



MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS  
OF DENMARK

ĈENN



# განახლებადი და არაგანახლებადი ენერჯიები და ენერგოეფექტურობა

სახელმძღვანელო ახალგაზრდებისთვის





# განახლებადი და არაკანახლებადი ენერჯიები და ენერგოეფექტურობა

სახელმძღვანელო ახალგაზრდებისთვის

მასალა მომზადებულია გაეროს განვითარების პროგრამის  
(UNDP) და დანიის მთავრობის მხარდაჭერით.

მის შინაარსზე სრულად პასუხისმგებელია CENN და  
შესაძლოა, რომ იგი არ გამოხატავდეს UNDP-ის და დანიის  
მთავრობის შეხედულებებს.

# განახლებადი და არაგანახლებადი ენერჯიები და ენერგოეფექტურობა

სახელმძღვანელო ახალგაზრდებისთვის

## მიმოხილვა

წინამდებარე ბროშურა წარმოადგენს საგანმანათლებლო მასალას ენერჯიის წყაროების შესახებ და განკუთვნილია ახალგაზრდებისთვის, სტუდენტებისთვის, მასწავლებლებისა და ყველა დაინტერესებული პირისთვის, ვისაც სურს გაიგოს მეტი ენერჯიის წყაროების, მათი ევოლუციისა და მდგრადი ენერჯეტიკის მომავლის შესახებ. ბროშურაში კომპლექსური ინფორმაცია გადმოცემულია მარტივი და გასაგები ენით, რათა თითოეულმა მკითხველმა შეძლოს განახლებადი და არაგანახლებადი ენერჯიების არსის გააზრება და საკუთარი როლის გაცნობიერება ენერჯეტიკულად მდგრადი მომავლის შექმნაში.

## რას მოიცავს ბროშურა:

ბროშურაში მკითხველი გაეცნობა **არაგანახლებადი რესურსების** არსს - ქვანახშირი, ბუნებრივი აირი, ნავთობი და ბირთვული ენერჯია - მათ წარმოქმნას, გამოყენებასა და გარემოზე ზემოქმედებას. დოკუმენტში დეტალურად არის განხილული წიაღისეული საწვავის გამოყენებასთან დაკავშირებული **გამონწვევები**: სათბურის აირების ემისიები, ჰაერის დაბინძურება, ჯანმრთელობის რისკები, რესურსების ამოწურვადობა და ბიომრავალფეროვნებაზე ზემოქმედება.

ბროშურაში წარმოდგენილია **განახლებადი ენერჯიის წყაროები** როგორც მდგრად ალტერნატივა. მკითხველი გაეცნობა **მზის ენერჯიას** - მის ისტორიას, თანამედროვე ტექნოლოგიებს და გამოყენებას საოჯახო და კომერციულ დონეზე; **ქარის ენერჯიას** - ნაოსნობიდან დანყებული თანამედროვე ქარის ტურბინებამდე; **ჰიდროენერჯიას** - რომელიც საქართველოს ელექტროენერჯიის 80%-ს უზრუნველყოფს; **გეოთერმულ ენერჯიას** და **ბიომასის ენერჯიას** - მათ პოტენციალსა და გამოყენების სფეროებს.

განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა **ენერგოეფექტურობას** როგორც ენერჯიის გონივრულად გამოყენების პრაქტიკას. მკითხველი გაეცნობა საყოფაცხოვრებო, სატრანსპორტო და სამრეწველო ენერგოეფექტურობის ღონისძიებებს, რომლებიც ხელს უწყობს ენერჯიის დაზოგვას და ხარჯების შემცირებას. ბროშურა ასახავს **საქართველოს პოტენციალს** განახლებადი ენერჯიის სფეროში და ამ მიმართულებით გლობალური ლიდერი ქვეყნებიდან წარმოადგენს კონკრეტულ მაგალითებს.

# შინაარსი

<b>შესავალი</b> .....	<b>5</b>
<b>არაგანახლებადი რესურსები</b> .....	<b>7</b>
<b>განახლებადი ენერჯია</b> .....	<b>23</b>
მზის ენერჯია .....	24
ქარის ენერჯია .....	28
ჰიდროენერჯია .....	34
ოკეანის ენერჯია (მოძცევის ენერჯია) .....	39
გეოთერმული ენერჯია .....	43
ბიოენერჯია .....	47
<b>ენერგოეფექტურობა</b> .....	<b>51</b>
<b>შეჯამება</b> .....	<b>52</b>
<b>გამოყენებული ლიტერატურა</b> .....	<b>54</b>

## • შესავალი

ენერჯია წარმოადგენს ძალას, რომელიც ჩვენს სამყაროს ამოძრავებს. ის უზრუნველყოფს თითქმის ყველაფერს, რაც ადამიანს სჭირდება კომფორტული ცხოვრებისთვის: განათება, გათბობა, ტრანსპორტი, ელექტრონული მოწყობილობები და სრული საწარმოო პროცესები. მაგრამ საიდან მოდის ეს ძალა? რა განსხვავებაა იმ რესურსებს შორის, რომლებსაც ყოველდღიურად ვიყენებთ? და რატომ განიხილავს მსოფლიო განახლებად ენერჯიას განუწყვეტლივ მზარდ პერსპექტივად?

მსოფლიო მოსახლეობის ზრდასთან ერთად, ენერჯიაზე მოთხოვნაც მუდმივად მატულობს. დღეს ჩვენი ყოველდღიურობა თითქმის წარმოდგენილია ტელეფონების, კომპიუტერების, ინტერნეტის, ავტომობილების, საზოგადოებრივი ტრანსპორტის, განათებისა და თანამედროვე სახლის კომფორტის გარეშე. ყველაფერს, რაც გვაყალიბებს თანამედროვე ადამიანებად, უდიდესი ენერჯია სჭირდება.

ენერჯიის წყაროების ძიება კაცობრიობისთვის ახალი არ არის. პირველყოფილი ადამიანებისთვის ენერჯიის მთავარი წყარო შეშა და ცეცხლი იყო. დაახლოებით 300 წლის წინ დადგა ქვანახშირის ეპოქა, რომლის წყალობითაც დაიწყო ინდუსტრიული რევოლუცია. მე-20 საუკუნეში ნავთობისა და ბუნებრივი აირის ფართო გამოყენებამ სრულად შეცვალა მსოფლიო ეკონომიკა და ჩვენი ცხოვრების წესი.

დღეს კვლავ ისტორიული გარდატეხის წინაშე ვდგავართ: კაცობრიობა ცდილობს ეტაპობრივად გადავიდეს წიაღისეული საწვავებიდან (ქვანახშირი, ნავთობი, ბუნებრივი აირი), რომელიც ამჟამადაც მსოფლიო ენერჯიის უმეტესი წილის წყაროა, შედარებით სუფთა და განახლებად ენერჯიაზე: მზის, ქარის, წყლის, გეოთერმულ და ბიომასის ენერჯიაზე.

ეს გადასვლა მხოლოდ ტენდენცია არ არის, არამედ აუცილებლობაა. მიუხედავად იმისა, რომ წიაღისეული საწვავი ისტორიულად ეკონომიკურ სარგებელს გვაძლევდა, მათ გამოყენებას მძიმე ეკოლოგიური შედეგები მოჰყვა: ჰაერის დაბინძურება, კლიმატის ცვლილება, ეკოსისტემების დაზიანება და ჯანმრთელობასთან დაკავშირებული რისკები. ასევე, მნიშვნელოვანია ის ფაქტიც, რომ წიაღისეული საწვავი ამონურვადი რესურსია, თანამედროვე სამყაროში კი მისი მოხმარება იმაზე სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს, ვიდრე ამას პროგნოზირებდნენ.

ამიტომ, ენერგოეფექტიანობა და განახლებადი ენერჯია უკვე არა უბრალოდ ალტერნატივა, არამედ პასუხია თანამედროვე გამოწვევებზე. ისინი გვთავაზობს ენერჯიით მომარაგების სუფთა, უსაფრთხო და სამართლიან გზას და ამავდროულად, გვასწავლის რესურსების ეფექტიან გამოყენებას.

21-ე საუკუნეში კაცობრიობა მნიშვნელოვან გზაჯვარედინზე დგას: **როგორ მოვიპოვოთ ენერჯია ისე, რომ არ დავაზიანოთ პლანეტა და ამავდროულად, შევინარჩუნოთ განვითარების მაღალი დონე?** ამ კითხვაზე პასუხი იწყება იმის ცოდნით, თუ როგორ ვითარდებოდა ენერჯიის წყაროები ადამიანის ისტორიაში, პირველი ცეცხლიდან დაწყებული - დღემდე.

## • არაგანახლებადი რესურსები

სანამ განახლებად ენერჯიას განვიხილავთ, აუცილებელია გავიაზროთ რა არის არაგანახლებადი რესურსები, როგორ წარმოიქმნა ისინი და რა ფორმით მოაღწია ჩვენამდე. ეს ცოდნა დაგვეხმარება უკეთ გავიაზროთ, რატომ ცდილობს დღეს მთელი მსოფლიო ენერგეტიკული სისტემების გადახედვას და უფრო მდგრად ალტერნატივებზე გადასვლას.

არაგანახლებადი რესურსები არის ბუნებრივი რესურსები, რომელთა რაოდენობა შეზღუდულია და მათი აღდგენა ადამიანის დროის მასშტაბში შეუძლებელია. ეს ნიშნავს, რომ თუ ისინი ამოიწურა, დედამიწას მათი ხელახალი შექმნისთვის მრავალი წელი დასჭირდება. ასეთ რესურსებს ჩვენ “მემკვიდრეობით” ვღებულობთ - ისინი დედამიწამ მოგვცა, მაგრამ მათი მარაგი ამოწურვადია.



ფოტო 1: ქვანახშირის ქარხანა. წყარო: Getty Images

მრავალი მათგანი წარმოიქმნა მთელ პლანეტაზე მიმდინარე გეოლოგიური და ბიოლოგიური პროცესების შედეგად: ოკეანეების ფსკერზე ჩაძირული მცენარეები, პრიმიტიული ორგანიზმები, უძველესი ტყეები და ათასობით წლის განმავლობაში დაგროვილი ორგანული მასა წნევისა და მაღალი ტემპერატურის პირობებში თანდათან გარდაიქმნა იმ ენერჯიად, რომელსაც დღეს ვიყენებთ.

ენერჯიის ეს წყაროები საუკუნეების განმავლობაში იყო ინდუსტრიული განვითარების მთავარი მამოძრავებელი - მათ გარეშე არ გვექნებოდა ელექტროენერჯია, ტრანსპორტი, მრეწველობა და თანამედროვე კომფორტის დიდი წილი. თუმცა, მათსავე ფართო გამოყენებას მოჰყვა ეკოლოგიური პრობლემები, გარემოს დაბინძურება და კლიმატის ცვლილება.

ამიტომ, სანამ განახლებად ენერჯიას განვიხილავთ, მნიშვნელოვანია სრულად გავიაზროთ რა არის არაგანახლებადი რესურსები, როგორ წარმოიქმნება ისინი და რატომ არის აუცილებელი მათი გამოყენების გადახედვა.

## ▶ ქვანახშირი

ქვანახშირი შავი ან მუქი ყავისფერი ფერის მყარი წიაღისეული სანვავია, რომელიც გვხვდება დანალექ ქანებში. ის წარმოიქმნა დაახლოებით 350 მილიონი წლის წინ, როცა დედამიწაზე არსებობდა უზარმაზარი ტყეები - ეს პერიოდი ცნობილია როგორც **კარბონის**<sup>1</sup> პერიოდი. ამ ტყეების მცენარეული მასა დროთა განმავლობაში ჩაიმარხა მტვრისა და ნალექების ფენებში, უჟანგბადო პირობებში. მაღალმა წნევამ და ტემპერატურამ ეს ორგანული მასა თანდათან გარდაქმნა ქვანახშირად. სწორედ ამიტომ, ქვანახშირი არაგანახლებადი რესურსია და მის ხელახლა წარმოქმნას მილიონობით წელი სჭირდება.

<sup>1</sup> კარბონული სისტემა (პერიოდი) - პალეოზოური ჯგუფის რიგით მეხუთე სისტემა (გეოლოგიური წელთაღრიცხვის პალეოზოური ერის მეხუთე პერიოდი).



ფოტო 2: ქვანახშირი. წყარო: Hywit Dimyadi/Shutterstock

### **გამოყენება:**

ქვანახშირი ყველაზე ხშირად გამოიყენება ენერჯის მისაღებად. მისი მთავარი დანიშნულებებია:

- ელექტროენერჯის წარმოება - ქვანახშირით მომუშავე თბოელექტროსადგურები დღესაც მსოფლიოს ენერჯის დიდ წილს აწარმოებს.
- ფოლადის წარმოება - მეტალურგიაში კოქსირებად ქვანახშირს იყენებენ მაღალი ტემპერატურის მისაღწევად.
- ცემენტის ინდუსტრია - ქვანახშირი გამოიყენება ცემენტის ღუმელებში, სადაც აუცილებელია ძალიან მაღალი ტემპერატურა.
- თხევადი სანვავის წარმოება - ზოგიერთ ქვეყანაში ქვანახშირს გარდაქმნიან სინთეზურ სანვავად (მაგ. სამხრეთ აფრიკაში).

## გამონვევები და ზემოქმედება გარემოზე:

ქვანახშირი მიიჩნევა ერთ-ერთ ყველაზე დამაბინძურებელ წიაღისეულ საწვავად, რადგან:

- მისი წვისას გამოიყოფა ყველაზე მეტი ნახშირორჟანგი (CO<sub>2</sub>);
- დიდ გავლენას ახდენს გლობალურ დათბობაზე და ჰაერის დაბინძურებაზე;
- მისი მოპოვება, ტრანსპორტირება და შენახვა მოითხოვს დიდ ინფრასტრუქტურას და ხშირად იწვევს ბუნებრივი გარემოს დაზიანებას;
- ქვანახშირი ნაკლებად ენერგოეფექტიანია სხვა საწვავებთან შედარებით.

## ► ბუნებრივი აირი

ბუნებრივი აირის შემადგენლობის უდიდეს ნაწილს მეთანი ქმნის. ის დედამიწის ქვეშ, დიდ მიწისქვეშა რეზერვუარებშია დაგროვებული. ზოგი მათგანი ზღვის ფსკერის ქვეშაც მდებარეობს. ბუნებრივი აირი იქმნება მილიონობით წლის წინ განადგურებული მცენარეებისა და მიკროორგანიზმების დაშლის შედეგად, მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში.

დღეს იგი ერთ-ერთი ყველაზე ფართოდ გამოყენებული ენერგომატარებელია მსოფლიოში.



ფოტო 3: ბუნებრივი აირის ქარხანა. წყარო: Robert Sisson/National Geographic

## გამოყენება

ბუნებრივი აირი ჩვენს ყოველდღიურ ცხოვრებაში უდიდეს როლს ასრულებს:

- **გათბობა და საჭმლის მომზადება** - გაბქურები, გათბობის ქვაბები და გამათბობლები სწორედ ბუნებრივ აირს მოიხმარენ.
- **ელექტროენერჯიის წარმოება** - ბევრ ქვეყანაში ელექტროსადგურები მუშაობს ბუნებრივ აირზე.
- **მრეწველობა** - ქარხნებში ის გამოიყენება წვის და გაშრობის პროცესებში.
- **ტრანსპორტი** - გარკვეული მანქანები იყენებენ CNG-ს (კომპრესირებულ ბუნებრივ გაზს) ან LNG-ს (თხევად გაზს), რადგან ის შედარებით იაფია და სანავის დანახარჯს ამცირებს.

## გამონვევები და ზემოქმედება გარემოზე:

მიუხედავად იმისა, რომ ბუნებრივი აირი შედარებით „სუფთა“ წიაღისეულ საწვავად ითვლება, მას მაინც აქვს მნიშვნელოვანი გარემოსდაცვითი ზიანი:

- **დიდი მოცულობა და შენახვის სირთულე** - ბუნებრივი აირი ძალიან დიდ მოცულობას იკავებს, ამიტომ მისი შენახვისა და ტრანსპორტირების ინფრასტრუქტურა დიდ ხარჯებთან არის დაკავშირებული;
- სხვა წიაღისეული საწვავის მსგავსად ბუნებრივი აირიც **არაგანახლებადი რესურსია** - MAHB-ის (Millennium Alliance for Humanity and the Biosphere) შეფასებით, არსებული წარმოებისა და მოხმარების ტემპების გათვალისწინებით, დედამიწას მხოლოდ 52.8 წლის ბუნებრივი აირის მარაგი აქვს დარჩენილი.
- **მოპოვების ერთ-ერთი მეთოდი “ჰიდრავლიკური მოპოვება”** - მოიხმარს დიდი რაოდენობით წყლის რესურსს. პროცესისას ატმოსფეროში გამოიყოფა მეთანი - ძლიერი სათბურის აირი, რაც ქმნის სერიოზულ ეკოლოგიურ პრობლემებს.
- **ზეგავლენა კლიმატის ცვლილებაზე** - მიუხედავად იმისა, რომ ბუნებრივი აირი ქვანახშირთან შედარებით „სუფთაა“, მისი წვისას მაინც გამოიყოფა დიდი რაოდენობით CO<sub>2</sub>. გარდა ამისა, სადენებიდან ან საბადოებიდან მეთანის გაჟონვა კლიმატის ცვლილების ერთ-ერთი ძლიერი კატალიზატორია, რადგან მეთანი CO<sub>2</sub>-ზე 80-ჯერ ძლიერი სათბურის აირია.

## ► ნავთობი

ნავთობი არის მუქი ან თითქმის შავი ფერის სითხე, რომელიც დედამიწის ქვეშ მდებარე ფენებში გვხვდება. ის წარმოიქმნა მილიონობით წლის წინ ეკოსისტემებში, სადაც მცენარეების და ცხოველური ნარჩენები დაგროვდა ნალექის ფენებში. დროთა განმავლობაში, მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებმა ეს ორგანული მასა გარდაქმნა სითხედ, რომელსაც დღეს ნავთობს ვუწოდებთ. ნავთობი ერთ-ერთი ყველაზე სტრატეგიული და მოთხოვნადი ენერგომატარებელია მსოფლიოში.



ფოტო 4: ნავთობი. წყარო: Rebecca Hale/National Geographic

## გამოყენება

ნავთობი თანამედროვე ეკონომიკის ერთ-ერთი მთავარი საყრდენია, რადგან ნედლი ნავთობის გადამუშავების შედეგად მიიღება ასობით სხვადასხვა პროდუქტი. ის არის პეტროქიმიური მრეწველობის მთავარი

ნედლეული. სხვადასხვა ტემპერატურაზე მისი გამოხდისას მიიღება უამრავი მასალა:

- აირები: მეთანი, ეთანი, პროპანი
- თხევადები: ბენზინი, დიზელი, სანჯავი ზეთი

მსოფლიოში გაყიდვაში არსებული ქიმიური პროდუქტების 60%, ხოლო ორგანული სექტორის 80%, სწორედ ნავთობპროდუქტებზეა დაფუძნებული, ნავთობის გარეშე თანამედროვე ტრანსპორტი, პლასტმასას წარმოება, მრეწველობა და უამრავი ყოველდღიური პროდუქტი უბრალოდ ვერ იარსებებდა.

### **გამოწვევები და ზემოქმედება გარემოზე**

მიუხედავად მისი ეკონომიკური ღირებულებისა, ნავთობს აქვს მნიშვნელოვანი უარყოფითი მხარეები:

- **ნავთობის დაღვრის საფრთხე** - ნავთობის გაჟონვამ შეიძლება გამოიწვიოს მდინარეების, ტბების და ოკეანეების დაბინძურება. შესაძლებელია შეიჭრას ნიადაგსა და ქანებში და დააბინძუროს სასმელი წყალი, რაც განსაკუთრებით საშიშია, რადგან სასმელი წყლის დიდი წილი სწორედ მდინარეებიდან და მიწისქვეშა წყლებიდან მოდის.
- **ტოქსიკურობა** - ნავთობი მნიშვნელოვანი საფრთხეა როგორც მცენარეებისთვის, ისე ცხოველებისთვის და მათი ბუნებრივი ჰაბიტატებისთვის. ზღვის ეკოსისტემებში ნავთობის დაღვრამ შეიძლება კატასტროფული გავლენა იქონიოს თევზებზე, ფრინველებზე და სხვა ორგანიზმებზე, ხოლო ეკოსისტემის აღდგენას - ათწლეულები დასჭირდეს.



ფოტო 6: პელიკანი. წყარო: Louisiana Governors Office/Alamy Stock Photo

მექსიკის ყურეში ნავთობის ჩაღვრებთან დაკავშირებული ყველაზე ცნობილი კატასტროფა არის **Deepwater Horizon (გაფართოებული სახელი – BP Deepwater Horizon oil spill)**, რომელიც 2010 წელს მოხდა. ღრმაწყლოვან ნავთობჩაღვრაში აფეთქება მოხდა, რასაც მოჰყვა ნავთობის გაჟონვა. აფეთქების შედეგად დაიღუპა 11 ადამიანი, ათობით კი დაშავდა. დაახლოებით 4.9 მილიონი ბარელი ნავთობი ჩაიღვარა ოკეანეში, რაც აშშ-ს ისტორიაში ნავთობის უდიდესი ეკოლოგიური კატასტროფაა. გაჟონილმა ნავთობმა მნიშვნელოვნად დააზიანა წყალმცენარეები, ცხოველები და საზღვაო ეკოსისტემა; ნავთობის ლპობის გამო უამრავი ფრინველი, თევზი და ზღვის ძუძუმწოვარი დაიღუპა.

- **სათბურის აირების გამოყოფა** - როგორც ყველა წიაღისეული საწვავი, ნავთობიც, წვის შედეგად გამოყოფს დიდი რაოდენობის ნახშირორჟანგს ( $\text{CO}_2$ ), რაც მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს გლობალურ დათბობას
- **მარაგების შემცირება** - გრძელვადიანი კვლევების მიხედვით, 2025-ის მონაცემებით, ნავთობის დადასტურებული მარაგები დაახლოებით 14 წლით არის საკმარისი მიმდინარე წარმოების ტემპის გათვალისწინებით (Opec.org). ეს წარმოქმნის ეკონომიკურ და პოლიტიკურ რისკებსაც, რადგან ბევრი ქვეყანა ნავთობზე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული.



ფოტო 6: ალ-გავარის საბადო. წყარო: Saudi Arabian Oil Co.

მსოფლიოში ნავთობის ყველაზე დიდი საბადო 70–80 მილიარდი ტონა **მარაგით** არის **ალ-გავარის საბადო** (Al-Ghawar Field) საუდის არაბეთში. ეს საბადო აღმოაჩინეს **1948 წელს** და მოქმედებაში შევიდა 1951 წლიდან. მისი წარმოების პოტენციალი მსოფლიოში ერთ-ერთი უმაღლესი იყო: დღეში საშუალოდ **მილიონობით ბარელ ნავთობს** გამოიმუშავებდა.

## ► ბირთვული ენერჯია

ბირთვული ენერჯია არის ძალა, რომელიც თვით ატომის ბირთვში არის შენახული. ბირთვული რეაქციების დროს ეს ენერჯია გამოიყოფა და მისგან ელექტროენერჯიის გამომუშავება ხდება სპეციალურ ნაგებობებში, „ბირთვულ რეაქტორებში“.



ფოტო 7: კაშივაკაზის ბირთვული ელექტროსადგური. წყარო: Tokyo Electric Power Co., TEPCO

მსოფლიოში ყველაზე დიდი **ბირთვული ელექტროსადგურია კაშივა-ზაკი (Kashiwazaki-Kariwa) ელექტროსადგური** იაპონიაში. კომპლექსი შეიცავს 7 **რეაქტორს**, რომელთა ჯამური სიმძლავრეა დაახლოებით 7,965 **მეგავატი (MW)**.

ის ასევე ითვლება მსოფლიოში ერთ-ერთ ყველაზე დიდ ენერგეტიკულ ობიექტად სიმძლავრის მხრივ, მიუხედავად იმისა, რომ 2011 წლის შემდეგ ფუკუშიმას ავარიის გამო დროდადრო სრული სიმძლავრით აღარ მუშაობდა.

ბირთვული ენერჯია **არ განიხილება განახლებად რესურსად**, რადგან მისი მთავარი საწვავი - ურანი შეზღუდული რაოდენობით მოიპოვება. მიუხედავად ამისა, ბირთვული ენერჯია მსოფლიოს ენერგეტიკაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს: 2018 წელს იგი დედამიწის საერთო ელექტროენერჯიის დაახლოებით 10%-ს უზრუნველყოფდა.

## **გამოყენება**

ბირთვული ენერჯიის ძირითადი დანიშნულება არის **ელექტროენერჯიის გამომუშავება**. თუმცა მისი გამოყენება მხოლოდ ამით არ შემოიფარგლება. სხვადასხვა ქვეყანაში ბირთვული ტექნოლოგიები მნიშვნელოვანი სფეროებისთვის გამოიყენება, მათ შორის, მედიცინა (რადიოთერაპია, დიაგნოსტიკა), სამთო მრეწველობა, კოსმოსური ტექნოლოგიები.

## **ბირთვული ენერჯიის უპირატესობები**

- **წულოვანი ნახშირბადის ემისია** - ბირთვული ელექტროსადგურები არ გამოყოფენ სათბურის აირებს, რაც ხელს უწყობს კლიმატის ცვლილებასთან ბრძოლას.
- **ჰაერის დაბალი დაბინძურება** - მუშაობის პროცესში არ წარმოიქმნება მავნე გამონაბოლქვები, რის გამოც ბირთვული ენერჯია შედარებით სუფთა ტექნოლოგიად ითვლება.

- **მაღალი გამომუშავება** - მცირე რაოდენობის ურანი დიდ ენერჯიას აწარმოებს, რაც ბირთვულ ენერჯიას ეფექტიან წყაროდ აქცევს.

### **ბირთვული ენერჯიის გამოწვევები**

მიუხედავად უპირატესობებისა, ბირთვულ ენერჯიას აქვს სერიოზული გამოწვევები და რისკები:

- **რადიოაქტიური ნარჩენები** - ბირთვული სადგურები წარმოქმნიან ნარჩენებს, რომლებიც ათასობით წლის განმავლობაში რჩება საფრთხის შემცველი. მათი უსაფრთხო შენახვა და დამუშავება ძალიან რთული პროცესია.
- **რადიოაქტიური დაბინძურება** - ავარიების შემთხვევაში დიდი ოდენობით რადიოაქტიური მასალის გამოყოფა შეიძლება იყოს სასიკვდილო. ზემოქმედება ხდება არა მხოლოდ ადამიანებზე, არამედ ცხოველებსა და მცენარეებზე და შესაძლოა, თაობებზეც გავრცელდეს.
- **ურანის შეზღუდული რესურსი** - მიუხედავად იმისა, რომ ურანი ბუნებაში გვხვდება, მისი მოპოვება რთულია და მარაგები ამოწურვადი. სწორედ ამიტომ, ბირთვული ენერჯია სუფთა, მაგრამ **არაგანახლებადი** ენერჯიის წყაროდ ითვლება.

## ► წიაღისეული საწვავი

დღეს მსოფლიოში ენერჯიის დაახლოებით **80%** კვლავაც წიაღისეულ საწვავზე - ქვანახშირზე, ნავთობზე და ბუნებრივ აირზე მოდის. მიუხედავად იმისა, რომ ენერჯიის აღნიშნული წყაროები საუკუნეების განმავლობაში ჩვენი განვითარების მთავარ წყაროდ მიიჩნეოდა, მათ გამოყენებას თან ახლავს გარემოსა და ჯანმრთელობაზე მძიმე ზეგავლენა.

ენერჯეტიკის სექტორი მსოფლიოში ძალზე მაღალი რაოდენობით სათბურის აირებს გამოყოფს. გლობალური ნახშირბადის ემისიების დაახლოებით ორი მესამედი სწორედ წიაღისეული საწვავებიდან წარმოიქმნება. თუ მათი მოხმარება ისევ იგივე ტემპით გაგრძელდება და ემისიები გაორმაგდება, დედამიწის საშუალო ტემპერატურა მინიმუმ 2°C-ზე მეტად მოიმატებს, ეს კი კლიმატურ კრიზისს უფრო გაამწვავებს და პლანეტაზე დამანგრეველ შედეგებს გამოიწვევს.

წიაღისეული საწვავის წვა არა მხოლოდ კლიმატურ ცვლილებებს იწვევს, არამედ ადგილობრივ ჰაერსაც აბინძურებს. წარმოიქმნება: PM2.5<sup>2</sup> წვრილი ნაწილაკები და სმოგი. ეს დამბინძურებლები ზრდის ინსულტის, გულის დაავადებების, ფილტვის კიბოსა და სუნთქვითი გზების დაავადებების რისკს.

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის (WHO) მონაცემებით, ყოველწლიურად ჰაერის დაბინძურება მსოფლიოში დაახლოებით 4.2 მილიონი ადამიანის გარდაცვალებას იწვევს. კვლევები აჩვენებს, რომ წიაღისეული საწვავების ემისიების სწრაფი შემცირება მილიონობით სიცოცხლეს გადაარჩენს.

2 PM2.5 ჰაერის ხარისხის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია - სწორედ მას აქვს ადამიანების ჯანმრთელობაზე ყველაზე ძლიერი ზეგავლენა.

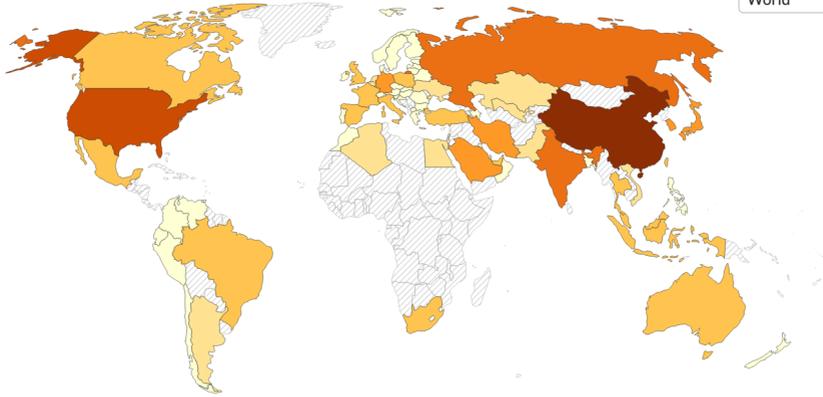
წიაღისეული საწვავის წვასთან დაკავშირებული ძირითადი გამოწვევებია:

- 1. სათბურის აირების (GHG) ემისიები და გლობალური დათბობა**  
წიაღისეული საწვავის წვა წარმოქმნის სათბურის აირებს, რომლებიც აჩქარებს კლიმატის ცვლილებას.
- 2. ჰაერის დაბინძურება და ჯანმრთელობის რისკები**  
ნამწვი (PM2.5), სმოგი და სხვა დამაბინძურებლები იწვევს სიცოცხლისთვის საფრთხის შემცველ დაავადებებს.
- 3. ამონურვადი რესურსი**  
ქვანახშირის, ნავთობისა და ბუნებრივი აირის ფორმირებას ათასობით წელი სჭირდება. მათი მარაგები ამონურვადია.
- 4. ზეგავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე**  
მოპოვება, გადამუშავება და ნავთობის დაღვრა იწვევს წიაღისეული დეგრადაციას, წყლის დაბინძურებასა და ცხოველთა ჰაბიტატების განადგურებას.
- 5. ეკონომიკური დამოკიდებულება**  
ქვეყნები, რომლებიც თვითონ არ აწარმოებენ წიაღისეულ საწვავებს, დამოკიდებული არიან ძვირადღირებულ და არამდგრად იმპორტზე.

## Fossil fuel consumption, 2021

Our World in Data

World



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy  
OurWorldinData.org/energy • CC BY

რუკა 1: წარმოებული საწვავის მოხმარება ქვეყნების მიხედვით. წყარო: ourworldindata.org

## • განახლებადი ენერჯია

დღეს მსოფლიოს ენერგეტიკული სისტემა დგას მნიშვნელოვან გარდამტეხ გზაგასაყარზე: უნდა განვავსოთ დამოკიდებულება **წიაღისეულ საწვავზე** - ქვანახშირზე, ნავთობსა და ბუნებრივ აირზე, თუ გადავიდეთ **განახლებად ენერჯიაზე**, რომელიც წიაღისეული საწვავისგან განსხვავებით არის მუდმივი და გარემოსადმი მინიმალური ზიანის მომტანი.

სამყარო ათწლეულების განმავლობაში ეყრდნობოდა წიაღისეულ საწვავს, რადგან ის ხელმისაწვდომი და მარტივად გამოსაყენებელია. საპირისპიროდ, **განახლებადი ენერჯიის წყაროები**, როგორებიცაა მზის, ქარის, წყლის, გეოთერმული ენერჯია და ბიომასა **ამოუწურავია**, ეკოლოგიურად უსაფრთხოა და ენერჯიის გამომუშავებისას თითქმის არ გამოყოფს მავნე ნივთიერებებს. სწორედ ამიტომ, განახლებადი ენერჯია ითვლება **სუფთა, უსაფრთხო და მდგრად ალტერნატივად**, რომელიც მომავალ თაობებს შეუნარჩუნებს ჭანსალ გარემოსა და სტაბილური მომავლის შესაძლებლობებს.

თანამედროვე მსოფლიოში, სადაც იზრდება ენერჯიის მოხმარება, ხოლო კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული საფრთხეები მძაფრდება, განახლებადი ენერჯიის წყაროები განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს, რამდენადაც ის ხელს უწყობს: (1) სათბურის აირების ემისიების შემცირებას; (2) ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაძლიერებას; (3) სუფთა და ხელმისაწვდომი ენერჯიის უზრუნველყოფას; (4) მდგრადი განვითარების მიზნების მიღწევას.

### განახლებადი ენერჯიის მთავარი უპირატესობები

- ამოუწურავი რესურსები - მზის სხივი, ქარი, წყლის დინება და ბიომასა ბუნებაში მუდმივადაა.
- ენერგოუსაფრთხოებას ზრდა - ქვეყნები ნაკლებად დამოკიდე-

ბულნი არიან სხვა სახელმწიფოების წიაღისეულ საწვავზე.

- ანელებს კლიმატის ცვლილებას - განახლებადი ენერჯის წარმოებისას პრაქტიკულად არ გამოიყოფა სათბურის აირები.

## სირთულეები და გამოწვევები

მიუხედავად დიდი უპირატესობებისა, განახლებად ენერჯიას აქვს რამდენიმე გამოწვევა:

- წარმოება ყოველთვის სტაბილური არ არის - მაგალითად, მზის ენერჯია მზიან ამინდზეა დამოკიდებული, ხოლო ქარის ენერჯია - ქარის სიჩქარეზე.
- ენერჯიის შენახვა რთულია - საჭიროა შენახვის ძვირადღირებული სისტემები (აკუმულატორები).
- ტექნოლოგიური და ინფრასტრუქტურული შეზღუდვები - ზოგ რეგიონს არ აქვს შესაბამისი პირობები ან ტექნოლოგიური რესურსი.

მიუხედავად ამისა, განახლებადი ენერჯიის წყაროები პრაქტიკულად ამოუწურავია და მათი გამოყენება გარემოზე გაცილებით ნაკლებ ზემოქმედებას ახდენს, ვიდრე წიაღისეული საწვავი. სწორედ ამიტომ ითვლება ისინი **მდგრად ალტერნატივად**, რომელიც გვეხმარება შევამციროთ გლობალური ემისიები და შევქმნათ გამძლე, უსაფრთხო და ეკოლოგიურად სუფთა ენერგეტიკული სისტემა. განვიხილოთ თითოეული განახლებადი ენერჯიის წყარო დეტალურად.

### ► მზის ენერჯია

მზის ენერჯია კაცობრიობისთვის ერთ-ერთი ყველაზე ძველი და ამავედროულად ყველაზე თანამედროვე ენერჯიის წყაროა. ადამიანებს ყოველთვის ჰქონდათ განსაკუთრებული დამოკიდებულება მზის მიმართ.

უძველეს ცივილიზაციებში მას ღმერთად აღიქვამდნენ, ხოლო ტექნოლოგიური პროგრესის განვითარებასთან ერთად ადამიანებმა დაიწყეს ფიქრი იმაზე, თუ როგორ შეიძლებოდა მისი ძალა პრაქტიკულად გამოეყენებინათ.

მზის ენერჯია იქმნება მაშინ, როდესაც მზის სხივები ეცემა სხვადასხვა მასალას ან ტექნოლოგიურ მოწყობილობას და გარდაიქმნება ელექტროენერჯიად ან სითბოდ. ელემენტები რომლებიც მზის პანელებშია მოთავსებული, შთანთქავენ სინათლის ნაწილაკებს და ქმნიან ელექტროენერჯიას, რომელიც ჩვენს სახლებში და საწარმოო სივრცეებში გამოიყენება. თერმული ტექნოლოგიები კი მზის სითბოს აგროვებს და წყლის ან შენობების გასათბობად გამოიყენება.

მზის ენერჯია უკვე ყოველდღიურობის ნაწილი ხდება. იმის გათვალისწინებით, რომ დედამიწაზე ყოველ საათში იმ რაოდენობის მზის ენერჯია აკუმულირდება, რაც მსოფლიოს წლიურ მოთხოვნას სრულად აკმაყოფილებს, მისი პოტენციალი პრაქტიკულად შეუზღუდავია.



ფოტო 8: Bhadla Solar Park მდებარეობს ინდოეთში, მსოფლიოში ყველაზე დიდი მზის პანელების ფერმა, წლიურად გამოიმუშავებს დაახლოებით 733 000 MWh ელექტროენერჯიას, რაც საშუალოდ საკმარისია 200 000-ზე მეტი ოჯახის ელექტრომომარაგებისთვის.

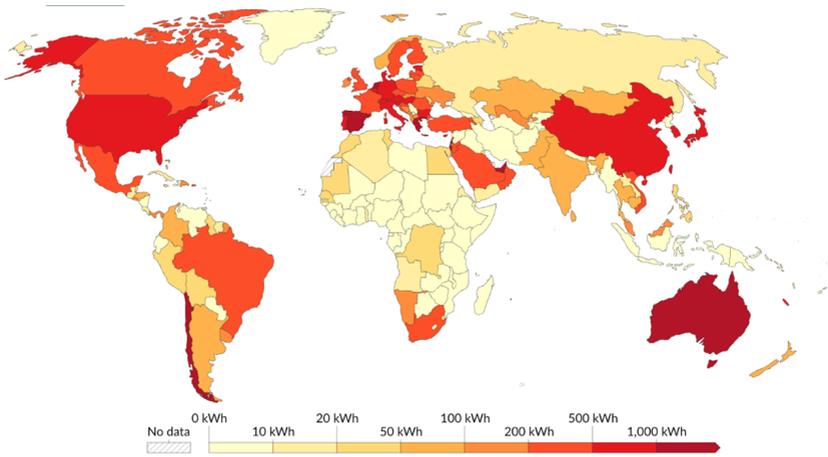
## როგორ ვიყენებთ მზის ენერჯიას

მზის ენერჯია ერთ-ერთ ყველაზე მრავალმხრივად გამოყენებად რესურსად იქცა. ის გვხვდება ჩვენს სახლებში, ქუჩებში, სანარმოებში, სოფლის მეურნეობაში და თუნდაც ტრანსპორტში. თანამედროვე სახლები სულ უფრო ხშირად იყენებს მზის პანელებს საკუთარი ენერჯიის მისაღებად, რაც ელექტროენერჯიის გადასახადებს მნიშვნელოვნად ამცირებს და ოჯახებს ელექტროდამოუკიდებლობის შესაძლებლობას აძლევს.

მზის ენერჯია ასევე უდიდეს როლს ასრულებს ისეთ ადგილებში, სადაც ელექტროენერჯიის მიწოდება შეზღუდულია, მაგალითად, COVID-19-ის პერიოდში მზის ენერჯიაზე მომუშავე მაცივრებმა მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა ვაქცინების უსაფრთხო შენახვაში, ისეთ ადგილებში სადაც სტაბილური ელექტროენერჯიის პრობლემები არსებობდა.

ტექნოლოგიური პროგრესი ყოველწლიურად უფრო ვითარდება. დღეს მსოფლიოში ტარდება რბოლები მზის ენერჯიაზე მომუშავე ავტომობილებით, რომლებიც ასობით კილომეტრს გადიან მხოლოდ მზის სხივების წყალობით. უკვე არსებობს თვითმფრინავებიც, რომლებიც 24 საათამდე უწყვეტად დაფრინავენ მზის ენერჯიაზე მომუშავე ელემენტების მეშვეობით. რა თქმა უნდა, მზის ენერჯიაზე სრულად დამოკიდებულება ჯერ-ჯერობით შეუძლებელია, რადგან მსოფლიო ამ ეტაპზე გადის გადასვლის პერიოდს ტრადიციული საწვავიდან განახლებად ენერჯიაზე.

მზის ენერჯიის გამოყენების მასშტაბი ქვეყნების მიხედვით განსხვავდება. ლიდერებს შორის არიან ჩინეთი, აშშ, ინდოეთი, იაპონია და, განსაკუთრებით, გერმანია, რომელმაც 1990-იანი წლებიდან დაიწყო მზის ენერჯიის ხელშეწყობა და დღეს ქვეყნის ენერჯიის დიდი ნაწილი სწორედ მზისგან მიიღება.



რუკა 2: მზის ენერჯიის გამომუშავება. წყარო: ourworldindata.org

საქართველოც ფლობს საკმაოდ დიდ პოტენციალს. მზიანი დღეების რაოდენობა მაღალია, რაც საშუალებას იძლევა მზის ენერჯია წარმატებით იყოს გამოყენებული როგორც საოჯახო, ასევე კომერციული მიზნებისთვის. უკვე შენდება მცირე სიმძლავრის ელექტროსადგურები, ხოლო მზის პანელების ტექნოლოგიების გაიფება უფრო და უფრო ზრდის მათი გამოყენების პერსპექტივას.

### უპირატესობები და გამოწვევები

მზის ენერჯია ერთ-ერთ ყველაზე სუფთა, უსაფრთხო და მომავალზე ორიენტირებულ ენერჯიის წყაროდ ითვლება. მისი მთავარი უპირატესობა ეკოლოგიურობაა. გამოყენებისას არ წარმოიქმნება სათბურის ეფექტის გაზები, რომლებიც კლიმატის ცვლილების მთავარ გამომწვევად ითვლება. ასევე მნიშვნელოვანია, რომ მზის ენერჯია ამოუწურავი რესურსია და მისი გამოყენება ყველგან შეიძლება, სადაც მზის სხივები აღწევს.

ეკონომიკურ თვალსაზრისითაც მზის ენერჯია მომგებიანია: მიუხედავად იმისა, რომ პანელების მონტაჟი საწყისად ძვირი ღირს, შემდგომში მათი მოვლა ფაქტობრივად არ საჭიროებს დიდ ხარჯებს. დროთა განმავლობაში მომხმარებელი დახარჯულ თანხას სრულად აინაზღაურებს თითქმის განულებული ელექტროენერჯის გადასახადით.

თუმცა, მზის ენერჯიას აქვს გარკვეული გამოწვევებიც. მისი გამოშვება დამოკიდებულია ამინდზე - მოღრუბლულ და წვიმიან დღეებში წარმოება მცირდება. ასევე პრობლემაა ენერჯიის შენახვის ტექნოლოგიები: ელემენტები ჯერ კიდევ საკმაოდ ძვირია და მათ ეფექტურობის გაუმჯობესებაზე მუშაობა მიმდინარეობს. მიუხედავად გამოწვევებისა, ტექნოლოგიები ძალიან სწრაფად ვითარდება. წლიდან წლამდე მზის პანელები უფრო იაფი და ეფექტიანი ხდება, ხოლო სახელმწიფოები და კერძო სექტორი უფრო დიდ ინვესტიციებს ახორციელებენ ამ სფეროში.

მისი სწრაფი ზრდა მიუთითებს, რომ მზის ენერჯია მომავალში ერთ-ერთ მთავარ ენერჯეტიკულ საყრდენად გადაიქცევა უსაფრთხოდ, სუფთა და ხელმისაწვდომი ენერჯიის წყაროს სახით, რომელიც შეძლებს უზრუნველყოს როგორც ჩვენი ქვეყნის, ისე მსოფლიოს ენერჯეტიკული სტაბილურობა.

## ► ქარის ენერჯია

ქარის ენერჯიის გამოყენება ადამიანმა გაცილებით ადრე დაიწყო, ვიდრე თანამედროვე ქარის ტურბინები გაჩნდებოდა. მის პირველ ფორმებს ნაოსნობაში ვხვდებით: მებღვაურები ქარს საკუთარი „ძრავად“ იყენებდნენ, რათა გემები სწრაფად და უსაფრთხოდ გადაადგილებულიყო. ქარის მიმართულებისა და ძალის სწორად წაკითხვა ხშირად განსაზღვრავდა, რა მარშრუტს აირჩევდა ეკიპაჟი. ასე რომ, ქარი მხოლოდ ენერჯიის წყარო კი არაა, ზღვაოსნობისთვის მნიშვნელოვანი „ნავიგატორიც“ იყო.



ფოტო 9: ქარის ტურბინები

ადამიანებმა ხმელეთზეც დაიწყეს ქარის ენერჯის გამოყენება. ამის ერთ-ერთი ყველაზე ცნობილი მაგალითია კუნძული კრეტა, სადაც საუკუნეების წინ ქარის ენერჯიაზე მომუშავე წყლის სატუმბი დანადგარები ათასობით ლიტრი წყლით ამარაგებდა მოსახლეობას. ქარის ენერჯიაზე მომუშავე ეს მოწყობილობები მდინარეებიდან ტუმბავდა წყალს, რომელსაც შემდეგ სოფლის მეურნეობაში მორწყვისა და სხვა მიზნებისთვის გამოიყენებდნენ.

ქარის ენერჯის განვითარების შემდეგ ეტაჰს ქარის წისქვილები წარმოადგენდა. ჩვენი წელთაღრიცხვით დაახლოებით 500-900 წლებში სპარსეთში უკვე გამოიყენებოდა ქარის წისქვილები მარცვლეულის დასაფქვად. არსებობს ცნობები, რომ მსგავსი სტრუქტურები ჩინეთშიც არსებობდა, რის გამოც ზოგიერთ მკვლევარს სწორედ ჩინეთი მიაჩნია ქარის წისქვილების სამშობლოდ. შუა საუკუნეებში, ქარის წისქვილები მთელ მსოფლიოში გავრცელდა, რომლებიც თანდათანობით უფრო დახვეწილი, გამძლე და მრავალფუნქციური გახდა.

ქარის ენერჯის ახალი ერა მე-19 საუკუნის ბოლოს დაიწყო. 1888 წელს ოჰაიოში, აშშ-ში ამუშავდა ქარის პირველი სადგური, რომელიც ელექტროენერჯიას აწარმოებდა. მაშინდელი ტექნოლოგიით, დაახლოებით 14 კმ/სთ სიჩქარის ქარი საკმარისი იყო ელექტროენერჯის მისაღებად, ხოლო ერთი ტურბინა საშუალოდ 300 სახლს ამარაგებდა. იმ დროისთვის ეს ნამდვილი ტექნოლოგიური მიღწევა იყო.

მე-20 საუკუნემ ქარის ენერჯიას განსაკუთრებული მნიშვნელობა მიანიჭა. მეორე მსოფლიო ომის დროს, როცა წიაღისეულ საწვავზე მოთხოვნა იზრდებოდა და მიწოდება ხშირად იზღუდებოდა, ქარის ენერჯია ევროპის ბევრ ქვეყანაში ელექტროენერჯის მნიშვნელოვანი წყარო გახდა. 1970-იან წლებში მსგავსი ვითარება შეიქმნა აშშ-ში არაბული ნავთობის კრიზისის დროს, როცა ნავთობის ფასი მკვეთრად გაიზარდა, ქარის ენერჯიამ კვლავ გადამწყვეტი როლი ითამაშა.

მიუხედავად იმისა, რომ კრიზისების დასრულების შემდეგ, ქარის ენერჯიის საჭიროებამ გარკვეული პერიოდით მოიკლო, ტექნოლოგიური განვითარება არასდროს შეწყვეტილა. ტურბინები უფრო მასიური, ძლიერი და ეფექტიანი გახდა, რაც საშუალებას იძლეოდა ქარი უფრო სტაბილურად და მასშტაბურად გარდაქმნილიყო ელექტროენერჯიად.

### **რა არის ქარის ენერჯია**

ქარის ენერჯია არის განახლებადი ენერჯიის წყარო, რომელიც იქმნება მაშინ, როცა ქარი აბრუნებს ქარის ტურბინებს და მოძრაობის ენერჯია გარდაიქმნება ელექტროენერჯიად. ტურბინები შეიძლება განთავსებული იყოს როგორც ხმელეთზე, ისე ზღვაში, სადაც მათ ქარი უფრო სტაბილურად და უფრო დიდი სიჩქარით აბრუნებს. ზღვაში მისი განთავსება ასევე უკავშირდება იმ ფაქტსაც, რომ ტურბინები მუშაობის პროცესში წარმოქმნის ხმაურს, რაც იწვევს „ხმაურით დაბინძურებას“. ზღვაში კი ასეთი ტიპის დაბინძურება შედარებით უმნიშვნელოა.

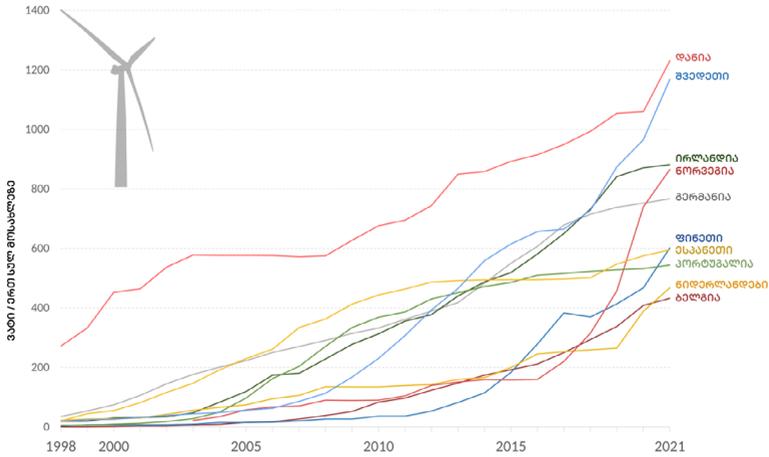
ქარის სადგურები ხშირად განთავსებულია ისეთ ადგილებში, სადაც მუდმივი და ძლიერი ქარია - მთიან ზოლებში, სანაპიროებზე ან ზღვაში. ყველაზე დიდი პოტენციური ოფშორულ სადგურებს აქვს, რადგან ღია ზღვაში ქარი თითქმის არასდროს წყდება.

### **როგორ ვიყენებთ ქარის ენერჯიას**

ქარისგან მიღებული ენერჯია ძირითადად გამოიყენება ელექტროენერჯიის წარმოებისთვის. ქარის სადგურები გამოიმუშავებულ ელექტროობას აწვდის მთელ ენერგოსისტემას, განსაკუთრებით ისეთ რეგიონებში, სადაც ქარის პოტენციური მაღალია. გარდა ამისა, ქარს შესაძლოა შემდეგი დანიშნულება ჰქონდეს - მაგალითად, წყლის ამოსატუმბად სოფლის მეურნეობის საჭიროებებისთვის, როგორც ეს ძველ ქარის წისქვილებს ახასიათებდა.

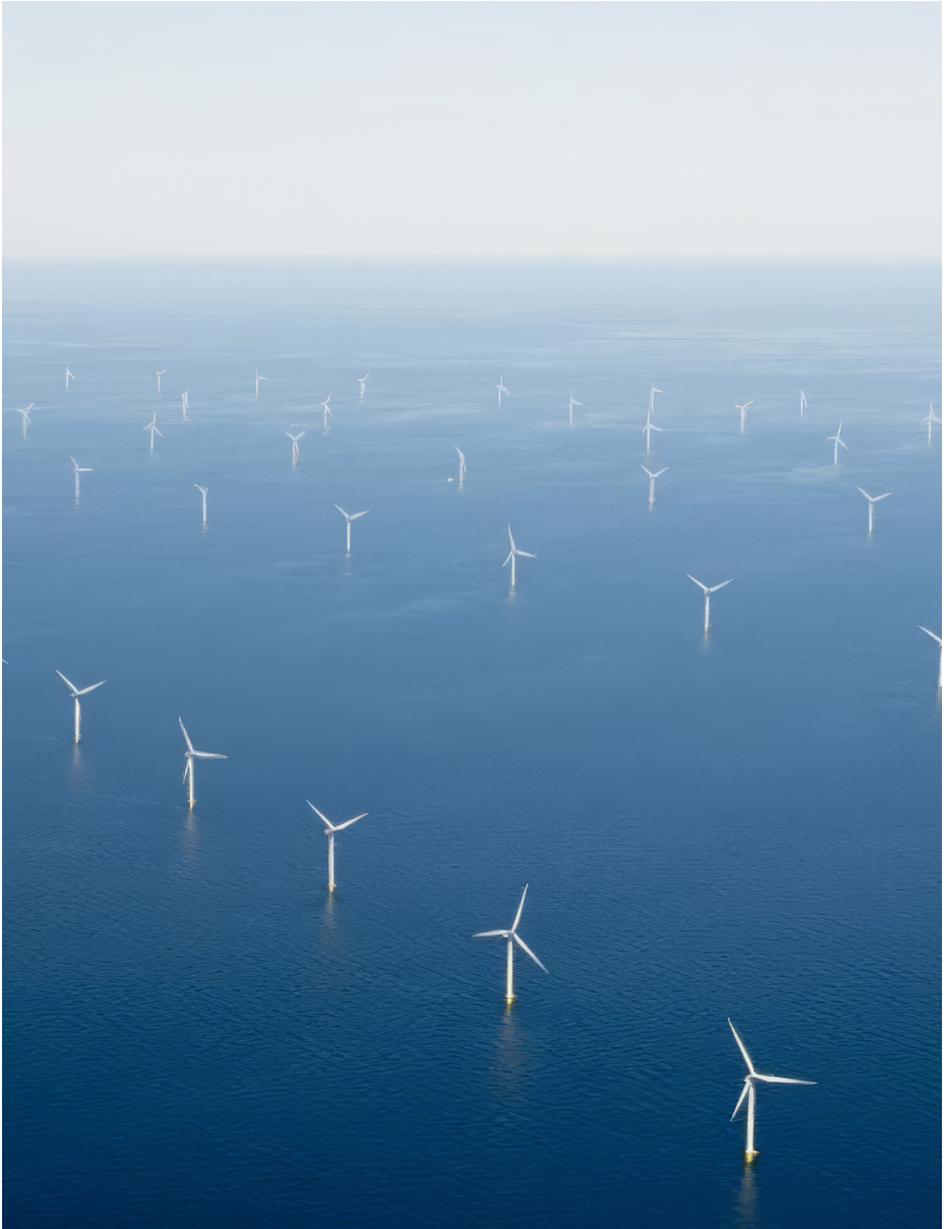
მსოფლიოში ქარის ენერჯიის უდიდესი მწარმოებლები არიან ჩინეთი, აშშ, გერმანია, გაერთიანებული სამეფო, ინდოეთი და ბრაზილია. ტექნო-

ლოგიების განვითარებამ ეს ენერჯიის წყარო ბევრად ხელმისაწვდომი გახადა და დღეს უკვე ქალაქებში, სოფლებში და იზოლირებულ რეგიონებშიც კი არსებობს მისი გამოყენების შესაძლებლობა.



გრაფიკი 1: ერთ სულ მოსახლეზე ქარის ენერჯიის გენერაცია. წყარო: European Wind Energy Association, World Bank

საქართველოშიც არსებობს მაღალი პოტენციალი განსაკუთრებით ფოთის, ქუთაისის, რუსთავისა და შიდა ქართლის ტერიტორიებზე. ამ ეტაპზე ფუნქციონირებს მხოლოდ შიდა ქართლის ქარის სადგური, თუმცა სხვა ლოკაციები კვლევის პროცესშია.



ფოტო 10: Anholt Offshore Wind Farm - დანია. წყარო: NIB

დანია მსოფლიოში ქარის ენერჯის წარმოების მხრივ ერთ-ერთი ლიდერია და აქვე, რამდენიმე საინტერესო ფაქტი ქარის ელექტროსადგურების შესახებ:

1. **ქარის ენერჯის წილი** – დანიაში წარმოებული ელექტროენერჯის 50% მოდის ქარის ელექტროსადგურებიდან, რაც ყველაზე მაღალი პროცენტია მსოფლიოში ქვეყნის მასშტაბით.
2. **საზღვაო ელექტროსადგურები** – დანია აქტიურად აშენებს ზღვისპირა ქარის ფერმებს. ყველაზე ცნობილი მათგანია **Anholt Offshore Wind Farm**. რომელიც ყოველწლიურად აწარმოებს საკმარის ელექტროენერჯიას დაახლოებით **400 000 ოჯახისთვის**.
3. **ტექნოლოგიური მიღწევები** – დანიაში ქარის ინდუსტრია მუდმივად ინოვაციურ ტექნოლოგიებს იყენებს, როგორცაა მაღალეფექტური ტურბინები და ავტომატიზირებული მართვის სისტემები.
4. **ეკონომიკური ეფექტი** – ქარის ელექტროსადგურები ქმნის ათასობით სამუშაო ადგილს: ტურბინების წარმოება, მონტაჟი, მოვლა-მომსახურება.
5. **გრძელვადიანი პერსპექტივა** – დანია გეგმავს, რომ 2030 წლისთვის ქარის ენერჯის წილი ქვეყნის ენერგომომარაგებაში **75%-მდე** გაიზარდოს.

## ► ჰიდროენერჯია

ჰიდროენერჯია არის გზა, რომლითაც ადამიანები წყლის ბუნებრივ მოძრაობას ელექტროენერჯიად გარდაქმნიან. იდეა ბევრად უფრო ძველია, ვიდრე შეიძლება ერთი შეხედვით ჩანდეს: დაახლოებით 2-2.5 ათასი წლის წინ, ბერძნები და რომაელები მდინარის სწრაფ ნაკადებს იყენებდნენ დოლაბებისა და წისქვილების ასამუშავებლად. მაშინ ელექტრო-

ენერჯი არ არსებობდა, მაგრამ წყლის ძალა იმდენად ძლიერი აღმოჩნდა, რომ ადამიანები მიხვდნენ, რომ ამ ენერჯის სწორად გამოყენების შემთხვევაში, შეძლებდნენ გაემარტივებინათ მათი საქმიანობა.

ინდუსტრიულ რევოლუციამდე თითქმის ყველა საწარმო წყლის ენერჯი-ზე მუშაობდა. ელექტროენერჯის ეპოქა კი დაახლოებით 100 წლის წინ დაიწყო, როცა ადამიანებმა მოახერხეს, რომ ტურბინის დატრიალებით გამომუშავებული მექანიკური ენერჯი გენერატორში ელექტროენერჯიად ექციათ.

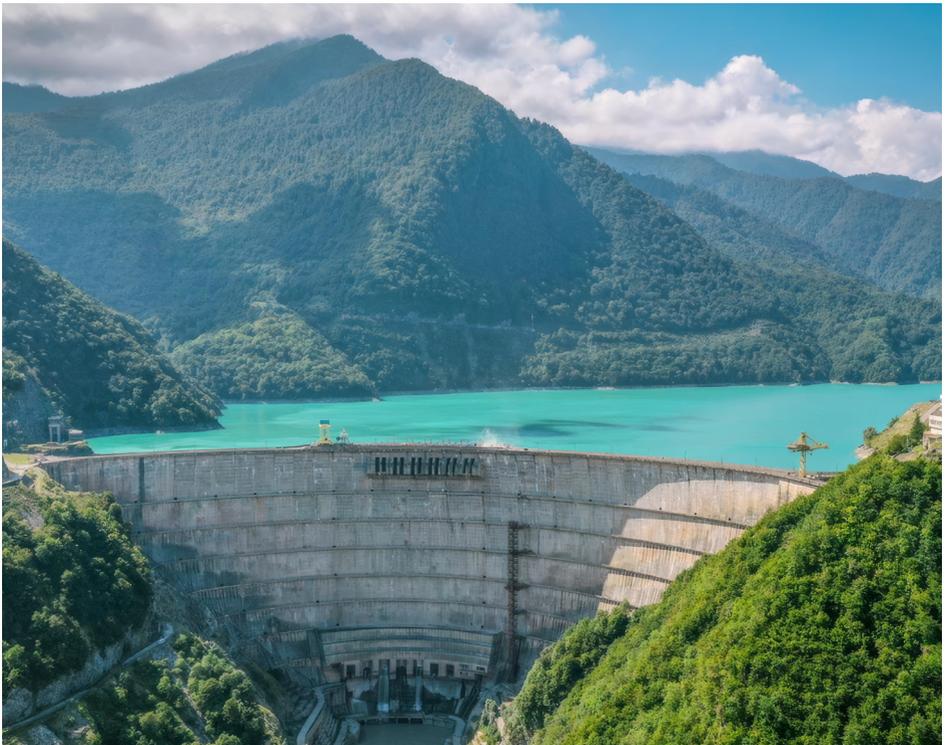
მსოფლიოში პირველი ჰიდროელექტროსადგური აშენდა 1878 წელს ინგლისში, ოსბორნის ქარხანაში (Craggside House, Northumberland), სადაც წყლის ძალით გამომუშავებული ელექტროენერჯი გამოიყენებოდა მხოლოდ სახლის განათებისთვის. საერთო მოხმარებისთვის პირველი ჰიდროელექტროსადგური კი ამოქმედდა 1882 წელს აშშ-ში, უისკონსინის შტატში, ქალაქ აპელტონში (Appleton). ეს ობიექტი ფართოდ ითვლება პირველ კომერციულ ჰიდროელექტროსადგურად მსოფლიოში. პირველი დიდი მასშტაბის ჰიდროელექტროსადგური ნიაგარას ჩანჩქერზე აშენდა 1881 წელს აშშ-ში, ნიაგარას მდინარეზე, თუმცა კომერციულ ექსპლუატაციაში პირველი უფრო ფართომასშტაბიანი პროექტი 1889 წელს იქნა მიღებული.



ფოტო 12: ნიაგარას ჰიდროელექტროსადგური

ნიაგარას ჰიდროელექტროსადგური ცნობილი გახდა იმით, რომ წყლის ენერჯიას უკვე ეკონომიკურად მომგებიანი და მასშტაბური ელექტროენერჯიის წარმოებისთვის იყენებდა, რაც მიიჩნევა ჰიდროელექტროენერჯიის განვითარებისა და ელექტროენერჯიის მასობრივი მოხმარების დასაწყისად.

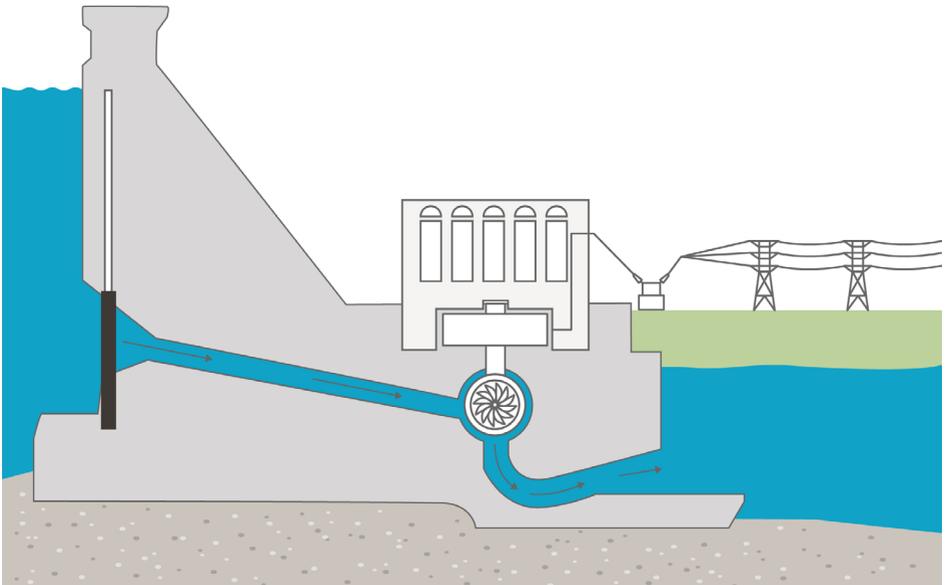
დღეს ჰიდროენერჯია ყველაზე საიმედო, სტაბილურ და ხელმისაწვდომ განახლებად ენერჯიად მიიჩნევა. საქართველოში კი მას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს - ქვეყნის ელექტროენერჯიის დაახლოებით 80% სწორედ ჰიდროსადგურებიდან მოდის.



ფოტო 11: ენგურის ჰიდროელექტროსადგური - უდიდესი ჰესი ამიერკავკასიაში. შენდებოდა 1961-1978 წლებში. ენგურჰესი ჰიდროელექტროსადგურების კასკადია, რომელშიც შედის თვით ენგურჰესი. მდინარე ენგურის სიგრძე 220 კმ-ია. იგი სათავეს იღებს მარადყინულოვან მხარაზე (კავკასიონის ქედი). წყარო: Georgian Travel Guide

## როგორ მუშაობს ჰიდროენერჯია და სად გამოიყენება

ჰიდროელექტროსადგურის პრინციპი ერთი შეხედვით მარტივია - წყალი შეკავების შედეგად წყალსაცავში ან ბუნებრივ ტბაში გროვდება და შემდეგ ძლიერი ნაკადით ეშვება ქვემოთ. როცა წყალი სწრაფად მიედინება, ის ტურბინას ატრიალებს. ტურბინა გენერატორს უკავშირდება, ხოლო გენერატორი ამ ბრუნვას ელექტროენერჯიად გარდაქმნის.



ილუსტრაცია 1: ჰიდროელექტროსადგურის მუშაობის პრინციპი

მაგრამ ჰიდროენერჯია მხოლოდ განათებისთვის არ გამოიყენება. იგი ასევე მნიშვნელოვანია:

- **სოფლის მეურნეობისთვის** - სარწყავი წყლის მიწოდება წყალსაცავებიდან;

- **წყალდიდობებისა და გვალვების კონტროლისთვის;**
- **ტურიზმის მიმართულებით** - წყალსაცავები ხშირად იქცევა დასვენების ზონებად.

### **უპირატესობები და გამოწვევები**

ჰიდროენერჯია ისეთი განახლებადი რესურსია, რომლის გამოყენებაც არ აბინძურებს ჰაერს და არ გამოყოფს სათბურის აირებს.

თუმცა, ჰიდროენერჯიას აქვს გამოწვევები:

- **ეკოსისტემებზე ზეგავლენა:** დიდი კაშხლების აშენება ცვლის მდინარის ბუნებრივ დინებას, რაც შეიძლება საზიანო იყოს თევზებისთვის, მცენარეებისთვის და ახლომდებარე დასახლებული პუნქტებისთვის.
- **მაღალი სამშენებლო ფასი:** ჰიდროელექტროსადგურის მშენებლობა ძვირადღირებული პროცესია და საჭიროებს ბევრ წინასწარ კვლევას.
- **კლიმატზე დამოკიდებულება:** თუ გვალვაა და წყლის მიწოდება დაბალი, სადგური ნაკლებ ენერჯიას გამოიმუშავებს.
- **უსაფრთხოების რისკები:** დიდ წყალსაცავებს მუდმივი მონიტორინგი და ბუსტი მართვა სჭირდება.

ამ მიზეზებით ბევრ ქვეყანაში სულ უფრო პოპულარული ხდება მცირე ჰიდროსადგურები - ისინი ნაკლებ ზიანს აყენებს გარემოს და ადგილობრივ მოსახლეობასთან უფრო ადვილად თავსებადია.

## ► ოკეანის ენერჯია (მოქცევის ენერჯია)

ოკეანის ენერჯია არის განახლებადი ენერჯიის წყარო, რომელიც მიიღება ტალღების, დინებების, მოქცევებისა და წყლის ტემპერატურული სხვაობების გამოყენებით. ყველაზე გავრცელებული და ტექნოლოგიურად განვითარებული მეთოდი არის მოქცევების ენერჯიის გამოყენება.

დედამიწის ზედაპირის 70%-ზე მეტი ოკეანეებისა და ზღვებისგან შედგება, რაც ოკეანის ენერჯიას მომავალში ძალზე პერსპექტიულ მიმართულებად აქცევს. ენერჯიის მისაღებად გამოიყენება **მოქცევითი კაშხლები**, ასევე **ზღვისპირა ტურბინები**, რომლებიც მოძრავი წყლის ძალას იყენებს ელექტროენერჯიის წარმოებისთვის.

დღეს ეს ტექნოლოგიები ჯერ კიდევ განვითარების საწყის ეტაპზეა და საკმაოდ რთული და ძვირადღირებულია, თუმცა საფრანგეთში, დიდ ბრიტანეთში, აშშ-ში, კანადაში, ნიდერლანდებში და სამხრეთ კორეაში უკვე ფუნქციონირებს რამდენიმე მსგავსი ტიპის სისტემა.

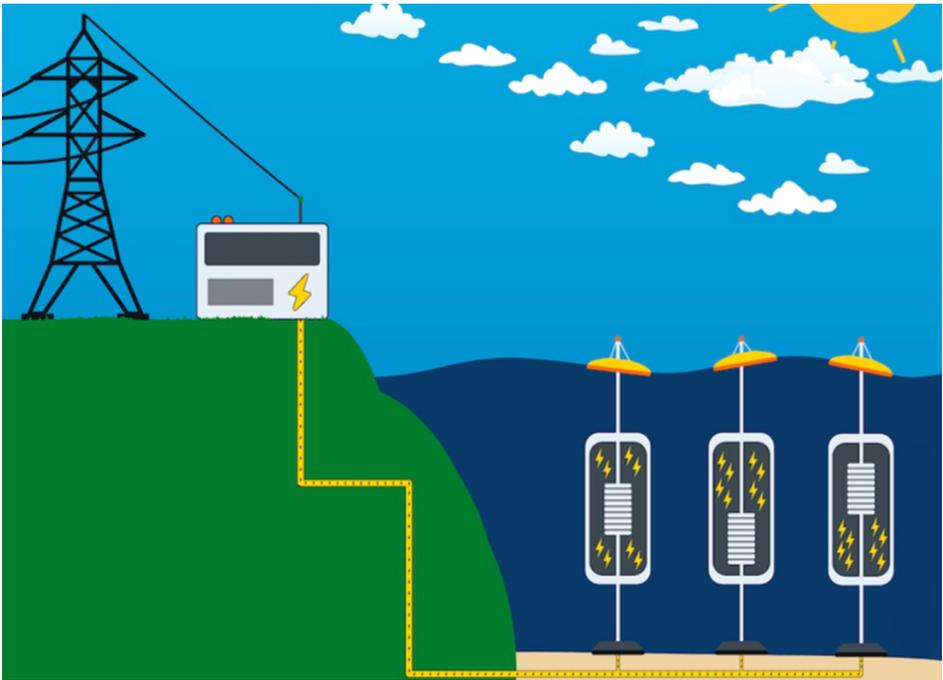


ფოტო 13: პირველი სისტემა ელექტროენერჯიის წარმოებისთვის: 1940–50-იან წლებში შოტლანდიაში და საფრანგეთში აშენდა იყო მცირე ტალღის ელექტროსადგურები, რომლებიც სოფლებს ემსახურებოდა. მექანიკური მოძრაობა ტალღებისგან გადაეცემოდა ტურბინებს, რომლებიც გენერატორს ამოძრავებდა.

თეორიულად, ოკეანეს აქვს პოტენციალი, რომ მნიშვნელოვნად გადააჭარბოს კაცობრიობის დღევანდელ ენერგეტიკულ საჭიროებებს.

### გამოყენება

- ელექტროენერჯიის წარმოება მოქცევების, ტალღებისა და დინებების გამოყენებით.
- სანაპირო რეგიონების ენერგეტიკული უზრუნველყოფა.
- ენერჯიის სტაბილური წყარო იქ, სადაც ზღვის დინებები მუდმივი და პროგნოზირებადია.



ილუსტრაცია 2: მუშაობის პრინციპი

## უპირატესობები

ოკეანის ენერჯია სუფთა, განახლებადი და პროგნოზირებადი ენერჯიის წყაროა.

- არ გამოყოფს სათბურის აირებს და სხვა მავნე დამაბინძურებლებს.
- არ იყენებს წიაღისეულ საწვავს.
- უზრუნველყოფს **მაღალ საიმედოობას**, რადგან მოქცევები და დინებები წინასწარ პროგნოზირებადია.
- მოვლა შედარებით ხარჯთეფექტურია.
- ზღვისპირა ტურბინების მშენებლობა შედარებით ნაკლებად ძვირადღირებულია და მცირე ეკოლოგიურ ზეგავლენას ახდენს.

## გამოწვევები

- მოქცევითი კაშხლების მშენებლობა ამ ეტაპზე დიდ თანხებთან არის დაკავშირებული.
- ენერჯიის წარმოება შეზღუდულია - მოქცევითი კაშხლები დღე-ღამეში მხოლოდ **დაახლოებით 10 საათის განმავლობაში** გამოიმუშავებს ელექტროენერჯიას.
- ოკეანის ენერჯიის ბევრ ტექნოლოგიას ჯერ კიდევ სჭირდება კვლევა, დახვეწა და კომერციული მასშტაბით დანერგვა.



ფოტო 14: მოწყობილობა buoy, წყარო: CorPower Ocean

CorPower Ocean არის შვედური კომპანია, რომელიც ქმნის ტალღების ენერჯის კონვერტორებს სუფთა ელექტროენერჯის წარმოებისთვის. მათი მოწყობილობები (buoy) მოძრაობს ზღვაში, გარდაქმნის ტალღების ენერჯიას ელექტროენერჯიად და იყენებს “WaveSpring” ტექნოლოგიას, რომელიც მაქსიმალურად ეფექტურად ითვისებს ტალღების მოძრაობას. აღნიშნული ტექნოლოგია საწყის ეტაპზეა, თუმცა მას საკმაოდ დიდი პოტენციალი გააჩნია. კომპანია ცდის მოწყობილობებს პორტუგალიაში, შოტლანდიაში და გეგმავს კომერციული მასშტაბის „ტალღის პარკების“ აშენებას. მთავარი მიზანია განახლებადი ენერჯიით წიაღისეული საწვავის გამოყენების შემცირება და ეკოლოგიურად სუფთა ენერჯის წარმოება.

## ► გეოთერმული ენერჯია

გეოთერმული ენერჯია არის განახლებადი ენერჯიის წყარო, რომელიც ეფუძნება დედამიწის ქვეშ არსებულ ბუნებრივ სითბოს. მაღალი ტემპერატურის მქონე წყალი და ორთქლი გეოთერმულ რეზერვუარებში გროვდება და მასზე წვდომა შესაძლებელი ხდება ღრმა ჭაბურღილების მეშვეობით. ეს ორთქლი ან ცხელი წყალი ამუშავებს ტურბინებს და შედეგად, წარმოიქმნება ელექტროენერჯია.



ფოტო 15: Nesjavellir Geothermal Power Station - ისლანდიაში მდებარე გეოთერმული ენერჯიის სადგური, რომელიც იყენებს მიწის სიღრმიდან ამოღებულ ცხელს წყალსა და ორთქლს ელექტროენერჯიისა და გათბობის სისტემისთვის. სადგური აწვდის ენერჯიას რეგიონს და უზრუნველყოფს მდგრად, განახლებად წყაროებზე დაფუძნებულ ელექტროენერჯიას. იგი ყველაზე მსხვილი გეოთერმული კომბინირებული სადგურია მსოფლიოში.

გეოთერმული ენერჯია ერთ-ერთი ყველაზე სანდო და უწყვეტი განახლებადი წყაროა, რადგან დედამიწის შიგნით არსებული სითბო პრაქტიკულად ამოუწურავია. ის განსაკუთრებით ეფექტიანია იმ ქვეყნებში, სადაც მაღალი გეოთერმული აქტივობაა - მაგალითად, **ისლანდიაში**, სადაც ელექტროენერჯიის უმეტესი წილი სწორედ გეოთერმული წყაროდან მოდის.

### გამოყენება

- **ელექტროენერჯიის წარმოება** - გეოთერმული ორთქლისა და ცხელი წყლის გამოყენებით.
- **შენობების გათბობა** - გეოთერმული გათბობის სისტემებით, რომლებიც ენერგოეფექტიანია და ხარჯთეფექტური.
- **სამრეწველო პროცესები** - სადაც საჭიროა მაღალი ტემპერატურის წყალი.
- **ტურიზმი და მკურნალობა** - თერმული წყლები იყენება სამკურნალო და რეკრეაციულ პრაქტიკებში.

საქართველოში 250-მდე თერმული წყაროა აღმოჩენილი (30–110°C), მაგრამ ისინი თითქმის არ გამოიყენება ენერჯიის წარმოებისთვის და ძირითადად გამოიყენება მხოლოდ ბალნეოლოგიური დანიშნულებით.

### უპირატესობები

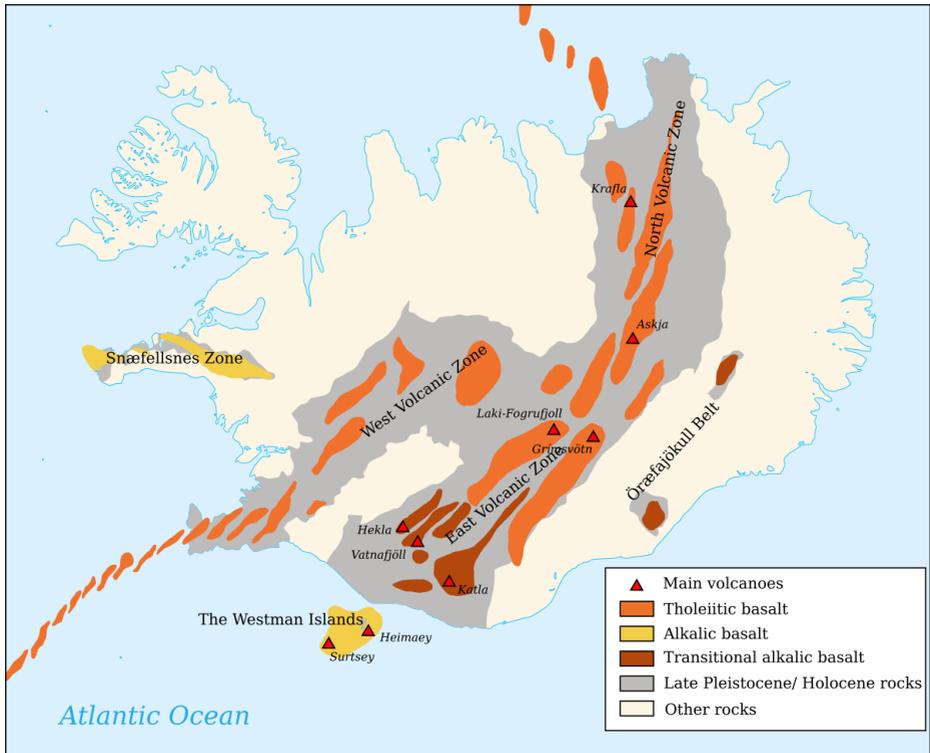
- **სტაბილური და საიმედო ენერჯია** - არ არის დამოკიდებული ამინდზე, სეზონზე ან დღე-ღამეზე.
- **სუფთა ენერჯია** - არ გამოყოფს სათბურის აირებს და შესაბამისად, გარემოზე ზეგავლენა მინიმალურია.
- **ენერგოეფექტურობა** - გათბობის სისტემები ბევრად ნაკლებ ენერჯიას მოიხმარს.

- **ენერგოდამოკიდებულების შემცირება** - ადგილობრივი ენერჯიის წყარო ქვეყნის უცხოურ სანჯავზე დამოკიდებულებას ამცირებს.

## გამოწვევები

- **გეოგრაფიული შეზღუდულობა** - მხოლოდ იმ რეგიონებს შეუძლია ეფექტიანი გამოყენება, სადაც გეოთერმული რესურსები მაღალია.
- **რისკები მიწისქვეშა პროცესებთან** - მაგალითად, მცირე სეისმური აქტივობის წახალისება ზოგიერთ ზონაში.
- **წყლის რესურსის ამონურვის საფრთხე ცუდად დაგეგმილი ექსპლუატაციის შემთხვევაში.**
- **ტექნიკური სირთულეები** - ძალიან მაღალი ტემპერატურა და მინერალიზაცია ხშირად დაზიანებას იწვევს მილებსა და სისტემებში.

ისლანდია გეოთერმული ენერჯიის ერთ-ერთი გლობალური ლიდერია, რაც განპირობებულია ქვეყნის განსაკუთრებული გეოლოგიური მდებარეობით – ის მდებარეობს ატლანტიკური ოკეანის შუაგულზე მდებარე ტექტონური ფორების ზონაში, სადაც მიწის სიღრმეში არსებული სითბო განსაკუთრებულად ხელმისაწვდომია. ქვეყანამ გეოთერმული რესურსები პრაქტიკულად სრულად გამოიყენა ენერგეტიკული საჭიროებების დასაკმაყოფილებლად.



რუკა 3: ისლანდიის გეოთერმული ენერჯიის რესურსი. წყარო: Wikimedia. Creative Commons. by Chris.urs

**მთავარი ფაქტები გეოთერმული ენერჯიის შესახებ ისლანდიაში:**

- გეოთერმული ენერჯია უზრუნველყოფს ქვეყნის ელექტროენერჯიის დაახლოებით 30%-ს და სათბურის გაზების გამოყოფის გარეშე 90%-ზე მეტს საცხოვრებელი სახლების გათბობისთვის.
- ისლანდიაში მოქმედებს რამდენიმე მსხვილი გეოთერმული სადგური, მათ შორის Nesjavellir და Hellisheiði.
- გეოთერმული ენერჯიის წყალობით ისლანდია მნიშვნელოვნად იმცირებს სანვავზე დამოკიდებულებას და სუფთა ენერჯიისა და ენერჯეტიკული უსაფრთხოების მაგალითია მთელ მსოფლიოში.

- გეოთერმული ენერჯია მოიცავს არა მხოლოდ ელექტროენერჯიის წარმოებას, არამედ მიწის სიღრმიდან ცხელი წყლის და ორთქლის გამოყენებას საცხოვრებელი კომპლექსების, სამრეწველო ობიექტებისა და თბოელექტროწარმოებისათვის.

ისლანდიაში გეოთერმული ენერჯიის გამოყენება მიიჩნევა მსოფლიოს ერთ-ერთ საუკეთესო პრაქტიკად, რადგან კომბინირებულია ეკოლოგიურად სუფთა, ეკონომიურად ეფექტური და ტექნოლოგიურად მოწინავე სისტემები.

## ► ბიოენერჯია

ბიოენერჯია ერთ-ერთი ყველაზე მრავალფეროვანი და ფართოდ გამოყენებადი განახლებადი ენერჯიის წყაროა. ის მიიღება ბიომასისგან - სხვადასხვა ბიოლოგიური მასალისა და ორგანული ნარჩენებისგან, როგორცაა ხე-ტყე, მცენარეული ნარჩენები, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ნარჩენები, ცხოველური ნარჩენები, აგრეთვე საწარმოო და საყოფაცხოვრებო ორგანული ნარჩენები. ბიომასისგან შეიძლება მიღებულ იქნეს სითბო, ელექტროენერჯია და თხევადი ან გაზის სახის ბიოსაწვავი.

ტრადიციულად, ბიომასას იყენებდნენ ძალიან მარტივი ფორმით, მაგალითად, შეშის, ჩალის ან ნახერხის დაწვით, რაც დღესაც ფართოდ გავრცელებულია მსოფლიოს ბევრ რეგიონში. თანამედროვე ტექნოლოგიებმა კი ბიოენერჯია სრულად ახალ საფეხურზე აიყვანა: ბიოეთანოლისა და ბიოდიზელის წარმოება, რომელიც გამოიყენება როგორც ტრანსპორტის საწვავი; ბიოგაზი, რომელიც მიიღება ნარჩენების უჟანგბადო დაშლით; ხის პელეტები და ბიორეაქტორები - ეს ყველაფერი ბიოენერჯიის თანამედროვე ეკოსისტემის ნაწილია.

მსოფლიოში განახლებადი ენერჯიის მოხმარების დაახლოებით სამი მეოთხედი ბიოენერჯიას უკავშირდება, ხოლო ამ რაოდენობიდან ნახევარზე მეტი ისევ ბიომასის ტრადიციულ გამოყენებაზე მოდის. ბიოსა-

წვავის თხევადი ფორმები კი განსაკუთრებით ტრანსპორტის სექტორში არის მნიშვნელოვანი, რადგან წარმოადგენს ბენზინისა და დიზელის შედარებით ეკოლოგიურ ალტერნატივას.



ფოტო 16: Sugarcane Plantation - ბრაზილია არის მსოფლიოში ყველაზე დიდი შაქრის ქარხლის მწარმოებელი ქვეყანა. შაქრის ქარხალი გამოიყენება შაქრისა და ბიოეთანოლის (ბიოსანწვავის) წარმოებისთვის, ხოლო დარჩენილი ბოჭკოები (ბაგასი) ენერჯის გამომუშავებაში. ეს ინდუსტრია ხელს უწყობს სოფლის მეურნეობაში დასაქმებას, განახლებადი ენერჯიის წარმოებას და მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ქვეყნის ეკონომიკაში.

## **ბიოენერჯის უპირატესობები**

ბიოენერჯიას აქვს რამდენიმე მნიშვნელოვანი ფაქტორი, რაც მას ენერგეტიკული უსაფრთხოების ერთ-ერთ სტრატეგიულ წყაროდ აქცევს. პირველ რიგში, მისი წარმოება შესაძლებელია მრავალფეროვანი ნედლეულისგან - პრაქტიკულად ნებისმიერი ორგანული მასალა შეიძლება გადაიქცეს ენერჯიად. ამის გამო ქვეყნები, რომლებიც დამოკიდებულნი არიან იმპორტირებულ საწვავზე, იღებენ შანსს ენერგეტიკული დამოუკიდებლობის გაზრდისთვის.

კიდევ ერთი უპირატესობა არის ის, რომ ბიოენერჯიას აქვს შედარებით დაბალი ნახშირბადის გამოყოფა. განსაკუთრებით მაშინ, როცა ნარჩენებზე დაფუძნებული საწვავი გამოიყენება. გარდა ამისა, ბიომასაზე მომუშავე ტექნოლოგიები ხშირად ხელმისაწვდომია და შედარებით მარტივ მომსახურებას მოითხოვს, რაც მათ ეკონომიკისთვის მიმზიდველ ალტერნატივად აქცევს.

## **გამოწვევები და გარემოზე გავლენა**

თუმცა, ბიოენერჯიას აქვს მნიშვნელოვანი შეზღუდვებიც, რომლებიც აუცილებლად უნდა განიხილებოდეს. ბიომასისგან მიღებული ენერჯიის რაოდენობა ყოველთვის დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენი ნედლეულია ხელმისაწვდომი. სოფლის მეურნეობის პროდუქტების საწვავად გამოყენებამ შესაძლოა გამოიწვიოს საკვების გაძვირება და საკვები პროდუქტების დეფიციტი. სწორედ ამიტომ, განვითარებული ქვეყნები დღეს აქტიურად გადადიან ისეთ ტექნოლოგიებზე, რომლებიც ნარჩენებს იყენებს და არა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს.

მცირე, მაგრამ მაინც არსებული პრობლემაა ატმოსფერული გამოწვით გამოწვეული ნარმოქმნება ბიომასის წვისას. მართალია, ის უფრო მცირეა ვიდრე წიაღისეული საწვავის წვისას, მაგრამ მაინც საჭიროებს კონტროლს. ბიოენერგეტიკული პლანტაციების ზრდამ ასევე შეიძლება გამოიწვიოს ტყეებზე ზეწოლა და სასოფლო-სამეურნეო მიწების შემცირება, რაც სერიოზულ ეკოლოგიურ საფრთხეებს ქმნის.

## **ბიოენერჯია საქართველოში**

საქართველოში ბიოენერჯიას მნიშვნელოვანი პოტენციალი აქვს, განსაკუთრებით ბიომასისა და ბიოგაზის მიმართულებით. ჩვენი ქვეყნის კლიმატი და სოფლის მეურნეობის სტრუქტურა ქმნის გარემოებებს, სადაც ორგანული ნარჩენების გამოიყენება ენერგეტიკული მიზნებისთვის არის სრულად რეალისტური.

სახელმწიფო პოლიტიკა განახლებადი ენერჯიის ხელშეწყობის მიმართულებით თანდათან უფრო აქტიურდება. „განახლებადი წყაროებიდან ენერჯიის წარმოებისა და გამოყენების წახალისების“ შესახებ კანონი და შესაბამისი დადგენილებები ქმნის სტიმულს კომპანიებისთვის, ხოლო პროგრამა „ანარმოე საქართველოში“ ფინანსურ მხარდაჭერას სთავაზობს მათ, ვინც განახლებად წყაროებზე დაფუძნებული ენერჯიის წარმოებას გეგმავს, მათ შორის, ბიომასის და ბიოგაზის მიმართულებითაც.

ეს ნაბიჯები მნიშვნელოვანია, რადგან განახლებადი ენერჯიის ეფექტიანი გამოყენება უზრუნველყოფს ქვეყნის ენერგომომარაგების სტაბილურობას, ამცირებს გარემოზე ზეწოლას და ქმნის ახალ ეკონომიკურ შესაძლებლობებს.

## • ენერგოეფექტურობა

ენერგოეფექტურობა წარმოადგენს ენერგოსაფრთხოებისა და ენერგეტიკის სექტორის მდგრადი განვითარების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიმართულებას. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მაქსიმალური შედეგის მიღწევა შესაძლებელი გახდეს მინიმალური ენერჯიის ხარჯით. ენერგოეფექტურობის სხვადასხვა ღონისძიებები მოიცავს:

- არსებული განათების სისტემების შეცვლას ენერგოეფექტური LED-განათებით, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს ენერჯიის მოხმარებას;
- შენობებისა და ნაგებობების თბოიზოლაციას, რაც ენერჯიის დაკარგვის შემცირებასა და მოხმარების ოპტიმიზაციას უზრუნველყოფს;
- სანარმოების ტექნიკურ მოდერნიზაციას, რაც ხელს უწყობს ენერგომოხმარების შემცირებას, სათბური აირების გამოყოფის შემცირებას და პროდუქციის თვითღირებულების კლებას.

ენერგოეფექტურობის გაძლიერება მნიშვნელოვანწილად ამცირებს იმპორტირებულ წიაღისეულ საწვავზე დამოკიდებულებას, რაც არა მხოლოდ ქვეყნის ენერგოსაფრთხოების ხარისხს აუმჯობესებს, არამედ კონკურენტუნარიანობის ზრდასაც უწყობს ხელს.

ენერგოეფექტურობა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ევროკავშირის კონტექსტშიცაა – ევროკავშირი მას ხშირად ახალი ენერგო ობიექტის მშენებლობის ალტერნატივად განიხილავს, რადგან ის საჭიროებს ნაკლებ ინვესტიციას ენერჯიის წარმოებაში.

საქართველოს ენერგეტიკისა და კლიმატის ინტეგრირებული გეგმის მონაცემებით, არსებული შენობების გათბობისა და გაგრილების სისტე-

მეზში ენერგოეფექტური ღონისძიებების გამოყენების შემთხვევაში, ენერჯიის მინიმუმ 40%-ის დაზოგვაა შესაძლებელი.

ტრანსპორტის სექტორშიც დიდია ენერჯიის დაზოგვის პოტენციალი, რადგან ის პირდაპირ არის დაკავშირებული იმპორტირებულ საწვავზე დამოკიდებულებასთან. საზოგადოებრივი ტრანსპორტის განვითარება პირდაპირ აისახება კერძო ავტომობილების რაოდენობის შემცირებაზე, რაც ენერგომომხარების კლებას უზრუნველყოფს.

## • შიჯამება

ჩვენი ყოველდღიური ცხოვრება ენერჯიაზეა დამოკიდებული – განათება, სითბო, ტრანსპორტი, ტექნოლოგიები. ისტორიულად ენერჯიის უმეტესობა ნავთობის, გაზისა და ნახშირწყალბადებისგან მოდიოდა, თუმცა ეს რესურსები არა მხოლოდ ლიმიტირებულია, არამედ მათ გამოყენებას მძიმე გავლენა აქვს გარემოზე. სწორედ ამიტომ, განახლებადი ენერჯიის წყაროები – მზის, ქარის, წყლის, ბიომასისა და გეოთერმული ენერჯია – დღითიდღე უფრო მნიშვნელოვანი ხდება.

განახლებადი ენერჯია არ არის მხოლოდ სამეცნიერო იდეა ან მომავლის პროექტი – ის უკვე ჩვენს ყოველდღიურობაშია. მზის პანელები სახლებისა და სკოლების სახურავებზე, ქარის ელექტროსადგურები რეგიონებში, ჰიდროელექტროსადგურები მდინარეებზე – ეს ყველაფერი ცხადყოფს, რომ სუფთა, უსაფრთხო და მდგრადი ენერჯია ხელმისაწვდომია დღეს.

ამავე დროს, განახლებადი ენერჯია არ ემსახურება მხოლოდ გარემოს დაცვას, ის ქმნის ახალ ეკონომიკურ შესაძლებლობებს – დასაქმებას, ტექნოლოგიურ განვითარებასა და ინოვაციებს. სახელმწიფოებსა და

კომპანიებს შეუძლიათ ხელი შეუწყონ მდგრად ენერჯიას, რაც პირდაპირ ბემოქმედებს ჩვენი ცხოვრების ხარისხზე, კლიმატის ცვლილებების შეფერხებასა და ენერგოუსაფრთხოებაზე.

მოკლედ რომ ვთქვათ, განახლებადი ენერჯია არის **ჩვენი აწმყო და მომავალი**. ეს საშუალებას გვაძლევს გავზომოთ ჩვენი გავლენა პლანეტაზე, გავზარდოთ ენერჯიის ხელმისაწვდომობა, შევამციროთ დაბინძურება და შევქმნათ მომავალი, სადაც ენერჯია სუფთა, მდგრადი და ყველასთვის ხელმისაწვდომი იქნება. დღეისთვის მიღებული გადაწყვეტილებები განსაზღვრავს იმას, როგორ იარსებებს ჩვენი მომავალი – სწორედ ამიტომ, განახლებადი ენერჯია არის უმნიშვნელოვანესი არჩევანი, რომელიც უკვე დაწყებულია დღეს და გაგრძელდება მომავალში.

## • გამოყენებული ლიტერატურა

Antonio, A. C. S., & Cognuck González, S. (2022). *A young person's guide to sustainable energy*. United Nations Children's Fund (UNICEF). [UNICEF+2UNICEF+2](#)

Weg. (2025). *Georgia's energy security: Challenges in methodology and practice*. [https://weg.ge/sites/default/files/georgias\\_energy\\_security\\_-\\_challenges\\_in\\_methodology\\_and\\_practice\\_3.pdf](https://weg.ge/sites/default/files/georgias_energy_security_-_challenges_in_methodology_and_practice_3.pdf) [weg.ge+1](#)

Environmental and Energy Study Institute. (n.d.). *Energy efficiency*. <https://www.eesi.org/topics/energy-efficiency/description> [Smithsonian Science Education Center+1](#)

Organization of the Petroleum Exporting Countries. (n.d.). *Annual report*. <https://www.opec.org/annual-report.html>

Green Alternative. (n.d.). რა არის ენერგოეფექტურობა და რატომ არის აუცილებელი დაცვისთვის [What is energy efficiency and why it's necessary for security]. <https://greenalt.org/blogs/ra-aris-energoefekturoba-da-ratom-aris-mnishvnelovani-qveynistvis/>

Innovation News Network. (n.d.). *An overview of Europe's ocean energy revolution*. <https://www.innovationnewsnetwork.com/an-overview-of-europes-ocean-energy-revolution/44400/>



# განასწავლი და არაგანასწავლი ენერჯიები და ენერგოეფექტურობა

სახელმძღვანელო ახალგაზრდებისთვის