

# მწვანე წყალბადის წარმოების პოტენციალი და მისი როლი ენერგეტიკული რესურსების რაციონალური გამოყენებისათვის საქართველოში

**გულნაზ ერკომაიშვილი**

ასოცირებული პროფესორი

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

[gulnazi.erkomaishvili@tsu.ge](mailto:gulnazi.erkomaishvili@tsu.ge)

## ანოტაცია

ნაშრომში გადმოცემულია მწვანე წყალბადის როლი ენერგეტიკული რესურსების რაციონალური გამოყენებისათვის, მისი წარმოებისათვის ინფრასტრუქტურის შექმნის ტენდენციები საქართველოში. აღნიშნულია, რომ ენერგეტიკული პოლიტიკის უმთავრესი პრიორიტეტი ეკოლოგიურად სუფთა წყალბადის უპირატესი ხელშეწყობაა. იგი მომავლის ინოვაციური პროექტი და ტრადიციული, წიაღისეული საწვავის კონკურენტული ალტერნატივაა. საქართველოს განახლებადი ენერგიის პროექტების განვითარების დიდი, აუთენტიკური პოტენციალი გააჩნია. აღმოსავლეთ პარტნიორობის ფარგლებში ევროპა ჩვენს ქვეყანას განიხილავს მოკავშირედ მწვანე წყალბადის წარმოების მიმართულებით. მნიშვნელოვანია, რომ ქვეყანა გახდეს წყალბადის გამოყენების თვითკმარი, ჰქონდეს დამატებითი რესურსები ექსპორტისთვის და არა მხოლოდ ტრანზიტისთვის – შავი ზღვის წყალქვეშა კაბელის პროექტის ქვეშ ექსპორტის მიზანია. საქართველოს აქვს რესურსი, მსოფლიო ბაზარზე მწვანე წყალბადით წარსდგეს.

მწვანე წყალბადი დაეხმარება ქვეყანას ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაძლიერებასა და იმპორტირებული საწვავის ჩანაცვლებაში, რადგან ჩვენს ქვეყანას განახლებადი ენერგიის მდიდარი რესურსი აქვს. საქართველოს ამ შესაძლებლობის გამოყენებისა და მწვანე წყალბადით მსოფლიო ბაზარზე პოზიციონირება შეუძლია.

**საკვანძო სიტყვები:** მწვანე წყალბადი, წყალბადის ენერგეტიკა, ენერგეტიკული უსაფრთხოება, წყალბადის ენერგეტიკის ეკონომიკური პოლიტიკა

ევროკავშირის ქვეყნების ენერგეტიკული პოლიტიკის ძირითად მიმართულებებს წარმოადგენს ქვეყანაში შეტანილ ენერგორესურსებზე დამოკიდებულების შემცირება და ასევე ენერგიის განახლებადი წყაროების ხარჯზე ელექტროენერგიის წარმოების გაზრდა.

ენერგეტიკული უსაფრთხოების პოლიტიკა ევროპის ახალი ფუნქციონალური მიმართულება გახდა. ევროკავშირი მოიხმარს მსოფლიოში წარმოებული ენერგიის ერთ მეხუთედს, მაგრამ მას შედარებით მცირე საკუთარი მარაგები გააჩნია. ევროკავშირი მსოფლიოში ენერგიის უმსხვილესი იმპორტიორია. მის მიერ მოხმარებული ენერგიის 54% იმპორტირებულია.

ბოლო პერიოდში ევროპული ენერგეტიკული პოლიტიკის ერთ-ერთი უმთავრესი პრიორიტეტი ეკოლოგიურად სუფთა წყალბადის უპირატესი ხელშეწყობაა. მწვანე წყალბადი მომავლის ინოვაციური პროექტია, იგი ტრადიციული, წიაღისეული საწვავის კონკურენტული ალტერნატივაა. მწვანე წყალბადი მიიღება ელექტროლიზის საშუალებით. მის მისაღებად კი განახლებადი ენერგიის წყაროები გამოიყენება: ქარი, მზე და წყალი, ანუ ჰიდრო ენერგეტიკა. წყალბადის წარმოების ხარჯი, ძირითადად, მოიცავს ელექტროენერგიისა და ელექტროლიზების ხარჯებს, დანადგარის რომლის საშუალებითაც წყალბადი წარმოიქმნება.

ევროპა მწვანე წყალბადს განიხილავს, როგორც რუსეთზე ენერგიის დამოკიდებულების შემცირების რეალურ საშუალებას. ევროკავშირის მიერ 2022 წლის მაისში შემუშავდა გეგმა, რომლის მიხედვითაც მოკლე პერიოდში საგრძნობლად უნდა შემცირდეს რუსულ ენერგიებზე დამოკიდებულება. ევროკავშირის მონაცემებითა და პროგნოზებით, წყალბადის დადგმული სიმძლავრის გაზრდა 2024 წლისთვის 6 გიგავატამდეა დაგეგმილი, ხოლო 2050 წლისთვის – 500 გიგავატამდე.

ევროკავშირის გეგმის (REPowerEU) მიხედვით, 2050 წლისთვის ევროპა უნდა იქცეს ე.წ. სუფთა კონტინენტად, რასაც ევროპის მწვანე შეთანხმებაც (**Green Deal**) – ითვალისწინებს. შეთანხმების თანახმად, განახლებადი ენერგიის ტექნოლოგიებთან ერთად წყალბადის ქსელის განვითარება ევროპაში ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებად განისაზღვრა. შესაბამისად, იზრდება მწვანე წყალბადის კვლევებისა და ინოვაციების დაფინანსება. მნიშვნელოვნადაა მომატებული მწვანე წყალბადის როლი და წილი ევროკავშირის ეკონომიკის სხვადასხვა მიმართულებაში. მაგალითად, ნიდერლანდების სამეფოში იგეგმება წყალბადის ტრანსპორტირების მსოფლიოში პირველი ეროვნული ქსელის მშენებლობა. ევროპა მწვანე წყალბადზე მუშაობის გააქტიურებას განიხილავს, როგორც „გადაუდებელი გამოწვევის გარდაქმნას უნიკალურ შესაძლებლობად“.

მთლიანად ევროპის სტრატეგია ევროპის კონტინენტზე 2030 წლისთვის მწვანე/სუფთა წყალბადის სანარმოებლად 40 გეგავატი წყლის ელექტროლიზის და ევროპის კონტინენტს გარეთ იმპორტისათვის დამატებით 40 გეგავატის წარმოებას მოიცავს. სწორედ აქ ჩნდება საქართველოსთვის უნიკალური პერსპექტივა და სწორედ ამას ემსახურება HyGeorgia-ს პროექტი, რომ ეს პოტენციალი სწორად და მთლიანად იყოს გამოყენებული. შედეგად მივიღებთ უფრო მდგრად ეკონომიკურ მოდელს, რათა თანამედროვე მსოფლიოში საქართველომ ერთხელ და სამუდამოდ თავისი ღირსეული ადგილი დაიმკვიდროს [9].

მწვანე წყალბადის აქტიურ გამოყენებას არა მხოლოდ ევროპა, არამედ სხვადასხვა ქვეყანა განიხილავს. ერთ-ერთი ასეთი ქვეყანაა ინდოეთი. ინდოეთში 2021 წელს დაიწყო ქვეყნის წყალბადის ეროვნული მისიის განხორციელება, სანარმოებს განესაზღვრა მწვანე წყალბადის გამოყენების მინიმალური კვოტა. ამ ქვეყნის ხელისუფლება მიიჩნევს, რომ მწვანე წყალბადი შეიძლება დაეხმაროს ინდოეთს ენერგეტიკული დამოუკიდებლობისკენ დიდი ნაბიჯის გადადგმაში და ამ მიზანს ინდოეთი 2047 წლისთვის მიაღწევს.

მწვანე წყალბადის განვითარების კურსი საქართველომაც აიღო. „მწვანე წყალბადის“ ტექნოლოგიის განვითარება არა მხოლოდ დაბალანსებს ენერგეტიკულ სისტემას, არამედ ხელს შეუწყობს ენერგეტიკულ უსაფრთხოებას, შექმნის ახალ ბიზნეს შესაძლებლობებსა და სამუშაო ადგილებს. ამდენად, უნდა დაჩქარდეს საერთაშორისო თანამშრომლობა კვლევებისა და ინოვაციების მიმართულებით.

წყალბადს, ბუნებრივ აირთან შედარებით, ბევრი უპირატესობა გააჩნია. პირველ რიგში, იგი არის სუფთა და რაც მთავარია, საქართველოს აქვს მისი წარმოების შესაძლებლობა. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ ქვეყანას ამ გზით შემოსავლის მიღება შეუძლია. მწვანე წყალბადი დაეხმარება ქვეყანას ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაძლიერებასა და იმპორტირებული საწვავის ჩანაცვლებაში, რადგან ჩვენ ქვეყანას განახლებადი ენერგიების მდიდარი რესურსი აქვს. საქართველოს ამ შესაძლებლობის გამოყენებისა და მწვანე წყალბადით მსოფლიო ბაზარზე პოზიციონირება შეუძლია.

საქართველოში ენერგეტიკული უსაფრთხოებისათვის და საერთოდ, ენერგეტიკული სისტემის დაბალანსებისათვის ძალზედ მნიშვნელოვანია „მწვანე წყალბადის“ ტექნოლოგიის განვითარება. ვინაიდან, ელექტროენერგიის მოხმარებისა და ჰიდროენერგიის გამომუშავების სეზონურობა იწვევს ზაფხულში ექსპორტირებადი ელექტროენერგიის ჭარბი რაოდენობით გამომუშავე-

ბასა და ზამთარში მზარდ დეფიციტს, იგი შეიძლება დაბალანდეს ენერგიის დაგროვების ტექნოლოგიებით და ერთ-ერთი ტექნოლოგია შეიძლება იყოს წყალბადის ენერგია.

საქართველოში ასევე შესაძლებელია მწვანე წყალბადის გამოყენება თბოელექტროსადგურებისთვის ელექტროენერგიის საწარმოებლად. მნიშვნელოვანია, წყალბადის სექტორის განვითარებისთვის მზად იყოს მარეგულირებელი გარემო. მსოფლიოში ასეთი მარეგულირებელი ჩარჩო ჯერ განვითარების ადრეულ ეტაპებზეა. სემეკში უკვე დაწყებულია მოსამზადებელი სამუშაოები, რომლებიც იქნება ერთგვარი ფუნდამენტი მწვანე წყალბადის განვითარების ხელშემწყობი დოკუმენტების პროექტების შესაქმნელად.

აღმოსავლეთ პარტნიორობის ფარგლებში ევროპა ჩვენს ქვეყანას განიხილავს მოკავშირედ მწვანე წყალბადის წარმოების მიმართულებით.

2020 წელს საქართველოს მთავრობამ ევროპის რეკონსტრუქციისა და განვითარების ბანკთან (EBRD) ხელი მოაწერა შეთანხმებას, რომელიც გულისხმობს ქვეყნის საჭიროების შეფასების ტექნიკურ კვლევას ეკოლოგიურად სუფთა წყალბადის წარმოებაზე.

2021 წელს საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროსა და გერმანიის განვითარების ბანკს (KfW) შორის ხელი მოეწერა განზრახვლებათა დეკლარაციას საქართველოში მწვანე წყალბადის პოტენციალის შესწავლის შესახებ. დეკლარაციის ძირითად მიზნებს წარმოადგენს საქართველოში მწვანე წყალბადის პოტენციალისა და სარგებლის შეფასება, პირველი საპილოტე პროექტის განხორციელება, რომელიც უზრუნველყოფს ეკონომიკისთვის სარგებლის მოტანას, შესაბამისად, ხელს შეუწყობს ქვეყანაში ინვესტიციების მოზიდვას სუფთა და განახლებადი ენერგიების მიმართულების განსავითარებლად, იმპორტირებულ გაზზე დამოკიდებულების შემცირებასა და მიწოდების უსაფრთხოების გაზრდას. ასევე დეკლარაციით განსაზღვრული მიზანია განახლებადი ენერგიის პროექტების განვითარების ტემპის ზრდა, ნახშირბადის ემისიების შემცირება და ქვეყნისთვის ექსპორტის შესაძლებლობების შექმნა.

2022 წელს აზიის განვითარების ბანკის (ADB) მხარდაჭერით დაიწყო „ენერგიის დამგროვებისა და მწვანე წყალბადის განვითარების“ პროგრამის განხორციელება, რომელიც მიზნად ისახავს სხვადასხვა დაინტერესებული ინსტიტუციების ცოდნისა და შესაძლებლობების ამაღლებას და შესაბამისი საკანონმდებლო ბაზის ჩამოყალიბებაში მხარდაჭერას.

პირველ ეტაპზე, წყალბადის გამოყენების გზად განიხილება ბათუმის მუნიციპალური ტრანსპორტი. მუნიციპალურ ტრანსპორტში მისი გამოყენება იქნება თვალსაჩინო მაგალითი საზოგადოებისთვის იმის სადემონსტრაციოდ, თუ რამდენად სასარგებლო, საჭირო, სუფთა და უსაფრთხოა მწვანე წყალბადი თანამედროვე მსოფლიოსთვის. აღნიშნული პროექტი გრანტისა და იაფი სესხის საფუძველზე KfW -ს მხარდაჭერითა და დახმარებით დაფინანსდება [5].

საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების ფონდის ინიციატივით საქართველოს წყალბადის სტრატეგიის დოკუმენტი შემუშავებულია. აღნიშნულ დოკუმენტზე საკონსულტაციო კომპანია „GOPA Intec“ მუშაობდა. კვლევა საერთაშორისო დონორი ორგანიზაცია გერმანიის განვითარების ბანკის (KfW) დაფინანსებით განხორციელდა. შეიცვლება და დაიხვეწება შესაბამისი კანონმდებლობა, გადაიდგმება ნაბიჯები, რომლებიც ადგილობრივ და უცხოურ ინვესტორებს, საქართველოში, მწვანე წყალბადის განვითარების ბიზნეს პოტენციალის დანახვისა და შეფასების შესაძლებლობას მისცემს.

საქართველო, საკუთარი განახლებადი ენერგიის პოტენციალით და ხელსაყრელი გეოგრაფიული მდებარეობით, მნიშვნელოვანი ეკონომიკური, პოლიტიკური და უსაფრთხოების, სარგებლის მიღებას ითვალისწინებს როგორც საკუთარი რესურსების განვითარებით, ასევე სხვა ქვეყნებიდან ტრანზიტის ხელშეწყობით.

მნიშვნელოვანია, რომ ქვეყანა გახდეს წყალბადის გამოყენების თვითკმარი, ჰქონდეს დამატებითი რესურსები ექსპორტისთვის და არა მხოლოდ ტრანზიტისთვის – შავი ზღვის წყალქვე-

შა კაბელის პროექტის ქვეშ ექსპორტის მიზანიცაა. საქართველოს აქვს რესურსი, მსოფლიო ბაზარზე მწვანე წყალბადით წარსდგეს.

საქართველოში გერმანიის საელჩოს ცნობით, გერმანია საქართველოს 23 მილიონ ევროს გამოუყოფს ბაზარზე მწვანე წყალბადის გავრცელების მიზნით. მთლიანობაში მხარეებმა დაახლოებით 68 მილიონი ევროს ღირებულების ღონისძიებათა პაკეტი შეიმუშავეს მომდევნო ორი წლის პერიოდისთვის.

ეს თანამშრომლობა პირველი საინვესტიციო პროექტია მწვანე წყალბადის ტექნოლოგიის კუთხით კავკასიის რეგიონში. მრავალი ჰიდროელექტროსადგურის, მზის მაღალი გამოსხივებისა და ქარის ძალიან კარგი პირობების გამო რეგიონს განახლებადი ენერგიების და ამით მწვანე წყალბადის წარმოების პოტენციალი გააჩნია. გამოყოფილი თანხები მომდევნო წლების განმავლობაში უნდა მოხმარდეს ელექტროლიზის ქარხნის, წყალბადის რეზერვუარისა და ამისათვის საჭირო ქარის ელექტროსადგურის მშენებლობას. დაგეგმილია ასევე სპეციალისტების მომზადება ქართული კომპანიებისათვის.

მწვანე წყალბადის საწარმო ბათუმის ინდუსტრიულ ზონაში აშენდება. საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციის ცნობით, პროექტში ჩართული მხარეების მონაწილეობით, ტერიტორიაზე განთავსდება წყალბადის საწარმო, ე. წ. ელექტროლიზური. ასევე, ავტობუსების სატუმბი და წყალბადის შემნახველი სადგურები განთავსდება. ასევე შედგენილია მწვანე წყალბადზე მომუშავე საავტობუსე მარშრუტები [4]

საქართველო, როგორც „საერთაშორისო ენერგეტიკული გაერთიანების“ წევრი ქვეყანა, უახლეს საერთაშორისო ტენდენციებს ითვალისწინებს. ბევრმა ქვეყანამ უკვე აიღო ვალდებულება, რომ 2050 წლისათვის ბუნებრივ გაზს, დიდწილად, ალტერნატიული ენერგიებით ჩაანაცვლებს. განვითარებული ქვეყნები მზად არიან ეტაპობრივად გადავიდნენ წყალბადზე და ამით ხელი შეუშალონ კლიმატის ცვლილებებს. მას გამოყენების მრავალი პერსპექტივა გააჩნია: ელექტროენერგიის გენერაცია და რეზერვაცია, ალტერნატიული და სუფთა ენერგია სატრანსპორტო საშუალებებისთვის, იგეგმება ქარხნებისა და წარმოებების წყალბადის ენერგიაზე გადაყვანა, მისი გამოყენება შენობების გასათბობად და ა.შ. ევროპა, ამ მიმართულებით, სერიოზულ ნაბიჯებს დგამს. ეს, მათთვის, მომავლის ინვესტიციაა. საქართველოს კი შეუძლია იგი არა მხოლოდ შიდა მოხმარებისთვის აწარმოოს, არამედ ექსპორტზე გაიტანოს. მოთხოვნა მუდმივად მზარდია, რადგან ბევრი ქვეყანა ცდილობს ბუნებრივი აირის წყალბადით ჩანაცვლებას.

საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროს ინიციატივით ქვეყანაში ჩამოყალიბდა „წყალბადის ენერგიის განვითარების ხელშეწყობის კომიტეტი“, რომელსაც ხელმძღვანელობს ენერგეტიკის განვითარების ფონდი და მასში ჩართულია, როგორც შესაბამისი უწყებები, ასევე კერძო სექტორი და აკადემიური წრეები. წყალბადის ენერგეტიკის განვითარების ხელშეწყობი კომიტეტის მიზანია ევროკავშირის მიერ სუფთა წყალბადის წარმოების განვითარების პარალელურად, საქართველოში აღნიშნული პროდუქტის წარმოება-ექსპორტისათვის მიმზიდველი გარემოს შექმნა და საქართველოს, როგორც ქვეყნის, სუფთა წყალბადის მწარმოებლებს შორის მონიწივე ადგილის დამკვიდრება.

საქართველო, როგორც ენერგეტიკული გაერთიანების წევრი, ჩართულია „მწვანე წყალბადის“ განვითარების ევროპულ პროცესებში. ამავე დროს, საქართველო, საკუთარი განახლებადი ენერგიის პოტენციალით და ხელსაყრელი გეოგრაფიული მდებარეობით, მნიშვნელოვანი ეკონომიკური, პოლიტიკური და უსაფრთხოების, სარგებლის მიღებას ითვალისწინებს როგორც საკუთარი რესურსების განვითარებით, ასევე სხვა ქვეყნებიდან ტრანზიტის ხელშეწყობით. საქართველოს განსაკუთრებული პოტენციალი აქვს განახლებადი წყაროებიდან ენერგეტიკის განვითარების მიმართულებით. ეს პირდაპირ კავშირშია როგორც ჩვენი ქვეყნის ენერგოდამოუკიდებლობასთან, ასევე, რა თქმა უნდა, ეკონომიკურ და ენერგეტიკულ უსაფრთხოებასთან, საქართველო ამავე დროს მნიშვნელოვანი სატრანზიტო ქვეყანაა. მას, როგორც ევრო-

პისა და აზიის დამაკავშირებელ დერეფანს, აქვს იმის პოტენციალი, რომ გაზარდოს თავისი როლი აღმოსავლეთ-დასავლეთისა და ჩრდილოეთ-სამხრეთის სატრანზიტო პროექტების განხორციელებაში. გეოპოლიტიკური მდებარეობის ეფექტიანი გამოყენება ხელს შეუწყობს ქვეყნის ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაუმჯობესებას და ეკონომიკურ განვითარებას.

## ლიტერატურა

1. საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტრო (economy.ge)
2. Stefano F. Verde and Nicolò Rossett (2020). The Future of Renewable Energy Communities in the EU
3. ნ. ბერიძე, მწვანე წყალბადის როლი ენერგეტიკული რესურსების ოპტიმალური გამოყენებისათვის (2023), Forbes Georgia
4. <https://energynews.ge/news/elternatiuli-energia/batumis-industriul-zonashi-mtsvane-tsyalbadis-sat-sarmo-ashendeba>
5. ბათუმის ინდუსტრიულ ზონაში მწვანე წყალბადის საწარმო აშენდება  
<https://energynews.ge/news/elternatiuli-energia/batumis-industriul-zonashi-mtsvane-tsyalbadis-sat-sarmo-ashendeba>
6. საქართველო მწვანე წყალბადის წარმოებას იწყებს, 22 მაისი, 2023  
<https://www.gogc.ge/ka/press-article/saqartvelo-mwvane-wyalbadis-warmoebas-iwyebs/29>
7. საქართველოს წყალბადის სტრატეგიის კონცეფციის დოკუმენტი შემუშავებულია (energynews.ge)
8. Marie Münster 1, Rasmus Bramstoft1, Ioannis Kountouris1, Lissy Lange (2024) Perspectives on green hydrogen in Europe – during an energy crisis and towards future climate neutrality
9. H2exagOnHyGeorgia დავით ოთარიშვილი ენერგორესურსები ენერგოდამო
10. ერქომაიშვილი გ., მწვანე წყალბადის როლი ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაძლიერებაში და მისი წარმოებისათვის ინფრასტრუქტურის შექმნის ტენდენციები საქართველოში. საქართველოს ეკონომისტთა VI ეროვნული სამეცნიერო კონფერენცია „მსოფლიო წესრიგის ტრანსფორმაცია და ეკონომიკური უსაფრთხოება: საქართველოს რძირითადი რგამონწვევები და შესაძლებლობები“. ქუთაისი, 13 სექტემბერი, 2024.
11. ერქომაიშვილი გ., მწვანე წყალბადის ენერგეტიკის განვითარების პერსპექტივები საქართველოში. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ეკონომიკისარდარბიზნესისრგლობალური რგამონწვევები რდარმდგრადი რგანვითარებან ბათუმი, 4-5 ოქტომბერი, 2024

# THE ROLE OF GREEN HYDROGEN IN STRENGTHENING ENERGY SECURITY AND TRENDS IN BUILDING THE INFRASTRUCTURE FOR ITS PRODUCTION IN GEORGIA

**Gulnaz Erkomaishvili**

*Doctor of Economic,*

*Associate Professor of Ivane Javakhishvili*

*Tbilisi State University*

*gulnazi.erkomaishvili@tsu.ge*

## **Abstract**

*The paper presents the role of green hydrogen in the rational use of energy resources, as well as trends in the creation of infrastructure for its production in Georgia. It is noted that the priority promotion of ecologically clean hydrogen is the main priority of energy policy. It is an innovative project of the future and a competitive alternative to traditional fossil fuels. Georgia has a large untapped potential for the development of renewable energy projects. Within the Eastern Partnership, Europe considers our country an ally in the direction of green hydrogen production. It is important for the country to become self-sufficient in the use of hydrogen and have additional resources for export, and not just for transit – this is the goal of export within the Black Sea submarine cable project. Georgia has the resources to present green hydrogen on the world market.*

*Green hydrogen will help the country strengthen energy security and replace imported fuels, as our country has rich resources of renewable energy. Georgia can seize this opportunity and position itself on the global market with green hydrogen.*

**Keywords:** *Green hydrogen, hydrogen energy, energy security, economic policy of hydrogen energy*