

GREENLIGHT:

Создавање образовна
мрежа за обновлива
енергија - водечки
иницијативи за зелено и
хармонично утре



Вовед во енергија и одржливост
декември 2024 година

2023-2-TR01-KA220-SCH-000180691



Avrupa Birliği tarafından
finanse edilmektedir



GREENLIGHT: Создавање образовна мрежа за
обновлива енергија - водечки иницијативи за
зелено и хармонично утре

2023-2-TR01-KA220-SCH-000180691

Вовед во енергија и одржливост

декември **2024** година

Оваа е-книга е напишана во рамките на проектот Еразмус+: „GREENLIGHT: Создавање образовна мрежа за обновлива енергија - водечки иницијативи за зелено и хармонично утре“ (2023-2-TR01-KA220-SCH-000180691)

Copyright © 2024

Е-книгата ги одразува ставовите на авторите и Европската комисија не може да биде одговорна за информациите содржани во неа.

Проектни партнери



Universidade do Minho



СОДРЖИНА

	Стр.
1- ВОВЕД	5
2- ЕНЕРГИЈА И ЖИВОТНА СРЕДИНА	6
2.1. Дефиниција и видови енергија	6
2.2. Митови и погрешни сфаќања за енергијата	6
2.3. Поврзаноста на енергијата и животната средина	7
2.4. Енергетска ефикасност и одржливост	13
2.5. Обновливи извори на енергија и идни перспективи	14
3- ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА	14
4- НЕОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА И НИВНОТО ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА	16
4.1. Извори на фосилна енергија	16
4.2. Нуклеарна енергија	17
4.3. Влијанија врз животната средина	17
4.4. Користење на необновливата енергија во светот и Европа	18
4.5. Користење на необновливата енергија во партнерските држави	21
5- ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА И НИВНОТО ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА	25
5.1. Глобално користење на обновливата енергија	25
5.2. Користење на обновливата енергија во Европа	26
6- ВИДОВИ ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА	27
6.1. Сончева енергија	27
6.2. Ветерна енергија	47
6.3. Хидроелектрична енергија	56
6.4. Геотермална енергија	64
6.5. Морска-океанска енергија	75
6.6. Енергија од биомаса	85
6.7. Биогорива	90
6.8. Енергија од водород	106
7- Референци (според формат APA 7)	115

1. ВОВЕД

Енергијата е неопходен дел од човечкиот живот. Сè што правиме во секојдневниот живот, од полнење на нашите телефони до производство на стоки во фабриките, се потпира на енергија¹. Затоа, енергијата е ресурс кој мора да биде достапен во секој момент од животот. Особено со почетокот на Индустриската револуција, брзиот раст на населението, широката урбанизација и зголемувањето на животниот стандард значително ја зголемија побарувачката за енергија.

Кога ја испитуваме глобалната потрошувачка на енергија денес, станува јасно дека голем дел од енергијата доаѓа од фосилни горива. Фосилните горива, како што се јагленот, нафтата и природниот гас, се енергетски ресурси формирани од фосилизирани остатоци од растенија и животни кои живееле пред милиони години. Сепак, употребата на овие ресурси доведе до неколку сериозни проблеми. Првиот е енергетската зависност, особено за земјите на кои им недостасуваат ресурси од фосилни горива. Ослободувањето на други земји за задоволување на енергетските потреби може да создаде и економски и политички предизвици². Вториот проблем е брзото исцрпување на резервите на фосилни горива. Овие ресурси се необновливи, што значи дека откако ќе се потрошат, им се потребни милиони години за да се надополнат¹. Третиот, а можеби и најзначајниот проблем, е еколошката штета предизвикана од фосилните горива. Употребата на овие горива ослободува стакленички гасови во атмосферата, придонесувајќи за глобалното затоплување и, следствено, за климатските промени. Топењето на глечерите, зголемувањето на нивото на морето и сушите се меѓу природните катастрофи што произлегуваат од овие промени³.¹

Овие предизвици го натераа човештвото да бара алтернативни извори на енергија. Обновливите извори на енергија, кои се еколошки и одржливи, неодамна добија обновено внимание. Гледајќи назад во историјата, пред Индустриската револуција, енергијата првенствено доаѓаше од обновливи ресурси како што се дрво, ветер и вода. Меѓутоа, со Индустриската револуција, фосилните горива како јаглен, нафта и природен гас доминираа во употребата на енергија многу години. Додека Индустриската револуција донесе бројни погодности за човештвото, интензивната употреба на фосилни горива значително ја зголеми штетата врз животната средина⁴.

Енергетската криза од 1973 година ги врати обновливите извори на енергија во фокусот. Во овој период, брзиот пораст на цените на нафтата ги наведе земјите да истражуваат нови енергетски алтернативи. Сепак, овој интерес беше краткотраен и на крајот се намали. Како што ескалираа штетите врз животната средина предизвикани од фосилните горива, а меѓународните договори како што е Протоколот од Кјото ја истакнаа сериозноста на проблемот, обновливите извори на енергија повторно добија на важност⁵. Денес, обновливата енергија е сè повеќе приоритетна поради нејзината еколошки прифатлива и одржлива природа.

Обновливите извори на енергија вклучуваат енергија од ветер, сончева енергија, хидроелектрична енергија, геотермална енергија и енергија од биомаса, кои сите можат да се користат без да се наштети на животната средина и постојано се надополнуваат во природата. Овие видови енергија не само што помагаат во заштитата на животната средина, туку и ја зголемуваат енергетската безбедност. Особено во последните години, напредокот во технологијата ги направи обновливите извори на енергија поефикасни. Ветерните турбини сега произведуваат повеќе електрична енергија, сончевите панели траат подолго, а системите за складирање енергија ги минимизираат прекините во снабдувањето со енергија ⁶.

Оваа книга има за цел да објасни што се обновливи извори на енергија, како се произведуваат, технологиите што се користат и влијанието на овие видови енергија врз нашата животна средина. Разбирањето на изворите на енергија на иднината, одговорното управување со потрошувачката на енергија за одржлив свет и подобрувањето на квалитетот на нашиот живот, а воедно и заштитата на нашата животна средина, се од витално значење. Особено за млади поединци како вас, свеста за оваа област ќе придонесе за градење почист свет и денес и во иднина.

2. ЕНЕРГИЈА И ЖИВОТНА СРЕДИНА

2.1. Дефиниција и видови на енергија

Енергијата е изведена од старогрчките зборови „активно“ („en“) и „работа“ („ergon“), што значи „претворливо во работа“ ⁷. Фундаментално, енергијата се однесува на способноста за извршување работа. Таа постои во различни форми како што се хемиска, светлосна, фосилна и електрична енергија, од кои сите можат да се претворат една во друга. Според законот за зачувување на енергијата, енергијата не може да се создаде или уништи, туку само да се трансформира, одржувајќи рамнотежа во затворен систем ⁸.

2.2. Митови и заблуди за енергијата

И покрај нејзината честа употреба во секојдневниот живот, енергијата често е погрешно разбрана. Честите заблуди вклучуваат:

- Енергијата може да се „изгуби“ или „уништи“.
- Потрошената енергија се менува неповратно.
- Хемиската енергија може да се „складира на неодредено време“.

Енергија ...

- не е опис на механизам или нешто „конкретно“
- не е директно забележливо
- не може да се измери директно



Овие митови делумно произлегуваат од недоволно образование. Учениците може погрешно да ја перцепираат енергијата како опиплив материјал или погрешно да ја разберат нејзината апстрактна, физичка природа. На пример, енергијата честопати погрешно се изедначува со супстанца слична на гориво која е „искористена“. За да се спротивстават на овие заблуди, важно е да се дадат јасни објаснувања за принципите на енергијата во училиштата и во јавниот домен.

Владите на глобално ниво ставаат акцент на системите за обновлива енергија за транзиција кон иднина со ниски јаглеродни емисии. Јавната перцепција значително влијае на овие напори, со предизвици кои вклучуваат ставови „NIMBY“ (Не во мојот двор) и митови за трошоците и сигурноста на обновливата енергија. Справувањето со нив преку едукација и транспарентна комуникација е клучно за поттикнување на енергетското граѓанство ⁹.

2.3. Односот помеѓу енергијата и животната средина

Енергетските и еколошките аспекти се длабоко испреплетени. Историски гледано, фосилните горива го поттикнуваат индустрискиот раст, но тие исто така доведоа до значајни еколошки предизвици, вклучувајќи емисии на стакленички гасови, климатски промени и еколошки дисбаланси. Овие прашања ја истакнуваат итноста од усвојување практики за одржлива енергија. Обновливите извори на енергија, како што се сончевата и ветерната енергија, обезбедуваат ветувачки алтернативи, намалувајќи ги штетните емисии и поттикнувајќи еколошка рамнотежа ¹⁰.

Потрошувачката на енергија не е само техничко прашање, туку и општествена и економска грижа. Таа е под влијание на растот на населението, технолошкиот напредок, енергетските резерви и свеста за животната средина ¹¹.



Слика 1: Енергијата и транспортот се главни фактори кои придонесуваат за влијанието врз животната средина

Глобалното потпирање на фосилни горива за енергија донесе сериозни еколошки и економски предизвици. Намалувањето на резервите на фосилни горива, зависноста од увоз на енергија и проблемите со пристапноста ја нагласуваат потребата од транзиција. Дополнително, емисиите од фосилните горива предизвикуваат зголемување на глобалната температура и климатските промени, загрозувајќи ја енергетската безбедност и одржливоста ¹².



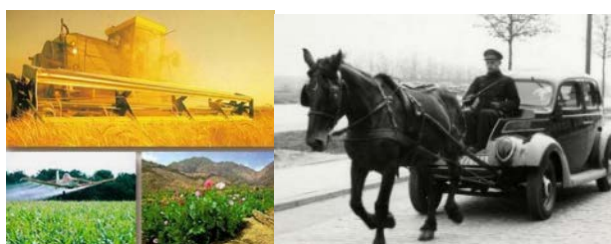
Слика 2: Индустриските активности предизвикуваат загадување што ја нарушува еколошката рамнотежа

Одржливоста, како што е дефинирана во Извештајот на Брунтланд на Обединетите нации од 1987 година¹³, се однесува на задоволување на сегашните потреби без да се загрози способноста на идните генерации да ги задоволат своите. Постигнувањето на оваа рамнотежа бара давање приоритет на изворите на енергија што ја минимизираат штетата врз животната средина. За да се усогласи производството на енергија со принципите на одржливост, а воедно да се поддржи економскиот раст и да се заштити животната средина, клучните мерки вклучуваат¹⁴:

Намалување на потрошувачката на енергетски ресурси,
Поттикнување и спроведување на заштеда на енергија,
Зголемување на енергетската ефикасност со иновативни технологии и политики.

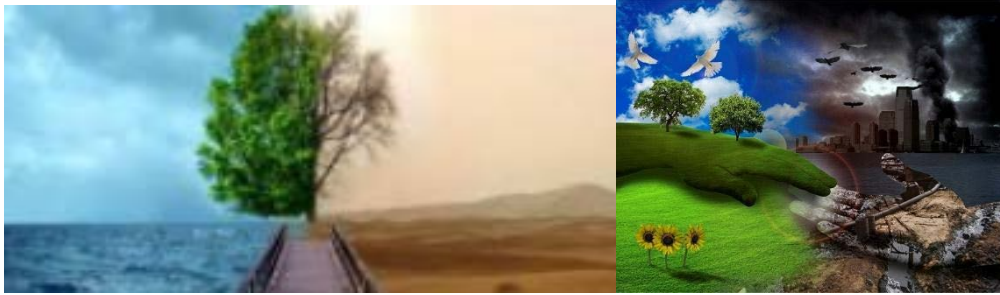


Со решавање на овие елементи, ќе биде можно да се усогласи производството на енергија со принципите на одржливост и да се обезбеди и економски раст и заштита на животната средина.



Слика 3: Промените во користењето на енергијата ги обликуваа и општеството и природата.

Енергијата е неопходна во секој аспект од современиот живот, од секојдневните активности до индустриското производство. Како што општествата растат и се развиваат, производството на енергија, одржливоста и економскиот развој формираат критична врска што го обликува глобалниот напредок. Иако енергијата е од витално значење за развојот, нејзиното неконтролирано производство и потрошувачка ги нарушија еколошките рамнотежи и создадоа глобални предизвици. Зголемената видливост на еколошките проблеми, поттикнати од брзата индустријализација и урбанизација, ја нагласува потребата од одржливи енергетски решенија¹⁵.



Слика 4: Одржливата иднина бара хармонија помеѓу енергијата и природата.

Проблемите со животната средина станаа поизразени од средината на 20 век поради растот на населението, брзата урбанизација и индустриските активности. Овие промени го интензивираа загадувањето на воздухот, водата и почвата, загрозувајќи го еколошкото здравје и стабилност. Справувањето со овие предизвици бара интегрирани пристапи што ги балансираат енергетските потреби со заштитата на животната средина. Политиките што го промовираат усвојувањето на обновливи извори на енергија и ја подобруваат енергетската ефикасност нудат одржливи решенија, усогласувајќи се со двојните цели за одржливост и економски раст ¹⁶.

2.3.1 Климатски промени и јаглероден отпечаток

Глобалното затоплување е резултат на ефектот на стаклена градина, каде што гасовите како јаглерод диоксид и метан ја заробуваат топлината во атмосферата на Земјата. Човековите активности, особено производството и потрошувачката на енергија, значително придонесуваат за овој феномен. Примарните стакленички гасови вклучуваат¹⁷:

- **Јаглерод диоксид (CO₂):** Се испушта со согорување на фосилни горива.
- **Метан (CH₄):** Произведен од земјоделство и управување со отпад.
- **Азотни оксиди (N₂O):** Се ослободуваат за време на индустриските процеси.
- **Флуорирани гасови:** Поврзани со системи за ладење.

Дури и мали промени во концентрациите на стакленички гасови можат да ги нарушат климатските системи, што доведува до зголемување на температурите, топење на глечерите и зголемување на нивото на морето. Ублажувањето на климатските промени бара намалување на емисиите на стакленички гасови преку:

- Усвојување на обновлива енергија
- Намалување на потрошувачката на енергија
- Промовирање на енергетски ефикасни практики



Слика 5: Намалувањето на нашиот јаглероден отпечаток преку јавен превоз, енергетска ефикасност и обновлива енергија е клучно за борба против климатските промени.

Дополнително, минимизирањето на сопствениот јаглероден отпечаток - вкупните стакленички гасови емитирани од индивидуални или колективни активности - е од клучно значење. Практичните стратегии вклучуваат ¹⁸:

- Користење на јавен превоз
- Избор на енергетски ефикасни апарати

2.3.2. Ефект на стакленички гасови

Глобалното затоплување е зголемување на температурата на воздухот во деловите од атмосферата блиску до површината на Земјата поради природни процеси или човечки активности ¹⁹.

Додека дел од зраците што доаѓаат од сонцето се одбиваат назад од атмосферата, голем дел од нив се апсорбираат од Земјата и повторно се емитираат во атмосферата како долгобранови зраци. Гасовите во атмосферата ги пренесуваат сончевите зраци со различна брзина во зависност од нивните својства. Зголемувањето на густината на овие гасови предизвикува зголемување на температурите во областите блиску до површината на Земјата. Овој настан на затоплување во атмосферата се нарекува „ефект на стаклена градина“ ²⁰. Зголемувањето на количината на гасови во атмосферата, особено концентрацијата на стакленички гасови предизвикани од човековите активности, доведува до значителни промени во еколошката рамнотежа. Оваа ситуација е една од главните причини за еколошките нерамнотежи дефинирани како климатски промени.

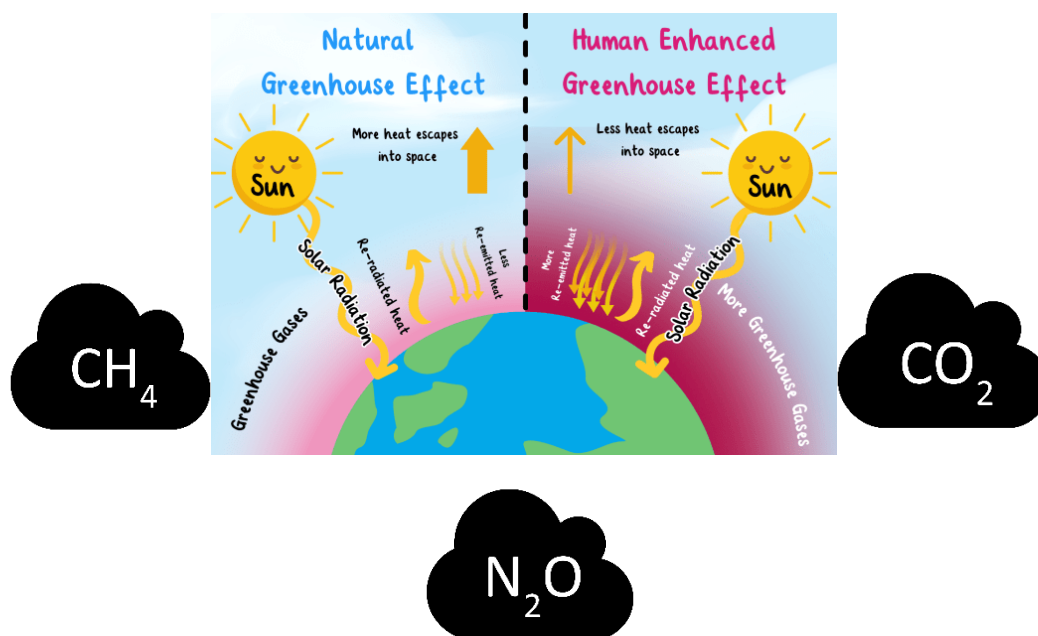
2.3.3. Улогата на стакленичките гасови предизвикани од човекот и потрошувачката на енергија

Една од главните причини за ефектот на стаклена градина предизвикан од човекот е тоа што методите на производство на енергија и количините на потрошувачка го надминуваат капацитетот за самообновување на природата. Зголемувањето на потрошувачката на енергија води кон поинтензивна употреба на фосилни горива, зголемувајќи ја количината на стакленички гасови што се испуштаат во атмосферата ²¹. Стакленичките гасови не ги спречуваат сончевите зраци да влезат во Земјата, но тие апсорбираат дел од долгобрановите зраци што се одбиваат од Земјата и ги одбиваат назад кон Земјата. Ова предизвикува затоплување на атмосферата. Главните гасови на ефектот на стаклена градина се:

- Јаглерод диоксид (CO_2): Согоорување на фосилни горива, индустриски активности и уништување на шумите.
- Метан (CH_4): Земјоделски активности, сточарство и управување со отпад.
- Азотни оксиди (N_2O): Употреба на ѓубрива и разни индустриски процеси.
- Флуорирани гасови: Индустриски процеси и системи за ладење.



Слика 6: Индустриските емисии се главен извор на стакленички гасови.

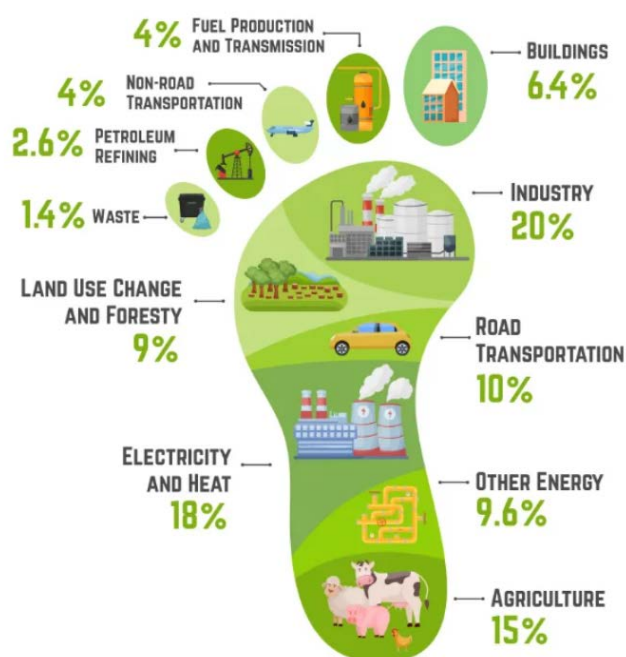


Слика 7: Човековите активности го засилуваат ефектот на стаклена градина и заробуваат повеќе топлина.

Зголемувањето на стапката на стакленички гасови во атмосферата предизвикува зголемување на просечните температури, со други зборови, глобално затоплување. Оваа ситуација води до верижни ефекти врз климатскиот систем. Како природен резултат на глобалното затоплување, глечерите во високите планини и половите брзо се топат, што предизвикува зголемување на нивото на морето. Поради зголемувањето на температурите, многу живи видови ги губат своите живеалишта и рамнотежата на екосистемот е нарушена. Како што морињата се затоплуваат, јаглерод диоксидот растворен во вода се ослободува и се меша во атмосферата. Ова дополнително го зголемува ефектот на стаклена градина и создава маѓепсан круг. Климатските промени предизвикани од глобалното затоплување можат да создадат многу тешки услови за живот за човештвото и другите живи суштества. Општиот став на климатските експерти е дека овие промени можат да доведат до големи еколошки катастрофи ²². Проблемите што ќе се појават, особено во критичните области како што се земјоделството, водните ресурси и снабдувањето со енергија, го загрозуваат одржливиот живот. Контролирањето на зголемувањето на стакленички гасови, поттикнувањето на употребата на обновливи извори на енергија и намалувањето на потрошувачката на енергија се важни за ограничување на ефектите од глобалното затоплување.

Јаглеродниот отпечаток се однесува на вкупната количина на јаглерод диоксид (CO₂) и други стакленички гасови што се испуштаат во атмосферата како резултат на

активностите на едно лице, заедница или организација. Овој концепт ги вклучува емисиите од потрошувачката на енергија, навиките за транспорт, потрошените производи и производствените процеси. На пример, кога едно лице патува користејќи го своето возило, патува со авион или користи електрични уреди, тие директно ослободуваат јаглерод. Покрај тоа, производството на храна и други производи што ги консумираме, исто така, може да го зголеми нашиот јаглероден отпечаток, бидејќи производствените процеси обично бараат енергија, а во овие процеси се ослободуваат стакленички гасови. За да го намалиме нашиот јаглероден отпечаток, да ги минимизираме негативните влијанија врз животната средина и да го забавиме глобалното затоплување, од голема важност е да штедиме енергија, да се свртиме кон обновливи извори на енергија и да развиеме поодржливи навики за потрошувачка.



Слика 8: Нашите дневни избори ја обликуваат големината на нашиот јаглероден отпечаток ²³.

Обновливите извори на енергија се едно од најефикасните решенија за намалување на нашиот јаглероден отпечаток ²⁴. Обновливите извори на енергија добиени од природни извори како што се сонцето, ветерот, водата и геотермалната енергија имаат многу пониски емисии на јаглерод во споредба со фосилните горива. Кога се користат овие извори, производството на електрична енергија и другите енергетски потреби се задоволуваат на поекولوшки начин бидејќи се спречува испуштањето на стакленички гасови во атмосферата. Обновливите извори на енергија нудат поодржлива енергетска опција на долг рок бидејќи се неисцрпни и не ѝ штетат на животната средина. Покрај тоа, системите за обновлива енергија овозможуваат производство на енергија на локално ниво, со што се намалуваат загубите на енергија за време на транспортот и преносот. Преминувањето на обновлива енергија не само што го намалува јаглеродниот отпечаток, туку и ги минимизира влијанијата врз животната средина и ги обезбедува идните енергетски потреби. Затоа, употребата на обновливи извори на енергија е еден од најважните чекори што треба да се преземат во борбата против глобалното затоплување и за одржлива иднина ²⁵.

2.4. Енергетска ефикасност и одржливост

Енергетската ефикасност се однесува на намалување на потрошувачката на енергија по единица производ без жртвување на перформансите. Овој пристап ја оптимизира употребата на енергија, а воедно ја поддржува и одржливоста на животната средина. Клучните придобивки вклучуваат:

- Намалени емисии на стакленички гасови
- Пониски трошоци за енергија за домаќинствата и индустриите
- Подобрена национална енергетска безбедност



Слика 9: Недостатокот на енергија и климатските промени ги загрозуваат и луѓето и природата

Енергетската ефикасност е пристап за обезбедување помала потрошувачка на енергија по единица производ или услуга во сите сектори како што се индустријата, транспортот, земјоделството и домувањето, без никакво намалување на количината и квалитетот на производството. Овој пристап не само што ја оптимизира употребата на енергија, туку ја поддржува и одржливоста на животната средина и дава значаен придонес во заштитата на природните ресурси.

Примените на енергетска ефикасност ги намалуваат емисиите на стакленички гасови преку намалување на потрошувачката на фосилни горива и со тоа стануваат ефикасна алатка во борбата против климатските промени. Покрај тоа, додека ја поддржува економијата на домаќинствата преку намалување на трошоците за енергија на поединците, таа исто така ја зголемува енергетската безбедност преку намалување на увозот на енергија низ целата земја и придонесува за намалување на дефицитот на тековната сметка. Од друга страна, енергетската ефикасност ги поттикнува технолошките иновации и процесите на модернизација. На пример, замената на старата опрема со поефикасни и еколошки технологии кои трошат голема енергија ги подобрува производствените процеси и го олеснува постигнувањето на целите за одржлив развој²⁶. Затоа, енергетската ефикасност треба да се смета за еден од основните елементи на политиките за развој преку обезбедување еколошки, економски и социјални придобивки.



Слика 10: Енергетската ефикасност и заштитата на природата се клучни за одржлива иднина.

2.5. Обновливи извори на енергија и идни перспективи

Обновливите извори на енергија, вклучувајќи ја сончевата, ветерната, хидроелектричната и геотермалната енергија, претставуваат камен-темелник на политиките за одржлива енергија. Овие извори нудат бројни придобивки:

- **Еколошки предности:** Минимални емисии на стакленички гасови.
- **Неисцрпност:** За разлика од фосилните горива, обновливите извори на енергија не се исцрпуваат со употребата.
- **Локално производство на енергија:** Ги намалува загубите на енергија за време на преносот.

Предизвиците остануваат, како што се повременото производство на енергија од сончеви и ветерни извори и високите почетни трошоци за инфраструктура. И покрај ова, напредокот во технологиите за складирање и политиките за поддршка ги прават обновливите извори на енергија сè поодржливи²⁷.

Иднината на енергијата лежи во транзицијата од зависност од фосилни горива кон систем центриран околу обновливи ресурси. Со усвојување на иновативни технологии, поттикнување на вклучување на заедницата и спроведување на ефикасни политики, општествата можат да обезбедат одржлива енергетска иднина за идните генерации.

3. ЕНЕРГЕТСКИ РЕСУРСИ

Изворите на енергија можат широко да се категоризираат на **необновливи** и **обновливи** врз основа на нивната достапност, употреба и можности за регенерација. Разбирањето на карактеристиките на овие ресурси е клучно за одржливо справување со сегашните и идните потреби за енергија.

Необновливите извори на енергија се оние што не можат да се обноват во краток период и се трошат побрзо отколку што можат да се обноват. Овие извори се ограничени и на крајот ќе се исцрпат. Необновливата енергија првенствено е поделена на две категории:

1. **Фосилни горива:** Тука спаѓаат јагленот, природниот гас и нафтата, кои се формираат од остатоците од древни растенија и животни во текот на милиони години. И покрај нивното изобилство и широка употреба, фосилните горива се трошат со брзина што далеку го надминува нивниот природен процес на надополнување.

- 2. Нуклеарна енергија:** Добиена од ураниум или други радиоактивни елементи, нуклеарната енергија е уште еден необновлив извор. Иако не произведува стакленички гасови за време на производството на енергија, сировините што се користат се ограничени и необновливи.

Потрошувачката на необновливи извори на енергија претставува предизвик поради нивната ограничена природа, влијанието врз животната средина и времето потребно за нивно формирање, кое трае милиони години.

Обновливите извори на енергија се ресурси кои природно се надополнуваат во кратки периоди преку тековни природни процеси. Овие извори се сметаат за неисцрпни бидејќи постојано се обновуваат преку природните циклуси на Земјата.

Клучните обновливи извори на енергија вклучуваат ²⁸ :

1. **Сончева енергија:** Енергија добиена од сончевата светлина со помош на соларни панели.
2. **Енергија на ветерот:** Енергија генерирана од ветерот преку турбини.
3. **Хидроенергија:** Енергија добиена од движење на вода во реки или брани.
4. **Биомаса:** Органски материјал како што се растителен и животински отпад што се користи за енергија.
5. **Геотермална енергија:** Топлинска енергија добиена од под површината на Земјата.
6. **Океанска енергија:** Енергија од плима и осека, бранови и океански струи.

За разлика од фосилните горива и нуклеарната енергија, обновливите извори на енергија се еколошки и одржливи. Тие не се соочуваат со истите проблеми со осиромашување, бидејќи нивната достапност постојано се надополнува во рамките на природните циклуси. Обновливата енергија стана критична област на фокус поради нејзиниот потенцијал за намалување на штетите врз животната средина, борба против климатските промени и обезбедување одржлива енергетска иднина.



Слика 11: Необновливите извори на енергија се ограничени и имаат значително влијание врз животната средина.

4. НЕОБНОВЛИВИ ЕНЕРГЕТСКИ РЕСУРСИ И НИВНОТО ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Необновливите извори на енергија се оние кои не можат да се обноват во краток период и се трошат многу побрзо отколку што можат да се обноват. Овие извори се ограничени и на крајот ќе се исцрпат, што го прави нивното одржливо управување критичен предизвик. Обновливите извори на енергија првенствено вклучуваат **фосилни горива** како што се јаглен, нафта и природен гас, како и **нуклеарна енергија** добиена од радиоактивни материјали како ураниум и ториум ²⁹.

4.1. Фосилни извори на енергија

Фосилните горива се најчесто користените обновливи извори на енергија во светот. Тие се формираат од остатоци од растенија и животни кои живееле пред милиони години и биле закопани под слоеви почва и карпи. Со текот на времето, топлината и притисокот ги трансформирале овие остатоци во јаглен, нафта и природен гас ³⁰. Фосилните горива се користат за напојување на возила, производство на електрична енергија и работа на фабрики.

Јаглен: Јагленот е цврст црн или кафеав материјал составен претежно од јаглерод. Тој е најстарото фосилно гориво и се користи со векови за производство на топлина и енергија. Јагленот сè уште е широко користен денес, особено во електраните за производство на електрична енергија. Сепак, согорувањето на јагленот ослободува штетни гасови во атмосферата, што придонесува за загадување на воздухот и климатските промени ³¹.



Слика 12: Јагленот, широко користено фосилно гориво, варира во енергетската содржина и придонесува за загадување на воздухот.

Нафта (нафта): Нафтата е течна фосилно гориво кое се наоѓа во подземни резервоари. Се користи за производство на производи како бензин, дизел и млазно гориво, кое ги напојува возилата и авионите. Нафтата се користи и за производство на производи како пластика, асфалт и хемикалии. Иако нафтата е многу корисна, нејзиното екстракција и транспорт може да предизвика еколошки проблеми како што се излевања на нафта, кои им штетат на дивите животни и екосистемите ³².

Природен гас: Природниот гас е фосилно гориво со чисто согорување, кое главно се состои од метан. Се користи за готвење, греење на домовите и производство на електрична енергија. Гори почисто од јагленот и нафтата, создавајќи помалку загадување. Сепак, природниот гас може да протекува за време на транспортот, а бидејќи метанот е моќен стакленички гас, дури и малите протекувања можат значително да влијаат врз животната средина ³³.

4.2. Нуклеарна енергија

Нуклеарната енергија се произведува од радиоактивни материјали како ураниум и ториум. Таа се создава кога атомите се делат (процес наречен фисија) или се комбинираат (процес наречен фузија) за да се ослободи голема количина на енергија. Оваа енергија се користи за производство на електрична енергија во нуклеарните центри. Нуклеарните центри не произведуваат стакленички гасови, што ги прави почисти од фосилните горива во однос на загадувањето на воздухот ³⁴.

Сепак, нуклеарната енергија има свои предизвици. Отпадот произведен од нуклеарните центри останува радиоактивен илјадници години и треба внимателно да се складира за да се избегне оштетување на животната средина или здравјето на луѓето. Исто така, ако нешто тргне наопаку во нуклеарна централа, тоа може да доведе до сериозни несреќи што влијаат и на луѓето и на природата ³⁵.

4.3. Влијанија врз животната средина

Необновливите извори на енергија долго време се главен начин на производство на енергија бидејќи се сигурни и можат да произведат големи количини на енергија. Сепак, тие имаат и некои големи недостатоци:

Загадување на воздухот: Согорувањето на фосилни горива ослободува штетни загадувачи, вклучувајќи честички, јаглерод диоксид, сулфур диоксид и азотни оксиди. Овие загадувачи придонесуваат за респираторни и кардиоваскуларни заболувања, го намалуваат квалитетот на воздухот и предизвикуваат феномени како што се киселите дождови и смогот ³⁶.

Загадување на водата: Дамките на нафта се меѓу највидливите еколошки катастрофи предизвикани од употребата на обновлива енергија. Овие дамки ги уништуваат морските екосистеми, убивајќи го дивниот свет и оштетувајќи ги живеалиштата. Дополнително, истечните води од рударството на јаглен и операциите на фраксинг често ги контаминираат реките, езерата и подземните води со токсични супстанции ³⁷.

Деградација на земјиштето: Екстракцијата на јаглен, нафта и природен гас често вклучува активности што го интензивно го зафаќаат земјиштето, како што се рударството и дупчењето на отворено. Овие процеси ги уништуваат живеалиштата, водат до уништување на шумите и предизвикуваат ерозија на почвата, оставајќи го земјиштето оштетено и помалку продуктивно за идна употреба ³⁸.

Климатски промени: Емисиите на стакленички гасови од согорувањето на фосилни горива се примарен двигател на глобалното затоплување. Зголемувањето на температурите доведува до топење на ледените капи, зголемување на нивото на морето, екстремни временски настани и промени во екосистемите што го загрозуваат биодиверзитетот и човечките средства за живот ²⁰.

Радиоактивен отпад: Нуклеарната енергија создава радиоактивен отпад кој останува опасен илјадници години. Безбедното отстранување бара високо безбедни објекти и долгорочен мониторинг за да се спречи истекување во животната средина. Лошото управување со радиоактивниот отпад може да доведе до контаминација на почвата и водата, загрозувајќи го и здравјето на луѓето и еколошкото здравје ³⁹.

Зошто треба да најдеме алтернативи: Проблемите со необновливите извори на енергија ги охрабрува луѓето да бараат подобри решенија. Обновливите извори на енергија како што се сончевата, ветерот и хидроенергијата се почисти и нема да исцрпат. Преминувањето на овие видови енергија може да помогне во заштитата на планетата за идните генерации ¹¹.

4.4. Употреба на необновлива енергија во глобални и европски рамки

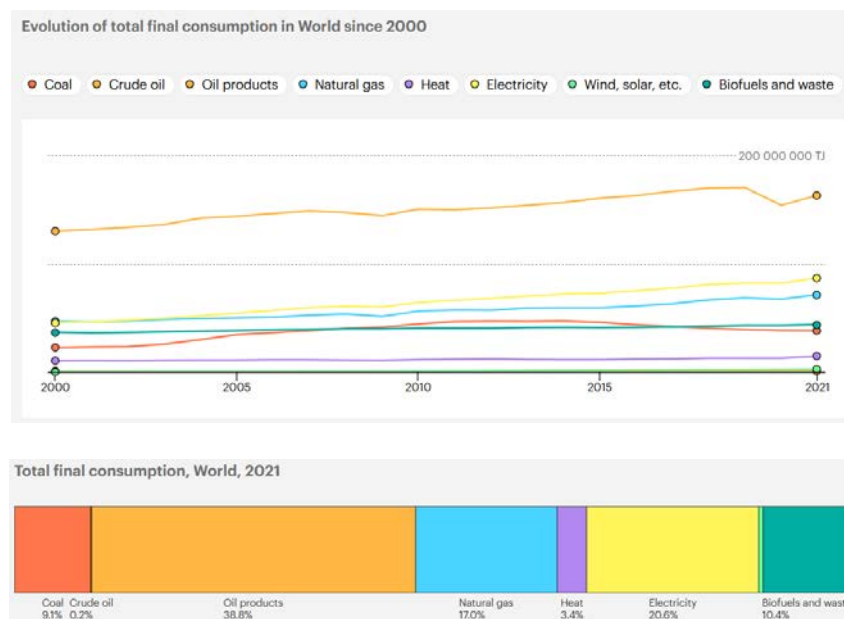
Необновливите извори на енергија остануваат 'рбетот на глобалните енергетски системи, сочинувајќи значителен дел од потрошувачката на енергија во светот. И покрај зголемената свест за нивното влијание врз животната средина, зависноста од фосилни горива и нуклеарна енергија продолжува поради нивната густина на енергија, сигурност и постојна инфраструктура.

4.4.1. Употреба на необновлива енергија во глобални рамки

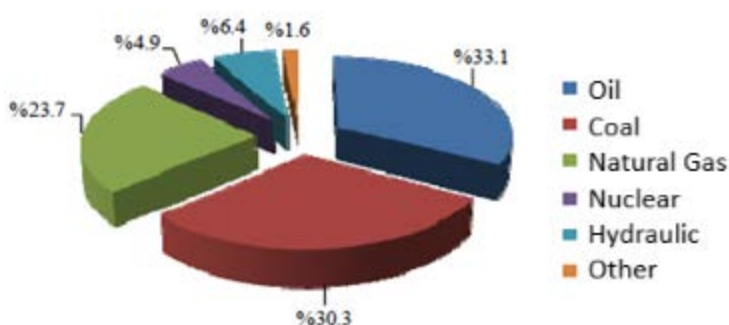
Глобално, фосилните горива доминираат во енергетскиот микс, придонесувајќи со приближно 86% од вкупната потрошувачка на примарна енергија ²⁶. Јагленот, нафтата и природниот гас се широко користени во индустрискиот, транспортниот и станбениот сектор. Потрошувачката на јаглен е особено висока во економиите во развој како што се Кина и Индија, кои заедно сочинуваат над 65% од глобалната употреба на јаглен. Нафтата останува критична за транспортот, а САД и Саудиска Арабија се меѓу најголемите потрошувачи. Употребата на природен гас бележи постојан пораст поради неговите пониски емисии во споредба со јагленот, при што Русија и САД се водечки во производството и потрошувачката.

Нуклеарната енергија, иако сочинува помал дел од глобалната потрошувачка на енергија, игра клучна улога во земји како САД, Франција и Кина. Таа првенствено се користи за производство на електрична енергија, нудејќи нискојаглеродна алтернатива на фосилните горива.

Необновливите извори на енергија остануваат најшироко користените извори на енергија во светот. Од 2024 година, фосилните горива сочинуваат над 80% од глобалната потрошувачка на енергија. Сепак, поради нивното влијание врз животната средина и ризикот од исцрпување, постои глобален тренд кон намалување на зависноста од овие извори.



Слика 13: Конечна потрошувачка на извори на енергија во светот ⁴⁰.



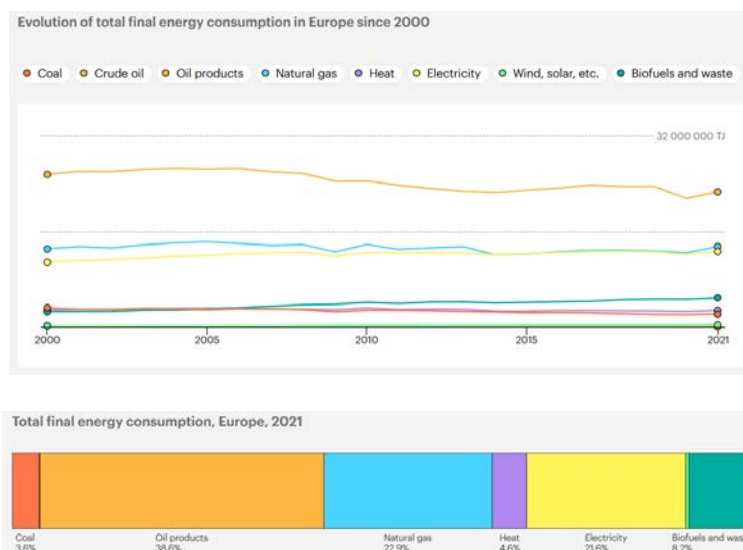
Слика 14: Светска употреба на примарна енергија

4.4.2. Употреба на необновлива енергија во Европа

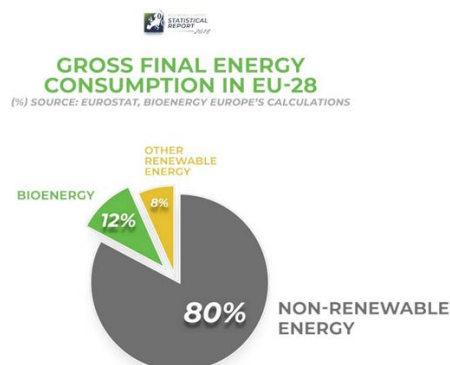
Во Европа, потрошувачката на необновлива енергија постепено се намалува, бидејќи земјите преминуваат на обновливи извори на енергија и спроведуваат строги климатски политики. Сепак, фосилните горива сè уште сочинуваат значителен дел од енергетскиот микс. Според Евростат (2021), нафтата сочинува приближно 34% од потрошувачката на енергија во ЕУ, проследена од природниот гас со 25% и јагленот со 13%. И покрај овие бројки, ЕУ значително ја намали употребата на јаглен во последните две децении, особено во Германија и Полска, каде што јагленот историски беше доминантен извор на енергија.

Нуклеарната енергија игра клучна улога во европската стратегија за нискојаглеродна енергија. Франција е лидер на континентот во нуклеарната енергија, со над 70% од електричната енергија произведена од нуклеарни центри. Други земји, вклучувајќи ги Шведска и Финска, исто така се потпираат на нуклеарната енергија, иако неколку земји, како што е Германија, се обврзаа постепено да ја укинат.

Европската Унија има за цел да ја намали употребата на фосилни горива и да премине кон обновливи извори на енергија во согласност со својата цел да стане јаглеродно неутрална до 2050 година. Нуклеарната енергија останува значаен извор на енергија во некои европски земји ⁴¹.



Слика 15: Финална потрошувачка на извори на енергија во Европа ⁴².



Слика 16: Бруто финална потрошувачка на енергија во ЕУ-28 ⁴³.

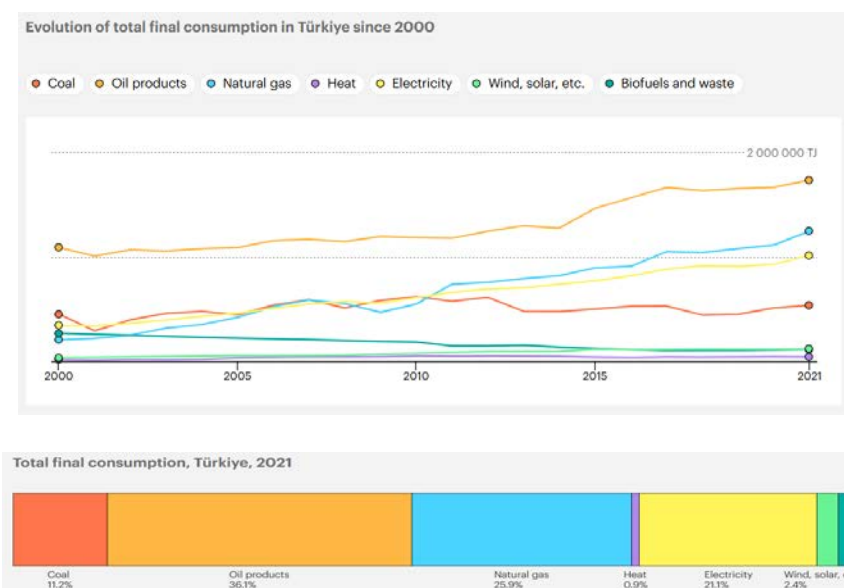
Регионални нееднаквости: Потрошувачката на необновлива енергија значително варира меѓу регионите. Северна и Западна Европа бележат поизразен пресврт кон обновлива енергија, поттикнат од силните владини политики и јавната поддршка за чиста енергија. Сепак, Јужна и Источна Европа остануваат повеќе зависни од фосилните горива, главно поради економските ограничувања и побавното усвојување на обновливите технологии ⁴⁴.

Импликации врз животната средина и политиката: Континуираната употреба на необновливи извори на енергија во Европа и глобално претставува значителни еколошки предизвици, вклучувајќи загадување на воздухот, контаминација на водата и емисии на стакленички гасови. Зелениот договор на Европската Унија и други меѓународни договори како што е Парискиот договор имаат за цел да се справат со овие проблеми преку намалување на зависноста од фосилни горива и зголемување на уделот на обновливите извори на енергија во енергетскиот микс ⁴⁵.

4.5. Употреба на необновлива енергија во земјите-партнери

4.5.1 Употреба на необновлива енергија во Турција

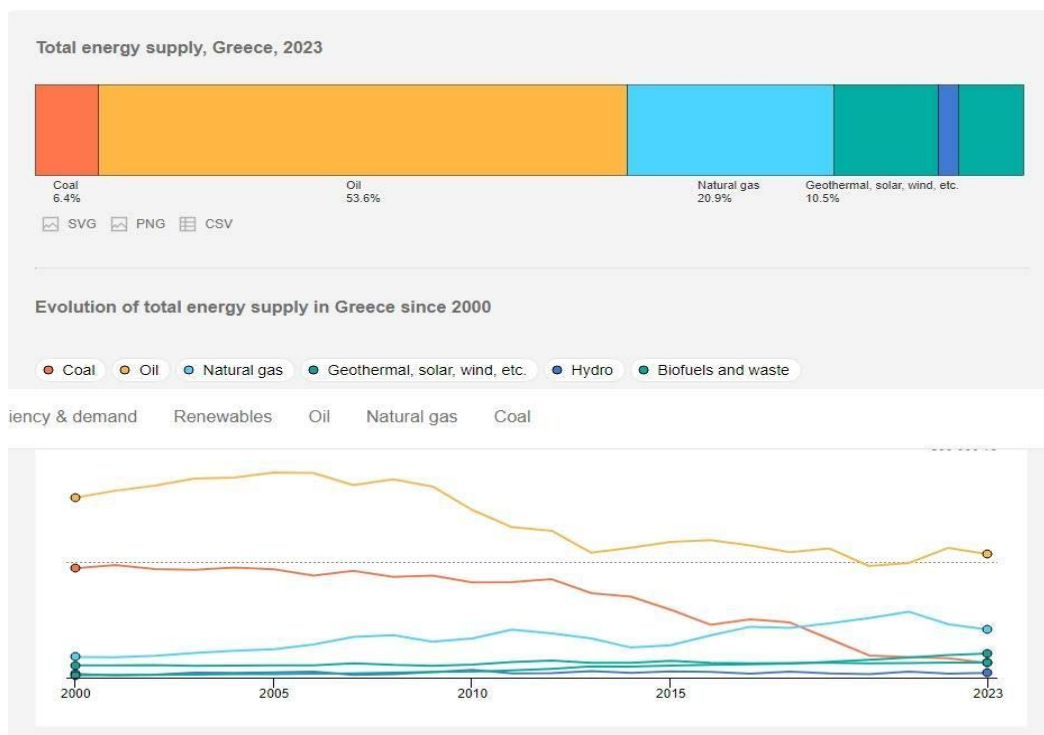
Турција е земја која е многу зависна од фосилни горива. Увозот на природен гас и нафта претставува значаен дел од потрошувачката на енергија во Турција. Сепак, зголемените инвестиции во обновлива енергија почнаа да го намалуваат уделот на фосилните горива. Во областа на нуклеарната енергија, проекти како што е нуклеарната централа Аккују придонесуваат за диверзификација на изворите на енергија ⁴⁶.



Слика 17. Конечна потрошувачка на извори на енергија во Турција ⁴².

4.5.2 Употреба на необновлива енергија во Грција

Грција историски гледано во голема мера се потпираше на фосилни горива, особено нафта и природен гас, за своите енергетски потреби. Во 2023 година, нафтата сочинувала 54% од вкупното снабдување со енергија во земјата. Сепак, нацијата активно ја намалувала својата зависност од лигнит, вид јаглен кој значително придонел за емисиите на јаглерод. Од 2005 до 2021 година, уделот на производството на електрична енергија од лигнит се намалил од 60% на 10%, со планови за целосно укинување до 2028 година. Истовремено, Грција инвестира во инфраструктура за природен гас и ги проширува обновливите извори на енергија за да го диверзифицира својот енергетски микс и да ја подобри одржливоста ⁴⁷.



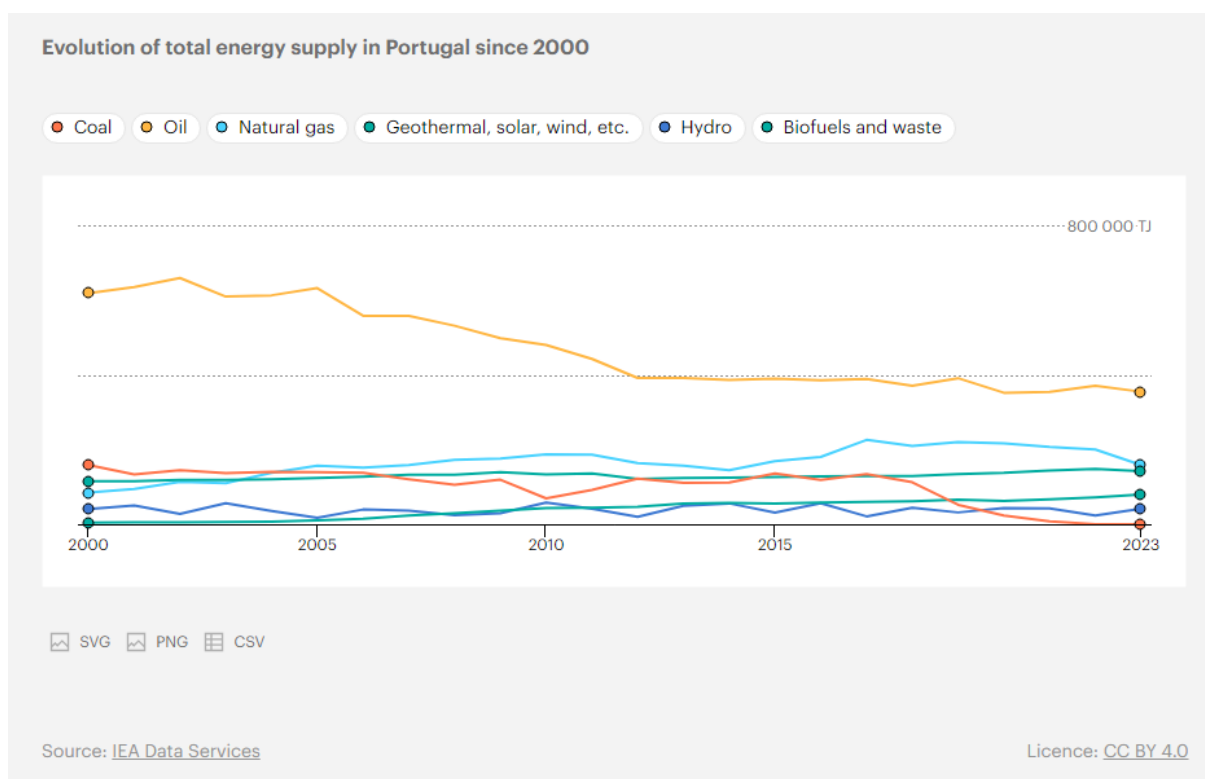
Слика 18. Вкупна потрошувачка на извори на енергија во Грција ⁴²

4.5.3 Употреба на необновлива енергија во Португалија

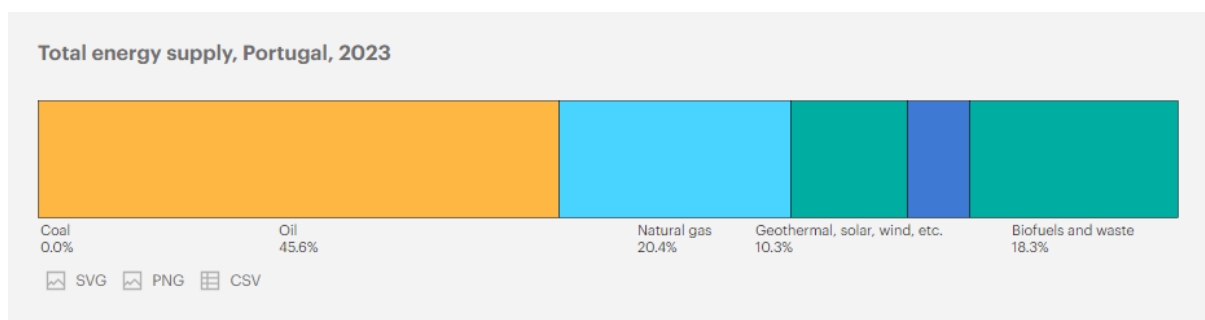
Во 2000 година, околу 78% од енергијата потрошена во Португалија била од јаглен и нафта, додека во 2023 година, необновливите извори претставувале само 64% од глобалната потрошувачка на енергија во земјата ⁴⁸. Во 2023 година, Португалија користела 20% гас, чија потрошувачка се зголемила за 87% во споредба со 2000 година, и 44% нафта, со намалување од 43% во истиот период. Јагленот бил забранет, а последната електрана на јаглен била затворена во 2023 година.

Од 2000 година, Португалија направи значителни чекори во диверзификацијата на својот енергетски микс, со силен акцент на обновливите извори на енергија, поддржани од значителни инвестиции во ветер, хидро и сончева енергија, што доведе до постепено, но силно намалување на зависноста од фосилни горива.

Во текот на изминатите неколку години, земјата доживеа забележителен пресврт кон почисти и поодржливи методи за производство на енергија ⁴⁸. Во 2022 година, Португалија беше на 4^{-то} место во Европската Унија, со 61% удел во електричната енергија што доаѓа од обновливи извори на енергија ⁴⁹.



Слика 19: Еволуција на вкупното снабдување со енергија во Португалија од 2000 година ⁴².



Слика 20: Вкупно снабдување со енергија, Португалија 2023 ⁴².

4.5.4 Употреба на необновлива енергија во Северна Македонија

Потрошувачката на енергија во Северна Македонија првенствено се добива од фосилни горива, со значителен придонес од јаглен и нафта. Во 2022 година, јагленот учествуваше со 32,2% во вкупното снабдување со енергија, додека нафтата учествуваше со 44,6%. Земјата сè уште во голема мера зависи од електраните на јаглен за производство на електрична енергија, при што 47% од вкупното производство на електрична енергија доаѓаше од јаглен во 2022 година. Сепак, Северна Македонија е во процес на транзиција кон почисти извори на енергија, при што обновливите извори на енергија и хидроенергијата сочинуваат околу 9,4% од енергетскиот микс. Во тек се напори за постепено укинување на јагленот до 2030 година, со зголемен фокус на сончевата и ветерната енергија за диверзификација на енергетскиот микс и намалување на емисиите на јаглерод.

Овој преглед ги истакнува континуираните напори на Северна Македонија за намалување на зависноста од фосилни горива и транзиција кон обновливи извори на енергија, истовремено балансирајќи ги економските и инфраструктурните предизвици што ги предизвикува нејзината голема зависност од јаглен и нафта ⁵⁰.



Слика 21: Финална потрошувачка на извори на енергија во Северна Македонија ⁴²

5. ОБНОВЛИВИ ЕНЕРГЕТСКИ РЕСУРСИ И НИВНОТО ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Обновливата енергија е од витално значење за одржлива иднина ⁵¹. Овие извори на енергија, како што се сончевата енергија, ветерот, хидроелектричната енергија, биомасата и геотермалната енергија, постојано се надополнуваат во природата, нудејќи алтернатива на ограничените ресурси. Секој вид ги користи природните процеси, како што се сончевата светлина, ветерот или топлината на Земјата, за да генерира енергија, а воедно да ги минимизира емисиите на јаглерод и штетите врз животната средина. Иако обновливата енергија го намалува осиромашувањето на ресурсите и промовира енергетска независност, таа се соочува со предизвици како што се високите почетни трошоци, зависноста од локацијата и климата и тешкотиите во складирањето. Ова поглавје навлегува во технологиите за обновлива енергија, нивното производство, влијанијата врз одржливоста и приказните за успех во реалниот свет ⁵¹.

5.1. Употреба на обновлива енергија во светот

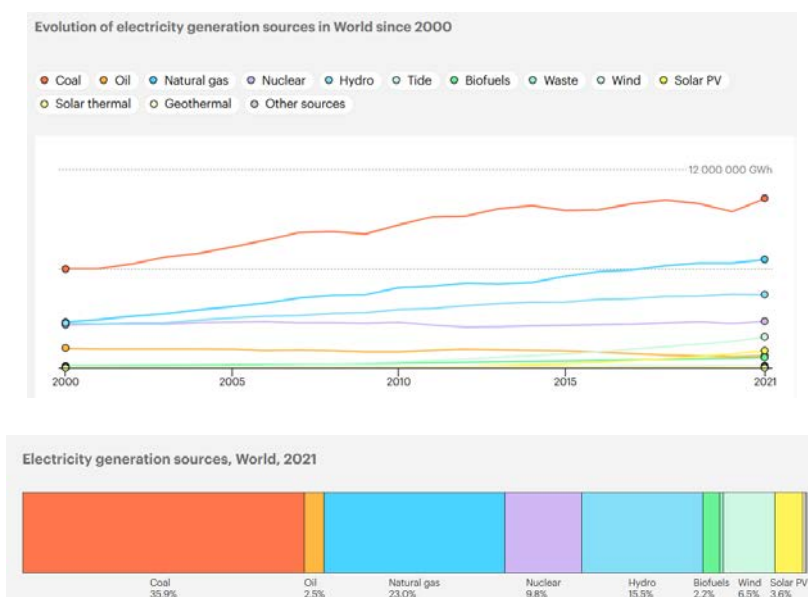
Фосилните горива, како што се јагленот, нафтата и природниот гас, остануваат најголемиот извор на енергија во светот, снабдувајќи околу 80% од целата енергија што ја користиме ⁵². Обновливите извори на енергија, вклучувајќи ја сончевата енергија, ветерот, хидроенергијата и биомасата, брзо се зголемија во последниве години и сега придонесуваат со околу 20% од глобалната потрошувачка на енергија. Нуклеарната енергија игра помала улога, сочинувајќи околу 2,6% од светските енергетски потреби ⁵³.

Кога станува збор за производство на електрична енергија, обновливите извори на енергија постигнаа значителен напредок. Во 2023 година, обновливите извори генерираа над 30% од електричната енергија во светот, што означува постојан премин кон почиста енергија ⁵⁴. Хидроенергијата е водечка како најшироко користен обновлив извор на електрична енергија, проследена од ветерната и сончевата енергија, кои брзо пораснаа благодарение на напредокот во технологијата. На пример, производството на сончева енергија се зголеми за речиси 25% за само една година ⁵⁵.

И покрај овие придобивки, фосилните горива сè уште произведуваат поголем дел од електричната енергија во светот - околу 60% во 2023 година ⁵⁶. Преминот кон обновлива енергија е клучен за одржлива иднина. Почистите извори на енергија го намалуваат загадувањето, се борат против климатските промени и ни обезбедуваат сигурна енергија за идните генерации. Сепак, оваа транзиција бара значителни инвестиции и глобална соработка. Иако предизвиците остануваат, како што се потребата за подобро складирање на енергија и поефикасна технологија, досегашниот напредок покажува дека обновливата енергија може да игра клучна улога во обликувањето на поздрава планета.

Обновливите извори на енергија доживеаа брз раст низ целиот свет во последниве години. Уделот на обновливата енергија во глобалната потрошувачка на енергија се зголемува, а инвестициите во овие ресурси брзо растат. Вкупното производство на електрична енергија од обновливи извори достигна рекордно високо ниво во 2022 година, надминувајќи 8.500 TWh, што е за повеќе од 600 TWh (приближно 8%) повисоко отколку во 2021 година. Ова зголемување првенствено се должи на растот на

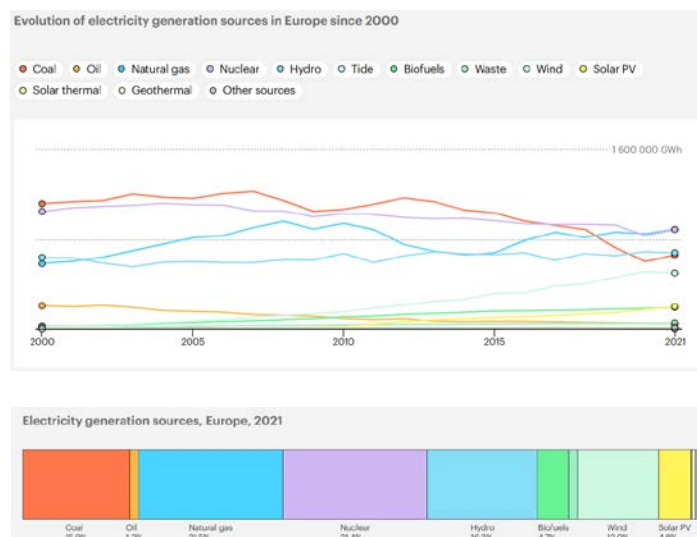
производството на ветерни и сончеви фотоволтаични (PV), кои пораснаа за приближно 270 TWh. Иако хидроелектричната енергија, најголемиот обновлив извор на електрична енергија во светот, сепак забележа зголемување од 70 TWh и покрај условите на суша што влијаат на хидроелектричното производство во многу региони, вклучувајќи ги Кина, Европа и САД, глобалниот удел на обновливата енергија во производството на електрична енергија се зголеми на околу 30%, што е зголемување од 1,5 процентни поени во однос на 2021 година. Од 2022 година, обновливите извори на енергија сочинуваат приближно 30% од глобалното производство на енергија ⁵⁴. Имено, инвестициите во сончева и ветерна енергија беа во преден план на овој раст.



Слика 22: Извори на производство на електрична енергија низ целиот свет ⁴⁰

5.2. Употреба на обновлива енергија во Европа

Европа е еден од водечките региони во користењето на обновливи извори на енергија. Европската Унија има за цел да обезбеди 32% од својата потрошувачка на енергија од обновливи извори до 2030 година⁵⁷. Земји како Германија, Данска и Шпанија се глобални лидери во инвестициите во енергија од ветер и сончева енергија⁵⁷. Позитивните влијанија на обновливата енергија врз животната средина, климата, економијата и одржливоста го поттикнуваат зголеменото усвојување на овие извори на енергија. Во 2022 година, обновливите извори на енергија учествуваа со 41,2% во бруто потрошувачката на електрична енергија во ЕУ, што претставува зголемување од 3,4 процентни поени од 2021 година и е значително пред другите извори на производство на електрична енергија како што се нуклеарната енергија (помалку од 22%), гасот (помалку од 20%) или јагленот (помалку од 17%). Генерално, уделот на обновливите извори на енергија се зголеми за 5,7% од 2021 до 2022 година. Енергијата на ветер и хидроелектрична енергија заедно сочинуваа повеќе од две третини од вкупната електрична енергија произведена од обновливи извори (37,5% и 29,9%, соодветно). Преостанатата третина доаѓа од сончева енергија (18,2%), цврсти биогорива (6,9%) и други обновливи извори (7,5%).



Слика 23: Извори на производство на електрична енергија во Европа ⁴²

6. ВИДОВИ ОБНОВЛИВА ЕНЕРГИЈА

6.1. Сончева енергија

Сонцето е примарен извор на живот на Земјата и еден од најзначајните обновливи извори на енергија ⁴⁸. Всушност, многу извори на енергија, вклучувајќи ги и фосилните горива, на крајот ја добиваат својата енергија директно или индиректно од Сонцето. Сместено на приближно 150 милиони километри оддалеченост, Сонцето е масивна сфера од водород и хелиум. Генерира огромна количина на енергија преку реакции на нуклеарна фузија што се случуваат во неговото јадро. Во овој процес, атомите на водород се спојуваат за да формираат хелиум, ослободувајќи огромна количина на енергија. Иако само мал дел од енергијата што ја емитува Сонцето стигнува до Земјата, оваа количина е повеќе од доволна за да ги задоволи енергетските потреби на планетата.



Слика 24: Сончевите панели ја користат енергијата на сонцето за да генерираат чиста и обновлива енергија



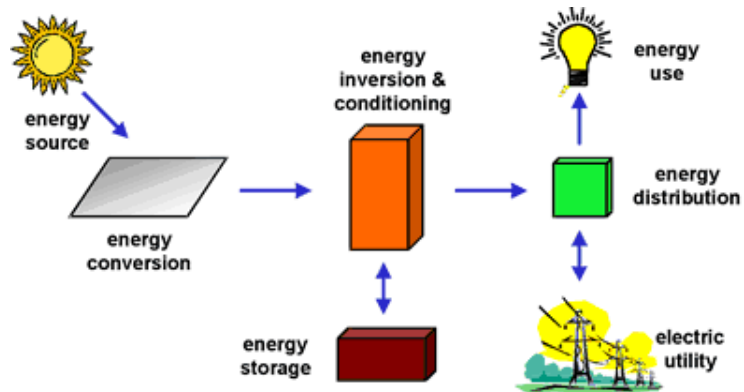
Количината на сончева енергија што стигнува до Земјата варира во текот на денот и во текот на годината. ⁵⁸ Оваа варијација првенствено се должи на ротацијата на Земјата околу нејзината оска и нејзината орбита околу Сонцето. Дополнително, фактори како

што се временските услови, составот на атмосферата и географската ширина влијаат на количината на сончева енергија што стигнува до површината.

6.1.1. Конверзии на сончева енергија

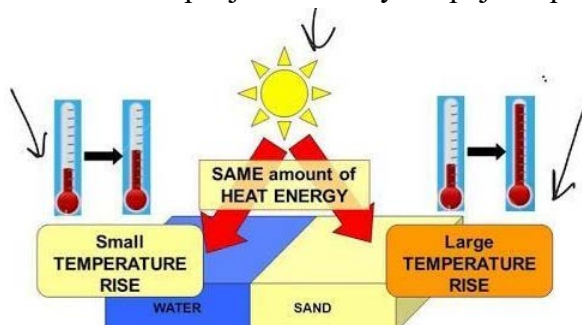
Дел од енергијата што ја емитира Сонцето се апсорбира од атмосферата на Земјата, додека друг дел се одбива назад во вселената ⁵⁹. Приближно 71% од оваа енергија се апсорбира од површината на Земјата и се користи во различни процеси ⁶⁰.

Сончевата енергија може да се претвори во различни форми на енергија, или преку природни процеси или преку методи развиени од луѓето.



а. Природни конверзии

Сончевата енергија овозможува бројни природни процеси, директно или индиректно ⁵⁸:



- **Загревање на почвата и водата:** Сончевото зрачење ја загрева почвата и водата, влијаејќи на температурата на воздухот и климатските услови.

- **Процес на фотосинтеза:** Растенијата ја користат сончевата светлина за да произведуваат храна и да ослободуваат кислород.

- **Циклус на водата:** Сончевата топлина

го поттикнува испарувањето на водата, што доведува до формирање облаци и врнежи, одржувајќи го циклусот на водата.

- **Формирање на ветер и бранови:** Температурните разлики во атмосферата генерираат ветрови, кои пак придонесуваат за движење на брановите.
- **Природни шумски пожари:** Во текот на сушните периоди, интензивната сончева светлина може да предизвика шумски пожари.



б. Вештачки конверзии

Луѓето можат да ја користат сончевата енергија директно или индиректно преку различни технологии ⁶¹:

- **Сончеви колектори:** Овие уреди го собираат сончевото зрачење и го користат за загревање на вода или други системи за греење.

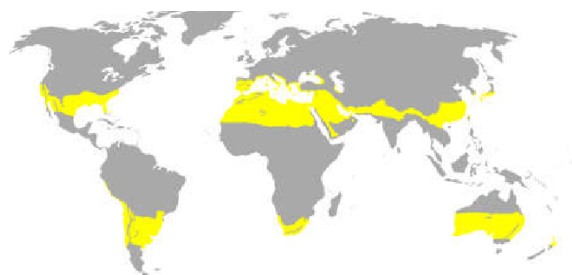
- **Фотоволтаични панели:** Овие панели ја претвораат сончевата енергија директно во електрична енергија.
- **Хидроелектрична енергија:** Сончевата енергија го движи циклусот на водата, придонесувајќи за производство на електрична енергија од браните.

- **Ветерни турбини:** Енергијата на ветерот, создадена од температурните разлики предизвикани од Сонцето, се користи за производство на електрична енергија.
- **Енергија од биомаса:** Растенијата складираат сончева енергија и се користат за производство на биогорива.
- **Соларна архитектура:** Ова вклучува дизајнирање згради за максимизирање на ефикасната употреба на сончевата енергија.

Овие различни процеси на конверзија на сончевата енергија не само што помагаат во одржувањето на рамнотежата на екосистемот во природата, туку и обезбедуваат одржливи извори на енергија за човечка употреба.

6.1.2. Сончева енергија низ целиот свет

Најефикасните региони за искористување на сончевата енергија се наоѓаат помеѓу 35° северна и 35° јужна географска ширина, познати како „Сончев појас“ на Земјата ⁶². Овој регион доживува големо годишно времетраење на сончевото зрачење, а потенцијалот на сончевата енергија се движи од 3,5 до 7 kWh/m^2 ⁶³. Земји како Шпанија, Италија, Грција, Турција, Египет, Иран, Кина, Јапонија, САД и Австралија се меѓу оние што можат најмногу да ја искористат сончевата енергија.



Низ историјата на човештвото, сончевата енергија се користела на различни начини:

- Во 4 век п.н.е., познатиот филозоф Сократ предложил да се додадат повеќе прозорци на јужните страни на куќите за подобро да се искористи сонцето.
- Во 17 век, Галилео, со откривањето на леќите, ги предводел напорите за фокусирање на сончевата енергија.
- Во 1860 година, спроведено е истражување за собирање сончеви зраци со помош на параболични огледала и нивна употреба во парни машини.
- Во 1950-тите, системите за сончева енергија почнаа да се шират во Соединетите Американски Држави и Јапонија, а првите фотоволтаични (сончеви ќелии) панели беа произведени од Bell Telephone Laboratories.
- Во 1984 година, првата голема соларна електрана беше изградена во Лос Анџелес, САД, достигнувајќи капацитет од 354 MW.
- Во 1990-тите, беа пуштени во употреба соларни кули со капацитет од 10 MW во Калифорнија и 30 MW во Јордан.
- Во 2000-тите, беа постигнати значителни достигнувања во технологијата на сончевите ќелии, а глобалното производство на сончева енергија брзо порасна.

Денес, сончевата енергија игра клучна улога во глобалната енергетска транзиција. Со развојот на технологијата, ефикасноста на соларните панели се зголеми, а трошоците за инсталација се намалија. Како резултат на тоа, многу земји почнаа екстензивно да ја користат сончевата енергија ⁵⁸.

6.1.3. Сончева енергија во земјите-партнери

6.1.3.1. Соларна енергија во Турција

Турција се наоѓа во рамките на Сончевиот појас и има просек од 2.640 сончеви часови годишно ⁶⁴. Годишното сончево зрачење варира помеѓу 2,9 и 4,0 kWh/m² во различни региони. Според Атласот на потенцијалот на



сончевата енергија на Турција (GEPA), регионите со највисок сончев потенцијал се Медитеранскиот регион и областа околу езерото Ван, додека регионите со најмал потенцијал се регионите на Црното Море и Мраморното Море. Од февруари 2016 година, Турција имаше 313 сончеви електрани со вкупен инсталиран капацитет од 313 MW. Најголемата од овие електрани беше сончевата електрана Коња Каратај Кизорен, со капацитет од 18 MW. Во тоа време, беа воспоставени различни механизми за стимулација и поддршка за зголемување на употребата на сончева енергија во Турција. Министерството има за цел годишно зголемување од 5.000 MW во капацитетот за обновлива енергија до 2035 година. Потенцијалот на сончева енергија и моменталниот инсталиран капацитет на Турција даваат значаен придонес кон нејзините цели за енергетска независност и одржливост.

6.1.3.2. Сончева енергија во Грција

Грција, која има корист од својата локација во рамките на Сончевиот појас, доживува високо сончево зрачење, со просечни глобални хоризонтални нивоа на зрачење кои надминуваат 1.500 kWh/m² годишно. Оваа поволна клима поттикна значителен раст во секторот за сончева енергија во земјата. Во 2023 година, фотоволтаиците генерираа 19% од електричната енергија на Грција, позиционирајќи ја нацијата на второ место во светот по производство на електрична енергија од сончева енергија ⁶⁵. До крајот на 2024 година, кумулативниот инсталиран фотоволтаичен капацитет на Грција достигна 9,6 GW, што е значително зголемување од 5,3 GW во 2022 година ⁶⁶. Оваа брза експанзија се припишува на политиките за поддршка, поволните климатски услови и силната посветеност на обновливата енергија. Гледајќи напред, Грција има за цел да постигне 82% удел на обновливи извори во производството на електрична енергија до 2030 година, при што сончевата енергија игра клучна улога во оваа транзиција.

Значаен пример за посветеноста на Грција кон обновливата енергија е трансформацијата на Халки, мал остров во Егејското Море. Како дел од националната иницијатива „GR-eso Islands“, Халки отвори соларен парк од 1 MW во ноември 2021 година, кој сега снабдува чиста енергија за своите приближно 300 постојани жители. Проектот вклучуваше изградба на соларен парк и воспоставување енергетска заедница, во која општината има 50% удел. Оваа иницијатива не само што обезбедува енергетска автономија, туку служи и како модел за одржлив развој на другите грчки острови.

Иницијативата „GR-eco Islands“ ја одразува посветеноста на грчката влада на промовирање на зелена и дигитална трансформација, со цел декарбонизација на островите и подобрување на енергетската самоодржливост преку обновлива енергија и технолошки иновации.

6.1.3.3. Сончева енергија во Португалија



Вкупниот годишен просечен број сончеви часови во Португалија се движат од минимум 2200 на север до повеќе од 3000 часа на југ, што ја прави земјата погодна за широка употреба на сончева енергија ⁶⁷. Јужниот дел

од земјата е претежно рамен, за разлика од северот, што објаснува зошто повеќето од најголемите фотоволтаични центри се наоѓаат во Рибатеко, Алентеко и Алгарве ⁶⁸. Еден од најголемите објекти отворен во 2023 година, „Централ да Черка“, сместен околу 50 км северно од Лисабон, има 310 илјади двострани панели и ќе произведува околу 330 GWh годишно. Оваа енергија ќе биде доволна за снабдување на 100 илјади семејства и избегнување на емисија на најмалку 170 илјади тони CO₂ секоја година.

Според португалската официјална Агенција за енергетика (DGEG), 5,9 GW од 20,8 GW обновлива енергија што се користи во земјата доаѓа од соларни фотоволтаични панели ⁶⁹. Оваа вредност е повеќе од двојно поголема од инсталираниот капацитет до крајот на 2022 година. Во 2023 година, на мрежата беа додадени 1,1 GW нова сончева енергија. До 2026 година, сончевата енергија ќе ја надмине енергијата на ветерот и ќе стане втор најважен извор во однос на инсталираниот капацитет.

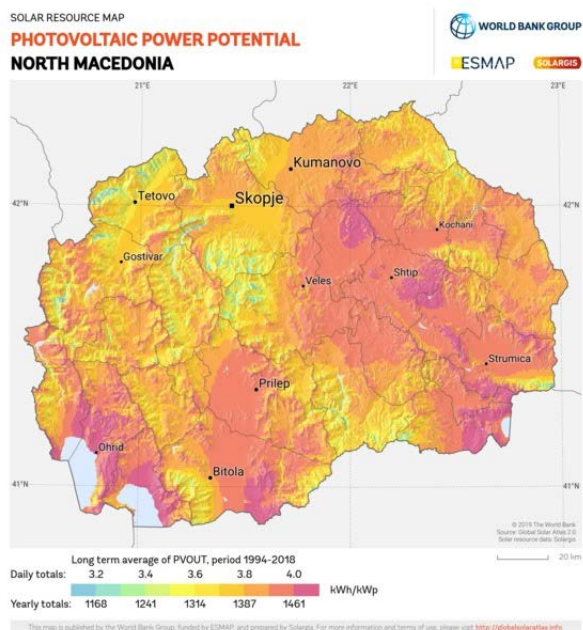
Во Португалија се развиваат неколку нови фотоволтаични проекти. Се очекува тие да стапат во сила до крајот на 2030 година, а инсталираниот капацитет да се зголеми на околу 9 GW. Ова значи дека дотогаш, фотоволтаичната енергија ќе стане главна технологија за производство на електрична енергија што се користи во земјата.

6.1.3.4. Сончева енергија во Северна Македонија

Северна Македонија, сместена на Балканскиот Полуостров, ужива во повољна клима која обезбедува значаен потенцијал за сончева енергија. Земјата прима помеѓу 1.500 и 1.700 kWh/m² сончево зрачење годишно, што ја прави идеална локација за развој на сончева енергија⁶⁷. Највисок потенцијал за сончева енергија е забележан во јужните и источните региони, кои се карактеризираат со изобилство сончева светлина во текот на целата година.

Од 2023 година, секторот за сончева енергија во Северна Македонија постигна импресивен напредок. Инсталираниот соларен капацитет на земјата достигна околу 200 MW, а клучните проекти како што е соларниот парк Осломеј, изграден на местото на поранешен рудник за јаглен, играат клучна улога во унапредувањето на транзицијата на земјата кон обновлива енергија⁷⁰. Овој проект, заедно со другите, помага во намалувањето на зависноста на земјата од фосилни горива, особено јаглен, и зголемување на уделот на обновливите извори на енергија во нејзиниот енергетски микс.

Владата на Северна Македонија постави амбициозни цели за обновлива енергија, со цел удел од 38% на обновливи извори во енергетскиот микс до 2030 година⁷¹, при што сончевата енергија игра централна улога во оваа транзиција. За да го поддржи ова, владата обезбедува стимулации и создава повољни рамки на политиките за привлекување инвестиции од голем обем и поттикнување на инсталации на соларна енергија во станбени објекти.



Значајни примери за развој на сончевата енергија во Северна Македонија се Соларниот парк во Скопје, еден од значајните проекти за сончева енергија во земјата, и помали соларни инсталации во руралните средини⁷². Овие иницијативи не само што придонесуваат за зголемена енергетска самоодржливост, туку помагаат и во намалувањето на емисиите на CO₂, усогласувајќи се со пошироките еколошки и климатски цели на Северна Македонија.

Со континуирани инвестиции во сончева енергија, Северна Македонија е на добар пат да стане лидер во секторот за

обновлива енергија на Балканот, дополнително диверзифицирајќи ги своите извори на енергија и промовирајќи одржливост.

6.1.4. Позитивни и негативни влијанија на сончевата енергија



Предности

- Сончевата енергија е обновлив ресурс, што значи дека може да се користи без да се исцрпат природните резерви. Таа е одржлива опција за задоволување на долгорочните енергетски потреби.
- Производството на сончева енергија генерира малку или воопшто не генерира емисии на стакленички гасови, намалувајќи го загадувањето на воздухот и ублажувајќи ги климатските промени.
- Откако ќе се инсталираат сончевите панели, трошоците за одржување и работа се релативно ниски во споредба со другите извори на енергија.
- Сончевата енергија ја намалува зависноста од увезени фосилни горива, придонесувајќи за енергетска безбедност и независност.
- Растечката соларна индустрија нуди можности за работа во производството, инсталацијата и одржувањето, што е од корист за економијата.
- Сончевите системи можат да се распоредат во различни услови, од станбени покриви до големи соларни фарми, овозможувајќи флексибилност во производството.



Недостатоци

- Производството на сончева енергија зависи од сончевата светлина, што значи дека може да биде повремено и несигурно во текот на облачните денови или навечер, барајќи решенија за складирање или резервни системи.
- Претходните трошоци за купување и инсталирање на соларни панели можат да бидат високи, и покрај долгорочните заштеди.
- Големите соларни фарми бараат значителни земјишни површини, што потенцијално би можело да влијае на екосистемите или да се натпреварува со земјоделското земјиште.
- Складирањето на сончевата енергија за употреба во несончеви периоди бара напредна технологија на батерии, која може да биде скапа и сè уште е во развој.
- Производството и отстранувањето на соларни панели вклучуваат материјали што можат да претставуваат еколошки предизвици доколку не се управуваат правилно, како што се ретките земни елементи и проблемите со рециклирањето.

Иако сончевата енергија има голем потенцијал за одржлива иднина, се очекува таа да стане пораспространета со технолошкиот напредок и намалувањето на трошоците.



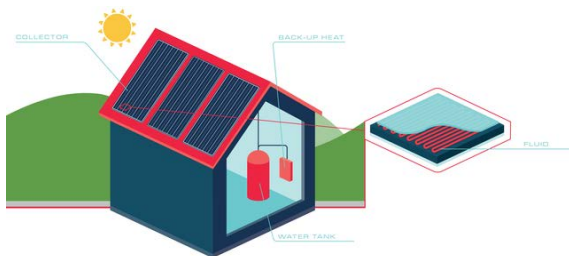
6.1.5. Технологии за искористување на сончевата енергија

Технологиите за искористување на сончевата енергија можат да се поделат во две главни категории⁵⁸:

- Ова вклучува технологии што ја собираат сончевата светлина и ја претвораат во топлинска енергија, обично за цели на греење.
- Ова вклучува фотоволтаични системи кои директно ја претвораат сончевата светлина во електрична енергија.

Дополнително, во последниве години, развиени се хибридни апликации, како што се концентрираните фотоволтаични (CPV) системи, кои комбинираат елементи и од производство на топлина и од производство на електрична енергија за поефикасно производство на енергија.

6.1.5.1. Топлинска енергија од сонцето



Овој метод ја собира сончевата светлина и ја претвора во топлинска енергија. Неговите области на примена се следниве⁷³:

- **Сончеви колектори:** Се користат за загревање на вода во домовите и индустријата.



- **Сончеви термоелектрани:** Концентрирајте ја сончевата светлина со помош на огледала за производство на енергија во голем обем, управувајќи парни турбини.

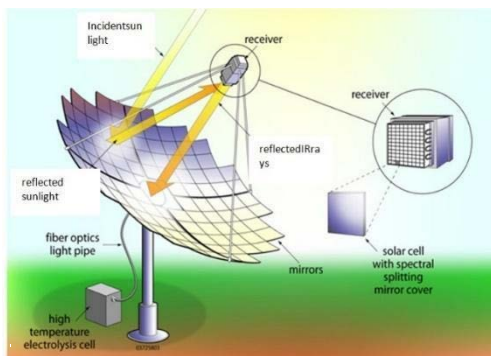


- **Соларни печки и шпорети:** Се користат за готвење во кампување и рурални средини.

6.1.5.2. Директно производство на електрична енергија од Сонцето

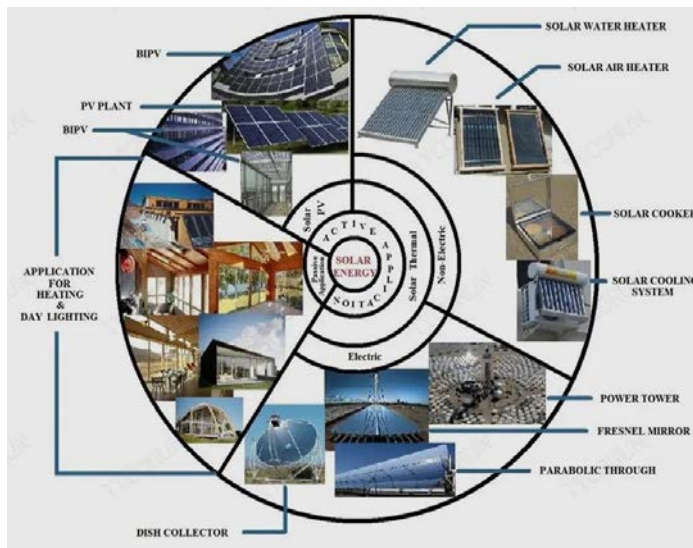
Овој метод ја претвора сончевата светлина директно во електрична енергија. Најчесто користените технологии се:

1. **Фотоволтаични панели:** Панели што ја претвораат сончевата светлина директно во електрична енергија. Тие се користат во покривни системи, земјоделски површини и индустрија.



- **Концентрирани фотоволтаични (CPV) системи:** Овие системи ја концентрираат сончевата светлина врз мали површини користејќи леќи или огледала, обезбедувајќи поголема ефикасност ⁷⁴.

Технологиите за сончева енергија стануваат сè поефикасни и поисплатливи благодарение на напредокот во науката за материјали и техниките на производство.



6.1.5.3. Технологии и примени на сончева топлинска енергија

Технологиите за сончева топлинска енергија собираат сончева светлина за да произведуваат топла вода, да обезбедуваат греење, па дури и да генерираат електрична енергија ⁷⁵. Најчеста примена е производство на топла вода со помош на сончеви колектори, кои се широко користени во домовите, индустријата и земјоделството.

Системите за топлинска конверзија се поделени во три главни групи според употребената температура ⁷⁶:

а. Термички апликации на ниска температура ($\leq 100^{\circ}\text{C}$)

Овие апликации се користат за процеси кои бараат ниски температури:

- Производство на топла вода со помош на рамни сончеви колектори (домови, хотели, спортски објекти)
- Генерирање и складирање на топлина со соларни базени

- Системи за прочистување на вода и десалинизација
- Греење и ладење на згради
- Сушење на земјоделски производи (овошје, зеленчук, сушење жито)
- Системи за греење на стакленици
- Готвење со соларни печки

б. Термички апликации на средна температура (100-350°C)

Овие апликации се користат за процеси кои бараат повисоки температури:

- Производство на топла вода и топлина со употреба на соларни колектори со вакуумски цевки
- Системи за греење во индустриски процеси
- Системи за ладење на сончева енергија (машини за ладење, клима уреди)

в. Термички апликации со висока температура ($\geq 350^\circ\text{C}$)

Овие апликации се користат за производство електрична енергија и тешки индустриски процеси:

- **Сончеви кули:** Концентрирајте ја сончевата светлина на една точка користејќи големи огледала за да генерирате електрична енергија преку парни турбини.
- **Сончеви печки:** Овозможуваат обработка на материјали како што се метали и керамика на високи температури.
- **Процеси на топење руда:** Се користи во производството на метали.

Through these technologies, solar energy can be effectively utilized both in daily life and in industry.

6.1.5.4. Методи за производство на електрична енергија од сончева енергија

Еден од најчесто користените методи за производство на електрична енергија од сончева енергија се системите со концентрирана сончева енергија (CSP). Овие системи вклучуваат параболични, кулни и антенски системи. Употребата на сончеви колектори е особено широко распространета во земјите блиску до екваторот. Земји како што се САД, Јапонија, Франција, Италија, Грција и Израел активно ги користат овие системи. Дури и во земји како Шведска, каде што сончевите денови се ограничени, сончевите колектори се користат за производство на топла вода⁵⁸.



системи. Дури и во земји како Шведска, каде што сончевите денови се ограничени, сончевите колектори се користат за производство на топла вода⁵⁸.



а. Соларни печки

Сончевите печки се уреди што собираат сончева светлина користејќи параболични структури, претворајќи ја во топлина. Овие системи најчесто се користат за готвење и загревање вода. Сончевите печки се особено популарни во земји како што се Пакистан, Индија, Кина и Кенија.

б. Сончеви колектори

Сончевите колектори, исто така познати како „колектори“, се системи кои се класифицирани во три групи врз основа на нивните структурни карактеристики:

1. **Рамни плочести сончеви колектори** : Ова се најчестиот тип на сончеви колектори, кои се состојат од рамна апсорпциона плоча која апсорбира сончева светлина и ја претвора во топлина.
2. **Вакуумски цевчести (тубуларни) сончеви колектори** : Овие колектори користат вакуумски цевки за да се минимизира загубата на топлина, подобрувајќи ја ефикасноста, особено во постудени клими.
3. **Сончеви колектори без стакло** : Овие системи не користат стакло како материјал за покривање, туку користат други материјали за собирање на сончевата енергија.

Овие колектори се дизајнирани врз основа на циркулација на вода и можат да се произведуваат како природни или со пумпа во циркулација, и можат да имаат системи со отворен или затворен циклус.

а. Рамни колектори

Рамните колектори собираат сончева енергија и ја пренесуваат во флуид како топлина. Флуидот може да биде вода, воздух или друг флуид. Колекторите за воздух губат повеќе топлина од течните колектори. Затоа, тие се користат за греење на станбени и комерцијални згради и процеси на сушење. Течните колектори се претпочитаат за греење на големи згради, индустриски процеси на греење и ладење на згради.

Структурата на колектор со рамна површина се состои од три дела:

1. Апсорпциска плоча со висок капацитет на апсорпција
2. Стаклен или пластичен капак поставен пред апсорпционата плоча
3. Куќиште на колектор направено од метал, импрегнирано дрво или пластика





6. Колектори со вакуумски цевки

Вакуумските колектори со цевки се системи дизајнирани со употреба на вакуумски стаклени цевки. Тие имаат две испреплетени цевчести структури, а воздухот меѓу цевките се отстранува за да се создаде вакуумска средина. На овој начин, топлинските загуби се минимизираат и се зголемува енергетската ефикасност. Цевките се обложени со посебна површина за подобро да ги апсорбираат сончевите зраци и да ги претворат во топлина. Благодарение на нивната кружна структура, сончевите зраци секогаш доаѓаат до

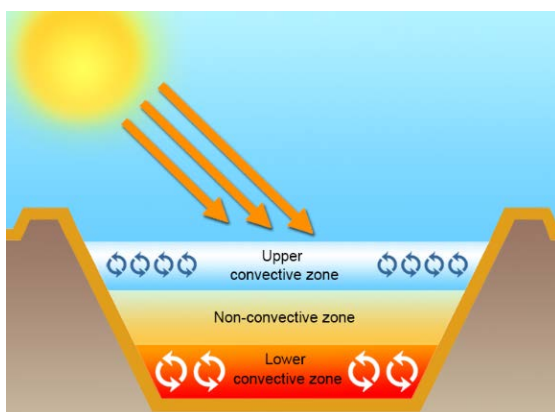
површината под прав агол, што овозможува поголемо производство на енергија во споредба со рамните колектори.

в. Безстаклени сончеви колектори

Безстаклените сончеви колектори за воздух се сончеви системи за греење на воздух со метална апсорпциска површина која нема стакло или слична обвивка на неа. Најчесто користениот тип на овие системи, познат и како SolarWall, е апликацијата „Air-Leaked Solar Collector“. Овие колектори се користат во комерцијални згради, индустријата, земјоделскиот и сточарскиот сектор, а исто така и во индустриски процеси за загревање на потребниот надворешен воздух.



Тие обично се монтираат на надворешните ѕидови на зградите за подобро да се долови нискиот агол на сонцето во зимските месеци и да се искористи влијанието на сончевите зраци што се одбиваат од снежната површина.



г. Соларни базени

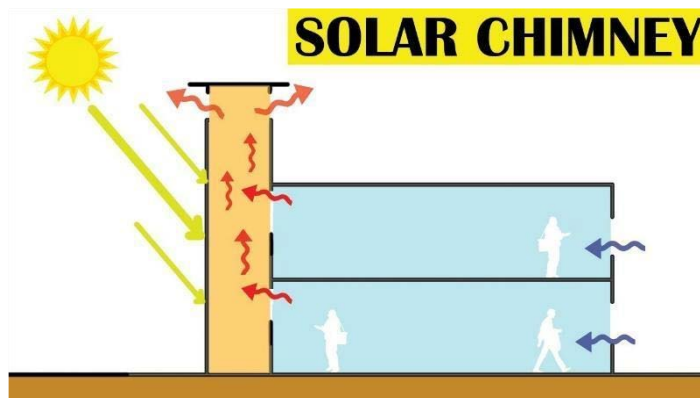
Соларните базени се системи што собираат и складираат сончева енергија како топлина ⁷⁷. Дното на овие базени, кои обично се длабоки 5-6 метри, е направено црно за подобро да ги апсорбира сончевите зраци. Температурата на водата во соларните базени може да достигне до 90°C. Во базенот има слоеви со различни соодноси на сол. Додека водата е постудена во горните делови поради нискиот сооднос на сол, водата останува потопла во долните

делови поради повисокиот сооднос на сол. Топлата вода во долниот дел може да се користи за директно греење или може да се користи за производство на електрична енергија. Ефикасноста на соларните базени е приближно 20%. Овие системи се широко користени, особено во земји како Израел, САД и Австралија. На пример, постојат

соларни базени со капацитет од 150 kW и 5 MW во Израел, 400 kW во САД и 15 kW во Австралија.

е. Соларен оџак

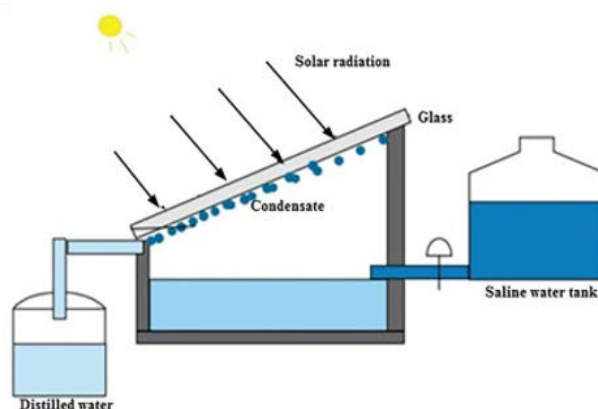
Соларните системи за оџаци создаваат воздушни струи користејќи сончева енергија и го претвораат ова движење во електрична енергија. Голема структура покриена со просирни површини ги апсорбира сончевите зраци и го загрева воздухот внатре повеќе од надворешната температура. Загреаниот воздух се крева низ косен покрив и се насочува кон



оџакот. Топлиот воздух што стигнува до оџакот се движи со брзина од приближно 15 m/s и ја ротира ветерната турбина поставена таму, генерирајќи електрична енергија.

ф. Системи за дестилација на соларна вода

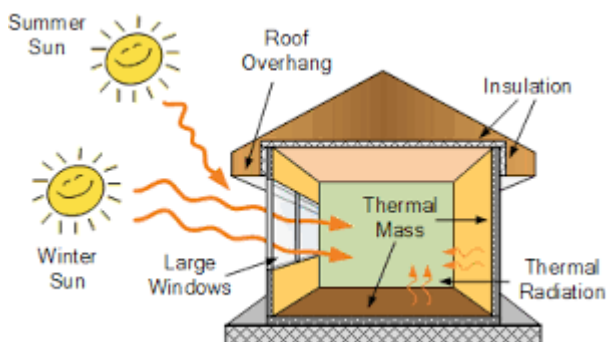
Добивањето вода за пиење со помош на сончева енергија е еколошки и економичен метод. Особено во крајбрежните области каде што сончевата светлина е интензивна, прочистувањето на морската вода може лесно и ефикасно да се спроведе. За претворање на морската вода во вода за пиење се користат два основни методи. Во првиот метод, за одвојување на солта се применуваат



испарување, замрзнување, кристализација и филтрација. Во вториот метод, се користат техники на електродијализа, екстракција, јонска размена и дифузија. Наједноставниот систем за дестилација на вода е системот за дестилација од типот стаклена градина. Во овој систем, дното на дестилерот е дизајнирано во црна боја за подобро да ја апсорбира сончевата светлина. Горниот дел е поставен на херметички начин и е наклонет кон каналот каде што ќе се собира свежа вода. Сончевата светлина што минува низ стаклената површина ја загрева водата во дестилерот и предизвикува нејзино испарување. Растечката водена пареа кондензира на стаклената површина и се претвора во капки вода и се лизга по наклонетата површина и се акумулира во садот за собирање. Колку е потопла водата, толку е поголема ефикасноста на дестилацијата. Кога надворешната температура паѓа, процесот на кондензација се забрзува, произведувајќи повеќе свежа вода ⁷⁸.

6.1.5.5. Пасивно греење и ладење на живеалишта со сонце

Аголната промена на сончевите зраци во текот на годината е важен фактор во дизајнот на згради⁷⁹. Бидејќи сончевите зраци се повертикални во лето и похоризонтални во зима, развиени се архитектонски решенија кои одговараат на оваа ситуација. Структурите што спречуваат сончевите зраци да влезат во внатрешноста во лето и им овозможуваат да влезат во внатрешноста на максимално ниво во зима ја зголемуваат енергетската ефикасност⁸⁰.



Доколку се наоѓате на северната хемисфера, јужните фасади на зградите имаат поголема корист од сончевата светлина во текот на зимските месеци. Затоа, позиционирањето на прозорците и дизајнот на системите за засенчување се од големо значење. Покрај тоа, методот на изолација наречен „изолација“ ги одржува домовите топли со намалување

на загубата на топлина во зима и ги одржува ладни во лето, намалувајќи ја потребата за ладење. Ваквите пасивни методи на дизајнирање придонесуваат и за животната средина и за буџетот со намалување на потрошувачката на енергија.

а. Соларно греење на стаклена градина

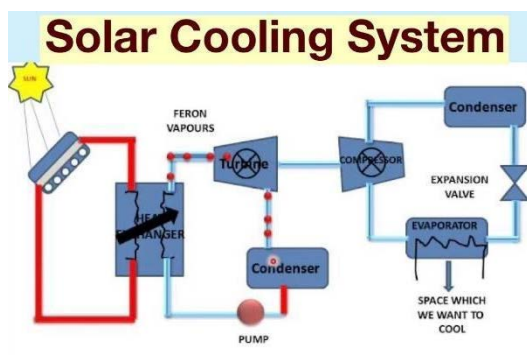
Контролата на температурата во оранжериското земјоделство е од големо значење за здрав раст на растенијата и високи приноси. Високата цена на греењето со фосилни горива ја зголеми тенденцијата кон алтернативни извори на енергија. Во последниве години, употребата на сончева енергија во греењето на оранжериите стана широко распространета. Пластичните или стаклените облоги на оранжериите се дизајнирани да ја апсорбираат максималната количина на сончева светлина. Дојдовната сончева светлина се апсорбира од почвата, се претвора во топлина и се задржува внатре. На овој начин, се одржува температурата во оранжериите и се обезбедува соодветна средина за развој на растенијата. Оранжериите загреани со сончева енергија нудат нискобуџетно и еколошко решение.



б. Сушење на сонце

Сончевата енергија се користи како природен и економичен метод за сушење на разни материјали. Процесот на сушење се спроведува со држење под директна сончева светлина (сушење на отворен воздух) или со поминување на воздух загреан од сонцето врз производот. Системите во кои процесот на сушење се спроведува со поместување на воздухот загреан од сончева енергија се нарекуваат сончеви

сушари. Овие системи можат да се користат во многу различни области, од прехранбени производи до земјоделски материјали. Методите на сушење со сонце се претпочитаат бидејќи се ниски трошоци и овозможуваат сушење, а воедно го зачувуваат квалитетот на производот.



в. Сончево ладење

Системите за ладење со сончева енергија се користат во области како што се конзервирање храна, производство на мраз, ладење на згради и климатизација во затворен простор. Ладилниците, туристичките објекти и викендичките се меѓу вообичаените области на употреба на овие системи. Ладењето со сончева енергија може да се изврши со различни методи.

Меѓу овие методи, системот за ладење со апсорпција е најшироко користен. Тој е претпочитан поради неговата висока ефикасност и едноставност на принципот на работа. Во овој систем, растворот загреан со сончева енергија се испарува низ одредени фази и повторно се кондензира за да обезбеди ладење. Овие системи што работат со сончева енергија нудат еколошка алтернатива со намалување на зависноста од фосилни горива.

6.1.5.6. Концентраторски системи за соларна енергија (CSP) и производство на електрична енергија

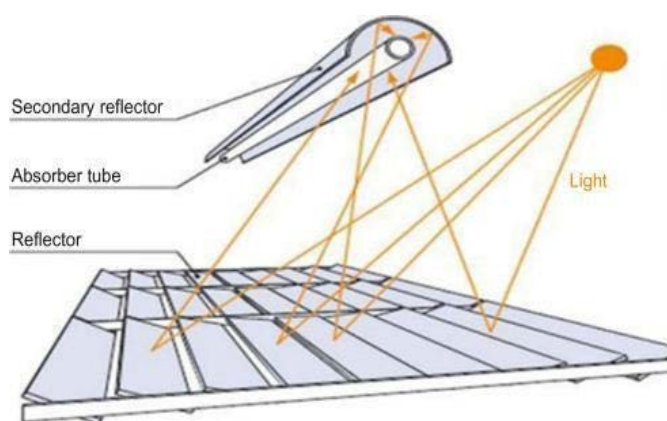
Можно е да се генерира електрична енергија од сончева енергија со термички методи благодарение на концентраторските системи. Овие системи овозможуваат постигнување на високи температури со концентрирање на сончевите зраци во одредена точка или линија. Концентраторските термички системи можат да бидат линеарни или точкести и да генерираат електрична енергија користејќи парни турбини со Ранкинов циклус и гасни турбини со Стирлинг или Брајтон циклус. Топлината добиена од сонцето се пренесува во системот за производство на енергија или директно преку производство на пареа или преку супстанции како што се врело масло и стопена сол. Бидејќи температурите помеѓу 200°C и 1500°C може да се постигнат со овие системи, можно е да се генерира електрична енергија користејќи термодинамички енергетски циклуси. Бидејќи нуклеарните и термоцентралите денес се базираат на слични принципи, постои богато искуство во примената на CSP системите. Покрај тоа, CSP системите можат да бидат поддржани од фосилни горива како што се природен гас или цврсти горива кога сончевата светлина е недоволна. Важна предност на CSP системите е што тие можат да складираат сончева енергија во форма на топлина. Оваа карактеристика, за разлика од PV (фотоволтаични) системи, нуди можност за непрекинато снабдување со енергија. Поради оваа причина, CSP системите се нарекуваат и „сончеви термоелектрани“.

Во однос на производството на електрична енергија, може да се направи следната класификација за концентрирачките системи:

1. Линеарни концентратори

а. Параболични колектори со корито

Параболичните колектори во облик на корито се системи кои достигнуваат високи температури со концентрирање на сончевите зраци по линија. Внатрешната површина на колекторите е покриена со рефлективен материјал и ги насочува зраците кон цевка која се наоѓа во фокусната точка. Како флуид за пренос на топлина во цевката обично се користи масло. Овој флуид се загрева до $350\text{--}400^{\circ}\text{C}$ и се користи за производство на електрична енергија во електраните. Ефикасноста е зголемена благодарение на мобилните системи кои ги следат сончевите зраци.



б. Кондензатори со огледала од Френел

Френеловите огледални концентратори се систем кој концентрира линеарно сончево зрачење за да се постигнат високи температури⁸¹. Тие работат слично на параболичните колектори, но користат многу мали, подвижни огледала со порамна површина. Овие огледала го следат сонцето на една оска и ги

насочуваат зраците кон колекторот на врвот. Тие се сметаат за економична алтернатива поради нивните ниски трошоци за производство. Тие се користат во Nevada Solar One, California SEGS Plant и разни постројки во Шпанија.

2. Концентратори на точки

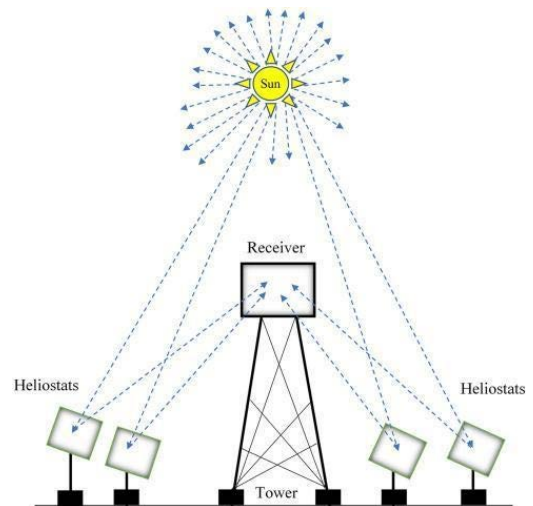


а. Параболични системи за садови

Овие системи се состојат од рефлектори во облик на чинија кои го следат сонцето во текот на целиот ден и ги концентрираат зраците во фокусната точка. Сончевите зраци се насочуваат кон фокусната точка со помош на компјутерски контролирани огледала наречени хелиостати. Течноста во апсорпционата цевка тука се загрева до $600\text{--}700^{\circ}\text{C}$. Оваа топлина се претвора во електрична енергија со помош на парни турбини.

б. Централни приемни системи

Централните приемни системи имаат структура од типот на кула. Системот е базиран на големи огледала (хелиостати) насочени кон кулата⁸². Овие компјутерски контролирани огледала континуирано ги рефлектираат сончевите зраци кон приемникот на врвот од кулата. Течностите за пренос на топлина, како што е стопената сол, во приемникот достигнуваат температури од $350\text{--}600^{\circ}\text{C}$. Оваа топлинска енергија се користи за производство на електрична енергија со помош на парни турбини.



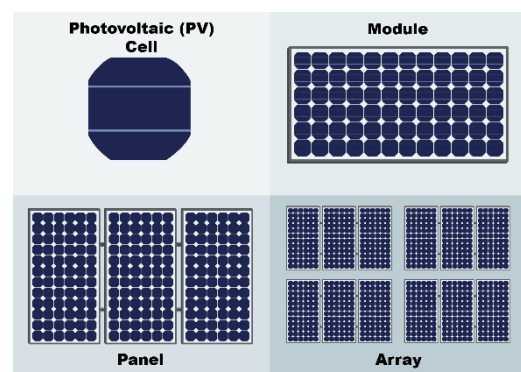
6.1.5.7. Системи и апликации што генерираат електрична енергија директно од сончеви зраци

а. Фотоволтаични ќелии и панели

Системите што произведуваат електрична енергија директно од сончева енергија се нарекуваат **фотоволтаични системи**⁸³.

Основните градежни блокови на овие системи се фотоволтаичните ќелии. Кога сончевата светлина ќе ја допре површината на фотоволтаичните ќелии, се создава електрична струја. Сепак, една ќелија може да произведе многу мала количина на еднонасочна струја (DC).

За поголемо производство на електрична енергија, овие ќелии се поврзани сериски или паралелно за да формираат фотоволтаични панели⁸⁴.



Најважните предности на фотоволтаичните системи се:

- Тие се издржливи и бараат малку одржување бидејќи немаат механички подвижни делови.
- Тие работат тивко и не испуштаат штетни гасови во околината.
- Имаат долг работен век.
- Тие можат да бидат дизајнирани во различни моќности, од мали микровати до мегавати.

Сепак, потребна е голема површина за инсталирање на високоефикасен систем. Програмата за фотоволтаични енергетски системи на Меѓународната агенција за енергетика (IEA-PVPS) ги подели фотоволтаичните системи во четири главни групи:



6. Домашни фотоволтаични системи

Домашните фотоволтаични системи се системи што ги задоволуваат енергетските потреби на домовите со претворање на сончевата светлина во електрична енергија. Вишокот електрична енергија произведена од сончевите панели може да се пренесе во градската мрежа, а енергијата може да се земе од мрежата кога е потребно.



Карактеристики:

- Нема потреба од складирање на енергија, бидејќи вишокот енергија се испраќа директно во мрежата.
- Еднонасочна струја произведена од панелите се претвора во наизменична струја преку инвертори и станува употреблива дома.
- Моќноста може да варира помеѓу 1 kW и 50 kW.
- Се користат двојни броила: Едниот ја мери електричната енергија што се влече од мрежата, а другиот ја мери електричната енергија што се испорачува на мрежата.
- Електронските контролни уреди обезбедуваат безбедност со исклучување на системот во случај на евентуална грешка.

Компоненти на домашните фотоволтаични системи:

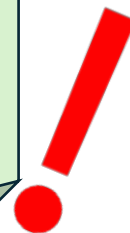
Сончеви панели: Овозможува производство на енергија според потребите.

Инвертер: Ја претвора еднонасочната струја во наизменична струја што се користи во домот.

Електронски контролни уреди: Обезбедуваат безбедност на системот и го запираат системот во случај на дефекти.

Броила: Го следи производството и потрошувачката на енергија.

Домашните фотоволтаични системи нудат **еколошки и економичен извор на енергија**, намалувајќи ја зависноста од фосилни горива и промовирајќи одржливо користење



в. Фотоволтаични системи надвор од мрежата

Фотоволтаичните системи надвор од електричната мрежа се користат за задоволување на енергетските потреби во области каде што пристапот до електричната мрежа е тежок или невозможен. Овие системи ја претвораат сончевата енергија директно во електрична енергија и овозможуваат обезбедување енергија во сите часови од денот со решенија за складирање. Произведената електрична енергија се складира во батерии за да се користи кога сончевата светлина е недоволна ⁸⁶.

Областите на употреба на независни фотоволтаични системи се доста широки:

- Осветлување во затворен и надворешен простор
- Рурални радио, телефонски и безжични системи
- Комуникациски станици
- Заштита на нафтоводи
- Телеметриски мерења во системи за дистрибуција на електрична енергија и вода
- Метеоролошки станици за набљудување
- Земјоделски системи за наводнување
- Шумски стражарски кули

- Системи за ладење на лекови и вакцини
- Станици за набљудување на земјотреси и временска прогноза
- Светилници
- Работење со уреди во области далеку од електричната мрежа
- Системи за прва помош, аларм и безбедност
- Системи за предупредување за сообраќај
- Воени системи
- Електрични возила
- Вселенски студии



г. Хибридни поврзани системи

Во хибридните фотоволтаични системи, исто така наречени хибридни поврзани системи, постојат и други системи кои произведуваат електрична енергија

покрај панелите. Примарен производител на електрична енергија се панелите. Покрај тоа, може да постои систем кој произведува обновлива енергија, како што се ветерната турбина или дизел генератор, кој обезбедува секундарна енергија за системот.

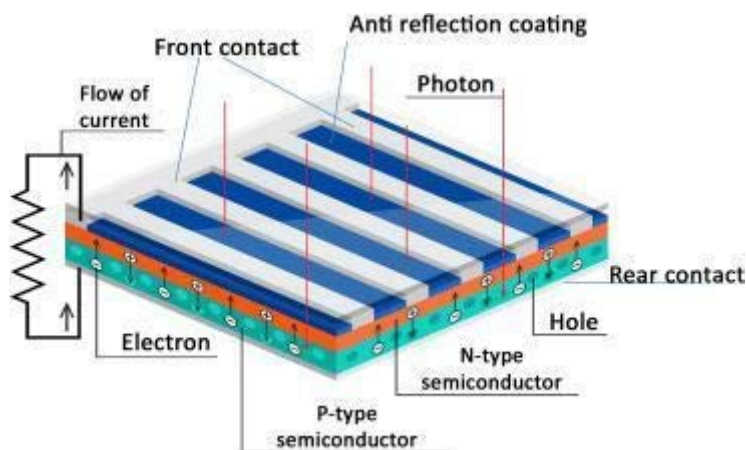
е. Фотоволтаични ќелии и панели

Фотоволтаичните ќелии се сончеви ќелии направени од полупроводнички материјали кои ја претвораат сончевата светлина директно во електрична енергија. Тие можат да бидат квадратни, правоаголници или кружни. Кога светлината паѓа врз сончевите ќелии, на нивните краеве се генерира електричен напон. Ефикасноста на ќелиите може да варира помеѓу 5% и 32% во зависност од нивната структура. За да се добие поголема моќност, ќелиите се поврзани сериски или паралелно за да формираат сончеви панели (сончеви модули). Енергијата произведена од овие панели може да се движи од неколку вати до мегавати. Сончевите ќелии имаат долг век на траење бидејќи ја претвораат сончевата енергија директно во електрична енергија и можат да работат без потреба од дополнително електронско коло ⁸⁷.

ф. Материјали што се користат во фотоволтаичните ќелии

Фотоволтаичните ќелии се направени од специјални материјали за производство на електрична енергија. Најчесто користениот материјал е кристалниот силициум ^{88,89}. Кристалните силициумски ќелии се поделени во две групи: монокристален силициум и мултикристален силициум. Овие материјали обезбедуваат ефикасност помеѓу 14% и 19% при претворање на сончевата светлина во електрична енергија. Покрај тоа, се користат и материјали како што се аморфен силициум (a-Si), кадмиум телурид (CdTe) и бакар индиум селенид (CIS). Аморфниот силициум се користи во технологијата на тенок филм и неговата ефикасност е помеѓу 4% и 8%. Кадмиум телурирот е поефтин и поефикасен од другите тенокфилмски ќелии. CIS обезбедува највисока ефикасност меѓу технологиите на тенок филм. Фотоволтаичните ќелии од новата генерација вклучуваат

концентраторски фотоволтаични ќелии и органски фотоволтаични ќелии. Во концентраторските фотоволтаични ќелии, сончевата светлина се собира со леќи или огледала и се прави посилен. Органските фотоволтаични ќелии се произведуваат од флексибилни материјали како што се пластика или полимер. Фотоволтаичните ќелии имаат два различни слоја наречени п-тип и р-тип за нивното работење. Овие слоеви овозможуваат движење на електричните полнежи. Кога сончевата светлина паѓа врз оваа ќелија, внатре се создава електрична струја и на тој начин се произведува енергија.



6.2. Енергија на ветерот

Енергијата на ветерот е обновлив извор на енергија што доаѓа од сонцето. Иако сончевите зраци ја загреваат земјата, тие не можат да достават иста количина топлина до секој регион⁹⁰. Кога воздухот се затоплува, тој се крева и се заменува со поладен воздух. Ова движење создава разлики во притисокот во атмосферата, создавајќи ветер. Ветерот е воздушна струја што се движи од воздушни маси со висок притисок кон воздушни маси со низок притисок. Многу голема количина на енергија стигнува до земјата од сонцето за еден час, а мал дел од неа се претвора во ветер. Енергијата на ветерот е всушност енергијата на сонцето претворена во кинетичка енергија. Енергијата на ветерот е континуирано појавен и неисцрпен извор на енергија што се јавува природно. Исто така, не испушта штетни гасови како фосилните горива и е еколошки.



6.2.1. Енергијата на ветерот во светот

Најстарата машина што користи енергија од ветер е ветерницата. Се смета дека се користела во Александрија пред приближно 3000 години. Познато е дека Турците основале ветерници во 640 година и дека се прошириле во Европа со крстоносните војни. Според пишаните документи, ветерниците се користеле помеѓу Авганистан и Иран во 644 година од н.е. Ветерниците се користеле во Кина за наводнување на оризови полиња помеѓу 750-850 година. Додека ветерниците што се користеле на Исток имале вертикална оска, тие биле развиени со нивно хоризонтално поставување на Запад. Првата ветерница со хоризонтална оска била користена во Кралството Нормандија во 1180^{година}⁹¹. Машините што користеле енергија од ветер биле развиени во Холандија на почетокот на 18 век и во Германија кон крајот на 19 век. Во 1850 година, почнале да се користат

американски ветерници со повеќе крила и водилки за ветер. Употребата на енергијата на ветерот во однос на производството на електрична енергија се развила откако првата електрана била основана во Њујорк во 1882 година.



Слика 59: Ветерниците, најраните машини напојувани со енергија на ветерот, еволуирале од антички дизајни со вертикална оска во Азија до турбини со хоризонтална оска во Европа, што на крајот довело до модерна енергија на ветерот што се користи низ целиот свет за производство на електрична енергија.

Енергијата на ветерот за прв пат била употребена за производство на електрична енергија во Данска во 1891 година. Во 1910-тите, употребата на електрична енергија станала широко распространета во големите градови, но енергијата на ветерот останала во втор план поради економијата на горивата базирани на нафта во тоа време. Енергијата на ветерот почнала брзо да се развива во 1990-тите и станала широко распространета во Америка и Европа. Со години, Германија беше земја со најголем инсталиран капацитет за енергија на ветерот во светот, но во 2008 година, САД ја надминаа Германија. Во 2010 година, Кина направи голем пробив и го зазеде првото место. По Кина следат САД, Германија, Индија, Шпанија, Англија, Франција, Канада и Данска.

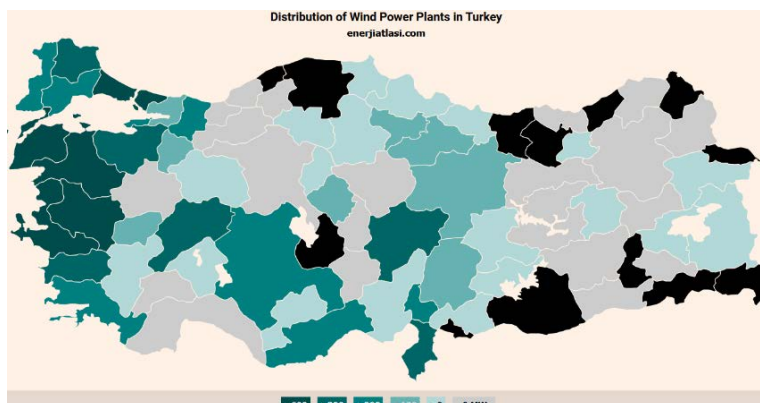
6.2.2. Енергија на ветер во земјите-партнери

6.2.2.1. Енергија на ветер во Турција

Иако Турција не е меѓу водечките земји во светот во однос на капацитетот за енергија од ветер, таа е една од водечките земји во однос на потенцијалот. Таа е меѓу водечките земји во однос на потенцијалот за енергија од ветер, особено во Европа. Потенцијалот за енергија од ветер на Турција е пресметан на 48.000 MW, земајќи ги предвид регионите каде што ветровите надминуваат 7,5 m/s на 50 метри над земјата. Првите студии за енергијата на ветер во Турција започнаа со академски истражувања. Универзитетот во Анкара во 1960 година, METU и Универзитетот Еге во 1970 година, и TÜBİTAK-MAM во 1980 година спроведоа студии во оваа област. Управата за истражување на електрични енергетски ресурси (EİE), поврзана со Министерството за енергетика и природни ресурси, ја започна својата работа на енергијата од ветер во 1981 година, а во 1989 година беше основана филијала во оваа област. Во рамките на проектот „Атлас на ветер на Турција“, беа основани станици за набљудување во различни региони и беше нацртана карта на ветер на Турција.

Регионите со најголем потенцијал за енергија од ветер во Турција се следниве:

1. Мармара регион
2. Егејски регион
3. Западен Црноморски регион
4. Регион на Централна Анадолија
5. Регион на Југоисточна Анадолија
6. Регион Источна Анадолија



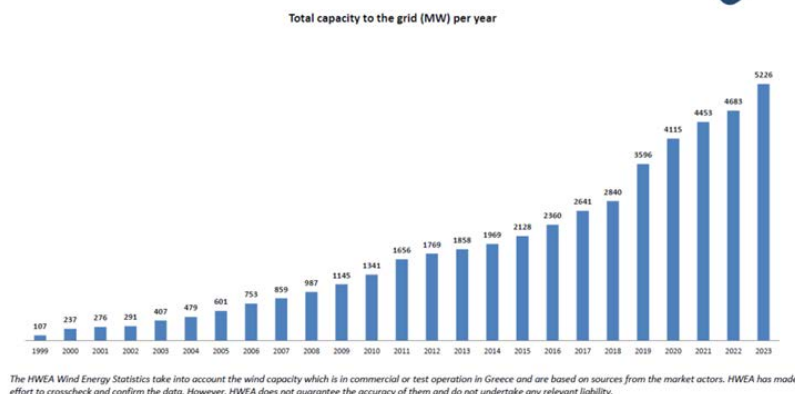
Важен чекор во ветерната енергија во Турција беше воспоставувањето на првата ветерна фарма во селото Гермџан во округот Чешме во Измир во 1998 година. Оваа електрана, која содржи три турбини со капацитет од 500 kW секоја, има вкупна моќност од 1,5 MW. Многу ветерни електрани се пуштени во употреба од 2000-тите години. Во согласност со целите на Министерството за енергетика и природни ресурси за 2023 година, се планира да се зголеми инсталираната моќност на ветерната енергија на 20.000 MW, сончевата енергија на 5.000 MW и геотермалната енергија на 1.000 MW. Овие цели покажуваат дека ветерната енергија е една од најразвиените области меѓу обновливите извори на енергија во Турција. Меѓу студиите спроведени за постигнување на овие цели е проектот Центар за следење и прогноза на ветерната енергија, заеднички спроведен од Министерството за енергетика и природни ресурси и Генералниот директорат за вселена и метеорологија на TÜBİTAK. Системот развиен во рамките на овој проект се планира да се примени на пошироко подрачје.



6.2.2.2. Енергија на ветерот во Грција

Грција направи значителен напредок во искористувањето на енергијата од ветерот, при што нејзиниот инсталиран капацитет за ветерна енергија достигна 5.226 MW до крајот на 2023 година, во споредба со 1.000 MW во 2010 година. Овој раст ја одразува посветеноста на земјата за проширување на обновливите извори на енергија.

Регионите со најголем потенцијал за ветерна енергија вклучуваат Централна Грција, особено префектурата Евија, која имаше инсталиран капацитет од 548 MW до крајот на 2012 година, што претставуваше 31,3% од вкупната ветерна енергија во земјата во тоа време. Дополнително, егејските острови и делови од Северна Грција се идентификувани како области со значителни ветерни ресурси ⁹².



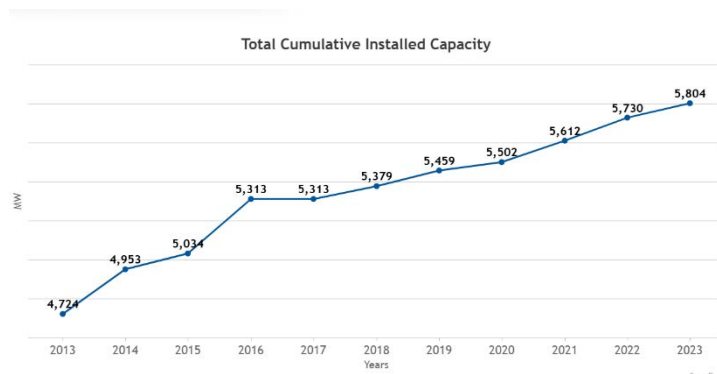
Гледано напред, Грција има за цел дополнително да го зголеми својот капацитет за ветерна енергија, при што проекциите покажуваат годишен додаток на капацитетот на ветерната енергија на копно од приближно 400 MW од 2024 до 2030 година. Ова планирано проширување е во согласност со

пошироката стратегија на земјата за зголемување на уделот на обновливи извори на енергија во нејзиниот енергетски микс, придонесувајќи кон енергетската безбедност и одржливоста на животната средина⁹³.

Покрај тоа, Грција активно учествува во регионални соработки за промоција на обновлива енергија. Во 2023 година, вкупно 153 ветерни турбини беа новоинсталирани низ цела Грција. Ова е за 85 турбини повеќе од бројот инсталиран во текот на претходната година. Во септември 2024 година, Грција, заедно со осум други јужни земји-членки на Европската Унија, ветија дека ќе го трансформираат медитеранскиот регион во центар за обновлива енергија, фокусирајќи се на проекти за енергија од ветер и сончева енергија на море. Оваа иницијатива ја нагласува посветеноста на Грција да ги искористи своите географски предности за развој на одржлива енергија.

6.2.2.3. Енергија на ветер во Португалија

Енергијата на ветерот имаше исклучителен раст во Португалија од 2000 до 2015 година, достигнувајќи инсталиран капацитет од повеќе од 5 GW. Од 2015 година па натаму, инвестициите во ветерни фарми се забавија. До крајот на 2023 година, вкупниот инсталиран капацитет беше 5,9 GW, главно во копнени објекти. Тоа беше втор извор на производство на електрична енергија, веднаш под хидроенергијата, со инсталиран капацитет од 8,2 GW. Во април 2024 година, беа во функција 267 ветерни фарми и 2908 ветерни турбини.



Според последната верзија на Националната програма за енергија и клима (PNEC), до 2030 година, треба да има повеќе од 4,1 GW капацитет на копно и 2 GW во офшор структури. Португалскиот атлантски брег има огромен потенцијал за офшор структури, што доведува до планови за инсталирање до 10 GW на среден

рок.

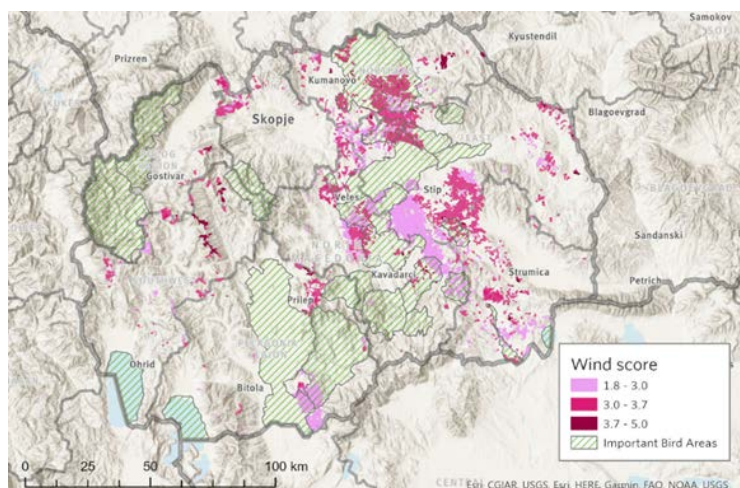
Како куриозитет, проектот WindFloat Atlantic беше првата полупотопна пловечка ветерна фарма во светот, која започна со работа. Се базира на прототипот WindFloat1 од

2 MW, кој успешно работеше помеѓу 2011 и 2016 година во близина на Повоа де Варзим (северна Португалија).

Во 2024 година, енергијата на ветерот претставуваше речиси 40% од целата електрична енергија произведена во Португалија ⁹⁴.

6.2.2.4. Енергија на ветер во Северна Македонија

Северна Македонија, земја која се стреми кон транзиција кон одржлива енергија, активно го развива својот сектор за енергија од ветер како дел од својата поширока посветеност за намалување на зависноста од фосилни горива. Иако историски зависи од јаглен, владата постави амбициозни цели за зголемување на уделот на обновливи извори на 50% до 2030 година и постепено укинување на јагленот до 2035 година. Меѓу овие напори, енергијата од ветер се појавува како клучен столб на стратегијата за обновлива енергија на земјата ⁹⁵.



Првиот и најзначаен проект за ветерна енергија во земјата, ветерната фарма Богданци, го означил почетокот на искористувањето на енергијата од ветерот во големи размери ⁹⁶. Сместен во југоисточна Северна Македонија, Богданци беше избран поради неговата постојана брзина на ветерот, со просечна брзина од 7 метри во секунда на висина од 100 метри. Проектот беше инициран од

Електрани на Северна Македонија (ЕСМ), државната енергетска компанија, а поддржан со финансирање од Европската банка за обнова и развој (ЕБОР).

Ветерна фарма „Богданци“ – проект-пресвртница

Првата фаза од ветерната фарма „Богданци“ стана оперативна во 2014 година, опфаќајќи 16 турбини со вкупен инсталиран капацитет од 36,8 MW. Фармата произведува приближно 100 GWh електрична енергија годишно, снабдувајќи со електрична енергија над 16.000 домаќинства. Согледувајќи го успехот на проектот, беше планирана втора фаза, со цел да се додадат дополнителни 14 MW, со што вкупниот капацитет ќе достигне 50 MW.

Успехот на Богданци ја демонстрираше изводливоста на ветерната енергија во земјата и го отвори патот за понатамошни инвестиции и нови проекти.

Надоградувајќи се на овој моментум, Северна Македонија започна неколку нови проекти за ветерна енергија кои значително ќе го зголемат капацитетот во наредните години. Најважниот проект што вреди да се истакне е претстојната ветерна фарма од 400 MW на „Алказар Енерџи“ – најголемата на Балканот (планирана, национално ниво).

Капацитет: 400 MW

Инвестиција: Над 500 милиони долари

Инвеститор: Алказар Енерџи, голема компанија за обновлива енергија

Очекуван почеток: 2025 година

Влијание: Повеќе од двојно го зголемува капацитетот на земјата за енергија од ветер, трансформирајќи ја Северна Македонија во регионален лидер во енергијата од ветер

Овој масивен проект за ветер од 400 MW ќе биде најголемиот развој на енергијата од ветер во Западен Балкан, во согласност со долгорочната цел на Северна Македонија за енергетска независност и јаглеродна неутралност.

Разновидната топографија и географска позиционираност на Северна Македонија создаваат идеални услови за енергијата на ветерот во неколку клучни региони:

- Југоисточен регион – Силен ветер во Богданци, Гевгелија, Валандово
- Североисточен регион – ветувачки брзини на ветерот во Крива Паланка и Куманово
- Пелагониски регион – Висок потенцијал за енергија од ветер во близина на Битола и Прилеп

Брзината на ветерот низ овие области се движи помеѓу 5,5 и 8,5 м/с, обезбедувајќи оптимални услови за континуирано производство на енергија.

6.2.3. Позитивни и негативни влијанија на енергијата на ветерот

Се дискутираат и позитивните и негативните ефекти од користењето на енергијата од ветерот. Иако ветерните турбини имаат одредена штета врз животната средина, тие генерално се прифатени како корисен и одржлив извор на енергија за животната средина

97.



Предности

- Обновлива е и чиста. Ветерот е природен и континуиран извор на енергија. Турбините не испуштаат никаков гас додека работат, не ја загадуваат животната средина и го спречуваат ширењето на стакленички гасови што го зголемуваат глобалното затоплување.
- Не бара суровини. Ветерот е слободно достапен во атмосферата и не создава надворешна зависност.
- Нуди предност во однос на трошоците. Иако трошоците за инсталација се високи, тоа е економично решение на долг рок бидејќи трошоците за работа и одржување се ниски. Денес, стана конкурентно во однос на другите извори на енергија.
- Зафаќа малку простор. Ветерните турбини не бараат големи површини. Покрај тоа, земјиштето каде што се инсталирани турбините може да се користи за земјоделски и сточарски активности.

- Времето за инсталација е кратко. Ветерните електрани можат да се пуштат во употреба за пократко време од традиционалните електрани.
- Може да се примени на различни размери. Може да се инсталираат системи со различни големини, од мали, независни турбини до големи ветерни фарми.



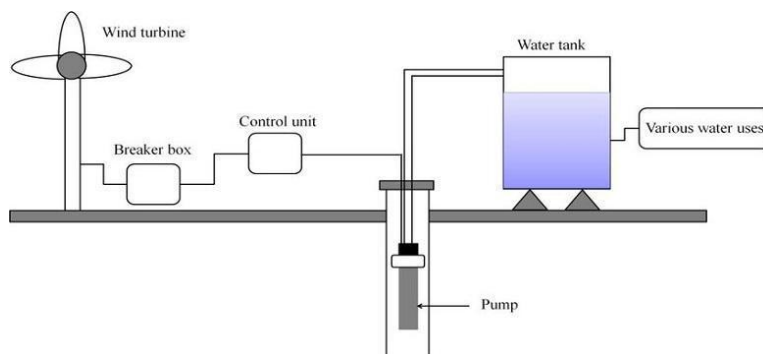
Недостатоци

- Почетните инвестициски трошоци се високи. Потребни се високи трошоци за производство, транспорт и инсталација на турбини.
- Производството на енергија е нередовно. Бидејќи брзината на ветерот не е константна, количината на произведена енергија варира. Несоодветниот ветер во време на голема побарувачка или, обратно, прекумерното производство на енергија може да предизвика проблеми.
- Може да предизвика бучава. Звучите што ги создаваат турбините додека работат можат да бидат вознемирувачки, особено во областите блиску до станбени области.
- Може да биде опасно за птиците и другите живи суштества. Лопатките на турбините можат да претставуваат ризик за птиците преселници и некои диви животни.
- Може да создаде електромагнетни пречки. Турбините можат да се мешаат во работата на некои радарски системи и да влијаат на радио и телевизиските сигнали.
- Проблеми може да се појават со електричните далноводи. Ветерните електрани генерално се инсталираат во области каде што ветерот е силен, но електричните далноводи се слаби. Ова може да го отежни транспортот на произведената енергија.

6.2.4. Области на употреба на енергијата на ветерот

Енергијата на ветерот се користела во многу области низ историјата, од земјоделски активности до производство на електрична енергија ^{52,98}. Генерално има три главни области на употреба. Во механичките апликации, енергијата на ветерот се користела во процеси како што се пумпање вода (особено за наводнување на земјоделството), мелење жито и преработка на земјоделски производи (како што се сечење, косење, вадење масло). Во производството на електрична енергија, таа се оценува на два различни начина: системи поврзани со мрежата и системи независни од мрежата. Додека електричната енергија произведена од големи ветерни електрани може да се пренесе на националната мрежа, електричната енергија може да се обезбеди од мали ветерни турбини во рурални области каде што нема електрична мрежа. Во производството на топлинска енергија, електричната енергија генерирана од ветерни турбини може да се користи во системи за греење или системи за вентилација. Покрај тоа, енергијата на ветерот се користи во различни области, и внатре и надвор од зградите. Додека се користи во земјоделски системи за наводнување, морски светилници, светла на аеродромски писти и други сигнални системи надвор од зградите, индивидуалното

производство на електрична енергија може да се обезбеди од системи за вентилација и ладење во зградите и ветерни турбини на покривот.



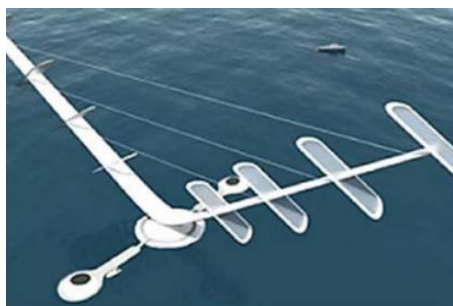
6.2.5. Ветерни турбини

Ветерните турбини се машини кои ја претвораат кинетичката енергија на ветерот во електрична енергија. Овој процес на конверзија започнува со вртење на лопатките на турбината од страна на ветерот, при што се произведува механичка енергија. Лопатките ја претвораат механичката енергија во ротационо движење, кое се претвора во електрична енергија од страна на генераторот⁹⁹.

Ветерните турбини се поделени во три групи според положбата на нивните оски на ротација во однос на земјата. Ветерните турбини со хоризонтална оска се најчесто користените турбини и нивното главно вратило е паралелно со земјата. Тие често се претпочитаат кај големите ветерни фарми.



Ветерните турбини со вертикална оска имаат главно вратило нормално на земјата и можат да користат ветер од која било насока. Тие се почести во мали апликации и урбани средини.



Слика 68: Ветерните турбини со наклонета оска се хибриден дизајн кој ги комбинира предностите на хоризонталните и вертикалните системи, често користени во експериментални офшор поставувања.

употреба.

Ветерните турбини со наклонета оска ги комбинираат

карактеристиките на турбините со хоризонтална и вертикална оска, но се редок тип на дизајн. Покрај тоа, ветерните турбини се класифицираат според нивната брзина, капацитет на моќност, број на лопатки, ефект на ветерот, механизми на запчаници и локација за инсталација. Користењето на турбина се одредува според карактеристиките на ветерот во регионот и целта на

Слика 67: Ветерните турбини со вертикална оска можат да го фатат ветерот од која било насока и се погодни за урбани или мали апликации.

6.2.5.1. Офшор ветерни турбини

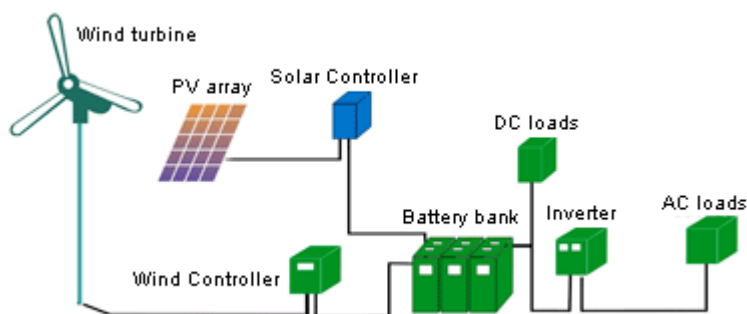
Ефикасното користење на енергијата од ветер на море е од големо значење за пазарот на енергија од ветер. Иако ветерните турбини монтирани на морското дно генерално се претпочитаат во областите блиску до брегот, овие системи можат да предизвикаат проблеми како што се бучава, визуелно загадување и влијание врз бродскиот сообраќај. Поради оваа причина, студиите за ветерните турбини на пловечки платформи се зголемуваат¹⁰⁰.



Морските ветрови имаат помала турбуленција од копнените ветрови. Ова овозможува поголема брзина на ветерот, што овозможува производство на повеќе електрична енергија. Со оглед на тоа што генерираната енергија се зголемува како што се зголемува кубната брзина на ветерот, производствениот капацитет значително се зголемува дури и кога е оддалечен само неколку километри од копното. На пример, во област каде што просечната брзина на ветерот е 28 км/ч,

можно е да се генерира 60% повеќе електрична енергија отколку во област каде што брзината е 22 км/ч. Ова ја покажува критичната важност на факторот брзина во производството на електрична енергија од енергијата на ветерот.

Денес, офшор ветерните турбини се адаптираат од копнени турбини и се прават отпорни на морски услови. Во овој процес, робусноста на турбините се зголемува со дизајнирање кули отпорни на бранови оптоварувања. Покрај тоа, системот за менувач и електричните компоненти се зајакнати со специјални методи за заштита од корозивните ефекти на морската вода. Додадени се посебни системи за пристап за да се обезбеди лесен пристап до платформата за персоналот за одржување, додека безбедносните мерки се зголемуваат со прекинувачи за итни случаи. Надворешните површини на турбините се премачкани со специјални бои отпорни на морска вода за да бидат долготрајни, а за авионите се користат предупредувачки светла и впечатливи бои. Покрај тоа, се преземаат дополнителни безбедносни мерки за да се обезбеди дека морските возила можат да ги забележат турбините во магливо време.



6.2.5.2. Хибридни системи за сончева енергија и енергија од ветер

Денес, фотоволтаичните системи за сончева енергија и ветерна енергија кои работат независно од мрежата сè повеќе се користат во поголем обем. Особено во регионите

каде што пристапот до мрежата е тежок или неекономичен, независните системи за сончева и ветерна енергија нудат важно решение¹⁰¹. Сепак, енергијата на ветерот и сончевата енергија се извори на енергија кои варираат дневно, месечно и годишно.

Поради нивната ниска густина на енергија, тие може да бидат недоволни за да обезбедат континуирана и непрекината енергија. На пример, системите за сончева енергија може да не бидат во можност да произведат доволно електрична енергија во облачни денови, додека системите за ветерна енергија не можат да обезбедат континуирана енергија поради промената на брзината на ветерот во текот на целата година. Оваа ситуација ги прави системите за складирање на енергија неопходни за да се обезбеди континуитет на производството на енергија. Енергијата на ветерот работи со поголема ефикасност во зимските месеци, додека сончевата енергија работи со поголема ефикасност во летните месеци. Ризикот од останување без електрична енергија се зголемува во лето кога се користи само енергијата на ветерот, а во зима кога се користи само сончевата енергија. Поради оваа причина, хибридните системи каде што сончевата и ветерната енергија се користат заедно обезбедуваат постабилно производство на енергија отколку кога се користат самостојно. Покрај тоа, комплементарното работење на овие два извори на енергија ја намалува потребата за складирање на енергија и му помага на системот да стане поефикасен.

6.3. Хидроелектрична енергија

Хидроелектричната енергија е еден од најстарите и најшироко користени видови енергија меѓу обновливите извори на енергија ⁶². Хидроелектричната енергија, која е извор на енергија од сонцето, се формира како резултат на природниот циклус на водата. Водата во реките, езерата и морињата испарува со топлината на



сонцето, се движи со дејството на ветерот и кондензира во атмосферата и се враќа на земјата како дожд или снег. Овие врнежи обезбедуваат исхрана на потоците, предизвикувајќи водата што се движи да биде континуиран извор на енергија. Хидроелектричната енергија се добива со претворање на кинетичката и потенцијалната енергија на водата што тече од одредена висина во механичка енергија со помош на турбини, а потоа во електрична енергија со помош на генератори ²⁸. Хидроелектричните центри не само што произведуваат електрична енергија, туку играат и важна улога во многу области како што се обезбедување вода за пиење, наводнување на земјоделството, намалување на ризикот од поплави и аквакултура.

6.3.1. Класификација на хидроелектрични центри

Хидроелектраните се класифицираат според нивниот инсталиран потенцијал на моќност, висина на водниот притисок, карактеристиките на производство на енергија, методите на градба и карактеристиките на изворот на вода каде што се инсталирани ¹⁰². Постојат класификации кои се разликуваат од земја до земја, особено за мини и микро хидроелектрани. Општо земено, електраните што произведуваат до 10 MW моќност се сметаат за мали хидроелектрани.

Табела 1: Видови електрани според инсталираната моќност

Вид на електрана	Инсталирана моќност (kW)
Микро	0,1 – 100
Мини	101 – 1000
Мал	1001 – 10000
Голем	Поголема од 10000 kW

Додека големите хидроелектрани се меѓу класичните обновливи извори на енергија, малите хидроелектрани се сметаат во групата на нови и обновливи извори на енергија. Ограничувањето на големината на малите хидроелектрани може да варира од земја до земја. На пример, додека горната граница на малите хидроелектрани во Канада и САД е 50 MW, таа е одредена на 10 MW во Европа.

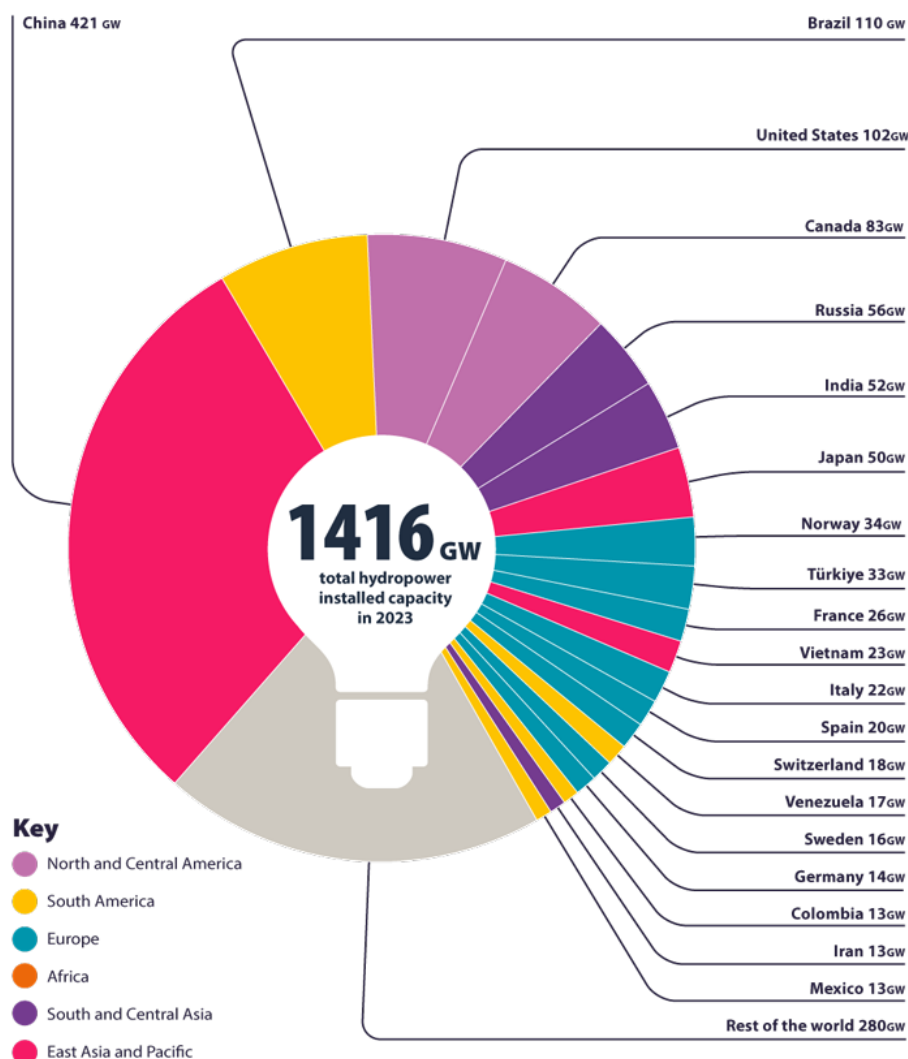
Други класификации на хидроелектрични центри:

1. Хидроелектрани според висината на водната плоча
 - Електрани со низок воден пад: Ова се електрани со висина на воден пад помала од 15 метри. Тие обично се инсталираат на рамни или ниско наклонети земјишта, на реки со висок проток. Се користат Капланови турбини.
 - Електрани со среден вод: Висината на водната глава варира помеѓу 15-50 метри. Се користат Капланови или Франсисови турбини.
 - Електрани со висок воден вод: Ова се електрани со висина на воден вод од над 50 метри. Тие се наоѓаат претежно во планински и нерамни терени. Се користат Франсис или Пелтон турбини.
2. Хидроелектрани според енергијата што ја произведуваат
 - Електрани што континуирано произведуваат енергија (Основни електрани): Тие произведуваат непрекината енергија.
 - Електрани кои работат во време кога енергијата е најпотребна (врвни електрани): Тие се активираат кога побарувачката е голема.
3. Хидроелектрани според нивните методи на изградба
 - Подземни електрани
 - Полузакопани електрани
 - Надземни електрани
4. Хидроелектрани според изворот на вода на кој се инсталирани
 - Речни електрани
 - Канални електрани
 - Електрани на брани
 - Електрани со пумпани резервоари

6.3.2. Хидроелектрична енергија во светот

Хидроелектричната енергија се смета за еден од најважните обновливи извори на енергија во светот¹⁰³. Годишните врнежи се приближно 119 илјади км³, од кои 60% испаруваат, а 40% стигнуваат до езерата и морињата преку потоците. Вкупно,

приближно 19% (9 илјади км³) од 47 илјади км³ вода е економски и технички употреблива.



Слика 72: Вкупниот инсталиран хидроенергетски капацитет достигна 1416 GW во 2023 година, предводен од Кина (421 GW), Бразил (110 GW) и Соединетите Американски Држави (102 GW), што го истакнува глобалниот премин кон одржлива енергија ¹⁰³.

Сепак, само мал дел од хидроенергијата се користи ефикасно низ целиот свет. Поголемиот дел од неискористениот потенцијал е во Латинска Америка, Азија и Африка. Особено во земјите во развој, се стремиме поефикасно да го процениме овој потенцијал преку инсталирање на нови хидроелектрани.

6.3.3. Хидроелектрична енергија во земјите-партнери

6.3.3.1. Хидроелектрична енергија во Турција

Енергијата произведена во малите хидроелектрани во Турција варира во зависност од шемата на врнежи. Количината на врнежи во нашата земја варира во зависност од регионите и годишните времиња. Иако Турција не е богата со хидроелектричен потенцијал, таа е меѓу земјите што можат да бидат самоодржливи со ефикасно користење

на своите водни ресурси. Изградбата на брани во Турција датира од праисторијата. Првите брани ги изградиле Хетитите во 1300 година п.н.е. и Урарците во 1000 година п.н.е. Во републиканскиот период, првата брана била браната Чубук, изградена во 1930 година за да ги задоволи потребите за вода за пиење на Анкара¹⁰⁴. Администрацијата за истражување на електричните енергетски ресурси е основана во 1932 година за да утврди и истражи соодветни извори на енергија за производство на електрична енергија. Во 1950 година, инсталираната електрична моќност на Турција била 408 MW, а нејзиниот хидроелектричен капацитет бил само 18 MW. Сепак, значително се зголемил бројот на хидроелектрани до 1970-тите. Развојот на хидроелектричната енергија во Турција доби на интензитет со основањето на Турската електроенергетска управа во 1970 година. Со ТЕК, изградбата на електрани од страна на официјалните институции и општини беше запрена и низ целата земја беше обезбеден премин кон меѓусебно поврзан систем. Во истиот период, приватниот сектор беше вклучен во изградбата на хидроелектрани. Со законот донесен во 1984 година, учеството на приватниот сектор во производството на електрична енергија беше охрабрено со моделот „Изгради-Работи-Пренеси“.



Слика 73: Хидроелектрична енергија во Турција (2024).

За да се регулира пазарот на хидроелектрична енергија, во 2001 година беше основан Регулаторниот орган за енергетски пазар, а надлежностите за производство, пренос и дистрибуција на електрична енергија беа префрлени на оваа институција. По 2003 година, беше објавена „Регулативата за користење на водата“ за да се поттикнат инвестициите од приватниот сектор, а Законот за обновлива енергија беше донесен во 2005 година. Со регулативите донесени во 2011 година, беше олеснета инсталацијата на мали микро и мини хидроелектрани. Турција има капацитет да гради сите видови хидроелектрани во однос на технологијата. Еден од најдобрите примери за ова е браната и хидроелектраната Ататурк, кои во голема мера беа изградени од домашни компании. Нашата земја има потребна технологија и инвеститорски потенцијал за инсталација на мали и средни хидроелектрани. Особено во споредба со големите хидроелектрани, проектите за мали хидроелектрани, кои можат да се градат побрзо и имаат помалку правни/финансиски обврски, привлекуваат поголемо внимание од приватниот сектор.

Денес, бројот на проекти за хидроелектрани што ги спроведува приватниот сектор во рамките на Законот за пазар на електрична енергија бр. 4628 е приближно 1.595. Сепак, зголемувањето на инвестициите во приватниот сектор донесе и некои проблеми. Неконтролираното префрлање на многу потоци во приватниот сектор преку „Договори за права за користење на вода“ создаде ризици што би можеле да доведат до влошување на квалитетот на водата и зголемување на цените на водата. Затоа, важно е да се развијат поизбалансираните политики во користењето на хидроелектричната енергија, земајќи ги предвид одржливоста и јавниот интерес.

На крајот на 2024 година, вкупниот инсталиран капацитет на Турција достигна 115.975 MW, од кои 32.203 MW се хидроелектрани. Оваа вредност одговара на приближно 27,8% од вкупниот инсталиран капацитет. Бројот на хидроелектрани е исто така впечатлив. На крајот на декември 2024 година, во Турција има вкупно 784 хидроелектрани; 617 од нив се од флувијален тип, а 147 од брана.

6.3.3.2. Хидроелектрична енергија во Грција

Планинскиот терен на Грција и бројните реки создаваат идеални услови за хидроенергија. Со проценет годишен потенцијал од 80 TWh, земјата долго време ги користи водните ресурси, започнувајќи го развојот на модерната хидроенергија на почетокот на 20 век. Од 2023 година, хидроенергијата сочинуваше 13% од инсталираниот капацитет на Грција и 10% од вкупното производство на електрична енергија, достигнувајќи 3.427 MW. И покрај нејзиниот потенцијал, производството варира поради сезонските и климатските флукуации, вклучувајќи суши и нееднакви врнежи од дожд. Грција направи големи чекори во развојот на хидроенергијата во текот на годините. Основањето на Јавната електроенергетска корпорација (PPC) во 1950-тите одигра клучна улога во проширувањето на енергетскиот сектор на земјата, со хидроенергијата во срцето на овој раст. Во следните децении, Грција продолжи да

Country	Electricity Generation			Main Energy Source
	Hydro [GWh]	Total [GWh]	Hydro/Total %	
European Union (28)	38,018	3,253,125	12%	Nuclear, Coal, Gas
Albania	7782	7782	100%	Hydro
Norway	144,005	149,333	96%	Hydro
Iceland	13,471	1855	73%	Hydro
Austria	42,919	68,336	63%	Hydro
Switzerland	36,689	63,172	58%	Hydro, Nuclear
Sweden	62,137	156,01	40%	Nuclear, Hydro
North Macedonia	1897	5629	34%	Coal, Hydro
Bosnia and Herzegovina	5641	17,767	32%	Coal, Hydro
Serbia	11,521	39,342	29%	Coal, Hydro
Portugal	16,909	60,28	28%	Hydro, Coal, Gas, Wind
Romania	18,536	65,103	28%	Hydro, Coal, Nuclear, Gas
Turkey	67,231	273,695	25%	Coal, Gas, Hydro
Slovak Republic	4606	26,934	17%	Nuclear, Hydro, Coal
Russia	18,664	1,090,973	17%	Gas, Nuclear, Coal, Hydro
Spain	39,865	274,671	15%	Nuclear, Gas, Wind
Italy	44,257	289,032	15%	Gas, Hydro, Coal
France	64,889	555,621	12%	Nuclear
Greece	5565	54,438	10%	Coal, Gas
Bulgaria	4568	45,243	10%	Coal, Nuclear
Ukraine	9304	164,494	6%	Nuclear, Coal
Germany	26,135	647,231	4%	Coal, Gas, Nuclear, Wind
United Kingdom	8354	339,399	2%	Gas, Nuclear
Poland	2322	166,568	2%	Coal
Hungary	259	37,781	1%	Nuclear

инвестира во обновливи извори на енергија, при што хидроенергијата беше главен придонесувач во енергетскиот микс ¹⁰⁵. Сепак, како што растеше побарувачката за енергија, земјата се диверзифицираше, зголемувајќи ја својата зависност од природен гас и проширувајќи се кон енергија од ветер и сончева енергија.

Во последниве години, Грција промовираше мали и средни

хидроенергетски капацитети за подобрување на енергетската безбедност. Либерализацијата на пазарот и регулаторната поддршка ги зголемија приватните инвестиции, особено во оддалечените планински региони. Сепак, остануваат загриженостите за влијанието врз животната средина врз речните екосистеми,

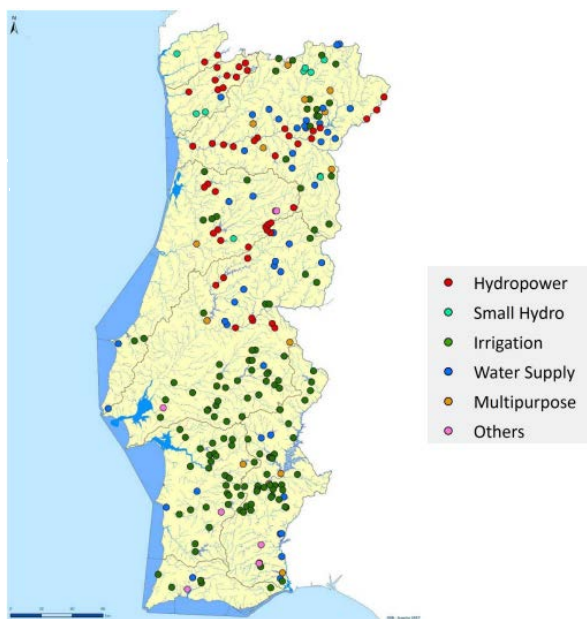
биодиверзитетот и локалните заедници. Од 2024 година, инсталираниот капацитет на Грција е околу 18.000 MW, при што хидроенергијата придонесува со 3.427 MW од околу 250 електрани. Иако хидроенергијата останува важна, владата има за цел да го балансира растот на енергијата со одржливоста на животната средина, управувајќи со ресурсите за да ги задоволи идните потреби, а воедно да ги заштити водните системи.

6.3.3.3. Хидроелектрична енергија во Португалија

Во Португалија, како и во повеќето земји, мали хидроелектрични структури за трансформирање на движењето на водата или потенцијалната енергија во корисна енергија се користат илјадници години.

Изградбата на големи брани за контрола на водните текови и/или за хидроелектрично производство на електрична енергија започна кон крајот на 19^{век}, но стана значајна во средината на 20^{век}. Во 2007 година, Португалија ја започна Националната програма за брани со висок хидроелектричен потенцијал (PNBEPH), што доведе до значително зголемување на инсталираниот капацитет на земјата.

Дури и ако земјата има 260 големи брани (со висина поголема од 15 m или висина од 10-15 m и капацитет од 1 hm³), повеќето од нив се наменети за земјоделство, регулирање на водите и други активности. Всушност, Португалија има 42 хидроелектрани (> 10 MW) и околу 8,2 GW вкупен инсталиран капацитет, од кои околу една третина се должи на системи за пумпање. Поради силните асиметрии во орографијата и моделите на врнежи помеѓу северот и југот на Португалија, браните за хидроелектрична употреба се наоѓаат претежно на северот од земјата. Со експлозивниот раст на другите форми на обновливи извори на енергија во последните две децении, хидроелектраните станаа уште поважни откако можеа да придонесат за стабилизација на електричната мрежа, особено по затворањето на сите електрани на јаглен во Португалија.



Иако вкупниот придонес на хидроелектричната енергија во снабдувањето со електрична енергија во земјата зависи секоја година од

метеоролошките услови, тој претставува околу 30% од целата потрошена електрична енергија во Португалија.

Една од најголемите брани во Португалија е браната Алкева (слика), изградена на реката Гвадијана и отворена во 2004 година. Таа го создала најголемото вештачко езеро во Европа и овозможува наводнување на огромни земјоделски површини на југот на Португалија. Има инсталирана хидроелектрична моќност од 240 MW. Најголемата хидроелектрана во Португалија е браната Гуваес, на реката Торно, во сливот на реката Дуро, со 880 MW инсталиран капацитет.

6.3.3.4. Хидроелектрична енергија во Северна Македонија

Планинскиот терен и реките на Северна Македонија нудат силен потенцијал за хидроелектрична енергија, со проценети 8.863 TWh теоретски ресурси годишно. Сепак, моменталното производство е околу 1,2 TWh, што укажува на значителен неискористен капацитет.

Развојот на хидроелектраната во Северна Македонија го вклучува Мавровскиот хидроенергетски систем, еден од најголемите во земјата. Тој се состои од три електрани - Вруток, Врбен и Равен - со вкупен капацитет од 200 MW и годишно производство од околу 445 GWh. Друг клучен објект е хидроелектраната Тиквеш на Црна Река. Работи од 1968 година, има капацитет од 113 MW и игра значајна улога во хидроелектричното производство на земјата.



Слика 77: Клучни хидроелектрани во Северна Македонија – Карта што ги прикажува главните капацитети како Тиквеш, Вруток и Глобочица¹⁰⁶.

Северна Македонија ја модернизира својата хидроелектрична инфраструктура, со 36,2 милиони евра во договори за финансирање потпишани во февруари 2023 година за рехабилитација на шест големи електрани: Вруток, Врбен, Равен, Тиквеш, Глобочица и Шпилје¹⁰⁶. Овие електрани претставуваат околу 85% од хидроелектричниот капацитет на земјата и придонесуваат со 20% од вкупното производство на електрична енергија. Владата, исто така, додели концесија за хидроелектраната Чебрин, пумпа за складирање од 333 MW на реката Црна. Овој проект има за цел да го зголеми капацитетот за

обновлива енергија и да ја подобри флексибилноста за складирање и дистрибуција на енергија. Од 2010 година, над 100 мали хидроелектрани се пуштени во употреба во Северна Македонија, што ја истакнува посветеноста на земјата за диверзификација на своите обновливи извори на енергија.

Владата ги охрабрува инвестициите во енергетскиот сектор, особено во проектирањето, изградбата и работењето на нови хидроелектрани. Оваа стратегија ги поддржува целите на Северна Македонија за подобрување на енергетската безбедност, намалување на зависноста од фосилни горива и постигнување на целите за обновлива енергија. Како заклучок, хидроенергијата е клучен елемент на енергетската стратегија на Северна Македонија. Со модернизација на постојните капацитети и развој на нови проекти, земјата се стреми целосно да го искористи својот хидроелектричен потенцијал, обезбедувајќи одржлива и отпорна енергетска иднина.

6.3.4. Позитивни и негативни влијанија од употребата на хидроелектричната енергија

Една од најголемите предности на хидроелектраните е тоа што тие не произведуваат емисии што го загадуваат воздухот како термоелектраните на фосилни горива. Хидроелектраните се меѓу чистите извори на енергија бидејќи не испуштаат отпад или штетни гасови за време на работата .¹⁰⁷ Покрај тоа, благодарение на хидроелектраните:



Предности

- Може да се обезбеди наводнување во земјоделството,
- Поплавите можат да се спречат,
- Водните ресурси можат да се управуваат поефикасно,
- Квалитетот на водата во регионот може да се зголеми,
- Може да се создадат естетски езерца и резервоари за вода.

Сепак, хидроелектраните имаат и некои негативни влијанија врз животната средина. Изградбата на брани може да предизвика промени во екосистемот со поплавување на големи површини. Ова може да влијае на вегетацијата и животинскиот свет во областа. Дополнително:

Недостатоци



- Големите брани можат да ја променат климата во регионот и да предизвикаат микроклими,
- Промената на правецот на потоците може да ја намали продуктивноста на земјоделските површини,
- Може да предизвика проблеми како што се крајбрежна ерозија и осиромашување на водните ресурси.

Поради овие причини, еколошките мали хидроелектрани станаа попосакувани од големите хидроелектрани. МХЕ:



- Има пониски инвестициски трошоци,
- Може да се изгради за кратко време,
- Има пониски трошоци за одржување и работа,
- Има ограничено влијание врз животната средина во споредба со големите хидроелектрани,
- Придонесува за локалната економија преку задоволување на потребите за електрична енергија во руралните средини.

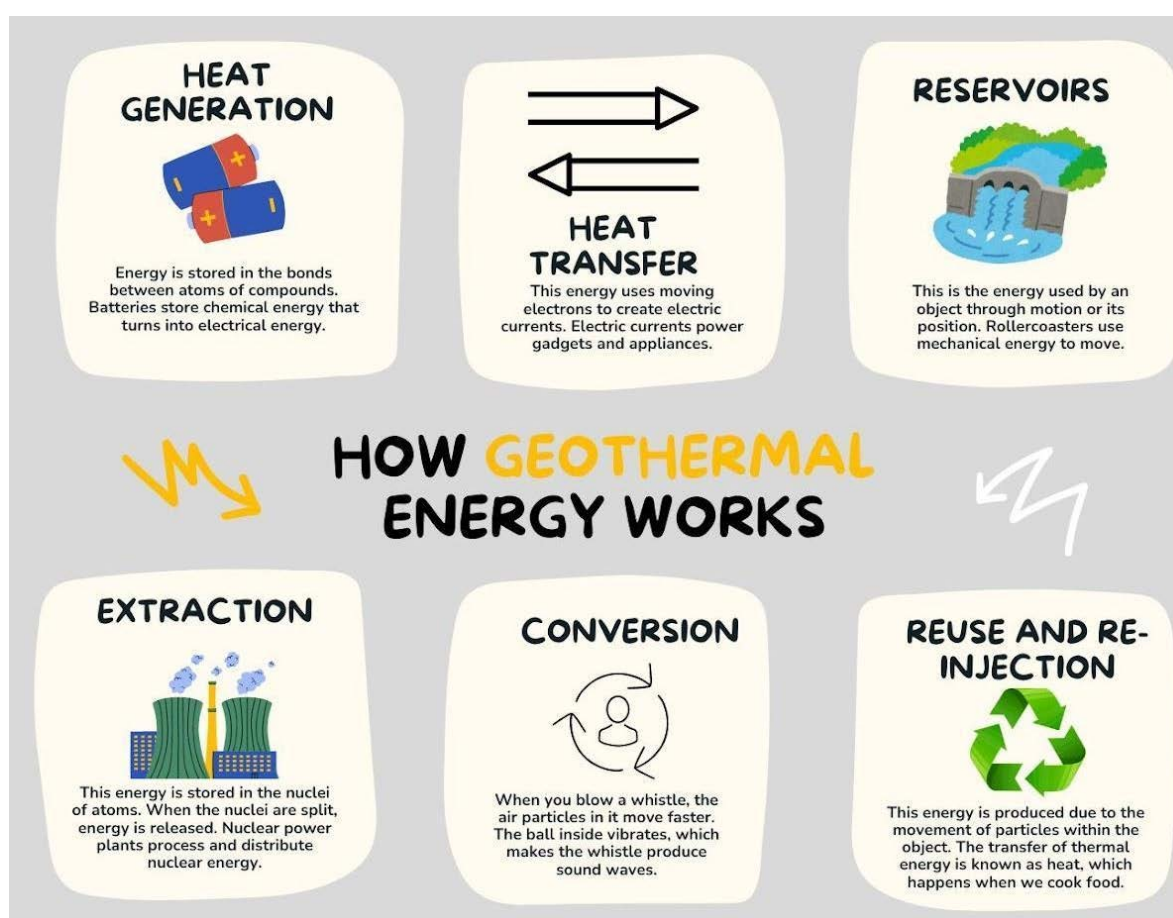
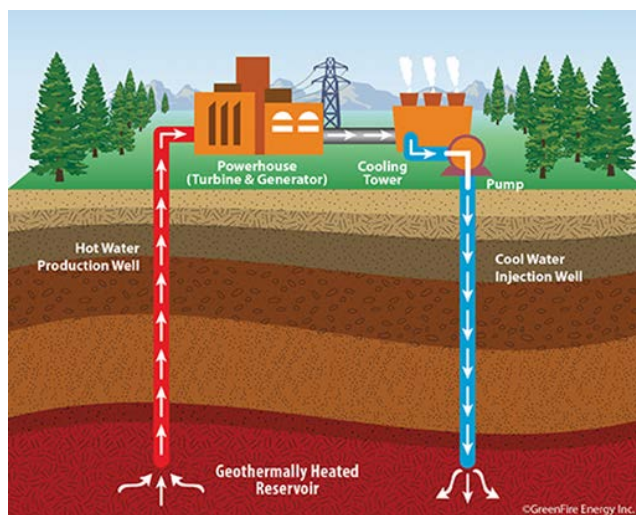
Сепак, хидроелектраните можат да имаат и негативни ефекти врз екосистемот. Затоа, од големо значење е проектите да се дизајнираат и спроведуваат на начин што нема да ја наруши природната рамнотежа.



6.4. Геотермална енергија

Геотермалната енергија е изведена од грчките зборови *geo* (земја) и *therme* (топлина) и значи „топлина на земјата“¹⁰⁸. Овој извор на енергија се наоѓа во форма на топла вода, пареа или минерални флуиди формирани од ефектот на високи температури во внатрешните слоеви на земјата на различни длабочини на земјината кора⁷³. Во внатрешната структура на земјата има многу високи температури, особено во слојот од магма. Благодарение на спроводливоста на топлината, температурата се зголемува како што се движите кон долните слоеви на земјината кора. Овој природен извор на топлина предизвикува водата под земја да се загрее и да се формираат разни геотермални области. Геотермалната енергија се добива со директно или индиректно користење на топла вода или пареа. Некои геотермални извори не содржат вода или пареа; наместо тоа, карпите со висока температура наречени топли суви карпи се оценуваат за производство на енергија. Се применува процес наречен реинјектирање за да се обезбеди одржливост на геотермалните системи на долг рок. Во овој метод, водата или пареата извлечена од подземјето се пумпа назад под земја и се одржува природниот циклус. Геотермалната

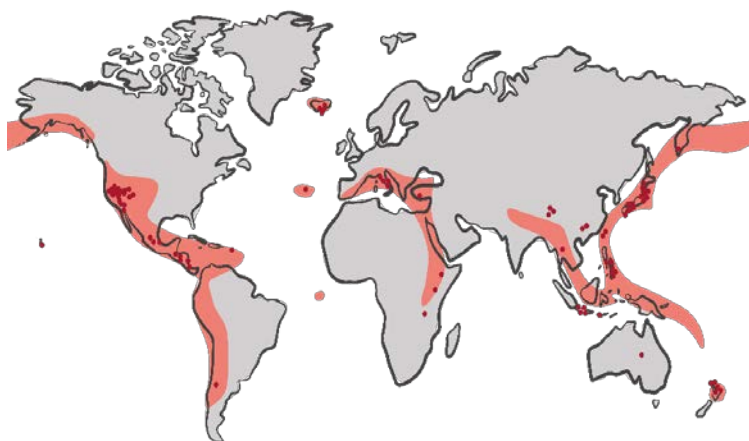
енергија е широко користена во системи за директно греење, индустриски процеси и производство на електрична енергија ^{24.109}.



Слика 79: Оваа инфографика ја објаснува геотермалната енергија од екстракција на топлина до конверзија, повторна употреба и повторна употреба, истакнувајќи ја нејзината одржлива и обновлива природа ¹⁰⁹.

6.4.1. Геотермална енергија во светот

Постојат многу геотермални области низ целиот свет и овие области се нарекуваат геотермални зони. Геотермалните зони генерално се наоѓаат во области каде што тектонските движења се интензивни и се забележува вулканска активност. Најважните геотермални зони се:



Танзанија, Малави и Замбија

- **Централноамерикански вулкански појас:** Панама, Костарика, Никарагва, Ел Салвадор и Гватемала

Геотермалната енергија се користи уште од најраните векови на човечката историја. За време на античкиот римски период, геотермалните ресурси се користеле во бањи и системи за греење ¹¹⁰. Првата употреба на геотермална енергија во производство на електрична енергија се случила во Италија во 1904 година. Првата комерцијална геотермална електрана во светот била основана во Италија во 1911 година. По долго време, втората индустриска геотермална електрана била пуштена во употреба во Нов Зеланд во 1958 година.

Од 1950-тите до 2000-тите, производството на електрична енергија од геотермална енергија се зголеми за 17%, а употребата на топлинска енергија (за греење) за 87%. Денес, евалуацијата на ресурсите на геотермална енергија станува сè пораспространета и многу земји се обидуваат поефикасно да го користат овој чист и обновлив извор на енергија.

До 2024 година, глобалниот капацитет за производство на геотермална енергија достигна вкупно 16.873 MW. Овој капацитет беше постигнат со придонес од 35 земји. Со пуштањето во употреба на 14 нови објекти и проширувањето на постојните капацитети во текот на годината, беше постигнато вкупно зголемување од 389 MW. Меѓу првите 10 земји во однос на инсталираниот капацитет за геотермална енергија беа САД (3.937 MW), Индонезија (2.653 MW), Филипини (1.984 MW), Турција (1.734 MW), Нов Зеланд (1.207 MW), Кенија (985 MW), Мексико (976 MW), Италија (944 MW), Исланд (755 MW) и Јапонија (740 MW).

6.4.2. Геотермална енергија во земјите-партнери

6.4.2.1. Геотермална енергија во Турција

Турција е земја богата со геотермални ресурси бидејќи се наоѓа во алпско-хималајскиот појас. Вкупниот геотермален потенцијал на нашата земја се проценува на приближно 62.000 MW. Од овој потенцијал, 31.500 MW се погодни за директна употреба, а 1.734 MW за производство на електрична енергија. Турција е на прво место во Европа и на четврто место во светот со овој капацитет.

- **Андски вулкански појас:** Аргентина, Чиле, Боливија, Перу, Еквадор, Колумбија и Венецуела

- **Алпско-хималајски појас:** Тајланд, Бурма, Кина, Тибет, Индија, Пакистан, Иран, Турција, Грција, Југославија и Италија

- **Источноафрикански рифтски систем:** Џибути, Етиопија, Кенија, Уганда,

Првата употреба на топлинска енергија со користење на геотермални ресурси во Турција започна во 1964 година со греењето на хотелот Парк во Баликесир-Гонен ¹¹¹. Денес, речиси 15 илјади куќи во Измир се загреваат со геотермална енергија. По 2000 година, студиите за геотермална енергија во Турција се забрзаа, а областите на директна употреба како што се термалниот туризам, стакленички фарми и централното греење на куќите станаа широко распространети.

Во нашата земја има речиси 1.000 геотермални ресурси, а 11 региони се издвојуваат како ефикасни во однос на производството на електрична енергија:

- **Ајдин-Герменцик** (232 °C)
- **Маниса-Салихли Гебекли** (182 °C)
- **Чанаккале-Тузла** (174 °C)
- **Ајдин-Салаватли** (171 °C)
- **Ќутахја-Симав** (162 °C)
- **Измир-Сеферихисар** (153 °C)
- **Маниса-Салихли Кафербеј** (150 °C)
- **Ајдин-Јилмазкој** (142 °C)
- **Измир-Балчова** (136 °C)
- **Измир-Дикили** (130 °C)



Турција има значаен потенцијал во геотермалната енергија и е рангирана на 4-то место во светот со инсталиран капацитет од 1.734 MW од 2024 година. Во земјата има приближно 1.000 геотермални ресурси во форма на природни излези и на различни температури, а вкупниот откриен геотермален потенцијал се проценува на 62.000 MW. Турција има за цел да го зголеми уделот на геотермалната енергија во вкупниот инсталиран капацитет на електрична енергија на 8% до 2053 година и да ја задоволи целата потрошувачка на греење на домаќинствата од геотермална енергија.

6.4.2.2. Геотермална енергија во Грција

Грција, сместена во Медитеранско-вулканскиот појас, е богата со геотермални ресурси, со проценет вкупен геотермален потенцијал од околу 5.000 MW. Овие ресурси се концентрирани во области со вулканска активност и тектонско движење, како што се Егејските острови и делови од копното. И покрај овој значителен потенцијал, Грција не ги искористила целосно своите геотермални ресурси во споредба со други земји со слични геолошки услови ¹¹². Употребата на геотермална енергија во Грција започна во 1980-тите, со воспоставување на системи за централно греење во области како островот Лезбос и Агиос Николаос на Крит ¹¹³. Со текот на годините, геотермалните апликации се проширија и вклучуваат греење на станбени објекти, земјоделски процеси (како што е стаклена градина) и термален туризам. Во моментот, Грција има околу 50 познати геотермални полиња, со значителни ресурси на острови како Милос, Нисирос и Санторини, како и во северните и централните делови на копното. Имено, полето на островот Милос може да достигне температури до 300 °C, додека полето Нисирос е важен ресурс и за апликации за директна употреба и за потенцијално производство на електрична енергија. Од 2023 година, инсталираниот геотермален капацитет на Грција е приближно 160 MW, при што поголемиот дел се користи за директни апликации, како што е греењето. Иако Грција е лидер во директната употреба на геотермална енергија во Европа, нејзиното производство на електрична енергија од геотермална енергија останува ограничено. Сепак, земјата активно го истражува потенцијалот за производство на геотермална електрична енергија, особено во полиња со висока температура. Грчката влада ја идентификуваше геотермалната енергија како критична компонента на својата стратегија за обновлива енергија и има за цел значително да го зголеми нејзиниот придонес во националниот енергетски микс. Ова вклучува планови за нови геотермални центри и проширување на инфраструктурата за геотермално греење.

До 2030 година, Грција има намера да го зголеми уделот на геотермалната енергија во својот вкупен енергетски капацитет, придонесувајќи за декарбонизација на својот енергетски сектор и зајакнување на енергетската безбедност. И покрај значителниот геотермален потенцијал, сè уште постои значителен простор за раст во искористувањето на геотермалната енергија за производство на електрична енергија, а земјата работи на подобро искористување на овој ресурс како дел од својата одржлива енергетска иднина.



Слика 82: Грција има геотермален потенцијал од околу 5.000 MW, со инсталирани 160 MW - главно за греење - додека се истражуваат проекти за производство на електрична енергија.

6.4.2.3. Геотермална енергија во Португалија

Во континентална Португалија, геотермалната енергија е широко распространета, првенствено се користи за апликации со ниска енталпија ($<150^{\circ}\text{C}$), вклучувајќи балнеотерапија, греење на простори и оранжерии, сушење дрва, овошје, зеленчук и аквакултура. Сепак, архипелагот Азорски Острови, група од девет вулкански острови, е главната област каде што геотермалната енергија е поразвиена поради нејзиното вулканско потекло и локација на границата на тектонската плоча, што обезбедува голем геотермален потенцијал.

Островот Сао Мигел е особено познат по користењето на геотермалната енергија во локалните активности, како што е готвењето на традиционалното јадење „Cozido das Furnas“ во геотермално загреани дупки. Освен забавните активности, геотермалната енергија се користи и за комерцијални цели. Геотермалните електрани на островите Сао Мигел и Терсеира сочинуваат околу 25% од потрошената електрична енергија во архипелагот.



Првата експериментална геотермална електрана е изградена во 1980 година во Пико Вермељо на островот Сао Мигел. Најголемите електрани вклучуваат Пико Вермељо (13 MW), Рибеира Гранде (16,6 MW) и Пико Алто (4,7 MW) на островот Терсеира. Во тек е проект за проширување на Пико Вермељо за удвојување на неговиот капацитет на 24 MW со истражување на нови геотермални извори.

Португалската влада вовеле „Стратешки план за геотермална енергија“, чија цел е десеткратно зголемување на бројот на геотермални системи на копното до 2033 година и петкратно зголемување на количината на геотермална енергија екстрахирана до тој период.

6.4.2.4. Геотермална енергија во Северна Македонија

Северна Македонија, сместена по геотермалната зона што се протега од Унгарија преку Италија до Грција, има значаен геотермален потенцијал, особено со своите нискотемпературни системи. Сепак, ресурсите со средна и висока температура остануваат во голема мера неистражени. Историски гледано, земјата ја користела геотермалната енергија за централно греење, оранжериско земјоделство и бањски туризам. На пример, Кочанската долина, позната по своите термални извори со температура на водата што се движи од 70-80°C, го поддржува локалното земјоделство и греење. Сепак, развојот на геотермалната енергија стагнира во последните три децении поради недостаток на инвестиции и спорови околу правата на сопственост на геотермалните ресурси. Геотермалната енергија во Северна Македонија има потенцијал да придонесе со приближно 10 MW во националниот енергетски микс, но овој потенцијал е во голема мера неискористен, при што повеќето тековни употреби се фокусирани на директни апликации наместо на производство на електрична енергија^{114,115}.



Слика 84: Северна Македонија има богати геотермални ресурси со ниска температура кои главно се користат за греење, земјоделство и бањски туризам, но производството на електрична енергија останува неискористено¹¹⁵.

Недоволната искористеност на геотермалната енергија во Северна Македонија претставува драгоценост за диверзификација на енергетските извори на земјата и подобрување на енергетската безбедност. Со инвестиции во истражување и развој на геотермални ресурси, Северна Македонија би можела да ја намали зависноста од фосилни горива и да усвои поодржливи енергетски практики. Дополнително, ревитализирањето на секторот за бањски туризам, кој се соочи со пад поради недоволно инвестирање, би можело да го поттикне економскиот раст и да привлече меѓународни посетители.

Како заклучок, иако Северна Македонија има значителен геотермален потенцијал, отклучувањето на овој капацитет бара стратешки инвестиции, политичка поддршка и технолошки напредок. Со справување со овие предизвици, земјата може ефикасно да ја

користи геотермалната енергија за греење, земјоделство и потенцијално производство на електрична енергија, отворајќи го патот за поодржлива и разновидна енергетска иднина.

6.4.3. Позитивни и негативни влијанија на геотермалната енергија

Геотермалната енергија се смета за одржлив и обновлив извор на енергија преку метод на реинјектирање. Таа има значајни предности и недостатоци¹¹⁶.

Предности



- Обезбедува соодветни услови за термички апликации во секторот и е чист извор на енергија.
- Тоа е извор што ја намалува надворешната зависност од енергија.
- Има пониска цена од конвенционалните извори на енергија и е подготвен за употреба.
- Лесно е да се воспостават производствени капацитети во регионот каде што се наоѓа изворот, а потребата за простор за објектот е мала.
- Континуирано производство на енергија е

можно без оглед на временските услови.

- Нема ризик од експлозија или пожар.
- Емисиите на стакленички гасови од геотермалните електрани се доста ниски.

Недостатоци



- Минералите содржани во геотермалната течност можат да предизвикаат загадување на водата и почвата.
- Доколку не се преземат соодветни мерки на претпазливост, може да се предизвикаат еколошки проблеми како што се промени во температурата и бучава.
- Доколку хемиските компоненти содржани во геотермалната течност не се управуваат правилно, тие можат да ја оштетат животната средина.

- Геотермалната енергија е тешко да се транспортира на долги растојанија и обично може да се пренесе до максимум 100 км.

6.4.4. Области на употреба на геотермална енергија

Геотермалните ресурси се поделени во три групи според нивната температура:

- Полиња со ниска температура (20-70 °C)
- Полиња со средна температура (70-150 °C)
- Полиња со висока температура (150 °C и погоре)

Додека геотермалните ресурси со ниска и средна температура генерално се користат за термални апликации, ресурсите со висока температура се оценуваат на интегриран начин

во производството на електрична енергија и термалните апликации. Производството на електрична енергија е исто така можно од флуид со средна температура.

6.4.5. Видови на користење на геотермална енергија

Областите на користење на геотермалната енергија се испитуваат во две главни групи¹¹⁷:



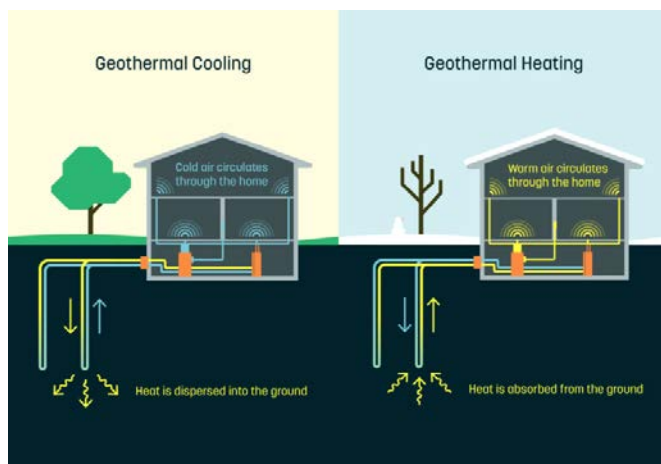
Директна употреба

- Системи за централно греење (градско греење, греење на стакленици, греење на домаќинства)
- Термален туризам (термални извори, спа центри, центри за лекување)
- Сушење земјоделски производи
- Одгледување риби со топла вода
- Топење на снег и мраз (на патишта и аеродроми)
- Производство на минерали и минерали

Индиректна употреба

- Производство на електрична енергија

Областите на употреба на геотермалната енергија варираат во зависност од температурата на изворот. Денес, геотермалните ресурси се користат низ целиот свет за цели на термален туризам. Термалните извори, спа центрите, бањите и базените се меѓу најчестите примени¹¹⁸. Покрај тоа, геотермалната енергија се користи за чистење на патиштата и аеродроми од снег и мраз во земји како што се САД, Швајцарија, Јапонија, Исланд и Аргентина. Геотермалните ресурси се користат и во земјоделското производство и индустриските области.



6.4.6. Примени во геотермалната енергија

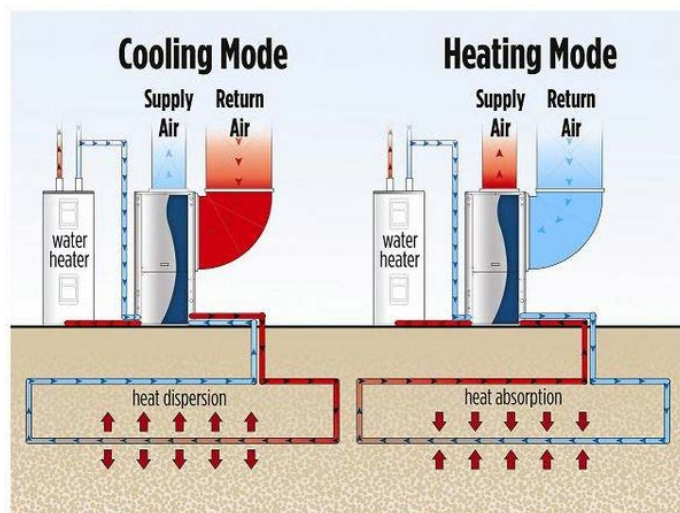
6.4.6.1 Греење на станбени објекти (централен систем за греење)

Геотермалната енергија е широко користен извор на енергија за греење на домовите¹¹⁹. Во зависност од економските услови, геотермалната течност се транспортира до зградите преку системи за централно греење. Кога се транспортира со помош на

специјално изолирани цевки, загубата на температура е доста мала (приближно 0,1–0,3 °C/km). Во системите за централно греење каде што се користи геотермална течност, топлата вода или пареа што се црпи од бунари се пренесува до грејниот центар преку главната цевка. Тука, топлината на геотермалната течност се пренесува на циркулирачката вода што циркулира во зградите преку разменуваачи на топлина.

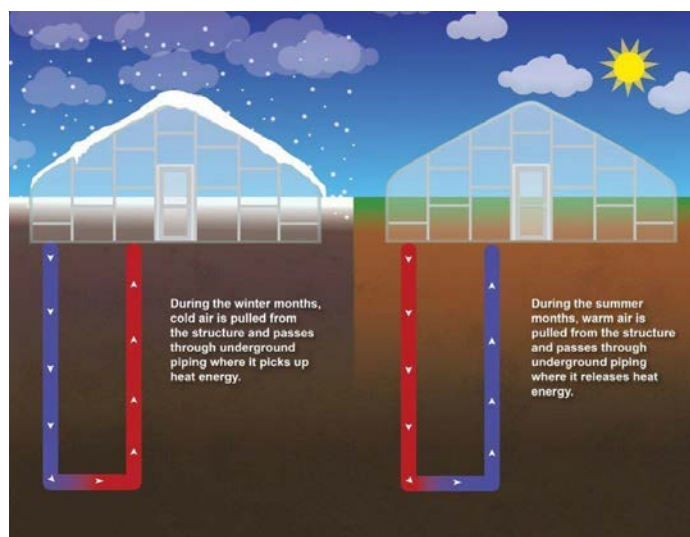
Геотермалната течност, чија топлина се зема, се враќа назад во подземјето, обезбедувајќи одржлива употреба.

6.4.6.2. Топлинска пумпа од земја и вода



се дупчат на длабочина од 100-200 метри. Овие системи се користат за различни намени, како што се снабдување со топла вода, греење и ладење на просторот. Тие се особено претпочитани за заштеда на енергија во живеалишта, комерцијални згради и индустриски објекти.

6.4.6.3. Греење на стаклена градина



Геотермалните топлински пумпи се базираат на принципот дека температурата во долните слоеви на земјината кора е релативно константна во текот на целата година ¹²⁰. Во овие системи, нискотемпературната геотермална течност се користи како носител на топлина или, во области со малку подземни води, се користи топлината од карпите ¹²¹. За топлинските пумпи од подземни и водни извори, бунарите генерално

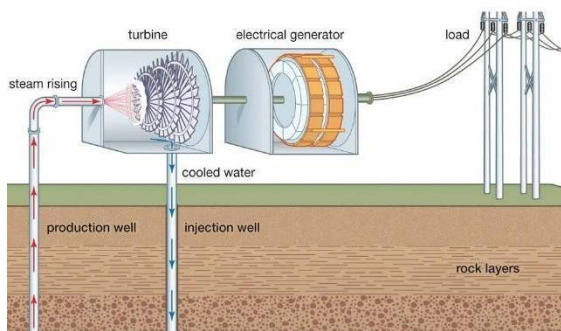
Геотермалната енергија е широко користен метод за загревање на оранжериите. Системите за греење на оранжериите варираат во зависност од техниката на греење што се користи ¹²². Најсоодветни извори за греење на оранжериите со геотермална енергија се плитки, површински геотермални извори со температура од 25-60°C. Ваквите извори нудат економична опција бидејќи нивните трошоци за ископ, работа, пумпање и одржување се пониски. Геотермалното греење ја подобрува

контролата на температурата во оранжериите, ја зголемува продуктивноста на растенијата и обезбедува еколошки придобивки со намалување на потрошувачката на фосилни горива.

6.4.6.4. Производство на електрична енергија од геотермална енергија

Геотермалните електрани произведуваат електрична енергија користејќи парни турбини, како кај термоелектраните. Во зависност од температурата и составот на геотермалната течност, електричната енергија се генерира преку три различни системи ¹²³:

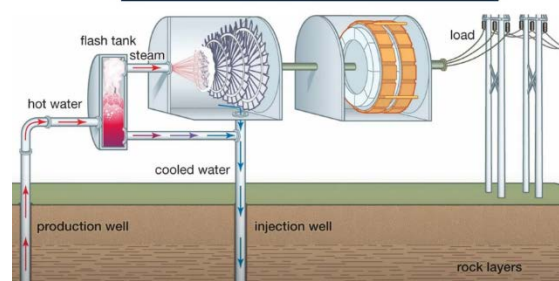
Dry Steam



1. Електрани на сува пареа: Во овој метод, прегреаната пареа (приближно 1500°C) што излегува од подземјето се насочува директно кон турбините за производство на електрична енергија ¹²³.

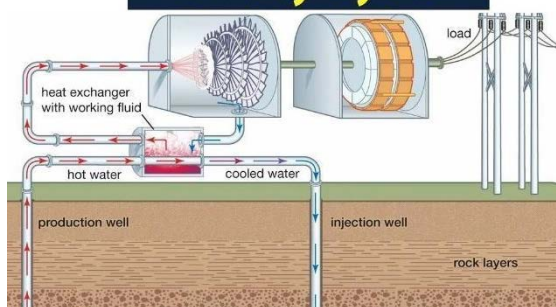
2. Електрани со брза пареа: Притисокот на врелиот флуид земен од изворот се намалува со сепаратори и водата и пареата се одвојуваат. Добиената пареа се користи во турбините за производство на електрична енергија, додека дел од водата се враќа под земја ¹²³.

Flash Steam



3. Бинарно-циклусни електрани: Тоа е метод што се користи за искористување на геотермалните ресурси со ниска температура. Во овој систем, жешката геотермална течност загрева втора течност и ја испарува, а испарената втора течност се користи во турбините ¹²³.

Binary Cycle



Во електраните на сува пареа, течноста што се вади од подземјето обично е мешавина од заситена пареа и течност. Ако односот на пареа е висок, пареата се одвојува и се насочува директно кон турбините. Ако односот на пареа е низок, притисокот се намалува (со метод на прскање) и дел од течноста испарува, со што се создава електрична енергија.



6.5. Море-океански енергии



Постојат различни методи за добивање енергија од морињата и океаните^{124,125}. Овие методи се:

- Енергија на површинско испарување
 - Струјна енергија
 - Енергија на градиент на соленоста
 - Енергија на температурен градиент
- Плимска енергија
 - Енергија на бранови

Сепак, имајќи ги предвид денешната технологија и економски услови, не е можно ефикасно да се произведува енергија од морските енергии освен од енергијата на брановите и плимата и осеката¹²⁶. Затоа, најшироко користените извори меѓу морско-океанските енергии се енергијата на брановите и плимата и осеката.



6.5.1. Морско-океански енергии во светот

Употребата на морска и океанска енергија датира од античко време. Првата позната плимна мелница ја користеле Римјаните во 537 година од н.е. Денешните плимно-електрани се базираат на принципите на законот за гравитација, како што го објаснил Њутн во 17 век.

За да се произведе електрична енергија од движењето на плимата и осеката, се градат брани во области каде што амплитудата на плимата и осеката е голема. Еден од најважните примери за овој систем е електраната за плима и сека „Ранс“ во Франција. Оваа електрана има моќност од 240 MW и брана долга 750 метри.

Друга голема електрана е електраната Сихва Езеро од 254 MW во Јужна Кореја, која беше завршена во 2011 година¹²⁷. Идејата за користење на енергијата на брановите за производство на електрична енергија се дискутира уште од 1700-тите. Сепак, во 20 век, енергијата на брановите за прв пат се користела за производство на електрична енергија во Сан

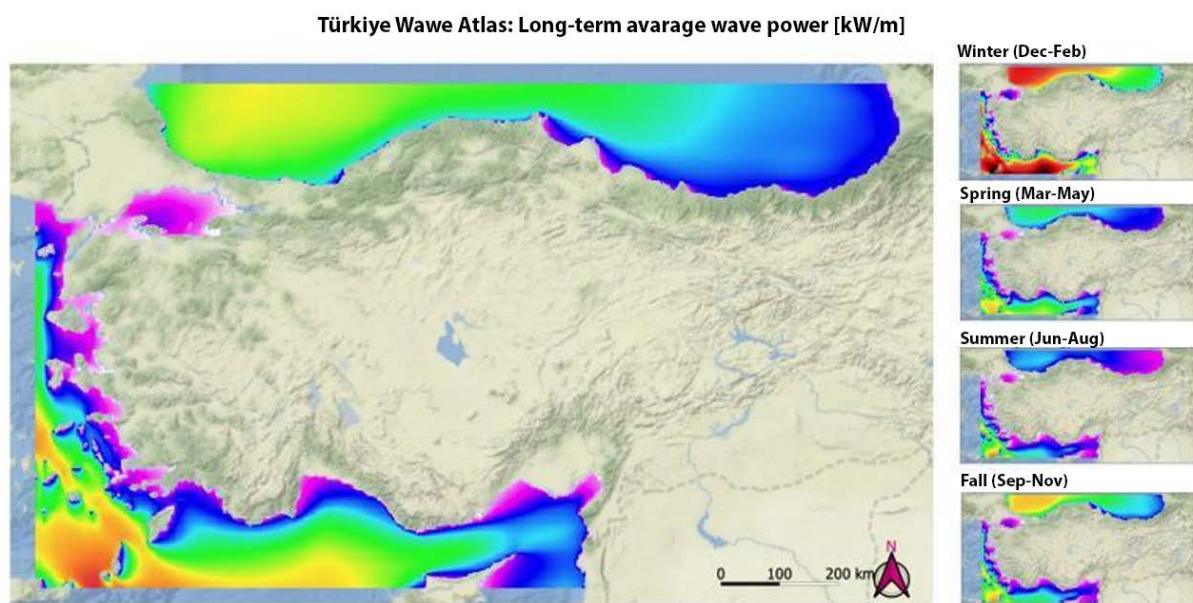
Франциско и Калифорнија, САД.

Првата електрана со голем капацитет во светот изградена со користење на модерни технологии за бранова енергија е изградена на островот Ислеј покрај западниот брег на Шкотска, со капацитет од 500 kW. Од 2023 година, вкупниот инсталиран капацитет на глобалните проекти за океанска енергија е поставен на 527 MW. Приближно 50% од овие проекти се во Азија, а 45% во Европа.

6.5.2. Морско-океански енергии во земјите-партнери

6.5.2.1. Море-океански енергии во Турција

Турција има значаен потенцијал во однос на морската и океанската енергија. Енергијата на брановите, особено, се издвојува како значаен ресурс во зголемувањето на енергетската разновидност на нашата земја. Според мерењата направени во морињата на Турција, постои годишен технички потенцијал на бранова енергија од приближно 50 TWh. Регионите со најголем потенцијал се концентрирани, особено на крајбрежјето помеѓу Измир и Анталија. Затоа, регионите помеѓу Анталија и Измир (Финике-Даламан) се сметаат за најсоодветни места за производство на електрична енергија од енергијата на брановите. Студиите, исто така, добија на интензитет за проекти за енергија на ветер на море во Турција.



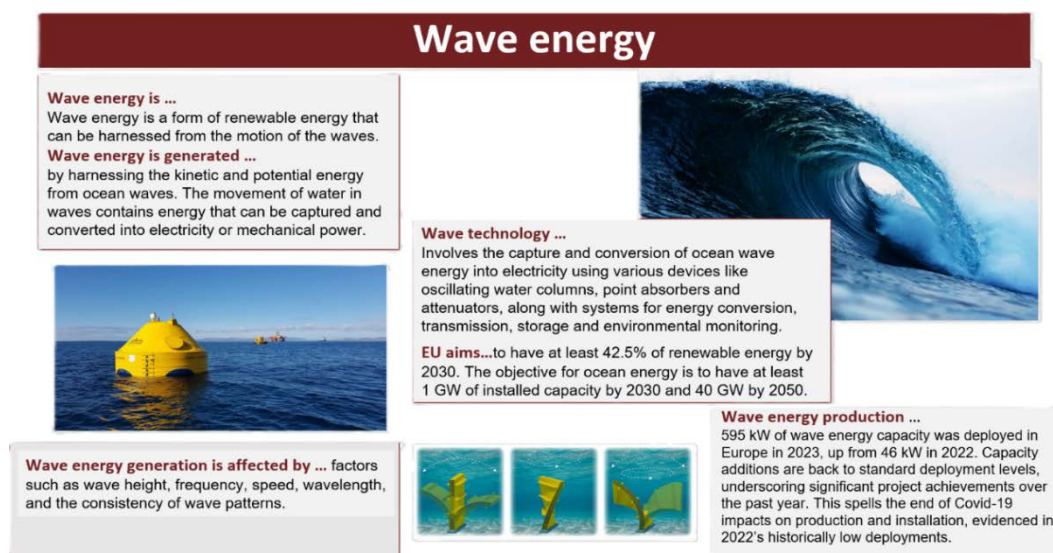
Слика 95: Потенцијалот на брановата енергија е највисок помеѓу Измир и Анталија.

Според извештајот „Турција, офшор ветерна енергија“, подготвен од Светската банка, во територијалните води на Турција има вкупен технички потенцијал на офшор ветерна енергија од 75 GW. Извештајот предвидува дека до 2040 година може да се достигне капацитет од 7 GW за офшор ветерна енергија¹²⁸. Иако комерцијалните проекти поврзани со морската енергија се сè уште ограничени во Турција, на академско ниво се спроведуваат разни истражувачки и експериментални проекти. Особено, во проект спроведен од Министерството за енергетика и природни ресурси во 2007 година за енергија на бранови, беа користени баржи каде што вертикалното движење на брановите се претвораа во електрична енергија со генератори, а со овој систем беа генерирани 5

kWh електрична енергија, задоволувајќи ги енергетските потреби на две куќи. Како резултат на тоа, јавните институции и приватниот сектор спроведуваат разни студии за да се процени потенцијалот на морската и океанската енергија на Турција. Почетокот на техничките студии за офшор ветерни проекти во 2024 година, особено, ќе биде важен чекор во однос на диверзификацијата на обновливите извори на енергија на нашата земја и зголемувањето на безбедноста во снабдувањето со енергија.

6.5.2.2. Морско-океански енергии во Грција

Грција има значаен потенцијал за развој на морска и океанска енергија, особено во енергијата на брановите и офшор ветерната енергија. Долгата крајбрежна линија на земјата и поволните географски услови ја прават идеална локација за проекти за морска обновлива енергија. Потенцијалот на Грција за енергија на брановите е особено извонреден, при што студиите проценуваат годишен технички потенцијал од околу 35 TWh. Егејското Море, особено околу островите Киклади и јужен Пелопонез, нуди највисок потенцијал на енергија на брановите, што ги прави овие области идеални за развој на енергијата на брановите за поддршка на производството на електрична енергија и целите на Грција за обновлива енергија. Енергијата на офшор ветерната енергија исто така привлекува внимание, при што ексклузивната економска зона (ЕЕЗ) на Грција во Егејското и Јонското Море обезбедува одлични услови за ветерни фарми. Националниот акционен план за обновлива енергија го проценува потенцијалот на офшор ветерната енергија на земјата на до 22 GW. Во последниве години, беа предложени разни офшор ветерни проекти, при што владата доделува области во Егејското Море за нивен развој.



Слика 96: Грција има потенцијал за енергија од високи бранови, особено во Егејското Море, и има за цел да ги прошири морските обновливи извори на енергија како што се енергијата од бранови и офшор ветерната енергија.

Овие проекти се од суштинско значење за исполнување на целите на Грција за обновлива енергија и подобрување на енергетската безбедност. Владата, исто така, воведува регулаторни реформи за поедноставување на дозволите и привлекување приватни инвестиции во морската енергија.

Грција е сè уште во раните фази на развој на комерцијални проекти за морска и океанска енергија, иако во тек се неколку истражувачки и пилот-иницијативи. Учеството на земјата во меѓународни соработки и проекти финансирани од ЕУ ја унапредува технолошката и економската изводливост на морската енергија. Министерството за животна средина и енергетика поддржува студии за влијанијата врз животната средина и технолошките иновации потребни за ефикасно искористување на енергијата од бранови и морски ветер ¹²⁹. Грција планира значително да го прошири својот капацитет за морска енергија во следните две децении, што ќе го направи клучен дел од транзицијата на земјата кон поодржлив енергетски систем.

Како заклучок, Грција е во добра позиција да го искористи својот потенцијал за морска и океанска енергија, особено преку брановата и офшор енергијата на ветерот. Со континуирани истражувања, регулаторна поддршка и инвестиции во технологија, се очекува Грција да стане клучен играч во унапредувањето на морските обновливи извори на енергија во Медитеранот, придонесувајќи за националната и регионалната енергетска одржливост.

6.5.2.3. Морско-океански енергии во Португалија

Португалија ја истражува енергијата на брановите повеќе од 50 години, а пионерската академска работа започна во 1970-тите. Во моментот, енергетските проекти во оваа област се ограничени на енергијата на брановите за производство на електрична енергија, со исклучок на офшор ветерните фарми. Земјата има корист од својата широка 800 км западна крајбрежна линија, која нуди поволни услови за искористување на енергијата на брановите. Проектот „Централен до Пико“ во Порто Качоро, островот Пико, Азорски Острови, беше првата истражувачка и демонстративна централа за енергија на бранови во светот поврзана со електричната мрежа. Започна со студии во 1986 година и започна со работа во 1999 година, користејќи технологија на осцилирачки воден столб и турбина развиена во Португалија. Централата се затвори во 2018 година и оттогаш има обиди за нејзино повторно активирање.

Португалија, исто така, имплементираше проекти за енергија од бранови во северните (Агусадура) и централните (Пениче) области. И покрај огромниот потенцијал, развојот на енергијата од бранови се соочи со технолошки предизвици и предизвици за одржување, што резултираше со ограничен инсталиран капацитет на енергија.

Помеѓу 2017 и 2019 година, на јужниот брег беше инсталиран експериментален систем на плимни струи, користејќи енергија од речните струи во естуар, но потенцијалот на овој ресурс се смета за низок. Развојот на енергијата на брановите во Португалија е дел од неколку национални планови, вклучувајќи го и Националниот план за енергија и клима (PNEC 2030), со значителен раст што се очекува во наредните години ¹³⁰.



Слика 97: Португалија разви неколку проекти за енергија од бранови по должината на својот брег, вклучувајќи ги Агусадура, Пенише и Азорските Острови, придонесувајќи за иновации во морските обновливи извори на енергија.

6.5.2.4. Морско-океански енергии во Северна Македонија

Бидејќи Северна Македонија е земја без излез на море, таа нема директен пристап до морски или океански извори на енергија, како што се енергијата од бранови, плима и осека или офшор ветерната енергија¹³¹. Како резултат на тоа, во земјата моментално нема проекти за морска енергија, истражувачки иницијативи или развој на инфраструктурата поврзани со морската и океанската енергија. Напорите на земјата за обновлива енергија се фокусирани на хидроенергија, сончева енергија, ветер и геотермални ресурси.

Иако Северна Македонија нема географски карактеристики за искористување на изворите на енергија од морето, таа активно го развива својот сектор за обновлива енергија преку значителни инвестиции во ветерна и сончева енергија. Овие напори се насочени кон диверзификација на енергетскиот микс на земјата, подобрување на енергетската безбедност и придонес кон одржливоста на животната средина.

6.5.3. Позитивни и негативни влијанија на морско-океанската енергија

Морската и океанската енергија се издвојува како одржлив и еколошки извор на енергија¹³². Овие видови енергија се сметаат за неисцрпни ресурси благодарение на континуитетот на брановите сè додека дува ветер и движењата на плимата и осеката сè додека постои гравитационата сила помеѓу Земјата и Месечината. Сепак, овие системи имаат некои предности, како и разни тешкотии и недостатоци.



Предности

- Енергијата на брановите и плимата и осеката е неограничен извор на енергија што го обезбедува природата.
- Бидејќи нема потрошувачка на фосилни горива, емисиите на стакленички гасови се блиску до нула.
- Морските енергетски центри даваат позитивен придонес кон глобалното затоплување со намалување на емисиите на јаглерод.
- Морските енергетски системи се генерално

издржливи структури и можат да продолжат да произведуваат енергија со години.

- Плимските брани можат да спречат поплави со тоа што делуваат како бранобрани во регионите каде што се наоѓаат.
- Бидејќи се изградени во морето, тие немаат директно влијание врз копнениот екосистем и ги заштитуваат земјоделските површини.
- Морската енергија може да ја зголеми безбедноста на снабдувањето со енергија преку намалување на надворешната зависност.
- Туристичките објекти можат да се градат околу електрани на море.
- Може да дејствува како лагуна и да создаде соодветна средина за размножување на одредени видови.
- Поради интензивните бранови во зимските месеци, поголемо производство може да се постигне во периоди кога побарувачката на енергија се зголемува.



Недостатоци

- Бидејќи движењата на брановите и плимата и осеката не се константни, производството на енергија може да биде неправилно.
- Морските енергетски центри имаат повисоки трошоци за инсталација од другите обновливи извори на енергија.
- Турбините можат да ги променат миграциските патишта на морските организми и негативно да влијаат врз крајбрежните

екосистеми.

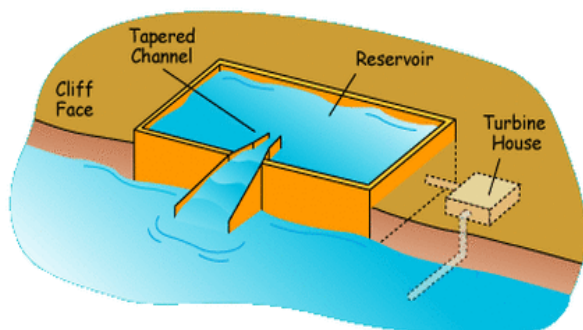
- Објектите изградени близу до брегот можат да создадат естетски проблеми и бучава.
- Електраните изградени далеку од брегот можат негативно да влијаат врз бродскиот сообраќај и риболовот.
- Тие можат да го блокираат протокот на потоците во морето и да предизвикаат акумулација на вода.
- Турбините што се вртат во водата можат да претставуваат физички ризик за морските организми.

6.5.4. Енергија на бранови

Енергијата на брановите е обновлив извор на енергија што се јавува како резултат на движењето на ветерот по површината на морето и океанот. Постројките за енергија на бранови работат со системи поставени на површината на морето или морското дно. Турбините што ротираат со движењето на брановите произведуваат електрична енергија преку генератор. Покрај производството на електрична енергија, енергијата на брановите може да се користи и во различни области како што е производството на водород ¹³³.

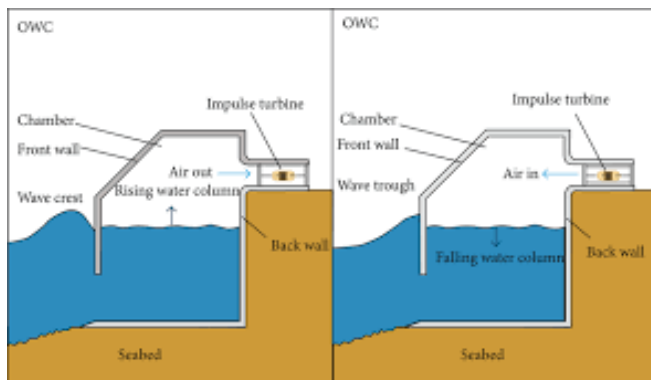
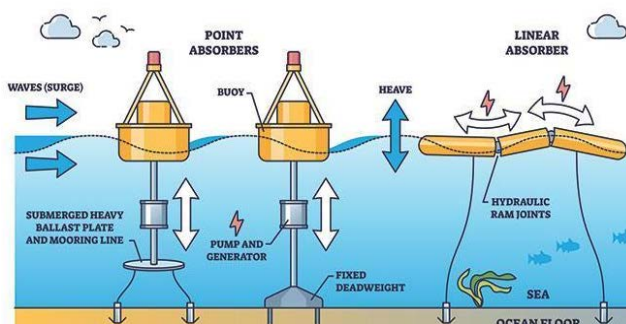
Иако употребата на енергијата од бранови е ограничена низ целиот свет, таа првенствено се оценува од САД, Португалија и некои европски земји.

Движењето на брановите се јавува како резултат на триењето на ветерот со површината на морето. Развиени се различни системи за добивање енергија од ова движење:



- **Канални системи:** Создава потенцијална енергија со насочување на водата кон акумулациите ¹³⁴.

- **Хидраулични пумпи:** Пловечки системи кои работат со движење на бранови.



- **Системи со осцилирачки воден столб (OWC):** Ова се механизми што произведуваат електрична енергија со компресирање на воздух ¹³⁵.

Овие системи ја претвораат енергијата на брановите во механичка енергија, а потоа во електрична енергија за употреба. Системите за конверзија на енергијата на брановите се поделени во две главни групи:

1. **Активни системи:** Генерираат механичка енергија директно од движењето на брановите. Примери: системи „Патка“ и „Сплав“.
2. **Пасивни системи:** Генерираат електрична енергија со претворање на енергијата на брановите во хидраулична енергија на подигање, а потоа во потенцијална енергија. Примери: Осцилирачки воден столб (OWC) и TAPCHAN (систем на смалувачки канали).

Системите за енергија на бранови треба да бидат дизајнирани земајќи ја предвид силата на брановите и условите на морето во областите за инсталација. Идеалниот систем треба да биде отпорен на промени во насоката на брановите, да има краткорочен капацитет за складирање на енергија и да биде способен да ги балансира промените во производството на енергија.

6.5.4.1. Системи за конверзија на енергијата на брановите

Системите за конверзија на енергијата од бранови се поделени во три групи според нивните области на инсталација¹³⁶:

1. Системи инсталирани на брегот:

Тие се конструирани како фиксни или закопани на брегот.

Бидејќи моќноста на брановите е помала на брегот, енергетската ефикасност е ниска.

2. Апликации од типот во близина на брегот:

Тие се наоѓаат на длабочина од 15-25 метри.

Системите со осцилирачки воден столб (OWC) се широко користени.

3. Апликации од типот „офшор“:

Тие се инсталирани на длабочина од 40 метри и повеќе.

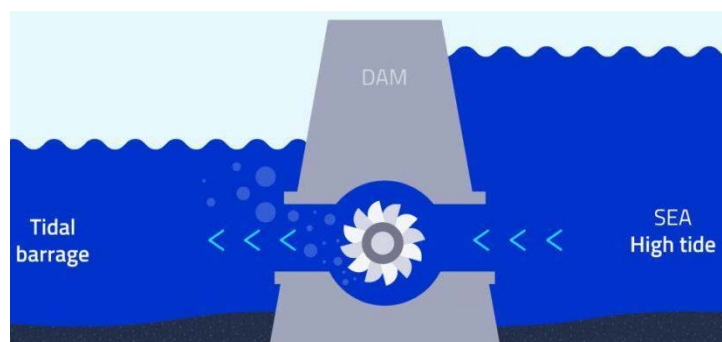
Тие се погодни за режими со високи бранови.

Им се потребни долги електрични кабли за да ја пренесат енергијата до брегот.

Систем Пеламис: Тоа е систем кој работи со генератор и произведува електрична енергија со движење на хидраулично масло во хидраулични цилиндри.

6.5.5. Енергија на плима и осека

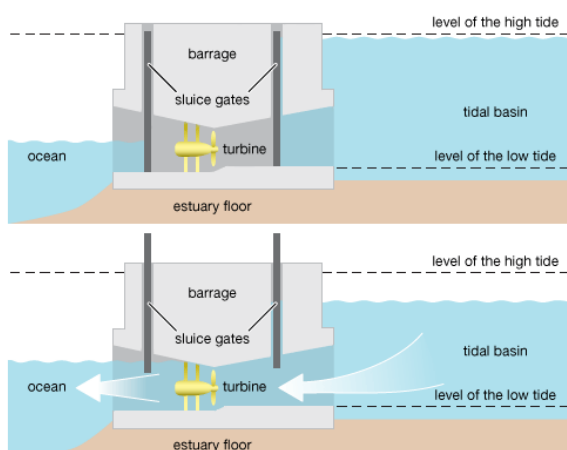
Редовното покачување и спуштање на водата на површината на морето и океанот поради гравитационото привлекување на Сонцето и Месечината се нарекува плима и осека. Кога ова периодично движење се користи за производство на електрична енергија, се добива плимна енергија¹³⁷.



Електричната енергија може да се генерира со помош на плимната енергија на два главни начина:



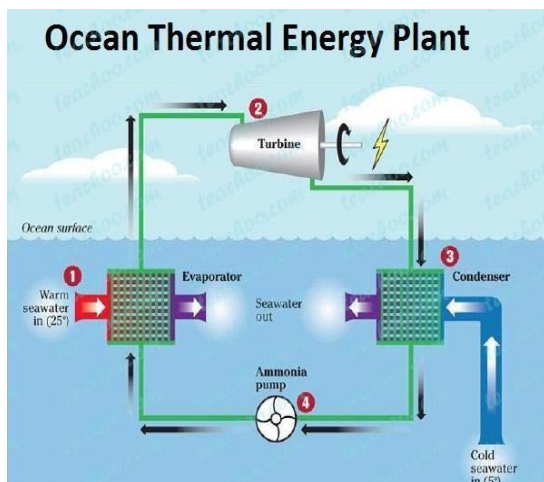
1. Мелници за плимни струи: Тие се користат со векови во Северна Америка и Европа за производство на механичка енергија. Тие се системи што добиваат енергија директно од движењето на струјата ¹³⁷.



2. Плимни брани: Слично на системот на брани во хидроелектраните. Кога нивото на морето се крева за време на плимата и осеката, портите се отвораат и браната се полни со вода ¹³⁸. Кога плимата и осеката се намалува, обратниот тек на водата ги врти турбините и генерира електрична енергија. ¹³⁷

Со развојот на технологијата, почнаа да се користат и плимни турбини. Овие турбини се поставуваат помеѓу копно и остров или помеѓу два острова во области каде што плимните струи се силни и произведуваат енергија преку движењето на водата. Овие турбини поставени под морето работат слично на ветерните турбини и ја претвораат кинетичката енергија на водата во механичка енергија, а потоа во електрична енергија ¹³⁷.





6.5.6. Термална енергија на океанот

Поголемиот дел од зрачењето од сонцето се апсорбира од морињата и океаните и се складира како топлина¹³⁹. Ова предизвикува температурна разлика помеѓу површината на океанот и длабоките води. Површинските води на океанот се генерално потопли, додека длабоките води се постудени. Оваа температурна разлика може да се искористи за производство на енергија¹⁴⁰.

Системот за конверзија на океанска термална енергија (ОТЕС) е метод кој има за цел да генерира електрична енергија од температурната разлика помеѓу површината на океанот и неговите длабочини¹⁴⁰. Овој концепт го опишал францускиот биофизичар Жак Арсен д'Арсонвал во 1881 година.

Како функционира ОТЕС системот?

- Топлата вода од површината на океанот се користи за испарување на течност со ниска точка на вриење (како што е амонијакот).
- Пареата врти турбина за да произведува електрична енергија.
- Оваа параа потоа се кондензира користејќи ги ладните длабоки води на океанот и системот повторно се вклучува.

ОТЕС системите можат да се имплементираат на три различни начини:

1. ОТЕС со затворена јамка:

Се користи течност со ниска точка на вриење (на пример, амонијак).

Топлата вода ја испарува оваа течност, вртејќи ги турбините и произведувајќи енергија.

Потоа течноста повторно се кондензира со ладна длабока вода, со што системот продолжува да функционира.

2. Отворена јамка ОТЕС:

Топлата вода на површината на океанот се носи директно во област со низок притисок и испарува.

Пареата врти турбина, произведувајќи електрична енергија.

Потоа се кондензира со ладна вода и се враќа во течна форма.

3. Хибриден ОТЕС:

Тоа е комбинација од системи со затворена и отворена јамка.

Предностите на двата методи се користат за зголемување на ефикасноста.

ОТЕС е еколошки и одржлив извор на енергија. Сепак, системот е скап за инсталирање и може да се примени само во тропските океански региони каде што температурната разлика е значителна¹⁴⁰.

6.6. Енергија од биомаса

Биомасата е извор на енергија што се состои од биолошка и нефосилна органска материја. Растенијата ја претвораат сончевата енергија во хемиска енергија преку фотосинтеза, а оваа енергија може да се претвори во енергија од биомаса преку растителен и животински отпад⁴⁸.



Изворите на биомаса се поделени на два вида: традиционални и модерни:

- Традиционалната биомаса вклучува извори на биомаса што се користат за домашни цели, како што се дрво, ѓубриво и земјоделски отпад.
- Современата биомаса е вид на биомаса базирана на напредни технологии како што се специјално одгледувани енергетски постројки, производство на урбан и индустриски отпад и биогаз.

Енергијата од биомаса може да се добие од многу различни извори како што се остатоци од прехранбената индустрија, шумски остатоци, водни и копнени растенија, животински отпад и градски отпад. Овие материјали се обновливи и можат да се регенерираат за кратко време⁴⁸.



обезбедува поефикасно користење на ресурсите.

Предности

- Има потенцијал да биде важен извор на снабдување со енергија.
- Обезбедува еколошки придобивки со намалување на емисиите на стакленички гасови.
- Ја зголемува енергетската безбедност преку намалување на увозот на фосилни горива.
- Го поддржува економскиот развој во руралните средини и создава работни места.
- Ги намалува проблемите со управувањето со отпад и

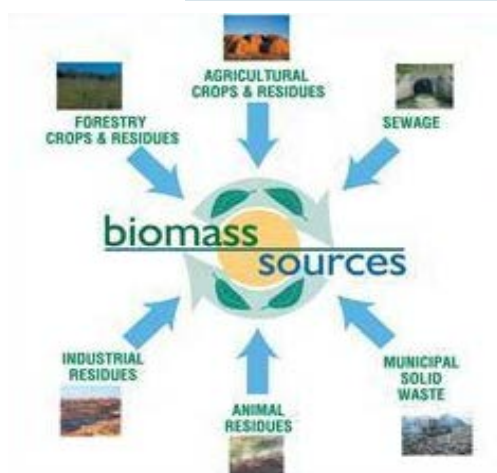


Недостатоци

- Енергијата од биомаса има помала густина на енергија од фосилните горива, што значи дека треба да се користи повеќе материјал.
- Користењето дрвја и растенија како гориво може да доведе до уништување на шумите и деградација на екосистемот, доколку се прави неконтролирано.
- Согоорувањето на биомасата може да ослободи загадувачи како што се јаглерод диоксид (CO_2), јаглерод моноксид (CO), азотни оксиди (NO_x) и фини честички.

- Растенијата одгледувани за производство на биомаса бараат големи количини на вода. Ова може да изврши притисок врз водните ресурси.
- Земјоделското земјиште што се користи за производство на енергија може да се натпреварува со производството на храна и да предизвика зголемување на цените на храната.
- Складирањето и транспортот на сировини од биомаса може да биде потешко и поскапо од фосилните горива.
- Загубите може да се појават за време на претворањето на биомасата во енергија, а некои технологии сè уште се во развој.

Енергијата од биомаса има важно место во системите за обновлива енергија како одржлив и еколошки извор на енергија.



6.6.1. Ресурси на биомаса

Ресурсите на биомаса што можат да се користат во производството на енергија можат да се поделат во четири главни групи¹⁴¹:

1. Шумски производи:

Брзорастечки видови дрвја (врба, топола, еукалиптус, итн.)

Шумски остатоци (дрвени струготини, пилевина, остатоци од кастрење итн.)

2. Земјоделски производи:

Растенија одгледувани за енергија (мискантус, трска, сирак, итн.)

Растенија што содржат масло, скроб и шеќер (пченка, шеќерна трска, итн.)

Животински измет и остатоци од колење

3. Индустриски отпад:

Агроиндустриски отпад

Шумски производи и отпад од хартиената индустрија

4. Урбански отпад:

Трева, лисја, отпад од паркови и градини

Канализациска кал

Органски отпад од домаќинството

6.6.1.1. Енергетски постројки

Со растечкото значење на обновливите извори на енергија, за производство на енергија почнаа да се одгледуваат посебни растенија кои можат да растат во сите видови почвени услови. Сирак, пченка, тутун, индустриски коноп, мискантус, слатка метла, шеќерна трска и разни диви треви се меѓу енергетските растенија.

Главни карактеристики на енергетските постројки:

- Тие се познати како растенија од класата C4 и се отпорни на суша.
- Тие имаат способност ефикасно да ја претворат сончевата светлина во енергија.
- Тие имаат висок капацитет да апсорбираат јаглерод диоксид (CO_2) од воздухот, со што играат важна улога во борбата против глобалното затоплување.
- Тие се користат во производството на разни биогорива и енергија и обезбедуваат висока ефикасност.

6.6.2. Процеси и технологии за конверзија на биомаса

За претворање на биомасата во енергија се применуваат различни методи. Овие процеси можат да се групираат во три главни групи¹⁴¹:

1. Физички операции:

1. **Одводнување и сушење:** Содржината на влага во биомасата е намалена, што овозможува нејзино поефикасно согорување.
2. **Намалување на големината:** Со процесот на мелење или сечкање, биомасата се крши на мали парчиња.
3. **Зголемување на густината:** Со пресување или пелетирање, волуменот на биомасата се намалува, што го олеснува транспортот и складирањето.
4. **Сепарација:** Се спроведува процесот на одвојување на различните компоненти присутни во биомасата.

2. Термохемиски процеси:

1. **Директно согорување:** Биомасата се согорува директно, обезбедувајќи производство на топлина или електрична енергија.
2. **Гасификација:** Гасови како што се водород (H_2), јаглерод моноксид (CO) и метан (CH_4) се добиваат од биомаса со висока температура.
3. **Пиролиза:** Во средина со висока температура и без кислород, биомасата се разградува за да се добијат производи како што се биојал, биогаз и биојаглен.
4. **Ликвефакција:** Биомасата се претвора во течни горива преку специјални процеси (биодизел, биоетанол, итн.).

3. Биохемиски процеси:

1. **Ферментација:** Биомасата што содржи шеќер се разградува од микроорганизми за да се произведат биогорива како што е биоетанол.
2. **Анаеробна ферментација:** Биогазот (метан , CO_2) се произведува со разградување на органски отпад од страна на микроорганизми во средина без кислород.
3. **Механичко екстракција:** Физичко цедење или пресување се применува за производство на биогорива од растителни масла.



6.6.3. Управување со отпад

Отпадот е супстанца што се формира како резултат на човековите активности и не може директно да се користи. Овие супстанции, кои имаат потенцијал да ѝ наштетат на животната средина, можат да предизвикаат влошување на еколошката рамнотежа и да го

загрозат здравјето на луѓето кога не се управува со соодветни методи.

Цврстиот отпад е поделен на две главни групи: штетен и безопасен:

1. **Штетен отпад:** Ова се отпади што можат да му наштетат на здравјето на луѓето и на животната средина и мора да се отстранат со посебни процеси. Тие можат да бидат токсични, запаливи или да имаат корозивни својства. На пример, хемиски отпад, батерии, медицински отпад спаѓаат во оваа група.
2. **Безопасен отпад:** Се состои од органски и неоргански супстанции кои не му штетат директно на животната средина и здравјето на луѓето. Во оваа категорија спаѓаат домашниот и природниот отпад.

Покрај тоа, постојат различни видови на цврст отпад во зависност од нивниот извор:

1. **Домашен отпад:** Органски и неоргански отпад, пепел, стар мебел итн.
2. **Индустриски отпад:** Метални, пластични, хемиски и производствени остатоци од индустриски капацитети.
3. **Комерцијален и институционален отпад:** Отпад од канцеларии, училишта, ресторани и продавници.
4. **Комунален отпад:** Отпад собран од чистење на улици, паркови и градини.
5. **Специјален отпад:** Отпад што содржи опасни компоненти и бара посебно отстранување (на пр. боја, батерии, медицински отпад).
6. **Земјоделски отпад:** Органски отпад, ѓубрива и животински отпад од земјоделски активности.

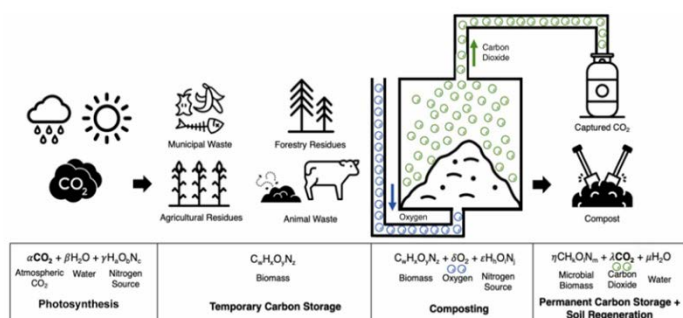
6.6.3.1. Системи за управување со отпад

Управувањето со отпад може да се разликува во зависност од животните навики на општеството и географските карактеристики на регионот. Сепак, главната цел е отпадот да се отстрани без да се наштети на животната средина и да се користи повторно колку што е можно повеќе. За ова, се применуваат различни ^{методи}¹⁴²:

1. **Намалување на отпадот:** Влијанието врз животната средина и трошоците се намалуваат со преземање мерки за спречување на создавањето отпад уште од самиот почеток.
2. **Рециклирање:** Се обезбедува материјали како што се пластика, стакло, метал, хартија да се одделат и рециклираат.
3. **Рециклирање на отпад: Претворање на отпадот во различен извор на енергија со биолошки, хемиски или физички методи (на пр. производство на биогаз).**

4. **Рециклирање:** Овозможување на отпадот за повторна употреба преку подложување на некои процеси.
5. **Депонија: Контролирано** закопување на нерестиран отпад во приватни простории.

6.6.3.2. Компостирање



Компостирањето е еколошки метод на рециклирање кој го разградува биолошкиот отпад преку природни процеси и го прави корисен за почвата ¹⁴³. Во овој процес, органскиот отпад се разградува од микроорганизми под аеробни услови и се претвора во супстанца наречена хумус, богата со

растителни хранливи материи.

Го намалува количеството отпад и го олеснува товарот на депониите.
 Ја зголемува плодноста на почвата и ја задоволува потребата од природни ѓубрива.
 Нуди алтернатива што не ѝ штети на животната средина со намалување на употребата на хемиски ѓубрива.

Процесот на компостирање обично се одвива во четири фази:

1. Почетна фаза (1-3 дена):

Микроорганизмите почнуваат да го разградуваат органскиот отпад.
 Температурата брзо се зголемува.

2. Фаза на високо распаѓање (10-100 дена):

Комплексните компоненти како што се масните, целулозата и лигнинот се разградуваат.
 Температурата надминува 40°C и штетните микроорганизми се уништуваат во процесот.

3. Фаза на стабилизација (10-100 дена):

Распаѓањето се забавува, температурата почнува да опаѓа.
 Органските соединенија се трансформираат во поедноставни форми.

4. Фаза на созревање (1-6 месеци):

Компостот станува целосно стабилен и подготвен за употреба.
 Може да се користи во земјоделството и хортикултурата како хранлив омекнувач на почвата.

Правилното компостирање станува поефикасно со одржување на рамнотежа помеѓу влага, кислород и јаглерод-азот. Производството на природни ѓубрива може лесно да се спроведе со користење на биолошки материјали како што се домашниот органски отпад, отпадот од парковите и градините.



6.7. Биогорива

Биогоривата се обновливи горива добиени од биолошки извори ¹⁴⁴. За разлика од фосилните горива како што се нафтата, јагленот и природниот гас, биогоривата се одржливи извори на енергија и се помалку нарушувачки за јаглеродниот циклус ¹⁴⁵.

Биогоривата се поделени во три групи според нивната физичка состојба: цврста, гасовита и течна:

- **Цврсти биогорива:** брикети, пелети, биојаглен, јаглен.
- **Гасни биогорива:** сингаза, биогаз, биовод.
- **Течни биогорива:** Биодизел, биоетанол, биометанол, биодиметилетер, биомасло.

Биогоривата се поделени во четири генерации според нивните производствени процеси и извори на сировини ¹⁴⁶:

1. Биогорива од прва генерација (2000-2010)

- Се произведува од земјоделски производи што се пренесуваат преку храна (пченка, шеќерна трска, соја итн.).
- Вклучува горива како што се биодизел и биоетанол.
- Може да се користи во постојните мотори, но е критикуван поради неговото влијание врз снабдувањето со храна.

2. Биогорива од втора генерација (2010-2030)

- Се произведува од непрехранбени извори на биомаса (земјоделски и шумски отпад, дрвенести растенија).
- Горива како што се биодизелот и биоетанолот се добиваат со користење на лигноцелулозна биомаса.
- Поповолно е во однос на одржливоста, но трошоците за производство се високи.

3. Биогорива од трета генерација (2030 и понатаму)

- Се произведува од алги и генетски подобрени растенија.
- Нуди повисоки приноси и има помало влијание врз производството на храна.
- За негово производство се потребни напредни биотехнолошки методи.

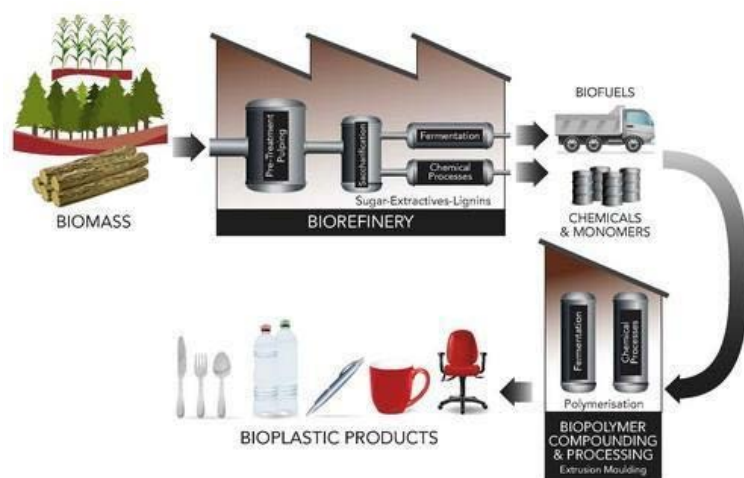
4. Биогорива од четврта генерација (2030 и понатаму)

- Тие се познати како јаглеродно негативни биогорива.
- Се произведува со употреба на генетски модифицирани микроорганизми.
- Влијанијата врз животната средина се минимизираат со технологиите за зафаќање и складирање на јаглерод (CCS).

Биогоривата имаат пониски емисии на јаглерод во споредба со фосилните горива и нудат одржливо енергетско решение бидејќи се произведуваат од обновливи извори. Покрај тоа, ја намалуваат зависноста од увезени горива преку зголемување на енергетската

независност и позитивно придонесуваат за земјоделството и руралниот развој. Сепак, ефектите од биогоривата врз производството на храна се контроверзни, а широката употреба на овие горива зависи од развојот на модели на одржливо производство. Главните предизвици за широката употреба на биогоривата се повисоките трошоци за производство од фосилните горива, потребата од земање предвид на влијанијата врз животната средина, како што се биодиверзитетот и користењето на земјиштето, како и високите технолошки инвестиции и барањата за инфраструктура. Поради оваа причина, од големо значење е да се обликуваат енергетските политики со фокус на одржливоста, со цел биогоривата да бидат ефикасен алтернативен извор на енергија на долг рок.

6.7.1. Технологија на биорафинерија



Технологиите на биорафинеријата вклучуваат методи што обезбедуваат одржливост и ефикасно користење на обновливи извори на енергија во процесот на производство на биогорива¹⁴⁷. Биорафинериите, кои се слични на рафинериите за нафта во однос на нивната основна структура, се разликуваат од традиционалните рафинерии

по тоа што користат биомаса како сировина и работат под поблаги услови. На овој начин, производството се постигнува со помала потрошувачка на енергија, се спречува формирање на цврст отпад и значително се намалува количината на отпадни води¹⁴⁷.

Се базираат на модел кој поддржува производство на биогорива, биоенергија и биоматеријали преку интеграција со земјоделските претпријатија¹⁴⁸. Клучните компоненти на овој модел^{се147}:

- **Земјоделско производство:** Одгледување на енергетски култури и обезбедување ресурси на биомаса.
- **Логистика:** Создавање соодветни логистички системи за собирање, транспорт и преработка на сировини.
- **Берба и управување со отпад:** Собирање и евалуација на растителни отпадоци.
- **Згуснување и складирање:** Претходна обработка на сировината за да биде погодна за процесот на преработка.
- **Процеси на обработка во биорафинерија:** Претворање на биомасата во гориво и други биоматеријали преку хемиски и биохемиски процеси на конверзија.
- **Складирање и дистрибуција на производи:** Дистрибуција на добиеното биогориво, енергија и други нуспроизводи.
- **Евалуација на нуспроизводи:** Складирање и дистрибуција на добиточна храна и ѓубриво генерирано во процесот на биорафинерија.

За да бидат биорафинериите економски одржливи, потребно е да се оптимизираат логистичките процеси и да се намалат трошоците за транспорт и складирање на сировини.

Биорафинериите ја трансформираат биомасата во различни производи како што се биогорива, биохемикалии и биоматеријали, подложувајќи ги низ различни физички, хемиски и биохемиски процеси на трансформација. Во овие процеси, од големо значење е биорафинериите да бидат флексибилни и да имаат способност да преработуваат различни сировини. Како и кај рафинериите за нафта, фактот дека биорафинериите имаат различни сировини ја зголемува отпорноста на економските флукутации, обезбедувајќи континуитет во производството.

Фактот дека биорафинериите не се ограничени само на производство на биогорива, туку вклучуваат и когенеративни апликации како што се производство на електрична енергија и топлина е важен фактор што ја зголемува ефикасноста. Овој интегриран пристап го поддржува развојот на секторот за биогорива и овозможува производството на енергија да стане поодржливо.

6.7.2. Технологијата на биогорива во светот

Меѓу најшироко користените биогорива во светот се биоетанолот, биодизелот и биогазот. Еден од најуспешните примери за производство и употреба на биогорива е Бразил¹⁴⁹. Од нафтената криза во 1970-тите, Бразил користи етанол како течно биогориво за транспорт. Производството на биогаз е широко распространето низ целиот свет, со мали постројки во Индија и Кина, како и средни и големи постројки во Европа. САД, од друга страна, ја претвораат биомасата во енергија и ја користат во производство на електрична енергија.

Примени на биогорива

- **Данска** : Цврстите биогорива, особено дрвени брикети и пелети, се произведуваат од увезено дрво.
- **Финска** : Со зголемување на употребата на биомаса, таа задоволува 25% од својата потрошувачка на енергија од биомаса.
- **Франција** : Дрвото и индустрискиот отпад се користат како извори на биомаса и се користат во производството на енергија.
- **Холандија** : Постои голема количина на дрвен отпад, кој се претвора во пелети и се извезува во Шведска, Германија и Белгија.
- **Шпанија** : Отпадот од земјоделското производство се користи во производството на биогорива.
- **Шведска** : Нуспроизводи од шумската индустрија, енергетски култури и слама се користат во производството на биогорива. Земјата задоволува 16% од своите енергетски потреби од биогорива.
- **Канада** : Целта е да обезбеди 50% од својата потрошувачка на енергија од енергетско шумарство до 2050 година. САД и Канада планираат проекти за

енергетско шумарство со брзорастечки видови дрвја без да се мешаат во производството на храна.

- **Ирска** : Енергетското шумарство се разгледува во тресетиштата.

Во прогнозниот период 2024-2031 година се предвидува сложена годишна стапка на раст (CAGR) од 9,55%. Во 2023 година, индустријата за биогорива вработувала 16.599 луѓе. Во периодот 2023-2024 година, извозот на етанол од САД достигна рекордни 6,6 милијарди литри (1,75 милијарди галони). Во овој период, Канада беше најголемиот увозник, сочинувајќи 37% од извозот на етанол од САД. Европа посветува поголемо внимание на производството на биодизел. Ова е директно поврзано со географската структура на континентот и карактеристиките на одгледуваните земјоделски производи. Додека производството на етанол е пораспространето на глобално ниво, производството на биодизел се зголеми со побрзо темпо во последните години.

6.7.3 Технологија на биогорива во земјите-партнери

6.7.3.1. Технологија на биогориво во Турција

Турција има значаен потенцијал во производството на обновлива енергија со своите богати ресурси на биомаса. Биомасата добиена од земјоделство, шумарство и животински отпад се користи за производство на енергија. Од 2024 година, вкупниот инсталиран капацитет на електрична енергија во Турција достигна 115.353 мегавати, од кои 59% беа обезбедени од обновливи извори на енергија. Инсталираниот капацитет на електраните на биомаса достигна 2.125 мегавати, што претставува 1,8% од вкупните¹⁵⁰. Производството на биоетанол е на дневен ред во Турција во различни периоди од 1930-тите. Постојат законски прописи во Турција кои ја поттикнуваат употребата на биоетанол и биодизел.

6.7.3.2. Технологија на биогорива во Грција

Грција има значаен потенцијал за производство на биогорива, поткрепен од нејзините богати земјоделски и шумски ресурси¹⁵¹. Биомасата од остатоци од култури, шумски нуспроизводи и органски отпад игра централна улога во производството на биогорива, позиционирајќи ја Грција добро за зголемување на нејзиниот капацитет за обновлива енергија. Според извештаите од Министерството за животна средина и енергетика, ресурсите на биомаса во Грција, вклучувајќи го отпадот од мелниците за маслиново масло и земјоделските остатоци, имаат значителен потенцијал за производство на биогорива. Од 2023 година, инсталираниот капацитет за биоенергија на Грција, кој вклучува биогорива, надминува 800 мегавати, што значително придонесува за производството на обновлива енергија во земјата.

Примарните биогорива произведени во Грција се биоетанол и биодизел, и двата добиени од домашни земјоделски производи како што се пченица, пченка и репка. Производството на биоетанол е клучен сектор во Грција од почетокот на 2000-тите. Неколку постројки за биоетанол се наоѓаат во земјоделски региони, каде што биоетанол се произведува од житарки и други култури. Овие постројки играат клучна улога во задоволувањето на енергетските потреби на Грција и намалувањето на емисиите на стакленички гасови. Грција, исто така, забележа раст во секторот за биодизел,

произведувајќи биодизел од земјоделски отпад, особено остатоци од мелници за маслиново масло, нуспроизвод на големата грчка индустрија за маслиново масло. Во функција се повеќе постројки за производство на биодизел, кои произведуваат гориво и за домашна потрошувачка и за извоз. Овие биогорива често се користат како адитиви во горивата за транспорт, помагајќи да се намали јаглеродниот отпечаток на транспортниот сектор. Грчката влада имплементираше различни политики за поддршка на производството на биогорива, вклучувајќи субвенции и даночни ослободувања за биогорива добиени од домашни земјоделски производи. Мешавините од биоетанол и биодизел се задолжителни за употреба во транспортниот сектор, со специфични проценти утврдени за вклучување во бензинските и дизел горивата. Сепак, секторот за биогорива се соочува со предизвици, особено високи трошоци за производство и зависност од владини субвенции. Покрај тоа, конкуренцијата со други обновливи извори на енергија, како што се сончевата и ветерната енергија, понекогаш го забавува растот на производството на биогорива.

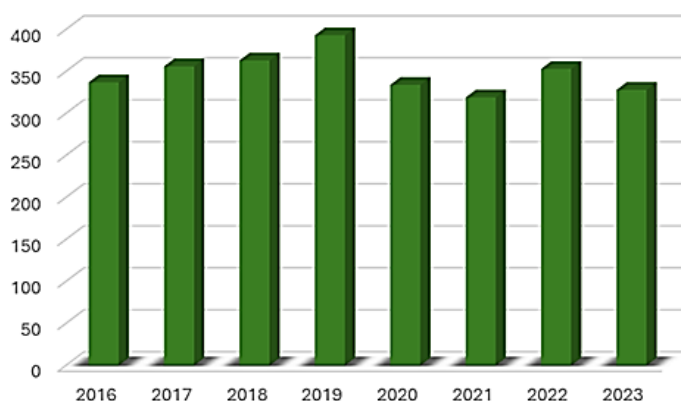
Гледано напред, Грција има за цел да го прошири својот капацитет за производство на биогорива за да ги исполни целите на Европската Унија за обновлива енергија. Земјата има намера дополнително да го развие својот сектор за биогорива со користење на земјоделското производство за производство на почисти, поодржливи горива, намалувајќи ја зависноста од фосилни горива. Се очекува биогоривата да останат клучен дел од стратегијата на Грција за обновлива енергија, придонесувајќи кон целите на земјата за енергетска безбедност и заштита на животната средина.

6.7.3.3. Технологија на биогорива во Португалија

Португалија покажа силна посветеност на енергетската транзиција, при што биогоривата играат клучна улога во овој процес. Во согласност со целите на Европската Унија, земјата инвестираше во производство и употреба на биогорива за намалување на емисиите на стакленички гасови и диверзификација на изворите на енергија. Биодизелот останува најшироко користеното биогориво, првенствено произведено од растителни масла како што се репка и соја, како и од зголемена количина на употребено масло за готвење (УЦО). Поттикнувањето на употребата на УЦО ја поддржува циркуларната економија и ја намалува зависноста од увезени сировини, додека мешањето на биодизелот во дизелот е од суштинско значење за исполнување на целите за обновлива енергија во транспортот. Биоетанолот, произведен од биомаса богата со шеќер како што се репка и пченка, игра помала улога, но има потенцијал за раст преку истражување и нови технологии. Дополнително, производството на биогас од органски отпад - како што се земјоделски остатоци, урбан отпад и талог од постројки за третман на отпадни води - доби на важност, придонесувајќи за производство на електрична енергија и топлина и има потенцијал за вбригување во мрежата за природен гас. Португалија, исто така, учествува во европските иницијативи за развој на био-авионско гориво, ветувачка алтернатива за одржливо воздухопловство.

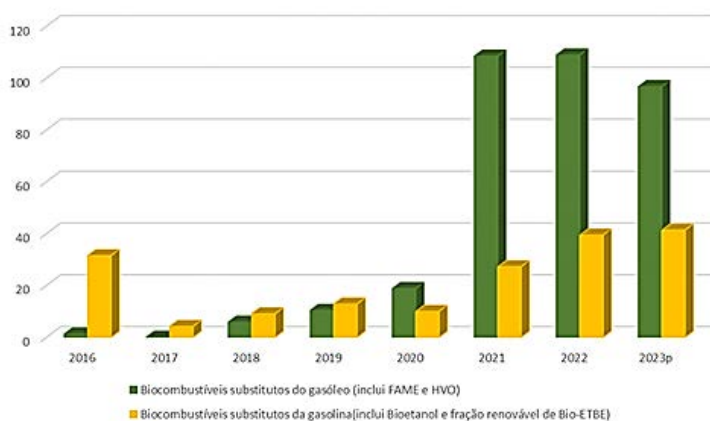
Политиките на Португалија за биогорива се усогласуваат со директивите на ЕУ, особено со Националниот план за енергија и клима 2030 (PNEC 2030), кој поставува амбициозни цели за вклучување на биогорива во транспортот. Владата активно го промовираше собирањето и преработката на неупотребливо масло (UCO) и неодамна го одобри

Акцискиот план за биометан 2024-2040 (PAB). Овој стратешки план се фокусира на создавање и консолидирање на пазар на биометан за намалување на емисиите на стакленички гасови и поддршка на економската декарбонизација преку искористување на локалните ресурси и намалување на зависноста од увезен природен гас. Производството на биодизел (FAME) останува главен фокус на индустријата за биогорива во Португалија, со значително зголемување на употребата на неупотребливо масло. Податоците од DGEG укажуваат на континуиран пораст на националното производство на биогорива, додека увозот на биогорива, исто така, порасна, што одразува зголемена побарувачка и потреба за дополнување на домашното производство. Следната слика ја покажува еволуцијата на вкупното производство на биогорива (FAME и HVO) помеѓу 2016 и 2023 година:



Слика 112: Еволуција на националното производство на биогорива помеѓу 2016-2023 година (во ктони)

Од 2021 година па наваму, имаше значително зголемување на увозот на биогорива во споредба со претходните години. Податоците од 2016 до 2023 година го покажуваат овој тренд на раст, иако вредностите за 2023 година се сè уште привремени.



Слика 113: Еволуција на увозот на биогорива помеѓу 2016-2023 година (во ктони).

Секторот за биогорива во Португалија се соочува со неколку предизвици, вклучувајќи намалување на зависноста од увезени сировини, минимизирање на влијанието врз животната средина од производството на енергетски култури и развој на инфраструктура за биогас и биогориво за авиони. Сепак, постојат и значајни можности, како што се проширување на употребата на напредни биогорива добиени од отпад и нехранлива биомаса, инвестирање во биогас и зелен водород и поттикнување на соработката меѓу

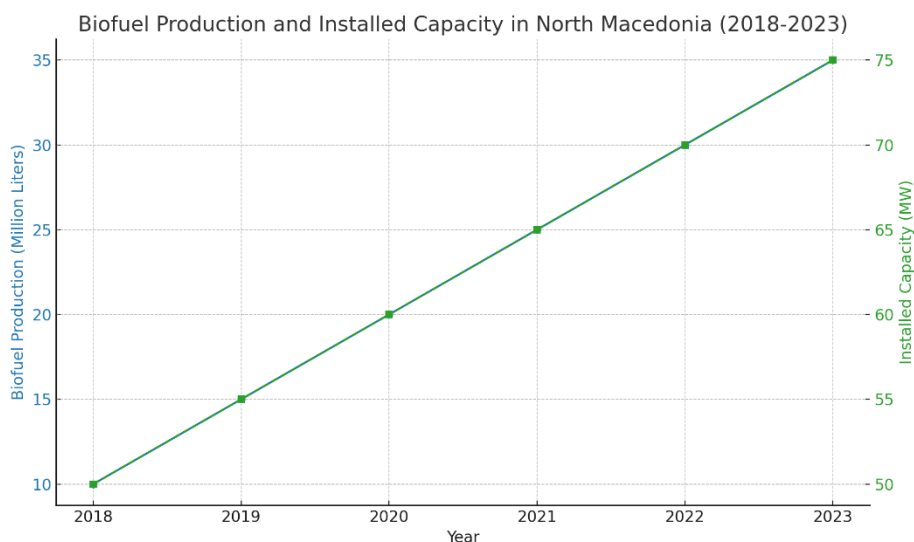
универзитетите, истражувачките центри и индустријата. Неодамна одобрениот Акционен план за биометан 2024-2040 (РАВ) дополнително создава нови можности со промовирање на инфраструктурата за биометан, поттикнување на иновативни бизнис модели и зајакнување на циркуларната економија.

Националната стратегија за биогорива (ЕНГ) дава клучни насоки за секторот, нагласувајќи ја одржливоста и иновациите. Истражувачките и развојните напори истражуваат алтернативни сировини, како што се алгите и шумските остатоци, за подобрување на производството на биогорива. Дополнително, зголемувањето на еколошката свест кај потрошувачите доведе до поголема побарувачка за биогорива, што дополнително го поттикнува растот на секторот.

6.7.3.4. Технологија на биогорива во Северна Македонија

Северна Македонија започна со истражување на обновливи извори на енергија, вклучително и биогорива, за диверзификација на својот енергетски микс и подобрување на одржливоста¹⁵². Сепак, од 2020 година, земјата не пријави производство на биогорива и биотечности, што укажува дека овој сектор е сè уште во рана фаза. И покрај неразвиеноста на биогоривата, Северна Македонија постигна значителен напредок во биоенергијата, особено преку проекти за биогаз. Клучен пример е биогазната централа од 2 MW во Лозово, која започна со работа во декември 2022 година. Овој објект, опремен со два MWM TCG 2020 V12 бензински мотори, снабдува електрична енергија за приближно 4.000 домаќинства, што претставува значаен чекор напред во напорите на земјата да прифати одржливо производство на енергија.

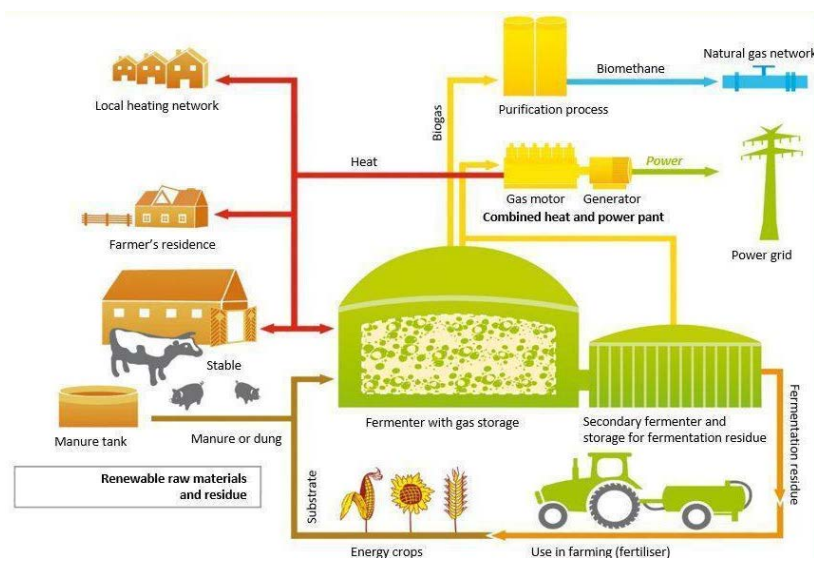
Снабдувањето со енергија на Северна Македонија останува во голема мера зависно од фосилните горива, при што нафтата и јагленот сочинуваат 45% и 32% од вкупното снабдување со енергија, соодветно, во 2022 година. Оваа зависност ја истакнува итната потреба од диверзификација преку обновливи извори на енергија. Иако производството на биогорива е сè уште недоволно развиено, земјата поседува изобилство ресурси на биомаса, како што се дрво од овошни дрвја и други земјоделски остатоци, кои нудат значителен потенцијал за идно производство на биоенергија. Во 2023 година, примарното производство на биомаса од овие извори беше забележано на 1.924 илјади тони нафтен еквивалент (ТОЕ). Со вистински инвестиции и поддршка, Северна Македонија може дополнително да ги развива своите сектори за биогорива и биомаса, создавајќи поразновиден, одржлив и отпорен енергетски систем.



Слика 114: Производството на биогорива и инсталираниот капацитет во Северна Македонија покажаа постојан раст, што го одразува постепено поместување на земјата кон обновлива енергија.

За понатамошно промовирање на биоенергијата, компании како SERVODAY воведуваат иновативни решенија за биомаса во Северна Македонија. Тие вклучуваат преносни единици за производство на пелети и напредни системи за напојување на котли на биомаса, со цел да се зголеми ефикасноста и флексибилноста на горивото во енергетскиот и производствениот сектор.

Иако технологијата за биогорива сè уште е во развој во Северна Македонија, развојот на биогазни постројки и искористувањето на ресурсите на биомаса укажуваат на растечка посветеност на обновливата енергија. Континуираните инвестиции и технолошките иновации се од суштинско значење за целосно искористување на потенцијалот на биогоривата и биоенергијата во енергетскиот пејзаж на земјата.



6.7.4. Технологија на биогаз

Биогасот е вид на гасовито биогориво кое е широко користено низ целиот свет ¹⁵³. Неговата главна предност е што сите видови органски отпад можат да се претворат во енергија. Отпадот што може да биде штетен за здравјето на луѓето и животната средина се претвора во биогаз со ферментација во средина

без кислород ¹⁵⁴.

Употреба на биогаз:

- Генерирање на топлина (на пр. во печки и системи за греење)
- Производство на електрична енергија (во мотори или когенеративни системи)
- Употреба како гориво (интегрирано во мотори на биогаз или системи за природен гас)

Покрај тоа, тињата генерирана за време на производството на биогаз може да се користи како ѓубриво во земјоделското производство.

Биогасни постројки:

- Малите постројки се вообичаени во Азија, а производството на ферментирани ѓубрива од животински и растителен отпад често е во преден план.
- Во Европа се претпочитаат објекти со средна и голема големина, а нивната цел е да се отстрани домашниот, индустрискиот и земјоделскиот отпад и да се претвори во енергија.

6.7.4.1. Производство на биогаз

Органскиот отпад се користи за производство на биогаз. Ова се ¹⁵⁴:

- Животинско ѓубриво (говеда, овци, живина)
- Отпад од растително производство
- Отпад од шумската и хартиената индустрија
- Отпад од текстилната индустрија
- Отпад од прехранбената индустрија (млеко, квасец, чоколадо, производство на пијалоци итн.)
- Земјоделски индустриски отпад (фабрики за нафта, шеќер, итн.)
- Градски цврст отпад
- Канализационен отпад

Енергетските култури и алгите исто така можат да се искористат за високоефикасно производство на биогаз.

Биогасот е запалива гасна смеса добиена со разградување на органски отпад од страна на микроорганизми во средина без кислород. Во процесот ¹⁵⁴:

Метан (CH_4): Тој е најважната компонента на биогазот и претставува негов извор на енергија.

Јаглерод диоксид (CO_2): Тоа е природен нуспроизвод од процесот.

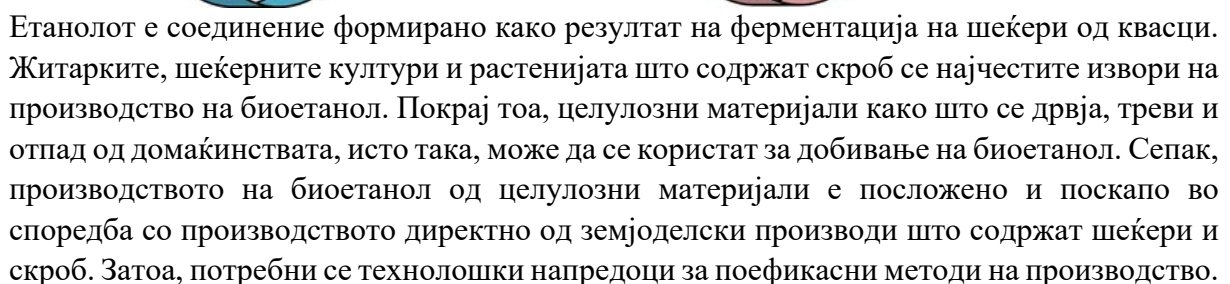
Водород сулфид (H_2S) и азот (N_2): Може да бидат присутни во мали количини во зависност од видот на отпадот.



Содржината на метан ја одредува енергетската вредност на биогазот. Сепак, метанот не може да се втечнува при низок притисок како ЛПГ; потребен е притисок од 280-350 бари за да се втечни.

- Вид и состав на отпад (животински, растителен, домашен, итн.)
- Количината на туѓа материја (земја, камен, метал итн.)
- Големина на честички (помалите парчиња ферментираат побрзо)
- Содржина на влага и содржина на органска материја
- Дизајн на генератор (реактор) (волумен, изолација, системи за мешање и греење)
- Температура на ферментација и pH рамнотежа

Биоетанолот е гориво од биолошко потекло кое е развиено поради намалувањето на фосилните горива и потребата од намалување на емисиите на стакленички гасови. Тој е најшироко користеното биогориво во светот и се користи како алтернативно моторно гориво, особено измешано со бензин ¹⁵⁵.



За да се спречи овој проблем, треба да се користат алтернативни извори во производството на биоетанол наместо земјоделски производи со прехранбена вредност.

Тие вклучуваат лигноцелулозни растенија без прехранбена вредност и земјоделски остатоци (неискористени делови како што се стебла, корења). На тој начин, може да се задоволат и енергетските потреби и да се заштити безбедноста на храната.

6.7.6. Употреба на биоетанол

Биоетанолот може да се оцени на различни начини во различни енергетски системи ¹⁵⁶:

- Може да се користи директно како алтернативно моторно гориво.
- Може да дејствува како додаток на гориво со мешање со бензин во одредени пропорции.
- Може да се користи како извор на енергија во горивни ќелии.
- Може да се користи како суровина во производството на биодизел.

Мешавини од биоетанол за бензин и дизел

Видови горива што содржат биоетанол во различни пропорции се користат низ целиот свет:

Бензин со додаден алкохол (содржи до 5% алкохол).

Гасохол (мешавина од 10% етанол, 90% бензин).

E85 (мешавина што содржи 85% етанол, 15% бензин).

E-дизел (дизел што содржи до 15% етанол).



Предности

Меѓу важните предности на биоетанолот се следните:

- Тоа е одржливо гориво бидејќи се произведува од обновливи извори.
- Придонесува за енергетската безбедност преку намалување на зависноста од нафта.
- Нуди еколошка опција со намалување на емисиите на стакленички гасови.
- Со зголемување на октанскиот број, се помага горивото да согорува поефикасно и почисто.
- Ги подобрува перформансите на моторот и не

штети на природата благодарение на неговата биоразградливост.

6.7.6.1 Производство на биоетанол

Производството на биоетанол се врши со поминување на лигноцелулозната биомаса низ одредени фази. Овој процес се состои од четири основни чекори. Првиот чекор е одвојување на лигнинот, хемицелулозата и целулозата со претходна обработка на биомасата. Оваа фаза вклучува разградување на биомасата за да се направи процесот на хидролиза поефикасен. Во вториот чекор, целулозата и хемицелулозата се разградуваат во мономерни шеќери со ензими или хемиски методи. Во третата фаза, добиените шеќери се ферментираат со помош на микроорганизми како што е квасецот и се

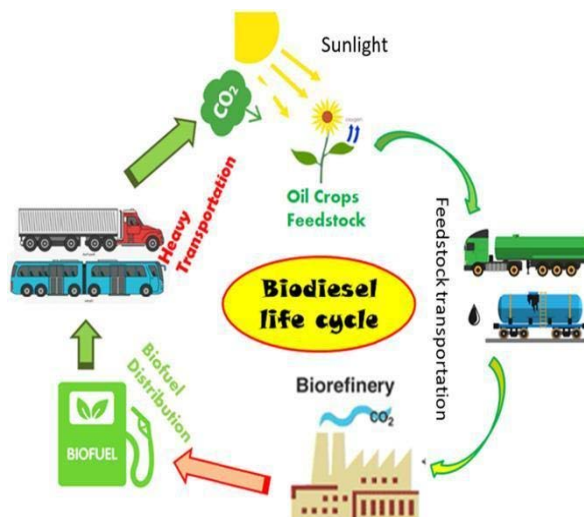
претвораат во етанол. Во последната фаза, етанолот се кондензира со процеси на дестилација и прочистување¹⁵⁷.

Кај биомасата што се користи во производството на етанол, фазата на претходна обработка е многу важна. Оваа фаза вклучува чистење на биомасата, нејзино одвојување според нејзината големина и нејзино полесно достапно во биохемиските процеси што се одвиваат. Механичките и физичките процеси што се применуваат за време на претходната обработка ја нарушуваат внатрешната структура на биомасата и го зголемуваат приносот на шеќер. Секој вид суровина (на пр., меко дрво, кочан од пченка или багаса) има потреба од различни методи на претходна обработка за да се постигнат оптимални приноси.

Во објектите каде што биоетанол се произведува од меласа и темен сируп, темниот сируп и меласата се внесуваат во резервоарот за ферментација заедно со квасецот. По завршувањето на процесот на ферментација, биоетанолот се добива со извршување на процеси на дестилација, ректификација (одводнување) и сепарација, соодветно.

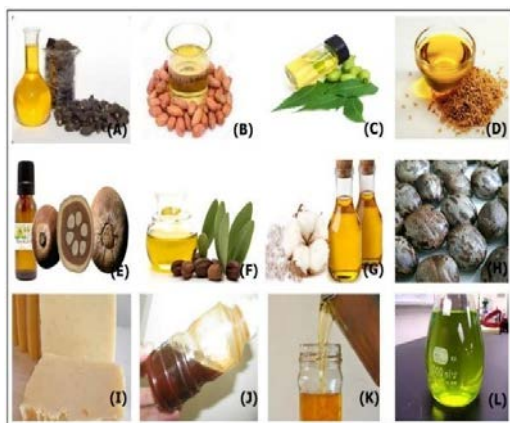
6.7.7. Технологија на биодизел

Биодизелот е чист и обновлив извор на енергија развиен како алтернатива на дизел горивата на база на нафта¹⁵⁸. Може да се користи директно или како додаток во дизел моторите. Комерцијализацијата на биодизелот во многу земји е поткрепена со подобрувања во квалитетот на производот и зголемено задоволство на клиентите¹⁵⁹. Производството и употребата на биодизел се регулирани со меѓународни стандарди како што се ASTM^{D6751} (Американско друштво за тестирање и материјали) и европскиот стандард EN 14214.



Слика 118: Животен циклус на биодизелот: Од раст на суровини до дистрибуција на биогорива¹⁵⁹.

6.7.7.1. Извори на нафта што се користат во производството на биодизел



Слика 119: Биодизелот може да се произведува од различни извори на нафта, вклучувајќи растителни масла, отпадни масла, животински масти и липиди базирани на алги. ¹⁶⁰.

Различни видови масло може да се користат за производство на биодизел ¹⁶⁰:

- **Растителни масла** : Земјоделски извори на масло како што се палмино, шафранско, семе од репка, соино.
- **Масла за обновување** : Нуспроизводи од индустријата за растителни масла (како што се сапунска маса, отпадно масло).
- **Урбани и индустриски отпадни масла** : Отпадни масла како што се кафеава маст и црна маст.
- **Животински масти** : Масти од животинско потекло, како што се лој, рибино масло и живинско масло.
- **Отпадни растителни масла** : Употребени масла за готвење (како што е жолта маст).

- **Алги** : Исто така е можно да се произведува биодизел од микроалги со висока содржина на масло.

Употребата на овие ресурси ја зголемува одржливоста на биодизелот и придонесува за искористување на отпадот.

Биодизелот може да се користи во мотори во чиста форма (B100) или измешан со дизел во одредени пропорции:

B5: Мешавина од 5% биодизел и 95% дизел.

B20: Мешавина од 20% биодизел и 80% дизел.

B50: Мешавина од 50% биодизел и 50% дизел.

B100: 100% биодизел е најчистиот вид биодизел што се користи без адитиви.

Мешавините од биодизел со низок сооднос (B5, B20) може да се користат во стандардни дизел возила без потреба од модификација на моторот, додека биодизелот со висок сооднос (B50, B100) може да бара адаптација на некои моторни системи.



Предности

Постојат многу придобивки од употребата на биодизел:

- Тоа е одржливо гориво бидејќи се произведува од обновливи извори.
- Ја намалува зависноста од горива добиени од нафта.
- Нуди еколошки свесна опција со драстично намалување на емисиите на јаглерод.
- Бидејќи не содржи сулфур, го намалува

испуштањето на штетни гасови.

- Има високо ниво на подмачкување на моторот и ги подобрува перформансите на моторот.
- Благодарение на високата точка на палење, овозможува безбеден транспорт и складирање.
- Биоразградлив е и нетоксичен, не штети на природата.
- Неговата калориска вредност е многу блиска до дизелот и нема значителна загуба во перформансите на моторот.
- Бидејќи има висок цетански број, овозможува поефикасно согорување.

6.7.7.2. Производство на биодизел

Еден од главните проблеми во производството на биодизел е високиот вискозитет на употребените масла¹⁶¹. Затоа, вискозитетот треба да се намали пред да може да се користи како моторно гориво. За да се постигне ова, на маслата се применуваат термички и хемиски третмани. При термичката обработка, што е наједноставниот метод, маслата се загреваат пред да се внесат во системот за гориво за да се намали нивниот вискозитет. Сепак, овој метод може да доведе до разни проблеми, особено кога се користи на мобилни уреди.

Хемиските третмани најчесто се претпочитаат за намалување на вискозитетот. Меѓу нив, најефикасниот и најчестиот метод е методот **на трансестерификација**¹⁶¹. Во овој процес, растителните или животинските масти реагираат со алкохол за да се добие биодизел и глицерин како нуспроизвод. Поедноставно кажано, маслата со големи

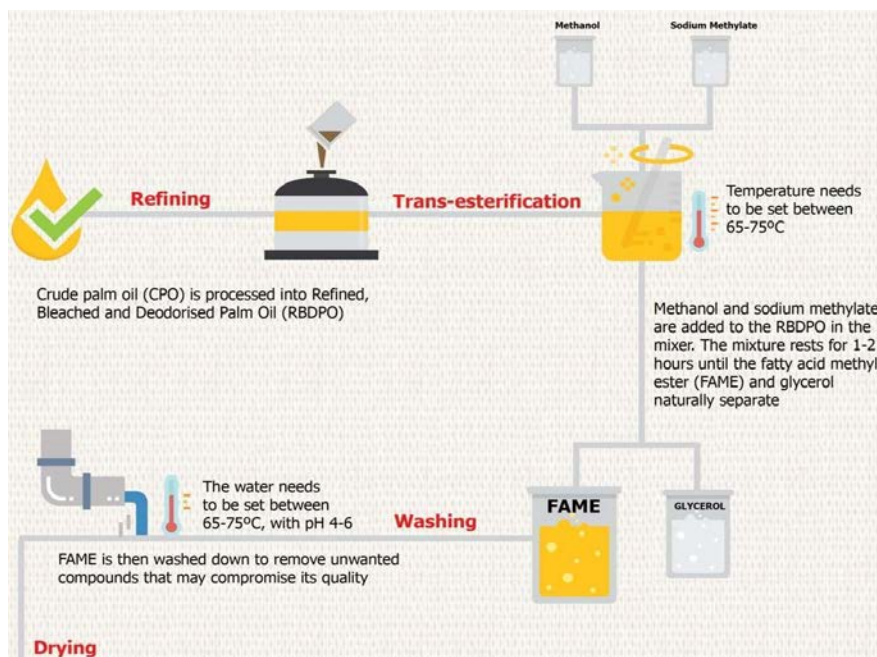


Figure 120: Biodiesel is produced via transesterification, where oils react with alcohol in the presence of a catalyst, followed by refining, washing, drying, and filtration to obtain fuel-grade biodiesel¹⁶².



- Времето на реакција е пократко.
- Киселите катализатори ги зголемуваат трошоците за производство бидејќи бараат специјални резервоари отпорни на киселина.

Основни фази на производство на биодизел од катализатор:

1. **Мешање на катализатор и алкохол**
Обично, како катализатор се користи натриум хидроксид (NaOH) или калиум хидроксид (KOH). Катализаторот се раствора во алкохол со помош на миксер и се подготвува за реакција.
2. **Реакција**
Подготвената смеса од катализатор и алкохол се внесува во реакторот со масло, кое е суровина за биодизел. Реакторот се држи затворен за да се спречи губење на алкохол. Температурата на реакцијата се одржува малку над точката на вриење на алкохолот (околу 70°C), а времето на обработка може да варира помеѓу 1 и 8 часа.
3. **Разделување**
Како резултат на реакцијата, се формираат два главни производи: биодизел и глицерин. Бидејќи глицеринот е погуст од биодизелот, тој може да се одвои со дејство на гравитацијата. Центрифугите може да се користат во некои постројки за да се обезбеди побрзо одвојување.

молекули реагираат со алкохоли со мали молекули за да се претворат во течна течност што може да се користи како моторно гориво¹⁶².

Во реакцијата на трансестерификација постојат различни опции за алкохол и катализатор. Метанолот и етанолот се најчесто користените алкохоли. Кисели, основни или ензимски катализатори може да се претпочитаат како катализатори. Сепак, основните катализатори обично се поповолни бидејќи¹⁶¹:

- Овозможува повисоки приноси.
- Помалку е корозивен.

4. **Отстранување на алкохол**

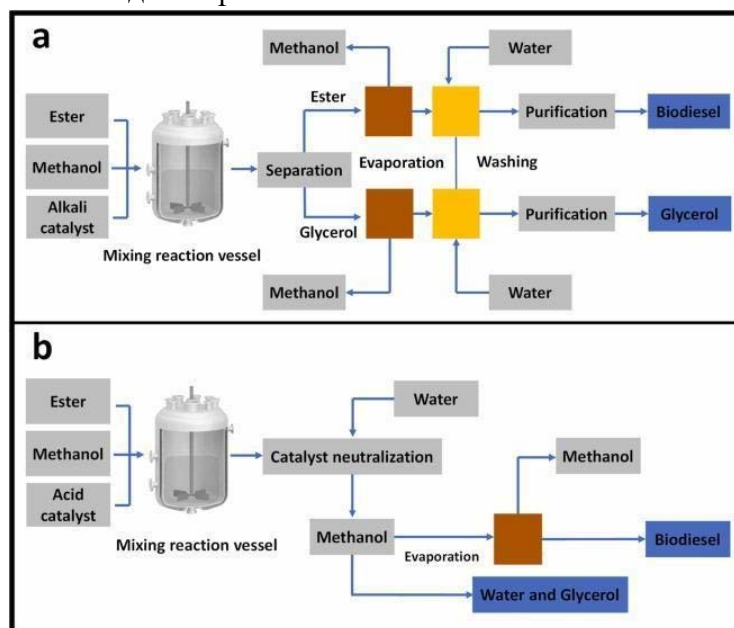
По одвојувањето на глицеринот и биодизелот, преостанатиот алкохол се отстранува со испарување (брза евапорација) или дестилација. Во некои системи, по оваа фаза, смесата се неутрализира, а крајните производи се третираат пред одвојувањето.

5. **Неутрализација на глицерин**

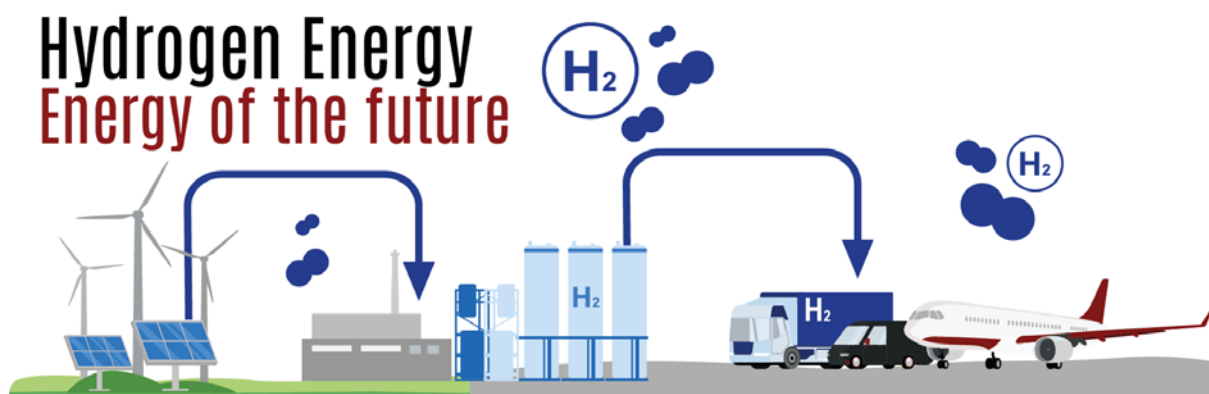
Содржи глицерин, кој е нуспроизвод, неискористен катализатор и сапун. Овие компоненти се неутрализираат со киселина и се складираат како суров глицерин. Солите формирани за време на неутрализацијата може да се остават во глицерин или да се обноват. Со процесот на прочистување, може да се добие глицерин со чистота од 80-88% и да се презентира во индустријата. Глицерин со чистота од 99% може да се произведе со примена на специјални процеси, кои можат да се користат во фармацевтската и козметичката индустрија.

6. **Перење и складирање на биодизел**

Биодизелот, одделен од глицеринот, се мие со топла вода и се суши за да се отстранат катализаторот и сапуните што остануваат во него. Крајниот производ е течност со светла килибарна боја и вискозитет близок до оној на дизел горивото. Во некои системи, безбоен биодизел може да се произведе со примена на дестилација во последната фаза¹⁶³.



6.8. Енергија на водород



Зборот водород е изведен од грчките зборови хидро, што значи „вода“ и гени, што значи „формирање“. Водородот е најлесниот и најзастапен елемент во универзумот .¹⁶⁴ Водородот се наоѓа во водата, растенијата, животните и во многу хемиски соединенија на Земјата. Сепак, во природата не се наоѓа во чиста форма. Иако се наоѓа во атмосферата во многу мала количина на гасовита форма, обично се наоѓа во комбинација со други елементи. Во природата, некои микроорганизми можат да произведат водород. Исто така, растенијата произведуваат кислород и јаглехидрати од светлина, вода и јаглерод диоксид преку фотосинтеза. Технолошки, водородот може да се произведе од извори како што се вода, биомаса и фосилни горива. Најеколошкиот метод е да се добие водород со разградување на молекулата на водата. Ако овој процес се прави со користење на обновливи извори на енергија како што се сончевата или енергијата на ветерот, водородот станува целосно чисто гориво. Водородот е безбоен, без мирис гас кој е 14 пати полесен од воздухот. Станува течен на многу ниски температури .¹⁶⁵ Се користи како ракетно гориво во истражувањето на вселената бидејќи е лесен и има висок капацитет за пренос на енергија. Водородот е многу хемиски активен и лесно се комбинира со други елементи. Кога реагира со кислород, се формира водена пареа и во процесот се ослободува голема количина на енергија. Затоа водородот се користи како чист и моќен извор на енергија.

Водородот може да се користи за генерирање енергија во мотори со внатрешно согорување или горивни ќелии. Тој не ја загадува животната средина, бидејќи како резултат на согорувањето се формира само водена пареа. Водородот може да се претвори директно во електрична енергија. Горивните ќелии што го обезбедуваат ова им овозможуваат на водородот и кислородот хемиски да реагираат за да произведат електрична енергија. Овој систем се користи во автомобилски мотори, домашни енергетски системи и вселенски летала. Водородот се смета за еколошко гориво бидејќи не испушта јаглерод како резултат на согорувањето. Денес, кога се користат фосилни горива, јаглерод диоксид (CO_2) и штетни гасови се ослободуваат во атмосферата, што доведува до климатски промени и загадување на воздухот. Додека, водородот се нарекува зелена енергија бидејќи произведува само вода. Ако наместо фосилни горива во производството на водород се користи сончева, ветерна или водена енергија, тој може да стане одржлив и чист извор на енергија за светот. Денес, нашите енергетски потреби во голема мера се задоволуваат од фосилни горива како што се јаглен, нафта и природен

гас. Сепак, овие ресурси се ограничени и ѝ штетат на животната средина. Затоа научниците сметаат дека водородот би можел да биде главен извор на енергија во иднина. Водородот нуди голема предност бидејќи може да се произведува од сеприсутна вода. Циклусот на водород функционира со разложување на водата на водород и кислород за да се произведе енергија, а потоа тој водород повторно да се претвори во вода. Овој процес е еден од најчистите начини за производство на енергија без да се наштети на природата.

Во иднина, транзицијата кон енергетски систем без јаглерод може да се постигне со поширока употреба на водородна енергија. Ова значи почист воздух, одржлива енергија и помала зависност од фосилни горива.

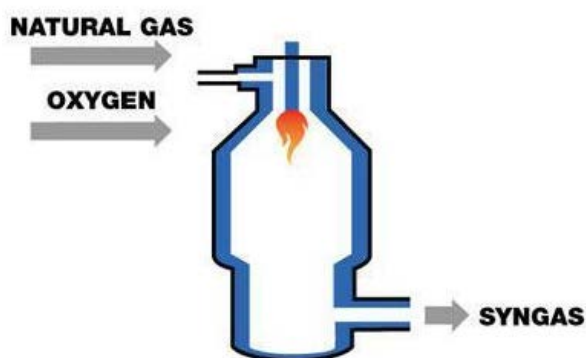


6.8.1. Производство на водород

Водородот не се наоѓа во чиста форма во природата, па затоа мора да се користи енергија за да се добие. Изворите на енергија што се користат во производството на водород можат да бидат фосилни горива (јаглен, нафта, природен гас), нуклеарна енергија и обновливи извори на енергија (сончева, ветер, биомаса, вода, геотермална енергија, енергија на бранови и плима и осека). Користејќи ги овие извори, производството на водород се врши со различни методи ¹⁶⁶.

За производство на водород се користат хемиски, термохемиски и електрохемиски методи. Денес, најшироко користени методи се техниките што овозможуваат добивање на водород од фосилни горива. Сепак, методите поддржани од обновлива енергија кои не ѝ штетат на животната средина, исто така, добиваат сè поголемо внимание.

PARTIAL OXIDATION



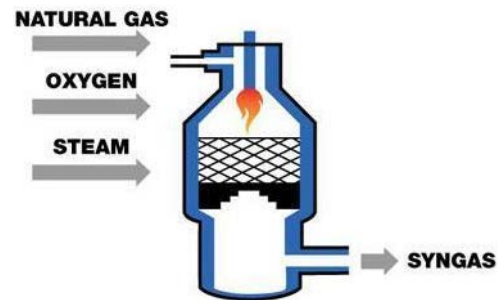
1. Оксидациски оксид (POX – делумна оксидација)

Во овој метод, јаглеводородите (на пр., природниот гас) реагираат со мали количини на кислород за да формираат водород, јаглерод моноксид и други гасови. Процесот се одвива на многу високи температури и обично не бара катализатор. Некои од произведените гасови се согоруваат за време на процесот, обезбедувајќи континуитет на системот ¹⁶⁶

2. Авто-термичко реформирање (ATR)

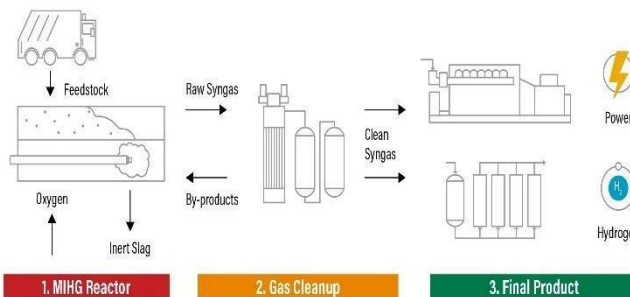
Овој метод произведува водород со комбинирање на реакции што бараат топлина (ендотермни) и реакции што ослободуваат топлина (егзотермни) ¹⁶⁷. Создава поефикасен процес на производство со тоа што дозволува спонтано загревање на околината. ATR е еден од методите што обезбедува високи приноси во производството на водород.

AUTOTHERMAL REFORMING



3. Гасификација

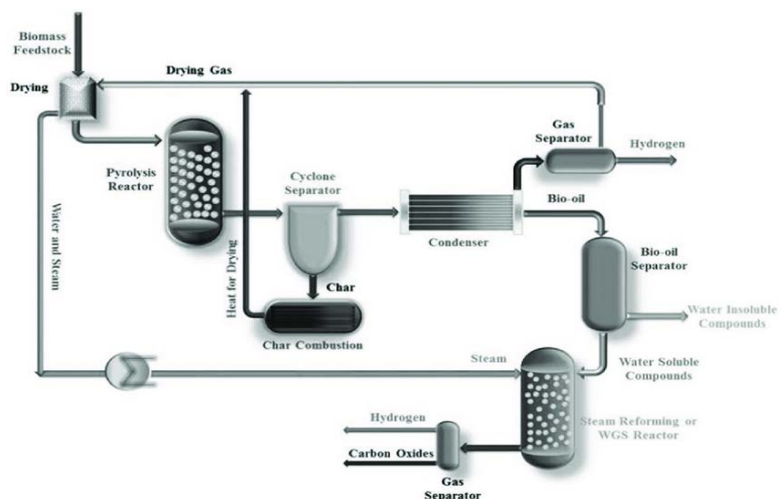
Гасификацијата произведува водород со преработка на супстанции како што се јаглен или биомаса под висока температура и притисок ¹⁶⁸. За време на овој процес, се ослободуваат гасови како што се водород, јаглерод моноксид и метан. Доколку се користи

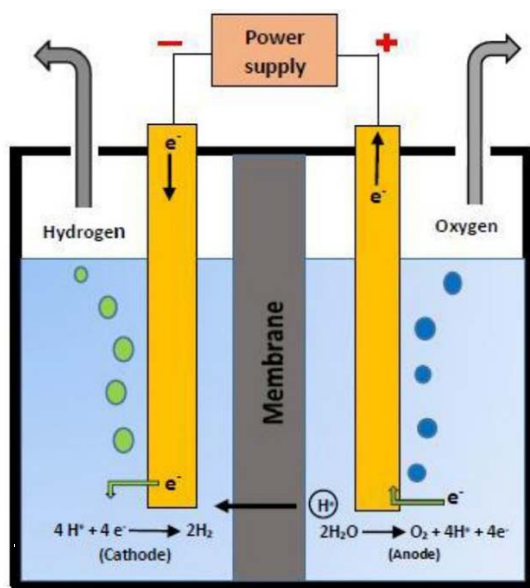


биомаса, важно е да се отстрани влагата за да се зголемат приносите.

4. Пиролиза

Пиролизата овозможува добивање на водород со разградување на органски супстанции со нивно изложување на високи температури во средина без кислород и вода. Генерално се користи за евалуација на органски отпад и се одвива на ниски температури ¹⁶⁹.



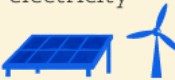


5. Електролиза

Електролизата е процес на разделување на молекулите на вода на водород и кислород со употреба на електрична струја¹⁷⁰. Овој метод станува еколошки и одржлив метод за производство на водород, особено кога се комбинира со обновливи извори на енергија како што се сончевата и ветерот. Водородот произведен со електролиза е чист и безјаглероден извор на енергија.

6.8.2. Зелен водород

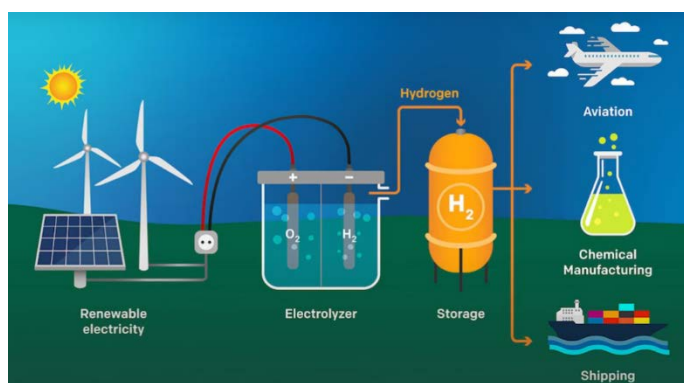
Зелениот водород е вид на водород кој се произведува со обновливи извори на енергија без да се наштети на животната средина. Ова е многу поеколошки во споредба со фосилните горива, бидејќи нема емисии на јаглерод за време на производството. Обновливи извори на енергија како што се сончевата енергија, енергијата на ветерот и биомасата се користат за производство на зелен водород¹⁷¹.

	Gray Hydrogen	Blue Hydrogen	Turquoise Hydrogen	Green Hydrogen
Process	Steam methane reforming or gasification	Steam methane reforming or gasification with carbon capture (85-95%)	Pyrolysis	Electrolysis
Source	Natural gas or coal 	Natural gas or coal 	Natural Gas 	Renewable electricity 
Product	H_2 & CO_2	H_2 & CO_2	H_2 & C (solid)	H_2 & O_2

Четири главни извори на енергија играат улога во производството на зелен водород:

1. **Топлинска енергија** – Може да се добие од фосилни горива или обновливи извори на енергија.
2. **Електрична енергија** – Се користи во процесот на електролиза преку обезбедување од извори како што се сончеви панели и ветерни турбини.
3. **Фотонска енергија** – Се користи за производство на водород директно од сончева светлина.
4. **Биохемиска енергија** – Органските супстанции можат да произведуваат водород преку природни процеси.

6.8.2.1. Производство на водород од сончева енергија



Постојат четири основни методи за производство на водород со користење на сончева енергија: фотоволтаична, топлинска енергија, фотоелектролиза и биофотолиза. Сончевата енергија може да се користи во производството на водород со негово претворање во електрична енергија или топлина преку различни системи ¹⁷².

Фотоволтаичните системи произведуваат водород со електролиза на водата со директно претворање на сончевата светлина во електрична енергија. Сончевите колектори и системите со концентрирана сончева енергија (CSP), од друга страна, помагаат да се добие водород преку термохемиски процеси со производство на високи температури. Методот на фотоелектролиза овозможува водата да се разгради во водород и кислород користејќи ја сончевата светлина директно, додека во процесот на биофотолиза, некои микроорганизми произведуваат водород природно користејќи ја сончевата светлина.

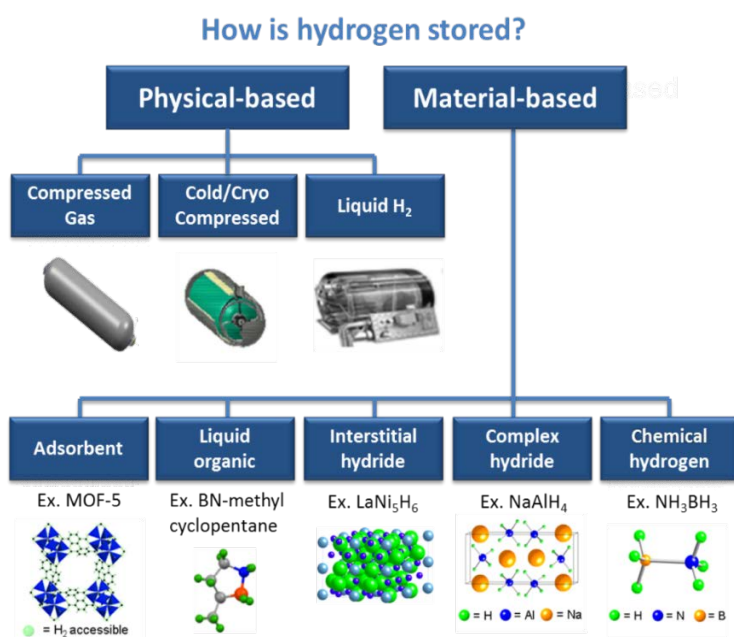
6.8.3. Прочистување на водород

За да се добие само чист водород во гасните смеси што се појавуваат за време на производството на водород, се користат различни методи на прочистување. Овие методи ја зголемуваат чистотата на водородот, овозможувајќи му поефикасно и побезбедно користење ¹⁷³.

- **Адсорпција со осцилација на притисок (PSA):** Водородот во гасната смеса се прочистува со поминување низ специјални филтри. Овој метод е еден од најшироко користените методи за добивање водород со висока чистота.
- **Филтрација на гас (мембранска технологија):** Сепарацијата се врши со филтрирање на молекули на водород преку специјални мембрани (мембрани). Овој метод е енергетски ефикасен и брз.
- **Адсорпција:** Цврстите површини привлекуваат одредени гасови, овозможувајќи водородот да се одвои од другите гасови.
- **Апсорпција:** Хемиските раствори помагаат во прочистувањето на водородот со задржување на одредени гасови.

- **Дестилација: Водородот** се одвојува со искористување на разликите во точките на вриење на различните гасови.

Благодарение на овие методи, може да се добие водород со висока чистота и да се користи поефикасно во горивни ќелии, индустриски процеси и енергетски системи.



Слика 130: Водородот може да се складира физички како гас или течност, а материјално преку хемиско поврзување или хидриди во цврста состојба за ефикасно и безбедно користење на енергијата.¹⁷⁴

стаклени влакна обезбедуваат безбеден транспорт на водород.

2. **Складирање како течност:** Водородот се лади на -253°C за да стане течен. Овој метод овозможува складирање на повеќе водород во помал волумен, но бара дополнителна енергија за одржување на ниски температури.
3. **Хемиско складирање:** Може да се складира со врзување со хемиски соединенија како што се водород, амонијак или бор хидрид. Кога е потребно, водородниот гас повторно се добива со одвојување од овие соединенија.

6.8.5. Пренос и дистрибуција на водород

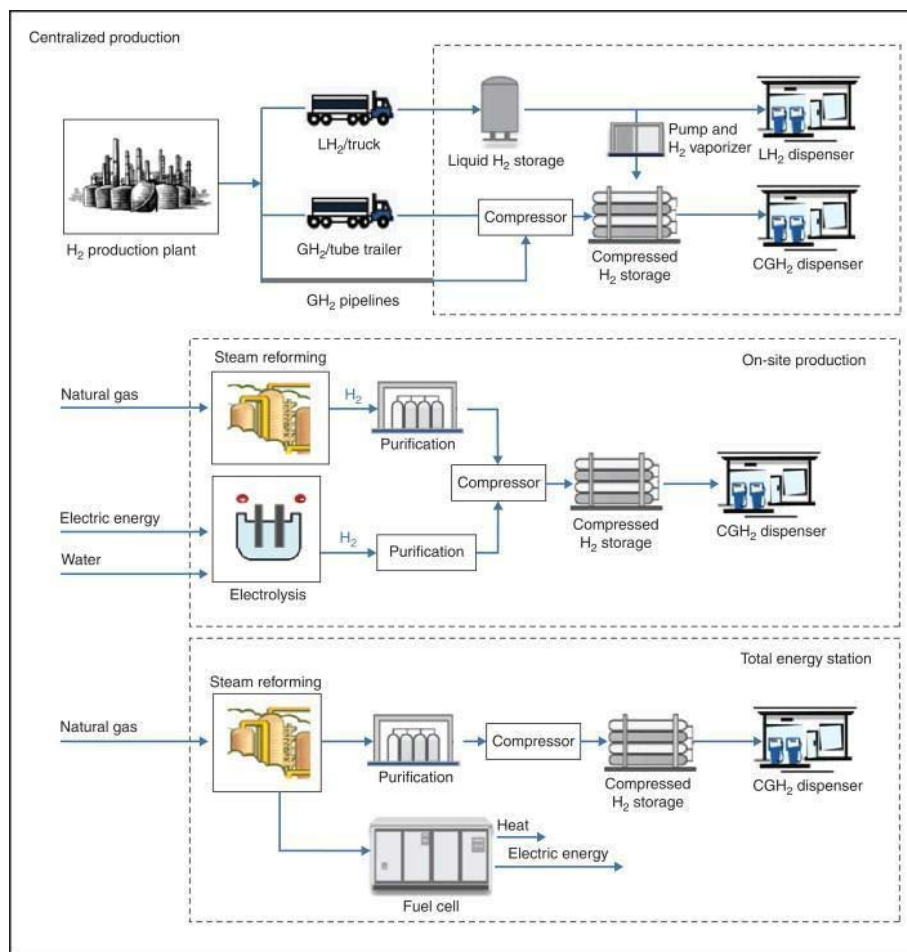
се произведе водород, тој треба безбедно и ефикасно да се достави до местото на употреба. За ова се користат цевководи, танкери и специјални транспортни системи¹⁷⁵.

6.8.4. Складирање на водород

Ефикасното складирање на водород е од големо значење за одржливите енергетски системи. Бидејќи водородниот гас е многу лесен и има мала густина, развиени се специјални техники за складирање на доволна количина на енергија. Водородот обично се складира на три различни начини¹⁷⁴:

1. Складирање како гас:

Водородот може да се складира во цилиндри под висок притисок. Металните резервоари или издржливите резервоари обвиткани со



Слика 131: Водородот може да се произведува централно или на лице место, а потоа да се дистрибуира преку цевководи, цистерни или диспензери по компресија и складирање ¹⁷⁵.

- **Транспорт преку цевководи:** Водородот може да се транспортира преку цевководи директно од местото на производство до точките на потрошувачка. Постојните цевководи за природен гас во некои случаи можат да се адаптираат за транспорт на водород.
- **Транспорт со танкери:** Течниот водород може да се транспортира со специјално изолирани танкери. Овој метод го олеснува транспортот на водород на долги растојанија.
- **Транспорт со хемиски соединенија:** Водородот може да се транспортира побезбедно и поефикасно со негово складирање во соединенија како што се амонијак или метанол. Потоа водородот може повторно да се одвои од овие

За да се обезбеди широка употреба на водород, важно е да се зголеми бројот на пумпи за снабдување и да се подобрат безбедносните стандарди. Зголемувањето на бројот на пунктови за полнење гориво, особено за возила на водороден погон, ќе придонесе за раст на водородната економија.

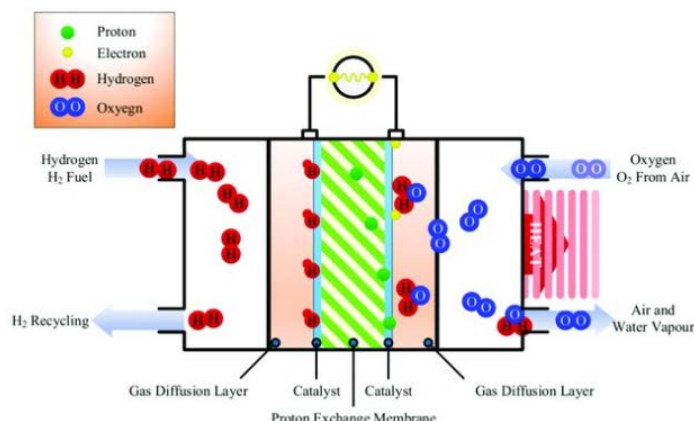
6.8.6. Горивни ќелии

Горивните ќелии директно генерираат електрична енергија како резултат на електрохемиската реакција на водород и кислород. Овој систем е спротивен на електролизата на водата за производство на водород и кислород. Во горивните ќелии, водородот се користи како гориво, а како резултат на реакцијата се ослободува само вода. Затоа,

горивните ќелии се еколошка и високо ефикасна технологија за производство на енергија¹⁷⁶. Горивната ќелија е во основа составена од три главни компоненти:

- **Анода (негативна електрода):** Водородот тука се оксидира и се разградува на протони и електрони.
- **Катода (позитивна електрода):** Кислородот се комбинира со електроните тука за да формира вода.
- **Електролит:** Овозможува протоните да се движат помеѓу анодата и катодата.

Електроните што произлегуваат од овој процес се движат во надворешното коло и произведуваат електрична енергија. Горивните ќелии можат да работат непрекинато кога водородот е континуирано снабдуван.



Горивните ќелии се поделени во различни категории врз основа на употребениот електролитски материјал и работната температура:

Горивна ќелија со полимерни електролити (PEMFC): Работи на ниска температура, погодна за преносни уреди и возила.

Алкална горивна ќелија (AFC): Се користи во вселенски летала и е многу ефикасна.

Горивна ќелија со фосфорна киселина (PAFC): Работи на средна температура, погодна за производство на енергија во големи размери.

Горивна ќелија со цврст оксид (SOFC): Работи на висока температура, што е претпочитано во индустриски апликации.

Горивна ќелија со стопен карбонат (MCFC): Се користи во електрани на кои им се потребни високи температури.

Горивна ќелија со директен метанол (DMFC): Користи течен метанол, погодна за преносни електронски уреди.

Горивна ќелија со цинк и воздух (ZAFC): Се користи во лесни и преносни енергетски решенија.

Протонска керамичка горивна ќелија (PCFC): Работи ефикасно на високи температури.

Горивните ќелии имаат широк спектар на употреба, од електрични возила до преносни

6.8.7. Тригенерација (електрична енергија-топлина-водород)

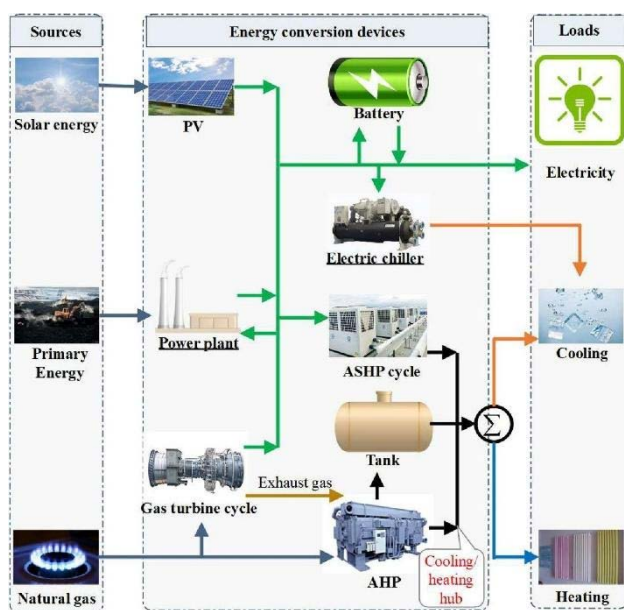


Figure 133: Trigeneration systems integrate electricity, heat, and hydrogen production, enhancing energy efficiency through renewable sources and smart energy management¹⁷⁷.

Тригенерацијата е енергетска технологија што овозможува производство на електрична енергија, топлина и ладење во рамките на истиот систем. Додека конвенционалните системи за когенерација генерираат само електрична енергија и топлина, системите за тригенерација можат дополнително да произведуваат ладење или водород¹⁷⁷.

Тригенерациските системи базирани на обновливи извори на енергија нудат големи предности во однос на одржливото производство на енергија. На пример:

- **Производство на електрична енергија:** Системот може да генерира електрична енергија преку генератори што користат водород или природен гас како гориво.
- **Обновување на топлина:** Отпадната топлина генерирана за време на производството може да се користи за загревање на згради или индустриски постројки.
- **Производство на водород:** Вишокот енергија може да се искористи за производство на водород со електролиза на вода. Овој водород може да се складира и да се користи како гориво.

Овие системи помагаат во намалувањето на емисиите на јаглерод, а воедно ја зголемуваат енергетската ефикасност. Тригенерациската технологија, која е широко користена, особено во големите објекти, болниците и индустриските претпријатија, игра важна улога во создавањето поодржлива енергетска инфраструктура во иднина.

7- References (according to APA 7)

1. Schobert HH. *Energy and society: An introduction*. Crc Press, 2002.
2. Strojny J, Krakowiak-Bal A, Knaga J, et al. Energy Security: A Conceptual Overview. *Energies*; 16. Epub ahead of print 2023. DOI: 10.3390/en16135042.
3. Zecca A, Chiari L. Fossil-fuel constraints on global warming. *Energy Policy* 2010; 38: 1–3.
4. Dogaru L. The main goals of the fourth industrial revolution. Renewable energy perspectives. *Procedia Manuf* 2020; 46: 397–401.
5. Böhringer C. The Kyoto Protocol: A review and perspectives. *Oxford Rev Econ Policy* 2003; 19: 451–466.
6. Bhattarai H. Renewable energy and energy storage systems. *Energy Convers Methods, Technol Futur Dir* 2022; 269–289.
7. Tsegaw GT. , A CRITICAL REVIEW Abhinav National Monthly Refereed Journal of Research Science & Technology ENERGY , ENTROPY AND EXERGY CONCEPTS : THERMODYNAMIC APPROACH , A CRITICAL REVIEW. 2018; 3: 3–17.
8. Pitts JB. Conservation of Energy: Missing Features in Its Nature and Justification and Why They Matter. *Found Sci* 2021; 26: 559–584.
9. Wahlund M, Palm J. The role of energy democracy and energy citizenship for participatory energy transitions: A comprehensive review. *Energy Res Soc Sci* 2022; 87: 102482.
10. Renewable energy sources. *Sustain* 2019; 11: 1–14.
11. Omer AM. Energy, environment and sustainable development. *Renew Sustain Energy Rev* 2008; 12: 2265–2300.
12. Wuebbles DJ, Jain AK. Concerns about climate change and the role of fossil fuel use. *Fuel Process Technol* 2001; 71: 99–119.
13. Brookfield H. ‘Sustainable Development’ and the Environment. *J Dev Stud* 1988; 25: 126–135.
14. Brown M. Innovative energy-efficiency policies: An international review. *Wiley Interdiscip Rev Energy Environ* 2015; 4: 1–25.
15. Zhang X, Han L, Wei H, et al. Linking urbanization and air quality together: A review and a perspective on the future sustainable urban development. *J Clean Prod* 2022; 346: 130988.
16. Adetomi Adewnm, Kehinde Andrew Olu-lawal, Chinelo Emilia Okoli, et al. Sustainable energy solutions and climate change: A policy review of emerging trends and global responses. *World J Adv Res Rev* 2023; 21: 408–420.
17. Johnson JMF, Franzluebbbers AJ, Weyers SL, et al. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions. *Environ Pollut* 2007; 150: 107–124.

18. Schwenkenbecher A. Is there an obligation to reduce one's individual carbon footprint. *Crit Rev Int Soc Polit Philos* 2014; 17: 168–188.
19. Al-Ghussain L. c. *Environ Prog Sustain Energy* 2019; 38: 13–21.
20. Taylor FW. The greenhouse effect and climate change revisited. *Reports Prog Phys* 2002; 65: 1–25.
21. Azhar Khan M, Zahir Khan M, Zaman K, et al. Global estimates of energy consumption and greenhouse gas emissions. *Renew Sustain Energy Rev* 2014; 29: 336–344.
22. Akin SM, Martens P, Huynen MMTE. Climate change and infectious disease risk in western Europe: A survey of dutch expert opinion on adaptation responses and actors. *Int J Environ Res Public Health* 2015; 12: 9726–9749.
23. Uydur CC. *Impact of Indoor Lighting Installations on Carbon Footprint : Textile Factory Case Study*. 2024. Epub ahead of print 2024. DOI: 10.5281/zenodo.14011080.
24. Allegretti G, Montoya MA, Bertussi LAS, et al. When being renewable may not be enough: Typologies of trends in energy and carbon footprint towards sustainable development. *Renew Sustain Energy Rev* 2022; 168: 112860.
25. Abbasi T, Premalatha M, Abbasi SA. The return to renewables: Will it help in global warming control? *Renew Sustain Energy Rev* 2011; 15: 891–894.
26. Abas N, Kalair A, Khan N. Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures* 2015; 69: 31–49.
27. Khan MK, Raza M, Shahbaz M, et al. Recent advancement in energy storage technologies and their applications. *J Energy Storage* 2024; 92: 112112.
28. Neha, Rambeer J. Renewable Energy Sources: A Review. *J Phys Conf Ser*; 1979. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.1088/1742-6596/1979/1/012023.
29. Jyothi RK, De Melo LGTC, Santos RM, et al. An overview of thorium as a prospective natural resource for future energy. *Front Energy Res* 2023; 11: 1–13.
30. Smith P, Adams J, Beerling DJ, et al. Land-Management Options for Greenhouse Gas Removal and Their Impacts on Ecosystem Services and the Sustainable Development Goals. *Annu Rev Environ Resour* 2019; 44: 255–286.
31. Geophysics OF, Physics S. Pollutant Emission Estimates To Assume That It Will Continue To Change in the. 14.
32. Singh H, Bhardwaj N, Arya SK, et al. Environmental impacts of oil spills and their remediation by magnetic nanomaterials. *Environ Nanotechnology, Monit Manag* 2020; 14: 100305.
33. Moore CW, Zielinska B, Pétron G, et al. Air impacts of increased natural gas acquisition, processing, and use: A critical review. *Environ Sci Technol* 2014; 48: 8349–8359.
34. Rabilloud X. Prevented mortality and greenhouse gas emissions from historical and projected nuclear power. *Environ Sci Technol* 2013; 47: 13896–13899.

35. Rashad SM, Hammad FH. Nuclear power and the environment: Comparative assessment of environmental and health impacts of electricity-generating systems. *Appl Energy* 2000; 65: 211–229.
36. Sharma SB, Jain S, Khirwadkar P, et al. The Effects of Air Pollution on the Environment and Human Health. *Indian J Res Pharm Biotechnol* 2013; 1: 391–396.
37. Masood N, Hudson Edwards K, Farooqi A. True cost of coal: Coal mining industry and its associated environmental impacts on water resource development. *J Sustain Min* 2020; 19: 135–149.
38. Ivanova S, Vesnina A, Fotina N, et al. An Overview of Carbon Footprint of Coal Mining to Curtail Greenhouse Gas Emissions. *Sustain* 2022; 14: 1–22.
39. Deng D, Zhang L, Dong M, et al. Radioactive waste: A review. *Water Environ Res* 2020; 92: 1818–1825.
40. World - IEA, <https://www.iea.org/world> (2025).
41. Potrč S, Čuček L, Martin M, et al. Sustainable renewable energy supply networks optimization – The gradual transition to a renewable energy system within the European Union by 2050. *Renew Sustain Energy Rev*; 146. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.1016/j.rser.2021.111186.
42. Europe – Countries & Regions - IEA, <https://www.iea.org/regions> (2025).
43. Biomass can heat, cool, power, and transport the EU-28 for 45 days, <https://bioenergyinternational.com/biomass-can-heat-cool-power-and-transport-the-eu-28-for-45-days/> (2019).
44. Costantini V, Gracceva F, Markandya A, et al. Security of energy supply: Comparing scenarios from a European perspective. *Energy Policy* 2007; 35: 210–226.
45. Adewuyi AO, Awodumi OB. Renewable and non-renewable energy-growth-emissions linkages: Review of emerging trends with policy implications. *Renew Sustain Energy Rev* 2017; 69: 275–291.
46. FURUNCU Y. Türkiye'nin Enerji Bağımlılığı ve Akkuyu Nükleer Enerji Santrali. *Cumhur Sci J* 2016; 37: 198.
47. Panagopoulou F. Renewable energy sources in Greece : potential, opportunities and challenges.
48. Seminario-Córdova R, Rojas-Ortega R. Renewable Energy Sources and Energy Production: A Bibliometric Analysis of the Last Five Years. *Sustain*; 15. Epub ahead of print 2023. DOI: 10.3390/su151310499.
49. Ramos PN. *Ficha Técnica*. 2024. Epub ahead of print 2024. DOI: 10.59072/rper.vi28.329.
50. Mijakovski V, Mijakovski N. Review of current position and perspectives of renewable energy in the Republic of Macedonia with focus on electricity production. *Renew Sustain Energy Rev* 2011; 15: 5068–5080.
51. Dincer I. Renewable energy and sustainable development: A crucial review. *Renew Sustain energy Rev* 2000; 4: 157–175.

52. Deshmukh MKG, Sameeroddin M, Abdul D, et al. Renewable energy in the 21st century: A review. *Mater Today Proc* 2023; 80: 1756–1759.
53. Krūmiņš J, Kļaviņš M. Investigating the Potential of Nuclear Energy in Achieving a Carbon-Free Energy Future. *Energies*; 16. Epub ahead of print 2023. DOI: 10.3390/en16093612.
54. 30% of the world's electricity came from renewable sources in 2023. *Our World in Data.*, <https://ourworldindata.org/data-insights/renewable-electricity-2023>.
55. Solar - IEA. (n.d.). IEA., <https://www.iea.org/energy-system/renewables/solar-pv>.
56. Fossil fuels still dominate global power systems, <https://www.reuters.com/markets/commodities/fossil-fuels-still-dominate-global-power-systems-2023-11-30/> (2023).
57. Hongler P. Justice in International Tax Law. 2019; 2019.
58. Maka AOM, Alabid JM. Solar energy technology and its roles in sustainable development. *Clean Energy* 2022; 6: 476–483.
59. Klise GT, Stein JS. Models used to assess the performance of photovoltaic systems. *Sandia Natl Lab* 2009; 1–67.
60. *Absorption / reflection of sunlight - Understanding Global Change*, <https://ugc.berkeley.edu/background-content/reflection-absorption-sunlight/> (2025).
61. Kataray T, Nitesh B, Yarram B, et al. Integration of smart grid with renewable energy sources: Opportunities and challenges – A comprehensive review. *Sustain Energy Technol Assessments* 2023; 58: 103363.
62. Stocks M, Stocks R, Lu B, et al. Global Atlas of Closed-Loop Pumped Hydro Energy Storage. *Joule* 2021; 5: 270–284.
63. Wermager S, Baur S. Energy analysis of a student-designed solar house. *Energies* 2013; 6: 6373–6390.
64. SOLAR ENERGY. *İLBANK*, <https://www.ilbank.gov.tr/sayfa/solar-energy> (2025).
65. Wiatros-Motyka M, Fulghum N, Jones D, et al. Global Electricity Review 2024 - Ember Climate. 2024; 20–35.
66. Greece installs 2.6 GW of PV capacity in 2024. *pV magazine International*, <https://www.pv-magazine.com/2025/02/05/greece-installs-2-6-gw-of-pv-capacity-in-2024/> (2025).
67. JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission, https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ (2025).
68. APREN - Home, <https://www.apren.pt/en/renewable-energys/> (2025).
69. DGEg, <https://www.dgeg.gov.pt/> (2025).
70. North Macedonia puts its biggest solar power plant into operation. *Balkan Green Energy News*, <https://balkangreenenergynews.com/north-macedonia-puts-its-biggest-solar-power-plant-into-operation/> (2025).

71. A Renewable Energy Future in North Macedonia: A Blueprint for Accelerating a Just Transition. *The Nature Conservancy*, <https://www.nature.org/en-us/about-us/where-we-work/europe/stories-in-europe/siting-renewable-energy-north-macedonia/> (2025).
72. Miškić J, Pukšec T, Duić N. A view of recent advances in the field of sustainability: overview dedicated to 2022 SDEWES conferences. *Clean Technol Environ Policy* 2024; 26: 1–9.
73. Majeed Y, Khan MU, Waseem M, et al. Renewable energy as an alternative source for energy management in agriculture. *Energy Reports* 2023; 10: 344–359.
74. Soroush M, Hajimolana Y. Sunlight harvesting. *Comput Chem Eng* 2023; 170: 108103.
75. Sadhu M, Chakraborty S, Das N, et al. Role of Solar Power in Sustainable Development of India. *Int J Appl Power Eng* 2016; 5: 103.
76. Ravi Kumar K, Krishna Chaitanya NVV, Sendhil Kumar N. Solar thermal energy technologies and its applications for process heating and power generation – A review. *J Clean Prod* 2021; 282: 125296.
77. Elsarrag E, Igobo ON, Alhorr Y, et al. Solar pond powered liquid desiccant evaporative cooling. *Renew Sustain Energy Rev* 2016; 58: 124–140.
78. Ahmed MH. Design and Testing of Heating and Cooling System Working by Solar Energy and Heat Exchanger. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.13140/RG.2.2.17729.84323.
79. Solar Energy - Types, Working Principles and Block Diagram - GeeksforGeeks, <https://www.geeksforgeeks.org/solar-energy/> (2024).
80. Toroxel JL, Silva SM. A Review of Passive Solar Heating and Cooling Technologies Based on Bioclimatic and Vernacular Architecture. *Energies* 2024; 17: 1–28.
81. Dabiri S, Rahimi MF. Introduction of solar collectors and energy and exergy analysis of a heliostat plant The 3 rd International Conference and Exhibition on Solar Energy Basic introduction of solar collectors and energy and exergy analysis of a heliostat plant, <https://www.researchgate.net/publication/318360867> (2016).
82. Omeiza LA, Abid M, Subramanian Y, et al. Challenges, limitations, and applications of nanofluids in solar thermal collectors—a comprehensive review. *Environ Sci Pollut Res*. Epub ahead of print 2023. DOI: 10.1007/s11356-023-30656-9.
83. Muliadi M, Sara ID, Suriadi S. The effect of bypass diode installation on partially covered solar panel output power. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng* 2021; 1087: 012077.
84. Hao D, Qi L, Tairab AM, et al. Solar energy harvesting technologies for PV self-powered applications: A comprehensive review. *Renew Energy* 2022; 188: 678–697.
85. Sabry AH, Ker PJ. Improvement on energy consumption of a refrigerator within PV system including battery storage. *Energy Reports* 2021; 7: 430–438.
86. Dorel S, Gmal Osman M, Strejoiu CV, et al. Exploring Optimal Charging Strategies for Off-Grid Solar Photovoltaic Systems: A Comparative Study on Battery Storage Techniques. *Batteries*; 9. Epub ahead of print 2023. DOI: 10.3390/batteries9090470.

87. Gulzar MM, Iqbal A, Sibtain D, et al. An Innovative Converterless Solar PV Control Strategy for a Grid Connected Hybrid PV/Wind/Fuel-Cell System Coupled With Battery Energy Storage. *IEEE Access* 2023; 11: 23245–23259.
88. Solak EK, Irmak E. Advances in organic photovoltaic cells: a comprehensive review of materials, technologies, and performance. *RSC Adv* 2023; 13: 12244–12269.
89. Satpathy R, Pamuru V. Making of crystalline silicon solar cells. *Sol PV Power* 2021; 71–134.
90. Cevasco D, Koukoura S, Kolios AJ. Reliability, availability, maintainability data review for the identification of trends in offshore wind energy applications. *Renew Sustain Energy Rev* 2021; 136: 110414.
91. Arivukkodi G. NATIONAL INSTITUTE OF WIND ENERGY (An Autonomous R & D institution under the Ministry of New & Renewable Energy , Government of India). An internship report On Submitted By.
92. For the first time, wind power in Greece exceeded 5 GW! - WattCrop, <https://wattcrop.com/for-the-first-time-wind-power-in-greece/> (2025).
93. Christodoulou T, Thomaidis NS, Kartsios S, et al. Managing the Intermittency of Wind Energy Generation in Greece. *Energies* 2024; 17: 1–32.
94. October I, Pedro F, Jorge A. October : Wind power accounts for almost 40 % of the energy produced in Portugal. 2024; 2023–2024.
95. A Renewable Energy Future in North Macedonia: A Blueprint for Accelerating a Just Transition.
96. Stojcheska AM, Cyril S, Chukaliev O, et al. CLIMATE CHANGE ADAPTATION IN AGRICULTURE – STATUS AND PROSPECTS IN WESTERN BALKAN ECONOMIES , VOLUME II : ECONOMIES ' CLIMATE CHANGE ADAPTATION IN AGRICULTURE – STATUS AND PROSPECTS IN WESTERN BALKAN ECONOMIES VOLUME II : ECONOMIES ' REPORTS. II. Epub ahead of print 2024. DOI: 10.13140/RG.2.2.29111.64165.
97. Justice G, Nyantakyi G, Isaac SH. The effect of renewable energy on carbon emissions through globalization. *Heliyon* 2024; 10: e26894.
98. Semassou GC, Prodjinto V, Chegnimonhan V, et al. Dimensioning of a Water Pumping System by the Systematic Scanning Method. *Curr J Appl Sci Technol* 2018; 29: 1–15.
99. Bošnjakovi M. Wind Turbine Technology Trends Mladen. *Early Writings on India* 2018; 124–134.
100. Asim T, Islam SZ, Hemmati A, et al. A Review of Recent Advancements in Offshore Wind Turbine Technology. *Energies*; 15. Epub ahead of print 2022. DOI: 10.3390/en15020579.
101. Kumar GBA, Shivashankar. Optimal power point tracking of solar and wind energy in a hybrid wind solar energy system. *Int J Energy Environ Eng* 2022; 13: 77–103.
102. Parvez I, Shen J, Hassan I, et al. Generation of hydro energy by using data mining algorithm for cascaded hydropower plant. *Energies* 2021; 14: 1–28.

103. Radovic A. What ' s Happening in the World of CVN ? 1–28.
104. Atat MK, Ar C, Kelimeler A. CUMHURİYETİN İLK BARAJI : ÇUBUK BARAJI THE FIRST DAM OF TURKISH REPUBLIC : ÇUBUK DAM Ankara ' nın Su İhtiyacı. 2016; 87–110.
105. Farmaki P, Tranoulidis A, Kouletsos T, et al. Mining transition and hydropower energy in greece—sustainable governance of water resources management in a post-lignite era: The case of western Macedonia, Greece. *Water (Switzerland)*; 13. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.3390/w13141878.
106. Producers, distributors and operators | Macedonia Small Hydro Power Project, <https://shpp.moepp.gov.mk/370/producers-distributors-and-operators> (2025).
107. Bilgili F, Lorente DB, Kuşkaya S, et al. The role of hydropower energy in the level of CO2 emissions: An application of continuous wavelet transform. *Renew Energy* 2021; 178: 283–294.
108. Barriers to Next-Gen Geothermal | IFP, <https://ifp.org/hot-rocks-part-three-barriers-to-next-gen-geothermal/> (2025).
109. Geothermal Energy: What it is, Types & More | AGIC ENERGY, <https://agicenergy.com/geothermal-energy-what-it-is-types-more/> (2025).
110. Igwe CI. Geothermal Energy: A Review. *Int J Eng Res Technol* 2021; 10: 655–661.
111. Koçak Ali. TÜRKİYE’DE JEOTERMAL ENERJİ ARAMALARI ve POTANSİYELİ. 2003; 217–233.
112. Varvitsioti E, Tsifoutidis G. A Regulatory Roadmap to the Past, Present and Future of Geothermal Energy in Greece. 2021; 10.
113. Zafeiropoulos GN. FACULTY OF GEOLOGY AND GEOENVIRONMENT The importance of Geoenvironmental Education in understanding Geological Heritage and promoting Geoethical Awareness : Development and Implementation of an innovative assessment method , with a case study of the South.
114. Pitzer MR, Plasil MR, Schrey DS. Potential of Renewable Energy in the Countries : Bosnia and Herzegovina , FYR Macedonia , Kosovo and Serbia A Master ' s Thesis submitted for the degree of supervised by.
115. Chingoski V, Petrevska B. GEOTHERMAL RESOURCES: NEW INSIGHTS FOR SPA TOURISM IN NORTH MACEDONIA. 2021; 127–135.
116. Idroes GM, Hardi I, Hilal IS, et al. Economic growth and environmental impact: Assessing the role of geothermal energy in developing and developed countries. *Innov Green Dev* 2024; 3: 100144.
117. Jeotermal Rising, jeotermal ısı pompalarına genel bakış, <https://www.jeotermalhaberler.com/jeotermal-rising-jeotermal-isi-pompalarina-genel-bakis/> (2025).
118. Sharmin T, Khan NR, Akram MS, et al. A State-of-the-Art Review on Geothermal Energy Extraction, Utilization, and Improvement Strategies: Conventional, Hybridized, and Enhanced Geothermal Systems. *Int J Thermofluids* 2023; 18: 100323.

119. Zhang S, Ocloń P, Klemeš JJ, et al. Renewable energy systems for building heating, cooling and electricity production with thermal energy storage. *Renew Sustain Energy Rev*; 165. Epub ahead of print 2022. DOI: 10.1016/j.rser.2022.112560.
120. What is Geothermal? | Geothermal | Energy | Environment and Climate Change | Province of Manitoba,
https://www.gov.mb.ca/sd/environment_and_biodiversity/energy/geothermal/geo.html (2025).
121. Gao B, Zhu X, Yang X, et al. Operation performance test and energy efficiency analysis of ground-source heat pump systems. *J Build Eng* 2021; 41: 1–11.
122. Chiriboga G, Capelo S, Bunces P, et al. Harnessing of geothermal energy for a greenhouse in Ecuador employing a heat pump: design, construction, and feasibility assessment. *Heliyon*; 7. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e08608.
123. Hafner M, Raimondi PP. *Energy and the Economy in Europe*. 2022. Epub ahead of print 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-86884-0_36.
124. Tsamenyi M, Herriman M. Ocean energy and the law of the sea: The need for a protocol. *Ocean Dev Int Law* 1998; 29: 3–19.
125. Innovation Archives, https://www.offshore-energy.biz/markets/marine-energy/page/20/?fwp_topic=infrastructure&topic=innovation (2025).
126. Foteinis S. Wave energy converters in low energy seas: Current state and opportunities. *Renew Sustain Energy Rev* 2022; 162: 112448.
127. Sihwa Lake Tidal Power Station - Wikipedia,
[https://en.wikipedia.org/wiki/Sihwa_Lake_Tidal_Power_Station#:~:text=Sihwa Lake Tidal Power Station is the world's largest tidal,the Korea Water Resources Corporation. \(2009\).](https://en.wikipedia.org/wiki/Sihwa_Lake_Tidal_Power_Station#:~:text=Sihwa Lake Tidal Power Station is the world's largest tidal,the Korea Water Resources Corporation. (2009).)
128. Türkiye Denizüstü Rüzgar Enerjisi Yol Haritası: Yeşil Enerji Geleceğine Giden Yolda Seyretmek, <https://www.worldbank.org/tr/news/press-release/2024/11/07/offshore-wind-roadmap-for-turkiye-navigating-pathways-to-a-green-power-future> (2024).
129. Charles Rajesh Kumar J, Vinod Kumar D, Baskar D, et al. Offshore wind energy status, challenges, opportunities, environmental impacts, occupational health, and safety management in India. *Energy Environ* 2021; 32: 565–603.
130. Vezzani G. Effects of climate change on power supply Long-term analysis for the Portuguese study case Gabriele Vezzani Thesis to obtain the Master of Science Degree in : Energy engineering and management Patricia Fortes Chairperson : Supervisor : Members of the comm.
131. Mezilis E. The impact of Marine and Offshore Renewable Energy on the European Energy System Evolution The impact of Marine Renewable Energy on the European Energy System Evolution.
132. Banerjee S. Theoretical design for ascertaining sustainability of energy systems with special reference to the competing renewable energy schemes. *Resour Environ Sustain* 2022; 7: 100048.

133. Guo B, Ringwood J V. A review of wave energy technology from a research and commercial perspective. *IET Renew Power Gener* 2021; 15: 3065–3090.
134. Kaygusuz E, Ali S. WAVE ENERGY : A GLOBAL OVERVIEW OF THE CURRENT STATE OF CISET - 2 nd Cilicia International Symposium on Engineering and Technology 10-12 October , 2019 , Mersin / TÜRKİYE WAVE ENERGY : A GLOBAL OVERVIEW OF THE CURRENT STATE OF.
135. Cui Y, Liu Z, Zhang X, et al. Review of CFD studies on axial-flow self-rectifying turbines for OWC wave energy conversion. *Ocean Eng* 2019; 175: 80–102.
136. Yakout AH, Attia MA, Kotb H. Marine Predator Algorithm based Cascaded PIDA Load Frequency Controller for Electric Power Systems with Wave Energy Conversion Systems. *Alexandria Eng J* 2021; 60: 4213–4222.
137. Chowdhury MS, Rahman KS, Selvanathan V, et al. Current trends and prospects of tidal energy technology. *Environ Dev Sustain* 2021; 23: 8179–8194.
138. Gelgit Enerjisi, <https://www.baretdergisi.com/yazarlar/semih-calapkulu/gelgit-enerjisi/96/>.
139. Ocean, Wave and Tidal Energy | Electricalvoice, <https://electricalvoice.com/ocean-energy-wave-tidal-energy-otec/> (2025).
140. Herrera J, Sierra S, Ibeas A. Ocean thermal energy conversion and other uses of deep sea water: A review. *J Mar Sci Eng*; 9. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.3390/jmse9040356.
141. Mwangi JW. Broad Spectrum Biogas System As a Potential Catalyst for Environmental Biomass Waste Mop Out and Climate Change Mitigation Strategy in Narok County.
142. Hameed Z, Aslam M, Khan Z, et al. Gasification of municipal solid waste blends with biomass for energy production and resources recovery: Current status, hybrid technologies and innovative prospects. *Renew Sustain Energy Rev* 2021; 136: 110375.
143. Woods E, Berrio VR, Qiu Y, et al. Biomass composting with gaseous carbon dioxide capture. *RSC Sustain* 2024; 2: 621–625.
144. BIS Releases Biofuel Production, Distribution and Usage Standards, <https://mysuruinfrahub.com/bis-releases-biofuel-production-distribution-and-usage-standards/> (2025).
145. Khan MAH, Bonifacio S, Clowes J, et al. Investigation of biofuel as a potential renewable energy source. *Atmosphere (Basel)*; 12. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.3390/atmos12101289.
146. Mofijur M, Siddiki SYA, Shuvho MBA, et al. Effect of nanocatalysts on the transesterification reaction of first, second and third generation biodiesel sources- A mini-review. *Chemosphere*; 270. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.128642.
147. Khoshnevisan B, Duan N, Tsapekos P, et al. A critical review on livestock manure biorefinery technologies: Sustainability, challenges, and future perspectives. *Renew Sustain Energy Rev* 2021; 135: 110033.

148. Scion - Biorefinery technology, <https://www.scionresearch.com/about-us/about-scion/corporate-publications/scion-connections/past-issues-list/issue-6/biorefinery-technology> (2025).
149. Ambaye TG, Vaccari M, Bonilla-Petriciolet A, et al. Emerging technologies for biofuel production: A critical review on recent progress, challenges and perspectives. *J Environ Manage*; 290. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112627.
150. Türkiye elektrik kurulu gücü 115 bin 353 MW'a ulaştı, <https://www.enerjigunlugu.net/2024te-turkiyenin-kurulu-gucu-yuzde-4-artti-61712h.htm> (2025).
151. Tatoulis P. Feasibility study of a novel system for the production of advanced biofuels in Greece: Thermodynamic and technoeconomic assessment.
152. Markov SI. The Use of Liquefied Petroleum Gas (LPG) in the Republic of North Macedonia as a Sustainable Alternative Fuel: Regulation, Condition and Market Participants. *Conf Proc (part ITEMA Conf Collect* 2021; 203–213.
153. Moreira PJP. Shipping and sustainability liquefied natural gas as an alternative fuel: evidence from Portugal. Epub ahead of print 2019. DOI: 10.13140/RG.2.2.35650.22724.
154. Ali S, Yan Q, Razzaq A, et al. Modeling factors of biogas technology adoption: a roadmap towards environmental sustainability and green revolution. *Environ Sci Pollut Res* 2023; 30: 11838–11860.
155. Devi A, Bajar S, Kour H, et al. Lignocellulosic Biomass Valorization for Bioethanol Production: a Circular Bioeconomy Approach. *Bioenergy Res* 2022; 15: 1820–1841.
156. Alhassan AG, Mshelia RB, Yusuf R. Review of the use of bioethanol as alternative fuel for internal combustion engines. *Acta Tech Corviniensis - Bull Eng* 2021; 14: 139–144.
157. Sarkar N, Ghosh SK, Bannerjee S, et al. Bioethanol production from agricultural wastes: An overview. *Renew Energy* 2012; 37: 19–27.
158. Mittal V, Lim E. Aligning Advances in Biodiesel Technology with the Needs of the Defense Community. *Eng* 2024; 5: 2709–2727.
159. Bashir MA, Wu S, Zhu J, et al. Recent development of advanced processing technologies for biodiesel production: A critical review. *Fuel Process Technol* 2022; 227: 107120.
160. Vilas Bôas RN, Mendes MF. A review of biodiesel production from non-edible raw materials using the transesterification process with a focus on influence of feedstock composition and free fatty acids. *J Chil Chem Soc* 2022; 67: 5433-5444.
161. Suzihaque MUH, Alwi H, Kalthum Ibrahim U, et al. Biodiesel production from waste cooking oil: A brief review. *Mater Today Proc* 2022; 63: S490–S495.
162. How it works: Biodiesel production - PT Sinar Mas Agro Resources and Technology Tbk (PT SMART Tbk), <https://www.smart-tbk.com/en/cara-kerja-produksi-biodiesel/> (2025).

163. Abdelrahman AA, Abo El-Khair MA. Advanced Biodiesel Production: Feedstocks, Technologies, Catalysts, Challenges, and Environmental Impacts. *J Environ Chem Eng* 2025; 13: 114966.
164. Hydrogen Energy- Energy Of The Future?, <https://www.storm-procurement.com/news-old/hydrogen-energy> (2025).
165. Najjar YSH. Hydrogen safety: The road toward green technology. *Int J Hydrogen Energy* 2013; 38: 10716–10728.
166. Xu X, Zhou Q, Yu D. The future of hydrogen energy: Bio-hydrogen production technology. *Int J Hydrogen Energy* 2022; 47: 33677–33698.
167. Autothermal Reformer (ATR) Market Size Estimations: 2022, Development Trends, Technology Advancements and Future Challenges | Air Liquide Engineering & Construction, <https://www.openpr.com/news/2685742/autothermal-reformer-atr-market-size-estimations-2022> (2025).
168. Biomass Gasification: A Circular Economy Enabler for Hydrogen Production, <https://wri-india.org/pt/blog/biomass-gasification-circular-economy-enabler-hydrogen-production> (2025).
169. Singh S, Pandey G, Rath GK, et al. Life cycle assessment of biomass-based hydrogen production technologies: A review. *Int J Green Energy* 2023; 00: 1–16.
170. Varsha M V., Nageswaran G. Operando X-Ray Spectroscopic Techniques: A Focus on Hydrogen and Oxygen Evolution Reactions. *Front Chem*; 8. Epub ahead of print 2020. DOI: 10.3389/fchem.2020.00023.
171. Hydrogen Produced from Methane Pyrolysis: Key Considerations for Investors, <https://www.third-derivative.org/blog/hydrogen-produced-from-methane-pyrolysis-key-considerations-for-investors> (2024).
172. Abbas MK, Hassan Q, Tabar VS, et al. Techno-economic analysis for clean hydrogen production using solar energy under varied climate conditions. *Int J Hydrogen Energy* 2023; 48: 2929–2948.
173. Dehdari L, Burgers I, Xiao P, et al. Purification of hydrogen from natural gas/hydrogen pipeline mixtures. *Sep Purif Technol* 2022; 282: 120094.
174. Hwang J, Maharjan K, Cho HJ. A review of hydrogen utilization in power generation and transportation sectors: Achievements and future challenges. *Int J Hydrogen Energy* 2023; 48: 28629–28648.
175. Ural T, Karaca G. Hydrogen Economy. *J Glob Eng Stud e-ISSN* 2016; 3: 145–154.
176. Li J, Yu T. Sensors integrated control of PEMFC gas supply system based on large-scale deep reinforcement learning. *Sensors (Switzerland)* 2021; 21: 1–19.
177. Chen Y, Xu Z, Wang J, et al. Multi-objective optimization of an integrated energy system against energy, supply-demand matching and exergo-environmental cost over the whole life-cycle. *Energy Convers Manag* 2022; 254: 115203.