

2 Енергија

2.1 Увод

Енергија се у природи налази у непрестаном покрету и промени, прелазећи из једног појавног облика у други. У најопштијем смислу чак и сама супстанца⁹, било да је материјале природе (када поседује масу мировања, тј. када се састоји од материјалних честица – атома) или нематеријалне природе, када се јавља у виду физичког поља¹⁰ (када не поседује масу мировања, као у случају гравитационог или магнетног поља), неки су од њених појавних облика.

Без обзира на непрестане промене појавног облика, енергија се нити може уништити, нити ни из чега створити. У случају изолованог система, она остаје стална током времена. Биланс енергије, односно закон који описује процесе преласка енергије у једног у други појавни облик назива се Закон одржања енергије¹¹.

У складу са претходно наведеним, произилази да свако материјално тело поседује енергију.

⁹ Ајнштајнова општа теорија релативности (*Albert Einstein*; Улм, 14. март 1879 — Принстон, 18. април 1955)

¹⁰ Елементарне честице се деле на честице материје и честице преносиоце силе. Честице материје су кваркови и лептони.

Кваркови су елементарне честице које сачињавају протоне, неутроне и све остале сложене честице, тј. хадроне, нуклеоне, мезоне Кваркова има 6 врста.

Лептони су елементарне честице које не праве друге сложене честице али учествују у важним физичким процесима. Имају масу која је знатно мања од масе кваркова, али за разлику од њих могу се наћи слободни.

Честице преносиоци силе врше све интеракције између материје и понеке између самих себе. То су честице од којих неке имају масу, а неке не. Они су честице које имају врло велику масу. Врше интеракцију између лептона и кваркова, тј. између сваке честице која има наелектрисање. Имају велику улогу у радиоактивном распаду атомског језгра.

Тае честице су извор поља сила тј. основних физичких сила као што су електромагнетизам, јака сила, слаба сила, итд.

Преносилац електромагнетне силе је фотон који врши интеракције између честица са наелектрисањем. Фотон има масу.

Преносиоци слабе силе су W^+, W^- , Z бозони. Они су честице које имају веома велику масу. Врше интеракцију између лептона и кваркова, тј. између сваке честице која има наелектрисање.

Преносиоци јаке силе су глюони, честице без масе. То су честице без масе, које се јављају у 8 врста, од којих свака може бити у 3 боје тј. постоји 24 могуће врсте глюона. Они преносе јаку силу између кваркова и између себе самих. Одликују се једном необичном особином да повећањем растојања између кваркова јачина везе између њих расте. Због тога се кваркови не могу наћи у изолованом стању, већ само у виду кварк-глуонске плазме.

¹¹ У класичној (нерелативистичкој) физици засебно се дефинишу Закон о одржању енергије и Закон о одржању материје (месе), који установљава да се материја не може уништити, нити ни из чега створити, него може само да се мења и да прелази из једног у други облик.

У класичној физици обично се посебно дефинишу кинетичка, потенцијална, унутрашња, хемијска, нуклеарна и друге енергије које поседују материјална тела. При томе кинетичку енергију поседују тела која се крећу неком брзином, а потенцијалну (или енергију положаја) уколико се налазе у пољу неке физичке силе (нпр. гравитационе или магнетне силе). Обе ове врсте енергије називају се макроскопским енергијама, јер су повезане са макроскопским стањима тела. Поред макроскопских енергија, материјална тела поседују и тзв. микроскопске енергије, као што су унутрашња (термичка) енергија, хемијска (енергије хемијских веза), електрична потенцијална енергија, нуклеарна (енергије атомских веза) и друге облике енергија повезаних са енергијама и кретањима елементарних материјалних честица.

Поред енергија везаних за материјална тела као носиоце енергија, у физици се још разликују рад (механичка енергија) и топлота, као енергије које је остварују само током процеса и које се не садрже у материјалним телима. Посебну врсту енергије представља електрична енергија, енергија елетромагнетног зрачења (таласа), гравитационих таласа итд.

2.2 Потребе за енергијом

За задовољавање својих потреба човек користи различите облике енергија: рад (механичку енергију), топлоту, светлосну енергију (део спектра електомагнетног зрачења), хемијску енергију, енергију звука итд. Будући да се у природи ове врсте енергија не налазе увек у доступном облику и на месту где је то човеку потребно, за задовољење својих потреба, неопходно је да их он помоћу одговарајућих технолошких процеса, из облика доступних у природи преведе у за себе корисне облике и пренесе до места где жели да их користи. У процесима трансформације, од почетне енергије коју поседују материјална тела, или од енергије природних енергетских дејстава, само се део енергије преведе у за човека корисну енергију. Преостали део претвори се у неке друге нежељене облике енергије или остане неискоришћен.

Као меру квалитета, односно ефикасности претварања полазног облика енергије у жељени облик енергије, уводи се појам ефикасност претварања или степен „искоришћења“ енергије.

Ефикасност претварања енергије, као однос количина добијеног (жељеног) облика и полазне енергије, могуће је дефинисати за сваки уређај, сваки појединачни процес или за групу процеса, односно цео технолошки процес.

Знања о процесима и начинима претварања разних облика енергије у жељени облик, камен су темељац технолошког напретка и људске цивилизације, а побољшање ефикасности претварања енергије, један је од најважнијих задатака науке и технике

2.3 Извори енергије за планету Земљу

Најопштије посматрано, ако се планета Земља посматра као тзв. отворен физички систем¹², и ако се контролне границе тог система налазе на спољној контури атмосферског омотача

¹² Видети поглавље 3.1.1. Врсте термодинамичких система - значење појма система

Земље, може се констатовати да планета Земља има само три стална извора¹³ енергије. На првом месту, то је енергија коју Сунце у виду електромагнетног зрачења дозирачује на Земљу, а која настаје као последица термонуклеарних реакција унутар и на површини Сунца. Други енергетски извор представља енергија која настаје распадом изотопа тешких елемената у процесу нуклеарне фисије која се дешава у језгру Земље. Трећи извор је гравитациона енергија, која настаје као последица кретања Месеца око Земље, а која се на Земљи испољава у виду енергије плиме и осеке.

Енергија коју Сунце дозирачује на Земљу манифестује се непосредно, као тренутно сунчево зрачење, којим се загревају земља, вода и ваздух, и посредно, кроз хидроенергију, енергију ветра, енергију кретања таласа, трансформисану енергију у виду акумулисане биоенергије као и историјски акумулисану енергију у виду фосилних горива. При том се под хидроенергијом обично подразумева само енергија водотокова (тј. енергија кретања воде у рекама), а не и енергија кретања глечера и енергија кретања морских струја. Енергија ветра или еолска енергија представља кинетичку енергију струјања ваздуха, док се енергија таласа обично наводи засебно, јер потиче од енергије ветра.

Енергија биосфере или биоенергија или биолошка енергија сачувани је облик сунчеве енергије, који је процесом фотосинтезе претворен и акумулисан у хемијску енергију угљоводоничких (органичних) једињења.

Посебан облик сачуване енергије сунчевог зрачења представљају фосилна горива. Она настају из угљоводоничких једињења биљног или животињског порекла, која се десетинама хиљада, па чак и милионима година налазе у одговарајућим анаеробним условима и која су уз адекватан притисак и температуру изложена посебним микробиотичким дејствима. У њих се убрајају разне врсте угљева, тресет, нафта, природни гас, уљни шкриљци итд.

2.4 Облици енергије према степену трансформације

Независно од претходно описаних извора енергије, установљених према суштинском пореклу енергије на Земљи, у зависности од потреба и области примене, врсте енергије се класификују на сасвим другачије начине и по правилу односе на **појавне облике енергије који се тренутно налазе на Земљи.**

Једна од најчешће коришћених подела енергија заснива се на **степену њихове трансформације у односу на појавне облике који се тренутно налазе у природи.** Ова подела обично се користи код израде разних врста биланса енергије, и према њој, облици енергије се класификују у три групе:

¹³ Иако је термин „извор енергије“ у супротности са Законом о одржању енергије, његова примена је опште прихваћена. У том смислу извор енергије представља сваки облик енергије који се у неком издвојеном простору (систему) може директно или после процеса трансформације превести у корисне облике енергије.

Када се врши класификација примарних облика енергије, често се уместо термина примарна енергија користи термин „извор енергије“. Ово се оправдава чињеницом да се тим термином дефинишу управо носиоци енергије, односно енергетска дејства која се налазе у природи и која се могу превести у корисне облике енергије.

1. примарни облици енергије или примарна енергија,
2. секундарни, тј. трансформисани облици примарне енергије или секундарна енергија и
3. корисна енергија.

2.4.1 Примарна енергија

Примарну енергију чине сви носиоци енергије који се још називају и енергенти, односно енергетска дејства која се тренутно налазе у природи, а која нису прошла ниједан процес трансформације.

Према уделу који тренутно има у укупној енергији која се користи, примарна енергија или примарни извори енергије могу се поделити на:

- **конвенционалне и**
- **неконвенционалне изворе енергије.**

Конвенционални извори енергије су извори енергије који се тренутно доминантно користе и чији је удео у укупној светској потрошњи енергије вишеструко већи од неконвенционалних извора енергије. Конвенционални извори енергије су: огревно дрво, угаљ, сирова нафта, природни гас, енергија водених токова и нуклеарна горива.

Неконвенционални извори енергије су извори енергије чији је тренутни удео у укупној светској потрошњи енергије значајно мањи од конвенционалних извора енергије. Неконвенционални извори енергије су: енергија ветра, уљни шкриљци и битуминозни пескови (тзв. неконвенционална нафта и гас), затим енергија плиме, осеке, таласа, енергија сунчевог зрачења и геотермална енергија.

Уобичајено ја да се још природни гас, нафта и угљен називају фосилним горивима и то без обзира да ли су конвенционалног или неконвенционалног порекла.

Поред наведених подела примарне енергије, постоји и подела на основу брзине **настајања и трошења постојећих резерви носилаца енергије, тј. енергената. Према овом критеријуму примарна енергија се дели и на**

- **необновљиве и**
- **обновљиве изворе енергије.**

Необновљиви извори су они чије се резерве смањују услед интензивног коришћења, односно чије време потребно за обнављање вишеструко прелази брзину њиховог исцрпљивања, односно трошења. Ту се, пре свега, убрајају сва фосилна (нафта, све врсте угљева, природни гас, уљни шкриљци, битуминозни пескови) и нуклеарна горива (уран, торијум, деутеријум).

С друге стране, извори енергије, као што су тренутно сунчево зрачење, хидроенергија, ветар, таласи, биоенергија, енергија плиме и осеке и геотермална енергија, који се стварају већим брзинама и у већим количинама од оне којом се користе, називају се обновљивим изворима енергије.

2.4.2 Секундарна енергија

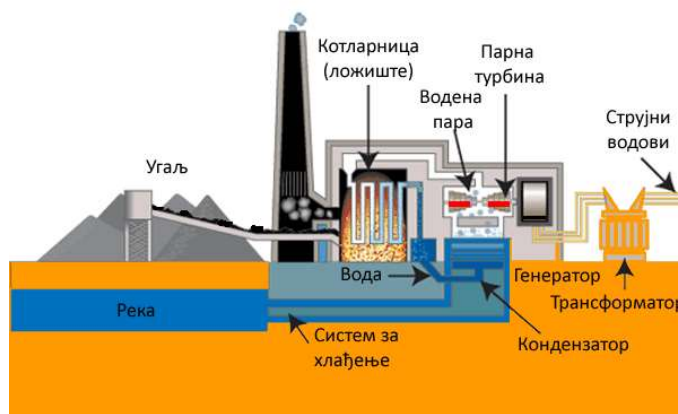
Велики број примарних облика енергије не може се непосредно користити, већ се пре

употребе мора трансформисати у неки други облик, односно у тзв. секундарну енергију. Врсте трансформација зависе од облика примарне енергије и врсте носилаца те енергије, као и жељеног облика секундарне, односно корисне енергије. Процесима трансформације енергије мењају се хемијске и/или физичке особине носилаца или примарних носилаца енергије, односно примарних енергетских дејстава.

Типични облици секундарних облика енергије су електрична енергија, топлота, деривати нафте (бензин, лож-уље, мазут), брикети, кокс, али и пелети, сечка, биогаз, обогаћени уранијум итд.

На слици 2.1 на примеру једне термоелектране, може се испратити неколико трансформација у секундарне облике енергије. Примарна енергија, чији је носилац угаљ, уноси се у котлао, где се хемијска енергија садржана у угљу користи у процесу сагоревања и прелази у секундарну енергију - топлоту. Топлота се у котлу преноси на воду и водену пару, загревајући их прелази у нови облик секундарне енергије - термо-механичку енергију водене паре. Проласком кроз турбину, термо-механичка енергија паре, ударањем о лопатице турбине, делом се претвара у нови облик секундарне енергије - механичку енергију обртања вратила турбине. Ова механичка енергија у даљем процесу трансформације користи се за покретање ротора електрогенератора и у том процесу претвара у нови облик секундарне енергије - електричну енергију.

У сваком од ових процеса трансформације, део енергије се губи.



Слика 2.1: Термоелектрана као пример трансформације примарне енергије у секундарне облике енергије

2.4.3 Корисна енергија

Корисна енергија је крајњем кориснику на располагању у облику који му највише одговара и коју може непосредно користити. Посматрано по току њеног добијања, она представља последњи облик трансформације енергије, који се добија трансформацијом примарне и секундарне енергије, након спроведених свих процеса производње, прераде, складиштења и преноса до коначне употребе.

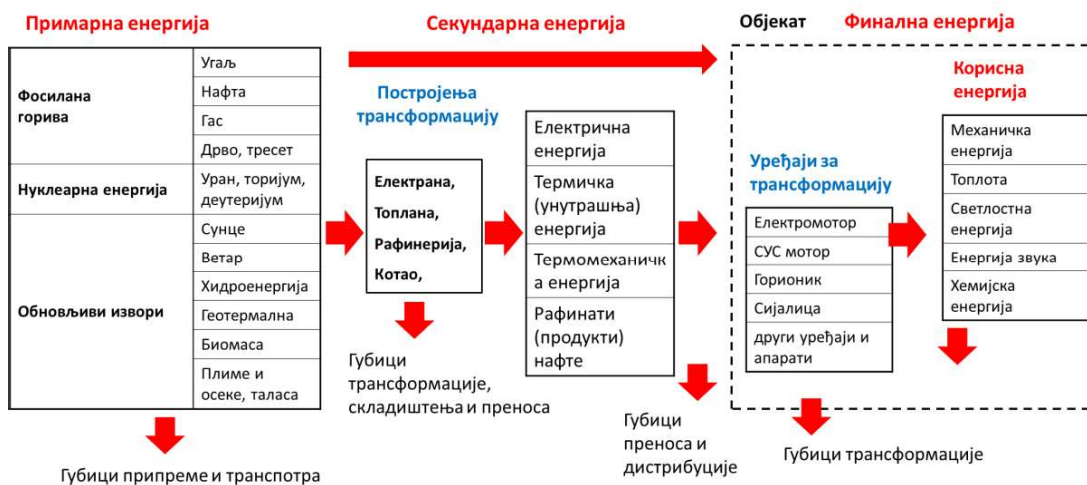
Корисни облици енергије су:

- топлотна енергија,
- механичка енергија,
- светлосна енергија,
- енергија звука и
- хемијска енергија.

2.4.4 Финална или крајња енергија

Поред појмова примарне, секундарне и корисне енергије, приликом израде енергетских биланса, користи се и термин финална или крајња енергија. Под овим појмом подразумевају се сви они облици енергије који долазе до крајњег корисника енергије, тј. енергија која се допреми до границе објекта крајњег корисника енергије (фабрика, зграда и уређаја). У зависности од тога да ли се примарни облици енергије јесу или нису трансформисали на свом путу до крајњег корисника, носиоци финалне енергије могу бити или енергетска дејства и носиоци примарне енергије или носиоци секундарне енергије.

Преглед носилаца примарне, секундарне, корисне и финалне енергије приказан је на слици 2.2.



Слика 2.2: Примарна, секундарна и финалне енергија

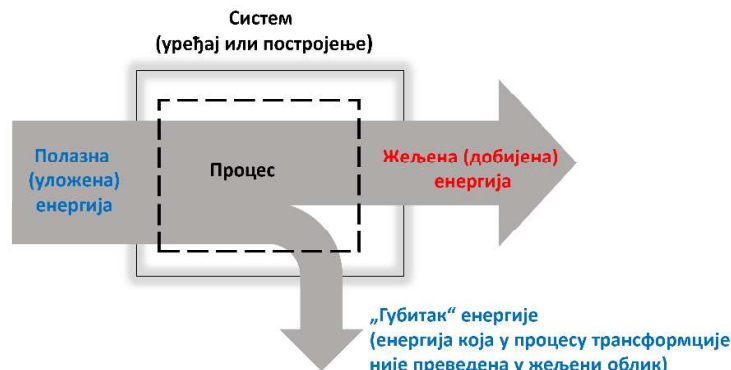
2.5 Ефикасност претварања или степен искоришћења енергије

Као што је наведено у поглављу 2.2, за мерење квалитета, односно ефикасности претварања полазног у жељени облик енергије, уводи се појам **ефикасност процеса претварања (трансформације)** или **степен искоришћења енергије**.

У општем случају, без обзира на врсте енергија које учествују у процесу, **ефикасност претварања енергије дефинише се као однос количине добијеног (жељеног) облика енергије и полазне количине енергије**. Ефикасност претварања могуће је дефинисати за сваки појединачни процес или за групу процеса, односно цео процес трансформације енергије

(слика 2.3), односно за уређај или постројење.

$$\text{Степен искоришћења енергије} = \frac{\text{жељена (добијена) енергија}}{\text{полазна (уложена) енергија}}$$



Слика 2.3: Процес претварања (трансформације) енергије

Иако би у складу са Законом о одржању енергије било логично претпоставити да **степен искоришћења енергије** независно од уређаја и процеса може имати вредност од 0 до 1 (0 до 100%), и да су, преко овог параметра у смислу степена искоришћености енергије, упоредиви различити уређаји, овакав закључак би ипак био погрешан и то у оба аспекта. У појединим процесима трансформације енергије, услед њихове физичке суштине и начина на који се дешавају, теоријски максимум **степен искоришћења енергије** не може прећи одређене вредности (нпр. у процесима претварања топлоте у механички рад – тзв. деснокретни кружни процеси), а у неким процесима као што су термодинамичко грејање и хлађење (топлотне пумпе и расхладни уређаји), управо због начина на који је дефинисан степен ефикасности, његове вредности могу или морају имати вредност већу од 1 (100%). Због тога, иако универзалан, степен искоришћења енергије оправдано је користити за међусобно поређење истоветних процеса, односно ефикасности претварања полазног у жељени облик енергије за истоветне уређаје. У табели 2.1 приказани су неки процеси трансформације енергије и одговарајући степени њеног искоришћења.

Табела 2-1: Степен искоришћења енергије у различитим процесима и уређајима

Процес	Трансформација енергије	Степен искоришћења енергије
Производња електричне енергије		
Гасне турбине	Хемијска енергија гаса у електричну енергију	до 40%
Комбиновани циклус гасне и парне турбине	Хемијска енергија горива у електричну енергију	до 60%
Хидротурбине	Потенцијална или кинетичка енергија воде у електричну	до 40% 90% (практично достигнуто)
Ветроурбине	Кинетичка енергију ветра у електричну	до 59% (теоријска граница)
Соларне (фотонапонске) ћелије	Енергија сунчевог зрачења (електромагнетних таласа) у електричну енергију	6–40% (у зависности од технологије, 15-20% најчешће, 85–90% теоријска граница)
Гориве ћелије	Хемијска енергија у електричну енергију	до 85%

Светска производња ел. енергије 2008. године	Бруто 39%	Нето 33% ^[1]
Акумулација електричне енергије		
Литијумске батерије	Хемијска у електричну/ реверзибилно (повратно)	80–90%
Никл-метал хибридне батерије	Хемијска у електричну/ реверзибилно (повратно)	66%
Оловни и алкалне батерије - акумулатори за аутомобиле	Хемијска у електричну/ реверзибилно (повратно)	50–95%
Мотори		
Мотори са сагоревањем	Хемијска енергија горива у механичку	10–50%
Електромотор	Електрична енергија у механичку	70–99.99% (> 200 W); 50–90% (10–200 W); 30–60% (< 10 W)
Млазни мотор	Хемијска енергија гаса у електричну енергију	20-40%
Природни процеси		
Процес фотосинтезе	Енергија сунчевог зрачења (електромагнетних таласа) у хемијску енергију	до 6%
Мишићи у живим организмима	Хемијска у механичку	14–27%
Кућни уређаји		
Фриџидер	Електрична у топлоту	120-300% (Хладни крај ~ 20%; топли крај ~ 40–50%)
Топлотне пумпе	Електрична у топлоту	175-250% ако је ваздух извор топлоте 300-600% ако је земља извор топлоте
Инкандесцентна сијалица	Електрична у светлосну (електромагнетне таласе у делу видљиве светлости)	0.7–5.1%, 5–10%
ЛЕД сијалице светлећа диода (енгл. LED; <i>Light-emitting diode</i>)	Електрична у светлосну (електромагнетне таласе у делу видљиве светлости)	4.2–53%
Флуоресцентна сијалица	Електрична у светлосну (електромагнетне таласе у делу видљиве светлости)	8.0–15.6%, 28%
Натријумова сијалица - сијалице са пражњењем ниског притиска	Електрична у светлосну (електромагнетне таласе у делу видљиве светлости)	15.0–29.0%, 40.5%
Метал-халогена сијалица	Електрична у светлосну (електромагнетне таласе у делу видљиве светлости)	9.5–17.0%, 24%
Прекидачки извор напајања	Електрична у светлосну (електромагнетне таласе у делу видљиве светлости)	тренутно достигнуто 96%
Електрични бојлер	Електрична енергија у топлоту	90–95%
Електроотпорни грејачи	Електрична енергија у топлоту	~100%
Остали уређаји и процеси		
Ватрено оружје	Хемијска у кинетичку	~30%
Електролиза воде	Електрична енергија у хемијску	50–70% (80–94% теоријски максимум)