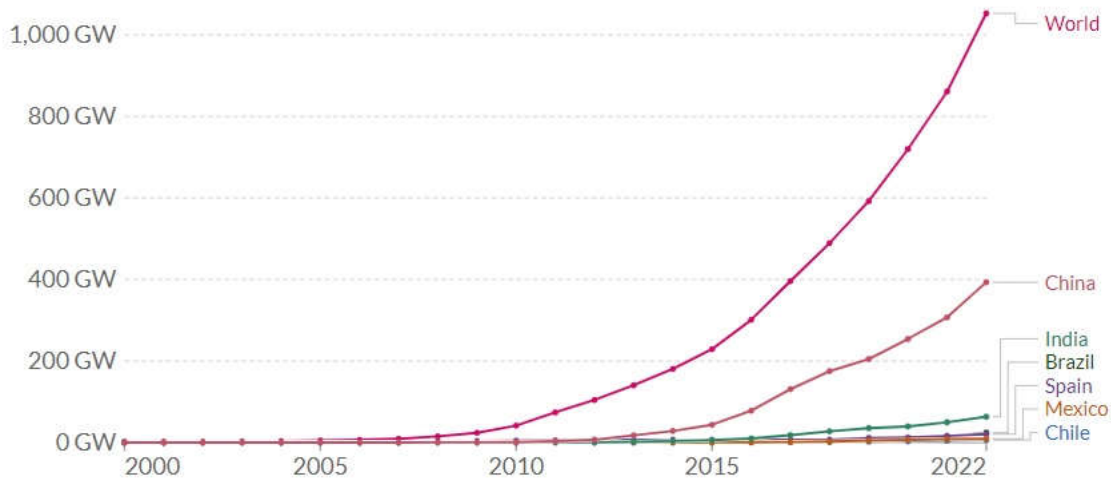
განახლებადი ენერჯიის ეს სახეობა იწარმოება ფოტოელექტრული უჯრედების გამოყენებით, რომლებიც მზის შუქს გარდაქმნის ელექტროენერჯიად. ბოლო წლებში მზიდან მიღებული ენერჯიის დირეზულეზა თანდათანობით ეცემა, რამაც გაზარდა მზის პანელებით გამომუშავებული ელექტროენერჯიის რაოდენობა. (დიაგრამა 4)

ჩინეთი არის ლიდერი მზის ენერჯიის წარმოებაში. 2022 წელს ჩინეთის მიერ დამონტაჟებული იქნა 106 გიგავატი, რაც გლობალური ბაზრის 44% შეადგენს. ჩინეთი მიზნად ისახავს რომ 2025 წლისთვის გამომუშავებული ელექტროენერჯიის 33%-ს განახლებადი ენერჯიის წყაროები შეადგენს. გარდა ამისა, ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკის პრეზიდენტმა სი ძინ პინმა განაცხადა, რომ 2030 წლისთვის ჩინეთი გეგმავს გამოიმუშაოს 1200 გიგავატზე მეტი მზის და ქარის ენერჯიის სიმძლავრე (Taiyang News..., 2020). ევროკავშირმა, რომელიც ამ სიაში მეორე ადგილზეა, 2022 წელს დაამონტაჟა 38,9 გიგავატი, რასაც მოჰყვება აშშ, დაახლოებით 18,6 გიგავატი

დამონტაჟებული ენერჯიით (BP..., 2022).

### მწვანე წყალბადის ენერჯია

საყურადღებოა მსოფლიოს ბოლოდროინდელი დაინტერესება მწვანე წყალბადით. წიაღისეული საწვავის ერთ-ერთი ალტერნატივა არის სწორედ „მწვანე“ წყალბადი, რომელიც შეიძლება წარმოიქმნას წყლის ელექტროლიზით, რაც გულისხმობს განახლებადი ელექტროენერჯიის გამოყენებით წყლის დაშლას წყალბადად და ჟანგბადად (ნახშირორჟანგის გამოყოფის გარეშე). სხვადასხვა სექტორებში, მწვანე წყალბადის ენერჯია პირდაპირ შეიძლება გამოყენებული იქნას სხვადასხვა ქიმიურ პროცესებში, სითბოს მისაღებად, სხვადასხვა სინთეზური საწვავის წარმოებისთვის, ან თუნდაც ელექტროენერჯიად სათბობი ელემენტის (Fuel Cell) მეშვეობით. სწორედ „სათბობი ელემენტია“, რისი წყალბადითაც შესაძლებელია ელექტროენერჯიის მოთხოვნისამებრ წარმოება და შესაბამისად ენერჯიის შენახვა. შენახვის შესაძლებლობა კი მას ხდის ერთადერთ მწვანე ტექნოლოგიად, რომელსაც შეუძლია ენერჯიის შენახვა სეზონების განმავლობაში.



დიაგრამა 4. დამონტაჟებული მზის ენერჯიის სიმძლავრე. გაზომილი გიგავატებში (GW).  
წყარო: International Renewable Energy Agency (IRENA)

მრავალი მეცნიერი და ეკონომისტი ვარაუდობს, რომ წყალბადი იქნება მთავარი გამოსავალი კლიმატის ცვლილების წინააღმდეგ ბრძოლაში (Tarkowski, 2019). მათი არგუმენტებით წყალბადი იქნება ენერჯის პირველადი ტექნოლოგია, სამრეწველო თუ საყოფაცხოვრებო მოხმარების წყარო, ასევე სატრანსპორტო საწვავის წამყვანი სახე, განსაკუთრებით, სატვირთო მანქანებისთვის და თვითმფრინავებისთვის. თუმცა ამ მოსაზრებას ასევე ყავს მოწინააღმდეგეებიც; რომლებიც ამტკიცებენ, რომ წყალბადს არ ექნება პრაქტიკული გამოყენება წარმოების მაღალი ხარჯებისა და მისი ელექტროენერჯიად გარდაქმნისას დიდი დანაკარგების გამო (Bossel, 2006). ეს მეცნიერები ამბობენ, რომ ინოვაციური ძალისხმევა უნდა იყოს ფოკუსირებული უშუალოდ განახლება ენერჯიებზე და ბატარეის ტექნოლოგიებზე (Shinnar, 2003).

პრაქტიკული გამოსავალი კი მდგომარეობს ამ ორ უკიდურეს პოზიციას შორის (Tarkowski, 2019). წყალბადის წარმოებისა და გარდაქმნის თანდაყოლილი არაეფექტიანობა მიუთითებს იმაზე, რომ ყველაფერი, რის ელექტროფიკაციაც შეიძლება განახლებადი ენერჯის გამოყენებით, უნდა მომარაგდეს ელექტროენერჯით. თუმცა, არსებობს უამრავი სფერო, სადაც განახლებადი ენერჯია შუამავლის გარეშე — პირდაპირ ვერ იქნება გამოყენებული, სწორედ წყალბადს აქვს პოტენციალი შეასრულოს შუამავლის ეს ფუნქცია, ვინაიდან ის ენერჯის უფრო მოქნილი სახეა და უფრო მრავალმხრივია მისი ამა თუ იმ ფორმით გამოყენების შესაძლებლობა. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, საუბარია ჰიდრო, მზის და ქარის ენერჯიებზე, როგორც ენერჯის პირვანდელ წყაროებზე, ხოლო წყალბადზე, როგორც ენერჯის შემნახველ ტექნოლოგიაზე. მოგეხსენებათ, მზის, ქარის და მწვანე ჰიდრო (წყალსაცავის გარეშე) ენერჯიები გამომუშავების „სეზონურობით“ ხასიათ-

დებიან, რაც დიდი გამოწვევაა ენერჯორესურსებზე მზარდი მოთხოვნის პირობებში. თუმცა თანამედროვე კვლევებმა შესაძლებელი გახადა ამ პრობლემის მოგვარება მწვანე წყალბადის საშუალებით. არაპიკური მოთხოვნის დროს, მზის, ქარის და ჰიდრო ენერჯიები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას წყლის დასამლელად ელექტროლიზის მეშვეობით და გამოთავისუფლებული წყალბადი დიდი ხნის განმავლობაში ეფექტიანად შეინახოს (მაგალითად, მიწისქვეშა საცავში). შემდეგ კი პიკური მოთხოვნის დროს მოხდეს უკუპროცესი და სათბობი ელემენტის (Fuel Cell) გამოყენებით, კონტროლირებად გარემოში, წყალბადისა და ჟანგბადის შერევით გამოთავისუფლებული ენერჯია გადავაქციოთ ელექტროენერჯიად. დღეისთვის ეს პროცესი ენერჯის გარკვეულ დანაკარგებს გულისხმობს, თუმცა მკვლევარებისა და მეცნიერების ბოლოდროინდელი დაინტერესება დამაიმედებელ შედეგებს გვპირდება.

საქართველო და მწვანე ენერჯეტიკა

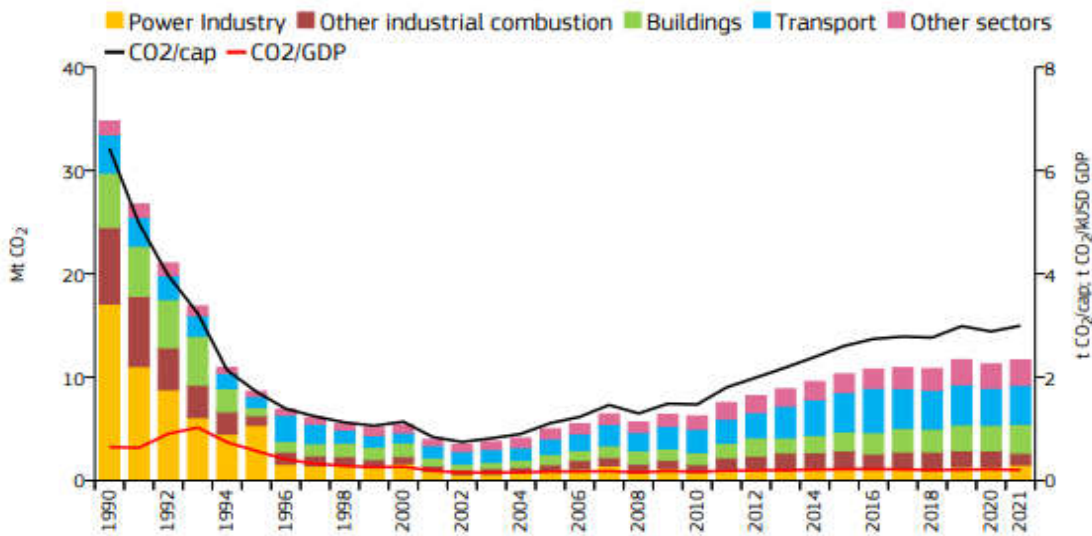
პატარა განვითარებადი სახელწიფობისთვის განსაკუთრებით ხელსაყრელია მწვანე ენერჯეტიკის ხელშეწყობა და განვითარება. მართალია, გლობალურ დათბობაში საქართველოს როლი მიზერულია და ნახშირორჟანგის გამოყოფის კუთხით საბჭოთა კავშირის დაშლის დროინდელ მის მოცულობასაც ვერ დაბრუნებია (დიაგრამა 5), თუმცა მდგრადი ეკონომიკური ზრდა განვითარების ყველა ეტაპზე მნიშვნელოვანია. განსაკუთრებით იმ პირობებში, როდესაც ქვეყანა, თავისი ჰიდროელექტროგენერაციის პოტენციალის მხოლოდ 20% იყენებს (ბიზნეს მედია საქართველო..., 2019) და ამ ფონზე, მისი ელექტროენერჯის იმპორტი წლიდან წლამდე იზრდება. რაც შეეხება ქარის და მზის ენერჯიებს, საქართველოში მხოლოდ ერთი 20.7 მეგავატიანი სადგური ფუნქციონირებს, რომელიც 2016 წლის დეკემბერში ამოქმედდა; ხოლო მზის

ენერჯის ათვისების კუთხით, ჯერაც არ გვაქვს სახელმწიფო მნიშვნელობის სადგური.

მართალია, ელექტროენერჯიაში იმპორტის წილი დიდი არ არის (საერთაშორისო გამჭირვალობა საქართველო..., 2023). მაგრამ იმავეს ვერ ვიტყვით წიაღისეულ საწვავზე, სადაც დიამეტრალურად განსხვავებული სიტუაციაა. ამასთან, ელექტროენერჯის იმპორტის მცირე საჭიროება განპირობებულია ადგილობრივი თბოელექტროსადგურების გამომუშავების ხარჯზე, რომლებიც მუშაობენ სრულად იმპორტირებულ წიაღისეულ საწვავზე. ამ ფაქტების გატვალისწინებით, საქართველო „ენერჯო დამოკიდებულია“ და ღია ყველა იმ საფრთხეების მიმართ რასაც ენერჯო დამოკიდებულება გულისხმობს (პოლიტიკური თუ ეკონომიკური არასტაბილურობა). გამომდინარე აქედანაც, მწვანე ენერჯეტიკის განვითარებას აქვს გადაამწყვეტი როლი არა მარტო უწყვეტი ეკონომიკური ზრდის მისაღწევად (რომელიც პარალელურად არ

დააზიანებს გარემოს), არამედ ქვეყნის ენერჯოდამოუკიდებლობის საკითხში. ვინაიდან, მწვანე ენერჯეტიკა უპირველესად “ადგილობრივ” სუფთა და განახლებადი ენერჯეების შესწავლა-განვითარებას გულისხმობს.

აღსანიშნავია, რომ დანარჩენ მსოფლიოსთან ერთად, საქართველოც ჩართულია მწვანე ენერჯეტიკის განვითარების პროცესში. 2020 წლის 21 მაისს საქართველომ მიიღო ახალი კანონი ენერჯოეფექტურობის შესახებ (საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე..., 2020), რაც დაეხმარება ქვეყანას გახდეს უფრო ენერჯოეფექტური და შეიტანოს თავისი წვლილი კლიმატის ცვლილების კუთხით. მიღებული კანონით განისაზღვრა, როგორც საჯარო, ასევე კერძო სექტორის, მრეწველობის და სხვა სექტორების ვალდებულებები ენერჯოეფექტურობის ხელშეწყობის, მოხმარებისა და განვითარების კუთხით.



დიაგრამა 5: CO2-ის გამოყოფა საქართველოში (მეგატონა). წყარო:  
[https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report\\_2022](https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2022)

ასევე, 2023 წლის ივნისში ხელი მოეწერა შეთანხმებას რომლის თანახმადაც გერმანიის მთავრობა საქართველოს გამოუყოფს 1.3 მილიონ ევროს რათა მოხდეს მწვანე წყალბადის კუთხით საქართველოს პოტენციალის შესწავლა და მწვანე წყალბადის განვითარების ხელშეწყობა (საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტრო..., 2023). შეთანხმებას, ორი ქვეყნის მთავრობების ჩართულობის ფონზე, ხელი მოაწერეს საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციამ და გერმანიის რეკონსტრუქციის ბანკმა. ხელშეკრულების თანახმად, იგეგმება არა მხოლოდ საქართველოში მწვანე წყალბადის პოტენციალის შეფასება, არამედ დაგეგმილია საპილოტე პროექტის განხორციელებაც, რომელიც ითვალისწინებს მწვანე წყალბადის მისაღებად შესაბამისი ინფრასტრუქტურის მოწყობას. ამ პროექტის დასკვნით ფაზაში შესაძლებელი იქნება, რამდენიმე ქალაქში ვიხილოთ წყალბადზე მომუშავე საზოგადოებრივი ტრანსპორტი.

### დასკვნა

ინდუსტრიული რევოლუციის შემდეგ მსოფლიომ განიცადა მაშტაბური ეკონომიკური ზრდა. თუმცა, ამ მნიშვნელოვანმა ეკონომიკურმა ზრდამ გამოიწვია გარემოს დაბინძურების ასევე მაშტაბური ზრდა, რაც გლობალურ პრობლემად იქცა. გარემოს დაბინძურება საფრთხეს უქმნის მომავალ თაობებს ისეთი ეკოლოგიური პრობლემების გამოწვევით, როგორცაა გლობალური დათბობა, საკვების დაბინძურება, ტყის განადგურება და სხვ. გარდა ამისა, გარემოს დაბინძურებას მოაქვს საზოგადო-

ებისთვის მნიშვნელოვანი ეკონომიკური პრობლემები, როგორცაა ჯანდაცვის დამატებითი ხარჯები და შრომის პროდუქტიულობის დანაკარგები; ყოველივე ეს, შესაბამისი ჩარევის გარეშე, საფრთხეს შეუქმნის სამომავლო ეკონომიკურ ზრდას და განვითარებას.

გამომდინარე აქედან, წიაღისეული ენერჯის (ქვანახშირი, ნავთობი, გაზი) ჩანაცვლება სუფთა, მწვანე, უსაფრთხო და ეფექტიანი ენერგომომარაგების სისტემებით მთელ მსოფლიოში მდგრადი განვითარების მთავარ მიზნად იქცა. უფრო კონკრეტულად, ბოლოდროინდელ კვლევებში განახლებადი ენერჯიები მწვანე წყალბადის ენერჯის გათვალისწინებით, მიჩნეულია მთავარ გასაღებად, როგორც ნახშირორჟანგის ემისიის პიკის, ისე ნახშირორჟანგის ნეიტრალიტეტის მისაღწევად. საუბარია წყალბადის ენერჯიაზე როგორც ენერჯის შენახვის შესაძლებლობაზე, რომელიც თავიდან აგვარიდებს მზის, ქარის და მცირე/საშუალო ჰიდროსადგურების „სეზონურ“ ცვალებადობას.

აღსანიშნავია, რომ საქართველომ მწვანე ენერჯეტიკის ხელშეწყობის გზაზე, 2020 წელს მიიღო კანონი ენერგოეფექტურობის შესახებ, ხოლო 2023 წლის ივნისში ხელი მოაწერა პროექტს, რომლის მიხედვითაც, გერმანიის სახელმწიფოს ხელშეწყობით, საქართველოში იგეგმება მწვანე წყალბადის მისაღებად შესაბამისი ინფრასტრუქტურის მოწყობა და წყალბადზე მომუშავე საზოგადოებრივი ტრანსპორტის შექმნა.

### გამოყენებული ლიტერატურა

ბიზნეს მედია საქართველო, აუთვისებელი სიმდიდრე – ჰიდროგენერაციის ნორვეგიული მაგალითი საქართველოსთვის, 2019, <https://bm.ge/ka/article/autvisebel-simdidre--hidrogeneraciis-norvegiuli-magaliti-saqartvelostvis-/56436> (გადამოწმებულია 04.10.2023)



- საერთაშორისო გამჭვირვალობა საქართველო, საქართველოს ელექტროენერგეტიკის სექტორი 2010-2022 წლებში, 2023, <https://www.transparency.ge/ge/post/sakartvelos-elektroenergetikis-sektori-2010-2022-clebshi> (გადამოწმებულია 04.10.2023)
- საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტრო, 2023, <https://www.economy.ge/?page=news&nw=2272&s=romeo-miqautadze-saqartvelo-rogorc-evropis-energetikuli-gaertianebis-wevri-chartulia-mwvane-wyalbadis-teqnologiis-ganvitarebis-processhi> (გადამოწმებულია 04.10.2023)
- საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, საქართველოს კანონი ენერგოეფექტურობის შესახებ, 2020, <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/4873938?publication=1> (გადამოწმებულია 04.10.2023)
- Alkhatlan, K., Javid, M., (2013). Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Saudi Arabia: An aggregate and disaggregate analysis, *Energy Pol.*, 62:1525–1532
- Bossel U., (2006). Does a hydrogen economy make sense?, *Proc IEEE* 94:1826-1837.
- BP, “Statistical Review of World Energy 2022”, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (გადამოწმებულია 04.10.2023)
- GWEC, Global Wind Energy Council (2022), “Global Wind Report 2022”, <https://gwec.net/global-wind-report-2022/> (გადამოწმებულია 04.10.2023)
- IEA. International Energy Agency, (2016). “World Energy Outlook 2016.” <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2016> (გადამოწმებულია 04.10.2023)
- IEA. International Energy Agency, (2019). Global CO2 Emissions in 2019 Analysis. <https://www.iea.org/articles/global-co2-emissions-in-2019> (გადამოწმებულია 04.10.2023)
- IRENA. International Renewable Energy Agency (2023), “Renewable energy statistics 2023” <https://www.irena.org/Publications/2023/Jul/Renewable-energy-statistics-2023> (გადამოწმებულია 04.10.2023)
- Ji, Q., Zhang, D., (2019). How much does financial development contribute to renewable energy growth and upgrading of energy structure in China?, *Energy Pol.* 128:114–124.
- Ritchie, H., Roser, M., Rosado, P., (2020). CO<sub>2</sub> and greenhouse gas emissions, *Our world in data*.
- Shinnar R., (2023). The hydrogen economy, fuel cells, and electric cars. *Technol Soc* 25:455-476.
- Taiyang News (2020). “China Aims For Over 1,200 GW Wind & Solar Power By 2030” <https://taiyangnews.info/markets/china-aims-for-over-1200-gw-wind-solar-power-by-2030/> (გადამოწმებულია 04.10.2023)
- Tarkowski R., (2019). Underground hydrogen storage: characteristics and prospects, *Renew Sustain Energy Rev* 105: 86-94
- World Bank, World Bank national accounts data, 2023. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG> (გადამოწმებულია 04.10.2023 )
- WHO, World Health Organization, (2016). “Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease.” <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250141> (გადამოწმებულია 04.10.2023)

## Dangerous Economic Growth and Green Hydrogen as a Safe Alternative

**Aleksandre Vatcharadze**

Assistant professor, Kutaisi University  
aleksandre.vatcharadze@unik.edu.ge

### Abstract

During recent decades, the world has experienced significant economic growth. Global gross domestic product (GDP) has grown from US\$1.38 trillion in 1960 to US\$101 trillion in 2022; an increase of about 74 times. However, this great economic growth has led to massive environmental pollution. In 2020, global CO<sub>2</sub> emissions reached 34 billion tons, which is 17 times higher than the same figure in 1900. The emission of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in the world is increasing at such a rate that without intervention it will increase the temperature of the earth by several degrees. Global warming will hinder economic development and increase costs. To combat this problem, many countries are trying to replace traditional fossil energies with renewable alternatives. Of particular note is the world's recent interest in *green hydrogen*. The current interest is due to the possibility of efficient long-term energy storage. This fact adds additional importance to such renewable energy sources as: wind, solar and hydro (without reservoir) energies; One of the main disadvantages of which is "seasonality" and inability of production according to demand.

**Keywords:** Economic Growth, Renewable Energy, Global Warming, Green Hydrogen

**JEL:** Q42

**DOI:** <https://doi.org/10.52244/c.2023.11.16>

**For citation:** Vatcharadze A. (2023) Dangerous Economic Growth and Green Hydrogen as a Safe Alternative. International Scientific Conference "Human Capital, Institutions, Economic Growth". Proceedings. Kutaisi University. pp. 127 - 137. DOI: <https://doi.org/10.52244/c.2023.11.16>

### References

- Business Media Georgia, Unexploited wealth – Norwegian example of hydrogeneration for Georgia, 2019, <https://bm.ge/ka/article/autvisebeli-simdidre--hydrogeneraciis-norvegiuli-magaliti-saqartvelostvis-/56436> (verified 04.10.2023)
- International Hardship Georgia, Georgia's Electric Power Sector 2010-2022, 2023, <https://www.transparency.ge/ge/post/sakartvelos-elektroenergetikis-sektori-2010-2022-clebshi> (verified 04.10.2023)
- Ministry of Economy and Sustainable Development of Georgia, 2023, <https://www.economy.ge/?page=news&nw=2272&s=romeo-miqautadze-saqartvelo-rogorc-evropis-energetikuli-gaertianebis-wevri-chartulia-mwvane-wyalbadis-teqnologiis-ganvitarebis-processhi> (verified on 04.10.2023)
- Legislative Herald of Georgia, Law of Georgia on Energy Efficiency, 2020, <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/4873938?publication=1> (verified 04.10.2023)
- Alkhathlan, K., Javid, M., (2013). Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Saudi Arabia: An aggregate and disaggregate analysis, *Energy Pol.*, 62:1525–1532
- Bossel U., (2006). Does a hydrogen economy make sense?, *Proc IEEE* 94:1826-1837.
- BP, "Statistical Review of World Energy 2022", <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (verified on 04.10.2023)
- GWEC, Global Wind Energy Council (2022), "Global Wind Report 2022", <https://gwec.net/global-wind-report-2022/> (verified on 04.10.2023)
- IEA. International Energy Agency, (2016). "World Energy Outlook 2016." <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2016> (verified 04.10.2023)
- IEA. International Energy Agency, (2019). Global CO<sub>2</sub> Emissions in 2019 Analysis. <https://www.iea.org/articles/global-co2-emissions-in-2019> (verified 04.10.2023)
- IRENA. International Renewable Energy Agency (2023), "Renewable energy statistics 2023" <https://www.irena.org/Publications/2023/Jul/Renewable-energy-statistics-2023> (verified 04.10.2023)
- Ji, Q., Zhang, D., (2019). How much does financial development contribute to renewable energy growth and upgrading of energy structure in China?, *Energy Pol.* 128:114–124.
- Ritchie, H., Roser, M., Rosado, P., (2020). CO<sub>2</sub> and greenhouse gas emissions, *Our world in data*.
- Shinnar R., (2023). The hydrogen economy, fuel cells, and electric cars. *Technol Soc* 25:455-476.
- Taiyang News (2020). "China Aims For Over 1,200 GW Wind & Solar Power By 2030"

<https://taiyangnews.info/markets/china-aims-for-over-1200-gw-wind-solar-power-by-2030/> (verified on 04.10.2023)

Tarkowski R., (2019). Underground hydrogen storage: characteristics and prospects, *Renew Sustain Energy Rev* 105: 86-94

World Bank, World Bank national accounts data, 2023.

<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG> (verified on 04.10.2023)

WHO, World Health Organization, (2016). "Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease." <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250141> (verified on 04.10.2023)