



UNIVERSITETI I EVROPËS JUGLINDORE
УНИВЕРЗИТЕТ НА ЈУГОИСТОЧНА ЕВРОПА
SOUTH EAST EUROPEAN UNIVERSITY

РАЗВОЈ НА МОДЕЛ ЗА ЕНЕРГЕТСКА ТРАНЗИЦИЈА НА ТЕРМОЕЛЕКТРАНАТА ОСЛОМЕЈ

- Магистерски труд -

Ментор:

Проф. др.Шенај Хаџимустафа

Кандидат:

Далибор Богдановски

Скопје, 2020

Комисија:

Проф. д-р Шенај Хаџимустафа, ментор

Факултет за бизнис и економија

Проф. д-р Гадаф Реџеми, член

Факултет за бизнис и економија

Проф. д-р Садудин Ибраими, член

Факултет за бизнис и економија

РАЗВОЈ НА МОДЕЛ ЗА ЕНЕРГЕТСКА ТРАНЗИЦИЈА НА ТЕРМОЕЛЕКТРАНАТА ОСЛОМЕЈ

Абстракт: Во термоелектраната Осломеј има сè помалку јаглен, па треба да се користат сè повеќе други извори на енергија, кои истовремено нема да ја загадуваат околината. Целта на оваа магистерска работа е развој на модел за енергетска транзиција на термоелектраната Осломеј со искористување на енергијата од сонцето и инсталирање на фотоволтаични електрани со различна инсталирана моќност од 10 MW, 30 MW и 130 MW. Направена е анализа на инвестицијата за изградба на фотоволтаична електрана, повраток на инвестиција без кредит, повраток на инвестицијата при користење на кредит во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот од 5, 7 и 10 години, повраток на инвестиција во зависност од каматната стапка од 2%, 3% и 4% за сите три случаи за времетраење на кредитот, профитот што ќе се оствари по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната централа, процентот на годишните трошоци во зависност од годишниот приход на фотоволтаичната електрана и годишното производство на електрична енергија.

Резултатите покажуваат дека е возможно едноставна и економски исплатлива енергетска транзиција на термоелектраната Осломеј за производство на чиста електрична енергија и намалување на загадувањето на животната средина во нејзината околина.

Клучни зборови: Фотоволтаична електрана, профит, повраток на инвестиција, каматна стапка, термоелектрана Осломеј

DEVELOPMENT OF ENERGY TRANSITION MODEL FOR THE THERMAL POWER PLANT OSLOMEJ

Abstract: The thermal power plant “Oslomej” (TPP) runs out of coal, therefore there is a need of new heat sources that in the same time will not pollute environment. The aim of this master thesis is development of model for fuel type transition of the TPP “Oslomej” from coal to solar energy, and installation of photovoltaic power plant with capacity of 10, 30 and 130 MW. Investment analysis of building a photovoltaic power plant was done for three scenarios: investment return with no loan, investment return for different interest rates 2%, 3% and 5%; Different load payment 5, 7 and 10 years period and profit analysis after 20 years of installation, annual running cost depending of annual income and energy production.

The findings shown that a simple and economically profitable transition of TPP “Oslomej” to a green energy is possible, as well as decreasing of pollution of its surroundings.

Key words: Photovoltaic power plant, profit, investment return, interest rate, thermoelectric power plant Oslomej

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД	7
2. ЕНЕРГЕТСКА ТРАНЗИЦИЈА	10
2.1. Дефиниции и извори на обновлива енергија	11
2.2. Енергија и животна средина	16
2.3 Сончева енергија	18
2.4. Ефект на стаклена градина	22
2.5. Модели на енергетска транзиција	24
2.6. Развој на глобалниот фотоволтаичен пазар во последната декада	32
3. КАПАЦИТЕТИ НА ТЕРМОЕЛЕКТРАНАТА ОСЛОМЕЈ	41
3.1. Анализа на можни сценарија за долгорочно алтернативно снабдување на термоелектраната Осломеј со гориво	42
3.2. Модернизација со користење на увозен висококалоричен јаглен	43
3.3. Поставување на фотоволтаичните системи на термоелектраната Осломеј	44
4. РАЗВОЈ НА МОДЕЛ ЗА ЕНЕРГЕТСКА ТРАНЗИЦИЈА НА ТЕРМОЕЛЕКТРАНАТА ОСЛОМЕЈ	51
4.1. Основни компоненти на моделот на транзиција	51
4.2. Техно - економски параметри за анализа на моделот на транзиција	53
Вкупни трошоци за инсталација	53
Рата на кредит	54
Годишни трошоци	54
Годишни приходи	54
Годишен профит	55
Повраток на инвестицијата	55
Профит за 20 години	56
5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА	57

5.1. Инвестиција за изградба на фотоволтаична електрана	57
5.2. Повраток на инвестицијата во зависност од каматната стапка	59
5.3. Процент на годишните трошоци во зависност од годишниот приход	70
5.4. Профит по 20 години во случај на инвестиција без кредит	71
5.5. Профит од фотоволтаична електрана	72
5.6. Профит на фотоволтаична електрана по 20 години од инсталирањето за произведен 1 MWh електрична енергија	77
6. ЗАКЛУЧОК.....	81
7. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА.....	83

1. ВОВЕД

Енергетската транзиција претставува нов концепт на мерки со кои се намалува искористувањето на фосилни горива и се воведуваат обновливи извори на енергија, а при тоа се работи на зголемување на енергетската ефикасност.

Досегашните искуства покажуваат дека овој е единствен начин со кој ќе се намали искористувањето на фосилните горива што ја загадуваат животната средина, а при тоа се лимитирани на Земјата.

Енергетската транзиција кон обновливи извори на енергија се остварува преку изградба на нови електрани кои што користат нови технологии што можат да се користат на долг рок со што ја зголемуваат енергетската сигурност и стабилност.

Овие концепти бараат посебен пристап во мали земји во развој, како што е нашата, каде што вложувањата во енергетиката се ограничени.

За да се направи ефикасен модел на енергетска транзиција на даден капацитет треба да се има релевантни податоци за неговите техно-економски параметри, географската поставеност, но и социолошките аспекти имајќи го предвид образовниот профил на вработените.

Предмет на истражувањето на оваа магистерска работа е развој на модел за енергетска транзиција на термоелектраната Осломеј што се основа на концепт за искористување на енергијата од сонцето и инсталирање на фотоволтаични електрани на постоечката територија на термоелектраната.

Следејќи ги постоечките модели за енергетска транзиција направена е анализа на постоечката енергетска состојба со термоелектраната Осломеј, разгледувајќи ја постоечката искористеност на замена на фосилното гориво (лигнит) и можностите тоа да биде заменето со фотоволтаици како обновливи извори на енергија кои не ја загадуваат животната средина.

Моделот опфаќа повеќе техно-економски сценарија кои се дефинирани во зависност од географската положба на фотоволтаичните електрани кои ќе се проектираат со предвидена инсталирана моќност. Во овој случај, како што предвидива

АД ЕСМ, фотоволтаичните електрани имаат инсталирана моќност од 10 MW, 30 MW и 130 MW.

Овој модел овозможува едноставна и економски исплатлива енергетска транзиција на термоелектраната Осломеј за производство на чиста електрична енергија со цел намалување на загадувањето на животната средина.

Исто така, со производство на електрична енергија од сонцето се добива поголема сигурност и стабилност на енергетскиот систем на долги патеки, особено што количеството на јаглен што се користи како енергенс во термоелектраната ќе биде значително намален.

Истражувањата се базираат на техно-економска анализа, што се заснова на условот на цената за произведена електрична енергија за еден kWh со фотоволтаичната технологија да не ја надмине цената со постоечката технологија во термоелектраната Осломеј, т.е во услови кога како гориво се користи јаглен.

Имајќи предвид дека наоѓалиштето на јаглен што се користи за производство на електрична енергија во термоелектраната Осломеј е со ограничени залихи, промената на технологијата ќе го продолжи работниот век на централата. Енергетската транзиција ќе овозможи намалување на загаденоста на воздухот и почвата во околината на термоелектраната Осломеј.

Истражувањата при поставувањето на моделот за енергетска транзиција се состојат од три основни дела:

1. Анализа на постоечките техно-економски параметри на термоелектраната Осломеј кога произведува електрична енергија од јаглен со максимална моќност од 125 MW.
2. Мапирање на најсоодветните локации за поставување на фотоволтаичните системи и нивно мрежно поврзување на територијата на термоелектраната Осломеј.
3. Развој на модел за енергетска транзиција на термоелектраната Осломеј.

Во моделот за енергетска транзиција се опфатени техно-економските параметри за инсталирање на фотоволтаични електрани од 10 MW, 30 MW и 130 MW кога при изградбата се користат сопствени средства или кредит, а ќе бидат опфатени сценарија во кои ќе се разгледува:

- ✚ Инвестиција за изградба на фотоволтаична електрана
- ✚ Повраток на инвестиција без кредит
- ✚ Повраток на инвестицијата при користење на кредит во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот од 5, 7 и 10 години
- ✚ Повраток на инвестиција во зависност од каматната стапка од 2%, 3% и 4% за сите три случаи за времетраење на кредитот
- ✚ Профитот што ќе се оствари по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната централа
- ✚ Процентот на годишните трошоци во зависност од годишниот приход на фотоволтаичната електрана
- ✚ Годишното производство на електрична енергија.

Компаративна анализа на развиениот модел со постоечките техно-економски параметри на термоелектраната Осломеј овозможува да се добијат релевантни информации за можностите за енергетска транзиција.

Финасиските параметри на електраната се изразени преку функција од вкупниот приход и цената на чинење на производство за изградба и одржување на фотоволтаични електрани со различна инсталирана моќност од 10 MW, 30 MW и 130 MW, а направена е компарација помеѓу производството на електрична енергија со увозен јаглен и фотоволтаичната електрана, при што се зададени сет на претпоставки и референтни вредности.

Врз база на овие претпоставки и вредности се пресметани инвестициските и оперативни трошоци, но и излезните параметри како што е производството на електрична енергија.

2. ЕНЕРГЕТСКА ТРАНЗИЦИЈА

Официјалните податоци за производство на енергија на светско ниво бележат тренд на зголемување од околу 40% за периодот од 2000 до 2017 година. Меѓутоа, ако се направи анализа на типот на енергетските горива т.е. извори кои што се користат за производство на енергија се забележува дека уделот на цврстите фосилни горива од 7% во 2000 година се зголемил само за 3% и изнесува 10% во 2017 година.
(<http://www.cnti.info/energija/page2.html>)

Ова укажува на фактот дека овој тип на горива се помалку се користат за производство на енергија и тоа особено после 2015 година.

Постојат две основни причини за ваквиот развој на технологијата на производство на електрична енергија, а тоа се сè помалите расположливи ресурси на јаглен на светско ниво од една страна и сè поголемата заложба за намалување на загадувањето на околината од друга страна.

Како последица на горенаведените факти расте уделот на обновливите извори на енергија и тоа особено примената на фотоволтаиците како и искористувањето на енергијата од ветрот во производство на електрична струја.

Така на пример, во 2000 година уделот на овој тип на извори на енергија бил 0,35%, а во 2017 година изнесува 6,3%, што претставува зголемување на уделот за 18 пати што укажува на фактот дека ниту еден друг вид на извор на енергија не бележи вакво зголемување.

Енергетската транзиција е светски тренд која што се остварува преку различни концепти и модели со цел полесна и поекономична замена на фосилните горива со обновливи извори на енергија што би придонело до намалување на загадувањето на животната средина, енергетска стабилност и сигурност.

Еден од моделите на енергетска транзиција е замената на јагленот како енергенс во термоелектраните со инсталирање на фотоволтаични електрани на локации каде што искористувањето на сонцето е со поголема ефикасност како што е во нашата земја.

2.1. Дефиниции и извори на обновлива енергија

Штетните ефекти на традиционалните необновливи извори на енергија, како што се фосилните, ги натераа земјите да го преиспитаат искористувањето на своите извори на енергија. Општо, повеќето необновливи извори се фосилни горива како што се јаглен, нафта и природен гас.

Исто така, заради постојаната употреба на овие необновливи ресурси, тие брзо опаѓаат, предизвикувајќи загриженост за идните снабдувања со енергија. Воедно, прекумерната употреба на фосилни горива има негативно влијание врз животната средина и здравјето на луѓето.

На пример, необновливите извори го создаваат ефектот на стаклена градина, што е процес со кој зрачењето од Земјината атмосфера ја загрева површината на температура над нормалата. (<http://www.cnti.info/energija/page2.html>)

Најмали промени може да имаат сериозни негативни ефекти врз околините низ целата Земја, како што се топење на глечерите и морскиот мраз, менувањето на моделите на врнежи и присилната миграција на животните. (<https://www.prnewswire.com/news-releases/support-grows-for-renewable-energy-initiatives-around-the-globe-300892819.html>)

Терминот „обновлив“ генерално се применува на оние енергетски ресурси и технологии чија заедничка карактеристика е дека тие природно се обновуваат. Обновливите извори вклучуваат сончева енергија, ветер, вода што паѓа, топлина на земјата (геотермална), растителни материјали (биомаса), бранови, струи на океанот, температурни разлики во океаните и енергија на плимата и осеката. (http://www.izvorienergije.com/obnovljivi_izvori_energije.html)

Обновливите извори на енергија и технологија произведуваат моќ, топлина или механичка енергија со претворање на тие ресурси во електрична енергија или во моќ. (<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea79e/ch05.html>)

Најголем предизвик на денешнината е да се најде начин да се задоволат сè поголемите потреби за енергија, а притоа загадувањето на животната средина да се намали.

Во светот сè повеќе се инвестира токму во тој сектор, кој е дел од таканаречената “зелена економија” и каде што се вработуваат голем број на луѓе.

Од друга страна, производството на енергија на тој начин ја намалува емисијата на штетни гасови, со што се штити животната средина, што е едно од клучните прашања за сите држави, како и целата планета.

Терминот “обновливи”, потекнува од фактот дека енергијата се троши во количина која не ја надминува брзината со која се создава во природата. Моментално во светот околу 13% од потрошувачката на примарна енергија потекнува од обновливите извори на енергија и покрај тоа што техничките капацитети се значајно поголеми. (<https://extension.psu.edu/what-is-renewable-energy>)

Наспроти обновливите се необновливите извори на енергија. Тие би можеле да се дефинираат како извори за чии резерви се очекува да бидат исцрпени за максимум неколку стотини години, а чие обновување би траело несразмерно долго.

Покрај енергетската ефикасност и енергетските заштеди, обновливите извори на енергија играат клучна улога во секоја одржлива земја во енергетската политика.

Освен што ја намалуваат зависноста на самата држава од увоз на енергија, влијаат на обезбедување на резерви, помалку ослонување на непостојаните цени на нафта, гас и ураниум, а исто така даваат свој допринос во борбата против климатските промени. (<http://oie.mingorp.hr/UserDocImages/OIE%20Tekst.pdf>)

Зголемена свесност за животната средина кај луѓето, особено во ЕУ и покрај овие проблеми, резултираше во стратегија за удвојување на употребата на обновливи извори во 2010 година во однос на 2003 година. т.е. од 12% на 20% до 2020 година, со истовремено намалување на емисиите на CO₂ за околу 20%.

На пример, во Германија во 2009 година, уделот на енергија од обновливи извори е 16%, а се планира до 2020 година 50% од електричната енергија да се генерира од обновливи извори 149 билиони kWh. ([Директива 2009/28 / ЕУ](#))

ЕУ има донесено повеќе директиви во областа на обновливите извори на енергија, намалувањето на јаглерод диоксидот и долгорочните цели.

Така, Советот на Европа и Парламентот усвоија директивана 26.03.2009 година, како и измени во Директивата 2003/30 / ЕК и укинувањето на 2001/77 / ЕУ, со која се промовира обновлива енергија до 2020 година, намалување на емисијата на гасови за 35%.

Во 2017 година, вкупното намалување мора да биде 50%, со зголемување од 60% за почетните капацитети од овој датум, а CO₂ за периодот од 2008 до 2012 година за 5,2% во однос на 1990 година и удел на биогориво од 10%. ([Директива 2003/30/ЕС; 2001/77/ЕС; 2003/96/ЕС и 2009/28/EU](#))

Во моментот, 18% од вкупното производство на енергија во светот се генерира од обновливи извори на енергија, од кои повеќето се традиционални (биомасата е околу 13%, а хидроенергијата е околу 3%), така што другите обновливи нови извори се околу 2,5%.

Учеството на нови обновливи извори на енергија во иднина мора да се зголеми затоа што необновливите извори на енергија на земјата се намалуваат и нивното штетно влијание врз животната средина се зголемува, од една страна, а од друга страна, голем потенцијал лежи во нив и далеку ги надминува светските потреби.

На пример, сонцето ја снабдува околу 15,000 пати повеќе со енергија Земјата, од сегашната нејзина потрошувачка, а потенцијалот на геотермалната енергија е според некои проценки околу 50,000 пати поголем од вкупната енергија на нафтата и гасот на земјата и секој обновлив извор сам за себе може да ги покрие сегашните светски потреби, особено енергијата на сонцето и ветерот далеку ги надминува потребите.

Исто така, кога зборуваме за обновливите извори на енергија треба да се земат предвид следниве прашања:

-  колку ресурси (количини) се присутни во животната средина;
 -  за кои цели и до кое време може да се користат;
 -  какво е влијанието врз животната средина, цената и економичноста.
- http://projects.tempus.ac.rs/attachments/project_resource/878/1158_Obnovljivi%20energetski%20resursi-%20158989-2009.pdf

Европа, благодарение на своите геолошки, климатски и хидролошки карактеристики, располага со извори на обновлива енергија. Вода, ветер, сонце, геотермална енергија, енергија на брановите, плима и осека, како и биомаса, тоа се извори кои можат да се искористат за производство на енергија во некои европски држави или области.

Процентот покажува дека во членките на ЕУ, како што се Норвешка, Исланд, Шведска и Хрватска, како и државите со кандидатски статус – Турција и Западен Балкан, заедно располагаат со комбинирани стопански потенцијали за производство на “зелена електрична енергија” кои далеку ја надминуваат сегашната, како и предвидената идна побарувачка на електрична енергија.

Зголемената свесност за животната средина кај луѓето, особено во ЕУ, резултираше во стратегија за удвојување на употребата на обновливи извори од 12% во 2010 година, на 20% до 2020 година со истовремено намалување на емисиите на CO₂ за околу 20%.

ЕУ има донесено повеќе директиви во областа на обновливите извори на енергија, намалувањето на јаглерод диоксидот како една од своите долгорочни цели.

Така, Советот на Европа и Парламентот усвоија директива на 26.03.2009 динакако и измени во Директивата 2003/30 / ЕК и укинувањето на 2001/77 / ЕУ, со која се промовира користење на обновлива енергија до 2020 година и намалување на емисијата на гасови за 35%.
http://projects.tempus.ac.rs/attachments/project_resource/878/1158_Obnovljivi%20energetsiki%20resursi-%20158989-2009.pdf

Во 2017 година вкупното намалување треба да биде 50%, со зголемување од 60% за почетните капацитети од овој датум, а на CO₂ за периодот од 2008 до 2012 година за 5,2% во однос на 1990 година и удел на биогориво од 10%. <https://www.envirotech-online.com/news/air-monitoring/6/breaking-news/what-are-the-top-5-environmental-concerns-for-2019/47579>

Обновливите извори на енергија имаат важна и сè поголема улога во енергетскиот систем на Европската унија. Во 2018 година уделот на електричната енергијата добиена од обновливи извори изнесуваше 18% во однос на вкупното

произведено количество, што претставува двојно зголемување во однос на 2004 година кога истиот изнесуваше 8,5%. [\(Share of renewables in energy consumption in the EU reached 18% in 2018. Eurostat News Release, 23 January 2020\)](#)

Според, Европската енергетска стратегија, во 2020 уделот треба да достигне 20% од вкупната крајна потрошена енергија, а во 2030 најмалку 32%. [\(Share of renewables in energy consumption in the EU reached 18% in 2018. Eurostat News Release, 23 January 2020\)](#)

Овие проценти се базираат на користење на електричната енергија во сите три главни сектори за загревање, ладење и транспорт.

Уделот на енергијата добиена од обновливи извори бележи пораст и во земјите членки на ЕУ.

Така на пример, водечка држава е Шведска каде што од вкупно произведената електрична енергија во 2018 година е повеќе од половина или 54,6% е од обновливи извори, следува Финска со 41,2%, Латвија со 40,3%, Данска со 36,1% и Австрија со 33,4%, додека најмал удел има во Холандија со 7,4%, Малта со 8%, Луксембург со 9,1% и Белгија со 9,4%. [\(Share of renewables in energy consumption in the EU reached 18% in 2018. Eurostat News Release, 23 January 2020\)](#)

Според, истата директива која што е донесена во 2009 година се предвидува на ниво на ЕУ во 2020 уделот на енергијата од обновливи извори да биде 20%. Промовирањето на користење на енергија добиена од обновливи извори е важно за намалување на енергетската зависност на ЕУ и за остварување на целите во борбата со глобалното затоплување.

Директивата поставува цели одделно за секоја земја членка, земајќи ги предвид различните стартни позиции и потенцијали, така што целите се движат од 10% до 49%. Во 2018 година, како што може да се види од податоците, веќе 12 земји ги остварија нивните цели и тоа четири години порано од предвиденото. [\(Share of renewables in energy consumption in the EU reached 18% in 2018. Eurostat News Release, 23 January 2020\)](#)

2.2. Енергија и животна средина

Заштита на животната средина се спроведува со постигнување на концептот на 4R намалување, рециклирање, обновување и повторна употреба.

За да се зачува животната средина потребно е да се решат 5-те главни закани по животната средина:

-  Биодиверзитетот е најсложената и најзначајна карактеристика на нашата планета. Во суштина тоа е секое живо суштество и екосистемот што ја сочинуваат околината. Од највисоката жирафа до најмалиот микроорганизам, сè игра важна улога во одржувањето на нашиот свет. Но, со зголемувањето на глобалното затоплување, загадувањето и уништувањето на шумите, биолошката разновидност е во опасност и милијарди видови исчезнаа низ целиот свет. Некои научници, всушност, сугерираат дека сме во почетокот на 6-то масовно истребување, претставувајќи проблеми за нашата планета и за нас самите. Намалувањето на внесот на месо, особено црвеното месо како и правењето одржливи извори може да помогне да се одржи нашата планета непречено.
-  Загадувањето на водата е огромна грижа за нас и нашата околина. Загадената вода не само што е огромен финансиски напор, туку го убива и човекот и морскиот живот. Со излевање на нафтата и изобилството од пластичен отпад и токсични хемикалии кои влегуваат во нашите патишта, ги оштетуваме највредните ресурси што нашата планета ги има да ги понуди.
-  Ни требаат растенија и дрвја за да преживееме. Тие обезбедуваат кислород, храна, вода и лекови за секого низ целиот свет. Но, ако уништувањето на шумите продолжи според стапката што се случуванема да остане голем дел од вредното шумарство. Со природни пожари, нелегална сеча и масовно количество дрва што се бере за комерцијална употреба, нашите шуми се намалуваат со алармантна стапка. Покрај намалувањето на снабдувањето со кислород, загубата на шумите придонесува околу 15% од емисиите на стакленичките гасови.

✚ Загадувањето на околината е една од главните причини за многу други загрижени за животната средина, вклучувајќи ги климатските промени и биолошката разновидност. Сите 7 клучни типови на загадување: воздух, вода, почва, бучава, радиоактивни, лесни и термички честички, влијаат на нашето опкружување. Треба подеднакво да се погрижиме за сите видови на загадување, што подразбира, решавање на еден вид, а истовремено справување со сите нив. Затоа треба да работиме заедно, како заедница, за да го намалиме влијанието што го има загадувањето врз нашето опкружување.

✚ Како што е наведено во неодамнешниот извештај на ООН, без „големи промени“ во нашите постапки и однесувања, нашата планета ќе страда драстично од глобалното затоплување за само 12 години. Гасовите на стакленици се главната причина за климатските промени, заглавување во сончевата топлина и затоплување на површината на земјата. Зголемената температура на океаните влијае на морскиот живот и екосистемите што се населени таму. Порастот на глобалното ниво на морето ја намалува нашата земја, предизвикувајќи масовни поплави низ целиот свет. Ако продолжиме така, светот ќе страда неповратно.
<https://medphys.royalsurrey.nhs.uk/nccpm/?s=technicalevaluations>

Од суштинско значење за производство на индустриско, трговско и општествено богатство, е енергијата која исто така обезбедува лична удобност и подвижност. Врз неговото производство и потрошувачката значително влијаат: емисиите на стакленички гасови и загадувачи на воздухот, употребата на земјиштето, производството на отпад и излевање нафта. Овие притисоци придонесуваат климатските промени, ги оштетуваат природните еко-системи и човечкото опкружување и имаат негативни ефекти врз здравјето на луѓето. <https://medphys.royalsurrey.nhs.uk/nccpm/?s=technicalevaluations>

Воедно, сите делови на енергетскиот систем во Европа, од достапноста на изворите на енергија до потрошувачката на енергија, се потенцијално ранливи на климатските промени и екстремните временски настани, се вели во извештајот на Европската агенција за животна средина.

За да се обезбеди сигурно снабдување со чиста енергија, енергетскиот систем на Европа треба да се прилагоди и да стане поотпорен на климата, се наведува во извештајот. (<https://medphys.royalsurrey.nhs.uk/nccpm/?s=technicalevaluations>)

Искуството од топлотниот бран во 2003 година покажа дека земјите со високи приходи, исто така можат да бидат негативно погодени. Потенцијално најважниот проблем со животната средина поврзан со енергијата се глобално климатските промени (глобалното затоплување или ефектот на стаклена градина).

Зголемената концентрација на стакленичките гасови како што се CO₂, CH₄, CFC, N₂O, озонот и по оксид ацетил нитрат во атмосферата ја заробуваат топлината што зрачи од површината на Земјата и ја зголемува температурата на површината на Земјата. (<https://medphys.royalsurrey.nhs.uk/nccpm/?s=technicalevaluations>)

Под некои околности, интеракциите помеѓу енергијата и животната средина можат да предизвикаат голем број ризици или промет, без оглед дали се поврзани со климата, воздухот, земјиштето, биолошката разновидност, отпадот, водата или морската околина.

Законодавството и политиките на животната средина на ЕУ треба да обезбедат политиките на ЕУ да го искористуваат својот максимум потенцијал за намалување на ризиците и влијанијата од потрошувачката на ресурси и енергија.

Ова ќе донесе директно и индиректно подобрување на здравјето, климата и животната средина, ќе го намали увозот и ќе овозможи на ЕУ подобро да се натпреварува на меѓународно ниво во свет на ограничени ресурси.

(https://ec.europa.eu/environment/integration/energy/index_en.html)

2.3 Сончева енергија

Сонцето создава енергија со процесот на нуклеарна фузија на водородни јадра и формирање на хелиум. Сончевата светлина е главниот извор на енергија на површината на Земјата, што може да биде искористена од разни природни и синтетички процеси.

Најзначајниот од нив е фотосинтезата, која што настанува во растенијата и преку која се трансформира сончевата светлина во форма на хемиска енергија, т.е може да се каже дека тоа е процес на складирање на сончевата светлина.

Наједноставно, процесот на фотосинтеза може да се објасни како синтеза на гликоза во присуство на јаглероден диоксид и вода под дејство на сончева светлина и кислород како нус-производ. Ова е најважната биохемиска реакција и скоро целиот живот на Земјата зависи од неа.

Сончевата енергија во една или друга форма е извор на речиси целата енергија на земјата. Луѓето, како и сите други животни и растенија, се потпираат на сонцето за топлина и храна.

Луѓето исто така ја користат сончевата енергија и на многу други различни начини, на пример: фосилните горива, растителната материја од поранешна геолошка старост се користат за транспорт и производство на електрична енергија и се во суштина само складирана сончева енергија од пред милиони години.

Слично на тоа, биомасата ја претвора сончевата енергија во гориво, кое потоа може да се користи за греење, транспорт или електрична енергија. Енергијата на ветерот, што се користи со стотици години за да се обезбеди механичка енергија или за транспорт, ги користи воздушните струи создадени од страна на загреан воздух од сонцето и од ротацијата на Земјата.

Денес, ветерните турбини ја конвертираат силата на ветерот во електрична енергија, исто како и во нивните традиционални форми. Дури и хидроенергијата потекнува од сонцето. Хидроенергијата зависи од испарувањето на водата под влијание на сонцето и нејзиното враќање на земјата во вид на дожд за да се обезбеди вода во браните.

Најголемата предност на сончевата енергија во однос на другите извори на енергија е тоа што таа е чиста енергија и може да биде искористена без загадување на животната средина.

Со алармантното загадување на животната средина, фосилните горива, кои што беа основен извор на енергија во минатиот век, сè повеќе се заменуваат со обновливи

алтернативни извори на енергија. Една од причините е ниската цена на електрична енергија произведена од нив.

Фотоволтаиците (често скратено како ФВ) се едноставен и елегантен начин на искористување на сончевата енергија.

Фотоволтаичните уреди (сончеви ќелии) се единствени по тоа што директно го претвараат сончевото зрачење во електрична енергија, без бучава, загадување или подвижни делови, што ги прави робусни, сигурни и долготрајни.

Сончевите ќелии се базираат на истите принципи и материјали користени во комуникациската и компјутерската револуција, и овој труд го покрива работењето, употребата и примената на фотоволтаичните уреди и системи.

Електричната енергија произведена со фотоволтаици со сигурност ќе биде еден од главните енергетски ресурси до крајот на 21 век, заедно со останатите обновливи енергетски ресурси како што се ветарот, хидро енергија, но и нуклерана фузија и фисија.

Поради развојот на фотоволтаичните технологии и трансформирање на енергијата од сонцето директно во електрична енергија, а и поради тоа што општествените норми за чиста енергија се сè поголеми, во почетокот на овој век почнаа да се произведуваат поевтини и поефикасни фотоволтаични модули.

Овие уреди ја претвораат сончевата светлина, најрасположливата енергија на планетата Земја, директно во електрична енергија без трансформирање во топлина и без вртливи машини.

Фотоволтаичните модули произведуваат електрична енергија без емисии на стакленички гасови или било какви други гасови за време на работењето.

Фотоволтаиците претставуваат процес на директно претворање на сончевата светлина во електрична енергија со користење сончеви ќелии.

Денес, таа е брзо растечка и многу значајна обновлива алтернатива за конвенционалното производство на електрична енергија од фосилни горива, но во споредба со останатите технологии на генерирање електрична енергија, таа е релативно новитет, со првата практична демонстрација на фотоволтаични уреди во 1950.

Истражувањето и развојот на фотоволтаиците го доби својот прв голем поттик од вселенската индустрија во 1960 година, која побаруваше независно напојување со енергија за сателитските апликации.

Овие вселенски сончеви ќелии беа неколку илјади пати поскапи отколку што се денес и потребниот метод за производство на електрична енергија независно од напонска мрежа, се разбира беше далеку цела една деценија, но сончевите ќелии стануваат интересна научна варијација на брзиот развој на силициумовиот транзистор во неколку потенцијално специјализирани пазари.

Се искористи нафтената криза во 1970 - тите да се фокусира вниманието на светот на потребата од алтернативни извори на енергија за терестријална употреба, што пак ги промовираше истражувањата на фотоволтаиците како средство за генерирање на терестријална енергија.

Иако, нафтената криза се покажа краткотрајна и финансиските стимулации за развој на сончеви ќелии секнаа, сончевите ќелии влегоа во арената како технологија за производство на енергија.

Поради намалувањето на цената на фотоволтаичните модули како и големиот напредок во сферата на енергетската електроника, која што овозможува поефикасно интегрирање на фотоволтаичните системи во електроенергетскиот систем, тие стануваат сè по примамливи за приватните инвеститори како и за домаќинствата кои можат да ги инсталираат на своите покриви.

На овој начин тие можат да искористат дел од произведената енергија и да заштедат, а вишокот нескористена енергија да ја инјектираат во мрежата.

Ова децентрализираното производство на електрична енергија има свои предности, една од нив е тоа што произведената енергија се троши локално и не се зафаќаат капацитетите за далекуводите во електропреносниот систем, што значи дека системот може да има повеќе енергија со истата електропреносна инфраструктура.

2.4. Ефект на стаклена градина

Иако најголемиот дел од фотоволтаични уреди денес се користи од чисто практични и економски причини, потенцијална придобивка од фотоволтаиците е дека се еден од еколошки најчистите извори на електрична енергија.

Влијанието врз животната средина од таквото производство на електрична енергија, особено на ефектот на стаклена градина, додава важна причина за истражување на фотоволтаиците. Краток преглед на ефектот на стаклена градина е дадена подолу.

Температурата на Земјата е резултат на рамнотежа воспоставена помеѓу влезните зрачење од Сонцето и емитираната енергија во вселената од страна на Земјата. Излезното зрачење од Земјата е под силно влијание од присуството и составот на земјината атмосфера.

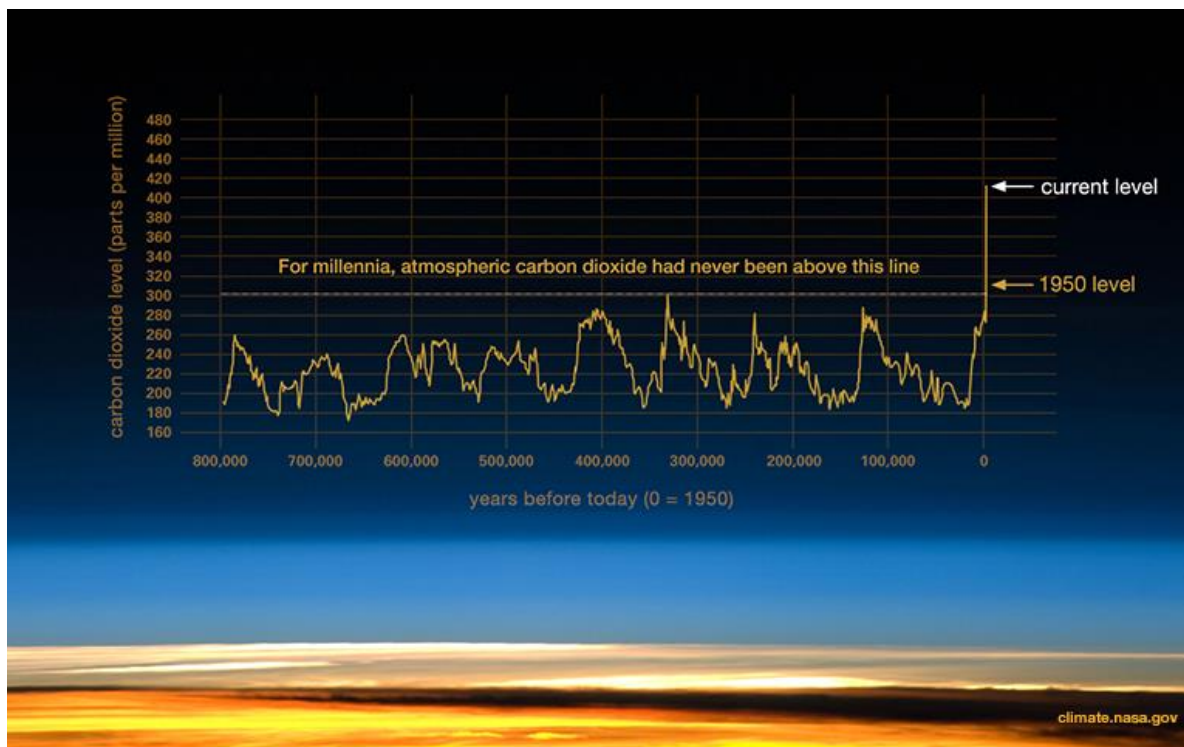
Ако ние немавме атмосфера како Месечината, просечната температура на Земјината површина би изнесувала околу -18°C .

Сепак, природното ниво на концентрација на јаглероден диоксид (CO_2) од 270 ppm во атмосферата го апсорбира излезното зрачење, а со тоа ја чува оваа енергија во атмосферата и ја затоплува Земјата, слика 1. (<https://climate.nasa.gov/evidence/>)

Атмосферата придонесува Земјината температура да биде околу 15°C во просек, 33°C повеќе од Месечината.

Молекулите на јаглеродниотдиоксид најмногу ги апсорбираат брановите должини од 13 до 19 μm , а водената пареа најмногу во опсегот од 4 до 7 μm .

Повеќето од излезното зрачење (70%) се наоѓа помеѓу 7-13 μm , што значи дека зрачењето во овој дел од спектарот помалку се емитира надвор од земјината атмосфера. (<https://climate.nasa.gov/evidence/>)



Сл. 1 Зголемување на концентрацијата на CO₂ во атмосферата

[\(https://climate.nasa.gov/evidence/\)](https://climate.nasa.gov/evidence/)

Човековите активности сè повеќе ослободуваат "антропогени гасови" во атмосферата, кои апсорбираат во опсегот на бранова должина 7-13 μm , посебно јаглерод диоксид, метан, озон, азотен оксид и хлорофлуорокарбонати (CFC).

Овие гасови го спречуваат нормалното зрачење на енергија и потенцијално ќе придонесат за зголемување на земјината температура.

Денешните мерења покажуваат дека нивото на CO₂ ќе се удвои до 2030 година, предизвикувајќи глобално затоплување од 1 ~ 4 °C. Ова ќе доведе до промени во ветерните зони и врнежите од дожд, што може да предизвика внатрешноста на континентите да се исуши и нивоата на океаните да пораснат.

Понатамошното зголемување на ослободување на антропогени гасови би предизвикало, се разбира, посериозни последици.

2.5. Модели на енергетска транзиција

За да се ограничи зголемувањето на температурата да не надмине 2 степени, енергетскиот систем на глобално ниво треба да претрпи коренити трансформации, од широко распространетата употреба на фосилните горива до масовна примена на обновливи извори на енергија.

Таква глобална трансформација веќе се случува во многу земји, но сепак трендот на емисија на штетни гасови не се намалува со планираната стапка.

Вкупната емисија на гасови до 2050 година, би требало да треба да се намали за дополнителни 470 Gt, а тоа би можело да се постигне ако шесткратно се зголеми уделот на обновливите извори на енергија.

Тоа значи од постоечките 15% во 2015 година на околу 75% во 2050 година, пред сè на сончева енергија и енергија од ветер.

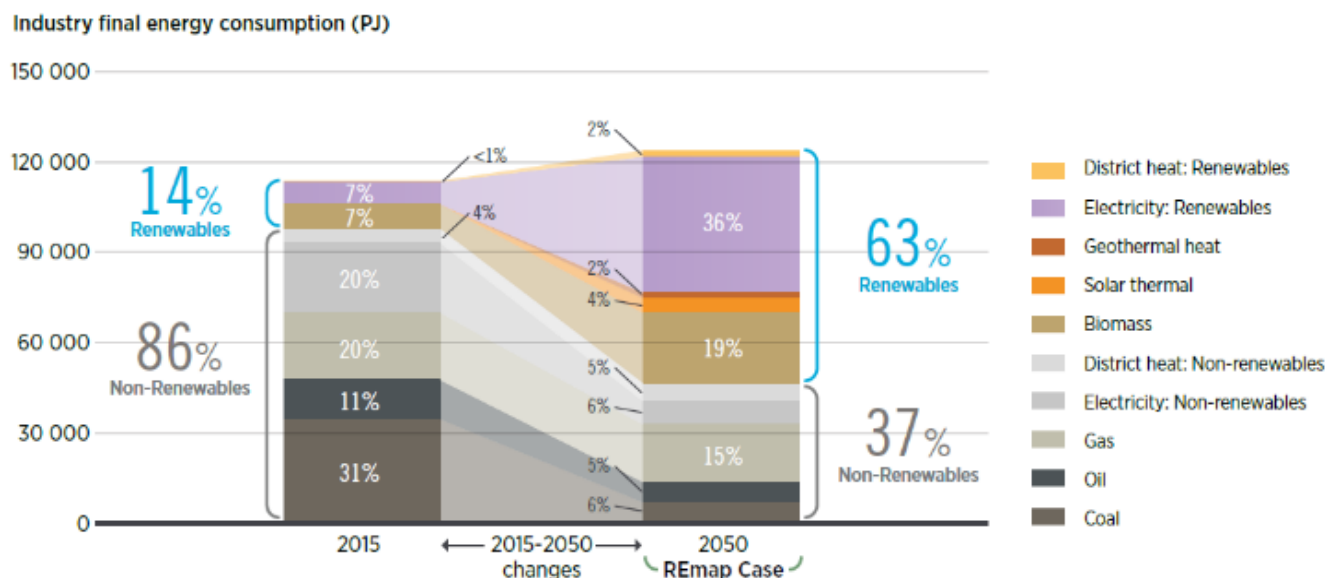
<https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050>

На индустријата, транспортот и градежниот сектор ќе им треба повеќе енергија од обновливи извори.

Индустрија

До денеска, индустрискиот сектор напредува најбавно од аспект на енергетска транзиција, така што во 2015 година само 7% од енергијата што се користи е од обновливи ивори и тоа најмногу од биоенергија.

Приказ, на видовите на енергија и нивниот проценет процентуален удел во следните три декади е даден на сликата 2.



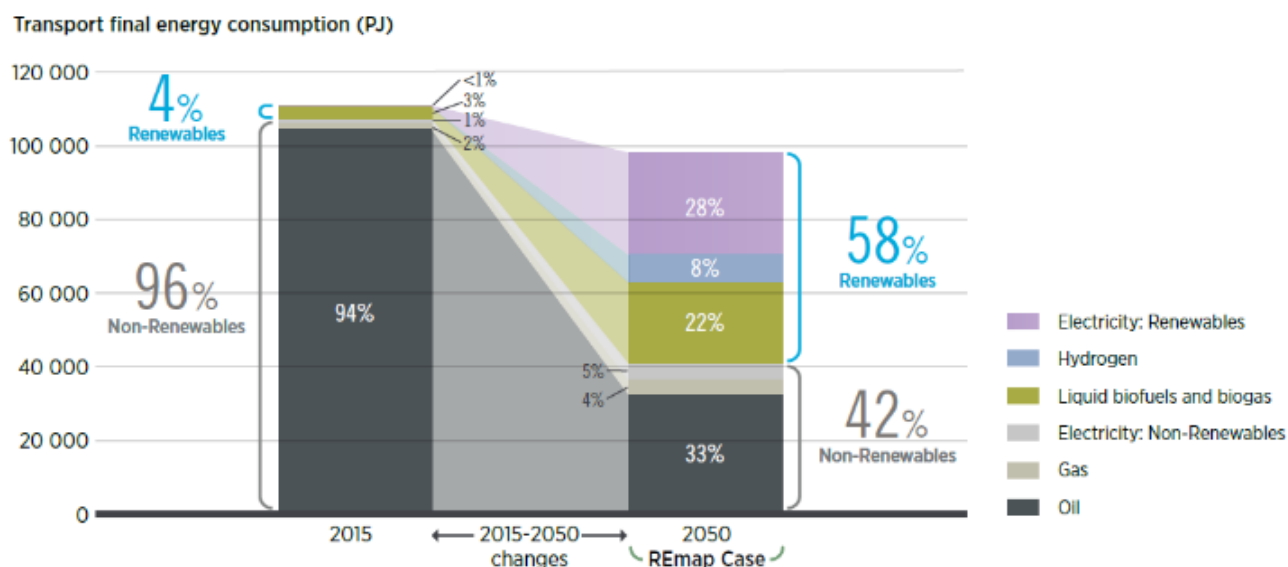
Сл. 2 Извори на енергија за индустриски потреби и нивна побарувачка

(<https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050>)

Транспорт

Само 4% од енергијата што се користи во транспортот доаѓа од обновливи извори на енергија и ова се должи на недоволната електрификација на транспортните системи. За сега, користењето на чиста енергија во поморскиот транспорт и во авијацијата е повеќе од скромно.

Стратегијата за намалување на емисија на CO₂ предвидува до 2050 година да се намали на 3 Gt на годишно ниво, даден на слика 3.



Сл. 3 Планирана трансформација на енергетските извори во транспортниот сектор

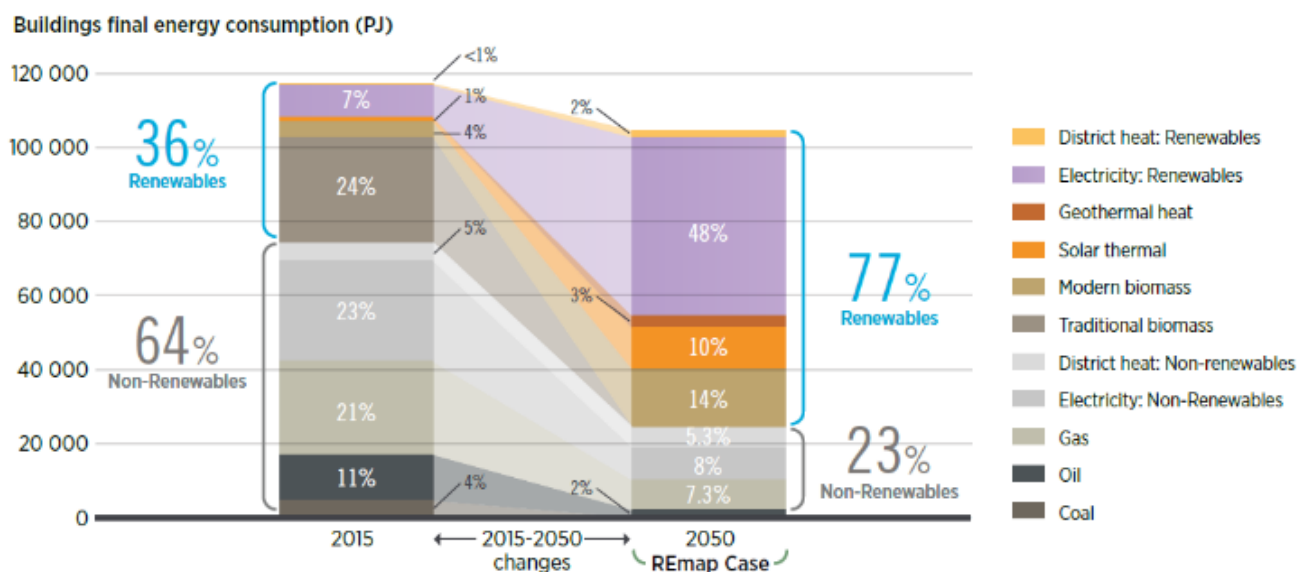
(<https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050>)

Градежништво

На светско ниво, се проценува дека се гради на површина од околу 150 милијарди m^2 и околу 36% користи енергија од обновливи извори.

Се предвидува дека истото во 2050 ќе опфаќа 270 милијарди m^2 и овој раст ќе има значителен удел во зголемувањето на глобалната емисија на гасови.

Проценките колку треба да изнесува уделот на енергијата од обновливи извори се прикажани на следниот графикон, даден на слика 4.



Сл. 4 Зголемен удел на чиста енергија и намалување на фосилни горива во градежниот сектор

<https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050>

Енергетска транзиција на глобално ниво

Се проценува дека во 2050 година годишно ќе бидат потребни 1,700 милијарди долари за енергетската транзиција на глобално ниво.

Од друга страна, намалувањето на загадувањето, помалите последици по здравјето и помалото загадување на околината, се проценуваат на 6,000 милијарди долари годишно.

Се очекува енергетската транзиција да го подобри социјалниот и економскиот удар, БДП ќе се зголеми и ќе ја намали стапката на невработеност.

Се проценува дека бројот на изгубени работни места во областа на фосилните горива ќе биде околу 7,4 милиони до 2050 година, но од друга страна се проценува дека во областа на обновливи извори ќе се отворат 19 милиони работни места.

<https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050>

Усогласување на финансискиот систем со барањата на енергетска транзиција

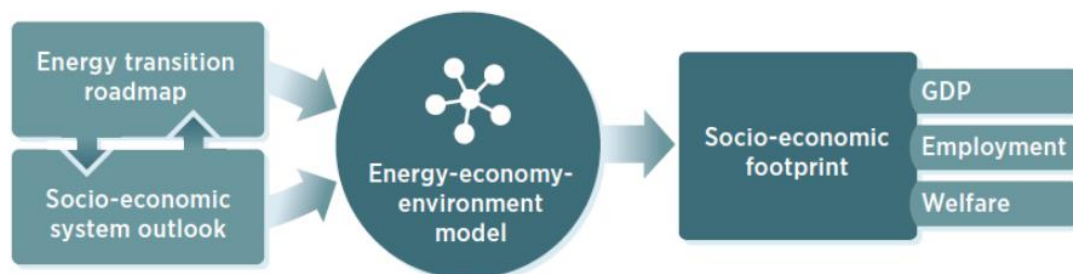
За спроведување на енергетската транзиција потребни се финансиски инвестиции, така што зголемување на достапот до финансии и намалување на каматните стапки, ќе придонесе за зголемување на БДП и на стапката на вработеност.

За ова потребни се политички мерки и модификации на социјално – економските системи. Потенцијалните институционални инвеститори може да бидат пензиски фондови, осигурителни компании, моќни фондации, итн. Во регионите каде што инвестирањето во обновливи енергии е следено со поголем ризик, треба да се алоцираат и јавни финансиски средства со цел да се намали инвестицискиот ризик.

Разбирање на социо-економските последици од енергетската транзиција

Енергетската транзиција не може да се разгледува како изолиран процес од социјално- економскиот систем и воопшто на благосостојбата, и ова е еден од најважните придобивки. На различни системи може да се применат различни модели на енергетска транзиција.

Притоа, регионалниот пристап во изведување на енергетската транзиција дава најоптимални резултати. Бенефитите од енергетската транзиција шематски се прикажани на слика 5.



Сл.5 Насоки на влијанија на ЕТ врз социјално- економските системи
(<https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050>)

Области од интерес за енергетска транзиција

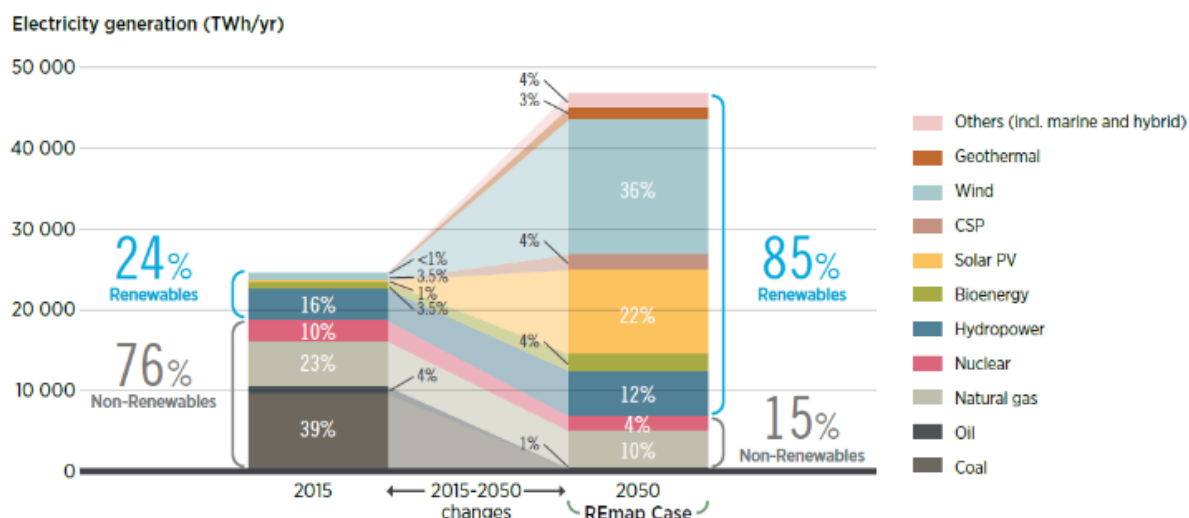
Политичките стратегии и акции за реализирање на енергетската транзиција треба да се фокусираат на следниве области:

- ✚ Врвен приоритет треба да биде поттикнување на силна синергија меѓу енергетска ефикасност и обновливи извори на енергија;
- ✚ Долгорочно планирање на енергетскиот сектор за да во 2050 година се заснова доминатно на сончеви извори и ветерници;
- ✚ Зголемување на примената на обновливи извори на енергија во транспортот, градежништвото и индустријата;
- ✚ Поттикнување на научни и технолошки иновации;
- ✚ Усогласување на социјално – економските структури и инвестиции со процесот на енергетската транзиција;
- ✚ Обезбедување на рамномерна дистрибуција и на цената на енергетската транзиција и на бенефитите од истата;

Енергетска транзиција на постоечките центри на цврсто гориво

Приоритети во енергетската транзиција треба да имаат постоечките центри на цврсто гориво, со цел да се оствари планот за целосен престанок на користење на јаглен како гориво до 2050 година.

Така што во 2050 се планира 95% од централите на цврсто гориво да престанат со работи или да се преорентираат на друг изворен енергенс. На слика 6 е прикажано зголемувањето на уделот на сончевата енергија и енергија од ветерот.



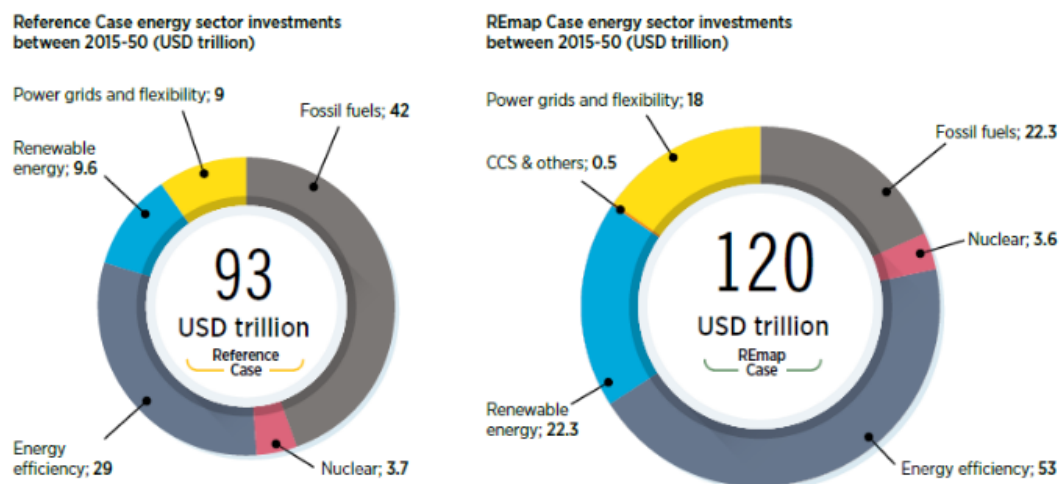
Сл. 6 Важност на енергија добиена од сонце и ветер до 2050 година
<https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050>

Цени, инвестиции и намалување на споредните трошоци при енергетската транзиција

Енергетската транзиција е технички изводлива и овозможува економски придобивки, но потребни се суштински инвестиции во технологиите кои што емитураат мала количина на CO₂.

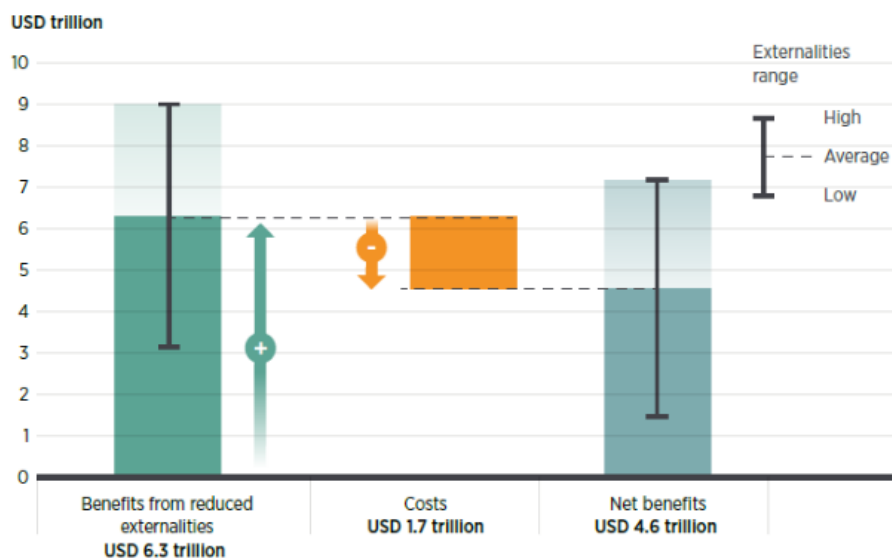
Помеѓу 2015 и 2050 година, кумулативната инвестиција во енергетскиот сектор ќе треба да се зголеми од сегашните 9,300 милијарди на 120,000 милијарди \$ како што може да се види на сликата 7.

Притоа, глобалната економија ќе има во просек потреба од 2% од БНП по година за да се реализира стратегијата за декарбонизација.



Сл. 7 Износ на глобална инвестиција за префрлување на обновливи извори на енергија
<https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050>

И покрај тоа што станува збор за многу големи инвестиции, заштедите при користење на обновливи извори на енергија, може да ги надминуват вложените инвестиции, како што може да се види на слика 8.

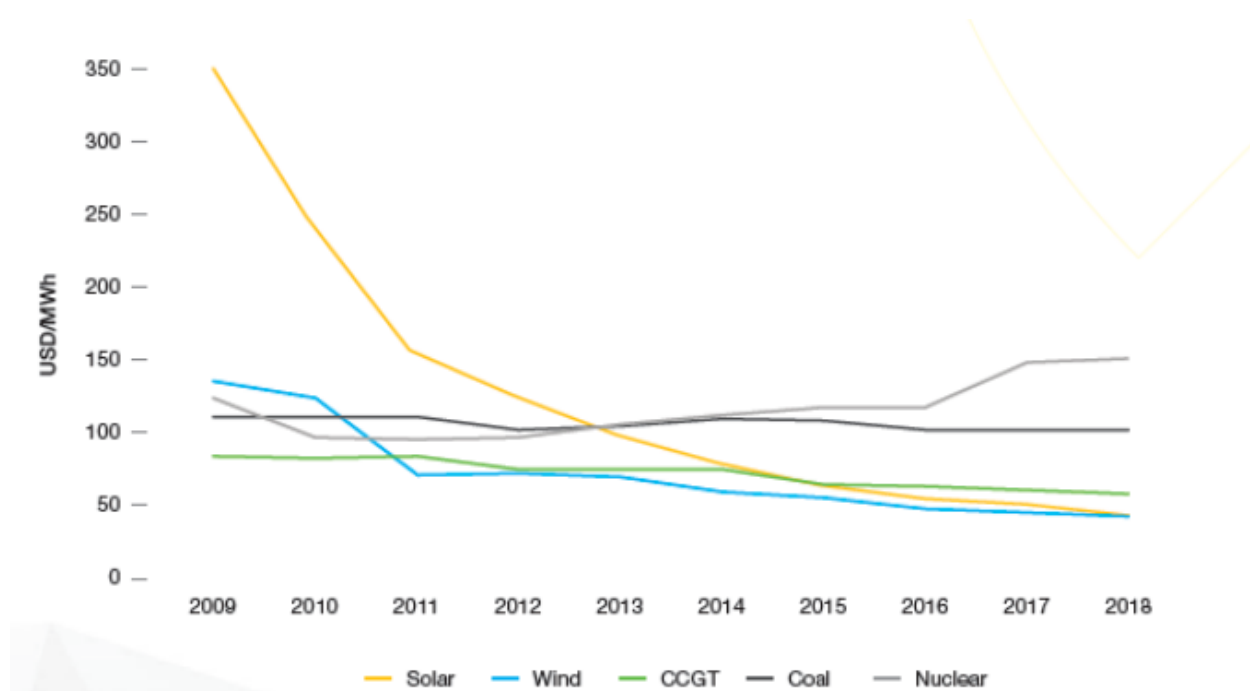


Сл. 8 Намалување на негативните трошоци и зголемување на бенефитите
<https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050>

2.6. Развој на глобалниот фотоволтаичен пазар во последната декада

Цената на произведената електрична енергија од фотоволтаици континуирано се намалува со текот на годините слика 9 и тоа е една од причините зошто се дава предност на фотоволтаиците пред другите видови на обновливи извори на енергија, како што се генераторите на ветер или на природен гас.

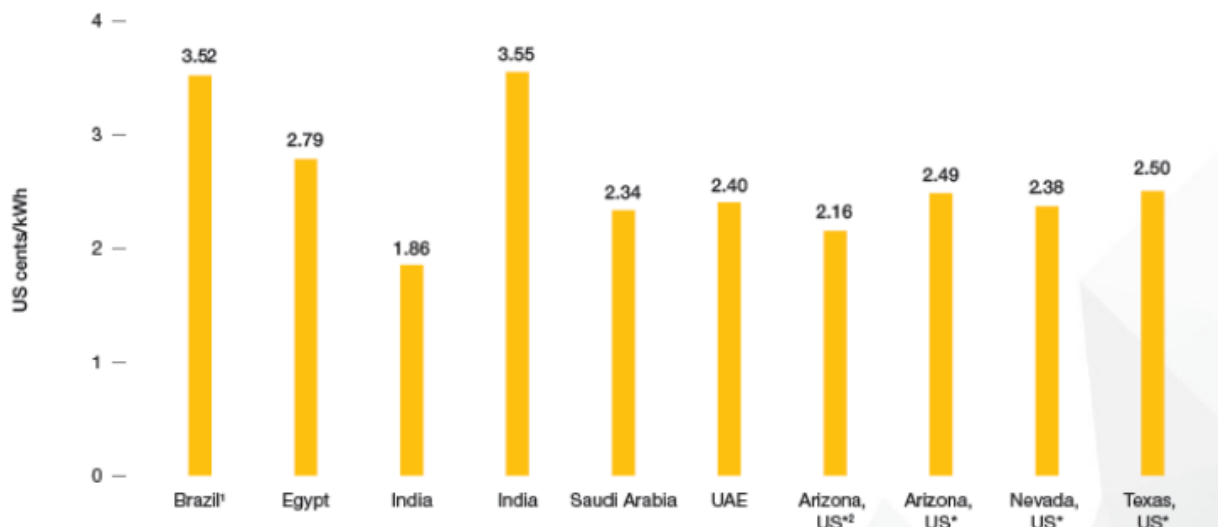
[\(https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/\)](https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/)



Сл. 9 Цена на генерирање на електрична енергија од фотоволтаици во споредба со други извори

[\(https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/\)](https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/)

Така на пример, во 2018 година цената на еден kWh добиен од фотоволтаици изнесуваше од 3,52 US долари во Бразил, па се до најниската цена од 1,86 US долари во Индија, иако таму цената варираше меѓу 3,55 и 1,86 US долари за kWh.



Сл. 10 Понудена аукциска цена во американски долари за kWh во 2018 година

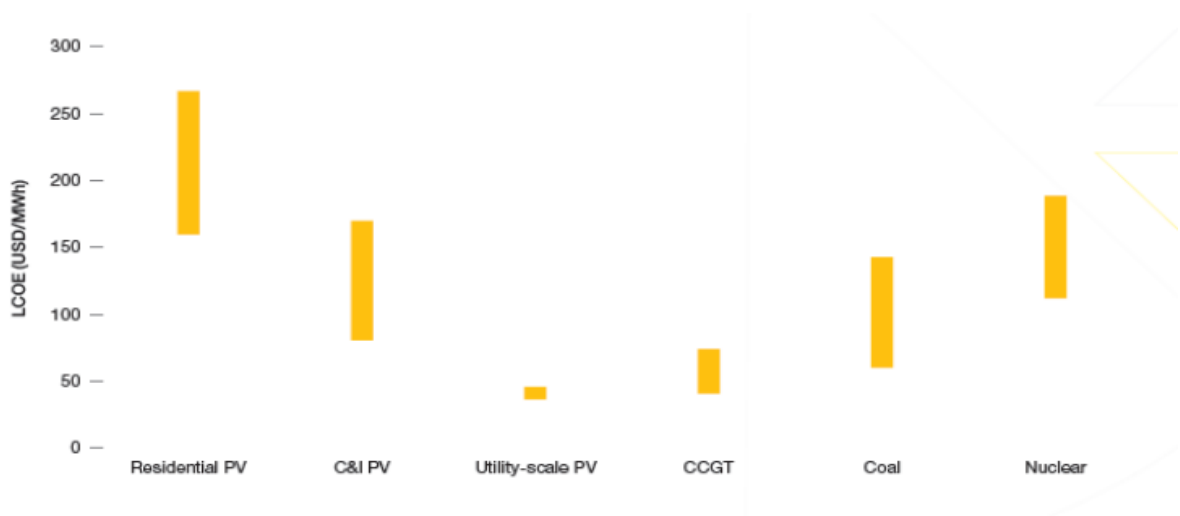
[\(https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/\)](https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/)

Воглавно, цените на произведената електрична енергија од фотоволтаици е многу повисока во земјите во развој отколку во тие со стабилни бизнис услови и со ниски каматни стапки. Но, со поддршка на меѓународниот пазар на финансиски средства и на институциите за финансирање на развојот, инвестицискиот ризик во енергијата од фотоволтаици може значително да се намали.

Пример за такви финансиски инвеститори е Европската банка за обнова и развој (EBRD) и фотоволтаичната проектна програма при Светската банка. Од друга страна, важен удел во намалувањето на цената има развојот на фотоволтаичната технологија.

Според најновата анализа на цената на електричната енергија на пазарот (latest Levelized Cost of Energy (LCOE) Analysis – Version 12.0) објавена во ноември 2018 година од страна на Американската банка за инвестиции Лазард, забележано е 14% зголемување на енергија од фотоволтаици на пазарот во однос на предходниот нивен извештај.

На следната слика 11 се претставени цените на електричната енергија од различни видови на енергетски извори.

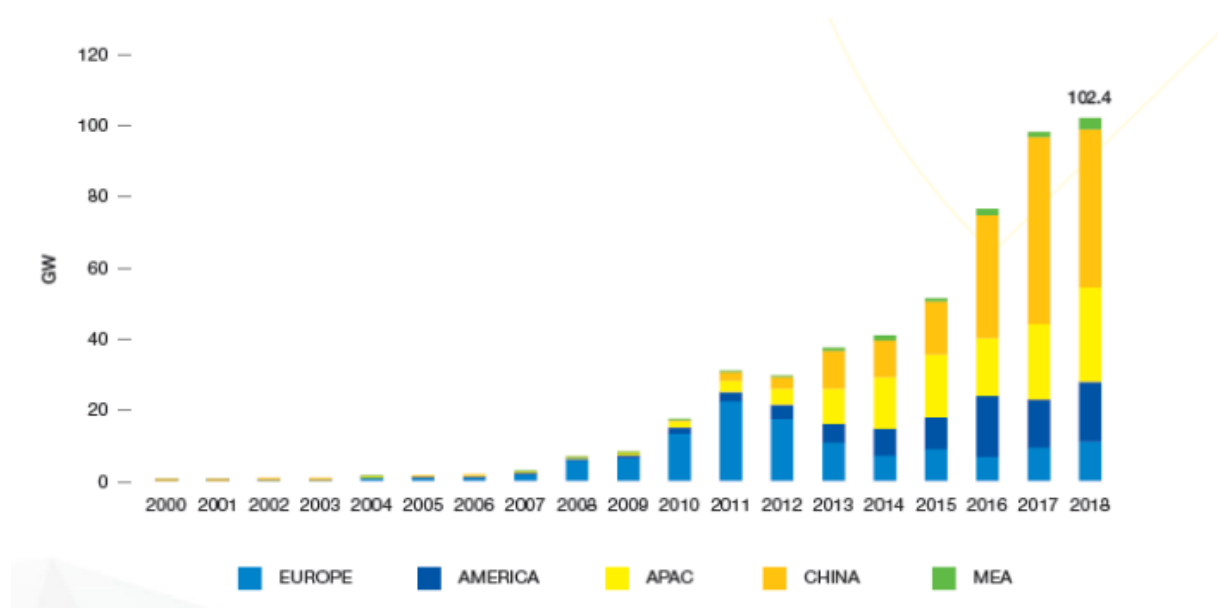


Сл. 11 Цена на електрична енергија добиена од фотоволтаици во споредба со други извори

<https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/>

Според статистичките податоци во 2018 се инсталирани фотоволтаични капацитети со вкупна моќност од 102.4 GW што е за 4% повеќе отколку во 2017 година.

Меѓутоа, откако во мај 2018 година Кина ја суспендираше нејзината програма за развој на сончевата енергија, сите анализи ги намалија предвидувањата за зголемување на фотоволтаици - капацитети на глобално ниво (слика 12)



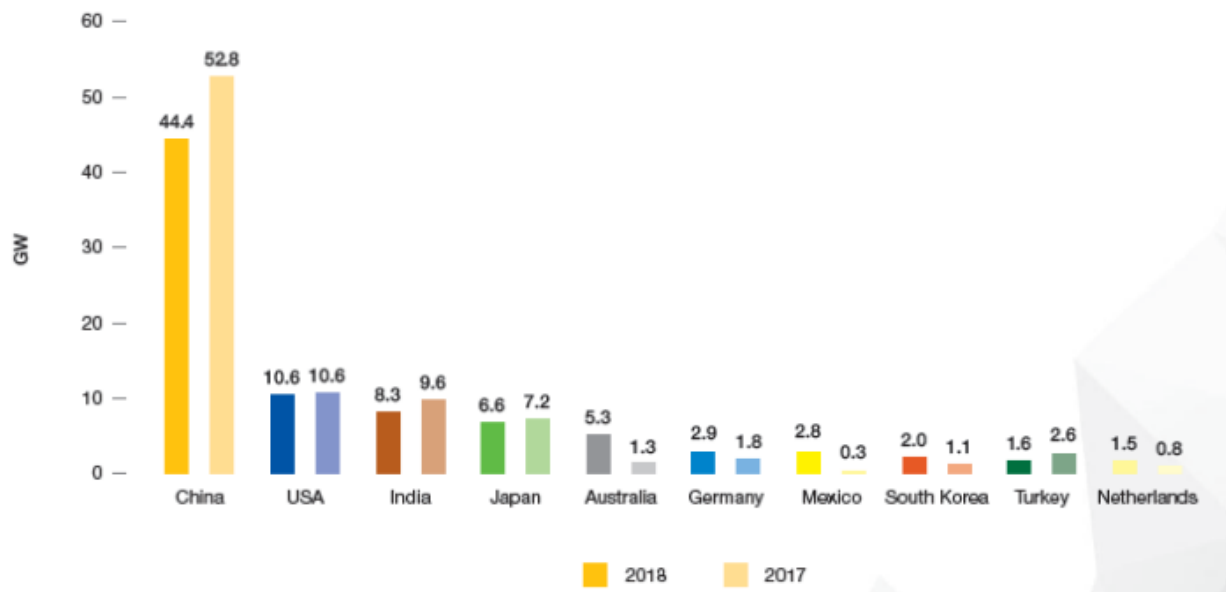
Сл. 12 Инсталирање на фотоволтаици - капацитети на светско ниво во периодот од 2000 до 2018 година

<https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/>

Најголемите пазари на сончева енергија на светско ниво

Без оглед на одлуката од 2018 година, Кина продолжува да доминира со уделот на електрична енергија добиена од фотоволтаици слика 13 и оваа држава има четири пати поголем пазар отколку вториот најголем светски пазар на фотоволтаици, како и повеќе од останатите десет најголеми пазари.

<https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/>



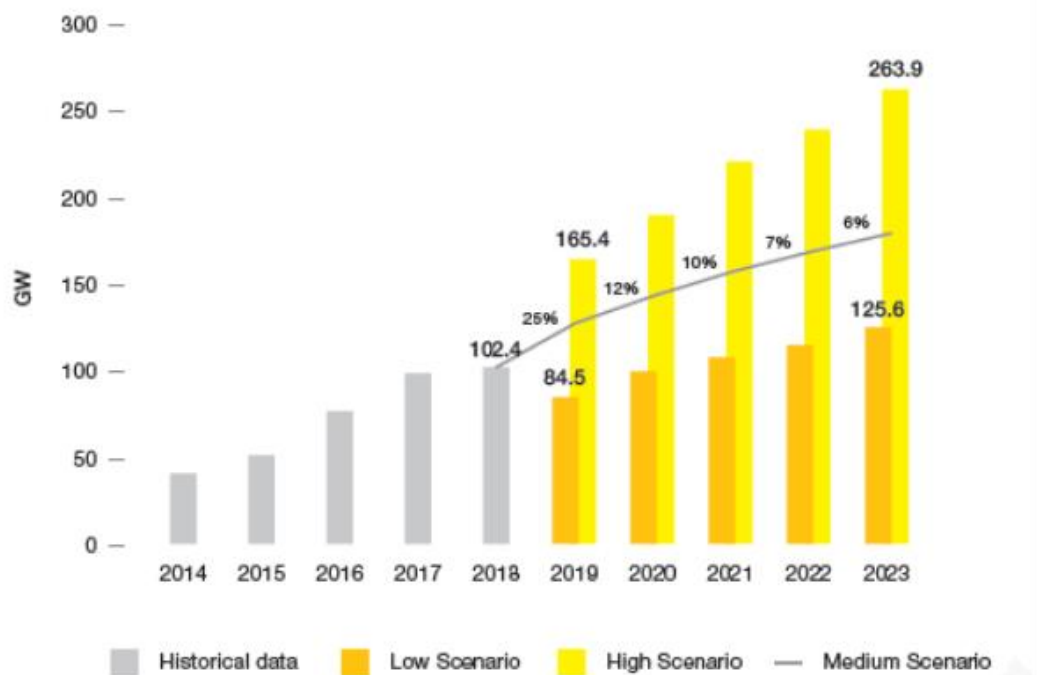
Сл. 13 Земји со најголемите пазари на фотоволтаици - енергија на глобално ниво

<https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/>

САД остануваат на второто место со 10,6 GW, но се претпоставува дека Индија наскоро ќе го заземе второто место.

Во 2019 година вкупната инсталирана моќност достигнува околу 128,4 GW, што значи дури 25 % зголемување во однос на претходната година.

Податоците се разликуваат во однос на тоа какво сценарио е земено предвид
слика 14



Сл. 14 Сценарија за развој на светскиот пазар на електрична енергија произведена од фотоволтаици од 2019 до 2023 година

<https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/>

Општо гледано, пазарот на фотоволтаици има добри изгледи во блиска иднина, така да се очекува во 2/3 од 20 најголеми пазари во периодот од 2019 до 2023 година да се инсталираат најмалку по 10 GW во секој од нив. Според тоа сценарио, вкупниот глобален капацитет би изнесувал 273 GW.

На следната слика 15 се прикажани актуелните пазарни капацитети на фотоволтаици, како и проекциите до 2023 година.

	2018 Total Capacity (MW)	2023 Total Capacity Medium Scenario by 2023 (MW)	2019 - 2023 New Capacity (MW)	2019 - 2023 Compound Annual Growth Rate (%)	Political support prospects
China	175 131	448 131	273 000	21%	
India	27 347	116 106	88 759	34%	
United States	62 127	132 426	70 299	16%	
Australia	12 560	45 236	32 676	29%	
Germany	45 920	72 611	26 692	10%	
Japan	55 851	82 351	26 500	8%	
Spain	5 915	25 367	19 452	34%	
South Korea	7 742	24 768	17 026	26%	
Netherlands	4 181	20 059	15 878	37%	
Mexico	3 580	19 010	15 430	40%	
France	8 920	22 259	13 339	20%	
Saudi Arabia	19	11 412	11 393	260%	
Brazil	2 346	12 505	10 159	40%	
Italy	19 877	29 498	9 621	8%	
Taiwan	2 739	12 074	9 335	35%	
Pakistan	1 720	8 381	6 660	37%	
Ukraine	2 004	7 963	5 959	32%	
Turkey	5 062	10 562	5 500	16%	
United Arab Emirates	720	6 132	5 412	53%	
Egypt	661	5 023	4 362	50%	

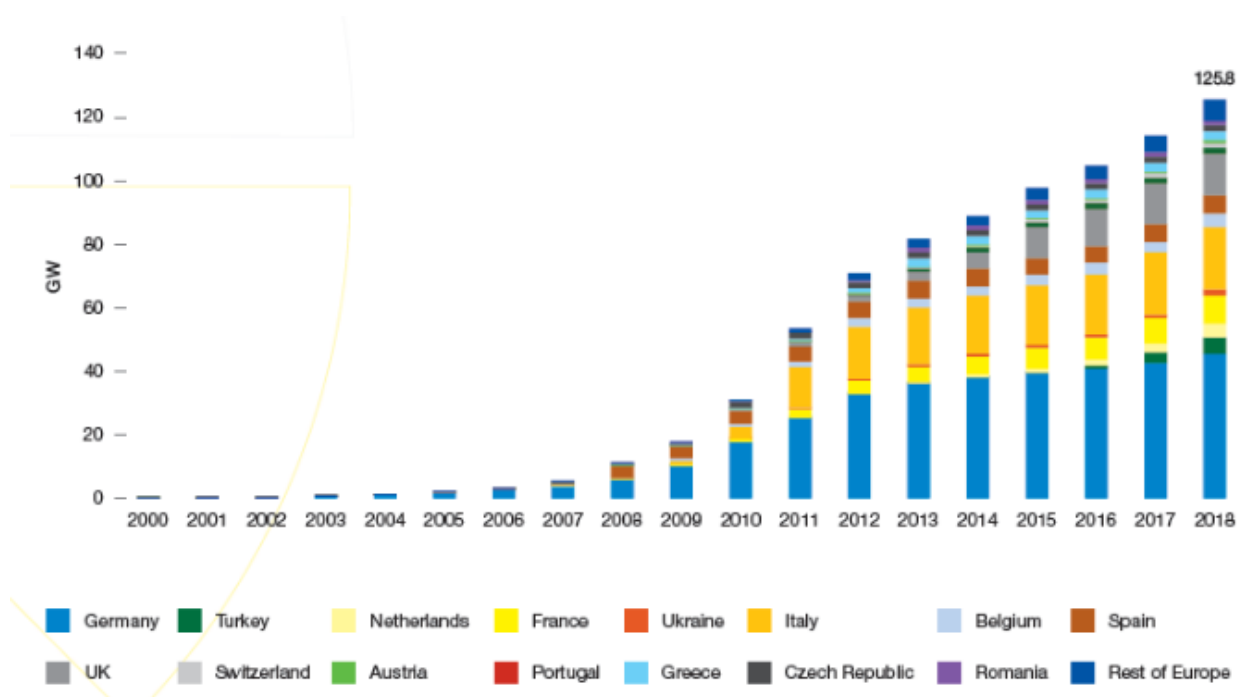
Сл. 15 Претпоставки за развој на глобалниот пазар на капацитетите од фотоволтаици
[\(https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/\)](https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/)

Европски пазар на фотоволтаична енергија

Од сликата 16 може да се види дека европскиот пазар на капацитети на фотоволтаици бележи значителен раст во последната декада.

Податоците покажуваат дека пазарот на фотоволтаици во 2018 бележи раст од 21% и преку 9,3 GW инсталирани капацитети во однос на 2017 година.

Помалата стапка на раст на европскиот пазар, најмногу се должи на помалиот раст на пазарот на фотоволтаици во Турција, која што беше земја лидер во 2017 година. Трендот на раст продолжува во Шпанија и Франција.



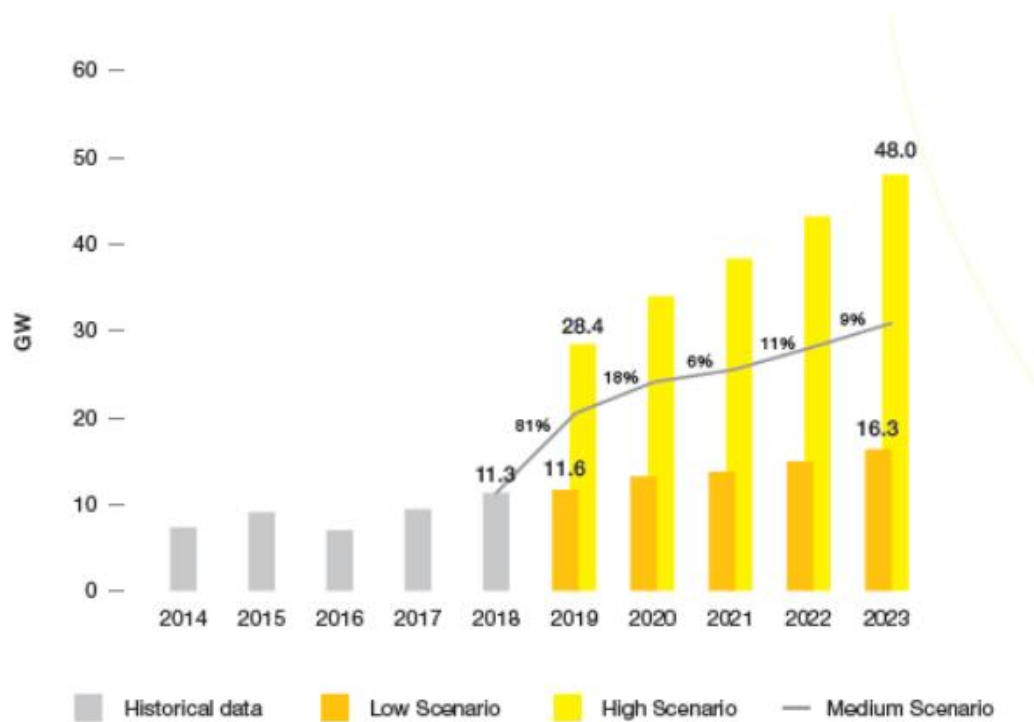
Сл. 16 Инсталирани капацитети на фотоволтаици во земјите од ЕУ во периодот од 2000 до 2018 година

[\(https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/\)](https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/)

Со 2,95 GW произведена електрична енергија, Германија повторно е лидер на пазарот на фотоволтаици во 2018 година, откако во 2014 година го изгуби приматот од Велика Британија.

Ова најмногу се должи на градењето на средни до големи комерцијални фотоволтаични системи со моќност од 40 kW до 750 kW.

Според сценариото за среден раст, се очекува значителна стапка на раст на пазарот во периодот од 2019 – 2023 година, така што во 2020 се предвидува дека ќе има нови 24,1 GW инсталирани капацитети. Според истото сценарио, се очекува до 2023 година да бидат инсталирани 30 GW.



Сл. 17 Сценарио за развој на европскиот пазар на капацитети од фотоволтаици

<https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/>

3. КАПАЦИТЕТИ НА ТЕРМОЕЛЕКТРАНАТА ОСЛОМЕЈ

Термоелектраната Осломеј е втора термоелектрична централа според инсталирана моќност во Република Северна Македонија која што своевременно учествуваше со приближно 10% во вкупното домашно производство на електрична енергија.

Термоелектраната Осломеј се состои од еден блок со вкупна инсталирана моќност од 125 MW, која што започнала да работи во 1980 година, па актуелната состојба со опремата е на незавидно ниво. (Официјални податоци од АД ЕСМ, 2019)

Уделот кој термоелектраната Осломеј го имаше во целокупното производство на електрична енергија во Република Северна Македонија беше значаен производен капацитет во снабдувањето со електрична енергија во државата.

Оваа термоелектрична централа моментално ги користи како основно гориво преостанатите количини од локалниот лигнит од рудникот Осломеј - Запад (басен Кичево), со просечна калорична вредност од 7600 kJ/kg, со специфична потрошувачка од 1,5 kg/kWh и дополнителна специфична потрошувачка на мазут од 2,16 gr/Wh. [\(Официјални податоци од АД ЕСМ, 2019\)](#)

Поради празнење на достапните резерви на јаглен како и сериозните пречки што произлегуваат од социјално - културната средина во однос на можноста за експлоатација на наоѓалиштето Поповјани (басен Кичево) со експлоатациони резерви од 9,000,000 тони, оваа електрична централа се соочува со голема несигурност во поглед на снабдувањето со гориво.

Во термоелектраната Осломеј има сè помалку јаглен, па мора да се користат сè повеќе други извори на енергија, кои истовремено нема да ја загадуваат околината. Според најновата национална стратегија за енергетски развој и енергетска транзиција, нивото на емитурање на CO₂ од 4,4 Mt во 2017, треба да се намали на 0,7 Mt до 2040 година.

3.1. Анализа на можни сценарија за долгорочно алтернативно снабдување на термоелектраната Осломеј со гориво

За развојот на моделот на енергетска транзиција на термоелектраната Осломеј користени се техно-економски податоци официјални податоци од АД ЕСМ 2019, добиени по официјален пат од компанијата АД ЕСМ. Термоелектраната Осломеј е една од подружниците на АД ЕСМ и е целосно во државна сопственост.

Во однос на споредбата на варијантите за долгорочно алтернативно снабдување на термоелектраната Осломеј со гориво, а со тоа и продолжување на работниот век по евентуална реализација на модернизацијата и ревитализацијата, беше заклучено дека резервите на јаглен од постојните рудници во близина на термоелектраната се исцрпени и дека новите рудници за јаглен во Кичевскиот регион, немаат капацитет да обезбедат доволни количини на јаглен за годишно и долгорочно снабдување на термоелектраната Осломеј. Во анализите беа вклучени и опциите за снабдување од Косово и Грција. ([Официјални податоци од АД ЕСМ, 2019](#))

Исто така направени се обиди за планирање и користење на резервите од наоѓалиштата Поповјани, Чукале и Гуштерица, кои што се на три различни локации во близина на термоелектраната Осломеј, при што е констатирано дека за добивање на конкретни резултати односно дефинирана производна цена на тон лигнит од овие потенцијални наоѓалишта, неопходно е изведување на низа од долготрајни активности.

За нивната реализација направени се обиди во изминатите години, но заради исклучителен отпор кај локалното население, активностите се прекинати.

Опцијата за конверзија на природен гас, е исто така неповолна заради повисоката цена на произведената електрична енергија во споредба со користење на јаглен како гориво.

3.2. Модернизација со користење на увозен висококалоричен јаглен

Согласно стратегиските определби, АД ЕСМ во изминатиот период ја анализираше опцијата за модернизација на термоелектраната Осломеј со цел продолжување на нејзиниот работен век во наредните 30 години преку обезбедување на потребните количини јаглен, подобрување на нејзината енергетска ефикасност и исполнување на граничните вредности за емисии согласно важечките директиви за големи постројки за согорување на цврсти горива. За таа цел, беше изработена физибилити студија во 2015 година.

Во последните Анализи за модернизација на термоелектраната Осломеј, со користење на увозен јаглен во која се земени и споредени информациите од поранешните студии со индикативните информации за капитални инвестиции од RAFAKO компанија и General Electric (GE), произлегоа следните параметри и особености:

- ✚ Вредноста на инвестицијата за модернизација на термоелектричната централа Осломеј при оваа анализа е земена да изнесува околу 145,000,000 €.
- ✚ Периодот на модернизација на термоелектричната централа е предвиден да трае 3 години, додека експлоатациониот период на термоелектраната би бил минимум 30 години.
- ✚ Трошоци за гориво, врз основа на годишните потреби кои што изнесуваат околу 292,000 [t] јаглен, се проценуваат околу 102 [€/t] франко термоелектраната Осломеј.
- ✚ Финансирањето е предвидено со кредит во износ од 123,200,000 € со државна гаранција и сопствени средства во износ од 21,750,000 € (85%-15%).

Врз основа на проектираниот инсталиран капацитет и бројот на работни часови, предвидено е термоелектрана Осломеј вкупно да произведува електрична енергија во тек на една година од 770 GWh (нето производство на праг на електрана со 7,200 часа годишно работење).

При спроведената анализа дефинирана е производна цена од 51,51 [€/MWh] во која не е вклучен трошокот за вработените и „данокот“ за емисијата на јаглероден диоксид (со очекувана емисија од околу 0,8 t/MWh или 600,000 t/год), односно производна цена од 63,04 [€/MWh] со вклучен трошок за вработени.

Освен продолжување на оперативниот век на ТЕ Осломеј и обезбедување на солидно производство на електрична енергија (над 700 GWh годишно), опцијата за модернизација на електраната со увозен јаглен би се соочил со голем број на ризици.

Најистакнат е ризикот за снабдување со јаглен во делот на транспортот, поради големата оддалеченост од пристаништето во Солун кое е посочено како најсоодветно за оваа опција.

Транспортот на јаглен предвиден со камиони би предизвикал застој и оштетувања на коловозите и прекини во испорака на јаглен за време на зимски период.

Во однос на бројот на вработени во термоелектраната Осломеј и евентуална нивна редукција со цел намалување на трошоците за производство, би се очекувале соодветни реакции од социо-економски причини.

Обезбедувањето на средства за финансирање од меѓународни финансиски институции за проектот модернизација на термоелектраната Осломеј би се соочило со проблеми поради актуелниот тренд и политика за нефинансирање на проекти базирани на фосилни горива.

3.3. Поставување на фотоволтаичните системи на термоелектраната Осломеј

Со оглед на достапните енергетски ресурси и земјиштето кое припаѓа на ЕСМ, најфлексибилната опција која овозможува производство на чиста енергија од обновливи извори како што се фотоволтаичните електрани.

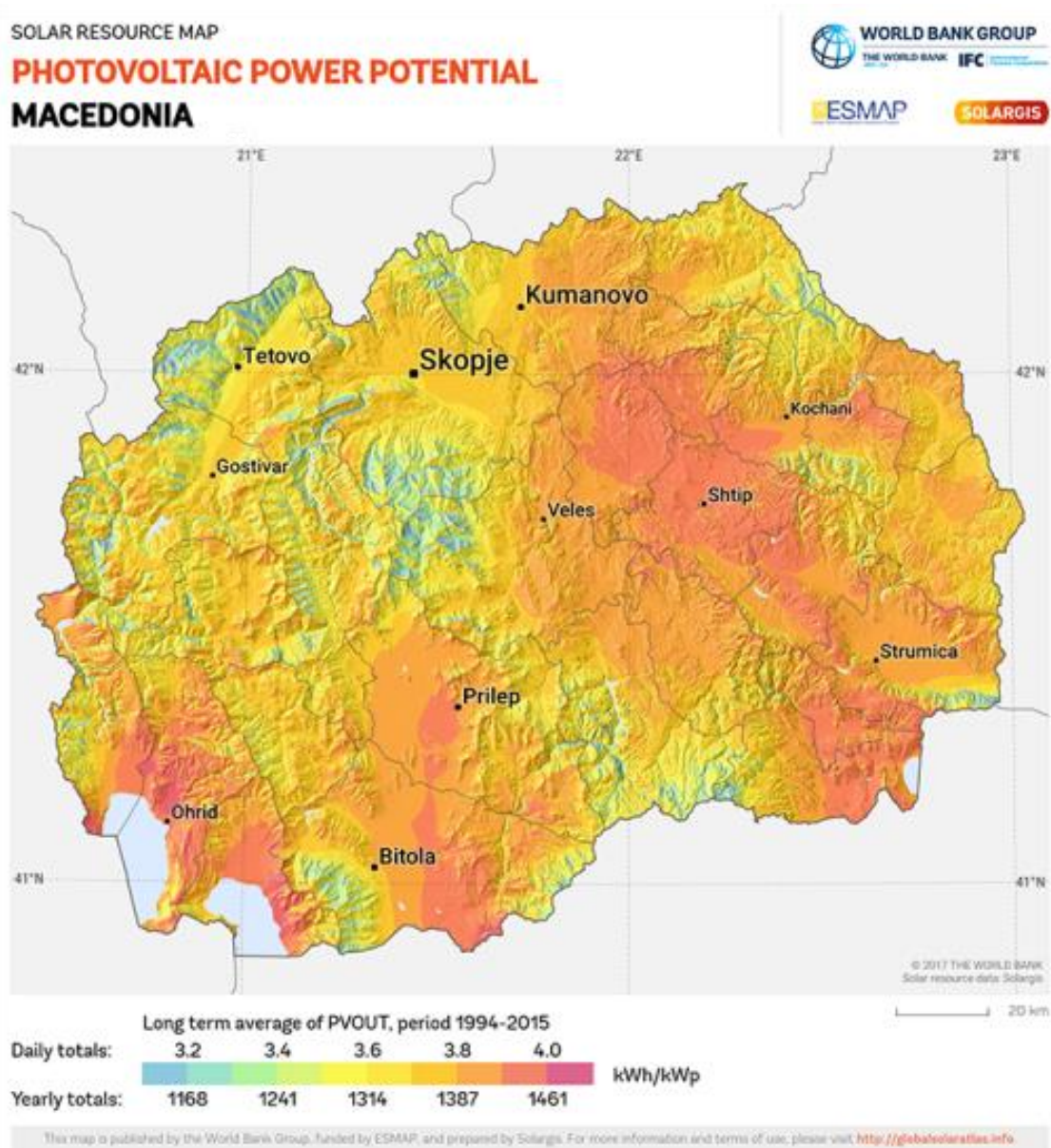
Едена од можностите е изградба на фотоволтаична електрана со вкупна инсталирана моќност од 130 MW.

Просечната сончева ирадијација во западниот дел на Република Северна Македонија се проценува дека е околу 1,385 kWh/m². Во комбинација со климатските услови, локацијата е генерално поволна. ([Официјални податоци од АД ЕСМ, 2019](#))

Со цел утврдување на сончевиот потенцијал и пресметување на најсоодветните карактеристики на фотоволтаичните панели, за да се постигне максимална искористеност на сончевата енергија, направени се континуирани сензорски мерења на повеќе локации.

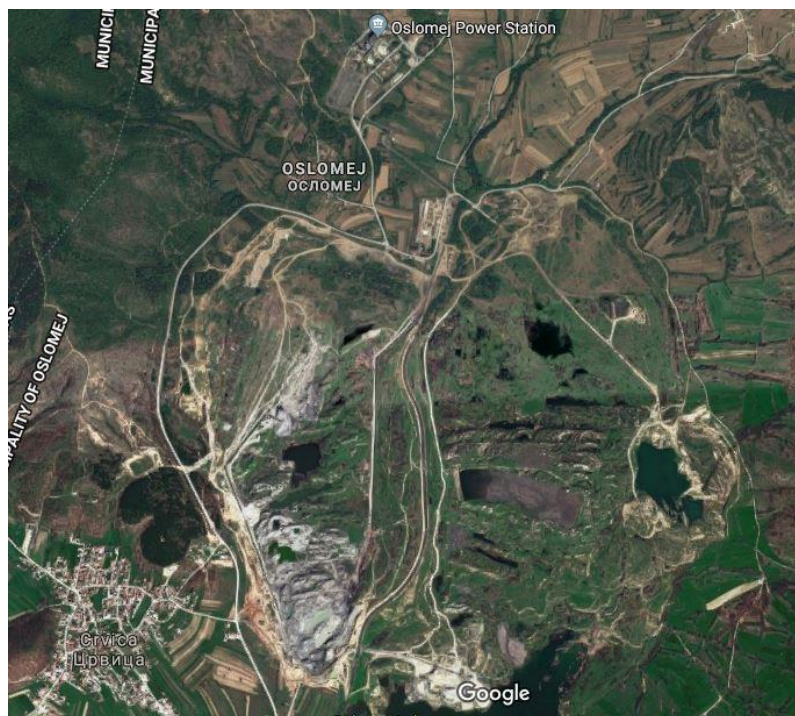
На секоја од локациите се поставени пиранометри за мерење сончева радијација, температурен сензор и сензор за влажност.

Пиранометрите мерат GHI (Глобална хоризонтална радијација) и GTI (Глобална наклонета радијација под оптимален агол).



Сл. 18 Сончев потенцијал во Република Северна Македонија
(Официјални податоци од АД ЕСМ, 2019)

Моментално, во склоп на комплексот на термоелектраната Осломеј е планирано да се изгради една фотоволтаична електрана со номинална моќност од 10 MW, за која веќе се подготвува теренот, а активностите во термоцентралата се минимални, и се воглавно мерки за одржување и минимални активности во поглед на ископ на лигнит.



Сл. 19 Местоположба на термоелектраната Осломеј, наоѓалишта и одлагалишта
[\(Официјални податоци од АД ЕСМ, 2019\)](#)

Со оглед на тоа дека за фотоволтаична електрана од 10 MW се потребни околу 17 ha површина, остануваат огромни површини на неискористен простор во состав на комплексот термоелектраната Осломеј - неговите искористени наоѓалишта на лигнит и одлагалишта на јаловина.

Иако голем дел од овие површини се непорамнети, досегашните испитувања на геотехничките карактеристики на земјата, како и нивоата на контаминација покажуваат дека локациите можат да бидат искористени за изградба на фотоволтаична електрана.

Дополнителен фактор кој треба да се земе предвид при евентуална адаптација на површините за изградба на фотоволтаична електрана се проектите за рекултивација и враќање во првобитна состојба за кои АД ЕСМ има и обврска и резервирани средства.

Термоелектраната Осломеј располага со 35 и 110 kV трафостаници, кои заедно со постоечката кабелска и далекуводна мрежа нудат можност за приклучување во електроенергетскиот систем со минимални интервенции и овозможуваат понатамошен развој на фотоволтаична електрана со значителен капацитет.

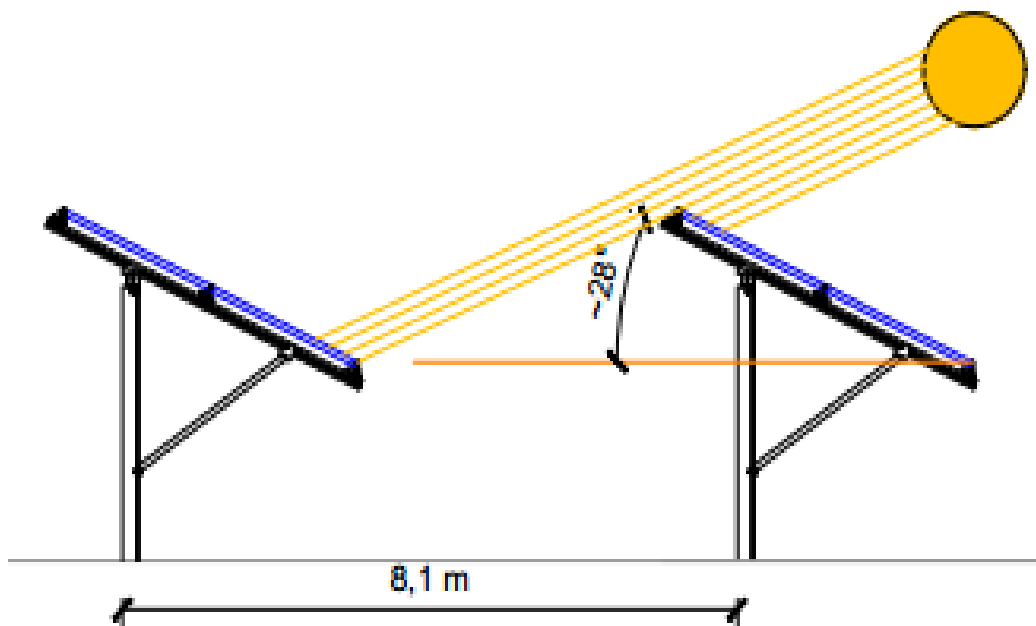
За да може да се прави соодветна компарација помеѓу производство на електрична енергија со увозен јаглен и од фотоволтаична електрана, потребно е да зададеме сет на претпоставки и референтни вредности.

Врз база на овие претпоставки и вредности ќе може соодветно да се пресметаат инвестициските и оперативните трошоци, но и излезните параметри – производството на електрична енергија.

За целите на споредбата, ќе бидат искористени претпоставките и калкулациите направени од консултантската куќа Tractebel, а се однесуваат на еден фотоволтаичен „модул“ од 10 MW кој понатаму ќе биде мултиплициран за да се дојде до посакуваната вкупна инсталирана моќност од 130 MW. [\(Официјални податоци од АД ЕСМ, 2019\)](#)

Табела 1 Преглед на фотоволтаичен модул од 10MW и 130MW

	10 MW	130 MW
Вид на панели	Canadian Solar 345 Wp	Canadian Solar 345 Wp
Трансформатор/инвертер (интегриран)	SMA SC2500EV: x4	SMA SC2500EV x 52
Модули во низа	28	28
Низи по трансформатор/инвертер	300	300
Вкупно модули	4x28x300=33.600	13x4x28x300=436.800
Вкупно инсталирана моќност DC	11,592 KWp	150,696 KWp
Вкупно инсталирана моќност AC	9,993 KWp	129,910 KWp
DC/AC _{ном}	1.16	1.16
Излезен напон	35 kV	35 kV
Потребна површина	17 ha	221 ha



Сл. 20 Наклон и растојание помеѓу модулите на фотоволтаичната електрана
(Официјални податоци од АД ЕСМ, 2019)

За да се минимизираат загубите од засенување и трошоците, претпоставени се модули со фиксен наклон и конструкција со галванизирани челични клинови, со растојание од 8,1 метар помеѓу модулите.

Со бројот на модули наведен во табелата погоре, и растојанието од 8,1 метар помеѓу модулите, за вкупна инсталирана моќност од 130 MW се потребни 221 ha површина на земја слика 21.



Сл. 21 Површини на искористени рудници и одлагалишта што можат да се користат за фотоволтаични електрани

[\(Официјални податоци од АД ЕСМ, 2019\)](#)

4. РАЗВОЈ НА МОДЕЛ ЗА ЕНЕРГЕТСКА ТРАНЗИЦИЈА НА ТЕРМОЕЛЕКТРАНАТА ОСЛОМЕЈ

Со оглед на достапните енергетски ресурси и земјиштето кое припаѓа на ЕСМ, најфлексибилната опција која овозможува енергетска транзиција на термоелектраната Осломеј е производство на чиста енергија од обновливи извори како што се фотоволтаичните електрани.

Една од можностите е изградба на фотоволтаична електрана со вкупна инсталирана моќност од 130 MW.

За да се направи енергетска транзиција потребно е да се развие модел кој ќе овозможи технички наједноставен и најисплатлив начин на спроведување на истата.

4.1. Основни компоненти на моделот на транзиција

Модел за енергетска транзиција на термоелектраната Осломеј ги опфаќа техно-економските параметри за инсталирање на фотоволтаични електрани од 10 MW, 30 MW и 130 MW кога при изградбата се користат сопствени средства или кредит со следните сценарија:

-  Инвестицијата за изградба на фотоволтаична електрана;
-  Повраток на инвестиција без кредит;
-  Повраток на инвестицијата при користење на кредит во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот од 5, 7 и 10 години;
-  Повраток на инвестиција во зависност од каматната стапка од 2%, 3% и 4% за сите три случаи за времетраење на кредитот;

- ✚ Профитот што ќе се оствари по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната централа;
- ✚ Процентот на годишните трошоци во зависност од годишниот приход на фотоволтаичната електрана;
- ✚ Годишното производство на електрична енергија;

Исто така се определени вредностите на почетна инвестиција, процентот на годишните трошоци од годишниот приход, профитот по 20 години работа, годишно производство на електрична енергија и вредноста на профитот 20 години за произведена електрична енергија со вредноста на 1 MWh на термоелектраната Осломеј во постоечките услови кога како гориво користи јаглен.

Вредностите на овие параметри се дел од компаративна анализа на развиениот модел со постоечките техно-економски параметри на термоелектраната Осломеј, што овозможува да се добијат релевантни информации за можностите за енергетска транзиција од јаглен на енергија од сонцето.

Финасиските перформанси на електраната се изразени преку функција од вкупниот приход и цената на чинење на производство за изградба и одржување за фотоволтаични електрани со различна инсталирана моќност од 10 MW, 30 MW и 130 MW.

За да може да се прави соодветна компарација помеѓу производство на електрична енергија со увозен јаглен и од фотоволтаичната електрана, зададени се сет на претпоставки и референтни вредности.

Врз база на овие претпоставки и вредности пресметани се инвестициските и оперативни трошоци, но и излезните параметри како што е производството на електрична енергија.

4.2. Техно - економски параметри за анализа на моделот на транзиција

Техно-економски параметри што се користат за анализа на моделот на транзиција се следните:

-  Вкупни трошоци за инсталацијата на фотоволтаичните електрани
-  Висина на рата за кредитот
-  Годишни трошоци на електраната
-  Годишни приходи
-  Годишен профит
-  Вкупни трошоци за кредитот
-  Времето на повраток на инвестицијата
-  Профит од електраната за 20 години

Вкупни трошоци за инсталација

Единствен излезен финансиски параметар севкупната инвестиција за системот (фотоволтаичната електрана). За определувањето на овој параметар се зема предвид цената на фотоволтаичниот систем и цената на батеријата, како и вредноста на инсталираната моќност на фотоволтаичниот систем и капацитетот на батеријата.

Цената на системот се пресметува со формулата: [\(С. Спасевски, Развој на софтвер за анализа на мали фотоволтаични системи, 2019\)](#)

$$EUR_{total}[\text{€}] = P [kW_p] \cdot EUR_{PV} \left[\frac{\text{€}}{kW_p} \right] + VAT \quad (1)$$

каде што EUR_{total} е вкупната цена на чинење на системот, P е инсталираната моќност на системот, изразена во мерната единица киловат час [kWh], EUR_{PV} е цената на фотоволтаичниот ситем, изразен во мерната единица евро на киловат пик [€/kW_p].

Рата на кредит

Ратата на кредит се пресметува според формулата за кредитирање: [\(С. Спасевски, Развој на софтвер за анализа на мали фотоволтаични системи, 2019\)](#)

$$EUR_{loan} = \frac{NPV \cdot i}{1 - (1 + i)^{-n}} \quad (2)$$

каде што NPV е сегашната вредност на системот (Net Present Value), односно вредноста на инвестициските трошоци, i е каматната стапка, а n е бројот на години за отплата на кредитот.

Годишни трошоци

Во годишните трошоци спаѓаат операциските трошоци ($EUR_{operaciski}$) и ратата за кредит (EUR_{loan}), доколку кредитот сè уште трае.

Тие се пресметуваат според формулата: [\(С. Спасевски, Развој на софтвер за анализа на мали фотоволтаични системи, 2019\)](#)

$$EUR_{trosoci} = EUR_{operaciski} + EUR_{loan} \quad (3)$$

Годишни приходи

Годишниот приход се пресметува според формулата: [\(С. Спасевски, Развој на софтвер за анализа на мали фотоволтаични системи, 2019\)](#)

$$EUR_{prihod} = W_{total}[MWh] \cdot EUR \left[\frac{\text{€}}{MWh} \right] \quad (4)$$

каде EUR_{prihod} е годишниот приход, W_{total} е вкупното производство на фотоволтаичната централа, а EUR е цената на електричната енергија.

Годишен профит

Годишниот профит се пресметува како разлика од приходот и трошоците по формулата: [\(С. Спасевски, Развој на софтвер за анализа на мали фотоволтаични системи, 2019\)](#)

$$EUR_{profit} = EUR_{prihod} - EUR_{trosoci} \quad (5)$$

Повраток на инвестицијата

Вкупни трошоци за кредит

Вкупните трошоци за кредит ги сочинуваат целокупните трошоци за кредит што ќе се појават за време на отплаќањето на кредитот.

Овој параметар се пресметува со формулата: [\(С. Спасевски, Развој на софтвер за анализа на мали фотоволтаични системи, 2019\)](#)

$$EUR_{total,loss}[\text{€}] = EUR_{total,loan}[\text{€}] \cdot LD [\text{years}] \quad (6)$$

каде што $EUR_{total,loan}$ е годишниот трошок за праќање на кредитот изразен во евра, а LD е времетраењето на кредитот изразен во години.

Време на повраток на инвестиција

Времето на повраток на инвестицијата се определува од вредноста на трошоци за инвестицијата и времето потребно тие да се вратат. Времето на повраток на инвестицијата се пресметува со формулата: [\(С. Спасевски, Развој на софтвер за анализа на мали фотоволтаични системи, 2019\)](#)

$$T[\text{years}] = \frac{\left(\frac{EUR_{total,loss}[\text{€}]}{EUR_{profit,no loan}[\text{€}]} \right)}{1} + \frac{LD [\text{years}]}{1} \quad (7)$$

Првиот собирок од формулата го определува времето за кое ќе се врати инвестицијата по отплаќањето на кредитот, додека вториот собирок го определува времетраењето на кредитот, изразен во години.

Профит за 20 години

Профитот за целиот животен век на фотоволтаичниот систем се пресметува со формулата: [\(С. Спасевски, Развој на софтвер за анализа на мали фотоволтаични системи, 2019\)](#)

$$EUR_{profit,20} = \sum_{i=1}^{20} EUR_{profit,n} \quad (8)$$

Каде што $EUR_{profit,n}$ е профитот за соодветната година од инсталирањето на фотоволтаичниот систем изразено во евра.

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Модел за енергетска транзиција на термоелектраната Осломеј ги опфаќа техно-економските параметри за инсталирање на фотоволтаични електрани од 10 MW, 30 MW и 130 MW, кога при изградбата се користат сопствени средства или кредит при што се земени превид неколку влезни параметри за разгледаните сценарија: инвестицијата за изградба на фотоволтаична електрана; повраток на инвестиција без кредит; повраток на инвестицијата при користење на кредит во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот од 5, 7 и 10 години; повраток на инвестиција во зависност од каматната стапка од 2%, 3% и 4% за сите три случаи за времетраење на кредитот; профитот што ќе се оствари по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната централа; процентот на годишните трошоци во зависност од годишниот приход на фотоволтаичната електрана; годишното производство на електрична енергија.

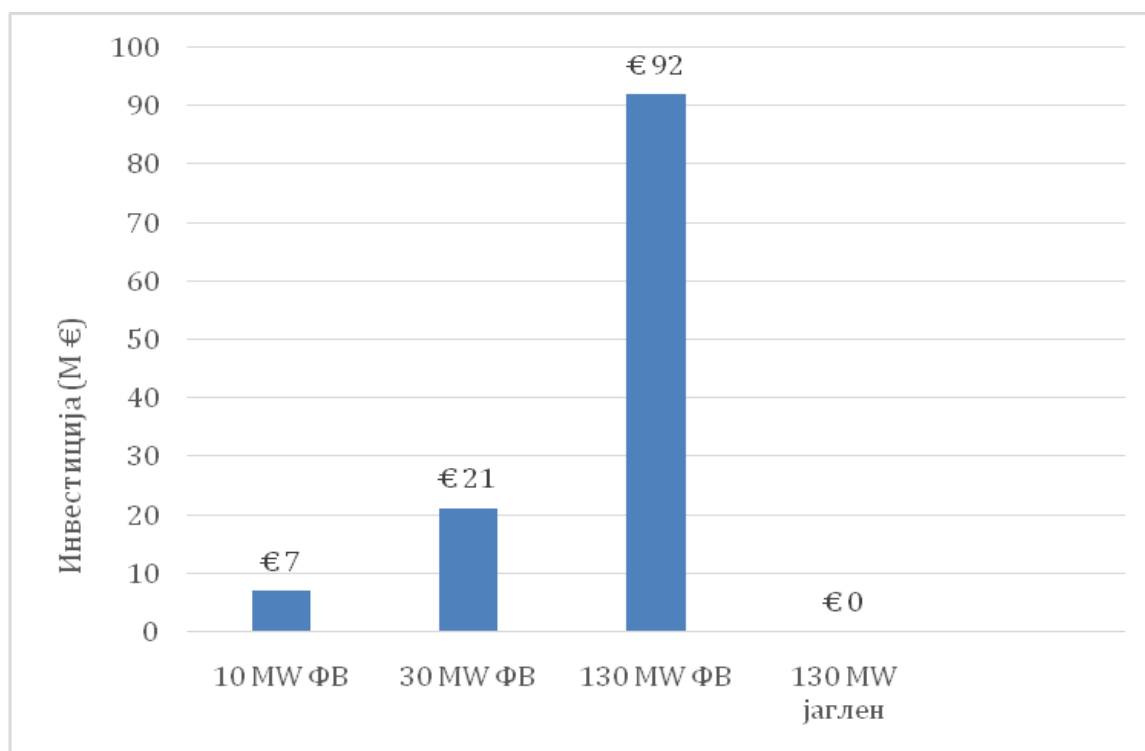
Исто така при анализа на моделот на транзиција се определени следните технико-економски параметри: вкупни трошоци за инсталацијата на фотоволтаичните електрани; висина на рата за кредитот; годишни трошоци на електраната; годишни приходи; годишен профит; вкупни трошоци за кредитот; времето на повраток на инвестицијата; профит од електраната за 20 години.

5.1. Инвестиција за изградба на фотоволтаична електрана

За пресметување на вредноста на инвестицијата за изградба на фотоволтаична електрана, земено е предвид инсталираната моќност и цената за инсталирање на инсталирана моќност од 1 MW.

Кога како гориво се користи јагленот, нема инвестициски трошоци, поради тоа што термоелектраната Осломеј веќе е изградена и работи на јаглен.

Резултатите од пресметките за вредностите на инвестицијата при изградба на фотоволтаична електрана од 10 MW, 30 MW и 130 MW инсталирана моќност во најповолно сценарио се прикажани на сликата 22.



Сл. 22 Пресметана вредност на почетна инвестиција за различна инсталирана моќност во најнеповолно сценарио

Како што може да се види од сликата 22 за 13 пати поголема инсталирана моќност со фотоволтаици (130 MW), потребна е исто толку пати поголема почетна инвестиција.

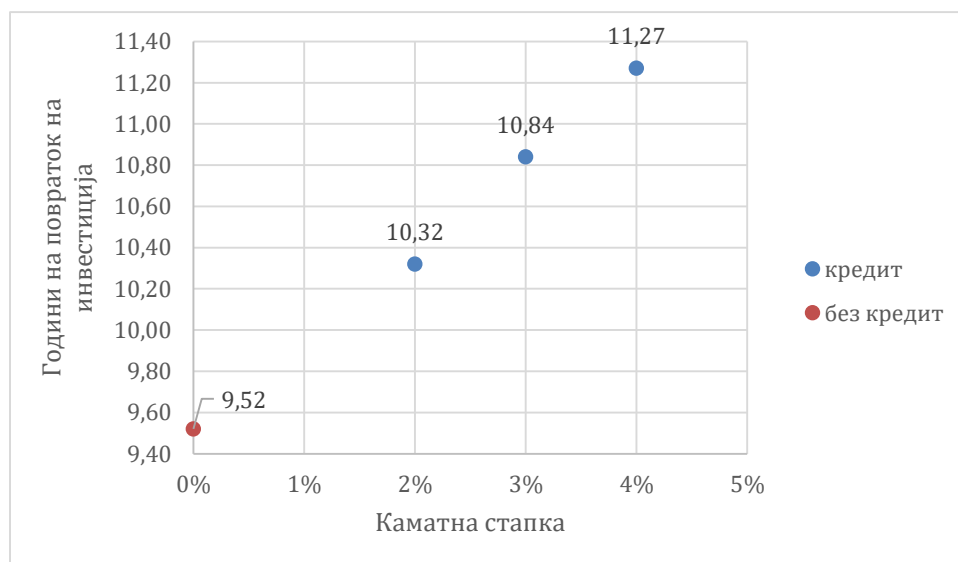
При проценувањето на почетната инвестиција земено е сценарио на линеарна зависност за секој инсталиран MW и притоа занемарен е фактот дека при набавка на поголема количина на материјали, вообичаено се намалува цената на чинење.

5.2. Повраток на инвестицијата во зависност од каматната стапка

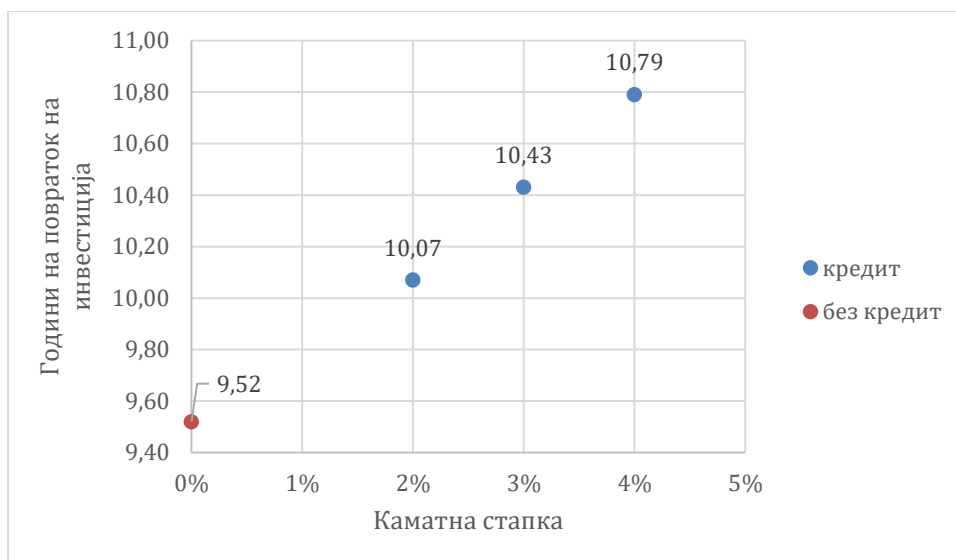
На следните слики се прикажани вредностите за времето на повраток на инвестиција во зависност од каматната стапка за сите 3 случаи за времетраење на кредитот (5, 7 и 10 години), за три вредности на каматната стапка (од 2%, 3% и 4%) и за три вредности на инсталираната моќност (10 MW, 30 MW и 130 MW).

Фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 10 MW

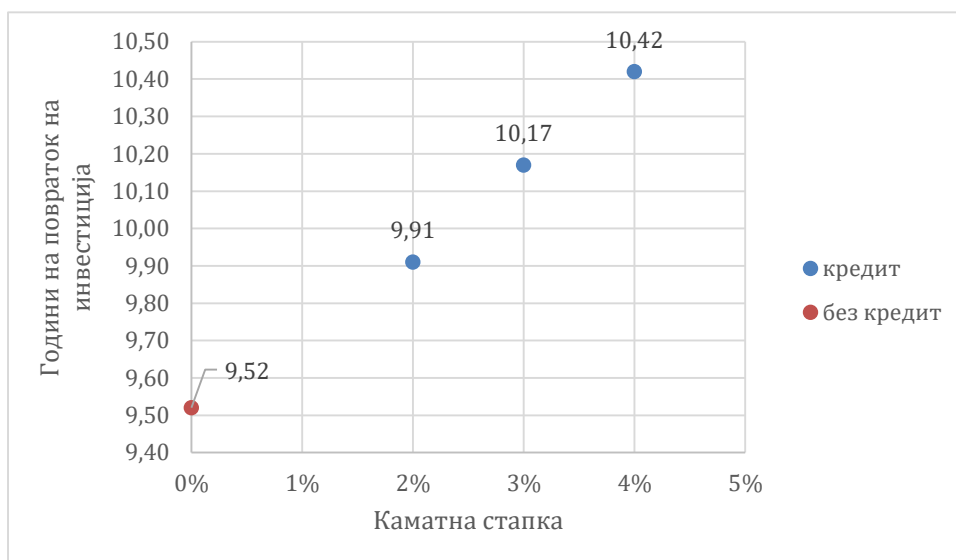
На слика 23 е прикажана вредноста на повратокот на инвестицијата изразен во години во зависност од каматната стапка на кредитот во траење од 10, 7 и 5 години за фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 10 MW или ако фотоволтаичната електрана се гради без кредит, односно во пресметките по равенката (3) се зема вредност 0% камата.



а)



б)



в)

Сл. 23 Графичка зависност на вредноста на повратокот на инвестицијата изразен во години во зависност од каматната стапка, при траење на кредитот од а) 10 години, б) 7 години и в) 5 години за фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 10 MW

Од графичката зависност за повратокот на инвестицијата од каматната стапка за 10 години, може да се заклучи дека вредноста на повраток на инвестицијата има најмала вредност од 9,52 години и тоа во случај кога не се зема кредит.

Од графичката зависност повратокот на инвестицијата во зависност од каматната стапка во случај кога кредитот се зема со времетраење од 7 години, може да се заклучи дека вредноста на повраток на инвестицијата има најмала вредност од 9,52 години во случај кога не се зема кредит и највисока од 10,79 години, ако каматната стапка изнесува 4%.

Вредноста на повратокот на инвестицијата, изразена во години, во зависност од каматната стапка на кредитот во траење од 5 години за фотоволтаична централа со инсталирана моќност од 10 MW или ако фотоволтаичната централа се гради без кредит, при што во пресметките по равенката (3) се зема вредност 0% камата.

Од графичката зависност на повратокот на инвестицијата од каматната стапка, може да се заклучи дека вредноста на повраток на инвестицијата има најмала вредност од 9,52 години во случај кога не се зема кредит и највисока од 10,42 години ако каматната стапка изнесува 4%.

Фотоволтаичната централа од 10 MW, спаѓа во групата на мали фотоволтаични центри.

Од сите три сценарија за зависноста на повратокот на инвестицијата од каматната стапка на кредитот може да се заклучи дека кај сите три сценарија најмногу се исплаќа да се изгради малата фотоволтаична централата без кредит, бидејќи со тоа се намалува времето за повраток на инвестиција.

Во услови кога се користат кредити кои се наменети за инсталирање на обновливи извори на енергија, со кои се поттикнува дисперзираното производство на електрична енергија, особено за мали фотоволтаични центри до 10 MW.

Овие кредити имаат мали каматни стапки и овозможуваат намалување на потребата од вложување на почетен капитал за инвестиција пред почетокот на градба на фотоволтаичната електрана.

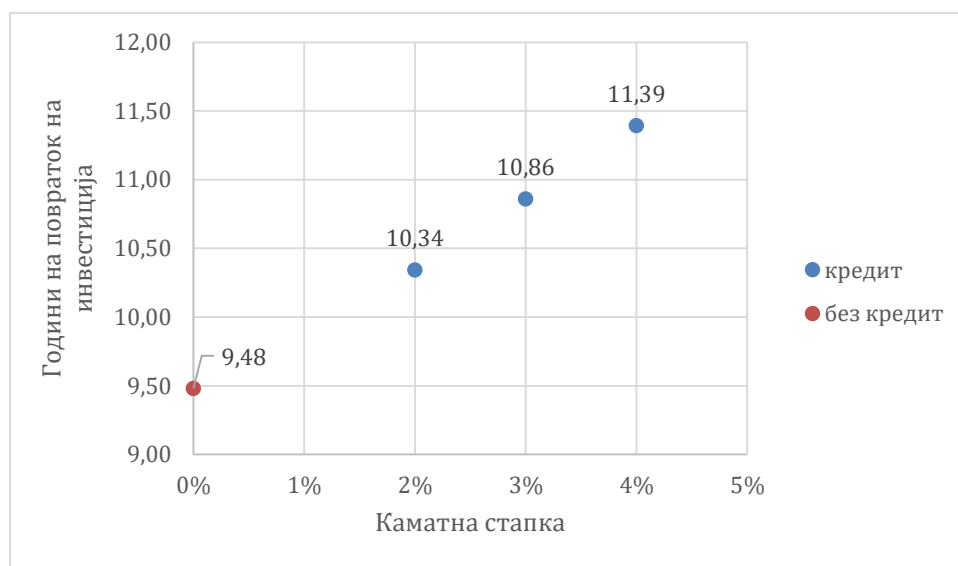
Доколку инвеститорот не е во можност да обезбеди кредит за обновливи извори на енергија или нема почетен капитал може да се разгледува можноста за користење на конвенционален кредит во висока каматна стапка, со тоа што времето на

повратокот на инвестицијата ќе се зголеми, поради тоа што ќе треба да се издвојуваат повеќе средства од приходот за да се покрие каматната стапка.

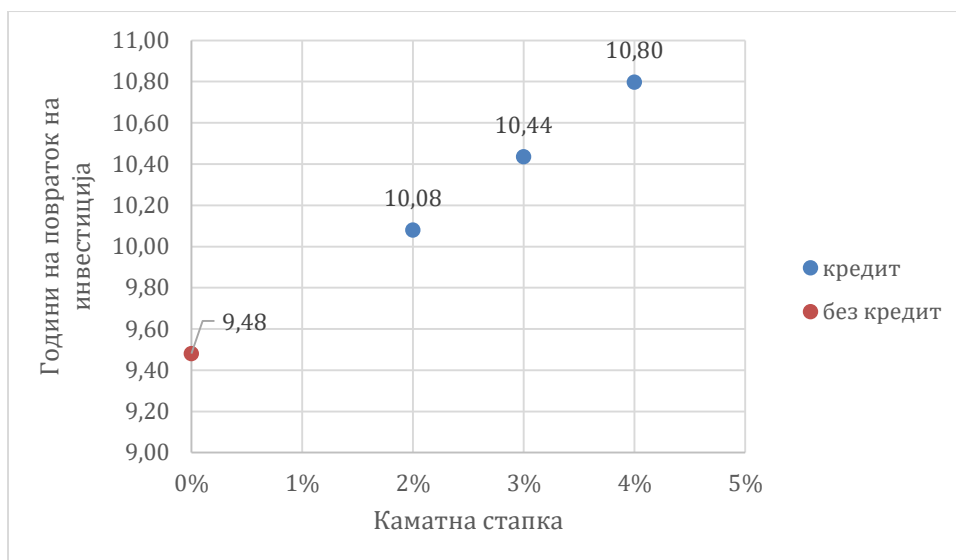
Се разбира, бидејќи се работи за мала фотоволтаична централа не се препорачува овој начин на финансирање.

Фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 30 MW

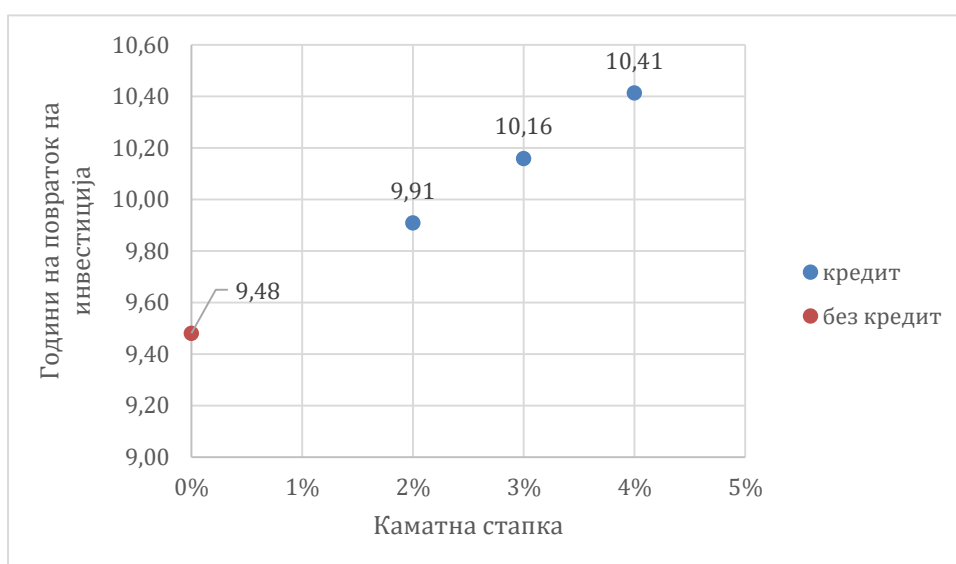
На слика 24 е прикажана вредноста на повратокот на инвестицијата, изразена во години, во зависност од каматната стапка на кредитот во траење од 10 години за фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 30 MW или ако фотоволтаичната електрана се гради без кредит, односно во пресметките по равенката (3) се зема вредност 0% камата.



a)



б)



в)

Сл. 24 Графичка зависност на вредноста на повратокот на инвестицијата, изразен во години, во зависност од каматната стапка при траење на кредитот од а) 10 години, б) 7 години и в) 5 години за фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 30 MW

Од графичката зависност на повратокот на инвестицијата од каматната стапка може да се заклучи дека вредноста на повраток на инвестицијата има најмала вредност од 9,48 години во случај кога не се зема кредит и највисока од 11,39 години ако каматната стапка изнесува 4%.

Вредноста на повратокот на инвестицијата, изразен во години, во зависност од каматната стапка на кредитот во траење од 7 години за фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 30 MW или ако фотоволтаичната електрана се гради без кредит, односно во пресметките по равенката (3) се зема вредност 0% камата.

Може да се заклучи дека вредноста на повраток на инвестицијата има најмала вредност од 9,48 години во случај кога не се зема кредит и највисока од 10,80 години ако каматната стапка изнесува 4%.

Од графичката зависност на повратокот на инвестицијата од каматната стапка за времетраење на кредит од 5 години, може да се заклучи дека вредноста на повраток на инвестицијата има најмала вредност од 9,48 години во случај кога не се зема кредит и највисока од 10,41 години ако каматната стапка изнесува 4%.

Како заклучок може да се наведе, дека во сите три случаи за различна инсталирана моќност од 10 MW, 30 MW и 130MW, времето на повраток на инвестицијата се зголемува со зголемување на каматната стапка, поради тоа што каматата ја зголемува сумата која треба да се поврати.

Фотоволтаичната електрана од 30 MW, спаѓа во групата на фотоволтаични електрани со средна големина.

Од сите три сценарија за зависноста на повратокот на инвестицијата од каматната стапка на кредитот, може да се заклучи дека во сите три сценарија најмногу се исплаќа да се изгради фотоволтаична електрана без кредит, бидејќи со тоа се намалува времето за повраток на инвестиција.

Овие фотоволтаичните електрани со средна големина имаат стратешко значење, па затоа големите развојни банки и инвестициски фондови издвојуваат големи средства како кредити за да се поттикне производство на електрична енергија од сонцето.

Овие кредити имаат мали каматни стапки, со што се намалува потребата од почетен капитал за инвестицијата за градба на фотоволтаичната електрана.

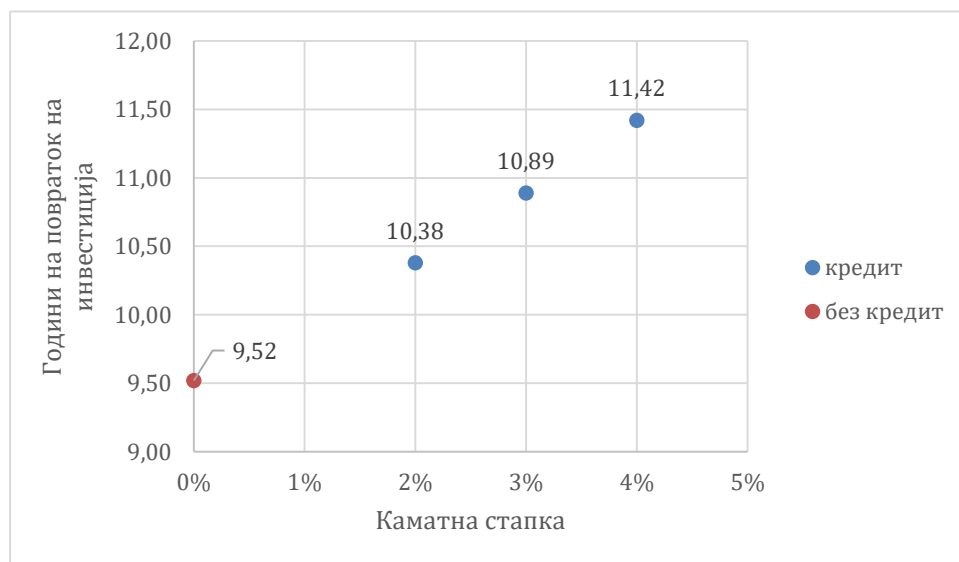
Доколку инвеститорот не е во можност да обезбеди поволен кредит за обновливи извори на енергија или нема почетен капитал, може да се користи конвенционален кредит во висока каматна стапка, а со тоа времето на повратокот на

инвестицијата ќе се зголеми, поради тоа што ќе треба да се издвојуваат повеќе средства од приходот за да се покрие каматаната стапка.

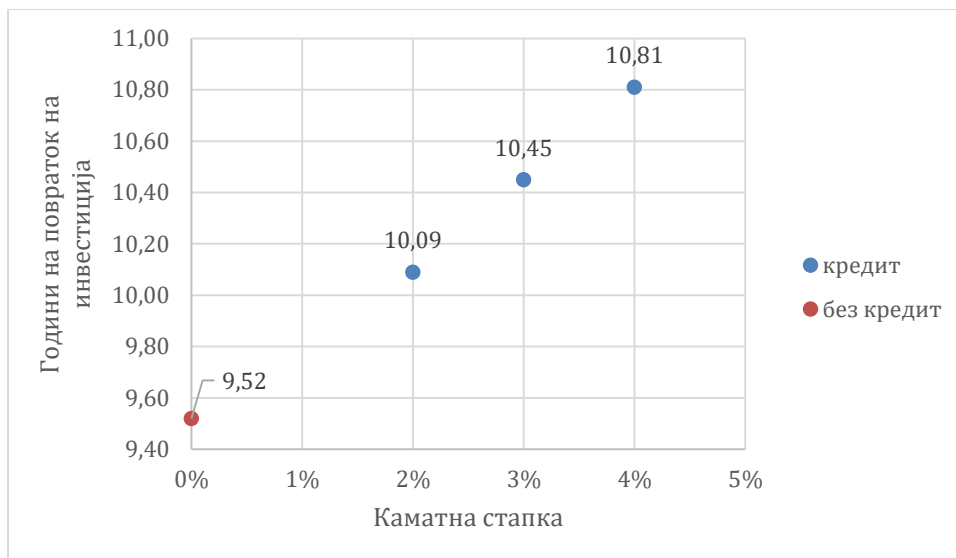
Поради тоа што се работи за фотоволтаична електрана со средна големина најчесто постои можност да се обезбедат средства без да се користат конвенционални кредити, веројатно ќе нема потреба од ваквов тип на финансирање.

Фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 130 MW

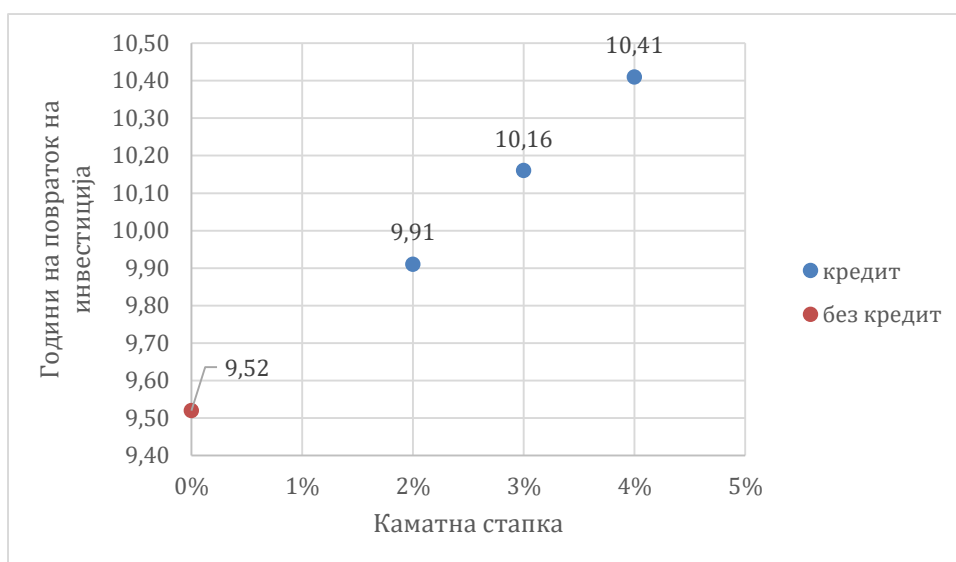
На слика 25 е прикажана вредноста на повратокот на инвестицијата, изразена во години, во зависност од каматната стапка на кредитот во траење од 10 години за фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 130 MW или ако фотоволтаичната електрана се гради без кредит односно во пресметките по равенката (3) се зема вредност 0% камата.



a)



б)



в)

Сл. 25 Графичка зависност на вредноста на повратокот на инвестицијата изразен во години во зависност од каматната стапка при траење на кредитот од а) 10 години, б) 7 години и в) 5 години за фотоволтаична централа со инсталирана моќност од 130 MW

Од графичката зависност на повратокот на инвестицијата од каматната стапка може да се заклучи, дека вредноста на повраток на инвестицијата има најмала вредност од 9,52 години во случај кога не се зема кредит и највисока од 11,42 години ако каматната стапка изнесува 4%.

Вредноста на повратокот на инвестицијата изразен во години во зависност од каматната стапка на кредитот во траење од 7 години за фотоволтаична централа со инсталирана моќност од 130 MW или ако фотоволтаичната централа се гради без кредит, односно во пресметките се зема вредност 0% камата пресметано по равенката (3).

Од графичката зависност на повратокот на инвестицијата од каматната стапка може да се заклучи дека вредноста на повраток на инвестицијата има најмала вредност од 9,52 години во случај кога не се зема кредит и највисока од 10,81 години ако каматната стапка изнесува 4%.

Вредноста на повратокот на инвестицијата изразен во години во зависност од каматната стапка на кредитот во траење од 5 години за фотоволтаична централа со инсталирана моќност од 130 MW или ако фотоволтаичната централа се гради без кредит односно, во пресметките по равенката (3) се зема вредност 0% камата.

Од графичката зависност на повратокот на инвестицијата од каматната стапка може да се заклучи дека вредноста на повраток на инвестицијата има најмала вредност од 9,52 години во случај кога не се зема кредит и највисока од 10,41 години ако каматната стапка изнесува 4%.

Фотоволтаичната електрана од 130 MW, спаѓа во редот на големи фотоволтаични електрани.

Од сите три сценарија за зависноста на повратокот на инвестицијата од каматната стапка на кредитот може да се заклучи дека во сите три сценарија најмногу се исплаќа да се изгради фотоволтаична електрана без кредит бидејќи, а со тоа се намалува времето за повраток на инвестиција.

Големите фотоволтаичните електрани се од големо стратешко значење за државата, па големите развојни банки издвојуваат големи средства за кредити со мали каматни стапки за да се стимулира домашното производство на електрична енергија.

Со користењето на овие кредити се намалува потребата од почетен капитал за инвестиција за градба на фотоволтаичната електрана.

Третото сценарио, со користење на конвенционални кредити скоро никогаш не се применува, бидејќи овие проекти се од стратешко значење за државата и економијата.

Во табела 2 се прикажани вредностите на повратокот на инвестицијата за сите горенаведени сценарија, т.е. за три вредности на инсталирана моќност (10 MW, 30 MW и 130 MW) на фотоволтаичната електрана и различни стапки за камата и времетраење на кредитот.

Табела 2 Вредности на повратокот на инвестицијата за сите сценарија

Инсталирана моќност (MW)	10			30			130		
Времетраење на кредит (години)	5	7	10	5	7	10	5	7	10
0%	9.52			9.48			9.52		
2%	9.91	10.07	10.32	9.91	10.08	10.34	9.91	10.09	10.38
3%	10.17	10.43	10.48	10.16	10.44	10.84	10.16	10.45	10.89
4%	10.42	10.79	11.27	10.41	10.8	11.39	10.41	10.81	11.42

Средната девијација на повратокот на инвестицијата при различни каматни стапки и различно време на повраток на инвестицијата може да се пресмета со равенката:

$$Dx = (|x_1 - \bar{x}| + |x_2 - \bar{x}| + \dots + |x_n - \bar{x}|) / N$$

каде што $x_1, x_2, \dots, x_n$ се вредности на повратокот на инвестиција за различна инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана при исти вредности за времетраењето на

кредитот и каматната стапка, $\bar{x}$ е средната вредност на повратокот на инвестиција за различна инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана при исти вредности за времетраењето на кредитот и каматната стапка.

Табела 3. Вредности на средната девијација за повратокот на инвестиција за различна инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана, при исти вредности за времетраењето на кредитот и каматната стапка

Траење на кредит (години)	5	7	10
0%	0.018	0.018	0.018
2%	0.000	0.007	0.022
3%	0.004	0.007	0.171
4%	0.004	0.007	0.060

Од добиените вредности за средната девијација за повратокот на инвестиција за различна инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана, при исти вредности за времетраењето на кредитот и каматната стапка може да се заклучи дека таа има многу мали вредности.

Имено, независно од вредноста на инсталираната моќност времето на повратокот на инвестиција се менува многу малку, па може да се заклучи дека инсталираната моќност на фотоволтаичната електрана не игра значајна улога во повратокот на инвестицијата.

Тоа се должи на фактот поради тоа што со зголемување на инсталираната моќност на фотоволтаичната електрана се зголемува и производството на електрична енергија, а со тоа и приходите на фотоволтаичната централа, па затоа може да се исплаќа поголема рата за кредит, а со тоа да се задржи исто време на повраток на инвестицијата.

5.3. Процент на годишните трошоци во зависност од годишниот приход

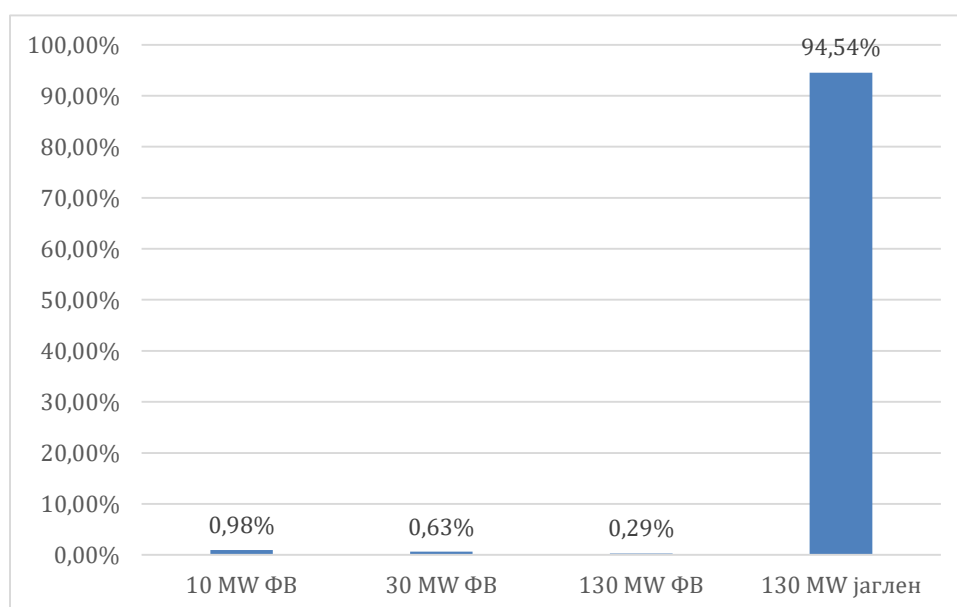
Податоците за годишните трошоци се добиваат емпириски (4) земајќи ги во предвид трошоците за одржување на системот, како што е чистење на фотоволтаичните панели, користење на стручен персонал за проверка на исправноста на системот, замена на дотрајани или неисправни делови, осигурување на постројката и слично.

Проценката на односот на трошоците и годишните приходи за трите сценарија за различна инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана се пресметува со равенката:

$$d = \frac{\text{годишни трошоци}}{\text{годишни приходи}}$$

На слика 26 е прикажана вредноста на процентот на годишните трошоци од вредноста на годишниот приход (d) за трите сценарија за различна инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана од 10 MW, 30 MW и 130 MW.

На сликата 26 исто така е прикажана и вредноста на параметарот d , во услови кога термоелектраната Осломеј работи на јаглен со моќност од 130 MW.



Сл. 26 Процентот на годишните трошоци во зависност од годишниот приход за фотоволтаична електрана со различна инсталирана моќност и во услови кога термоелектраната Осломеј работи на јаглен со моќност од 130 MW

Ако се направи споредбена анализа на вредностите на процентот на годишните трошоци од годишниот приход (d) за трите сценарија за инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана, може да се заклучи дека најмала вредност на параметарот d се добива за инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана од 130 MW.

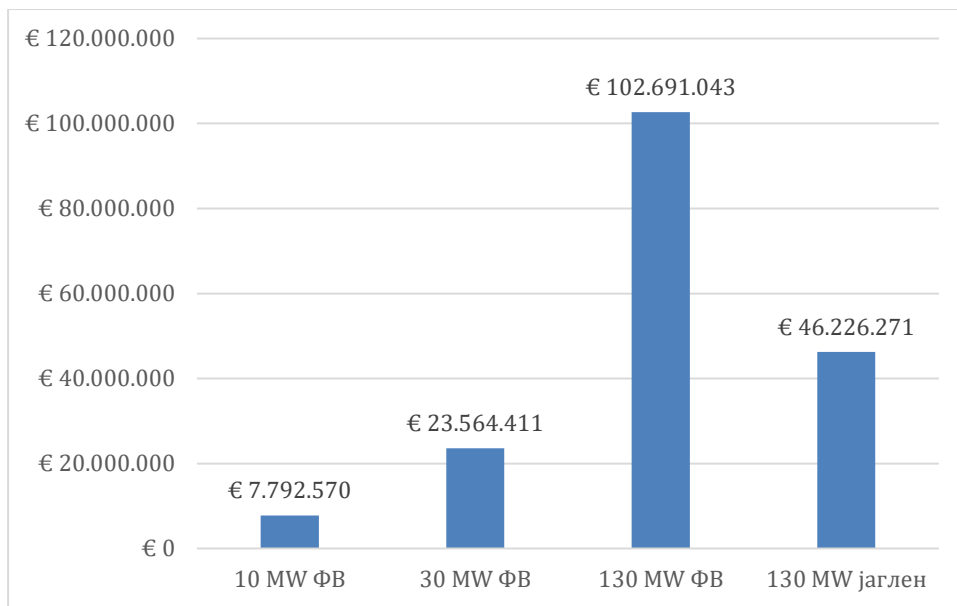
Вредноста на параметарот d кај фотоволтаичните електрани со инсталирана моќност од 10 MW, 30 MW и 130 MW е многу мал во споредба со вредноста на параметарот d во услови кога термоелектраната Осломеј работи на јаглен со моќност од 130 MW.

Причина за тоа е што фотоволтаичните електрани користат обновлив извор на енергија, за кој што нема потреба да се алоцираат средства за гориво за разлика во услови кога термоелектраната Осломеј работи на јаглен.

5.4. Профит по 20 години во случај на инвестиција без кредит

Профитот од работата на една електрана што се остварува за 20 години во случај кога не се користи кредит се пресметува како разлика меѓу приходите од електраната и вкупните трошоци (за одржување и гориво) на годишно ниво.

На слика 27 е прикажана вредноста на профитот по 20 години работа на електрана за трите сценарија при различна инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана од 10 MW, 30 MW и 130 MW и во услови кога термоелектраната Осломеј работи на јаглен со моќност од 130 MW.



Сл. 27 Остварен профит по 20 години работа за фотоволтаична електрана со различна инсталирана моќност и во услови кога работи на јаглен со моќност од 130 MW термоелектраната Осломеј

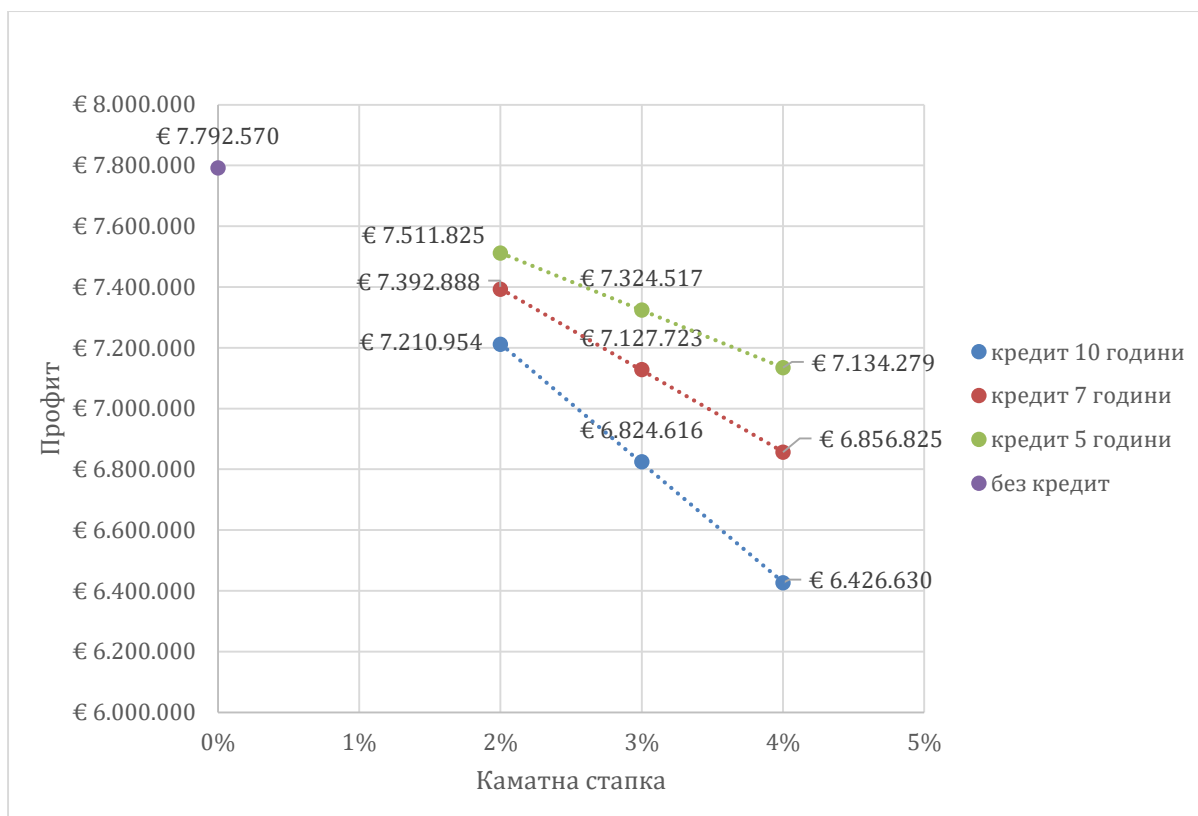
Може да се заклучи дека најголемиот профит од 10,691,043 € се добива доколку се инсталира фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 130 MW.

Причина за тоа е што трошоците за одржување на фотоволтаична електрана се помали во однос на електраната на јаглен и што е најважно, нема трошоци за гориво.

5.5. Профит од фотоволтаична електрана

Профит од фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 10 MW

Остварениот профит по 20 години од започнување со работа на фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 10 MW, во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот, како и без кредит е дадена на слика 28.



Сл.28 Остварен профит за фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 10 MW во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот, како и без кредит

На слика 28 е прикажан профитот на фотоволтаичната електрана по 20 години од инсталирањето во зависност од трите различни вредности на каматната стапка и во зависност од времетраењето на враќањето на кредитот.

Најголема вредност на профитот од 7,792,570 € се остварува кога инвестицијата ќе се реализирала без земање на кредит, а доколку кредитот се земе на 5 години и со каматна стапка од 2%, би се остварил профит од 7,511,825 € или 280,745 € помалку.

Доколу времетраењето на кредитот е 7 или 10 години, при иста каматна стапка од 2%, разликата во остварениот профит е 118,937 € и 300,871 € соодветно.

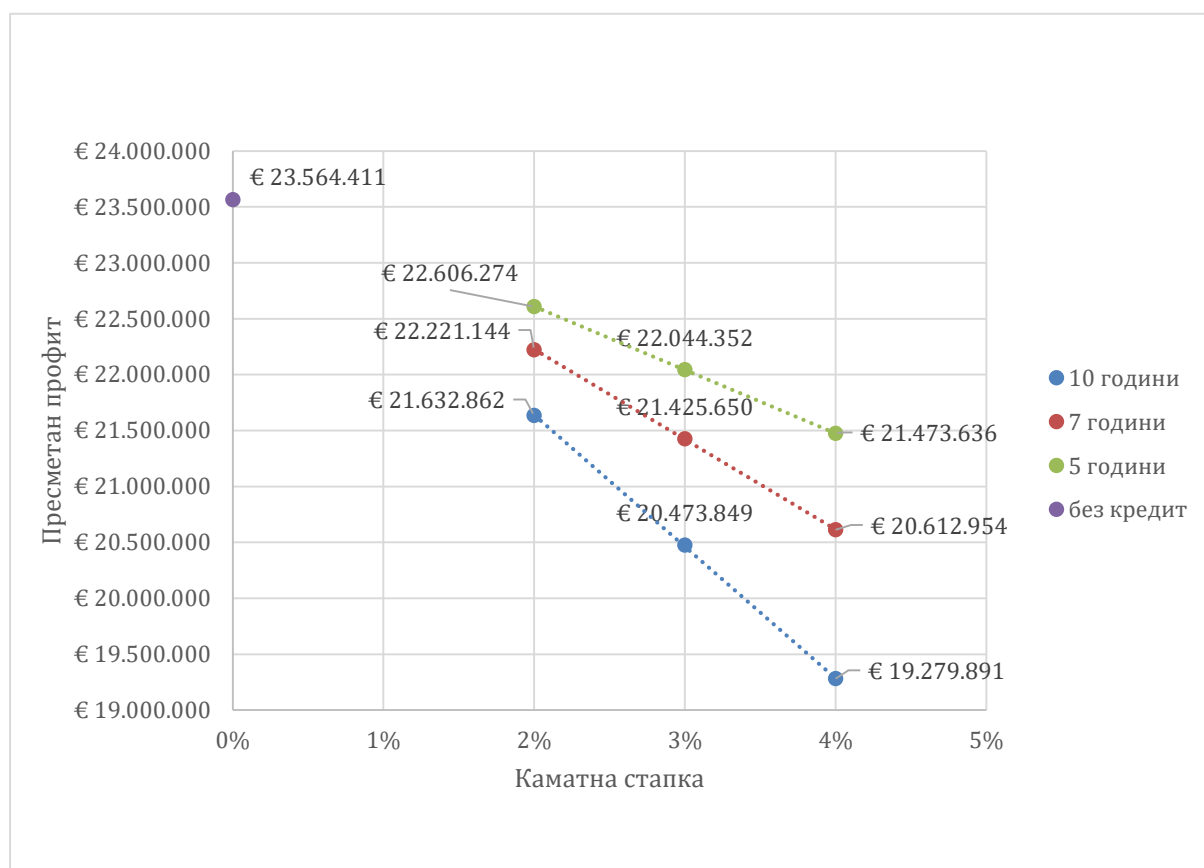
Ова е очекувано, бидејќи како што се зголемува каматната стапка и времетраењето на кредитот така се намалува профитот по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната електрана.

Па така, доколку се земе кредит со 4% камата би се остварил профит од 7,134,279 € за времетрање на кредитот од 5 години и истиот би се намалил за 268,454 €, а кога времетрањето на кредитот е 7 години, профитот би бил помал за 707,649 €.

Од добиените резултати може да се заклучи дека периодот на враќање на кредитот има помало влијание во крајниот профит, отколку што има влијанието на каматната стапка.

Профит од фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 30 MW

Остварениот профит по 20 години од започнување со работа на фотоволтаичната електрана со инсталирана моќност од 30 MW во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот, како и без кредит е дадена на слика 29.



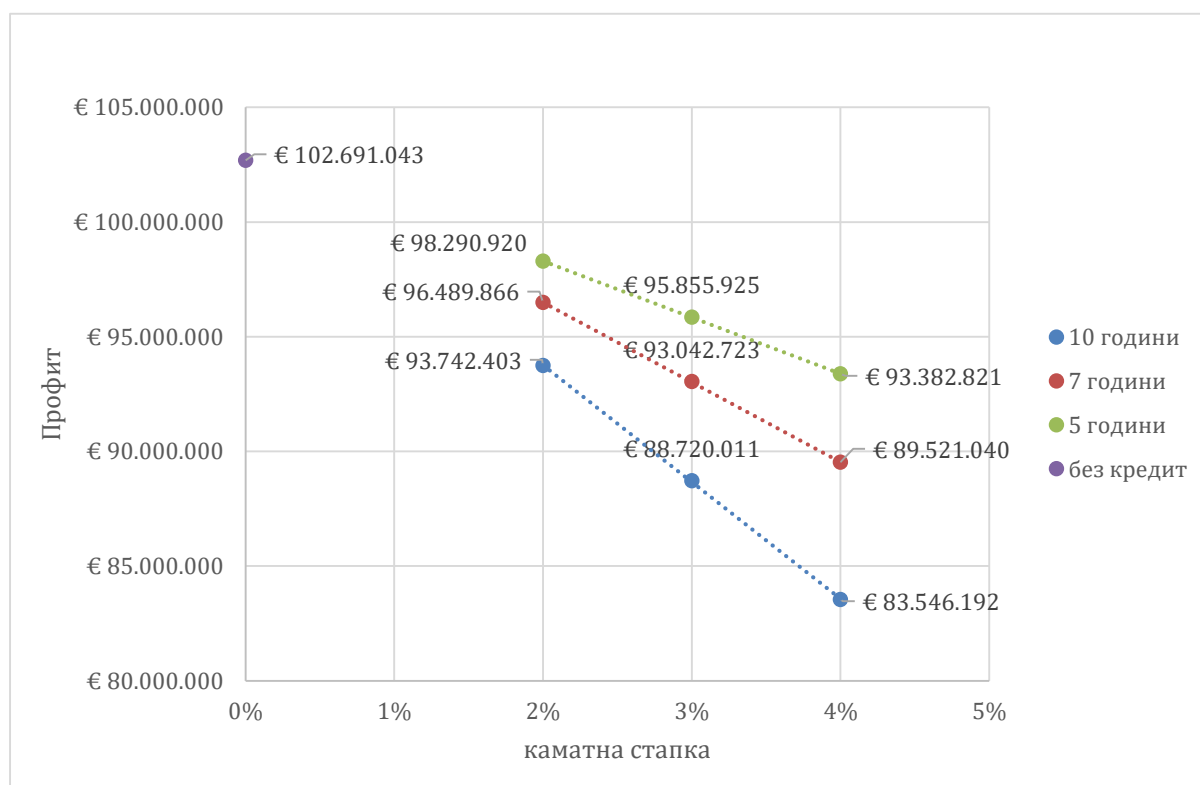
Сл.29 Остварен профит за фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 30 MW во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот, како и без кредит

Како и во претходниот случај кога инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана изнесува 10 MW, најголем профит се остварува во услови кога не се користи кредит, а доколку се земе кредит, најголем профит би се остварил ако истиот се враќа за период од 5 години и каматна стапка од 2%.

Со зголемување на каматната стапка и со зголемување на периодот на вараќање на кредитот, сè повеќе се намалува вредноста на профитот.

Профит од фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 130 MW

Остварениот профит по 20 години од започнување со работа на фотоволтаичната електрана со инсталирана моќност од 130 MW во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот, како и без кредит е дадена на слика 30:



Сл.30 Остварен профит за фотоволтаична електрана со инсталирана моќност од 130 MW во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот, како и без кредит

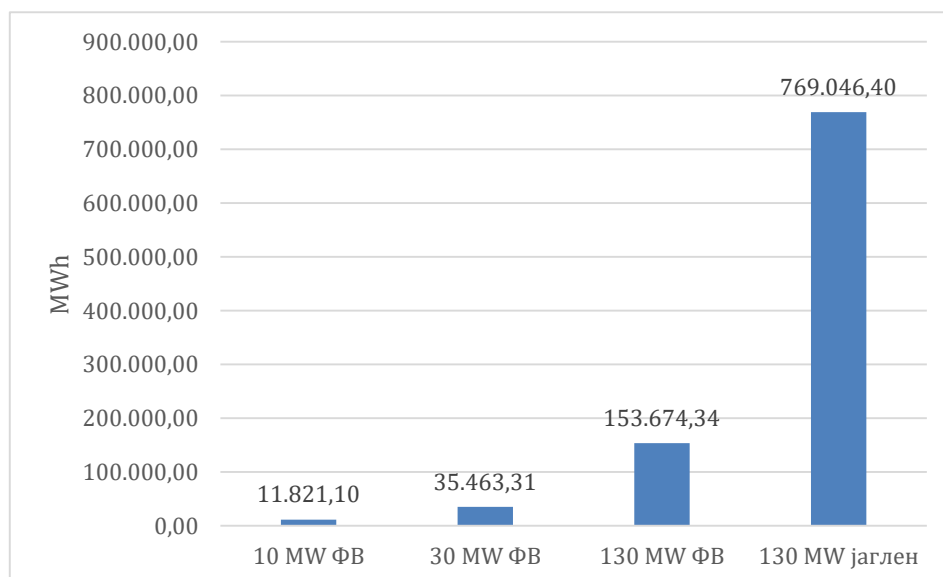
На слика 30 е прикажана вредноста на профитот по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната електрана во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот.

Може да се види дека со зголемувањето на каматната стапка и времетраењето на кредитот, вредноста на профитот се намалува.

Ако се споредат податоците за различна инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана од 10 MW, 30 MW и 130 MW, се забележува дека вредноста на разликата во остварениот профит при различни сценарија, т.е. при различни вредности на камата и период на враќање е пропорционална на инсталираната моќност на фотоволтаичната електрана, т.е. при најголемата вредност на инсталираната моќност од 130 MW, разликата во остварената вредност на профитот е најголема.

Годишно производство на фотоволтаичната електрана

На слика 31 е прикажана вредноста на годишното производство на електрична енергија изразена во MWh за трите сценарија при различна инсталирана моќност на фотоволтаичната електрана од 10 MW, 30 MW и 130 MW и во услови кога термоелектраната Осломеј работи на јаглен со моќност од 130 MW.



Сл.31 Годишно производство на електрична енергија за инсталирана моќност на фотоволтаичната централа од 10 MW, 30 MW и 130 MW и во услови кога термоелектраната Осломеј работи на јаглен со моќност од 130 MW

Годишното производство на електрична енергија, изразена во MWh кога се користи јаглен е 5 пати поголемо отколку кога се користат фотоволтаици како извор на електрична енергија.

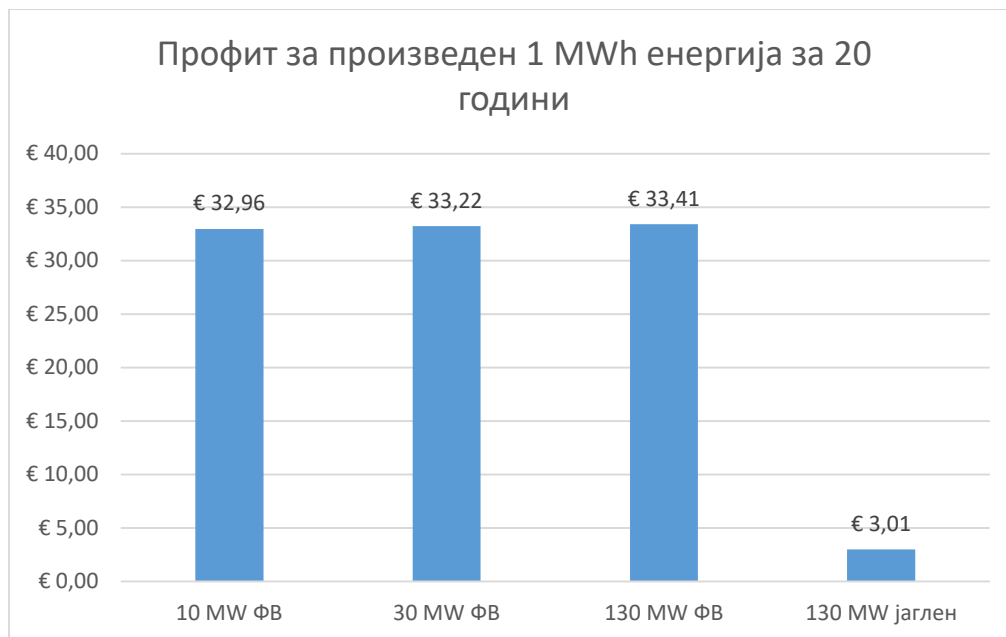
Ова е очекуван резултат бидејќи ефикасноста на конверзија кај фотоволтаиците е со вредност од 10 - 20%, а на јагленот изнесува 40%. Исто така ефикасноста на фотоволтаиците се менува со интензитетот на сончевото зрачење кое што се менува во текот на годината, па производството на електрична енергија варира од месец во месец.

5.6. Профит на фотоволтаична електрана по 20 години од инсталирањето за произведен 1 MWh електрична енергија

Вредноста на профитот за произведена електрична енергија со вредноста од 1 MWh по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната електрана се пресметува со равенката:

$$\text{профит}_{\text{за } 1\text{MWh}} \left[\frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right] = \frac{\text{профит}_{20 \text{ години}}}{(\text{годишно производство} * 20 \text{ години})}$$

Вредноста на профитот за произведена електрична енергија по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната електрана со вредноста од 1 MWh за три сценарија при различна инсталирана моќност на фотоволтаичната централа од 10 MW, 30 MW и 130 MW и и во услови кога термоелектраната Осломеј работи на јаглен со моќност од 130 MW е дадена на слика 32.



Сл. 32 Вредноста на профитот за произведена електрична енергија со вредност од 1 MWh по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната електрана при инсталирана моќност од 10 MW, 30 MW и 130 MW и во услови кога термоелектраната Осломеј работи на јаглен со моќност од 130 MW

Малата вредност на профитот за произведена електрична енергија со вредност од 1 MWh по 20 години во услови кога термоелектраната Осломеј работи на јаглен со моќност од 130 MW, се должи на големиот износ на трошоци за гориво (јаглен).

Големата вредност на профитот од фотоволтаичната електрана, се должи на фактот дека трошоците за гориво како и трошоците за одржување на електраната се многу мали.

Со оваа анализа може да се заклучи дека сите три сценарија за фотоволтаична електрана се добри за изградба, но сепак фотоволтаичната централа од 130 MW инсталирана моќност е најповолна со најголем профит по произведен MWh, но и поради тоа што како напредуваме во Република Северна Македонија треба да се зголеми процентот на обновливите извори на енергија за да ги следиме светските трендови и за да добиваме чиста енергија и да го намалиме загадувањето во нашата земја.

Според, Стратегијата за развој на енергетиката на Република Северна Македонија, до 2040 се предвидува емисиите на стакленичките гасови да се намалуваат

за 61,5% во однос на 2005 година или 72,8%, истовремено значително зголемувајќи го користењето на обновливите извори на енергија на одржлив начин достигнувајќи нивно учество од 45% во бруто потрошувачка на финална енергија. [\(Стратегија спроведена од PricewaterhouseCoopers \(PwC\), Strategy& \(part of PwC network\) и Истражувачкиот центар за енергетика и одржлив развој на Македонската академија на науките и уметностите \(МАНУ\).](#)

Во стратегијата се потенцира дека термоелектраната Осломеј се соочува со предизвици за сигурно снабдување со јаглен и дека термоелектраната Осломеј се снабдува исклучиво од рудникот Осломеј, кој е речиси исцрпен и произведува помалку од 300 kt јаглен годишно.

Поради слабото снабдувањето со јаглен, термоелектраната Осломеј работи со ограничени капацитети. Според, инвестицискиот план на ЕСМ 2018-2022, не се очекува пуштање во погон на нови резерви во близина на термоелектраната Осломеј поради социо-еколошки причини.

Според, стратегијата предвидено е престанување на работата на термоелектраната Осломеј во сите три сценарија.

Во низата мерки во трансформацијата се планира и изградба на фотонапонски електроцентрали (80 – 120 MW) кои ќе ги користат истата инфраструктура (локација и преносна мрежа) и вработени. Истиот пристап може да се примени и за термоелектраната Битола. [\(Стратегија спроведена од PricewaterhouseCoopers \(PwC\), Strategy& \(part of PwC network\) и Истражувачкиот центар за енергетика и одржлив развој на Македонската академија на науките и уметностите \(МАНУ\).](#)

Понатаму, во стратегијата се потенцира дека ефикасна употреба на енергијата и обновливите извори се основа на енергетската транзиција.

Горивата без јаглерод се очекува да имаат многу поголема улога во идната потрошувачка на примарна енергија, при што обновливите извори на енергија (ОИЕ) ќе имаат најголем пораст.

Технолошкиот напредок ќе ја забрза енергетската транзиција. Напредокот во технологијата е заснован на нови случувања што се фокусираат на унапредување на енергетската ефикасност, ниско-јаглеродни технологии и складирање на енергија.

Намалувањето на трошоците на технологиите за производство на електрична енергија од обновливи извори на енергија ги прави конкурентни на традиционалните извори на енергија.

Од 2009 година, цената на произведената електрична енергија од фотонапонски и од ветерни електроцентрали се намалила речиси за 70% и 20%, соодветно. [\(Стратегија спроведена од PricewaterhouseCoopers \(PwC\), Strategy& \(part of PwC network\) и Истражувачкиот центар за енергетика и одржлив развој на Македонската академија на науките и уметностите \(МАНУ\).](#)

Наведените суштински насоки во стратегијата, ја покажуваат актуелноста на темата на истражувањето во оваа магистерска работа, која што може да има корисен придонес во развивање на финансиските и бизнис модели за остварување на енергетската транзиција на термоелектраната Осломеј.

6. ЗАКЛУЧОК

Во оваа магистерска работа развиен е модел за енергетска транзиција на термоелектраната Осломеј со искористување на енергијата од сонцето и изградба на фотоволтаични електрани со различна инсталирана моќност од 10 MW, 30 MW и 130 MW.

Развојот на моделот за енергетска транзиција е направен преку компаративна анализа на техно-економските параметри: инвестицијата за изградба на фотоволтаична електрана; повраток на инвестиција без кредит; повраток на инвестицијата при користење на кредит во зависност од каматната стапка и времетраењето на кредитот од 5, 7 и 10 години; повраток на инвестиција во зависност од каматната стапка од 2%, 3% и 4% за сите три случаи за времетраење на кредитот; профитот што ќе се оствари по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната електрана; процентот на годишните трошоци во зависност од годишниот приход на фотоволтаичната електрана; годишното производство на електрична енергија.

Од добиените вредности на техно-економските параметри во моделот на енергетска транзиција на термоелектраната Осломеј може да се заклучи дека:

-  Вредноста на каматната стапка и времето на враќање на кредитот немаат големо влијание за периодот за повраток на инвестицијата.
-  Периодот на враќање на кредитот има помало влијание во профит по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната електрана, отколку што има влијание вредноста на каматната стапка.
-  Најголемиот профит се добива доколку се инсталираат фотоволтаична електрана со моќност од 130 MW без да се користи кредит.
-  Периодот на враќање на кредитот има помало влијание во профитот по 20 години од инсталирањето на фотоволтаичната електрана (крајниот профит), отколку што има влијанието на каматната стапка.
-  Со зголемување на вредноста на каматната стапка и со зголемување на периодот на враќање на кредитот, сè повеќе се намалува вредноста на профитот.

- ✚ Разликата во остварениот профит при различни сценарија за каматната стапка (од 2%, 3% и 4%)и период на враќање (од 5, 7 и 10 години) е пропорционална на инсталираната моќност на фотоволтаичната електрана.
- ✚ Годишното производство на електрична енергија, изразена во MWh во услови кога термоелектраната Осломеј работи на јаглен е 5 пати поголемо отколку кога се користат фотоволтаици како извор на енергија.
- ✚ Цената за произведување на еден MWh има најмала вредност кај фотоволтаичната електрана.

При компаративна анализа на ризиците кога како гориво би се користел јаглен или пак би се инсталирале фотоволтаици, се забележува дека варијантата за изградба на фотоволтаична централа би се соочила со далеку помали ризици во секој поглед.

Еколошкиот аспект и производството на „зелена енергија“ е повторно на страна на варијантата.

Како одлучувачки фактор во однос на изборот помеѓу двете варијанти има производната цена на електрична енергија, но и социо-економските влијанија на било која одлука.

7. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.cnti.info/energija/page2.html>
2. <https://www.prnewswire.com/news-releases/support-grows-for-renewable-energy-initiatives-around-the-globe-300892819.html>
3. http://www.izvorienergije.com/obnovljivi_izvori_energije.html
4. <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea79e/ch05.html>
5. <https://extension.psu.edu/what-is-renewable-energy>
6. <http://oie.mingorp.hr/UserDocsImages/OIE%20Tekst.pdf>
7. [Директива 2009/28 / ЕУ](#)
8. [Директива 2003/30/ЕС; 2001/77/ЕС; 2003/96/ЕС и 2009/28/ЕУ](#)
9. http://projects.tempus.ac.rs/attachments/project_resource/878/1158_Obnovljivi%20energetski%20resursi-%20158989-2009.pdf
10. <https://www.envirotech-online.com/news/air-monitoring/6/breaking-news/what-are-the-top-5-environmental-concerns-for-2019/47579>
11. [Share of renewables in energy consumption in the EU reached 18% in 2018. Eurostat News Release, 23 January 2020](#)
12. <https://medphys.royalsurrey.nhs.uk/nccpm/?s=technicalevaluations>
13. https://ec.europa.eu/environment/integration/energy/index_en.html
14. <https://climate.nasa.gov/evidence/>
15. <https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050>
16. <https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/>
17. [Официјални податоци од АД ЕСМ, 2019](#)
18. [С. Спасевски, Развој на софтвер за анализа на мали фотоволтаични системи, 2019](#)
19. [Стратегија спроведена од PricewaterhouseCoopers \(PwC\), Strategy& \(part of PwC network\) и Истражувачкиот центар за енергетика и одржлив развој на Македонската академија на науките и уметностите \(МАНУ](#)