

SPECIFIČNOSTI BUDŽETIRANJA KAPITALA INVESTICIJSKIH PROJEKATA NEINTEGRIRANIH FOTONAPONSKIH ELEKTRANA U RH

Benković, Tomislav

Professional thesis / Završni specijalistički

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:702170>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-02**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu

Ekonomski fakultet

Poslijediplomski specijalistički studij

Poslovno upravljanje - MBA

**SPECIFIČNOSTI BUDŽETIRANJA KAPITALA
INVESTICIJSKIH PROJEKATA NEINTEGRIRANIH
FOTONAPONSKIH ELEKTRANA U RH**

Poslijediplomski specijalistički rad

Tomislav Benković

Zagreb, travanj 2021.

PODACI I INFORMACIJE O STUDENTU POSLIJEDIPLOMSKOG SPECIJALISTIČKOG STUDIJA

Ime i prezime: Tomislav Benković

Datum i mjesto rođenja: 12.08.1987.

Naziv završenog fakulteta i godina diplomiranja: Fakultet elektrotehnike i računarstva,
Sveučilište u Zagrebu, 2011.

PODACI O POSLIJEDIPLOMSKOM SPECIJALISTIČKOM RADU

Vrsta studija: Poslijediplomski specijalistički studij

Naziv studija: Poslovno upravljanje, MBA

Naslov rada: Specifičnosti budžetiranja kapitala investicijskih projekata neintegriranih
fotonaponskih elektrana u republici hrvatskoj

Naslov rada (engleski jezik): Capital budgeting specifics of investment projects of non-
integrated photovoltaic power plants in the Republic of Croatia

UDK (popunjava Knjižnica):

Fakultet na kojem je rad obranjen: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

POVJERENSTVO, OCJENA I OBRANA RADA

Datum prihvaćanja teme: 23.02.2021.

Mentor: Prof. dr. sc. Lidija Dedi

Povjerenstvo za ocjenu rada:

1. Prof. dr. sc. Silvije Orsag
2. Prof. dr. sc. Lidija Dedi
3. Izv. prof. dr. sc. Tomislav Gelo

Povjerenstvo za obranu rada:

1. Prof. dr. sc. Silvije Orsag
2. Prof. dr. sc. Lidija Dedi
3. Izv. prof. dr. sc. Tomislav Gelo

Datum obrane rada: 13.05.2021.

Sveučilište u Zagrebu

Ekonomski fakultet

Poslijediplomski specijalistički studij

Poslovno upravljanje - MBA

**SPECIFIČNOSTI BUDŽETIRANJA KAPITALA
INVESTICIJSKIH PROJEKATA NEINTEGRIRANIH
FOTONAPONSKIH ELEKTRANA U RH
CAPITAL BUDGETING SPECIFICS OF INVESTMENT
PROJECTS OF NON-INTEGRATED PHOTOVOLTAIC
POWER PLANTS IN THE REPUBLIC OF CROATIA**

Poslijediplomski specijalistički rad

Student: Tomislav Benković

Matični broj studenta: PDS-26-2019

Mentor: Prof. dr. sc. Lidija Dedi

Zagreb, travanj 2021.

SAŽETAK

Donošenje odluka o prihvaćanju ili odbijanju investicijskog projekta važan je zadatak menadžmenta poduzeća. Kako bi se mogla donijeti kvalitetna investicijska odluka potrebno je pripremiti adekvatne podloge u vidu proračunatih kriterija financijskog odlučivanja. Tradicionalni pristup postupka budžetiranja kapitala koji je korišten u ovom radu temelji se na sadašnjoj vrijednosti budućih novčanih tokova investicijskog projekta i koriste se sljedeće metode financijskog odlučivanja: čista sadašnja vrijednost, interna stopa profitabilnosti, indeks profitabilnosti i modificirana interna stopa profitabilnosti. Dodatno je izrađena i analiza osjetljivosti kojom se analizira utjecaj postotnih promjena ključnih varijabli koje utječu na novčane tokove investicijskog projekta na iznose temeljnih metoda financijskog odlučivanja čiste sadašnje vrijednosti i interne stope profitabilnosti.

Za analizirani investicijski projekt odabrana je izgradnja neintegrirane fotonaponske elektrane na području Republike Hrvatske. Napredak u tehnologiji proizvodnje fotonaponskih sustava doveo je do znatnog smanjenja cijena opreme te tako proizvodnju električne energije izravno iz Sunčevog zračenja učinio interesantnom i isplativom, čak i bez korištenja prijašnjih sustava poticaja. Korištenjem tradicionalnog postupka budžetiranja kapitala, analizirano je ulaganje u investicijski projekt izgradnje fotonaponske elektrane na lokaciji u Dalmatinskoj zagori, na području Splitsko-dalmatinske županije, a koji isporučuje električnu energiju u javnu distribucijsku mrežu. Sve metode financijskog odlučivanja pokazale su kako je predmetni investicijski projekt isplativ.

KLJUČNE RIJEČI

Budžetiranje kapitala, investicijski projekt, obnovljivi izvori energije, energija Sunca, fotonaponska elektrana

SUMMARY

Making decisions on accepting or rejecting an investment project is an important task of company management. In order to be able to make a quality investment decision, it is necessary to prepare adequate bases in the form of calculated financial decision-making criteria. The traditional approach to the capital budgeting process used in this paper is based on the present value of the future cash flows of the investment project and uses the following financial decision making methods: net present value, internal rate of return, profitability index and modified internal rate of return. In addition, a sensitivity analysis was prepared to analyze the impact of percentage changes in key variables that affect the cash flows of the investment project on the amounts of basic financial decision-making methods of net present value and internal rate of return.

The construction of a non-integrated photovoltaic power plant on the territory of the Republic of Croatia was selected for the analyzed investment project. Advances in the technology of photovoltaic systems production have led to a significant reduction in equipment prices, thus making the production of electricity directly from solar radiation interesting and cost-effective, even without the use of previous incentive systems. Using the traditional capital budgeting procedure, the investment in the investment project for the construction of a photovoltaic power plant at a location in the Dalmatian hinterland, in the Split-Dalmatia County, which supplies electricity to the public distribution network, was analyzed. All methods of financial decision-making have shown that the investment project in question is profitable.

KEYWORDS

Capital budgeting, investment project, renewable energy sources, solar energy, photovoltaic power plant

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je poslijediplomski specijalistički rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Zagrebu, 08.04.2021.



(vlastoručni potpis studenta)

STATEMENT ON THE ACADEMIC INTEGRITY

I hereby declare and confirm by my signature that the final thesis is the sole result of my own work based on my research and relies on the published literature, as shown in the listed notes and bibliography.

I declare that no part of the thesis has been written in an unauthorized manner, i.e., it is not transcribed from the non-cited work, and that no part of the thesis infringes any of the copyrights.

I also declare that no part of the thesis has been used for any other work in any other higher education, scientific or educational institution.

In Zagreb, 08.04.2021.



(personal signature of the student)

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Definiranje predmeta istraživanja	1
1.2. Izvori podataka i metode istraživanja	4
1.3. Sadržaj i struktura rada	4
2. OCJENA FINACIJSKE EFIKASNOSTI INVESTICIJSKIH PROJEKATA	6
2.1. Karakteristike investicijskih projekata i budžetiranje kapitala	6
2.1.1. Karakteristike i klasifikacija investicijskih projekata	8
2.1.2. Životni ciklus investicijskog projekta	10
2.1.3. Postupak budžetiranja kapitala	11
2.1.4. Upravljanje investicijskim projektima	13
2.2. Procjena novčanih tokova investicijskog projekta	14
2.2.1. Relevantni novčani tok investicijskog projekta	14
2.2.2. Procjena investicijskih troškova	17
2.2.3. Određivanje ukupnih novčanih tokova investicijskog projekta i vijeka efektuiranja projekta	20
2.3. Određivanje troška kapitala	23
2.3.1. Struktura kapitala	23
2.3.2. Pojedinačni troškovi kapitala	24
2.3.3. Ponderirani prosječni trošak kapitala (WACC)	30
2.3.4. Marginalni i inkrementalni trošak kapitala	31
2.3.5. Rizik i neizvjesnost investicijskog projekta	33
2.4. Metode financijskog odlučivanja	35
2.4.1. Čista sadašnja vrijednost	35
2.4.2. Interna stopa profitabilnosti	36
2.4.3. Indeks profitabilnosti	38

2.4.4.	Modificirana interna stopa profitabilnosti	39
3.	OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE	40
3.1.	Važnost obnovljivih izvora energije	40
3.1.1.	Klasifikacija obnovljivih izvora energije	42
3.1.2.	Energija Sunčevog zračenja	44
3.2.	Strategija Europske unije i uloga Republike Hrvatske u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora	49
3.2.1.	Nacionalni energetska plan	50
3.2.2.	Uloga Republike Hrvatske u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora	52
3.2.3.	Sustav poticaja proizvodnje energije iz fotonaponskih elektrana	54
3.3.	Specifičnosti ulaganja u neintegrirane fotonaponske elektrane	57
3.3.1.	Tehničke karakteristike neintegrirane fotonaponske elektrane	59
3.3.2.	Ključni koraci u razvoju projekta neintegrirane fotonaponske elektrane	62
4.	ANALIZA SLUČAJA – BUDŽETIRANJE KAPITALA INVESTICIJSKOG PROJEKTA NEINTEGRIRANE FOTONAPONSKE ELEKTRANE	68
4.1.	Osnovni podaci o projektu	68
4.2.	Tehno ekonomski podaci	70
4.2.1.	Tehnički opis fotonaponske elektrane	70
4.2.2.	Procjena proizvodnje električne energije	71
4.2.3.	Procjena investicijskih i operativnih troškova	73
4.3.	Analiza opravdanosti izgradnje fotonaponske elektrane	75
4.3.1.	Izračun troška kapitala	76
4.3.2.	Ocjena isplativosti investicijskog ulaganja temeljem metoda financijskog odlučivanja	79
4.3.3.	Analiza osjetljivosti	79
5.	ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	81
	POPIS LITERATURE	83
	POPIS TABLICA	89

ŽIVOTOPIS.....	90
PRILOZI.....	91

1. UVOD

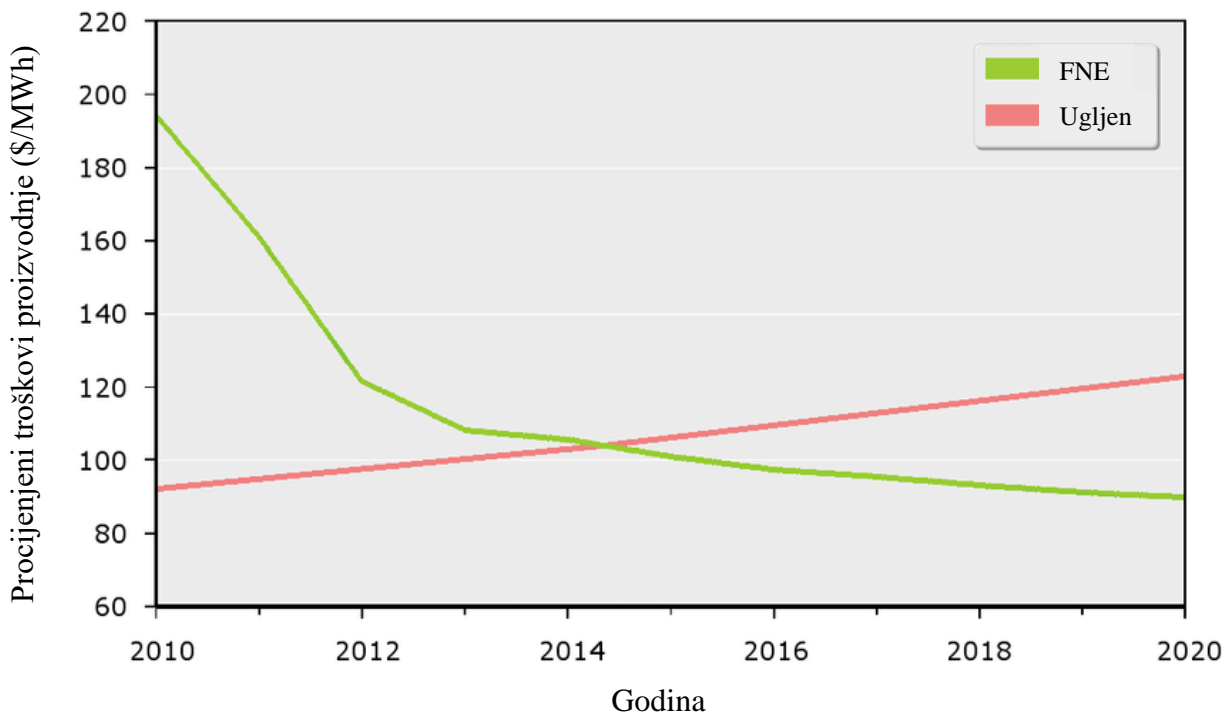
1.1. Definiranje predmeta istraživanja

Proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora tijekom prethodnog desetljeća preuzima dominantnu ulogu u odnosu na proizvodnju električne energije iz konvencionalnih elektrana na fosilna goriva. Razlozi takvih trendova mogu se sagledati iz više aspekata. Prvenstveno radi se o podizanju ekološke svijesti te globalne potrebe za smanjenjem ekološkog otiska izvora energije. Posljedično tome, promijenili su se i ekonomski aspekti koji se primarno očitavaju kroz nivelirane troškove proizvodnje električne energije, koji su se u zadnjih nekoliko godina značajno smanjili za izvore koji koriste obnovljive izvore, posebice sunce i vjetar, pri čemu su troškovi proizvodnje postali niži od onih iz konvencionalnih izvora električne energije kao što su termoelektrane na ugljen ili plin. Usporedba niveliranih troškova proizvodnje električne energije između fotonaponskih elektrana i elektrana na ugljen prikazani su na slici 1-1. Vidljivo je kako troškovi proizvodnje električne energije iz ugljena konstantno rastu, dok istodobno troškovi proizvodnje iz fotonaponskih elektrana padaju. Troškovi proizvodnje iz dvije navedene tehnologije izjednačili su se tijekom 2014. godine, a od tada nadalje je sve povoljnije proizvoditi električnu energiju iz fotonaponskih elektrana. Posljedično tome, a uzevši u obzir konstantni porast potreba za električnom energijom, sve više investitora odabire ulaganja u fotonaponske elektrane.

Fotonaponske elektrane se temeljem klasifikacije proizvodnih postrojenja¹ dijele na integrirane i neintegrirane. Integrirane sunčane elektrane su smještene na površini zgrade (krovovima, pokrovima, sjenilima, balkonima, terasama, balustradama, fasadama, prozorima, vratima...) ili infrastrukturnog objekta (trafostanice, mostovi i sl. građevine), dok su neintegrirane sunčane elektrane, koje su predmet ovog rada, sunčane elektrane izgrađene kao samostojeće građevine. Instalirane snage neintegriranih sunčanih elektrana variraju od nekoliko desetaka kW, do preko 100 MW. Predmet ovog rada biti će elektrane instaliranih snaga između 1 MW i 10 MW.

¹ Narodne novine (2018) Uredba o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovitih kogeneracija. Zagreb: Narodne novine d.d.

Slika 1-1 Usporedba niveliranih troškova proizvodnje električne energije između fotonaponskih elektrana i elektrana na ugljen



Izvor: Mouton, T & Rix, Arnold & Geldenhuys, Joanie. (2018). Model Predictive Control of a Grid-Connected Converter With LCL-Filter. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/337243720_Model_Predictive_Control_of_a_Grid-Connected_Converter_With_LCL-Filter

Prednosti fotonaponskih elektrana u usporedbi s ostalim izvorima električne energije su sljedeće:²

1. pogonsko gorivo je energija Sunca koja je besplatna i neograničena
2. ne koriste pokretne dijelove pa nema buke kao ni zagađenja okoliša
3. niski operativni troškovi, odnosno minimalni troškovi održavanja
4. konstantni tehnološki napredak i pad cijena fotonaponskih modula

Naravno uz prednosti postoje i nedostaci od kojih su najznačajniji:³

1. inicijalni troškovi izgradnje su još uvijek relativno visoki
2. zahtijevaju mnogo prostora za izgradnju
3. ovisnost o vremenskim prilikama, odnosno volatilnost proizvodnje
4. skladištenje proizvedene energije korištenjem baterijskih sustava je skupo

² Kalea M. Obnovljivi izvori energije – energetska pogled, Kiklos, Zagreb, 2014. str 250.

³ Ibid, str. 251.

Predmet istraživanja poslijediplomskog specijalističkog rada je istražiti i analizirati specifičnosti budžetiranja kapitala za investicijske projekte neintegriranih fotonaponskih elektrana u Republici Hrvatskoj. U užem smislu, predmet istraživanja ovog rada je analiza investicijskih i operativnih troškova te novčanih tokova projekta razvoja i izgradnje neintegrirane fotonaponske elektrane kroz postupak budžetiranja kapitala s ciljem pružanja menadžmentu poduzeća odgovarajućih podloga za donošenje odluke o prihvaćanju ili odbijanju projekta.

Temeljem znanstvenih i stručnih spoznaja o metodama usporedbe i ocjene investicijskih projekata fotonaponskih elektrana utvrđuju se optimalne dugoročne investicijske odluke čiji je krajnji cilj poboljšani rezultat poslovanja te stvaranje dodane vrijednosti za poduzeće.

Predmetno istraživanje ima zadatak dati odgovor na pitanje da li se investitoru trenutno isplati ulagati sredstva u investicijski projekt izgradnje neintegrirane sunčane elektrane.

Cilj istraživanja ovog specijalističkog poslijediplomskog rada je također utvrditi specifičnosti budžetiranja kapitala projekata neintegriranih fotonaponskih elektrana u odnosu na standardne dugoročne investicijske projekte. Specifični ciljevi istraživanja u okviru ovog specijalističkog poslijediplomskog rada su:

- analizirati specifičnosti investicijskog projekta neintegrirane fotonaponske elektrane,
- odrediti i analizirati ključne korake u razvoju projekta neintegrirane fotonaponske elektrane,
- procijeniti trošak kapitala poduzeća,
- kroz analizu slučaja izraditi cjelovitu analizu isplativosti investicijskog projekta koristeći postupak budžetiranja kapitala.

U primjeni očekivanih rezultata očekuje se da će rezultati ovog poslijediplomskog specijalističkog rada dati zaokruženi prikaz analize isplativosti investicijskog projekta neintegrirane fotonaponske elektrane sa svim svojim specifičnostima te bi takva analiza trebala pridonijeti poboljšanju prakse budžetiranja kapitala za projekt neintegrirane fotonaponske elektrane kroz stvaranje relevantne podloge temeljem koje će se moći napraviti kvalitetnija procjena projekta te donijeti odluka o prihvaćanju ili odbijanju investicijskog projekta.

Tradicionalno budžetiranje kapitala definira nepromjenjivi investicijski projekt tijekom svog cjelokupnog životnog vijeka. S druge strane moderne teorije budžetiranja kapitala, primjerice

teorija stvarnih opcija⁴, pretpostavljaju da se projekt tijekom svih faza životnog vijeka može mijenjati, odnosno da menadžment koji upravlja projektom, radi budućih nesigurnosti i rizika koji se ne mogu do kraja predvidjeti, može reagirati i mijenjati definirani tijekom projekta koristeći opcije koje ima na raspolaganju. Projekt izgradnje neintegrirane fotonaponske elektrane može se vrednovati na oba načina, s obzirom da se u velikom dijelu slučaja radi o statičkim i nepromjenjivim investicijskim projektima, ali s druge strane u određenim uvjetima menadžment ima na raspolaganju opcije⁵ kojima tijekom životnog ciklusa projekta može odgovoriti na nesigurnosti i rizike koji mogu nastupiti, primjerice proširiti elektranu ukoliko poraste otkupna cijena električne energije ili odustati od projekta ukoliko dođe do nepremostivih zapreka u razvoju projekta ili do smanjenja otkupne cijene s kojom projekt više nije isplativ. U ovom radu koristiti će se tradicionalne metode vrednovanja u vidu diskontiranog razdoblja povrata, čiste sadašnje vrijednosti, interne stope profitabilnosti, modificirane interne stope profitabilnosti i indeksa profitabilnosti.

1.2. Izvori podataka i metode istraživanja

U okviru istraživanja korištene su brojne metode: metoda analize, metoda sinteze, metoda indukcije i dedukcije, metoda klasifikacije i metoda komparacije. U radu su korišteni sekundarni izvori podataka, stručna i znanstvena literatura, članci, publikacije i Internet izvori. Prilikom izrade studije slučaja, koja se naslanja se na ranije definirani teorijski dio, korištena je i metoda komparacije te metoda modeliranja zbog potrebe procjenjivanja i predviđanja razvoja pojedinih procesa u okviru razmatranog investicijskog projekta.

1.3. Sadržaj i struktura rada

Predmetni specijalistički poslijediplomski rad sastoji se od pet poglavlja. U prvom, uvodnom poglavlju definirani su predmet i ciljevi istraživanja te su ukratko opisane metode istraživanja.

U drugom poglavlju je obrađeno upravljanje investicijskim projektom te je objašnjen postupak budžetiranja kapitala, procjena novčanih tokova investicijskog projekta kako bi se uspješno mogli odrediti ukupni novčani tokovi investicijskog projekta. Obrađeno je i određivanja troška kapitala te su opisane metode financijskog odlučivanja koje se koriste u tradicionalnom budžetiranju kapitala.

⁴ Vidjeti detaljnije u Kozlova M. Real option valuation in renewable energy literature: research focus, trends and design, 2017.

⁵ Vidjeti detaljnije u Zhang M., Zhou D., Zhou P. A real option model for renewable energy policy evaluation with application to solar PV power generation in China, 2014.

U trećem poglavlju je obrađena povijest, podjela i važnost obnovljivih izvora energije za energetske sektor, objašnjene su mogućnosti ulaganja u investicijske projekte obnovljivih izvora energije te je opisana strategija Europske unije i uloga Republike Hrvatske u predmetnom području. Također su detaljno obrađene specifičnosti neintegrirane fotonaponske elektrane kao investicijskog projekta, s obzirom kako je navedeni tip elektrane glavna tema ovog specijalističkog rada.

U četvrtom poglavlju izrađena je analiza slučaja investicijskog ulaganja u projekt izgradnje neintegrirane fotonaponske elektrane instalirane snage 2,4 MW koja se spaja na distribucijsku mrežu. Izrađena je investicijska studija s osnovnim podacima o projektu, tehno-ekonomskim podacima te analizom opravdanosti izgradnje. Izrađena analiza slučaja koja koristi sve tradicionalne metode financijskog odlučivanja trebala bi poslužiti kao podloga menadžmentu investitora za donošenje odluke o prihvatanju ili odbijanju projekta.

U posljednjem poglavlju sumirana su zaključna razmatranja predmetnog rada kao i rezultati izrađene studije slučaja.

2. OCJENA FINANCIJSKE EFIKASNOSTI INVESTICIJSKIH PROJEKATA

2.1. Karakteristike investicijskih projekata i budžetiranje kapitala

Sintagma investicijski projekt koristi se kako bi se označilo dugoročno ulaganje u opipljivu, odnosno materijalnu imovinu. Investicijski projekt može se također definirati kao slijed međusobno povezanih, vremenski raspoređenih radnji kojima se planira realizacija ciljeva poduzeća u okviru kojih se upotrebljava kapital.⁶ Investicijski projekt je svojevrsni sustav koji se konstantno mijenja i potrebno ga je održavati u ravnoteži između osnovnih ograničenja projekta prikazanih na slici 2-1. Upravljanje investicijskim projektom izvodi se u okviru prikazanih ograničenja, pri čemu svaka promjena pojedinog elementa izravno utječe na preostala dva elementa. Investicijski projekti koji su predmet budžetiranja kapitala dugoročnog su karaktera pri čemu se radi o ulaganju novca i drugih sredstava na dugi rok s ciljem realizacije određenih profitabilnih poslovnih aktivnosti u budućnosti.⁷

Slika 2-1 Osnovna ograničenja investicijskog projekta



Izvor: djelo autora prema R. Atkinson, "Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria," *International Journal of Project Management*, vol. 17, no. 6, 1999.

Za razvoj poduzeća financijska sredstva ulažu se u razne tipove investicijskih projekata, a donošenje odluka o prihvaćanju ili odbijanju pojedinog investicijskog projekta proizlazi iz procesa budžetiranja kapitala.

⁶ Grupa autora: *Planiranje investicijskih projekata*, Hrvatska kreditna banka za obnovu i Ekonomski institut, Zagreb, 1993, Knjiga 1, I Dio, str. 49.

⁷ Orsag S., Dedi L. *Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata*, Masmedia, Zagreb 2011., str. 19.

Realne investicije obavljaju se u opipljivu materijalnu imovinu (zemlju, objekte, opremu, elektrane, prijevozna sredstva, itd.). U pravilu realnim investicijama pridjeljuje se sintagma investicijski projekti. Namjena realnih investicija je u produktivnoj uporabi za obavljanje poslovnih aktivnosti. Vrijednost navedenih investicija u većini slučajeva teško je procijeniti radi činjenice da uz sebe vežu ulaganja u neto obrtni kapital koji je potreban za obavljanje poslovnih aktivnosti.⁸

Realne investicije imaju nizak stupanj likvidnosti, ograničenu djeljivost te jedinstvenost, odnosno slabu homogenost koja se očituje kroz otežanu zamjenu različitih oblika realne imovine jedan za drugi.⁹ Također valja spomenuti i slabu dokumentiranost realnih investicija kroz otežanu analizu budućih učinaka takve imovine.

Upravo radi navedenih karakteristika može se zaključiti kako je ocjena financijske efikasnosti znatno složenija kod realnih investicija, odnosno investicijskih projekata u odnosu na financijske investicije. Prilikom analize investicijskih projekata često se ne može koristiti isključivo kvantitativna analiza uz uporabu određenih stopa rasta, jer na rast unutar poduzeća radi jedinstvenosti realne imovine utječu i kvalitativna obilježja realnih investicija poduzeća, a radi čega je otežano vrednovanje njihove profitabilnosti. Valja naglasiti da osim ekonomskog aspekta investicijskih projekata valja naglasiti i složenost u vidu upravljanja investicijskim projektom. Proces upravljanja investicijskim projektom znatno je širi i obuhvaća cjelokupno okruženje koje je znatno šire od opsega samog projekta. Voditelj projekta osim o ekonomskim aspektima projekta mora voditi računa i o svim ostalim organizacijskim strukturama projekta, interesnim sudionicima, raspoloživom vremenu te ostalim parametrima, što može biti izuzetno zahtjevno, posebice ako se investicijski projekt nalazi u promjenjivoj okolini, gdje se vanjski faktori mijenjaju tijekom životnog vijeka projekta.¹⁰

Pored ulaganja u fiksnu imovinu, ponekad postoje potrebe ulaganja i u neopipljivu imovinu, kao što je intelektualni kapital, licencije, kupnja patenata i slično. Radi se o imovini koju poduzeća mogu posjedovati, a navode se u računovodstvenoj kategoriji nematerijalne imovine. Specifičnost ovog tipa imovine je teško identificiranje i definiranje njene ekonomske vrijednosti, naročito kada se radi o ulaganjima u znanje i ljudske potencijale, odnosno u intelektualni kapital. Primjer stvorene vrijednosti iz neopipljive imovine je kada ljudska

⁸ Ibid, str. 18.

⁹ Morawski, J. Investment Decisions on Illiquid Assets, Gabler, Wiesbaden, Njemačka, 2008.

¹⁰ International Project Management Association (IPMA). Temeljne individualne kompetencije za upravljanje projektima, Tiskara Zelina, 2018.

sposobnost, odnosno ljudski kapital stvara nove poslovne procese iz čega proizlaze kvalitetnije usluge za potrošače i povećava njihovu vjernost.¹¹

2.1.1. Karakteristike i klasifikacija investicijskih projekata

Investicijski projekti označavaju dugoročna ulaganja poduzeća u realnu poslovnu imovinu, odnosno predstavljaju konkretizaciju investicijskih ideja poduzeća. Da bi došlo do konkretizacije investicijske ideje potrebno je da bude pozitivno ocijenjena tijekom postupka budžetiranja kapitala, odnosno da menadžment poduzeća nakon prezentirane ocjene financijske efikasnosti donese odluku o prihvaćanju i realizaciji investicijskog projekta.

Bez obzira na činjenicu kako je svaki investicijski projekt jedinstven mogu se izdvojiti četiri karakteristike zajedničke svim investicijskim projektima:¹²

1. *Dugoročni karakter investicijskih projekata* – osnovna karakteristika investicijskih projekata je dugoročno vezivanje novca u nenovčane oblike fiksne imovine i u povećanje permanentne tekuće imovine poduzeća. Dugoročnost je karakterizirana niskom likvidnošću novca koji je vezan u realnim imovinskim oblicima jer realnu poslovnu imovinu u pravilu nije moguće prijevremenom prodajom pretvoriti u novac bez značajnijih gubitaka. Zbog toga je bitno kvalitetno planirati očekivane buduće novčane tokove investicijskog projekta i predvidjeti potencijalne rizike kako bi poduzeće ostvarilo maksimalizaciju bogatstva za svoje dioničare.
2. *Vremenski raskorak između ulaganja i efekata ulaganja* – Radi prije spomenute dugoročnosti investicijskih projekata u većini slučajeva dolazi do vremenskog raskoraka između investicijskih ulaganja i budućih novčanih tokova koje investicijski projekt generira. Razdoblje tijekom kojeg se investicija osposobljava za generiranje profita naziva se investiranje, dok se razdoblje u kojemu investicijski projekt stvara novčane tokove i profit naziva efektuiranje. Kako bi se povećala investicijska efikasnost projekta potrebno je smanjiti razdoblje investiranja i povećati razdoblje efektuiranja.
3. *Međuovisnost investiranja i financiranja* – Trenutak kada poduzeće planira ući u razdoblje investiranja ne mora se nužno poklopiti s razdobljem povoljnog dugoročnog financiranja poduzeća. Prihvaćanje novog investicijskog projekta za poduzeće može značiti promjenu

¹¹ Kolaković, M. Teorija intelektualnog kapitala. Ekonomski pregled : mjesečnik Hrvatskog društva ekonomista Zagreb, 2003., 54 (11-12), 925-944.

¹² Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 20.

optimalne strukture kapitala koju je poduzeće imalo prije ulaska u razdoblje investiranja, što se najbolje uočava u trošku kapitala poduzeća.

4. *Rizik i neizvjesnost* - Rizik je stanje u kojem postoji mogućnost negativnog odstupanja od poželjnog ishoda koji očekujemo ili kome se nadamo.¹³ Prilikom ulaganja u investicijski projekt u sadašnjosti, očekujemo njegove pozitivne učinke u budućnosti, a za njihovo ostvarenje postoji određeni stupanj rizika. S obzirom na ranije definiranu dugoročnost investicijskih projekata rizik i neizvjesnost su sastavni dio svakog investicijskog projekta, a samim time i postupka budžetiranja kapitala.

Investicijski projekti mogu se klasificirati na mnogo načina, ovisno o karakteristikama koje se žele istaknuti. Kriteriji klasifikacije mogu biti sljedeći:¹⁴ aktivnosti na koju se odnose, opseg ulaganja, investicijsko razdoblje, odnos investicijskih troškova i učinaka ulaganja, model tekućih novčanih tokova, odlučivanje o projektu, ekonomska međuovisnost, postojeće poslovanje i model rasta.

Youker¹⁵ je izradio praktični sustav kategorizacije projekata sa strukturom koja se sastoji od četiri elementa:

- 1) geografska lokacija
- 2) industrijski sektor¹⁶
- 3) faza životnog ciklusa projekta
- 4) isporuka projekta

Najznačajnija i najkorisnija raščlamba prema navedenom sustavu kategorizacije je prema vrsti proizvoda ili isporuke projekta poput izgradnje zgrade, razvoja novog proizvoda, razvoj novog računalnog softverskog programa, obavljanje održavanja ili izgradnja elektrane.

Crawford, Hobbs i Turner¹⁷ tvrde kako sva poduzeća koja imaju velik broj projekata trebaju kategorizirati projekte prema određenim kriterijima te predlaže kategorije za kategorizaciju projekata pri čemu bilo koja kategorija ili kombinacija više kategorija može biti korištena za kategorizaciju grupe projekata, ovisno o namjeni koja je u pitanju:

¹³ Vaughan E, Vaughan T., Osnove osiguranja, upravljanje rizicima, Mate, Zagreb, 2000.

¹⁴ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 28.

¹⁵ Youker R. The Difference Between Different Types of Projects, Proceedings of the PMI 1999 Seminars & Symposium Philadelphia, PA, Oct. 10-16, 1999. Newtown, PA: Project Management Institute

¹⁶ odnosi se na Standard Industrial Classification System odnosno sustav za razvrstavanje industrija četveroaznamenastim kodom

¹⁷ Crawford, L., Hobbs, J. B., Turner, J. R. (2004). Project categorization systems and their use in organizations: an empirical study. PMI® Research Conference: Innovations, London, England. Newtown Square, Project Management Institute

- područje primjene ili proizvod
- faza životnog ciklusa
- grupirani ili pojedinačni
- strateška važnost
- strateški pokretač
- geografska lokacija
- opseg
- trajanje
- nesigurnost
- rizik
- kompleksnost
- kupac (klijent)
- vlasništvo
- vrsta ugovora.

2.1.2. Životni ciklus investicijskog projekta

Radi kvalitetnijeg upravljanja investicijskim projektom teorija projektnog menadžmenta razdvaja projekt u više faza, što se naziva životni ciklus investicijskog projekta. Svi investicijski projekti sadrže mnogo dinamičnih elemenata koja je potrebno koordinirati kako bi se projekt uspješno realizirao od svoga početka do kraja. Iz tog razloga projekti se razbijaju na manje međusobno povezane cjeline, koje se nazivaju faze projekta. Bez obzira na veličinu i složenost svi projekti mogu se podijeliti na definirane faze životnog ciklusa.¹⁸

- 1. Iniciranje i pokretanje projekta**, definiranje opsega, sadržaja, ciljeva i interesnih sudionika projekta, određivanje vrijednosti projekta i njegove ekonomske isplativosti. Poduzeće, odnosno vlasnik projekta u ovoj fazi prihvaća ili odbija projekt temeljem dva važna dokumenta koja se generiraju u ovoj fazi, a to su poslovni plan i studija izvedivosti.
- 2. Planiranje i priprema projekta**, faza koja slijedi ukoliko je projekt prihvaćen u prethodnoj fazi. U ovoj se fazi vrši imenovanje voditelja projekta i projektnog tima te se izrađuje detaljni projektni plan koji uključuje opseg, zadatke i ključne točke projekta, vremenski tijek aktivnosti, procjenu pojedinih troškova i ukupnog budžeta projekta, zahtjeve kvalitete, procjenu rizika i resurse koje je potrebno nabaviti.

¹⁸ Project Management Institute (PMI) (2011) Vodič kroz znanje o upravljanju projektima (vodič kroz PMBOK) 4. izd. [izvornika]. - Zagreb : Mate str 16.

3. **Izvršavanje, praćenje i kontrola projekta**, podrazumijeva provođenje aktivnosti definiranih u projektnom planu iz prethodne faze. Imenovanim članovima projektnog tima dodjeljuju se radni zadaci i aktivnosti za koje su odgovorni. Usporedno s izvršavanjem odvija se faza praćenja i kontrole koja obuhvaća tijek napretka projekta i evidenciju odstupanja od definiranog projektnog plana. Odstupanja se prate kroz procese izvještavanja, kontrole kvalitete, vremena, troškova i rizika.
4. **Zatvaranje projekta**, projekt završava kada su ostvareni svi projektni ciljevi i zadaci. Zatvaraju se svi otvoreni ugovori te izvršava formalna primopredaja završenih proizvoda, rezultata ili usluga.

Slika 2-2 Faze životnog ciklusa investicijskog projekta



Izvor: djelo autora prema Project Management Institute (PMI) vodič kroz znanje o upravljanju projektima

2.1.3. Postupak budžetiranja kapitala

Postupak budžetiranja kapitala uključuje pronalazak potencijalnih investicijskih projekata, rangiranja predmetnih projekata unutar poduzeća, ocjene i analize projekata te donošenje odluke o prihvaćanju ili odbijanju pojedinog investicijskog projekta i provođenja investicije kroz postupak upravljanja investicijskim projektom. Budžetiranje kapitala je postupak u kojem se donosi odluka o investicijama u realnu poslovnu imovinu poduzeća.¹⁹ Rezultat budžetiranja

¹⁹ Orsag, S.: Financije za poduzetnike, HITA-Consulting, Poslovna akademija, Zagreb, 1996., str. 16.

kapitala je odabir investicijskih projekata u koje će se dugoročno investirati veliki dio kapitala poduzeća, što izravno utječe na buduću vrijednost poduzeća.

Postupak budžetiranja kapitala može se podijeliti na sljedeće korake:²⁰

- pronalaženje potencijalnih investicijskih projekata
- prikupljanje podataka
- određivanje novčanih tokova pojedinih investicijskih projekata
- određivanje budžeta kapitala
- vrednovanje projekata i donošenje odluke
- analiza izvođenja i prilagođavanja

Prema drugim autorima²¹ proces budžetiranja sastoji se od pet faza:

- 1. Planiranje**, proces budžetiranja kapitala započinje s identifikacijom potencijalnih investicijskih projekata. Investicijski projekt ulazi u fazu planiranja kada se procjenjuje potencijalni učinak na buduću vrijednost poduzeća. U ovoj se fazi određuje tko je odgovoran za proces budžetiranja kapitala i tko je uključen u proces odlučivanja.
- 2. Provjera**, u ovoj fazi kreira se inicijalni popis predloženih investicijskih projekata. Svaki planirani projekt trebao bi biti predložen u uniformiranom obliku koji sadrži sažetak projekta, predviđene troškove, izvore financiranja, procjenu novčanih tokova te operativne troškove povezane s projektom. Potom se projekti rangiraju pomoću kriterija financijskog odlučivanja.
- 3. Analiza projekata i odabir**²², nakon što su se projekti identificirali i rangirali potrebno je odabrati projekte koji će se implementirati. Odabrati će se samo oni projekti koji se podudaraju s ciljevima poduzeća. Analizirajući prinose i rizike poveze s pojedinim projektom, zajedno s troškom kapitala za poduzeće, izabrati će se oni projekti koji će u budućnosti povećati bogatstvo dioničara poduzeća.
- 4. Implementacija**, nakon odluke o odabiru projekata kreće se s njihovom implementacijom. Implementacija nije izravno povezana s budžetiranjem, ali potrebno je nadgledati sve aspekte projekata kako bi se osiguralo da je sve izvršeno prema planu i kako nakon početka realizacije projekta financije odgovaraju onima iz evaluacije i analize.

²⁰ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 40.

²¹ Kee R, Robbins W (1991) Capital budgeting in the public sector: a comparative analysis. Journal of Managerial Issues 3(3), str. 288–302

²² Vidjeti detaljnije u Kosenko V. Decision support system in planning investment projects, 2018.

5. Kontrola i revizija projekta, kontrola projekta je neophodna kako bi se osiguralo da su temeljni podaci o troškovima i rasporedu projekta pouzdani i da je status realizacije ili izgradnje nadgledan i dokumentiran. Ova faza također pomaže poboljšanju budućih procedura i odluka koje se tiču kapitalnih investicijskih projekata, kao i njihove implementacije.

Budžetiranje kapitala je postupak planiranja koji se koristi za procjenu da li su dugoročni investicijski projekti, kao što su nabava novih strojeva, zamjena postojećih strojeva, novi pogoni, novi proizvodi te ulaganja u istraživanje i razvoj, isplativi za financiranje kroz strukturu kapitala poduzeća.²³ Postupak budžetiranja kapitala uključuje procjenu investicijskih troškova investicijskog projekta, procjenu potrebnog ulaganja u povećanje neto obrtnog kapitala, određivanje očekivanih čistih novčanih tokova investicijskog projekta i rezidualne vrijednosti, procjenu troška kapitala koji će se koristiti za diskontiranje očekivanih novčanih tokova projekta i ocjenu financijske efikasnosti primjenom metoda financijskog odlučivanja.

2.1.4. Upravljanje investicijskim projektima

Profesijom upravljanja investicijskim projektima bave se mnoge svjetske institucije i organizacije, ali mogu se izdvojiti dva najznačajnija udruženja za projektni menadžment: IPMA (engl. *International Project Management Association*) i PMI (engl. *Project Management Institute*). Osnovni cilj predmetnih organizacija je osigurati usklađenost obrazovanja iz upravljanja projektima prema definiranoj metodologiji te vršiti ovjeru voditelja projekta prema međunarodno priznatoj certifikaciji. Prema hrvatskom prijevodu pojmovnika izdanom od strane hrvatskog ogranka PMI²⁴ upravljanje projektima definira se kao primjena vještina, znanja, tehnika i alata na projektne aktivnosti da bi se zadovoljili projektni zahtjevi. Za upravljanje projektom odgovoran je voditelj projekta, a između ostalog uključuje identifikaciju projektnih zahtjeva, identifikaciju očekivanja i potreba interesnih sudionika, identifikaciju resursa, budžeta, vremenskog rasporeda, dosega i rizika.²⁵

²³ <https://www.civilserviceindia.com/subject/Management/notes/capital-budgeting.html> posjećeno 16.09.2020. (Sullivan, 2005)

²⁴ Combined Standard Glossary, lokalizirana verzija – Hrvatski, verzija 1.1, Udruga za Project Menadžment, PMI Ogranak Zagreb, str.126.

²⁵ Vidjeti detaljnije u Pavelić D. Upravljanje investicijskim projektima primjenom sustava poslovne inteligencije, 2019.

2.2. Procjena novčanih tokova investicijskog projekta

Procjena novčanih tokova najkompleksniji je dio procesa budžetiranja kapitala. Tijekom određivanja novčanih tokova investicijskog projekta važno je odrediti koji su novčani tokovi relevantni kako bi se mogli pripisati konkretnom investicijskom projektu.

Procjena novčanih tokova investicijskih projekata može se podijeliti na nekoliko faza:²⁶

1. utvrđivanje investicijskih troškova projekta,
2. procjena očekivanih novčanih tokova koji će se generirati iz projekta, uključujući i rezidualnu vrijednost fiksne imovine na kraju očekivanog životnog vijeka,
3. procjena rizičnosti očekivanih novčanih tokova,
4. procjena troška kapitala uz koji će se diskontirati očekivani novčani tokovi projekta, temeljem rizičnosti projekta
5. utvrđivanje zbroja sadašnjih vrijednosti očekivanih novčanih tokova,
6. uspoređivanje sadašnje vrijednosti očekivanih novčanih tokova sa sadašnjom vrijednošću investicijskih troškova

2.2.1. Relevantni novčani tok investicijskog projekta

U postupku određivanja novčanih tokova investicijskog projekta ključno je odgovoriti na pitanje koji su to novčani tokovi relevantni za ocjenu financijske efikasnosti analiziranog projekta te ujedno i za donošenje investicijske odluke menadžmenta poduzeća. Relevantni novčani tok investicijskog projekta može se definirati i kao razlika novčanog toka poduzeća s projektom i novčanog toka poduzeća bez projekta.²⁷ Relevantni novčani tok može se označiti kao specifični skup novčanih tokova investicijskog projekta koji bi se trebali uzeti u obzir prilikom donošenja investicijske odluke.²⁸ Drugi autori²⁹ smatraju kako se relevantni novčani tokovi mogu najbolje definirati kao *budući inkrementalni* novčani tokovi, jer treba voditi računa samo o dodatnim novčanim tokovima generiranim radi donošenja investicijske odluke. To su oni novčani tokovi koji mijenjaju novčane tokove samog poduzeća. Inkrementalni novčani tokovi mogu biti pozitivni i negativni novčani tokovi izravno povezani s investicijskim projektom.³⁰ Događaju se u slučaju da poduzeće prihvati investicijski projekt, a ukoliko je investicijski projekt odbijen, predmetnih novčanih tokova nema.

²⁶ Dedi, L.: *Budžetiranje kapitala za izravna strana ulaganja*, Računovodstvo i financije, 12/2001., str. 94.

²⁷ Orsag S., Dedi L. *Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata*, Masmedia, Zagreb 2011., str. 144.

²⁸ Brigham E. F., Ehrhardt M. C. *Financial management: theory & practice.*, 2007., str 416.

²⁹ Hand L., Isaaks C., Sanderson P. *Introduction to Accounting for Non-specialists*, 2005., str 28.

³⁰ Gallagher T.J., Andrew J.D. *Financial Management; Principles and Practice*, 4. izdanje, Freeload Press, Inc., 2007., str. 308.

Upravljanje svakim pojedinim investicijskim projektom zahtjeva detaljnu analizu njegovih očekivanih novčanih tokova. Analizirani novčani tokovi projekta moraju se integrirati u novčane tokove samog poduzeća, posebice iz razloga što prihvaćanje svakog pojedinog investicijskog projekta za poduzeće znači promjenu novčanih tokova, ali i izmjena u strukturi kapitala poduzeća. Prilikom analize inkrementalnih novčanih tokova investicijskog projekta valja obratiti pozornost na sljedeće specifične troškove:³¹

1. **nataloženi troškovi** – radi se o troškovima koji su nastali prije donošenja odluke o prihvaćanju, odnosno odbacivanju investicijskog projekta te su već teretili poslovanje poduzeća. Bez obzira na povezanost ovih troškova s investicijskim projektom oni se ne tretiraju kao inkrementalni troškovi projekta i ne uzimaju se u analizi isplativosti projekta. Karakterističan primjer nataloženih troškova je izrada studije izvedivosti za izgradnju novog pogona, koja je izrađena kako bi se na temelju iste donijela odluka o prihvaćanju ili odbacivanju projekta izgradnje novog pogona. Prihvaćanjem ili odbacivanjem projekta neće se izbjeći trošak izrade studije tako da se predmetni trošak nataložio na postojeće poslovanje poduzeća i ne može biti relevantan za prognozu novčanih tokova izgradnje novog pogona.
2. **oportunitetni troškovi** – se odnose na mogućnost alternativne upotrebe različitih imovinskih oblika kojima poduzeće raspolaže. Oportunitetni trošak imovine poduzeća izjednačava se sa tržišnom vrijednošću predmetne imovine. Ukoliko bi primjerice poduzeće razmatralo projekt izgradnje novog pogona na vlastitom zemljištu, u slučaju prihvaćanja predmetnog projekta poduzeće gubi mogućnost prodaje zemljišta pa se oportunitetni trošak u vidu tržišne vrijednosti zemljišta mora uključiti u inkrementalne investicijske troškove projekta.
3. **eksternalije** – su efekti koje investicijski projekt ima na druge dijelove poduzeća ili na okolinu.³² Prilikom analize financijske efikasnosti pojedinog investicijskog projekta potrebno je uzeti u obzir međuovisnost utjecaja predmetnog projekta koji se analizira na druge investicijske projekte poduzeća i/ili na samo poslovanje poduzeća. Primjerice ukoliko poduzeće koje u svome vlasništvu ima hotel i razmatra investicijski projekt izgradnje novog hotela slične kategorizacije, izgradnja novog hotela privući će dio gostiju postojećeg hotela. Predmetno smanjenje broja gostiju u postojećem hotelu potrebno je analizirati i smanjeni novčani tok postojećeg hotela trebalo bi uzeti u obzir i uračunati prilikom analize financijske efikasnosti projekta izgradnje novog hotela.

³¹ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 145.

³² Brigham E. F., Ehrhardt M. C. Financial management: theory & practice., 2007., str 425.

2.2.1.1. Utjecaj amortizacije

Amortizacija ima poseban tretman prilikom analize investicijskog projekta. Amortizacija se može definirati kao postupak alociranja troškova nabave dugotrajne materijalne imovine na rashode tijekom razdoblja upotrebe.³³ Amortizacija se također može definirati kao nenovčani rashod koji se periodično obračunava zbog transformacije materijalnih osnovnih sredstava u novčani oblik.³⁴ Naziva se nenovčanim rashodom jer ne ovisi o novčanim isplatama u trenutku kad je evidentiran sami rashod. Godišnje amortizacijske stope za pojedine grupe dugotrajne imovine utvrđene su Zakonom o porezu na dobit³⁵.

Tablica 2-1 Godišnje amortizacijske stope

Redni broj	Dugotrajna imovina	Vijek trajanja (godine)	Godišnja stopa amortizacije
1.	građevinski objekti i brodovi veći od 1000 BRT	20	5%
2.	osnovno stado i osobni automobili	5	20%
3.	nematerijalna imovina, oprema, vozila osim osobnih automobila, mehanizacija	4	25%
4.	računala, računalna oprema i programi, mobilni telefoni i oprema za računalne mreže	2	50%
5.	ostala nespomenuta imovina	10	10%

Izvor: djelo autora prema Zakonu o porezu na dobit (NN 32/20)

Obračun amortizacije može se vršiti temeljem više različitih metoda od kojih svaka posljedično ima različiti godišnji iznos amortizacije. S obzirom da amortizacija omogućava novčane uštede temeljene na poreznom zaklonu, odabir različite metode obračuna amortizacije rezultirati će različitim novčanim tokovima investicijskog projekta.³⁶

2.2.1.2. Novčani tok nakon poreza

Na veličinu inkrementalnog novčanog toka projekta negativno utječe visina stope poreza na dobit. Ukoliko bi se stopa na dobit smanjila dolazi do povećanja financijske efikasnosti projekta i obrnuto. Veličina inkrementalnih novčanih tokova projekta procjenjuje se prema realnom iznosu porezne obveze pri čemu se za procjenu ne računa s troškom kamata.³⁷ Trošak kamata se ne smatra dijelom troška investicijskog projekta iz razloga što je trošak financiranja zaduživanjem potrebno ravnomjerno rasporediti na kompletno poslovanje poduzeća, a ne samo

³³ Skupina autora, Računovodstvo poduzetnika s primjerima knjiženja, Knjiga 1, IX. Izmijenjena i dopunjena naklada, RRIF plus, Zagreb, 2012., str. 730.

³⁴ Kovačević B., Vojnović S. Upravljanje amortizacijom-specifičnim oblikom troškova poslovanja, Ekonomski pregled, 51 (3-4), Zagreb 2000., str. 335.

³⁵ Zakon o porezu na dobit NN 32/20

³⁶ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 152.

³⁷ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 148.

na samo na zasebni investicijski projekt. Drugi razlog isključivanja troška kamata je što se u procesu budžetiranja kapitala novčani tokovi investicijskog projekta diskontiraju uz ukupni trošak kapitala poduzeća, a kamate na novoemitirani dug opterećuju kompletno poslovanje poduzeća, a ne isključivo sami investicijski projekt koji se djelomično ili u cijelosti financira predmetnim dugom.³⁸

Kao što ranije u radu spomenuto inkrementalni novčani tok investicijskog projekta računa se kao razlika prihoda i troškova koje poduzeće ima s projektom i prihoda i troškova koje bi poduzeće imalo bez analiziranog projekta. Promatrajući navedene razlike kao zasebne inkremente (prihodi, troškovi i amortizacija investicijskog projekta) relevantni novčani tok projekta nakon poreza može se izraziti sljedećim postupkom:

Tablica 2-2 Postupak izračuna relevantnog novčanog toka projekta

Objašnjenje	Izračun	Formula
Promjena u novčanom toku poduzeća, isključujući troškove kamata, a koja je rezultat investicijskog projekta	Prihod od projekta	P
	– Novčani operativni troškovi	– C
	Zarada prije kamata, poreza i amortizacije	= EBITDA
	– Amortizacija	– A
	Dobit iz poslovanja	= EBIT
	X (1 – marginalna porezna stopa poduzeća)	X (1 – T)
	Neto dobit nakon poreza	= NOPAT
Usklađivanje radi utjecaja amortizacije	+ Amortizacija	+ A
	Novčani tok iz projekta	= CF

Izvor: djelo autora prema Parrino R., Kidwell D.S., Bates T., Fundamentals of Corporate Finance, drugo izdanje, Wiley, 2012.

Ukoliko bi postupak iz prethodne tablice pretvorili u formulu s dodavanjem indeksa t koji za svaku stavku označava godinu u vijeku efektuiranja projekta, formula za izračun novčanog toka investicijskog projekta za svaku pojedinu godinu efektuiranja glasila bi:

$$CF = (P_t - C_t - A_t) \times (1 - T) + A_t$$

Procjena rezidualne vrijednosti koja ulazi u novčane tokove investicijskog projekta razrađena je kasnije u poglavlju.

2.2.2. Procjena investicijskih troškova

Investicijski troškovi predstavljaju visinu početnih ulaganja poduzeća u pojedini investicijski projekt. Prilikom ulaganja u realne investicijske projekte početni investicijski troškovi uključuju kapitalne troškove materijalne imovine, primjerice zemljišta, objekte, strojeve ili

³⁸ Pratt S., Grabowski R. Cost of Capital Applications and Examples, 3. izdanje, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008., str. 266.

opremu te troškove nematerijalne imovine koji su sastavni dio investicijskog projekta, na primjer troškovi planiranja i projektiranja, troškovi upravljanja projektom, troškovi marketinga, troškovi nadzora izgradnje i slično³⁹, pri čemu valja naglasiti kako se u investicijske troškove projekta uključuju samo oni troškovi koji su nastali nakon donošenja odluke o prihvaćanju projekta, što znači da se primjerice troškovi istraživanja i razvoja ili troškovi izrade studije izvedivosti ne uključuju u investicijske troškove. Uz navedena ulaganja u nekim slučajevima biti će potrebno uključiti i ulaganja u povećanje neto obrtnog kapitala.

Za procjenu investicijskih ulaganja određenog projekta koriste se podaci iz tehničkih analiza izvedivosti. Vrijednosti pojedinih investicijskih troškova projekta određuju se temeljem procjene troškova stjecanja sve materijalne i nematerijalne imovine koja je njegov sastavni i neraskidivi dio. Kada se radi o oportunitetnim troškovima investicijskog projekta, primjerice o korištenju nekretnina koje poduzeće posjeduje za potrebe realizacije projekta, takvi se troškovi određuju temeljem procijenjene tržišne vrijednosti. Investicijska ulaganja u realne proizvodne kapacitete mogu kod jednostavnijih investicijskih projekata mogu trajati do godinu dana, a kod kompleksnijih projekata mogu se protegnuti na nekoliko godina.

2.2.2.1. Potrebe poduzeća za neto obrtnim kapitalom

Neto obrtni kapital⁴⁰ je onaj dio tekuće imovine poduzeća koji se financira dugoročno i označava permanentnu tekuću imovinu. Zadatak je financijskog menadžera da efikasno upravlja obrtnim kapitalom kako bi osigurao dostatnu likvidnost poslovanja poduzeća. Likvidnost poduzeća mjeri se mogućnošću poduzeća da zadovolji svoje kratkotrajne obveze kako dospijevaju. Praćenjem veličine neto obrtnog kapitala poduzeća tijekom vremena ujedno se prati i likvidnost poduzeća kroz vrijeme te se posljedično tome upravlja kratkotrajnom imovinom i kratkoročnim obvezama poduzeća na način da se održava prihvatljiva veličina neto obrtnog kapitala.

Poduzeće mora stalno raspolagati s određenom razinom neto obrtnog kapitala kako bi moglo nesmetano poslovati. Dio predmetnog neto obrtnog kapitala može se koristiti za odvijanje poslovnih procesa budućih investicijskih projekata koje poduzeće pokreće, ali u nekim slučajevima za normalno odvijanje poslovnih procesa novih investicijskih projekata biti će potrebno izvršiti ulaganja u povećanje neto obrtnog kapitala. Prema tome prilikom analize

³⁹ Europska Komisija, Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, 2014., dostupno na: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf#page=86&zoom=100,0,0

⁴⁰ Khan M.Y., Jain P.K. Financial Management: text, problems and cases, Tata McGraw-Hill Education, 2007., str. 4.

novčanih tokova novih investicijskih projekata potrebno je utvrditi samo inkrementalne potrebe eventualnih ulaganja u povećanje neto obrtnog kapitala.⁴¹

Kroz vrijeme efektuiranja investicijskog projekta dinamika poslovnih procesa u pravilu varira. Posljedično tome mijenja se i dinamika potrebnih ulaganja u povećanje neto obrtnog kapitala. Svako povećanje ulaganja u neto obrtni kapital opterećuje buduće novčane tokove koje investicijski projekt generira. Isto tako prilikom smanjenja razine poslovanja smanjuje se i potreba za neto obrtnim kapitalom, a nakon isteka vremena efektuiranja investicijskog projekta sredstva koja su bila vezana u neto obrtnom kapitalu se oslobađaju. Kako se oslobađaju dijelovi vezanog neto obrtnog kapitala investicijskog projekta tako se javlja dinamika rezidualne vrijednosti projekta.⁴²

2.2.2.2. *Rezidualna vrijednost investicijskog projekta*

Pojam rezidualna vrijednost investicijskog projekta označava vrijednost koju će investicijski projekt imati na kraju svog vijeka efektuiranja ili drugim riječima na kraju svog životnog vijeka. Rezidualna vrijednost investicijskog projekta može se interpretirati na dva načina⁴³. Prvi način je da rezidualna vrijednost predstavlja konačnu vrijednost preostale imovine, odnosno vrijednost određene imovine investicijskog projekta za koju se predmetna imovina može prodati. Proces prodaje navedene imovine može potrajati određeno vrijeme pa se konačna vrijednost može zabilježiti u godini koja slijedi godinu u kojoj su završeni svi poslovni procesi investicijskog projekta. Alternativna interpretacija je da rezidualna vrijednost predstavlja akumuliranu vrijednost novčanih tokova koje preostala imovina može generirati u budućnosti, ukoliko se vlasnik ne odluči na prodaju imovine po isteku životnog vijeka, već na daljnje korištenje, u postojeće ili alternativne svrhe.

Promatrajući pojedini investicijski projekt rezidualna vrijednost može se okarakterizirati kao novčani primitak realiziran na isteku vijeka efektuiranja projekta. Imovina uključena u investicijski projekt, primjerice, objekti, strojevi ili zemljište, može se na kraju eksploatacije prodati po trenutnoj tržišnoj vrijednosti ili nastaviti koristiti u iste ili alternativne svrhe. Rezidualnom vrijednošću investicijskog projekta smatraju se i novčana sredstva oslobođena iz neto obrtnog kapitala poduzeća na isteku vremena efektuiranja investicijskog projekta.

Rezidualna vrijednost investicijskog projekta procjenjuje se na temelju procijenjenih tržišnih vrijednosti pojedinih imovinskih oblika investicijskog projekta koje se mogu ostvariti u

⁴¹ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 156.

⁴² Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 157.

⁴³ Curry S., Weiss J. Project Analysis in Developing Countries, Springer, 1999., str. 20.

trenutku isteka vijeka efektuiranja. Za oblike imovine koji imaju aktivno tržište, primjerice zemljišta ili zgrada, postupak određivanja tržišne cijene biti će jednostavniji, nego što će to biti za imovinske oblike koje nemaju aktivno tržište, poput strojeva ili opreme. Kao rezidualnu vrijednost imovinskih oblika investicijskog projekta treba uzeti u obzir jedino neoporezivi dio koji bi se ostvario povećanjem dobiti nakon poreza od prodaje predmetnih imovinskih oblika. Važno je voditi računa i o knjigovodstvenoj vrijednosti imovinskih oblika na kraju vijeka efektuiranja investicijskog projekta jer će knjigovodstvena vrijednost utjecati na oporezivu dobit poduzeća od prodaje predmetnih imovinskih oblika.

2.2.2.3. *Utjecaj inflacije*

Inflacija je važan ekonomski pojam koji predstavlja generalno povećanje cijena proizvoda i usluga unutar jednog gospodarskog područja. Inflaciju možemo definirati kao stopu porasta cijena proizvoda i usluga u određenom vremenskom periodu, pri čemu se predmetni porast ne odnosi na individualne proizvode i usluge, već na opću razinu cijena.⁴⁴ Intenzitet inflacije može biti manje ili više izražen, ovisno o razvijenosti promatranog gospodarskog područja te se utjecaj inflacije značajno odražava na posljedice dugoročnih financijskih odluka, što uključuje investicijske projekte.

Prilikom odlučivanja o ulaganju u investicijski projekt poduzeće, odnosno menadžment poduzeća, nastoji se zaštititi od rizika smanjenja vrijednosti investicije, stoga prilikom izračuna zahtijevanog prinosa na investiciju uračunavaju i rizik inflacije. Drugim riječima prilikom izračunavanja pojedinačnog i ponderiranog prosječnog troška kapitala uračunavaju se i zahtijevane inflacijske premije, što znači kako se budući novčani tokovi korigiraju za očekivanu inflaciju.⁴⁵

2.2.3. *Određivanje ukupnih novčanih tokova investicijskog projekta i vijeka efektuiranja projekta*

Kao što je ranije definirano, financijska isplativost investicijskog projekta ocjenjuje se na bazi inkrementalnog novčanog toka koji se sastoji od investicijskih troškova, relevantnih novčanih tokova projekta nakon poreza i novčanih primitka od rezidualne vrijednosti. Samim time može se zaključiti kako će se ukupni novčani tokovi investicijskog projekta sastojati od gore navedenih elemenata. Preostaje još odrediti vijek efektuiranja investicijskog projekta, odnosno razdoblje u kojem se investicijski projekt isplati eksploatirati. Vijek efektuiranja projekta može

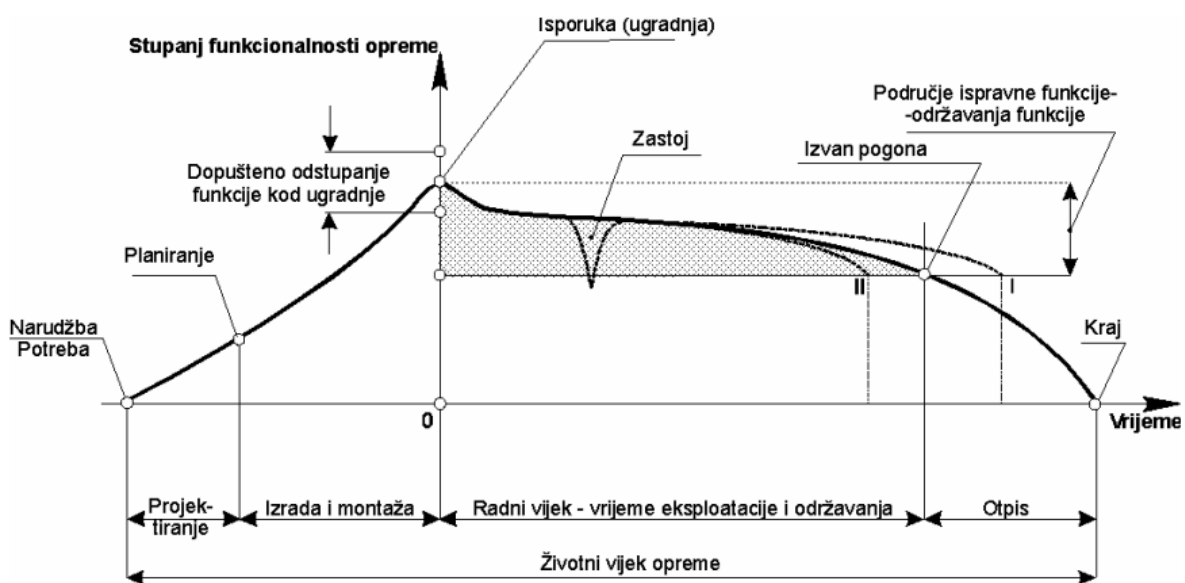
⁴⁴ Frisch H. *Theories of Inflation*, Cambridge University Press, 1983., str. 9.

⁴⁵ Orsag S., Dedi L. *Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata*, Masmedia, Zagreb 2011., str. 166.

se sagledati i definirati iz nekoliko različitih perspektiva koje će biti detaljnije opisane u nastavku.

Promatrajući investicijski projekt s **tehničkog stajališta** vijek efektuiranja može se poistovjetiti s životnim vijekom investicijskog projekta koji prvenstveno ovisi o tome što je predmet samog investicijskog projekta, odnosno ulaže li se u zgradu, postrojenje ili opremu. Kada se razmatra oprema, odnosno postrojenje koje se sastoji od različite opreme, životni vijek opreme započinje projektiranjem prema narudžbi investitora, nastavlja se nabavom sklopova i dijelova, montažom kod proizvođača te u konačnici isporukom i montažom kod naručitelja. Slijedi razdoblje ispitivanja opreme kod naručitelja kako bi se utvrdilo da li isporučena oprema odgovara tehničkim specifikacijama naručitelja. Ukoliko oprema zadovoljava sve kriterije i ostvaruje tražene performanse, odnosno kada se za opremu ili postrojenje uspješno obavi tehnički pregled, započinje njen radni vijek i eksploatacija do otpisa.⁴⁶

Slika 2-3 Prikaz životnog vijeka opreme u funkciji vremena



Izvor: Husmann F., Hüslér W. *Anlage- Beschaffung in der Förder - und Lagertechnik*, ETH Zürich, 1994.

Vijek efektuiranja s **ekonomskog stajališta** određuje se očekivanim pozitivnim ekonomskim učincima investicijskog projekta, odnosno veličinom prihoda i rashoda koje investicijski projekt ostvaruje.⁴⁷ Drugim riječima vijek efektuiranja investicijskog projekta traje dok su god njegovi godišnji troškovi manji od godišnjih prihoda, s obzirom kako u tom slučaju

⁴⁶ Čala, I. Prilog istraživanju elemenata organizacijske structure održavanja strojarске opreme, doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 1998.

⁴⁷ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 170.

investicijski projekt ostvaruje profit za vlasnike poduzeća, odnosno za dioničare. Prethodno navedena definicija može se matematički napisati na sljedeći način:

$$C_t < P_t \rightarrow \Pi > 0$$

pri čemu su: C_t godišnji rashodi, P_t godišnji prihodi, Π zarada, odnosno profit

Ekonomska definicija vijeka efektuiranja investicijskog projekta predstavlja zahtjev investitora da projekt ostvaruje veće godišnje novčane primitke od godišnjih novčanih izdataka. Međutim navedenu definiciju potrebno je dopuniti s dodatnim elementima koji su neophodni za izradu kvalitetne analize financijske isplativosti investicijskog projekta. Prvenstveno potrebno je uzeti u obzir rezidualnu vrijednost investicijskog projekta te vremensku vrijednost novca.⁴⁸ Uzevši u obzir dva navedena parametra u obzir vijek efektuiranja prema ekonomskoj definiciji može se razlikovati od onog određenog prema financijskoj definiciji, odnosno investicijski projekt može u promatranoj godini ostvarivati profit, a s financijskog stajališta njegova daljnja eksploatacija se ne isplati. Matematički se financijska definicija vijeka efektuiranja može zapisati kao:

$$\frac{V_{t+1} + R_{t+1}}{1 + k} > R_t$$

pri čemu su:

V_{t+1} čisti novčani tok sljedeće godine

R_{t+1} rezidualna vrijednost sljedeće godine

R_t rezidualna vrijednost promatrane godine

Drugim riječima, investicijski projekt isplati se eksploatirati ukoliko je diskontirana vrijednost čistog novčanog toka u godini koja slijedi promatranu godinu uvećana za rezidualnu vrijednost te iste godine veća od rezidualne vrijednosti promatrane godine. Ukoliko ovaj uvjet nije zadovoljen potrebno je zaustaviti eksploataciju projekta, čak i ukoliko se u sljedećoj godini očekuje da će projekt ostvariti profit.

⁴⁸ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 171

2.3. Određivanje troška kapitala

Trošak kapitala može se definirati s operativnog stajališta i ekonomskog stajališta.⁴⁹ S operativnog stajališta trošak kapitala odnosi se na diskontnu stopu koju je potrebno koristiti prilikom određivanja neto sadašnje vrijednosti budućih novčanih tokova i posljedično tome odlučivanja da li je investicijski projekt vrijedan prihvaćanja ili ne. Trošak kapitala se može definirati i kao stopa povrata koju poduzeće zahtijeva od investicijskog projekta kako bi se povećala vrijednost poduzeća na tržištu. S ekonomskog stajališta trošak kapitala može se definirati kao oportunitetni trošak novčanih sredstava koje je poduzeće moglo zaraditi kroz ulaganje tih sredstava na alternativni način izvan poduzeća. Različite definicije pojma troška kapitala mogu se karakterizirati i kao rezultat naglašavanja različitih aspekata njegove upotrebe.⁵⁰

S aspekta povezanosti s investitorima poduzeća trošak kapitala se može izjednačiti sa stopom profitabilnosti koju zahtijevaju investitori na tržištu kapitala, odnosno sa zahtijevanim prinosom.⁵¹ Drugim riječima trošak kapitala je stopa koju poduzeće mora zaraditi kako bi zadovoljilo stopu profitabilnosti koju investitori u poduzeće zahtijevaju.⁵²

S obzirom na postupak budžetiranja kapitala, trošak kapitala može se definirati kao diskontna stopa koju je potrebno primijeniti na buduće novčane tokove planiranih investicijskih projekata poduzeća kako bi se analizirala njihova financijska isplativost i pripremili uvjeti za donošenje ispravnih investicijskih odluka poduzeća.

Promatrajući osnovni cilj poduzeća, a to je povećanje bogatstva vlasnika, odnosno dioničara kroz povećanje vrijednosti običnih dionica, trošak kapitala može se prepoznati kao oportunitetni trošak koji je potrebno nadoknaditi zbog očuvanja vrijednosti običnih dionica poduzeća, a samim time i ukupne vrijednosti poduzeća. Ukoliko poslovanje poduzeća ne ostvari traženu profitabilnost dolazi do pada vrijednosti dionica na tržištu.⁵³

2.3.1. Struktura kapitala

Za utvrđivanje ukupnog troška kapitala poduzeća potrebno je imati informacije o strukturi kapitala poduzeća. Riječ je o dugoročnoj financijskoj strukturi kapitala koja se sastoji od

⁴⁹ Periasamy P. Financial Management, drugo izdanje, Tata McGraw-Hill Education, 2009., str. 10.2

⁵⁰ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 194.

⁵¹ Ibid, str. 195.

⁵² Petty J.W., Keown A.J., Scott D.F., Martin J.D., Basic Financial Management, šesto izdanje, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1993.

⁵³ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 196.

dugoročnih dugova i vlasničke glavnice poduzeća. Ukupna struktura kapitala poduzeća naziva se i kapitalizacijom, koja je sastavljena na više pojedinih komponenti:⁵⁴

1. dugoročni dugovi
2. povlašteni kapital, kapital od preferencijalnih dionica
3. obični kapital, kapital od običnih dionica

Kombinacije prethodno navedenih komponenti različite su za svako poduzeće, a i unutar pojedinog poduzeća često dolazi do promjena omjera između komponenti. Kombinacija komponenti strukture kapitala nije ništa drugo već pokušaj poduzeća da pronađe optimalnu strukturu kapitala. Za svaku komponentu strukture kapitala poduzeća moguće je odrediti pojedinačni trošak kapitala na temelju kojih se može odrediti prosječni trošak ukupne strukture kapitala.

2.3.2. Pojedinačni troškovi kapitala

Za svaku komponentu strukture kapitala moguće je odrediti njezin pojedinačni trošak. Konkretno može se odrediti trošak obične glavnice, trošak povlaštene glavnice i trošak duga. Pojedinačni trošak kapitala određuje se na temelju tržišne vrijednosti promatrane komponente strukture kapitala pri čemu odražava zahtjeve investitora za prinosom na pojedine instrumente financiranja društva.⁵⁵

2.3.2.1. Trošak obične glavnice

Da bi se mogao izračunati trošak obične glavnice potrebno je uzeti u obzir dvostruku motiviranost vlasnika običnih dionica poduzeća: kapitalni dobitak i dividende. Zbog toga je trošak običnog kapitala puno teže odrediti. Tri su osnovna pristupa izračunavanju troška obične glavnice:⁵⁶

1. Primjena modela vrednovanja (*Gordonov model*)

Trošak kapitala obične glavnice može se izračunati korištenjem Gordonovog modela:⁵⁷

$$k_s = \frac{D_1}{P_0} + g$$

⁵⁴ Ibid, str. 198.

⁵⁵ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 203.

⁵⁶ Ibid, str. 213.

⁵⁷ Stowe J., Robinson T., Pinto J., McLeavey D. Equity Asset Valuation, John Wiley & Sons, New Jersey, 2007., str. 68.

gdje je: P_0 – sadašnja vrijednost obične dionice, D_1 – očekivane dividende u idućoj godini, k_s – trošak običnog kapitala, g – očekivana stopa rasta dividendi.

Prema gore navedenoj formuli može se zaključiti kako je trošak obične glavnice definiran očekivanim prinosom od dividendi i očekivanom stopom rasta dividendi. Prednost Gordonovog modela je što je jednostavan za korištenje i izračunavanje. Nedostatak modela je što je primjenjiv samo na poduzeća koja isplaćuju dividende i što pretpostavlja rast dividendi po konstantnoj stopi. Rijetka poduzeća zadovoljavaju navedene pretpostavke stoga ovaj model nije često u primjeni.

2. Primjena modela procjenjivanja kapitalne imovine (CAPM)

Model procjenjivanja kapitalne imovine (*engl. Capital Asset Pricing Model - CAPM*) u sebi primjenjuje teoriju tržišta kapitala u praksi. Trošak obične glavnice prema CAPM modelu izračunava se kao zahtijevana profitabilnost na ulaganja bez rizika uvećana za premiju rizika na tržišni indeks pomnožen sa beta-koeficijentom. Tražena stopa prinosa izračunava se formulom:⁵⁸

$$k_s = k_F + \beta * (k_M - k_F)$$

gdje je: k_s – zahtijevana stopa profitabilnosti na običnu glavnice, k_F – nerizična kamatna stopa, k_M – profitabilnost na tržišni indeks, β – beta koeficijent, $(k_M - k_F)$ – premija rizika na tržišni indeks.

Nerizična ulaganja moguća su samo u teoriji stoga se u stvarnosti ona aproksimiraju investicijama u trezorske zapise kao državne vrijednosne papire s obzirom kako u normalnim okolnostima nema rizika naplate tražbina koje su u njima sadržane. Premija rizika na tržišni indeks aproksimira se kretanjem određenog tržišnog indeksa i određena je razlikom između očekivane profitabilnosti na tržišni indeks i nerizične kamatne stope. Na razvijenim tržištima premiju rizika na tržišni indeks i beta-koeficijent za pojedino poduzeće standardno procjenjuju specijalizirane tvrtke.

Osnovne prednosti CAPM modela su izravna povezanost s rizikom putem beta-koeficijenta i primjenjivost modela na poduzeća koja ne isplaćuju dividende ili nemaju konstanti rast dividendi. Nedostatak CAPM-a za izračun troška obične glavnice je u činjenici kako se temelji na dvije procjene (premije tržišnog rizika i beta koeficijenta) pri čemu se obje procjene temelje na povijesnim podacima. Isto tako kao nedostatak mogu se spomenuti i nerealne ulazne pretpostavke samog modela, a to su prvenstveno da investitori drže diversificirane portfelje

⁵⁸ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 215.

ulaganja, da investitori mogu posuđivati financijska sredstva po nerizičnoj stopi te kako je tržište kapitala savršeno.⁵⁹

3. Metoda troška duga uvećana za premiju rizika

Metoda polazi od izračunatog troška duga poduzeća prije poreza koji se uvećava za premiju rizika ulaganja u obične dionice. Trošak duga u sebi već sadrži rizik poslovanja poduzeća zbog čega je navedeni trošak potrebno uvećati jedino za specifičnu premiju rizika koju bi investitori tražili za ulaganje u instrumente financiranja poduzeća, što se odnosi na obične dionice čije su tražbine podređene obveznicama. Tražena stopa prinosa na obične dionice može se prikazati sljedećom formulom:⁶⁰

$$k_s = k_b + k_r$$

gdje je: k_r – premija rizika na ulaganje u obične dionice

Gore navedena formula primjenjiva je za poduzeća koja imaju dugove formirane obveznicama. Procjena premije rizika može se izvršiti temeljem rezultata ankete koja se provodi među institucionalnim investitorima i profesionalnim analitičarima. Ovakav tip ankete se uobičajeno provodi jednom godišnje na razvijenim tržištima. Drugi način procjene premije rizika je izračunavanje prosječne premije rizika temeljem podataka s tržišta. Premija rizika se utvrđuje kao razlika između zahtijevane profitabilnosti na tržišni indeks i odgovarajućeg prosječnog prinosa do dospelja na obveznice poduzeća.⁶¹

2.3.2.2. Trošak povlaštene glavnice

Povlaštene (preferencijalne) dionice u pravilu svojim vlasnicima donose isplatu redovnih fiksnih dividendi. Usprkos činjenici da ne postoji pravna obveza isplate povlaštenih dividendi vlasnicima povlaštenih dionica, svakom poduzeću u interesu je isplatiti iste. Ukoliko poduzeće ne bi isplatilo povlaštene dividende onda:⁶²

1. poduzeće nije u mogućnosti isplatiti niti obične dividende;
2. dolazi do problema u slučaju potrebe poduzeća za prikupljanjem dodatnog kapitala;
3. u nekim slučajevima može doći do preuzimanja kontrole nad poduzećem od strane vlasnika povlaštenih dionica.

⁵⁹ Stanculescu A. (2016), Weaknesses of the capital asset pricing model, *Theoretical and Applied Economics*, XXIII, issue Special(I), str. 201-204.

⁶⁰ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 217.

⁶¹ Ibid str. 218.

⁶² Brigham, E. F., Ehrhardt, M. C: *Financial Management: Theory and Practice, 11th edition*, Thomson, South-Western, 2005., str. 310.

Budući da povlaštene dionice nemaju dospijeće, trošak povlaštene glavnice računa se tako da se iznos povlaštenih dividendi podijeli sa tržišnom cijenom povlaštenih dionica, što se može prikazati sljedećom formulom:⁶³

$$k_p = \frac{D_p}{P_p}$$

gdje je: k_p – trošak povlaštene glavnice, D_p – iznos povlaštenih dividendi, P_p – tržišna cijena povlaštenih dionica

Trošak povlaštene glavnice iskazuje se prinosom od dividendi na povlaštene dionice. Navedeni prinos od dividendi može se relativno jednostavno utvrditi za preferencijalne dionice koje kotiraju na burzi, pomoću burzovnih izvještaja.

2.3.2.3. Trošak duga

Trošak duga se mjeri kamatnom stopom prema kojoj se plaćaju kamate kreditorima. Pri tome nije presudna nominalna (kuponska) kamatna stopa kojom se utvrđuje apsolutna visina kamata koju je poduzeće dužno plaćati kreditorima, nego diskontna stopa kojom se iznos novčanih primitaka od duga do momenta njegovog dospijeća svodi na tržišnu vrijednost duga.⁶⁴ Navedena diskontna stopa naziva se još i prinos do dospijeća. Ukupan dug poduzeća u većini se slučajeva sastoji od više dugova s različitim kamatnim stopama koje je poduzeće podizalo u prošlosti pri čemu je potrebno obratiti pozornost na vremensku usklađenost izvora financiranja i poslovne namjene. Na tržištu SAD-a se investicijski projekti, koji u pravilu imaju velike investicijske troškove, financiraju se dugoročnim obveznicama dok se za financiranje obrtnog kapitala poduzeća mogu koristiti kratkoročni komercijalni zapisi.⁶⁵

Prosječnu kamatnu stopu po kojoj se poduzeće zaduživalo u prošlosti moguće je izračunati na temelju povijesnih podataka, ali taj podatak nema veliki praktičan značaj, pošto se analiza financijske isplativosti investicijskog projekta oslanja na čisti novčani tok kojeg će projekt generirati u budućnosti. Iz tog se razloga smatra ispravnim za trošak duga upotrijebiti kamatnu stopu po kojoj se poduzeće može zadužiti danas tzv. marginalni trošak duga.

Kamate na dug poduzeću se računaju kao poslovni izdatak i porezna osnovica se smanjuje za njihov iznos. Trošak duga nakon poreza prilagođava se za poreznu stopu i manji je nego prije poreza, što se može prikazati sljedećom formulom:

⁶³ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 212.

⁶⁴ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 211.

⁶⁵ Brigham, E. F., Ehrhardt, M. C: *Financial Management: Theory and Practice, 11th edition*, Thomson, South-Western, 2005., str. 308.

$$k_D = k_b * (1 - t)$$

gdje je: k_D – trošak duga nakon oporezivanja, k_b – prinos do dospijeca obveznice, t – jedinično opterećenje dobitka porezima

2.3.2.4. Trošak novoemitiranog kapitala

Prethodna poglavlja analizirala su pojedinačne komponente kapitala koje poduzeće već koristi u svome poslovanju, ali često se u svrhu financiranja novih investicijskih projekata poduzeće nalazi u situaciji da mora pribaviti dodatne svote kapitala. Ukoliko poduzeće pribavlja kapital emisijom vrijednosnih papira, ona izaziva određene troškove emisije. Troškovi emisije su naročito izraženi ukoliko se kapital pribavlja putem javne emisije vrijednosnih papira. Upravo će za navedeni trošak emisije trošak novoemitiranog kapitala biti viši od troška postojećeg kapitala, drugim riječima prilikom pribavljanja novog kapitala potrebno je u izračun troška kapitala uključiti troškove emisije.

Troškovi novoemitiranog kapitala se analogno prethodnom navedenom mogu raščlaniti na:⁶⁶

1. Trošak novoemitirane obične glavnice

Poduzeće može povećati vlasničku glavicu na dva načina:⁶⁷

- a) direktno - emitiranjem novih dionica
- b) indirektno - zadržavanjem dobiti.

Ukoliko se poduzeće odlučuje na emitiranje novih običnih dionica potrebno je zadovoljiti očekivanja novih investitora u smislu zahtijevanog prinosa na uloženi kapital koji se ostvaruje porastom vrijednosti dionice i/ili isplatom dividende. U izračunu zahtijevanog prinosa potrebno je nadalje vrijednost emitiranih dionica umanjiti za troškove emisije novih dionica. Matematički se izračun troška novoemitiranih dionica može prikazati na sljedeći način:⁶⁸

$$k_s = \frac{D_1}{P_0 - F} + g$$

gdje je: F – trošak emisije po dionici

Poduzeća se na izdavanje novih dionica ne odlučuju često, a glavni razlozi protiv emisije novih dionica su:⁶⁹

⁶⁶ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 222.

⁶⁷ Brigham, E. F., Ehrhardt, M. C: *Financial Management: Theory and Practice, 11th edition*, Thomson, South-Western, 2005., str. 310.

⁶⁸ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 191.

⁶⁹ Brigham, E. F., Ehrhardt, M. C: *Financial Management: Theory and Practice, 11th edition*, Thomson, South-Western, 2005., str. 311.

- visoki troškovi emisije kroz administrativne, pravne, revizijske usluge, troškove kotacije, itd.;
- percepcija investitora kao negativan signal za trenutnu cijenu dionice na tržištu kapitala;
- posljedica emisije novih dionica je povećanje ponude dionica tog poduzeća na tržištu kapitala radi čega je poduzeće prisiljeno nove dionice prodavati po nižoj cijeni.

Povećanja vlasničke glavnice može se izvršiti i zadržavanjem dijela ostvarenih zarada, odnosno dobiti u poduzeću. S obzirom kako zadržavanje zarada ne izaziva nikakve dodatne troškove može se zaključiti kako je trošak takvog kapitala istovjetan trošku postojeće obične glavnice te poduzeća koja vode računa o svom razvoju u pravilu zadržavaju dio ostvarenih zarada za potrebe razvoja.⁷⁰

2. Trošak novoemitirane povlaštene glavnice

Emisija povlaštenih dionica izaziva također određene troškove koji su viši od troškova izdavanja novih obveznica, a manji od troškova izdavanja novih običnih dionica.⁷¹ Trošak novoemitirane povlaštene glavnice se izračunava na način da se ukupna tržišna vrijednost preferencijalnih dionica smanji za troškove emisije po dionici što se može prikazati sljedećom formulom:

$$k'_p = \frac{D_p}{P_p - F}$$

gdje je: k'_p – trošak novoemitirane povlaštene glavnice, F – troškovi emisije po dionici

3. Trošak novoemitiranog duga

Trošak novoemitiranog duga biti će veći u odnosu na trošak postojećeg radi postojanja troškova njegova pribavljanja. Kako bi izračunali trošak novoemitiranog duga, potrebno je trošak duga prije poreza korigirati za jedinični iznos troškova pribavljanja što je prikazano sljedećom formulom:⁷²

$$k'_D = \frac{k_b}{1 - f} * (1 - T)$$

gdje je: k'_D – trošak novoemitiranog duga nakon poreza, k_b – prinos do dospijea obveznice, f – jedinični troškovi pribavljanja duga, T – marginalna porezna stopa poduzeća

⁷⁰ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 224.

⁷¹ Ibid, str. 223.

⁷² Ibid, str. 191.

Troškovi pribavljanja dugova u pravilu su niži od troškova emisije novih dionica a mogu biti i približno zanemarivi ukoliko se pribavljaju investicijskim kreditima kod specijaliziranih financijskih institucija umjesto emisijom obveznica. Doduše valja naglasiti kako se kamatne stope tijekom posljednjih 10-tak godina nalaze na povijesno najnižim razinama pa ovisno o rizičnosti poduzeća i ako se poduzeće nije zaduživalo u tom razdoblju trošak novoemitiranog duga može biti i manji u odnosu na trošak postojećeg duga.

2.3.3. Ponderirani prosječni trošak kapitala (WACC)

U prethodnim dijelovima analizirani su pojedinačni troškovi kapitala poduzeća, međutim ulaganja u investicijske projekte ne financiraju se samo određenim dijelom kapitala, već ukupnom strukturom kapitala poduzeća, pa je potrebno izračunati ukupni trošak kapitala. Ne bi bilo ispravno pojedinom investicijskom projektu pripisivati posebnu strukturu kapitala ili mu dodijeliti jednu od komponenti strukture kapitala poduzeća. Ukupna struktura kapitala poduzeća sastoji se od kombinacije pojedinačnih komponenti, jer niti jedna komponenta zasebno ne može odraziti profitabilne oportunitete cijelog poduzeća, bilo promatrajući postojeće stanje strukture kapitala ili za novoemitirani kapital.⁷³

Ukupni trošak kapitala uobičajeno se predstavlja Ponderiranim prosječnim troškom kapitala (*engl. WACC - Weighted Average Cost of Capital*) koji predstavlja sumu ponderiranih troškova pojedinačnih osnovnih komponenti strukture kapitala poduzeća – obične i povlaštene glavnice te dugova. Ponderirani prosječni trošak kapitala računa se pomoću utvrđenih pondera, odnosno relativnih vrijednosnih udjela i troškova svake pojedinačne komponente strukture kapitala, što se može prikazati sljedećom formulom:⁷⁴

$$k_A = w_D k_D + w_P k_P + w_S k_S$$

gdje je:

k_A – ponderirani prosječni trošak kapitala (WACC)

w_D – udio duga u strukturi kapitala

k_D – trošak duga nakon oporezivanja

w_P – udio povlaštene glavnice u strukturi kapitala

k_P – trošak kapitala povlaštene glavnice

w_S – udio obične glavnice u strukturi kapitala

⁷³ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 225.

⁷⁴ Ibid, str. 226.

k_S – trošak kapitala obične glavnice

Ponderirani prosječni trošak kapitala koncipiran je na način da se struktura kapitala poduzeća sastoji od troška obične glavnice, koja sadrži zadržanu dobit i prinos od emisije običnih dionica, troška emisija povlaštenih dionica te troška zaduživanja poduzeća, pri čemu se svakom od navedenih pojedinačnih struktura kapitala pridjeljuju određeni ponderi, odnosno udjeli u ukupnoj strukturi kapitala. Upravo je određivanje pondera ili relativnih vrijednosnih udjela pojedinačnih komponenti kapitala u ukupnoj strukturi kapitala tvrtke osnovni problem navedenog koncepta.

Kao podloga za određivanje pondera moguće je odabrati knjigovodstvenu ili tržišnu vrijednost ukupnog kapitala i pripadajućih pojedinačnih komponenti. Budući kako se ponderirani prosječni trošak kapitala određuje prilikom financijske analize investicijskih projekata, koji su dugoročnog karaktera i njihovi financijski efekti generirati će se u budućnosti, bilo bi pogrešno koristiti povijesne knjigovodstvene vrijednosti. Stoga se preporučuje korištenje tržišnih vrijednosti, s iznimkom u slučajevima kada tržišne vrijednosti nije moguće procijeniti pa računovodstvena vrijednost ostaje jedina relevantna mogućnost.⁷⁵

Ponderirani prosječni trošak kapitala ima iznimnu važnost radi činjenice da se koristi kao diskontna stopa u postupku budžetiranja kapitala, pri čemu predstavlja donju granicu prihvatljivosti analiziranih investicijskih projekata. Prihvatljivi su isključivo oni investicijski projekti koji su u mogućnosti pokriti trošak kapitala, odnosno čija je interna stopa profitabilnosti viša od ponderiranog prosječnog troška kapitala poduzeća.⁷⁶

2.3.4. Marginalni i inkrementalni trošak kapitala

Potreba poduzeća za kapitalom, a samim time i veličina troška kapitala, ovisi ukupnom broju i veličini planiranih investicijskih projekata poduzeća. Dio planiranih projekata poduzeće može financirati interno putem postojećeg kapitala. Za drugi dio investicijskih projekata prikupiti dodatni kapital, bilo emisijom novih dionica ili kroz zaduživanje, pri čemu će u oba slučaja doći do porasta troška kapitala poduzeća. Ukoliko poduzeće nakon određenog iznosa zaduženja ide u daljnje povećanje dugova to je moguće jedino uz korištenje skupljeg duga, odnosno zaduživanja uz višu kamatnu stopu. Stoga se može zaključiti kako se trošak kapitala pojavljuje kao rastuća funkcija obujma investicijskih projekata poduzeća.⁷⁷

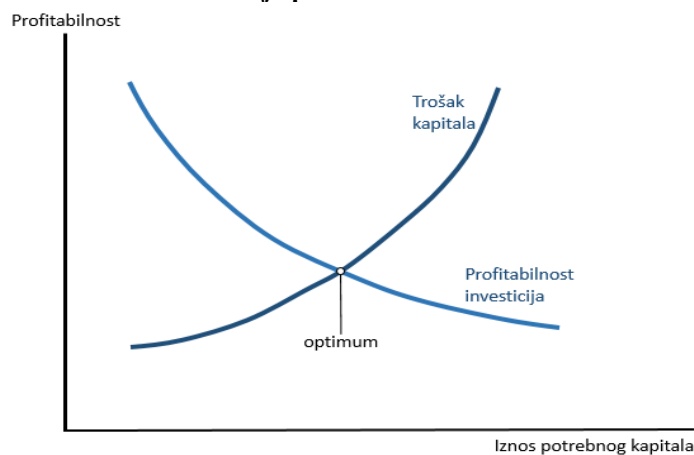
⁷⁵ Pratt S., Grabowski R. *Cost of Capital Applications and Examples*, 3. izdanje, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008., str. 274.

⁷⁶ Orsag S., Dedi L. *Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata*, Masmedia, Zagreb 2011., str. 228.

⁷⁷ Orsag S., Dedi L. *Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata*, Masmedia, Zagreb 2011., str. 230.

Može se definirati funkcionalna veza između troška kapitala poduzeća i povećanja strukture kapitala, s obzirom da i iznos dodatnog financiranja investicijskih projekata poduzeća ima izravan utjecaj na formiranje ukupnog troška kapitala. Na slici 2-5 prikazan je marginalni trošak kapitala iz kojeg je vidljivo kako se rast troška kapitala poduzeća ubrzava u odnosu na porast strukture kapitala poduzeća. Marginalni trošak kapitala prikazuje se kontinuiranom krivuljom iz razloga što pretpostavlja marginalne, odnosno beskonačno male promjene. Marginalni trošak kapitala podrazumijeva da svako marginalno povećanje strukture kapitala poduzeća koje je izazvano povećanjem investicija, odnosno ulaganjem u sljedeći investicijski projekt, rezultira povećanjem troška kapitala poduzeća.

Slika 2-4 Prikaz optimalne razine investiranja poduzeća



Izvor: Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 230.

Profitabilnost investicija poduzeća prikazana je na slici kao padajuća funkcija veličine investicija, što je određeno činjenicom kako poduzeće odabire investicijske projekte redoslijedom od onih sa najvećom profitabilnosti prema onima s nižom stopom profitabilnosti. Optimalna razina investiranja poduzeća podrazumijeva kako svaka dodatna jedinica investiranja do trenutka izjednačavanja marginalnog troška kapitala i marginalnog prinosa na investicije povećava vrijednost običnih dionica poduzeća. Drugim riječima kada bi poduzeće odbilo prihvatiti pokretanje investicijskog projekta koji se nalazi lijevo od granice investiranja to bi značilo ignoriranje mogućnosti povećanja bogatstva dioničara poduzeća.

Porast troška kapitala ostvaruje se u pojedinačnim inkrementima, s obzirom kako se kapital ne može povećavati u marginalnim, odnosno beskonačno malim iznosima, a isto tako investitori neće biti osjetljivi na svaku marginalnu promjenu kapitala društva. Stoga se može definirati

pojam inkrementalnog troška kapitala kao ponderirani prosječni trošak kapitala za pojedine slojeve, odnosno inkremente povećanja strukture kapitala poduzeća.⁷⁸

Inkrementalni trošak kapitala određuje se kao rastuća funkcija koja je ovisna o razinama povećanja potrebnog kapitala za ulaganja poduzeća u svaki sljedeći investicijski projekt. Pretpostavka je kako će poduzeće prvenstveno investirati u projekte s većom profitabilnošću, a da će svako sljedeće ulaganje biti u projekte niže profitabilnosti, dok će se istovremeno svako dodatno financiranje poduzeća obavljati uz viši trošak kapitala. Prilikom svakog novog povećanja kapitala inkrementalno se povećava i trošak kapitala poduzeća pa je potrebno u skladu s time pravilno izabrati obujam investicijskih projekata poduzeća kako bi se ostvarilo najveće moguće povećanje bogatstva vlasnika, odnosno dioničara poduzeća.

2.3.5. Rizik i neizvjesnost investicijskog projekta

Investicijski projekt moguće je analizirati kao zasebnu investiciju ili kao jedan od više projekata poduzeća. Pokretanjem investicijskog projekta neizbježan je utjecaj i na cjelokupno poduzeće kao investiciju, kao i na vrijednost dionica poduzeća na tržištu kapitala. Na takav način mogu se definirati tri osnovne komponente rizika svakog investicijskog projekta:⁷⁹

- 1) *Individualna rizičnost projekta* koja se odnosi na rizik investicijskog projekta u izolaciji i ona je temeljno polazište za ocjenu rizika. S obzirom kako se financijska efikasnost investicijskog projekta mjeri pomoću dva temeljna kriterija financijskog odlučivanja, internom stopom profitabilnosti i čistom sadašnjom vrijednosti, individualna rizičnost projekta može se mjeriti distribucijom vjerojatnosti interne stope profitabilnosti ili čiste sadašnje vrijednosti projekta.
- 2) *Rizičnost projekta za poduzeće* odnosi se na kontribuciju rizika investicijskog projekta ukupnoj rizičnosti poslovanja poduzeća ukoliko se investicijski projekt prihvati. U pravilu je individualna rizičnost investicijskog projekta veća od rizičnosti projekta za poduzeće.
- 3) *Tržišna rizičnost projekta* koja prikazuje na koji se način individualna rizičnost investicijskog projekta uklapa u dobro diversificirani portfelj investitora na efikasnom tržištu kapitala. Individualna rizičnost investicijskog projekta u pravilu je veća od tržišne rizičnosti projekta.

⁷⁸ Dayananda D., Irons R., Harrison S., Herbohn J., Rowland P. Capital Budgeting Financial Appraisal of Investment Projects, Cambridge University Press, 2002., str. 14.

⁷⁹ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 244.

Mjerenje individualnog rizika investicijskog projekta⁸⁰ polazi od određivanja distribucija vjerojatnosti novčanih tokova i financijske efikasnosti projekta. Predmet analiziranja su svi faktori koji izravno utječu na očekivane novčane tokove projekta, primjerice trošak kapitala, prodajna cijena proizvoda, investicijski troškovi, varijabilni troškovi i sl. Distribucije vjerojatnosti pojedinih elemenata te njihove međusobne korelacije izravno utječu i na distribuciju vjerojatnosti očekivanih novčanih tokova investicijskog projekta, a samim time utječu i na individualnu rizičnost investicijskog projekta. Osnovna mjera za izračun individualne rizičnosti projekta je standardna devijacija, zajedno s očekivanim prinosom investicijskog projekta.⁸¹ Tehnika koja se bavi analizom individualne rizičnosti investicijskog projekta, a koja će biti korištena u ovom radu je *analiza osjetljivosti*. Analiza osjetljivosti je tehnika kojom se prikazuju promjene financijske efikasnosti investicijskog projekta prilikom promjena pojedinih ključnih varijabli kojima se formira sama financijska efikasnost. U prvom koraku potrebno je odrediti bazne veličine ključnih varijabli koje formiraju financijsku efikasnost investicijskog projekta. Temeljem određenih baznih vrijednosti ključnih varijabli potrebno je izračunati bazne vrijednosti temeljnih kriterija za ocjenu financijske efikasnosti investicijskog projekta. U posljednjem se koraku rade postotne promjene baznih ključnih varijabli i temeljem njih se promatraju postotne promjene baznih vrijednosti temeljnih kriterija za ocjenu financijske efikasnosti (interna stopa profitabilnosti i čista sadašnja vrijednost projekta).

⁸⁰ Vidjeti detaljnije u Gasparian M.S., Kiseleva I.A., Korneev D.G., Lebedev S.A., Lebedev V.A. Strategic analysis of risks when implementing investment projects, 2018.

⁸¹ Detaljnije o izračunu vidjeti u Deković Ž., Žaja J., Smiljčić I. Rizik i financijski menadžment, 2017.

2.4. Metode financijskog odlučivanja

Odabir investicijskog projekta za poduzeće označava dugoročnu financijsku odluku koja u pravilu sa sobom povlači visoka kapitalna ulaganja, a uložena sredstva će dugoročno biti imobilizirana u slabo likvidnim imovinskim oblicima. Cilj ulaganja u investicijski projekt za poduzeće je buduće povećanje bogatstva vlasnika, odnosno dioničara poduzeća. Kako bi se ispravno odabrali investicijski projekti koji će maksimalno doprinijeti navedenom cilju koriste se različite metode financijskog odlučivanja. Temeljne metode su čista sadašnja vrijednost i interna stopa profitabilnosti, a detaljnije su obrađene u nastavku rada.

2.4.1. Čista sadašnja vrijednost

Čista sadašnja vrijednost (*engl. net present value - NPV*) temeljna je metoda financijskog odlučivanja. Primjena metode čiste sadašnje vrijednosti za ocjenu financijske efikasnosti investicijskih projekata može se smatrati temeljnom metodom investicijskog odlučivanja, odnosno temeljnom metodom u postupku budžetiranja kapitala. Sintagma čista sadašnja vrijednost sugerira potrebu da se svi novčani tokovi investicijskog projekta svedu na sadašnju vrijednost kako bili vremenski međusobno usklađeni i usporedivi.⁸² Promatrajući novčane tokove investicijskog projekta, čista sadašnja vrijednost podrazumijeva razliku između godišnjih čistih novčanih tokova u cijelom vremenu efektuiranja investicijskog projekta i inicijalnih investicijskih troškova.

Sadašnja vrijednost budućih čistih novčanih tokova ovisi o:

- udaljenosti trenutka u kojem je ostvaren budući čisti novčani tok od sadašnjosti - što je novčani tok ostvaren dalje u budućnosti time je njegova sadašnja vrijednost manja.
- visini diskontne stope koja se primjenjuje - što je primijenjena diskontna stopa viša, time je sadašnja vrijednost novčanog toka manja.

Čista sadašnja vrijednost budućeg čistog novčanog primitka se dobiva primjenom diskontne tehnike u kojoj diskontna stopa odgovara prosječnom ponderiranom trošku kapitala poduzeća (WACC). U pravilu se pretpostavlja da se investicijski troškovi protežu kroz vremensko razdoblje dulje od jedne godine ulaganja u sadašnjosti i potrebno ih je diskontirati, isto kao i buduće čiste novčane tokove projekta. Čista sadašnja vrijednost se stoga definira kao razlika

⁸² Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 66.

između zbroja diskontiranih čistih novčanih tokova u cjelokupnom vijeku efektuiranja projekta i diskontiranih iznosa investicijskih troškova, što se može prikazati sljedećom formulom:⁸³

$$S_0 = \sum_{t=0}^T (V_t - I_t) \frac{1}{(1+k)^t}$$

gdje je: S_0 – čista sadašnja vrijednost, I_t – investicijski troškovi u godini t , V_t – budući čisti novčani tok u godini t , k – diskontna stopa, t – buduća godina u kojoj se ostvaruje čisti novčani tok, I – inicijalni investicijski troškovi

Čista sadašnja vrijednost investicijskog projekta može se opisati sljedećim postupkom:⁸⁴

1. Izračunati sadašnju vrijednost budućih čistih novčanih tokova koje investicijski projekt generira u cjelokupnom vijeku efektuiranja koristeći diskontnu stopu koja odgovara trošku kapitala poduzeća;
2. Sumirati izračunate sadašnje vrijednosti budućih čistih novčanih tokova;
3. Od dobivene sume oduzeti vrijednost inicijalnih investicijskih troškova projekta.

Kako bi se investicijski projekt ocijenio prihvatljivim čista sadašnja vrijednost mora biti pozitivna, što ukazuje na povećanje sadašnje vrijednosti poduzeća i povećanje bogatstva vlasnika prihvaćanjem predmetne investicije. U slučaju kada je čista sadašnja vrijednost negativna, projekt nije isplativ i ne bi ga trebalo prihvatiti jer bi prihvaćanje takvog projekta smanjilo vrijednost poduzeća. Granica efikasnosti prema kriteriju čiste sadašnje vrijednosti može se zapisati kao:

$$S_0 \geq 0$$

2.4.2. Interna stopa profitabilnosti

Interna stopa profitabilnosti (*engl. internal rate of return - IRR*) označava diskontnu stopu uz koju je čista sadašnja vrijednost nekog investicijskog projekta jednaka nuli, odnosno pri kojoj se zbroj svih sadašnjih vrijednosti budućih čistih novčanih tokova izjednačava s vrijednošću ukupnih investicijskih troškova.⁸⁵ Opisani postupak može se prikazati sljedećom formulom:⁸⁶

$$\sum_{t=0}^T (V_t - I_t) \frac{1}{(1+R)^t} = 0$$

⁸³Fabozzi F., Peterson Drake P. Finance: Capital Markets, Financial Management and Investment Management, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008., str. 482.

⁸⁴ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb, 2011., str. 67.

⁸⁵ Dayananda D., Irons R., Harrison S., Herbohn J., Rowland P. Capital Budgeting Financial Appraisal of Investment Projects, Cambridge University Press, 2002. str. 86.

⁸⁶ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb, 2011., str. 73.

gdje je R – interna stopa profitabilnosti

Interna stopa profitabilnosti drugi je temeljni kriterij financijskog odlučivanja uz čistu sadašnju vrijednost te predstavlja diskontnu stopu koja svodi buduće čiste novčane tokove investicijskog projekta tijekom cjelokupnog vijeka efektuiranja na vrijednost inicijalnih investicijskih troškova.

Računanje interne stope profitabilnosti jednostavno je ukoliko se izračunava korištenjem funkcije IRR u Microsoft Excel-u ili pomoću financijskog kalkulatora.

Granica efikasnosti investicijskog projekta promatrajući kriterij interne stope profitabilnosti odnosi se na uvjet da interna stopa profitabilnosti projekta mora biti veća od troška kapitala poduzeća, što se matematički može prikazati kao:

$$R \geq k$$

Ukoliko je gore navedeni uvjet zadovoljen, prihvaćanjem investicijskog projekta povećati će se bogatstvo vlasnika, odnosno dioničara poduzeća. U protivnom, doći će do smanjenja vrijednosti običnih dionica poduzeća te samim time investicijski projekt ne treba prihvatiti.

Kriterij interne stope profitabilnosti ima nekoliko temeljnih karakteristika:⁸⁷

1. *Očekivana profitabilnost* – Interna stopa profitabilnosti predstavlja očekivanu profitabilnost investicijskog projekta tijekom svog vijeka efektuiranja. Kriterij je zasnovan na principu složenog kamatnog računa i samim time uzima u obzir vremensku vrijednost novca te cjelokupno vrijeme efektuiranja projekta. Radi toga se interna stopa profitabilnosti može izravno uspoređivati s troškom kapitala poduzeća.
2. *Veza s čistom sadašnjom vrijednošću* – Interna stopa profitabilnosti izravno je povezana s drugim temeljnim kriterijem čiste sadašnje vrijednosti. Ako je interna stopa profitabilnosti investicijskog projekta veća od troška kapitala poduzeća, čista sadašnja vrijednost tog projekta biti će pozitivna i obrnuto, ako je interna stopa profitabilnosti investicijskog projekta manja od troška kapitala poduzeća, čista sadašnja vrijednost analiziranog projekta biti će negativna. Ako je pak interna stopa profitabilnosti investicijskog projekta jednaka trošku kapitala poduzeća, čista sadašnja vrijednost analiziranog projekta biti će jednaka nuli.
3. *Različit pristup* – Iako izravno povezani, kriteriji čiste sadašnje vrijednosti i interne stope profitabilnosti imaju različiti pristup problemu u procesu budžetiranja kapitala. Može se zaključiti kako prilikom analize financijske efikasnosti investicijskog projekta

⁸⁷ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 78.

kriterij interne stope profitabilnosti pokazuje očekivanu promjenu vrijednosti običnih dionica poduzeća u odnosu na njihovu trenutnu vrijednost, dok kriterij čiste sadašnje vrijednosti pokazuje na apsolutni iznos te promjene.

Može se zaključiti kako poduzeće uvijek treba investirati u investicijske projekte čija je profitabilnost veća od prosječnog ponderiranog troška kapitala.

2.4.3. Indeks profitabilnosti

Indeks profitabilnosti (*engl. profitability index - PI*) dodatni je kriterij kojim se prilikom analize financijske efikasnosti investicijskog projekta dodatno unapređuje kvaliteta odlučivanja. Indeks profitabilnosti, slično kao i ranije obrađeni temeljni kriteriji, kroz trošak kapitala uzima u obzir vremensku vrijednost novca te vrednuje novčane tokove investicijskog projekta tijekom cjelokupnog vijeka efektuiranja. Osnova za donošenje investicijske odluke je odnos između sadašnje vrijednosti budućih čistih novčanih tokova investicijskog projekta i ukupnih inicijalnih investicijskih troškova.⁸⁸ Indeks profitabilnosti može se izračunati temeljem sljedeće formule:⁸⁹

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+k)^t}}{I}$$

Investicijski projekt prema kriteriju indeksa profitabilnosti smatra se prihvatljivim ukoliko je on veći od jedan, što se matematički može zapisati kao:

$$PI > 1$$

Investicijski projekt koji zadovoljava navedeni uvjet doprinosi povećanju vrijednosti običnih dionica poduzeća. Ukoliko indeks profitabilnosti iznosi točno jedan, tada se govori o graničnom slučaju kada se vrijednost običnih dionica poduzeća zadržava na istoj razini. Ukoliko je indeks profitabilnosti manji od jedan, investicijski projekt ne treba prihvatiti, jer bi njegovim prihvaćanjem došlo do smanjenja vrijednosti običnih dionica poduzeća.

Indeks profitabilnosti je kriterij izveden iz čiste sadašnje vrijednosti i s njom je iznimno povezan. Ako je indeks profitabilnosti veći od jedan, tada će čista sadašnja vrijednost biti pozitivna. Ukoliko je indeks profitabilnosti manji od jedan, tada će čista sadašnja vrijednost

⁸⁸ Tepšić, R. *Upravljanje financijama poduzeća II*, RRIF, Zagreb, 1991., str. 22.

⁸⁹ Fabozzi F., Peterson Drake P. *Finance: Capital Markets, Financial Management and Investment Management*, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008., str. 485.

biti negativna, a u slučaju da indeks profitabilnosti iznosi točno jedan, čista sadašnja vrijednost tada je jednaka nuli.

Kriterij indeksa profitabilnosti je inferioran u odnosu na čistu sadašnju vrijednost jer ne daje informaciju o veličini povećanja vrijednosti običnih dionica poduzeća te se koristi kao dodatni kriterij na način da između dva investicijska projekta koji imaju istu čistu sadašnju vrijednost daje prednost onom projektu koji ima niže investicijske troškove.

2.4.4. Modificirana interna stopa profitabilnosti

Usprkos tome što se interna stopa profitabilnosti smatra jednom od temeljnih metoda financijskog odlučivanja i ona ima određene nedostatke. Pretpostavka metode je da se čisti novčani tokovi investicijskog projekta reinvestiraju po stopi koja je jednaka internoj stopi profitabilnosti, što nije u potpunosti korektno. Upravo metoda modificirane interne stope profitabilnosti ispravlja navedenu pretpostavku zato što izračunava internu stopu profitabilnosti uz pretpostavku mogućnosti reinvestiranja čistih novčanih tokova investicijskog projekta primljenih prije isteka vijeka efektuiranja po stopi koja odgovara ponderiranom prosječnom trošku kapitala poduzeća, a ne internoj stopi profitabilnosti.⁹⁰ Izračun se izvodi na način da se prvo određuje konačna vrijednost čistih novčanih tokova uz ponderirani prosječni trošak kapitala, a potom se izračunava modificirana interna stopa profitabilnosti, što se može prikazati sljedećom formulom:⁹¹

$$I * (1 + M)^T = \sum_{t=1}^T V_t * (1 + k)^{T-t}$$

gdje je: M – modificirana interna stopa profitabilnosti.

Za izračun modificirane interne stope profitabilnost može se koristiti funkcija MIRR u Microsoft Excel-u.

⁹⁰ Fabozzi F., Peterson Drake P. Finance: Capital Markets, Financial Management and Investment Management, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008., str. 491.

⁹¹ Orsag S., Dedi L. Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata, Masmedia, Zagreb 2011., str. 113.

3. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

3.1. Važnost obnovljivih izvora energije

Obnovljivi izvori energije podrazumijevaju energiju dobivenu iz prirodno obnavljajućih i trajnih tokova energije koji se odvijaju u lokalnom okruženju.⁹² Obnovljivi izvori energije su sačuvani u prirodi te se djelomično ili u cijelosti obnavljaju, a većini obnovljivih izvora temelj je energetska aktivnost Sunca, koja se koristi neposredno ili je u prirodi preobražena u neki drugi energetska oblik.⁹³ Isto se može konstatirati i za konvencionalne izvore energije, s obzirom kako je dugogodišnja Sunčana aktivnost nagomilana u kemijskoj energiji fosilnih goriva (ugljenu, nafti i plinu).

Uspoređujući obnovljive izvore energije s konvencionalnim izvorima mogu se izdvojiti određene prednosti, ali i nedostaci. Kao osnovna prednost obnovljivih izvora energije nameće se činjenica kako su oni neiscrpni, što se ne može konstatirati za konvencionalne izvore energije primjerice fosilna goriva čija je količina ograničena, a njihovo dobavljanje postaje sve skuplje i ekološki neprihvatljivije. Prednost obnovljivih izvora energije je i pozitivni utjecaj na okoliš bez zagađenja za razliku od konvencionalnih elektrana koje koristeći proces izgaranja emitiraju značajnu količinu stakleničkih plinova i štetnih čestica u atmosferu. Kao dodatne prednosti valja spomenuti i niže troškove održavanja i niže operativne troškove te činjenicu kako se energija proizvodi lokalno, čime se povećava energetska samodostatnost države te smanjuje potreba za uvozom energije iz drugih država.⁹⁴

Temeljni nedostaci elektrana na obnovljive izvore energije su varijabilnost i nestalnost proizvodnje jer pojedini izvori nisu konstantno dostupni tijekom dana (primjerice varijabilnost puhanja vjetrova ili noćni period u kojemu nema sunčevog zračenja, kao i kod oblačnih dana) te posljedično tome potreba za skladištenjem proizvedene energije. S obzirom na visoku cijenu sustava za pohranu energije, dodavanje takvog sustava značajno bi povisilo investicijske troškove elektrane, posebice kod elektrana većih instaliranih snaga. Kao još jedan nedostatak valja spomenuti kako su investicijski troškovi po jedinici instalirane snage u pravilu veći od troškova izgradnje tradicionalnih proizvodnih jedinica. Doduše u posljednjih nekoliko godina odnosi u investicijskim troškovima su se značajno promijenili u korist obnovljivih izvora pa su tako kod nekih tehnologija investicijski troškovi pali ispod razina troškova izgradnje

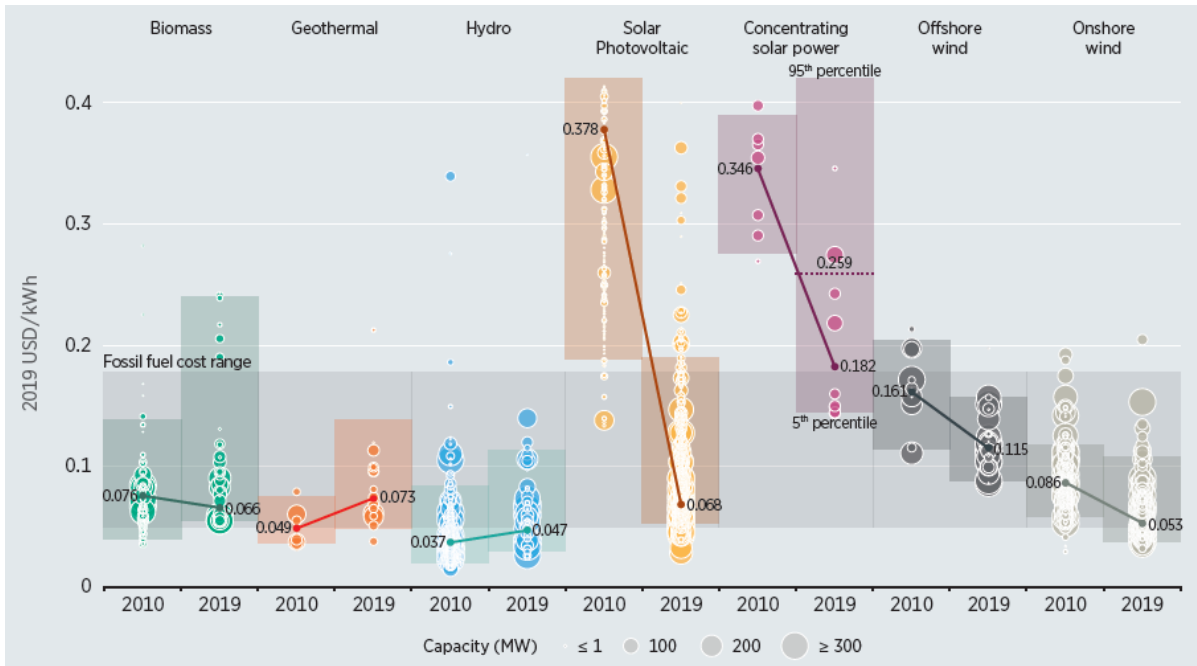
⁹² Twidell J., Weir T. Renewable energy resources, treće izdanje, Routledge, 2015., str. 3

⁹³ Kalea M. Obnovljivi izvori energije – energetska pogled, Kiklos, Zagreb, 2014. str 123.

⁹⁴ Twidell J., Weir T. Renewable energy resources, treće izdanje, Routledge, 2015., str. 197.

konvencionalnih elektrana, primjerice termoelektrana na ugljen ili na plin. Promjena trendova najbolje se može primijetiti promatrajući usporedbu niveliranih troškova proizvodnje električne energije iz elektrana na obnovljive izvore u odnosu na iste troškove elektrana na fosilna goriva (slika 3-1).

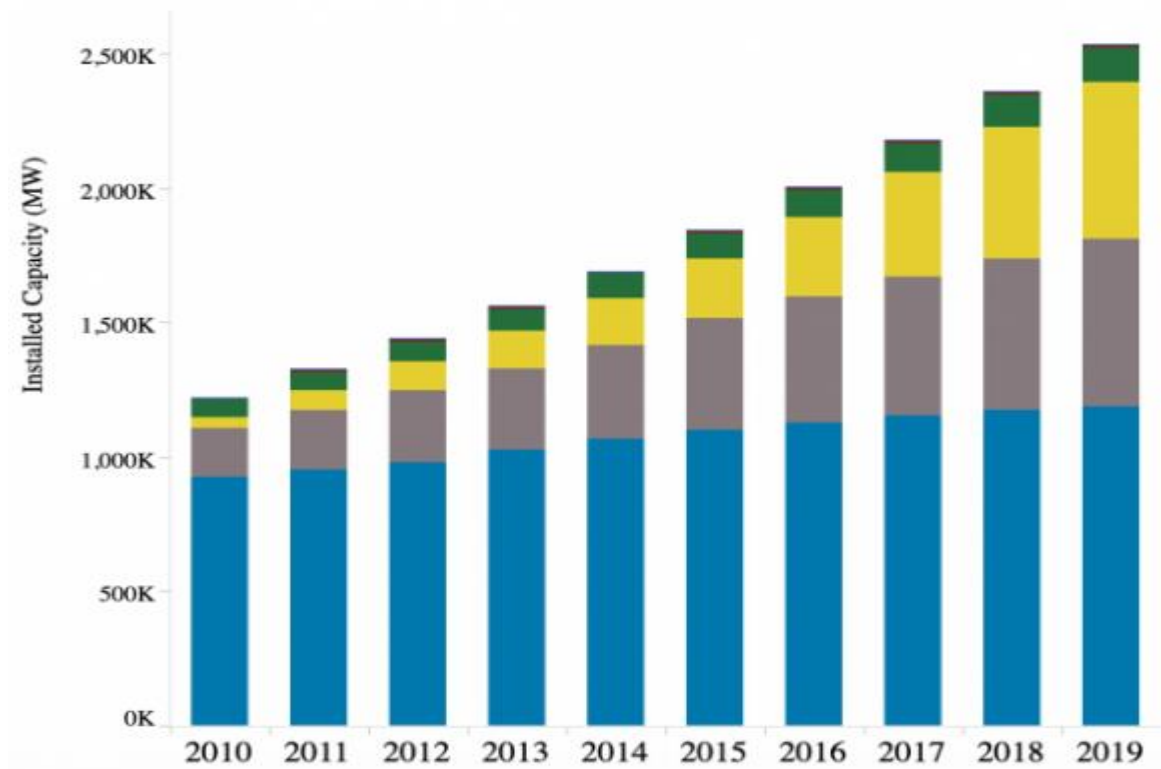
Slika 3-1 Usporedba niveliranih troškova proizvodnje električne energije između 2010. i 2019.



Izvor: djelo autora prema Renewable Power Generation Costs in 2019, IRENA, 2020.

Prema godišnjem izvještaju Međunarodne agencije za obnovljive izvore energije (IRENA) obnovljivi izvori energije tijekom 2019. godine činili su 72 posto svih novih kapaciteta za proizvodnju električne energije, pri čemu Sunčeva energija i energija vjetra imaju visoki udio od 90 posto. Ukupni globalni kapacitet obnovljivih izvora energije iznosi 2.537 GW pri čemu najveći udio i dalje imaju hidroelektrane s 47 posto ukupnog kapaciteta, dok je kapacitet Sunčeve energije 586 GW, što čini postotni udio od 23 posto. Trendovi porasta kapaciteta elektrana na obnovljive izvore energije tijekom zadnjih 10 godina prikazani su na slici 3-2.

Slika 3-2 Prikaz trendova ukupnih instaliranih kapaciteta elektrana na obnovljive izvore energije



Izvor: IRENA, 2020.

3.1.1. Klasifikacija obnovljivih izvora energije

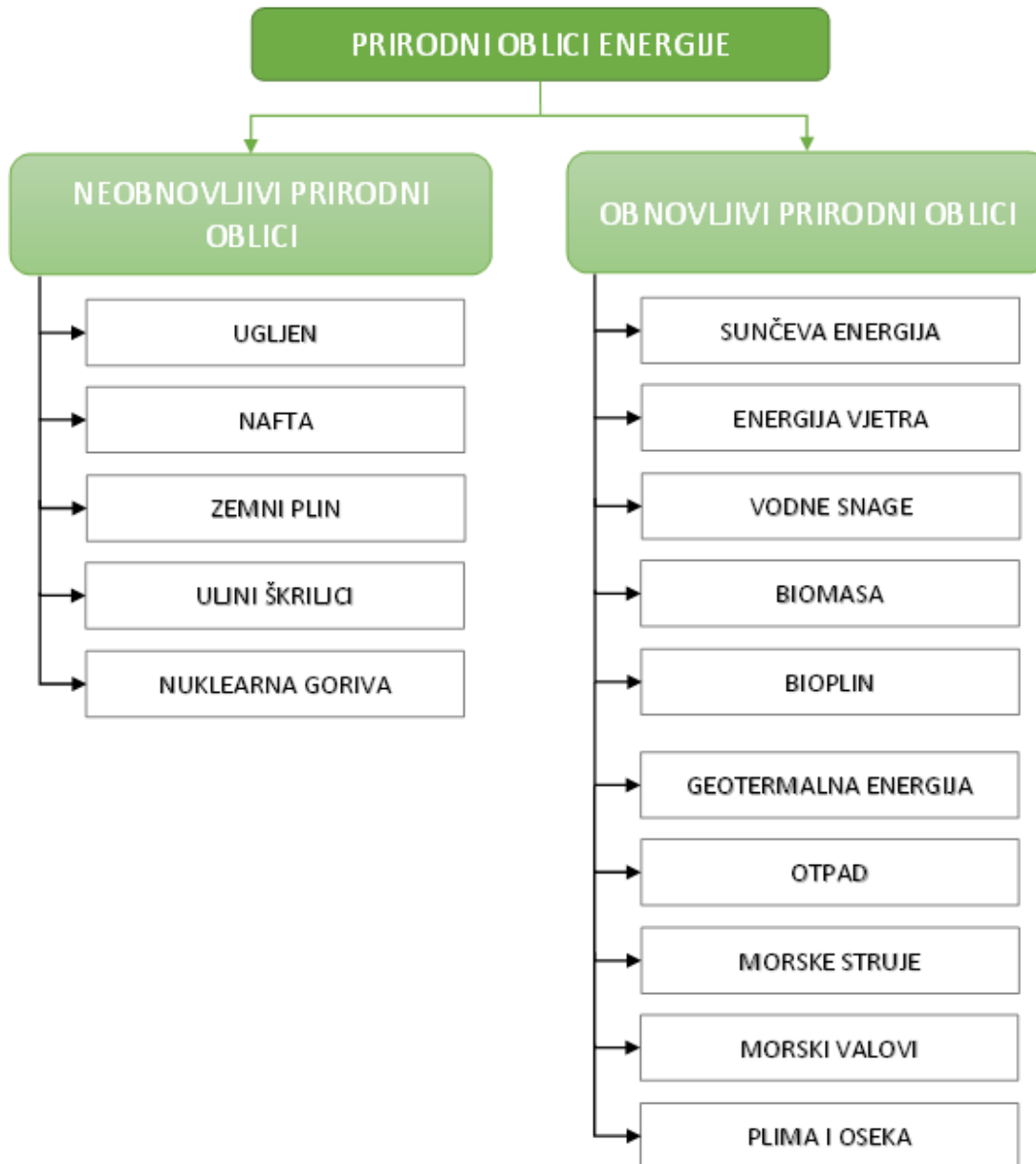
Primarni (prirodni) oblici energije koji se dobivaju izravnim iskorištavanjem, odnosno zahvaćanjem iz prirode mogu se podijeliti na više načina:⁹⁵

- prema fizikalnom obliku (na nositelje nuklearne, kemijske, unutarnje toplinske energije, potencijalne i kinetičke energije te energije zračenja)
- prema održivosti (na nagomilane i prijelazne)
- prema uobičajenosti primjene (na konvencionalne i nekonvencionalne izvore energije)
- prema stalnosti (na stalne i nestalne izvore)
- prema obnovljivosti (na neobnovljive i obnovljive izvore)

Podjela primarnih oblika energije prema obnovljivosti prikazana je na slici 3-3.

⁹⁵ Kalea M. Obnovljivi izvori energije – energetska pogled, Kiklos, Zagreb, 2014. str 5.

Slika 3-3 Podjela prirodnih oblika energije s obzirom na obnovljivost izvora



Izvor: Majdandžić Lj. Obnovljivi izvori energije – Energetske tehnologije koje će obilježiti 21. stoljeće, Graphis, Zagreb, 2008., str 28.

Slična kategorizacija dana je i u Direktivi Europske unije 2009/28/EC u kojoj je pod definicijom pojma „energija iz obnovljivih izvora“ navedeno sljedeće: energija iz obnovljivih nefosilnih izvora, tj. vjetroenergija, solarna energija, aerotermalna energija, geotermalna energija, hidrotermalna energija te energija oceana, hidroenergija, biomasa, plin dobiven od otpada, plin dobiven iz uređaja za obradu otpadnih voda i bioplin.⁹⁶

Valja naglasiti kako se u načelu klasifikacija prirodnih izvora energije temeljem obnovljivosti izvora podudara s podjelom prema uobičajenosti primjene, u smislu kako se neobnovljivi oblici

⁹⁶ Direktiva EU 2009/28/EC o promicanju korištenja energije iz obnovljivih izvora

smatraju konvencionalnima, a obnovljivi oblici nekonvencionalnima. Kao iznimka može se navesti energija vodnih snaga koju Međunarodna agencija za energiju klasificira kao konvencionalni obnovljivi izvor.⁹⁷

3.1.2. Energija Sunčevog zračenja

Sunčeva energija je neograničen i obnovljiv izvor energije od kojeg neposredno ili posredno potječe najveći dio drugih izvora energije na Zemlji.⁹⁸ Neposredno korištenje Sunčevog zračenja odnosi se na izlaganje specijaliziranih uređaja izravnom Sunčevom zračenju radi transformacije u toplinsku ili u električnu energiju, o čemu će detaljnije biti riječi u nastavku ovog rada. Posredno se Sunčevo zračenje iskorištava na način da se koristi energetski oblik koji je nastao prirodnom transformacijom Sunčevog zračenja. Primjerice energija vjetra pojavljuje se radi nejednolikog toplinskog stanja, a posljedično tome i razlike u tlaku pojedinih slojeva zraka, za što je uzrok transformacija Sunčevog zračenja u toplinu. Energija koja je u kemijskom obliku sadržana u biomasi, odnosno u kopnenim i morskim biljkama te drvnjoj masi, također je nastala prirodnom transformacijom u procesu fotosinteze kao posljedica Sunčevog zračenja.

U užem smislu riječi Sunčeva energija podrazumijeva količinu energije koja se prenese na površinu Zemlje Sunčevim zračenjem, a možemo ga podijeliti na:⁹⁹

- izravno (neposredno) predstavlja zračenje koje na plohu dolazi bez prethodnog raspršivanja u atmosferi
- raspršeno (difuzno) koje na plohu dolazi iz svih smjerova nebeskog svoda s obzirom kako nastaje raspršivanjem Sunčevih zraka u Zemljinu atmosferu
- odbijeno (reflektirano) koje dolazi na plohu nakon odbijanja od nekih drugih okolnih ploha.

Omjer Sunčevog zračenja i površine plohe koja je okomita na smjer tog zračenja naziva se *ozračenje* ili *iradijacija*, a mjerna jedinica je W/m^2 .¹⁰⁰ Srednja ukupna godišnja ozračenost u Hrvatskoj prikazana je na slici 3-4.¹⁰¹ Valja naglasiti da se za izračun ukupne ozračenosti uzima zbroj izravnog i raspršenog zračenja, što se može prikazati sljedećom formulom:¹⁰²

⁹⁷ IEA Key World Energy Statistic, 2011.

⁹⁸ Krstinić Nižić M. Ekonomski učinci obnovljivih izvora energije u turističkoj destinaciji, doktorska disertacija, Sveučilište u Rijeci, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, str. 37.

⁹⁹ Labudović B. Osnove primjene fotonaponskih sustava, Energetika Marketing, Zagreb, 2011., str 30.

¹⁰⁰ Detaljnije o modelima izračuna Sunčevog zračenja u 36. Ya'u M.J., Gele M.A., Ali Y.Y., Alhaji A.M. Global Solar Radiation Models: A Review, 2018.

¹⁰¹ Matić Z. Sunčevo zračenje na području Republike Hrvatske, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, 2007.

¹⁰² Labudović B. Osnove primjene fotonaponskih sustava, Energetika Marketing, Zagreb, 2011., str 47.

$$I_{uk} = I_{izr} + I_{rasp}$$

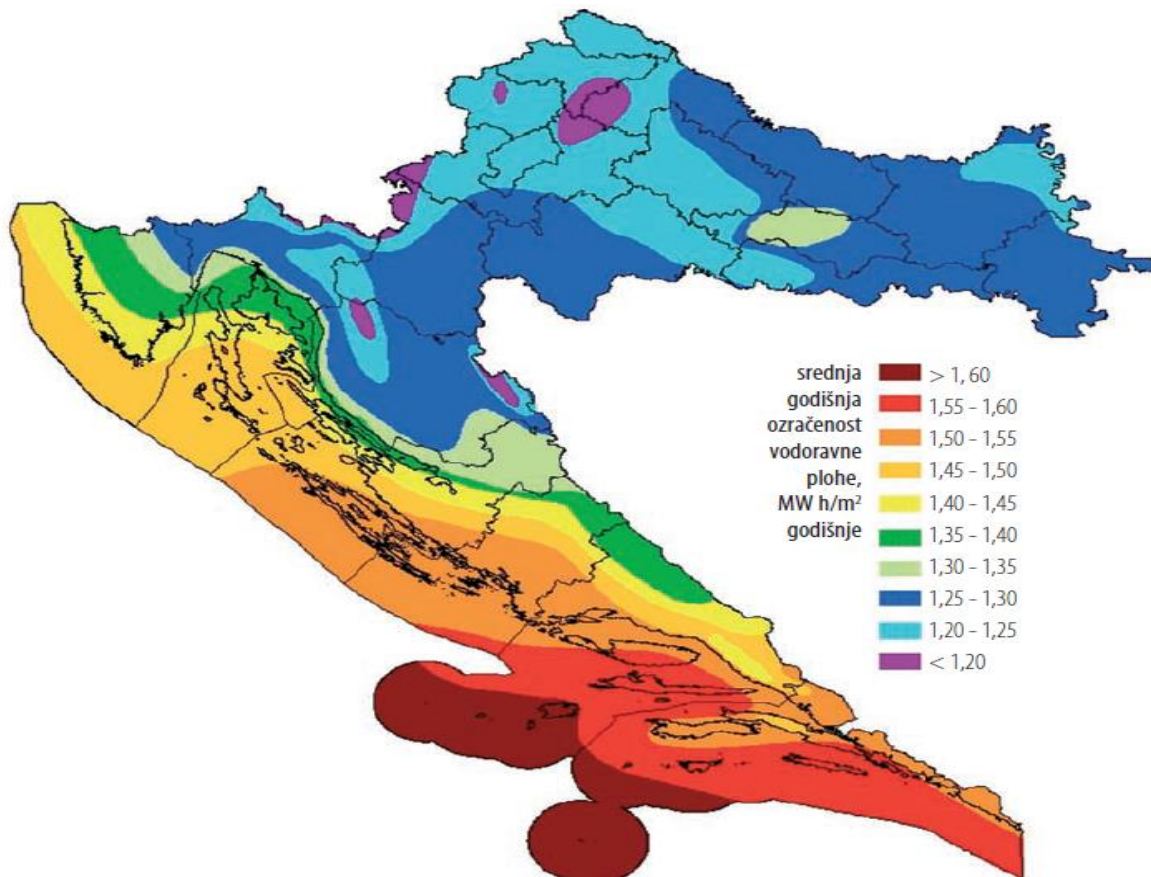
gdje je

I_{uk} – ukupna ozračenost određene plohe tijekom nekog vremenskog perioda

I_{izr} – izravna ozračenost određene plohe tijekom nekog vremenskog perioda

I_{rasp} – raspršena ozračenost određene plohe tijekom nekog vremenskog perioda

Slika 3-4 Srednja ukupna godišnja ozračenost vodoravne plohe u Hrvatskoj



Izvor: Matić Z. Sunčevo zračenje na području Republike Hrvatske, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, 2007.

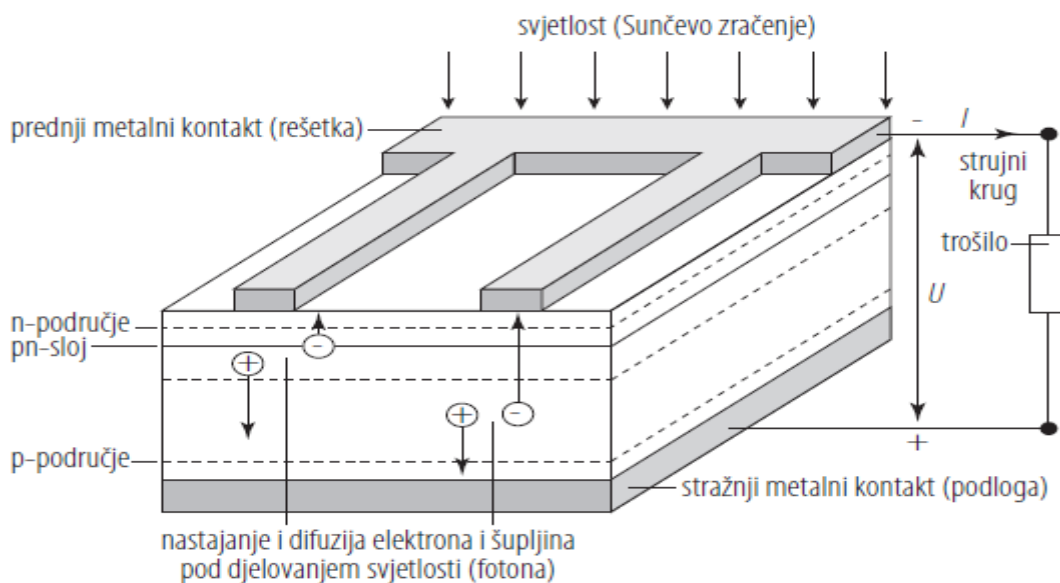
3.1.2.1. Pretvorba Sunčeve u električnu energiju

Sunčeva energija pretvara se u električnu neposrednim korištenjem Sunčevog zračenja pomoću fotonaponskih modula korištenjem fotonaponskog efekta. Fotonaponski efekt označava pojavu pri kojoj na krajevima prikladno oblikovanog poluvodičkog elementa nastaje elektromotorna sila, odnosno napon, čime dobiveni napon postaje izvor istosmjerne električne struje.¹⁰³ Drugim riječima, fotonaponskim efektom se omogućava direktna pretvorba Sunčevog zračenja u električnu energiju.

¹⁰³ Labudović B. Osnove primjene fotonaponskih sustava, Energetika Marketing, Zagreb, 2011., str 50.

Da bi na krajevima poluvodičkog elementa nastao napon nužno je da postoji mogućnost razdvajanja slobodnih nositelja naboja, a za što je potrebna određena struktura poluvodičkog elementa. To se ostvaruje ukoliko postoji *pn-spoj* ili granični sloj između *p-područja* i *n-područja* poluvodičkog elementa, što je prikazano na slici 3-5.¹⁰⁴ Kada se poluvodički element opisane strukture izloži Sunčevom zračenju, u pn-spoju nastaje električno polje prilikom čega u p-području i n-području dolazi do izlijetanja elektrona iz strukture atoma te nastaje određeni broj šupljina. Da si se ponovno uspostavila ravnoteža naboja, nastali slobodni elektroni premještaju se iz p-područja u n-područje, dok u isto vrijeme slobodne šupljine iz n-područja sele u p-područje. Posljedica toga je višak elektrona u n-području te višak šupljina u p-području prilikom čega na krajevima poluvodičkog elementa, odnosno na njegovim metalnim kontaktima nastaje napon. Ukoliko se prednji metalni kontakti spoje na strujni krug, a poluvodički element je osvjetljen, u strujnom krugu dolazi do usmjerenog gibanja elektrona, odnosno stvara se električna struja, te se takvi poluvodički elementi nazivaju *fotonaponske ćelije*.

Slika 3-5 Pojednostavljeni princip djelovanja poluvodičke fotonaponske ćelije i fotonaponskog efekta



Izvor: Hadamovsky H., Jonas D. Solaranlagen, Vogel Verlag und Druck GmbH & Co. KG, Würzburg, Njemačka, 2000.

Više fotonaponskih ćelija međusobno se električki povezuju u *fotonaponski modul* koji predstavlja osnovni uređaj za proizvodnju električne energije iz Sunčevog zračenja. Fotonaponski moduli međusobno se mogu povezivati na dva osnovna načina:¹⁰⁵

¹⁰⁴ Hadamovsky H., Jonas D. Solaranlagen, Vogel Verlag und Druck GmbH & Co. KG, Würzburg, Njemačka, 2000.

¹⁰⁵ Majdandžić Lj. Obnovljivi izvori energije – Energetske tehnologije koje će obilježiti 21. stoljeće, Graphis, Zagreb, 2008., str 53.

- serijski, pri čemu je jakost struje jednaka za svaki modul u spoju, dok je ukupan napon jednak zbroju pojedinih napona na svakom modulu
- paralelno, pri čemu je ukupna jakost struje jednaka zbroju pojedinih struja svakog modula, a ukupan napon je jednak za sve module u spoju.

Više povezanih fotonaponskih modula zajedno sa pripadajućom opremom, o kojoj će više biti riječi u nastavku ovog rada, čini *fotonaponski sustav*.

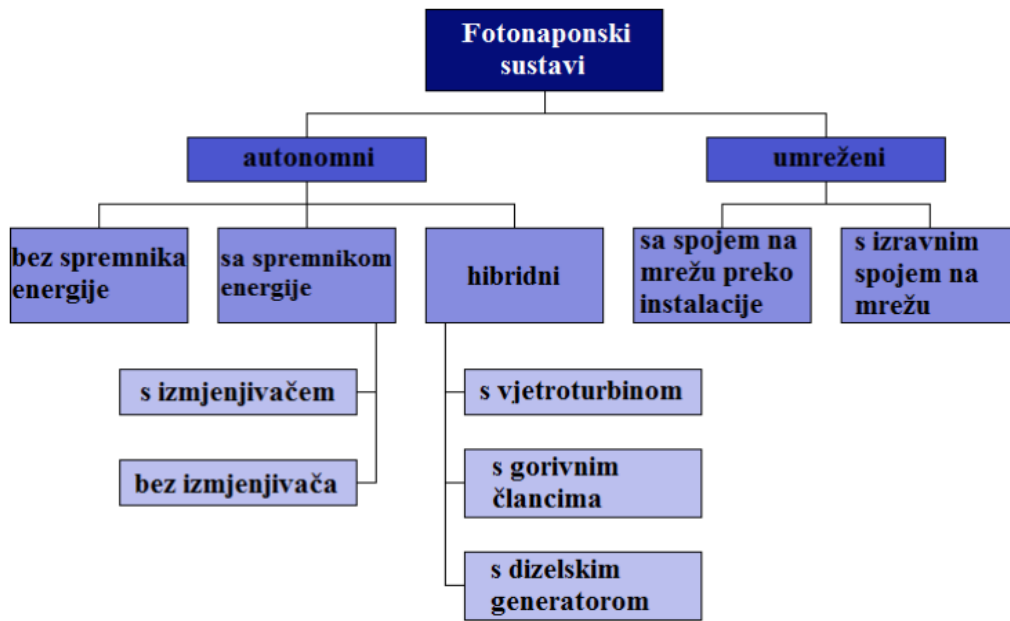
3.1.2.2. Osnovne izvedbe fotonaponskih sustava

Fotonaponski sustavi mogu se podijeliti na dvije osnovne grupe:¹⁰⁶

- *autonomni* ili *otočni* fotonaponski sustavi koji proizvode električnu energiju za pokrivanje potreba potrošača koji nisu spojeni na elektroenergetsku mrežu. U dosta slučajeva autonomni fotonaponski sustavi opremaju se adekvatnim spremnikom električne energije, odnosno akumulatorom. S obzirom kako se Sunčevo zračenje ne može koristiti tijekom cijeloga dana, ovakvi se sustavi često dopunjavaju dodatnim (pomoćnim) izvorom električne energije, npr. dizelski generator ili vjetroturbina, a takvi sustavi se nazivaju *hibridnim* sustavima. Autonomni sustavi mogu napajati istosmjerna trošila i/ili izmjenična trošila uz primjenu pretvarača ili izmjenjivača čija je zadaća transformacija istosmjerne struje u izmjeničnu.
- *umreženi* fotonaponski sustavi proizvode električnu energiju za pokrivanje potreba objekta na kojem je sustav montiran (stambene, javne ili poslovne zgrade, obiteljske kuće, skladišta i sl.) i posredno za predaju u elektroenergetsku mrežu ili izravno za predaju u elektroenergetsku mrežu te se često nazivaju *fotonaponskim elektranama*. U slučaju montaže na površini zgrade ili infrastrukturnog objekta takvi sustavi nazivaju se integriranim fotonaponskim elektranama, dok su neintegriranim fotonaponskim elektranama, nazivaju fotonaponski sustavi izgrađeni kao samostojeće građevine na tlu. Umreženi sustavi koriste se isključivo za proizvodnju izmjenične struje, stoga moraju biti opremljeni s jednim ili više izmjenjivača.

¹⁰⁶ Labudović B. Osnove primjene fotonaponskih sustava, Energetika Marketing, Zagreb, 2011., str 86.

Slika 3-6 Osnovna podjela fotonaponskih sustava



Izvor: Djelo autora prema Labudović B. Osnove primjene fotonaponskih sustava, Energetika Marketing, Zagreb, 2011., str 87.

3.2. Strategija Europske unije i uloga Republike Hrvatske u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora

Europska unija (EU) je svjetski predvodnik u promidžbi energije iz obnovljivih izvora i razvoja tehnologija OIE, potičući prijelaz na niskougljično gospodarstvo i gospodarski rast usmjeren protiv klimatskih promjena. Budući su proizvodnja i uporaba energije trenutno odgovorni za 75% emisija stakleničkih plinova u EU, EU je donijela *Strategiju energetske unije* usmjerenu na realizaciju kompetitivnog, sigurnog i energetske učinkovitog europskog društva spremnog za ostvarenje dugoročnog cilja smanjenja emisija stakleničkih plinova do 2050. godine.¹⁰⁷

Strategiju energetske unije je predstavila Europska Komisija 2015. godine s nastojanjem da se svim građanima osigura cjenovno pristupačna i održiva energija¹⁰⁸. Cilj strategije jesu povećanje ulaganja privatnih investitora u novu energetske infrastrukturu i niskougljične tehnologije, a ključni aspekti i osnove dokumenta jesu:¹⁰⁹

- energetska sigurnost;
- integrirano unutarnje energetske tržište;
- energetska učinkovitost;
- dekarbonizacija gospodarstva;
- istraživanja i inovacije.

U cilju kvalitetnije i bolje budućnosti energetske sustava u energetske uniji, Europska komisija je godinu dana kasnije (2016.) donijela cjelovit paket prijedloga legislative nazvane „*Čista energija za sve Europljane*”. Slijedom Paketa za čistu energiju, dogovorene su ključne inicijative čiji je sastavni dio i revizija direktiva o energiji iz obnovljivih izvora iz prosinca 2018¹¹⁰.

U paketu zakonodavstva EU ažurirani su energetske ciljevi EU-a do 2030. koji obuhvaćaju udio energije iz obnovljivih izvora (u daljnjem u tekstu: OIE) od barem 32%, uz povećanje energetske učinkovitosti zbog smanjenja potrošnje energije od minimalno 32,5%. Navedeni energetske ciljevi predstavljaju dio zajedničke energetske i klimatske Strategiju 2030 u periodu

¹⁰⁷ Nacionalni portal energetske učinkovitosti, Dostupno na: <https://www.enu.hr/ee-u-hrvatskoj/20-20-20-i-dalje/ciljevi-eu-2030/>. [04.02.2021.]

¹⁰⁸ Paket mjera za Energetske Uniju komunikacija Komisije Europskom Parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru, Odboru regija te Europskej investicijskoj banci: Okvirna strategija za otpornu energetske uniju s naprednom klimatskom politikom, COM(2015) 80 final, Brisel, veljača 2015.

¹⁰⁹ Energetske unija, <https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/energy-union/>

¹¹⁰ Službeni list Europske unije, L 328/82 HR Direktiva (EU) 2018/2001 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. prosinca 2018. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora

od 2020. do 2030. godine, ali i ukazuju na trend povećanja napora na postizanju klimatski neutralne EU sukladno preuzetim međunarodnim obvezama na temelju Pariškog sporazuma¹¹¹. Strategija 2030 utvrđuje prioritete energetske tranzicije koja bi kreirala sigurno i energetski učinkovito europsko društvo, spremno za dostizanje dugoročnog cilja klimatski neutralne Europe. Također, dokument omogućuje i osigurava prostor za tranziciju energetskog sektora u smislu dosadašnjih praksi, tehnologija, gospodarenja potrošnjom i utroškom energije te proizvodnjom energije u gospodarstvu, poduzetništvu i na razini samostalnih kućanstava. Dinamika tranzicije energetskog sektora uvelike ovisi o dinamici ostvarenja pojedinih ciljeva Strategije 2030, a u skladu sa scenarijima koji su analizirani na svakom pojedinom nacionalnom nivou. Stoga, na kraju razdoblja koje je obuhvaćeno Strategijom, plan je imati realiziranu proizvodnju, prijenos i distribuciju energije na decentraliziran, digitaliziran način u niskouglijčnom energetskom sektoru, a sa svrhom postizanja klimatske neutralnosti do 2050.

3.2.1. Nacionalni energetski plan

Punopravnim članstvom u Europskoj uniji od 1. srpnja 2013. godine Republika Hrvatska je preuzela obveze o doprinosu zajedničkom dogovoru u okviru Strategije energetske unije, kao i dužnost da poveća uporabu energije iz obnovljivih izvora temeljem Direktive 2009/28/EZ Europskog Parlamenta i Vijeća od 23. travnja 2009. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora.

Prateći europske propise, Republika Hrvatska je, kao i ostale države članice EU-a, dužna izvješćivati o doprinosu zajedničkom dogovoru u okviru Strategije energetske unije. Izvješćivanje se provodi temeljem desetogodišnjih nacionalnih energetskih planova, a prvi obuhvaća tekuće razdoblje od 2021. do 2030. godine. Dokument *Strategije energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine, s pogledom na 2050. godinu* (u daljnjem tekstu: Strategija) predstavlja viziju prijelaza na novu energetsku niskouglijčnu politiku koja osigurava pristupačnu, sigurnu i kvalitetnu opskrbu „čistom“ energijom¹¹².

Temeljni provedbeni dokument do 2030. godine bit će *Integrirani nacionalni energetski i klimatski plan*, u kojem će se definirati provedbene mjere za postizanje ciljeva¹¹³. Očekuje se da će naredni proces energetske tranzicije biti kapitalno intenzivan, bez poticajnih mjera u

¹¹¹ Energetska unija, <https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/energy-union/>

¹¹² Narodne novine 25/20, Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu

¹¹³ Republika Hrvatska, Ministarstvo zaštite okoliša i gospodarstva, Integrirani nacionalni energetski i klimatski plan za Republiku Hrvatsku za razdoblje od 2021. do 2030. godine, Zagreb, prosinac 2019.

smislu državnih potpora¹¹⁴, ali uz očekivani veći angažman privatnog sektora / kapitala u financiranju projekata OIE s ciljem ostvarenja ambicioznih ciljeva određenih ovom Strategijom.

U narednom razdoblju trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova od 2021. do 2030. godine, predviđene su nove mogućnosti kojima se omogućava financiranje modernizacija elektroenergetskog sektora¹¹⁵:

1. Fond za solidarnost tzv. „*Solidarity provision*“ ima za cilj postizanje solidarnosti, rasta i povezivanje zemalja unutar EU, sukladno članku 10(2)(b) Korisnici Fonda za solidarnost - države članice koje su 2013. godine imale BDP niži od 90% BDP-a EU (u tu kategoriju spada i Hrvatska). Namjena sredstava - sredstva iz ovog fonda koriste se za solidarnost među državama, podupiranje ekonomskog rasta i povezivanje među državama članicama.
2. Mogućnost prijelazne besplatne dodjele emisijskih jedinica proizvođačima električne energije za modernizaciju energetske sektora, sukladno članku 10.c. Korisnici 10.c su DČ čiji je BDP po stanovniku 2013. godine bio niži od 6% prosjeka EU (tu se ubraja i Hrvatska).
3. Fond za modernizaciju – financiranje projekata u cilju modernizacije energetske sektora i unaprjeđenje energetske učinkovitosti, sukladno članku 10.d. Ulaganja kojima se dodjeljuju sredstva moraju biti u skladu s ciljevima EU ETS direktive i Europskog fonda za strateška ulaganja (*European Fund for Strategic Investments*).
4. Inovacijski fond za financiranje razvoja i primjene inovativnih tehnologija i projekata za modernizaciju i dekarbonizaciju energetske sustava, sukladno članku 10.a(8) koji mogu koristiti sve države članice za potporu niskougljičnim tehnologijama i procesima.

Kroz predmetne fondove predviđene za financiranje modernizacija elektroenergetskog sektora u skladu s Europskim zelenim dogovorom, omogućuje se inicijativa državama za dekarbonizaciju energetske sektora kao ključnog aspekta za postizanje klimatske neutralnosti u EU do 2050. godine¹¹⁶.

¹¹⁴ Detaljnije o poticajnim mjerama vidjeti u Solangi K.H., Islam M.R., Saidur R., Rahim N.A., Fayaz H. A review on global solar energy policy, 2011.

¹¹⁵ Hrvatska elektroprivreda, Smjernice za financiranje modernizacije EES-a prema odredbama izmjene EU-ETS direktive (tzv. Direktiva o trgovanju emisijskim jedinicama stakleničkih plinova), Zagreb, ožujak 2019.

¹¹⁶ Narodne novine 25/20, Strategija energetske razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu

3.2.2. Uloga Republike Hrvatske u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora

Dugogodišnja tradiciju proizvodnje električne energije u Hrvatskoj zahvaljujemo prvenstveno velikim obnovljivim izvorima energije, odnosno hidroenergiji što je značajno utjecalo na smjer razvoja elektroenergetskog sustava. Većina potencijala za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora u južnom području Hrvatske povezana je s energijom Sunca i energijom vjetra koju prvenstveno koriste veći investitori budući regulativom nije u potpunosti riješena stimulacija energije koju bi proizvodili građani.

Iako smo u Hrvatskoj svjedoci značaja primarne uloge OIE u proizvodnji električne energije, razvoj i regulativa OIE u Republici Hrvatskoj iz 2001. godine predstavljaju svojevrsnu reformu upravo zbog naglaska na korištenju OIE koji je u interesu RH. Najznačajnija regulativa za OIE u RH podrazumijeva¹¹⁷:

1. *Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije* (NN 132/13, 81/14, 93/14, 24/15, 99/15, 110/15),
2. *Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji* (NN 100/15, 123/16, 131/17, 111/18),
3. *Uredbu o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije* (NN 116/18, 60/20) koja određuje način korištenja, visinu, obračun, prikupljanje, raspodjelu i plaćanje naknade za poticanje proizvodnje električne energije iz postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije i kogeneracijskih postrojenja te
4. *Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije* (NN 133/2013, 151/2013, 20/2014, 107/2014, 100/2015), kojim je zadana poticajna cijena električne energije koju operator tržišta plaća za isporučenu električnu energiju proizvedenu iz postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije i kogeneracijskih postrojenja.

Na kraju 2019. godine ukupan broj postrojenja u sustavu poticanja je 1347¹¹⁸. Najbrojnije su sunčane elektrane, ali je njihova pojedinačna snaga relativno mala, dok i u pogledu udjela u ukupnoj instaliranoj snazi i u ukupnoj poticanoj proizvodnji vjetroelektrane zauzimaju vodeće mjesto s više od 50% u oba udjela. Najveća razlika između udjela u ukupnoj instaliranoj snazi

¹¹⁷ Ministarstvo rada, gospodarstva i poduzetništva, OIE - obnovljivi izvori energije, HR politika, <http://oie.mingorp.hr/default.aspx?id=52>, posjećeno 18.03.2021.

¹¹⁸ HRVATSKI OPERATOR TRŽIŠTA ENERGIJE d.o.o. - HROTE, Sustav poticanja OIEIK u RH – godišnji izvještaj za 2019. godinu, Zagreb, veljača 2020.

i ukupnoj proizvodnji javlja se kod sunčanih elektrana, zbog relativno malog godišnjeg broja radnih sati¹¹⁹.

Hrvatsko zakonodavstvo od 2020. godine kao krovni strateški dokument ima *Nacionalnu razvojnu strategiju* (u nastavku: NRS) do 2030. godine koja podrazumijeva poticanje i daljnji rast proizvodnje energije iz obnovljivih izvora¹²⁰. Također, RH ima izrađen *Nacrt prijedloga Strategije niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu*¹²¹ te *Integrirani nacionalni energetske i klimatski plan za Republiku Hrvatsku za razdoblje od 2021. do 2030. godine*¹²². Sukladno predmetnim dokumentima, planira se porast od 6,6 puta instalirane snage u sunčanim elektranama uz prateće informativno - edukativne mjere za građane i jedinice lokalne samouprave (JLS), podršku u nužnim prostorno - planskim dokumentima za OIE te izradu regulatornog okvira i poticanje proizvodnje na mjestu potrošnje.

Dodatno, u cilju cjelovitog sagledavanja statusa OIE na razini Republike Hrvatske, nužno je spomenuti da je sukladno smjernicama novog dokumenta Europske Komisije *An EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future*¹²³, izrađen dokument *Study on the offshore grid potential in the Mediterranean region*¹²⁴. Riječ je o novom dokumentu kojem je svrha identificirati ukupan potencijal mediteranske regije za razvoj *offshore* (u nastavku teksta: priobalnih) obnovljivih izvora energije i prateće infrastrukture, sukladno trendovima i slično studijama izrađenim za Sjeverno i Baltičko more.

Gore navedeni dokument geografski obuhvaća devet zemalja Mediterana, među kojima je i Hrvatska, a analiza pokriva¹²⁵:

1. morske vjetroelektrane (priobalne, odnosno fiksne i plutajuće tehnologije vjetroelektrana),
2. energiju valova,
3. energiju plime i oseke,
4. vjetroelektrane na obali i
5. sunčane elektrane na otocima.

¹¹⁹ HRVATSKI OPERATOR TRŽIŠTA ENERGIJE d.o.o. - HROTE, OIE i kogeneracija - Izvještaji, siječanj 2021. - <https://www.hrote.hr/izvjestaji>, posjećeno 15.03.2021.

¹²⁰ Vlada Republike Hrvatske, Nacionalna razvojna strategija Republike Hrvatske do 2030., Zagreb, studeni 2020.

¹²¹ Republika Hrvatska, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Nacrt prijedloga Strategije niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu - <https://esavjetovanja.gov.hr/Econ/MainScreen?entityId=14019>, posjećeno 16.03.2021.

¹²² Republika Hrvatska, Ministarstvo zaštite okoliša i gospodarstva, Integrirani nacionalni energetske i klimatski plan za Republiku Hrvatsku za razdoblje od 2021. do 2030. godine, Zagreb, prosinac 2019.

¹²³ Europska Komisija, *An EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future* Brisel, studeni 2020.

¹²⁴ Europska Komisija, *Study on the offshore grid potential in the Mediterranean region*, Luksemburg, studeni 2020.

¹²⁵ Ibid

Iako se korištenje OIE na kopnu brzo proširilo po Mediteranu, razvoj priobalnih tehnologija je vrlo spor u cijeloj regiji. Budući RH, kao i većina zemalja Mediterana nema uhodane/uspostavljene programe potpore za priobalnih OIE, analiza troškova priobalnih OIE jedna je od prioritarnih preporuka za cijelu regiju uzimajući u obzir i razvoj mreže. Osim navedenog, nove preporuke uključuju i nužnost usklađenja tržišta mrežnih usluga te osiguranje prekogranične koordinacije.

3.2.3. Sustav poticaja proizvodnje energije iz fotonaponskih elektrana

U Republici Hrvatskoj je *Zakon o tržištu električne energije*¹²⁶ definirao stjecanje statusa povlaštenih proizvođača koji koriste obnovljive izvore energije još 2004. godine, kao i prava na poticajnu cijenu te tarifnog sustava za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije. Provedbeni akti temeljeni na *Zakonu o tržištu električne energije* definirali su vrste obnovljivih izvora energije, tehnologije i mogućnosti korištenja te proces stjecanja povlaštenog proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora energije:

- *Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije*¹²⁷ i
- *Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije*¹²⁸ koji je u listopadu 2015. doživio posljednju promjenu prije danas važećeg
- *Zakona o obnovljivim izvorima energije*¹²⁹,
- *Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije*¹³⁰ koja određuje način korištenja, visinu, obračun, prikupljanje, raspodjelu i plaćanje naknade za poticanje proizvodnje električne energije iz postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije i kogeneracijskih postrojenja i
- *Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije*¹³¹ sa zadanom poticajnom cijenom električne energije koju operator tržišta plaća za isporučenu električnu energiju proizvedenu iz postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije i kogeneracijskih postrojenja (posljednje izmjene su iz 2015.godine).

¹²⁶ Narodne novine 177/04, *Zakon o tržištu električne energije*

¹²⁷ Narodne novine 67/07, *Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije*

¹²⁸ Narodne novine 67/07, *Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije*

¹²⁹ Narodne novine 100/15, 123/16, 131/17, 111/18, *Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji*

¹³⁰ Narodne novine 33/77, *Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije*

¹³¹ Narodne novine 133/13, 151/13, 20/14, 107/14, 100/15, *Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije*

Na razini Europske unije aktualni su sljedeći sustavi financijskih poticaja OIE za proizvodnju električne energije:¹³²

- sustav zajamčenih cijena (*feed-in* tarife);
- sustav premija na tržišnu cijenu;
- sustav obvezujućih kvota (zeleni certifikati);
- sustav natječaja;
- subvencije investicija i razne fiskalne mjere.

Kao rezultat usklađivanja regulative s pravnom stečevinom Europske Unije, od 2016. godine je *Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji*¹³³ uveo premijski sustav kojim se sektor OIE približava zahtjevima tržišta električne energije. Premija predstavlja poticajnu cijenu samo za onu energiju koja je izravno prodana na tržištu. Kod nas je predviđena takozvana fiksna premija, koja štiti proizvođače na tržištu puno više od varijabilne premije, jer je njen cilj osigurati ukupan jednak iznos zbirne cijene kWh prodane električne energije.

Stoga je sustav poticanja zajamčenom otkupnom cijenom oblik poticanja proizvodnje električne energije iz proizvodnih postrojenja ili proizvodnih jedinica koja koriste obnovljive izvore energije i visokoučinkovite kogeneracije priključne snage do uključujući 30 kW (čl. 33. Zakona o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji), kojim se nositelju projekta izgradnje proizvodnog postrojenja ili proizvodne jedinice za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije omogućava sklapanje ugovora o otkupu električne energije zajamčenom otkupnom cijenom s operatorom tržišta električne energije.

I za premije i za *feed-in* tarife predviđeno je postojanje javnih natječaja za sklapanje ugovora o otkupu. Javni natječaj podrazumijeva u slučaju premija najpovoljnijeg ponuditelja kojega odabere Hrvatski operator tržišta energije - HROTE najmanje jednom godišnje.

Sukladno čl. 44. predmetnog Zakona¹³⁴ regulirano je preuzimanje viška proizvedene električne energije od kategorije kupaca s vlastitom proizvodnjom električne energije. Opskrbljivači električne energije dužni su preuzimati viškove električne energije od krajnjih kupaca s

¹³² Brajko i dr., CIGRE, 2015., Primjena tržišnih mehanizama na sustav poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije u skladu s novim smjernicama EU

¹³³ Narodne novine (100/15, 123/16, 131/17, 111/18) Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji

¹³⁴ Ibid.

vlastitom proizvodnjom električne energije koji zadovoljavaju uvjete da su na istom mjernom mjestu kupac i proizvođač, da priključna snaga svih postrojenja ne iznosi 500 kW te da je priključna snaga isporuke manja od snage preuzimanja. Iznos kojega kupac dobiva je 90% prosječne prodajne cijene ako je ukupno isporučena električna energija manja od kupljene. U slučaju da je cijena veća, predmetnih 90% prosječne prodajne cijene se smanjuje. Obračunsko razdoblje unutar kojega se računa neto isporučena ili preuzeta energija je jedan mjesec.

Treba napomenuti kako je u proteklom razdoblju u Republici Hrvatskoj bila nekolicina inicijativa za posebno reguliranje proizvodnje električne energije iz malih fotonaponskih sustava, od kojih su najrazrađeniji bili Prijedlog zakona o građanskoj energiji iz sunčanih energana iz 2015. godine koji je odbijen, ali i Prijedlog zakona o samoopskrbi električnom energijom iz obnovljivih izvora energije koji je u javnu raspravu upućen u siječnju 2018. godine.

3.3. Specifičnosti ulaganja u neintegrirane fotonaponske elektrane

Neintegrirane fotonaponske elektrane mogu se izvoditi korištenjem više različitih tehničkih rješenja što se tiče odabira i dimenzioniranja opreme, ali generalno se mogu nabrojati uobičajeni sastavni dijelovi:¹³⁵

- a) fotonaponski moduli
- b) izmjenjivači
- c) električni vodovi
- d) interna trafostanica

a) Fotonaponski moduli

Fotonaponski moduli služe kao generatori električne energije i temeljna su komponenta svake fotonaponske elektrane. Kako bi se dobila određena snaga fotonaponske elektrane potrebno je fotonaponske module spojiti u određene serijske i/ili paralelne kombinacije koje ovise o cjelokupnom tehničkom rješenju koje će omogućiti učinkovitu opskrbu električnom energijom.¹³⁶

Fotonaponski moduli koji se trenutno najviše primjenjuju su standardni moduli s okvirom s monokristalnim ili polikristalnim fotonaponskim ćelijama sa sljedećim osnovnim dijelovima:¹³⁷

- kućište
- međusobno povezane fotonaponske ćelije
- električni kontakti za spajanje na strujni krug
- stakleni zaštitni i nosivi pokrov

Osnovne tehničke karakteristike koje definiraju fotonaponski modul su vršna snaga modula, struja i napon pri vršnoj snazi te učinkovitost modula. Današnji fotonaponski moduli postižu vršnu snagu do otprilike 540 Wp, a učinkovitost im može dostići i do 23%, što su vrijednosti koje su do prije nekoliko godina bile nezamislive. Zajamčena učinkovitost i očekivani životni vijek fotonaponskih modula iznose između 25 i 30 godina.

b) Izmjenjivači

Izmjenjivač je dio fotonaponskog sustava čija je zadaća pretvorba istosmjerne struje koju generiraju fotonaponski moduli u izmjeničnu struju kako bi se omogućila isporuka električne energije u elektroenergetsku mrežu. Izmjenjivači u fotonaponskim sustavima također služe i

¹³⁵ Labudović B. Osnove primjene fotonaponskih sustava, Energetika Marketing, Zagreb, 2011., str 88.

¹³⁶ Majdandžić Lj. Solarni sustavi, Graphis, Zagreb, 2010., str 410.

¹³⁷ Labudović B. Osnove primjene fotonaponskih sustava, Energetika Marketing, Zagreb, 2011., str 79.

za prikaz, pohranu i prijenos podataka o radu sustava, ali i kao regulacijski, zaštitni i upravljački elementi.

Osnovne tehničke karakteristike izmjenjivača su maksimalna djelatna snaga, ukupna učinkovitost te broj ulaza nizova fotonaponskih modula. Prema veličini, odnosno snazi izmjenjivači se u pravilu mogu podijeliti na centralne izmjenjivače i izmjenjivače nizova. Centralni izmjenjivači objedinjuju proizvodnju svih modula elektrane na jednom mjestu, znatno su većih dimenzija, potrebno je koristiti veću duljinu istosmjernog kablenskog razvoda te su jeftiniji od izmjenjivača nizova. Izmjenjivači nizova su distribuirani tip izmjenjivača koji prikupljaju proizvedenu električnu energiju sa puno manjeg broja nizova modula nego što je to slučaj kod centralnih izmjenjivača. Osnovna prednost izmjenjivača nizova je veća raspoloživost, što znači da ukoliko dođe do kvara na jednom dijelu fotonaponske elektrane ili pojedinog izmjenjivača, doći će do prekida proizvodnje električne energije samo na izmjenjivaču koji je u kvaru ili na koji je spojen dio fotonaponskih modula u kvaru, dok bi prilikom korištenja centralnih izmjenjivača došlo do prekida proizvodnje cijele ili većeg dijela elektrane. S druge strane, centralni izmjenjivači su imaju nižu cijenu od izmjenjivača nizova, prvenstveno jer ih potrebno znatno manje pri dimenzioniranju neintegrirane fotonaponske elektrane.

Predvidivi vijek trajanja izmjenjivača je 10-15 godina te je prilikom procjene troškova potrebno uzeti u obzir zamjenu izmjenjivača fotonaponske elektrane u trinaestoj godini eksploatacije.

c) Električni vodovi

Osnovni uvjeti koje električni vodovi za fotonaponske sustave moraju zadovoljiti su mehanička čvrstoća (otpornost na tlačne i vlačne sile i savijanje), postojanost na vremenske uvjete (otpornost na ultraljubičasto zračenje te visoke i niske temperature) i sigurnost od strujnog udara koja se postiže dvostrukom izolacijom.¹³⁸

S obzirom na dio sustava u kojem se koriste električni vodovi za fotonaponske sustave mogu se podijeliti na:¹³⁹

- modulske vodove koji služe za međusobno povezivanje fotonaponskih modula te za povezivanje fotonaponskih modula s priključnim ormarićima. Uglavnom se postavljaju na otvorenom, a s obzirom kako se radi isključivo o vodovima za istosmjernu struju, potrebno je osigurati odvajanje pozitivnog od negativnog pola;

¹³⁸ Labudović B. Osnove primjene fotonaponskih sustava, Energetika Marketing, Zagreb, 2011., str 108.

¹³⁹ Ibid str.109.

- glavne vodove istosmjerne struje koji služe za povezivanje priključnih ormarića s izmjenjivačima;
- glavne vodove izmjenične struje koji služe za povezivanje izmjenjivača s internom trafostanicom i nadalje s elektroenergetskom mrežom zajedno sa zaštitnim i regulacijskim elementima.

d) Interna trafostanica

Interna trafostanica sastavni je dio fotonaponske elektrane čija je primarna zadaća transformacija napona i priključak električnog kablenskog voda na javnu elektroenergetsku mrežu. S obzirom kako se fotonaponske elektrane instalirane snage od 2,4 MW, kakva je predmet ovog rada, spajaju na srednjenaponsku razinu elektroenergetske mreže, osnovni dijelovi interne trafostanice su niskonaponski sklopni blok na koji se spajaju niskonaponski izmjenični kablenski vodovi koji dolaze od izmjenjivača, transformatora koji transformira napon sa razine niskog napona na razinu srednjeg napona te srednjenaponski sklopni blok na koji se povezuju srednjenaponski kablenski vodovi s transformatora i s kojeg nadalje srednjenaponski kabel adekvatnog presjeka i naponske razine povezuje elektranu s elektroenergetskom mrežom na koju se spaja.

Niskonaponska i srednjenaponska sklopna oprema smještaju se u obliku ormara u zatvoreni prostor, u obliku zidane ili kontejnerske kućice, dok se transformator može smjestiti unutar kućice zajedno sa sklopnom opremom ili na otvorenom u vanjskoj izvedbi neposredno pored kućice.

3.3.1. Tehničke karakteristike neintegrirane fotonaponske elektrane

Osnovne tehničke karakteristike koje opisuju i definiraju fotonaponsku elektranu određuju se u postupku koji se naziva dimenzioniranje fotonaponske elektrane. Prvi korak prilikom dimenzioniranja elektrane je određivanje veličine elektrane, odnosno određivanje vršne snage fotonaponske elektrane te posljedično tome i ukupne površine fotonaponskih modula.¹⁴⁰ Temeljni ulazni parametri za dimenzioniranje elektrane su raspoloživa površina plohe za postavljanje fotonaponskih modula i raspoloživa financijska sredstva koja su na raspolaganju investitoru za predmetni investicijski projekt. Jedan od važnih parametara koje također valja poznavati je i lokacija instalacije fotonaponske elektrane, a iz same lokacije određuju se

¹⁴⁰ Labudović B. Osnove primjene fotonaponskih sustava, Energetika Marketing, Zagreb, 2011., str 130.

potrebni meteorološki podaci, prvenstveno Sunčeva ozračenost, odnosno energija Sunčevog zračenja koja upada na plohu modula (godišnju, mjesečnu, dnevnu ili satnu).¹⁴¹

Vršna snaga svakog pojedinog modula ovisi o njegovoj izvedbi te broju ćelija od kojih se sastoji, a samim time i njegove površine. Ukupan zbroj svih pojedinih snaga svih modula koji su sastavni dio fotonaponske elektrane čini *vršnu snagu* elektrane koja se označava u jedinici Wp.

Valja također definirati i pojam *priključne snage* elektrane koja se može opisati kao najveća dopuštena vrijednost snage trajne predaje električne energije iz elektrane u elektroenergetsku mrežu.¹⁴² Fotonaponska elektrana u niti jednom trenutku ne smije u mrežu isporučivati veću snagu od iznosa priključne snage koja se za svaku elektranu definira u elektroenergetskoj suglasnosti koju investitoru izdaje operator distribucijskog sustava. U većini slučajeva fotonaponska elektrana dimenzionira se na način da je vršna snaga viša od priključne, kako bi se pokrili interni gubici elektrane u električnim vodovima i transformatoru, a potencijalna situacija da se u mrežu isporuči veća snaga od priključne sprečava se na način da se u postavkama izmjenjivača izlazna snaga ograniči na iznos definirane priključne snage.

Nakon što su definirani osnovni parametri u vidu broja fotonaponskih modula te vršne i priključne snage elektrane pristupa se određivanju konfiguracije modula te načina međusobnog povezivanja modula, kao i povezivanja modula na pripadajuće izmjenjivače. Temeljem količine i snage pojenih modula odabire se adekvatan broj i snaga potrebnih izmjenjivača, kao i duljine i presjeci istosmjernih i izmjeničnih električnih kabela. Istosmjerni kabeli odabiru se temeljem izračunatih međusobnih udaljenosti između redova modula i udaljenosti između redova modula i pripadajućih izmjenjivača na koje se predmetni redovi spajaju. Izmjenični kabeli odabiru se na temelju udaljenosti između pozicija izmjenjivača i interne trafostanice te udaljenosti između interne trafostanice i mjesta priključenja elektrane na elektroenergetsku mrežu.

Opisano dimenzioniranje u većini slučajeva izvodi se pomoću specijaliziranih programa za oblikovanje, dimenzioniranje i simulaciju rada fotonaponskih elektrana. Općenito takvi simulacijski programi složene i mnogobrojne ulazne podatke i okolnosti brzo i praktično pretvaraju u izlazne vrijednosti koje su potrebne korisniku kako bi dobio optimalno dimenzioniranu fotonaponsku elektranu. Postoji više programa koji obavljaju navedenu

¹⁴¹ Majdandžić Lj. *Obnovljivi izvori energije – Energetske tehnologije koje će obilježiti 21. stoljeće*, Graphis, Zagreb, 2008., str 55.

¹⁴² HEP-ODS, 4/2018 Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu, HEP-ODS, 2018.

funkciju kao što su PVcad, PV Design Pro, PV*Sol, PVSYST, PVGIS i mnogi drugi, a većina navedenih programa može se međusobno uspoređivati s obzirom kako se temelje na istim ulaznim parametrima.¹⁴³ Prilikom dimenzioniranja i simuliranja rada moguće je mijenjati ulazne parametre elektrane i samim time vršiti procjenu optimalnih konfiguracija, pri čemu je krajnji cilj dobiti što veću dugoročno proizvedenu električnu energiju iz elektrane.

Osnovni ulazni parametri koji se podešavaju su lokacija elektrane i nagib zemljišta, kut nagiba fotonaponskih modula, vrsta i snaga modula te vrsta i snaga izmjenjivača.¹⁴⁴ Svaki izmjenjivač na istosmjernoj strani ima određeni *MPP* (engl. *maximum power point*) raspon, odnosno područje najveće snage u kojem mora raditi, kao i granične vrijednosti struje i napona, koji jasno definiraju dopušteni raspon rada izmjenjivača.¹⁴⁵ Fotonaponski moduli moraju biti povezani na način da su njihove kumulativne vrijednosti struje i napona kompatibilne sa ograničenjima i *MPP* rasponom izmjenjivača. Svaki izmjenjivač može se s pripadajućim fotonaponskim modulima povezati na velik broj različitih načina, a svaki mogući način povezivanja rezultirati će različitom proizvodnjom električne energije. Naravno kako je cilj predmetne simulacije pronaći način povezivanja i odabir svih ostalih ulaznih parametara koji će rezultirati najvećom mogućom proizvodnjom električne energije iz elektrane.

Još jedan podatak o kojemu je potrebno voditi računa je naponska razina mreže na koju će se fotonaponska elektrana spojiti. Ovisno o kojoj se naponskoj razini radi (niski napon 0,4 kV) ili srednji napon (10(20) kV ili 35 kV) potrebno je odabrati adekvatne električne izmjenične vodiče te internu trafostanicu s pripadajućim sklopnim blokovima.

Važan pokazatelj efikasnosti i kvalitete izgrađene fotonaponske elektrane je *PR faktor* (engl. *performance ratio*) koji se definira kao omjer proizvedene električne energije iz fotonaponske elektrane na mjestu priključenja na mrežu i teoretske proizvodnje fotonaponskih modula pri STC uvjetima za isti promatrani period.¹⁴⁶ Preliminarno testiranje *PR* faktora provodi se neposredno nakon izgradnje i puštanja elektrane u pogon, a periodičnost kontrolnih testiranja *PR* faktora tijekom rada elektrane određuje se ugovorom između investitora i izvođača radova. Uobičajeno je testiranje *PR* faktora nakon prve i druge kalendarske godine rada fotonaponske elektrane kako bi se utvrdili eventualni nedostaci u performansama elektrane. *PR* faktor

¹⁴³ Majdandžić Lj. Solarni sustavi, Graphis, Zagreb, 2010., str 467.

¹⁴⁴ Ibid, str. 467.

¹⁴⁵ Grupa autora, Planning and Installing Photovoltaic Systems, 2 izdanje, Earthscan, UK, 2008., str. 181.

¹⁴⁶ Grupa autora, Planning and Installing Photovoltaic Systems, 2 izdanje, Earthscan, UK, 2008., str. 178.

uspoređuje stvarnu proizvodnju iz fotonaponske elektrane s proizvodnjom u idealnim uvjetima bez gubitka u sustavu, a može se prikazati sljedećom formulom:¹⁴⁷

$$PR = \frac{E_{real}}{E_{ideal}}$$

pri čemu je

E_{real} – stvarno proizvedena električna energija na mjestu priključenja na mrežu

E_{ideal} – teoretska proizvodnja električne energije u idealnim uvjetima i bez gubitaka u sustavu

3.3.2. Ključni koraci u razvoju projekta neintegrirane fotonaponske elektrane

U razvoju projekta neintegrirane fotonaponske elektrane mogu se navesti sljedeći ključni koraci:¹⁴⁸

- a) usklađenost zahvata s važećom prostorno – planskom dokumentacijom
- b) ishođenje dozvole za priključenje fotonaponske elektrane na elektroenergetsku mrežu
- c) ishođenje rješenja o prihvatljivosti fotonaponske elektrane na okoliš
- d) ishođenje lokacijske i/ili građevinske dozvole.

- a) Usklađenost zahvata s važećom prostorno – planskom dokumentacijom

Analiza usklađenosti zahvata fotonaponske elektrane s važećom prostorno–planskom dokumentacijom predstavlja osnovni i ključni korak u razvoju projekta obnovljivih izvora energije zbog definiranja kriterija za projektiranje i dimenzioniranje elektrane, ali i zbog sagledavanja potencijalnih ograničenja u prostoru i okolišu koja nužno uvjetuju dodatne uloge u investiciju.

Sukladno važećoj regulativi zaštite okoliša, osobito *Uredbi o procjeni utjecaja zahvata na okoliš*¹⁴⁹, nužni su ovjereni izvodi iz odgovarajuće prostorno-planske dokumentacije (u tekstualnom i grafičkom obliku) te grafički prilozi s ucrtanim zahvatom koji prikazuju odnos prema postojećim i planiranim zahvatima u prostoru, kao i analiza usklađenosti zahvata s dokumentima prostornog uređenja u postupku procjene utjecaja zahvata na okoliš pri nadležnom Ministarstvu gospodarstva i održivog razvoja, a u cilju ishođenja lokacijske dozvole za zahvat.

Upravljanje i gospodarenje prostorom i okolišem u cilju održivog razvoja definirani su kroz dokumente *Strategije prostornog uređenja Republike Hrvatske*¹⁵⁰ iz 1997. godine te *Program*

¹⁴⁷ Ibid, str. 178.

¹⁴⁸ ključni koraci navedeni su prema iskustva autora na razvoju projekata neintegriranih fotonaponskih elektrana

¹⁴⁹ Narodne novine (61/14, 3/17) Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš. Zagreb: Narodne novine d.d.

¹⁵⁰ https://mgipu.gov.hr/UserDocsImages//dokumenti/Prostorno/StrategijaRH//Strategija_I_II_dio.pdf, posjećeno 19.01.2021.

*prostornog uređenja Republike Hrvatske*¹⁵¹ iz 1999. godine, kao i danas aktualnu *Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske*¹⁵². Predmetni dokumenti razmatraju teritorij države kroz prostorno - planske cjeline: 20 županija i Grad Zagreb, koje omogućavaju sagledavanje i cjelovit plansko – razvojni pristup. Temeljeni *Zakon o prostornom uređenju*¹⁵³ definira županiju kao temeljnu poveznicu u aspektu prostornog planiranja na državnoj i lokalnoj razini. Prostorno uređenje na području pojedine županije utvrđuje se prostornim planovima županija, čime se stječu uvjeti i za planiranje na lokalnoj razini svakog pojedinog zahvata. U svojem samoupravnom djelokrugu, županija obavlja poslove od regionalnog značenja, a posebno one vezane uz prostorno i urbanističko planiranje, gospodarski razvoj te provedbu dokumenata prostornog uređenja za područje županije izvan područja velikoga grada te ostale poslove sukladno posebnim propisima.

Prostornim planom županije navedeni su zahvati i od interesa za državu uz one od interesa za županiju te za jedinice lokalne uprave i samouprave sukladno gospodarskim učincima koje će realizacija zahvata postići. Dokumenti prostornih planova županije točno i nedvosmisleno propisuju odredbe za neposrednu provedbu za fotonaponske elektrane i druge zahvate u prostoru. Predmetne prostorno-planske odredbe za neposrednu provedbu predstavljaju osnovu za izradu stručne podloge za lokacijsku i građevinsku dozvolu. Stoga je potvrda o prostorno – planskoj usklađenosti ključan prvi korak koji definira uvjete provedbe zahvata u prostoru što, u konačnici rezultira lokacijskim uvjetima za pojedini zahvat.

Za potrebe ishođenja lokacijske dozvole nužno je razmotriti obuhvat zahvata što u slučaju fotonaponske elektrane uključuje sve cjeline neophodne za rad i održavanje elektrane. Točnije, obuhvat zahvata u prostorno – planskom aspektu podrazumijeva elektranu s nužnom infrastrukturom (pristupni putovi, interna kabelska mreža) i trafostanicu. U analizi prostorno – planskih dokumenata, obuhvat zahvata fotonaponske elektrane se definira katastarskim općinama te pripadajućim katastarskim česticama za koje se izdaje potvrda o prostorno – planskoj usklađenosti s važećim prostornim planovima.

Za projekte manjih fotonaponskih elektrana važni su prostorni planovi na razini regionalnog planiranja budući je riječ o zahvatima od interesa za jedinice lokalne samouprave. U takvom slučaju je podjednako važna prihvatljivost fotonaponske elektrane u smislu prostorno-funkcionalne organizacije prostora na razini lokalne samouprave, kao i prihvatljivost zahvata

¹⁵¹ <https://mgipu.gov.hr/UserDocsImages//dokumenti/Prostorno/ProgramRH//program-knjiga.pdf>, posjećeno 19.01.2021.

¹⁵² NN (153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19) Zakon o prostornom uređenju. Zagreb: Narodne novine d.d.

¹⁵³ Ibid.

s aspekta očuvanja sastavnica okoliša i prirode. Međutim, značajna je prednost da je za ovu razinu zahvata moguća veća fleksibilnost i mogućnost usklađivanja zahvata s prostorno – planskom dokumentacijom. U cilju sigurne opskrbe energijom iz obnovljivih izvora i s malim emisijama, jedinice lokalne samouprave motiviraju nositelje projekata fotonaponskih elektrana te ih pozitivno usmjeravaju brzom i kvalitetnom reakcijom koja podrazumijeva provođenje usklađivanja prostorno – planskih aspekata na inicijativu nositelja zahvata.

b) Ishođenje dozvole za priključenje fotonaponske elektrane na elektroenergetsku mrežu
Jedan od osnovnih preduvjeta za izgradnju fotonaponske elektrane je ishođenje dozvole kojom operator elektroenergetskog sustava dopušta priključenje na mrežu te određuje uvjete koje elektrana mora ispuniti prije priključenja te za vrijeme trajnog pogona elektrane s mrežom. Temeljni dokumenti koji definiraju postupak priključenja fotonaponske elektrane priključne snage do 10 MW su:¹⁵⁴

- 1) *Uredba o izdavanju energetske suglasnosti i utvrđivanju uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu* kojom se propisuju postupci izdavanja energetske suglasnosti te utvrđuju pojedinačni uvjeti pojedinog priključka te ugovorni odnosi korisnika mreže i nadležnog energetske subjekta u pogledu uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu.¹⁵⁵
- 2) *Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu* kojima se detaljno se propisuje postupak i uvjeti priključenja novih korisnika na elektroenergetsku distribucijsku mrežu te način i uvjeti ishođenja nužnih dokumenata u postupku priključenja, žalbeni postupak, kao i prava i obveze strana u postupku priključenja.¹⁵⁶
- 3) *Mrežna pravila distribucijskog sustava* kojima se uređuju tehnički uvjeti priključenja korisnika distribucijske mreže na elektroenergetsku distribucijsku mrežu.¹⁵⁷

Prvi korak u postupku priključenja elektrane na mrežu je slanje zahtjeva za izdavanje *elaborata optimalnog tehničkog rješenja priključka* (EOTRP) operatoru sustava. Elabratom se procjenjuju mogućnosti priključenja korisnika na distribucijsku mrežu složenim priključkom uz procjenu troškova u cilju utvrđivanja naknade za priključenje.¹⁵⁸ Po izradi EOTRP-a

¹⁵⁴ https://www.hera.hr/hr/html/propisi_eenergija.html, posjećeno 18.01.2021.

¹⁵⁵ Narodne novine (2018) Uredba o izdavanju energetske suglasnosti i utvrđivanju uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu. Zagreb: Narodne novine d.d.

¹⁵⁶ HEP-ODS, 4/2018 Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu, HEP-ODS, 2018.

¹⁵⁷ Narodne novine (2018) Mrežna pravila distribucijskog sustava. Zagreb: Narodne novine d.d.

¹⁵⁸ Baškarad T., Đaković, J., Kuzle I. IZRADA ELABORATA OPTIMALNOG TEHNIČKOG PRIKLJUČENJA ELEKTRANE PREMA NOVIM ODREDBAMA HRVATSKIH PRAVILA O PRIKLJUČENJU NA DISTRIBUCIJSKU MREŽU, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2018.

korisniku se uz Elaborat dostavlja i *Ugovor o priključenju na elektroenergetsku mrežu* temeljem kojeg se uređuje priključenje na elektroenergetsku mrežu između operatora sustava i investitora te se utvrđuju financijski uvjeti priključka. Investitor je dužan u roku od 270 dana od dana primitka EOTRP-a predati operatoru sustava zahtjev za izdavanje *elektroenergetske suglasnosti* te sklopiti ugovor o priključenju, a ukoliko to ne izvrši EOTRP prestaje vrijediti i potrebno ga je ponovno izraditi. Elektroenergetska suglasnost je suglasnost koju izdaje operator sustava temeljem zahtjeva investitora, a kojom se definiraju uvjeti priključenja građevine na elektroenergetsku mrežu.¹⁵⁹ Prilikom sklapanja ugovora o priključenju investitor je dužan u roku od 30 dana od potpisa ugovora izvršiti uplatu avansa operatoru sustava u iznosu od 10% iznosa utvrđene naknade za priključenje elektrane na mrežu. Sukladno uvjetima iz elektroenergetske suglasnosti investitor ishodi potrebne dozvole te gradi elektranu, a početak korištenja mreže ostvaruje slanjem zahtjeva za sklapanje ugovora o korištenju mreže te ishodašenjem *potvrde o početku korištenja mreže*. Nakon što se uspješno izvrši pokusni rad elektrane i izradi *konačno izvješće o pokusnom radu*, ishodi se *potvrda za trajni pogon* kojom operator sustava potvrđuje kako je elektrana ispunila uvjete operatora distribucijskog sustava te kako nema zapreka za izdavanje uporabne dozvole za elektranu.¹⁶⁰

c) Ishodašenje rješenja o prihvatljivosti fotonaponske elektrane na okoliš

Sukladno važećoj regulativi zaštite okoliša, prvenstveno Zakonu o zaštiti okoliša¹⁶¹ te pratećoj Uredbi o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (u nastavku: Uredba)¹⁶², zahvati fotonaponskih elektrana podliježu obavezi provedbe postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja na okoliš jer, prema Prilogu II. navedene Uredbe, spadaju u kategoriju 2. Energetika (osim zahvata u Prilogu I.) – točka 2.4. Sunčane elektrane kao samostojeći objekti. Provedba postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš, u nadležnosti je Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja.

S obzirom na odnos zahvata fotonaponskih elektrana i područja ekološke mreže, nositelj zahvata je prema Zakonu o zaštiti prirode¹⁶³ obavezan provesti i prethodnu ocjenu prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu. Prema članku 27. Zakona o zaštiti prirode, za zahvate za koje je propisana obaveza ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš, prethodna ocjena se obavlja u okviru postupka ocjene o potrebi procjene.

¹⁵⁹ Narodne novine (2018) Uredba o izdavanju energetske suglasnosti i utvrđivanju uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu. Zagreb: Narodne novine d.d.

¹⁶⁰ HEP-ODS, 4/2018 Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu, HEP-ODS, 2018.

¹⁶¹ Narodne novine (80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18) Zakon o zaštiti okoliša. Zagreb: Narodne novine d.d.

¹⁶² Narodne novine (61/14, 3/17) Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš. Zagreb: Narodne novine d.d.

¹⁶³ Narodne novine (80/13, 15/18, 14/19, 127/19) Zakon o zaštiti prirode. Zagreb: Narodne novine d.d.

Kada nadležno Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja zaprimi zahtjev za ocjenu o potrebi procjene, ono pribavlja mišljenja od drugih tijela i/ili osoba određenih posebnim propisima, jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave te informira javnost o zahtjevu. Ocjena o potrebi procjene provodi se na temelju pojedinačnih ispitivanja sukladno kriterijima određenim u Prilogu V. Uredbe i uzimajući u obzir zaprimljena mišljenja. Nakon provedenog postupka izdaje se rješenje o prihvatljivosti za okoliš nositelju zahvata koje je također dostupno zainteresiranoj javnosti. Predmetno rješenje o prihvatljivosti zahvata za okoliš nužno je u postupku ishodađenja lokacijske i/ili građevinske dozvole.

d) Ishodađenje lokacijske i/ili građevinske dozvole

Fotonaponska elektrana temeljem *Zakona o gradnji* tretira se kao građevina koja se definira kao građenjem nastao i s tлом povezan sklop, izveden od svrhovito povezanih građevnih proizvoda sa ili bez instalacija, sklop s ugrađenim postrojenjem ili samostalno postrojenje povezano s tлом.¹⁶⁴ Sukladno tome za fotonaponsku elektranu potrebno je izraditi glavni projekt te ishoditi *građevinsku dozvolu*. U određenim slučajevima nužno je prije izrade glavnog projekta izraditi idejni projekt i temeljem istog ishoditi *lokacijsku dozvolu*. Lokacijska dozvola izdaje se između ostalog u sljedećim slučajevima:¹⁶⁵

- etapno i/ili fazno građenje građevine
- građenje na zemljištu, odnosno građevini za koje investitor nije riješio imovinskopravne odnose ili za koje je potrebno provesti postupak izvlaštenja

Ukoliko se fotonaponska elektrana ne planira graditi etapno ili fazno lokacijsku dozvolu potrebno je ishoditi u slučaju da na zemljištu na kojemu se planira izgradnja elektrane nisu riješeni imovinskopravni odnosi. U većini slučajeva se takva situacija događa kada se gradnja elektrane planira na zemljištu u državnom vlasništvu pa je potrebno od strane vlasnika zemljišta ishoditi pravo služnosti ili pravo građenja. U slučaju da investitor kupi ili iznajmi zemljište na kojemu će graditi elektranu izrada idejnog projekta te ishodađenje lokacijske dozvole nisu potrebni.

Idejni projekt izrađuje se za provedbu zahvata u prostoru određenog projektnim zadatkom i po potrebi prethodno izrađenim idejnim rješenjima, te dokumentaciji na temelju koje su stečena prava za provedbu zahvata u prostoru.¹⁶⁶ Valja naglasiti kako investitor svakako nakon inicijalnog prikupljanja podataka treba izraditi idejno rješenje, studiju izvodljivosti ili idejni

¹⁶⁴ Narodne novine (2019) Zakon o gradnji. Zagreb: Narodne novine d.d.

¹⁶⁵ Narodne novine (2019) Zakon o prostornom uređenju. Zagreb: Narodne novine d.d.

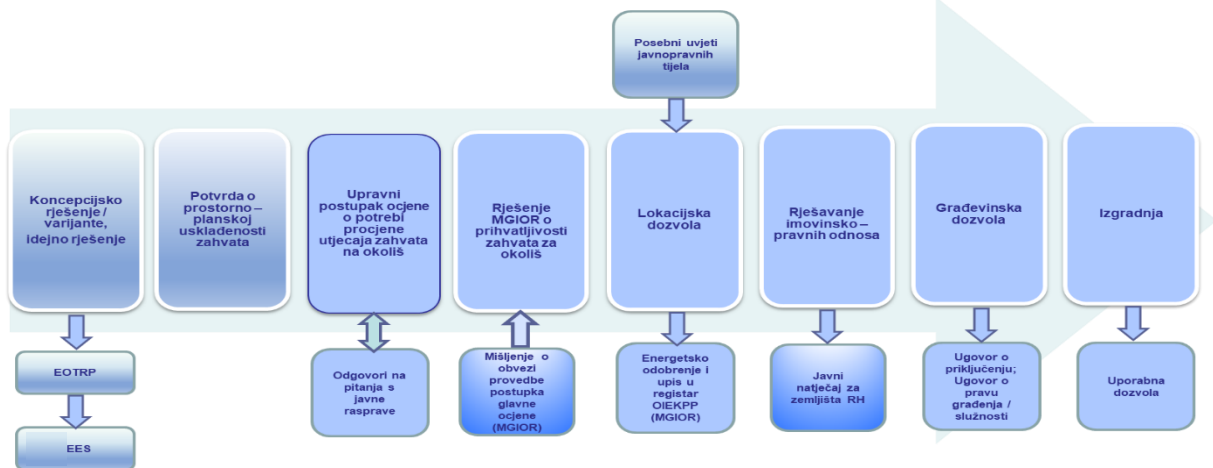
¹⁶⁶ Narodne novine (2020) Pravilnik o obveznom sadržaju idejnog projekta. Zagreb: Narodne novine d.d.

projekt, odnosno dokumentaciju u kojoj će biti vidljive tehno-ekonomske performanse projekta temeljem koje će menadžment poduzeća biti u mogućnosti odlučiti o prihvaćanju ili odbijanju projekta.¹⁶⁷

Glavni projekt je skup međusobno usklađenih projekata kojima se daje tehničko rješenje građevine i dokazuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu te drugih propisanih i određenih zahtjeva i uvjeta.¹⁶⁸ S obzirom na razinu razrade i cijene glavnog projekta, on se svakako izrađuje nakon što je donesena odluka o prihvaćanju projekta te samim time trošak njegove izrade treba biti uključen u investicijske troškove projekta. U glavnom projektu moraju biti navedeni podaci potrebni za izračun komunalnog doprinosa i vodnog doprinosa. Izrađeni glavni projekt sastavni je dio zahtjeva za ishodenje građevinske dozvole, a investitor može započeti s izgradnjom elektrane nakon izdavanja i pravomoćnosti građevinske dozvole.

Dijagram temeljnih aktivnosti razvoja projekta izgradnje neintegrirane fotonaponske elektrane prikazan je na slici 3-7.

Slika 3-7 Dijagram osnovnih koraka u razvoju projekta izgradnje neintegrirane fotonaponske elektrane



Izvor: djelo autora

¹⁶⁷ Vidjeti detaljnije u Galfi G., Daryanto W. Decision making on project feasibility using capital budgeting model and sensitivity analysis. case study: Development solar PV power plant project, 2019.

¹⁶⁸ Narodne novine (2019) Zakon o gradnji. Zagreb: Narodne novine d.d.

4. ANALIZA SLUČAJA – BUDŽETIRANJE KAPITALA INVESTICIJSKOG PROJEKTA NEINTEGRIRANE FOTONAPONSKE ELEKTRANE

4.1. Osnovni podaci o projektu

Predmet analize slučaja je stvarni projekt koji je u fazi pripreme za implementaciju. Posljedično tome radi tajnosti podataka neki segmenti će biti izostavljeni ili izmijenjeni, naročito oko lokacije i naziva projekta. Isto tako će se fotonaponska elektrana u nastavku teksta označavati sa FNE.

Lokacija FNE nalazi se u Splitsko-dalmatinskoj županiji u dalmatinskoj zagori. Lokacija je omeđena visokim gorskim prostorima Svilaje i Dinare te rijekom Cetinom i akumulacijskim jezerom Peruća. Površina čestice zemlje na kojoj se smješta FNE iznosi otprilike 25.000 m². Lokacija se nalazi na terenu koji je blago nagnut prema jugu i gotovo je nezasjenjen, a cijelo područje ima dobar solarni potencijal za izgradnju predmetnih elektrana. Na području dominiraju prirodni travnjaci s pojedinačnim stablima i grmovima, što znači da će teren biti potrebno izravnati i očistiti vegetaciju prije početka izgradnje elektrane.

Prostorni plan uređenja Splitsko-dalmatinske županije daje programu korištenja obnovljivih izvora energije poseban značaj zbog velikih resursnih potencijala prostora Županije obnovljivim izvorima energije i ekoloških podobnosti njihovih programa (tehničko-tehnoloških procesa pretvorbe energije) te ubrzanog razvoja tehnologija iskorištavanja sunčeve energije. Predmetna lokacija za izgradnju FNE predviđena je i upisana u prostorni plan županije uz određene uvjete i ograničenja koja ne utječu na planiranje i realizaciju elektrane. Isto tako lokacija zahvata FNE i u prostornom planu nižeg reda (općine ili grada) označena je kao potencijalna lokacija za sunčane elektrane.

Prihvatljivost planiranog zahvata FNE na okoliš detaljno je obrađena Elaboratom zaštite okoliša uz zahtjev za ocjenu o potrebi procjene utjecaja na okoliš za predmetni zahvat. Elaborat obrađuje utjecaj na okoliš predmetnog zahvata FNE te je na temelju navedenog elaborata proveden je postupak ocjene o potrebi procjene utjecaja na okoliš, te je Ministarstvo zaštite okoliša i energetike donijelo Rješenje kojim određuje kako za navedene zahvate nije potrebno provesti postupak procjene utjecaja na okoliš, kao ni glavnu ocjenu prihvatljivosti za ekološku mrežu.

Investitor se odlučio za kupnju predmetnog zemljišta te iz tog razloga nije bilo potrebno ishoditi lokacijsku dozvolu, s obzirom kako su imovinsko-pravni odnosi riješeni, a FNE se

planira izgraditi u jednoj fazi. Izrađen je glavni projekt temeljem kojeg je od strane Upravnog odjela za graditeljstvo i prostorno uređenje izdana građevinska dozvola.

FNE se planira priključiti na SN distribucijsku mrežu sukladno elektroenergetskoj suglasnosti izdanoj od strane operatora distribucijskog sustava. Spoj FNE na mrežu vrši se 10(20) kV priključnim kabelom duljine cca. 250 m između interne trafostanice FNE i susretnog postrojenja u nadležnosti operatora distribucijskog sustava, pri čemu je mjesto razgraničenja kabelski završetak kabela u vodnom polju susretnog postrojenja.

Preduvjet za realizaciju priključka građevine je izgradnja susretnog postrojenja – distributivnog rasklopišta 10(20) kV, koje će biti mjesto priključenja građevine na distribucijsku mrežu. U susretnom postrojenju će se mjeriti predana/preuzeta električna energija iz elektrane i smjestit će se prekidač za odvajanje elektrane od mreže.

4.2. Tehno ekonomski podaci

4.2.1. Tehnički opis fotonaponske elektrane

U ovom poglavlju ukratko su opisani tehnički podaci predmetne FNE te odabrani glavni sastavni dijelovi elektrane. Planirana instalirana snaga FNE iznosi 2.400 kWp, dok priključna snaga iznosi 2.100 kW, što je definirano elektroenergetskom suglasnosti izdanom od strane operatora distribucijskog sustava. Očekivani PR faktor koji FNE treba postići tijekom prve godine rada iznosi 82%.

Fotonaponski moduli kao izvori istosmjernog napona osnovni su element sunčane elektrane. U FNE planiraju se ugraditi moduli na bazi tehnologije od monokristalnog silicija, koji zadovoljava visoka tehnička očekivanja s obzirom da proizvođač garantira visoku podudarnost deklarirane i izmjerene snage. Planira se ugraditi ukupno 5.460 FN modula snage 440 Wp, tipa kao JKM440M-78H-V proizvođača Jinkosolar.¹⁶⁹ Ukupan broj FN modula biti će dostatan za postizanje instalirane snage od 2.400 kWp, mjereći zbroj snaga svih instaliranih FN modula u STC uvjetima.

Za dobivanje željenog napona istosmjernog dijela interne električne mreže fotonaponski moduli se serijskim vezama povezuju u nizove od 26 modula, tj. u strujne krugove istosmjernog napona do 1500 V. Povezivanjem više nizova paralelno dobiva se željena snaga. Paralelno spajanje nizova vrši se u razvodnim ormarima istosmjernog napona. FN moduli složeni su na način da je na svaki istosmjerni razvodni ormar priključeno 15 paralelnih nizova od 26 serijski povezanih modula.

Unutar površine FNE uspostavljaju se redovi montažnih konstrukcija za montažu FN modula. Redovi konstrukcija pružaju se u pravcu istok-zapad kako bi se osiguralo orijentiranje FN modula direktno prema jugu. FN moduli postavljaju se na montažnu konstrukciju pod kutom od 20°.

Izmjenjivači su je uređaji koji predstavljaju vezu između istosmjerne strane (fotonaponskog sustava) i izmjenične strane (električne mreže). Planira se ugradnja 14 trofaznih izmjenjivača bez transformatora, tipa SUN2000-185KTL-H1 proizvođača Huawei.¹⁷⁰ koji su predviđeni za paralelni rad s mrežom nazivnog napona 800 V, 50 Hz. Jedinična instalirana snaga pojedinog izmjenjivača iznosi 185 kW, dok kumulativna snaga izmjeničnog izlaza, uz ograničenje prekoračenja priključne snage, iznosi 2.100 kW.

¹⁶⁹ Tehnički parametri korištenog modula dani su u Prilogu 1

¹⁷⁰ Tehnički parametri korištenog izmjenjivača dani su u Prilogu 2

Moduli se međusobno i s izmjenjivačima povezuju istosmjernim kabelima odgovarajućeg presjeka, dok se izmjenjivači s pripadajućim niskonaponskim poljem *interne trafostanice* povezuju izmjeničnim kabelom presjeka od 120 do 240 mm² ovisno o udaljenosti izmjenjivača od interne trafostanice.

Interna trafostanica nalazi se unutar obuhvata zahvata FNE i izvodi se kao montažni betonski objekt za smještaj srednjenaponske i niskonaponske opreme s vanjskim transformatorom. U prostor srednjeg i niskog napona ugrađuju se srednjenaponski 10 (20) kV sklopnog bloka s 2 polja, niskonaponski razvod 0,8 kV za priključak izmjenjivača i vlastite potrošnje elektrane te oprema vlastite potrošnje elektrane. Zbog veličine preklopivog energetskog transformatora 10(20)/0,8 kV nazivne snage 2,2 MVA njegova montaža je predviđena u vanjskom prostoru na za to predviđenom betonskom temelju s pripadajućom vlastitom uljnom jamom. Interna trafostanica FNE priključuje se na planirano susretno postrojenje polaganjem srednjenaponskog kabela, a sve u skladu s posebnim uvjetima i izdanom elektroenergetskom suglasnosti operatora distribucijskog sustava.

4.2.2. Procjena proizvodnje električne energije

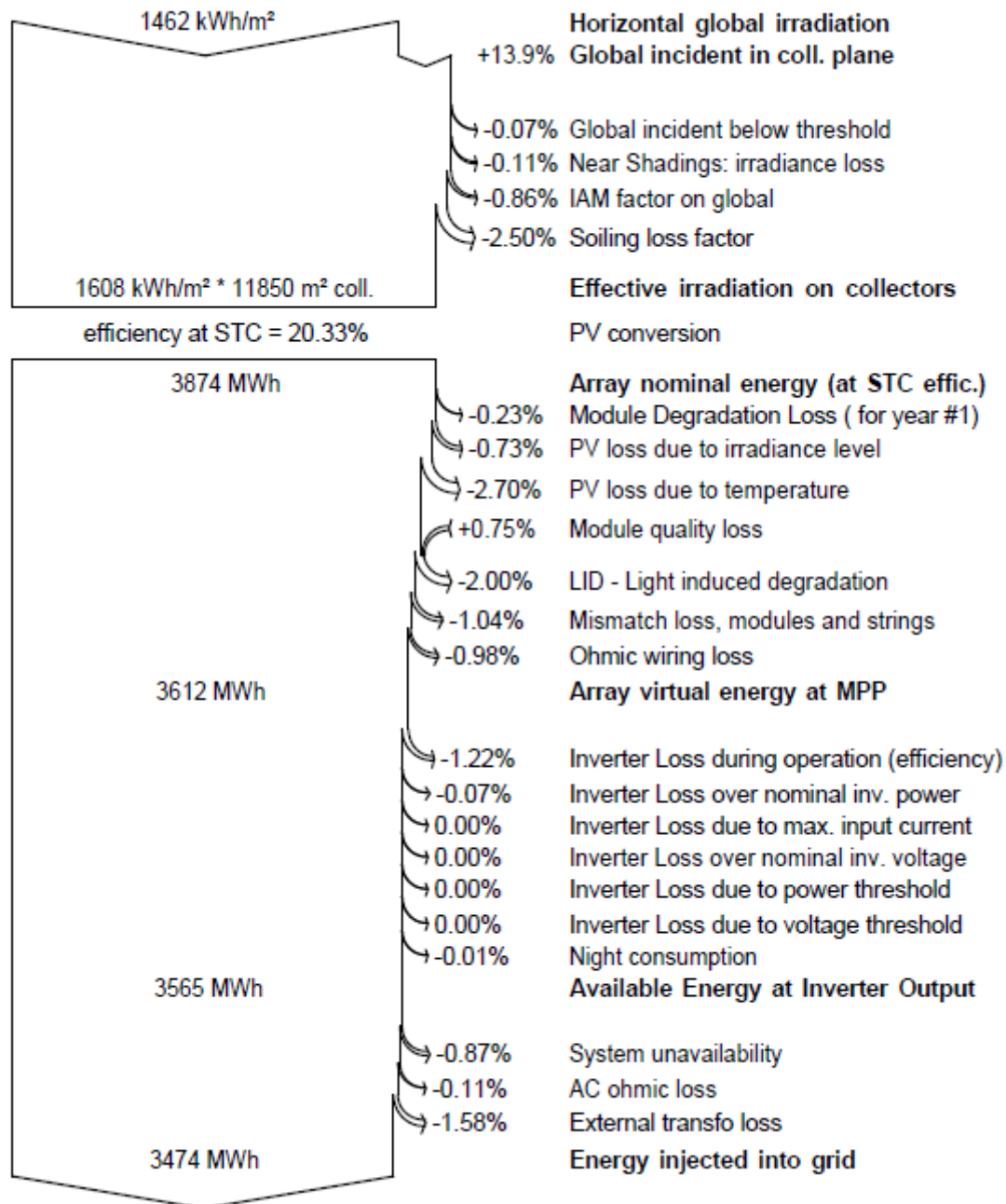
U cilju osiguranja procjene proizvodnje sunčane elektrane, potrebno je poznavati dugogodišnje mjesečne prosjeke Sunčeva zračenja na lokaciji (globalnog i difuznog) kao i prosječne dnevne temperature zraka na lokaciji. Na osnovu prethodno navedenih poznatih ulaznih podataka napravljena je procjena proizvodnje električne energije u programu *PVSYST*. *PVSYST* je računalni program koji omogućava dimenzioniranje, proračun proizvodnje, 3D simulacije zasjenjenja, analizu i obradu klimatološki podataka i osnovnu ekonomsku analizu FNE.

Odabrani nagib FN modula u ovima analizama je 20 stupnjeva s idealnom orijentacijom prema jugu. U proračunu proizvodnje uključeni su svi značajni parametri koji utječu na gubitke unutar FNE, a to su:¹⁷¹ gubici zbog utjecaja reljefa; gubici zbog međusobnog zasjenjenja modula; gubici zbog utjecaja temperature; gubici zbog smanjenja efikasnosti uslijed varijacije ozračenja u odnosu na STC; gubici zbog utjecaja prljavštine; gubici zbog nepodudarnosti karakteristika FN modula; gubici u kabelima na istosmjernoj i izmjeničnoj strani; degradacija kvalitete modula; IAM gubici zbog refleksije i transmisije na nagnutu plohu; utjecaj vjetra i gubici zbog neraspoloživosti mreže.

¹⁷¹ Analiza isplativosti predmetne FNE

Uzevši u obzir sve prethodno navedene ulazne parametre te gubitke proračunata je godišnja proizvodnja FNE koja iznosi 3.474 MWh. Specifična proizvodnja iznosi 1.447 kWh/kWp/god. Rezultati proračuna prikazani na slici 4-1.

Slika 4-1 Rezultati proračuna proizvodnje električne energije za FNE



Izvor: Simulacijski program PVSYST

4.2.3. Procjena investicijskih i operativnih troškova

Investicijski troškovi (CAPEX) izgradnje FNE uključuju sve komponente od razvoja projekta do izgradnje i puštanja u pogon, a za potrebe ove analize slučaja podijeliti će se u četiri kategorije:

- Troškovi razvoja projekta koji uključuju izradu projektne i natječajne dokumentacije te sve ostale usluge i aktivnosti potrebne za ishođenje potrebnih dozvola. Tu su uključeni i troškovi ugovaranja, menadžment i vođenje projekta u cjelini.
- Trošak kupoprodaje zemljišta koji uključuje kupoprodajnu cijenu po kojoj je investitor otkupio zemljište koje predstavlja obuhvat zahvata elektrane.
- Troškovi izgradnje elektrane, svakako predstavljaju najznačajniji dio investicijskih troškova, a sastoje se od troškova nabave/transporta i ugradnje kompletne elektrotehničke opreme i montažne konstrukcije, troškova građevinskih radova na čišćenju postojeće vegetacije, ravnanju terena, priprema za gradnju, troškovi iskopa za kabelaške rovove i temelje ograde, izgradnja servisnih cesta, zaštitne ograde i ulaznih vrata.
- Troškovi priključka na mrežu uključuju direktne troškove priključka i po potrebi troškove stvaranja tehničkih uvjeta u mreži. Navedeni troškovi su specifični za određenu lokaciju jer ovise o izgrađenosti postojeće distribucijske mreže i mogućem mjestu priključka.

Investicijski troškovi projekta izgradnje FNE prikazani su u tablici 4-1. Ukupni investicijski troškovi procijenjeni su na 13.800.000,00 kn, odnosno specifični investicijski trošak po jedinici instalirane snage iznosi 5.750 kn/kWp (757 €/kWp).

Tablica 4-1 Investicijski troškovi projekta izgradnje FNE

Investicijski troškovi	Cijena (kn)
Troškovi razvoja projekta	1.070.000,00
Trošak kupoprodaje zemljišta	530.000,00
Troškovi izgradnje elektrane	11.100.000,00
Troškovi priključka na mrežu	1.100.000,00
Ukupni investicijski troškovi	13.800.000,00

Izvor: djelo autora

Operativni troškovi (OPEX) FNE obuhvaćaju sve troškove koji se javljaju za vrijeme životnog vijeka elektrane (nakon izgradnje i puštanja u pogon) te obuhvaćaju:

- Redovito i interventno održavanje i upravljanje elektranom;
- Troškove naknade lokalnoj zajednici;
- Ostale nepredviđene troškove.

Troškovi održavanja procijenjeni su na osnovu postojećih iskustava i raspoložive literature za slične projekte u RH i svijetu na iznos od 38 kn (5 €) po kWp instalirane snage FN elektrane.¹⁷² Troškovi održavanja počinju se naplaćivati od početka treće godine eksploatacije, s obzirom kako je održavanje elektrane tijekom prve dvije godine rada unutar jamstvenog roka za izvedene radove i isporučenu opremu te je u obvezi izvođača radova.

Troškovi naknade lokalnoj zajednici u iznosu od 1 lp/kWh predviđeni su sukladno Odluci o visini naknade za korištenje prostora koji koriste proizvodna postrojenja za proizvodnju električne energije. Ostali nepredviđeni troškovi (rezerva) procijenjeni su na 5 % svih ostalih operativnih troškova.

S obzirom na pretpostavku uklapanja FNE u proizvodni portfelj HEP grupe, troškovi operativnog tehničkog i administrativnog upravljanja su izostavljeni jer se pretpostavlja da će za iste biti korišteni postojeći resursi HEP grupe. Također, izostavljeni su troškovi balansiranja (energije uravnoteženja) jer se pretpostavlja kako elektrana neće biti samostalna balansno odgovorna strana.

S obzirom na navedene pretpostavke, tablica 4-2 prikazuje procjenu ukupnih operativnih troškova FNE.

Tablica 4-2 Procjena operativnih troškova FNE za prvu godinu rada

Operativni troškovi	Cijena (kn)
Troškovi održavanja	91.200,00
Naknada lokalnoj zajednici	34.740,00
Rezerva	6.300,00
Ukupni operativni troškovi	132.240,00

Izvor: djelo autora

¹⁷² Renewable energy technologies: cost analysis series, IRENA, 2012.

4.3. Analiza opravdanosti izgradnje fotonaponske elektrane

Pretpostavljeno je da će projekt izgradnje FNE u potpunosti biti financiran po principu korporativnog financiranja, odnosno da će investitor vlastitim sredstvima u potpunosti financirati ukupnu investiciju. Dinamika predmetnog investicijskog projekta planirana je na način da se tijekom prve kalendarske godine realizira razvoj projekta i kupoprodaja zemljišta, te se završava izgradnja i puštanje u trajni pogon fotonaponske elektrane. Godina koja slijedi biti će prva godina eksploatacijskog perioda.

U prethodnom poglavlju prikazani su troškovi izgradnje i rada te održavanja u prvoj godini rada elektrane. Osnovni ulazni parametri za ocjenu financijske efikasnosti investicijskog projekta opisani su u nastavku, a sumarno su prikazani u tablici 4-3.

Računato je s važećom stopom poreza na dobit od 18% koja se primjenjuje ukoliko se u prethodnom poreznom razdoblju ostvari ukupni primitak jednaki ili veći od 7.500.000,01 kn. Amortizacijski period je 10 godina, pri čemu osnovicu za amortizaciju čine ukupni pretpostavljeni investicijski troškovi u nultom razdoblju bez troška kupnje zemljišta s obzirom da ono ne podliježe amortizaciji.

Standardna pretpostavka za životni vijek fotonaponskih modula je 25 godina. Analiza isplativosti je rađena za 12 godina jer su u 13-oj godini potrebna dodatna ulaganja u zamjenu izmjenjivača. Zbog toga je rezidualna vrijednost izračunata kao čista sadašnja vrijednost od 13. do 25. godine te je još diskontirana na zadnju 12-u godinu procjene. Diskontna stopa, odnosno trošak kapitala procijenjen je na 7,08 %, a postupak je detaljno prikazan u nastavku.

Procijenjena proizvodnja električne energije iz FNE prikazana je u poglavlju 4.2.2. te u 1. godini komercijalnog rada iznosi 3.474 MWh, a utjecaj degradacije fotonaponskih modula je procijenjen na 0,4% godišnje. Pretpostavljena prodajna cijena električne energije je procijenjena tržišna cijena električne energije u prvoj godini rada elektrane i iznosi 378 kn/MWh (49,74 €/MWh). Prodajne cijene električne energije nakon prve godine rada preuzete su iz dugoročne projekcije kretanja cijena električne energije.¹⁷³

¹⁷³ Za potrebe HEP grupe projekcije cijena izrađuje HEP-Trgovina d.o.o.

Tablica 4-3 Ulazni parametri za analizu financijske efikasnosti projekta

Osnovni ulazni parametri	
Proizvodnja u 1. godini komercijalnog rada elektrane	3.474 MWh
Životni vijek fotonaponske elektrane	25 godina
Degradacija fotonaponskih panela	0,04 % godišnje
Stopa inflacije	1,5%
Stopa poreza na dobit	18%
Amortizacijski period	10 god
Osnovica za amortizaciju	13.370.000,00 kn (bez troška otkupa zemljišta)
Tržišna cijena električne energije u 1. godini rada	378 kn/MWh (49,74 €/MWh)
Diskontna stopa (trošak kapitala)	7,08%

Izvor: djelo autora

4.3.1. Izračun troška kapitala

Trošak kapitala potrebno je procijeniti kako bi se temeljem izračunate vrijednosti mogla odrediti diskontna stopa koja će se koristiti u analizi financijske efikasnosti investicijskog projekta. Diskontna stopa odgovara ponderiranom prosječnom trošku kapitala poduzeća. Bez obzira što se analizirani investicijski projekt financira isključivo iz vlastitih sredstava poduzeća, potrebno je izračunati ukupni trošak kapitala kojim će se diskontirati novčani tokovi projekta. Za izračun ukupnog ili ponderiranog prosječnog troška kapitala treba izračunati trošak duga i trošak glavnice (trošak vlastitog kapitala) te udjele svake od komponenti u ukupnoj strukturi kapitala.¹⁷⁴

Trošak duga treba izračunati nakon poreza.

$$k_D = k_b * (1 - p)$$

Analizom povijesnih podataka i korelacijom između istih zaključeno je kako se HEP uvijek mogao zaduživati s kamatnom stopom u iznosu 1,5 baznih kamatnih poena u odnosu na državne obveznice. Nastavak ovakvog trenda očekuje se i u budućnosti stoga je ponderirana kamatna stopa na dugove HEP-a procijenjena na 3,40%, a pretpostavlja se da će se HEP i u budućnosti moći zaduživati po istim uvjetima, pa trošak duga nakon poreza iznosi 2,79%.

¹⁷⁴ Dayananda D., Irons R., Harrison S., Herbohn J., Rowland P. Capital Budgeting Financial Appraisal of Investment Projects, Cambridge University Press, 2002., str. 120.

Za izračun troška glavnice koristi se CAPM model:¹⁷⁵

$$k_S = k_F + \beta(ERP)$$

Za izračun zahtijevane stope profitabilnosti vlastitog kapitala potrebno je znati sljedeće parametre:

k_F – nerizičnu kamatnu stopu

β – beta koeficijent

(ERP) – ukupna premija rizika za tržište dionica

Za određivanje nerizične kamatne stope nije se išlo u detaljniju analizu, već je uzet prosjek prinosa do dospijea dvije državne obveznice izdane u veljači 2021.g. (jedna s dospijecom od 12 godina (2033) s prinosom do dospijea 1,257% i jedna s dospijecom od 20 godina (2041) s prinosom do dospijea 1,788%. Prema navedenom nerizična kamatna stopa (k_F) bi iznosila 1,5225%. Kako je predvidivi ekonomski vijek projekta 25 godina, a analiza se radi za period od 15 godina, a nema obveznice koja dospijeva za 15 godina, onda je bilo logično uzeti prosjek ove dvije.

Za određivanje beta koeficijenta pokušala se odrediti beta sličnih poduzeća (PEER Grupa) na području srednjeistočne Europe. PEER grupu čine slična poduzeća iz Austrije, Poljske, Republike Češke, Rumunjske, Bugarske, Bosne i Hercegovine i Crne Gore za koje su dostupni procijenjeni beta koeficijenti iz baze Eikon Thomson Reuters. Procijenjeni beta koeficijenti utvrđeni su prema strukturama kapitala svakog pojedinog poduzeća iz grupe. To su tzv. opoluzene bete (β_L). Stoga je prvo trebalo bete preračunati na tzv. neopoluzene bete (β_U) korištenjem podataka o porezima na dobit (T) i odnosima duga (D) i glavnice (E) iz iste baze podataka. Za izračun neopoluzene bete korištena je Hamadina formula. Hamadina formula služi za diferencijaciju financijskog rizika poduzeća od njegovog poslovnog rizika, a može se zapisati na sljedeći način:¹⁷⁶

$$\beta_L = \beta_U \left[1 + (1 - T) \frac{D}{E} \right]$$

¹⁷⁵ Fabozzi F., Peterson Drake P. Finance: Capital Markets, Financial Management and Investment Management, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008., str. 257.

¹⁷⁶ Pratt S., Grabowski R. Cost of Capital Applications and Examples, 3. izdanje, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008., str. 125.

Poduzeće (PEER grupa)	Zemlja	Beta U	Beta L	Porez	D/E
Energa SA	Poljska	0,470	0,784	19%	82,37%
CEZ	Češka	0,812	1,263	19%	68,55%
Societatea Energetica Electrica SA	Rumunjska	0,817	0,919	16%	14,82%
EVN AG	Austrija	0,576	0,700	25%	28,80%
Compania Nationala de Transport al Energiei Electrice Transelectrica SA	Rumunjska	0,820	0,854	16%	5,00%
JP Elektroprivreda BiH d.d. Sarajevo	BiH	1,648	1,710	10%	4,21%
Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić	Crna Gora	0,326	0,350	9%	8,02%
CEZ Distribution Bulgaria AD	Bugarska	0,714	0,821	10%	16,64%
Prosječno PEER grupa		0,773	0,925	15,50%	28,55%

Prosječna neopolužena beta PEER grupe iz gornje tablice nadalje se koristi za procjenu opolužene bete HEP grupe pri čemu se koristi Hamadina formula, Odnos duga i glavnice izračunat je na temelju podataka iz financijskih izvješća za 2019. g. te iznosi 15,66%.

Iz Hamadine formule dobiva se opolužena beta HEP grupe koja iznosi 0,872:

$$\beta_L = 0,773[1 + (1 - 18\%) * 15,66\%] = 0,872$$

Premija tržišnog rizika odabrana je temeljem dostupnih podataka za Republiku Hrvatsku. Prema *Damodaran Online*, koji koristi konzistentnu metodologiju, ukupna premija rizika za tržište dionica za RH (ERP) iznosi 7,14%¹⁷⁷, a sastoji se od premije rizika glavnice za zrela tržišta (4,72%) i premije rizika zemlje (2,42%) što je ujedno i odabrana vrijednost za izračun.

Dakle temeljem dostupnih i procijenjenih podataka trošak glavnice iznosi 7,75%:

$$k_S = k_F + \beta_L(ERP)$$

$$k_S = 1,5225 + 0,872 * 7,14 = 7,75\%$$

Za izračun ukupnog troška kapitala potrebno je procijeniti udio duga i udio vlastitog kapitala u ukupnoj kapitalizaciji. U slučaju HEP grupe temeljem povijesnih podataka iz financijskih izvješća udio duga iznosi 13,54%, dok udio vlastitog kapitala iznosi 86,46%. Prema navedenim podacima prosječni ponderirani trošak kapitala poduzeća iznosi:

¹⁷⁷ http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html (pristupljeno 11.03.2021.)

$$k_A = 13,54\% * 2,79 + 86,46\% * 7,75 = 7,08\%$$

4.3.2. Ocjena isplativosti investicijskog ulaganja temeljem metoda financijskog odlučivanja

Temeljem svih ranije prikazanih ulaznih podataka u ovom se poglavlju prikazuju rezultati dobiveni primjenom ključnih kriterija financijske efikasnosti investicijskog projekta odnosno rezultati dobiveni najvažnijim metodama budžetiranja kapitala, a to su čista sadašnja vrijednost, interna stopa profitabilnosti, indeks profitabilnosti, modificirana interna stopa profitabilnosti i diskontirano razdoblje povrata. Za svojevrsnu ocjenu rizika vraćanja uloženi sredstava izračunato je i diskontirano razdoblje povrata. Izračunati kriteriji financijske efikasnosti investicijskog projekta prikazani su u tablici 4-4, dok je projekcija diskontiranog novčanog toka prikazana na slici 4-2. Svi su izračuni napravljeni u Excelu te se nalaze u prilogu ovog rada.

Tablica 4-4 Rezultati analize financijske efikasnosti investicijskog projekta

Ključni kriteriji financijske efikasnosti investicijskog projekta	
Čista sadašnja vrijednost (NPV)	1.326.495 kn
Interna stopa profitabilnosti (IRR)	8,40%
Indeks profitabilnosti (PI)	1,10
Modificirana interna stopa profitabilnosti (MIRR)	7,90%
Diskontirano razdoblje povrata	11,74 god

Izvor: djelo autora

Iz gornje tablice vidljivo je kako svi izračunati kriteriji financijske efikasnosti promatranog investicijskog projekta imaju zadovoljavajuće vrijednosti te se temeljem navedenog može preporučiti prihvaćanje predmetnog investicijskog projekta.

4.3.3. Analiza osjetljivosti

Analiza osjetljivosti za isplativost izgradnje SE Kosore – Jug napravljena je varijacijama pretpostavljenih vrijednosti sljedećih ulaznih parametara:

- Ukupni investicijski troškovi – CAPEX u rasponu +/-10% od bazne vrijednosti;
- Ukupni operativni troškovi – OPEX u rasponu +/-10% od bazne vrijednosti; i
- Godišnja proizvodnja električne energije u rasponu +/-5% od bazne vrijednosti.

Analiziran je utjecaj njihovih promjena na dva temeljna financijska pokazatelja internu stopu profitabilnosti i čistu sadašnju vrijednost vlastitog ulaganja.

U sljedećim tablicama prikazani su rezultati analize osjetljivosti ovisno o varijacijama investicijskih troškova, troškova održavanja elektrane i proizvedene električne energije.

Tablica 4-5 Rezultati analize osjetljivosti

Godišnja proizvodnja (0%)		3.474 MWh								
		CAPEX +/- 10%								
Indeks / kn		0,9	0,95	1	1,05	1,1				
		12.411.771 kn	13.101.314 kn	13.790.857 kn	14.480.400 kn	15.169.943 kn				
OPEX +/- 10%	0,9	122.661 kn	2.614.624 kn	2.011.935 kn	1.409.246 kn	806.557 kn	203.868 kn			
			9,87%	9,15%	8,48%	7,85%	7,27%			
	0,95	127.449 kn	2.573.249 kn	1.970.560 kn	1.367.870 kn	765.181 kn	162.492 kn			
			9,83%	9,11%	8,44%	7,81%	7,23%			
	1	132.237 kn	2.531.873 kn	1.929.184 kn	1.326.495 kn	723.806 kn	121.117 kn			
			9,79%	9,07%	8,40%	7,78%	7,19%			
	1,05	137.025 kn	2.490.498 kn	1.887.809 kn	1.285.120 kn	682.430 kn	79.741 kn			
			9,75%	9,03%	8,36%	7,74%	7,15%			
	1,1	141.813 kn	2.449.123 kn	1.846.433 kn	1.243.744 kn	641.055 kn	38.366 kn			
			9,71%	8,99%	8,32%	7,70%	7,10%			
Godišnja proizvodnja (-5%)		3.300 MWh								
		CAPEX +/- 10%								
Indeks / kn		0,9	0,95	1	1,05	1,1				
		12.411.771 kn	13.101.314 kn	13.790.857 kn	14.480.400 kn	15.169.943 kn				
OPEX +/- 10%	0,9	120.834 kn	1.871.065 kn	1.268.376 kn	665.687 kn	62.997 kn	-539.692 kn			
			9,11%	8,41%	7,75%	7,14%	6,57%			
	0,95	125.622 kn	1.829.689 kn	1.227.000 kn	624.311 kn	21.622 kn	-581.067 kn			
			9,07%	8,37%	7,71%	7,10%	6,53%			
	1	130.410 kn	1.788.314 kn	1.185.625 kn	582.936 kn	-19.754 kn	-622.443 kn			
			9,03%	8,32%	7,67%	7,06%	6,49%			
	1,05	135.198 kn	1.746.939 kn	1.144.249 kn	541.560 kn	-61.129 kn	-663.818 kn			
			8,99%	8,28%	7,63%	7,02%	6,45%			
	1,1	139.986 kn	1.705.563 kn	1.102.874 kn	500.185 kn	-102.505 kn	-705.194 kn			
			8,95%	8,24%	7,59%	7,02%	6,41%			
Godišnja proizvodnja(+5%)		3.648 MWh								
		CAPEX +/- 10%								
Indeks / kn		0,9	0,95	1	1,05	1,1				
		12.411.771 kn	13.101.314 kn	13.790.857 kn	14.480.400 kn	15.169.943 kn				
OPEX +/- 10%	0,9	124.488 kn	3.358.184 kn	2.755.495 kn	2.152.805 kn	1.550.116 kn	947.427 kn			
			10,60%	9,86%	9,18%	8,54%	7,94%			
	0,95	129.276 kn	3.316.808 kn	2.714.119 kn	2.111.430 kn	1.508.741 kn	906.052 kn			
			10,56%	9,82%	9,14%	8,50%	7,91%			
	1	134.064 kn	3.275.433 kn	2.672.744 kn	2.070.054 kn	1.467.365 kn	864.676 kn			
			10,52%	9,79%	9,10%	8,47%	7,87%			
	1,05	138.852 kn	3.234.057 kn	2.631.368 kn	2.028.679 kn	1.425.990 kn	823.301 kn			
			10,49%	9,75%	9,06%	8,43%	7,83%			
	1,1	143.640 kn	3.192.682 kn	2.589.993 kn	1.987.304 kn	1.384.614 kn	781.925 kn			
			10,45%	9,71%	9,03%	8,39%	7,80%			

Izvor: djelo autora

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Ulaganja u investicijske projekte važan su dio poslovanja poduzeća. Kako bi menadžment poduzeća na temelju izrađenih analiza financijske efikasnosti svakog razmatranog projekta mogao donijeti kvalitetnu odluku o prihvaćanju ili odbijanju investicijskog projekta koristi se postupak budžetiranja kapitala. Postupak budžetiranja kapitala uključuje pronalazak potencijalnih investicijskih projekata, rangiranja predmetnih projekata unutar poduzeća, ocjene i analize projekata te donošenje odluke o prihvaćanju ili odbijanju pojedinog investicijskog projekta i provođenja investicije kroz postupak upravljanja investicijskim projektom. Rezultat budžetiranja kapitala je odabir investicijskih projekata u koje će se dugoročno investirati veliki dio kapitala poduzeća, što izravno utječe na buduću vrijednost poduzeća. Kako bi se na adekvatan način mogla ocijeniti financijska efikasnost projekta potrebno je predvidjeti sve investicijske troškove kao i troškove koji nastaju u cijelom životnom vijeku investicijskog projekta. Isto tako potrebno je procijeniti čiste novčane tokove koje generira promatrani investicijski projekt.

Čisti novčani tokovi investicijskog projekta svode se na sadašnju vrijednost diskontnom stopom koja odgovara trošku kapitala poduzeća. S obzirom na postupak budžetiranja kapitala, trošak kapitala definira se kao diskontna stopa koju je potrebno primijeniti na buduće novčane tokove planiranih investicijskih projekata poduzeća kako bi se analizirala njihova financijska isplativost i pripremili uvjeti za donošenje ispravnih investicijskih odluka poduzeća. Kako bi se mogao utvrditi ukupni trošak kapitala poduzeća potrebno je imati informacije o njegovoj strukturi kapitala. Riječ je o dugoročnoj financijskoj strukturi kapitala koja se sastoji od dugoročnih dugova i vlasničke glavnice poduzeća. Podaci o strukturi kapitala služe nadalje za izračunavanje ponderiranog prosječnog troška kapitala koji predstavlja sumu ponderiranih troškova pojedinačnih komponenti strukture kapitala poduzeća – obične i povlaštene glavnice te dugova.

Kako bi menadžment poduzeća mogao donijeti odluku o prihvaćanju ili odbacivanju razmatranog investicijskog projekta potrebno je napraviti ocjenu njegove financijske efikasnosti. Ocjena financijske efikasnosti investicijskog projekta radi se pomoću upotrebe različitih metoda financijskog odlučivanja, od kojih su najvažnije čista sadašnja vrijednost i interna stopa profitabilnosti. Na temelju dobivene ocjene financijske efikasnosti menadžment poduzeća donosi odluku o prihvaćanju ili odbijanju analiziranog investicijskog projekta. Metode financijskog odlučivanja koje su korištene u ovom radu su čista sadašnja vrijednost,

interna stopa profitabilnosti, indeks profitabilnosti, modificirana interna stopa profitabilnosti te diskontirano razdoblje povrata.

Prednosti obnovljivih izvora energije u odnosu na konvencionalne izvore su njihova neiscrpnost, ekološka prihvatljivost i pozitivni utjecaj na okoliš. U radu je posebna pozornost posvećena je Sunčevoj energiji kao neograničenom i obnovljivom izvoru energije od kojeg neposredno ili posredno potječe najveći dio drugih izvora energije na Zemlji. Neposredno korištenje Sunčevog zračenja odnosi se na izlaganje specijaliziranih uređaja izravnom Sunčevom zračenju radi transformacije u električnu energiju.

U ovom radu detaljno su analizirane neintegrirane fotonaponske elektrane, odnosno fotonaponski sustavi izgrađeni kao samostojeće građevine na tlu koji električnu energiju izravno predaju u elektroenergetsku mrežu. Opisani su ključni koraci u razvoju ovakvog tipa investicijskog projekta, opisane su ključne tehničke karakteristike, kao i sastavni dijelovi neintegriranih fotonaponskih elektrana.

Investicijski projekt koji je analiziran o ovom radu je izgradnja neintegrirane fotonaponske elektrane na području Republike Hrvatske. Korištenjem tradicionalnog postupka budžetiranja kapitala, analizirano je ulaganje u investicijski projekt izgradnje fotonaponske elektrane na lokaciji u Dalmatinskoj zagori, na području Splitsko-dalmatinske županije, a koji isporučuje električnu energiju u javnu distribucijsku mrežu. Električna energija prodaje se po tržišnim cijenama, bez ikakvog tipa poticaja ili subvencije.

U prvom koraku određeni su svi temeljni ulazni parametri za ocjenu financijske efikasnosti predmetnog investicijskog projekta. Određeni su investicijski troškovi, operativni troškovi te relevantni novčani tok investicijskog projekta. Svi određeni i izračunati ulazni parametri ubačeni su model u programu Microsoft Excel temeljem kojeg su izračunati rezultati temeljnih metoda financijskog odlučivanja. Dodatno je izrađena i analiza osjetljivosti kojom se analizira utjecaj postotnih promjena ključnih varijabli koje utječu na novčane tokove investicijskog projekta na iznose temeljnih metoda financijskog odlučivanja čiste sadašnje vrijednosti i interne stope profitabilnosti. Sve metode financijskog odlučivanja pokazale su kako je predmetni investicijski projekt isplativ i kako bi posljedično tome menadžment poduzeća temeljem predmetne ocjene financijske efikasnosti trebao donijeti odluku o prihvaćanju investicijskog projekta.

POPIS LITERATURE

1. Baškarad T., Đaković, J., Kuzle I. (2018) Izrada elaborata optimalnog tehničkog priključenja elektrane prema novim odredbama hrvatskih pravila o priključenju na distribucijsku mrežu. Zagreb : Fakultet elektrotehnike i računarstva.
2. Brigham E. F., Ehrhardt M. C. (2007) Financial management: theory & practice., Cengage Learning.
3. Crawford, L., Hobbs, J. B., Turner, J. R. (2004). Project categorization systems and their use in organizations: an empirical study, PMI® Research Conference: Innovations, London, England. Newtown Square, Project Management Institute.
4. Curry S., Weiss J. (1999) Project Analysis in Developing Countries, Springer.
5. Dayananda D., Irons R., Harrison S., Herbohn J., Rowland P. Capital Budgeting Financial Appraisal of Investment Projects, Cambridge University Press, 2002.
6. Dedi L. (2001) Budžetiranje kapitala za izravna strana ulaganja, Računovodstvo i financije, 47 (12).
7. Deković Ž., Žaja J., Smiljčić I. (2017) Rizik i financijski menadžment, Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku, (1-2/2017).
8. Fabozzi F., Peterson Drake P. Finance: Capital Markets, Financial Management and Investment Management, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008.
9. Gafli, G.F., Daryanto, W.M. (2019) Decision making on project feasibility using capital budgeting model and sensitivity analysis. case study: Development solar PV power plant project, International Journal of Business, Economics and Law, 19 (1).
10. Gallagher T.J., Andrew J.D. (2007) Financial Management; Principles and Practice, 4. izdanje, FreeLoad Press, Inc.
11. Gasparian M.S., Kiseleva I.A., Korneev D.G., Lebedev S.A., Lebedev V.A. (2018) Strategic analysis of risks when implementing investment projects, Espacios, 39 (27).
12. Grupa autora (1993) Planiranje investicijskih projekata, Hrvatska kreditna banka za obnovu i Ekonomski institut, Zagreb, Knjiga 1, I Dio.
13. Grupa autora (2008) Planning and Installing Photovoltaic Systems, 2 izdanje, Earthscan, UK.

14. International Renewable Energy Agency (2020) Renewable power generation costs in 2019, Abu Dhabi: IRENA.
15. Kalea M. (2014) Obnovljivi izvori energije – energetska pogled, Zagreb: Kiklos.
16. Kee R, Robbins W. (1991) Capital budgeting in the public sector: a comparative analysis, *Journal of Managerial Issues*, 3 (3).
17. Khan M.Y., Jain P.K. (2007) *Financial Management: text, problems and cases*, Tata McGraw-Hill Education.
18. Kosenko R. (2018) Decision support system in planning investment projects, *The current state of research and technology in industry*, 4 (6).
19. Kovačević B., Vojnović S. (2000) Upravljanje amortizacijom-specifičnim oblikom troškova poslovanja, *Ekonomski pregled*, 51 (3-4), Zagreb.
20. Kozlova M. (2017) Real option valuation in renewable energy literature: Research focus, trends and design, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80.
21. Labudović B. (2011) *Osnove primjene fotonaponskih sustava*, Zagreb: Energetika Marketing.
22. Majdandžić Lj. (2008) *Obnovljivi izvori energije – Energetske tehnologije koje će obilježiti 21. stoljeće*, Zagreb: Graphis.
23. Majdandžić Lj.(2010) *Solarni sustavi*, Zagreb: Graphis.
24. Matić Z. (2007) *Sunčevo zračenje na području Republike Hrvatske - Priručnik za energetska korištenje Sunčevog zračenja*, Zagreb: Energetski institut Hrvoje Požar.
25. Morawski, J. (2008) *Investment Decisions on Illiquid Assets*, Gabler, Wiesbaden, Njemačka.
26. Orsag S., Dedi L. (2011) *Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata*, Zagreb: Masmedia.
27. Orsag S. (1996) *Financije za poduzetnike*, Zagreb: Poslovna akademija.
28. Pavelić, D. (2019) *Upravljanje investicijskim projektima primjenom sustava poslovne inteligencije*. Poslijediplomski specijalistički rad. Zagreb : Ekonomski fakultet.
29. Periasamy P. (2009) *Financial Management*, drugo izdanje, Tata McGraw-Hill Education.

30. Pratt S., Grabowski R. (2008) Cost of Capital Applications and Examples, 3. izdanje, John Wiley & Sons, New Jersey.
31. Project Management Institute (PMI) (2011) Vodič kroz znanje o upravljanju projektima (vodič kroz PMBOK) 4. izdanje, Zagreb: Mate.
32. Solangi K.H., Islam M.R., Saidur R., Rahim N.A., Fayaz H. (2011) A review on global solar energy policy, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15 (4).
33. Stowe J., Robinson T., Pinto J., McLeavey D. (2007) Equity Asset Valuation, John Wiley & Sons, New Jersey.
34. Tepšić, R. (1991) Upravljanje financijama poduzeća II, Zagreb: RRIF.
35. Twidell J., Weir T. (2015) Renewable energy resources, treće izdanje, Routledge.
36. Vaughan E, Vaughan T. (2000) Osnove osiguranja, upravljanje rizicima, Zagreb: Mate.
37. Ya'u M.J., Gele M.A., Ali Y.Y., Alhaji A.M. (2018) Global Solar Radiation Models: A Review, Journal of Photonic Materials and Technology, 4 (1).
38. Zhang M., Zhou D., Zhou P. (2014) A real option model for renewable energy policy evaluation with application to solar PV power generation in China, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 40.

Ostali izvori:

1. Civil Servis India

<https://www.civilserviceindia.com/subject/Management/notes/capital-budgeting.html>

2. Country Default Spreads and Risk Premiums

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html

3. Direktiva EU 2009/28/EC o promicanju korištenja energije iz obnovljivih izvora

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0028&from=HR>

4. Energetska unija

<https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/energy-union/>

5. Europska Komisija, Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects

https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf#page=86&zoom=100,0,0

6. Europska Komisija, Study on the offshore grid potential in the Mediterranean region

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/91d2091a-27bf-11eb-9d7e-01aa75ed71a1/language-en>

7. HEP-ODS d.o.o., Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu

https://www.hep.hr/ods/UserDocsImages/dokumenti/Pristup_mrezi/pravila_o_prikljucenju_na_distribucijsku_mrezu.pdf

8. HERA - Hrvatska energetska regulatorna agencija

https://www.hera.hr/hr/html/propisi_eenergija.html

9. Hrvatska elektroprivreda, Smjernice za financiranje modernizacije EES-a prema odredbama izmjene EU-ETS direktive (tzv. Direktiva o trgovanju emisijskim jedinicama stakleničkih plinova), Zagreb, ožujak 2019.

10. HRVATSKI OPERATOR TRŽIŠTA ENERGIJE d.o.o. - HROTE, Sustav poticanja OIEIK u RH – godišnji izvještaj za 2019. godinu

https://files.hrote.hr/files/PDF/OIEIK/GI_%202019_HROTE_OIEIK%2020200224_final.pdf

11. Integrirani nacionalni energetska i klimatski plan za Republiku Hrvatsku za razdoblje od 2021. do 2030. godine

https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA%20ZA%20ENERGETIKU/Strategije,%20planovi%20i%20programi/hr%20necp/Integrirani%20nacionalni%20energetski%20i%20klimatski%20plan%20Republike%20Hrvatske%20%20_final.pdf

12. Ministarstvo rada, gospodarstva i poduzetništva, OIE - obnovljivi izvori energije, HR politika

<http://oie.mingorp.hr/default.aspx?id=52>

13. Mrežna pravila distribucijskog sustava

https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_08_74_1539.html

14. Nacionalna razvojna strategija Republike Hrvatske do 2030.

https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_02_13_230.html

15. Nacionalni portal energetske učinkovitosti
<https://www.enu.hr/ee-u-hrvatskoj/20-20-20-i-dalje/ciljevi-eu-2030/>
16. Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_06_67_2048.html
17. Pravilnik o obveznom sadržaju idejnog projekta
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_12_118_2353.html
18. Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_06_67_2049.html
19. Program prostornog uređenja Republike Hrvatske
<https://mgipu.gov.hr/UserDocsImages//dokumenti/Prostorno/ProgramRH//program-knjiga.pdf>
20. Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_03_25_602.html
21. Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske
https://mgipu.gov.hr/UserDocsImages//dokumenti/Prostorno/StrategijaRH//Strategija_I_II_dio.pdf
22. Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_11_133_2888.html
23. Uredba o izdavanju energetskeg suglasnosti i utvrđivanju uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_01_7_180.html
24. Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_10_128_2778.html
25. Uredba o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovitih kogeneracija

https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_12_116_2300.html

26. Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš

https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_05_61_1138.html

27. Zakon o gradnji

<https://zakon.hr/z/690/Zakon-o-gradnji>

28. Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji

<https://www.zakon.hr/z/827/Zakon-o-obnovljivim-izvorima-energije-i-visokou%C4%8Dinkovitoj-kogeneraciji>

29. Zakon o porezu na dobit

<https://www.zakon.hr/z/99/Zakon-o-porezu-na-dobit>

30. Zakon o prostornom uređenju

<https://www.zakon.hr/z/689/Zakon-o-prostornom-ure%C4%91enju>

31. Zakon o tržištu električne energije

<https://www.zakon.hr/z/377/Zakon-o-tr%C5%BEi%C5%A1tu-elektri%C4%8Dne-energije>

32. Zakon o zaštiti okoliša

<https://www.zakon.hr/z/194/Zakon-o-za%C5%A1titi-okoli%C5%A1a>

33. Zakon o zaštiti prirode

<https://www.zakon.hr/z/403/Zakon-o-za%C5%A1titi-prirode>

POPIS SLIKA

Slika 1-1 Usporedba niveliranih troškova proizvodnje električne energije između fotonaponskih elektrana i elektrana na ugljen	2
Slika 2-1 Osnovna ograničenja investicijskog projekta.....	6
Slika 2-2 Faze životnog ciklusa investicijskog projekta.....	11
Slika 2-3 Prikaz životnog vijeka opreme u funkciji vremena.....	21
Slika 2-5 Prikaz optimalne razine investiranja poduzeća	32
Slika 3-1 Usporedba niveliranih troškova proizvodnje električne energije između 2010. i 2019.	41
Slika 3-2 Prikaz trendova ukupnih instaliranih kapaciteta elektrana na obnovljive izvore energije.....	42
Slika 3-3 Podjela prirodnih oblika energije s obzirom na obnovljivost izvora.....	43
Slika 3-4 Srednja ukupna godišnja ozračenost vodoravne plohe u Hrvatskoj.....	45
Slika 3-5 Pojednostavljeni princip djelovanja poluvodičke fotonaponske ćelije i fotonaponskog efekta.....	46
Slika 3-6 Osnovna podjela fotonaponskih sustava	48
Slika 3-7 Dijagram osnovnih koraka u razvoju projekta izgradnje neintegrirane fotonaponske elektrane.....	67
Slika 4-1 Rezultati proračuna proizvodnje električne energije za FNE.....	72

POPIS TABLICA

Tablica 2-1 Godišnje amortizacijske stope	16
Tablica 2-2 Postupak izračuna relevantnog novčanog toka projekta.....	17
Tablica 4-1 Investicijski troškovi projekta izgradnje FNE	73
Tablica 4-2 Procjena operativnih troškova FNE za prvu godinu rada.....	74
Tablica 4-3 Ulazni parametri za analizu financijske efikasnosti projekta	76
Tablica 4-4 Rezultati analize financijske efikasnosti investicijskog projekta	79
Tablica 4-5 Rezultati analize osjetljivosti.....	80

ŽIVOTOPIS

Tomislav Benković

Kninski trg 13, 10000 Zagreb

099 273 9795

tomislav.benkovic@gmail.com

Spol Muško | Datum rođenja 12/08/1987 | Državljanstvo Hrvatsko

Obrazovanje

01/09/2009-21/06/2011, Magistar inženjer elektrotehnike i informacijske tehnologije, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, 10000 Zagreb

01/09/2006-17/07/2009, Sveučilišni prvostupnik inženjer elektrotehnike i informacijske tehnologije, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, 10000 Zagreb

02/09/2002 - 16/06/2006, Srednja stručna sprema,
Gimnazija Karlovac, Rakovac 4, 47000 Karlovac

Radno iskustvo

23/07/2015-trenutno, Inženjer, HEP-Proizvodnja d.o.o., Zagreb

01/08/2014-23/07/2015, Samostalni inženjer, HEP-Obnovljivi izvori energije d.o.o., Zagreb

08/03/2014-31/07/2014, Projektant audio i video rješenja, HUST d.o.o., Sveta Nedjelja

20/11/2013-07/02/2014, Suradnik na projektu, Mikra d.o.o., Duga Resa

28/10/2013-26/12/2013, Učitelj fizike i tehničke kulture, OŠ "Ivan Goran Kovačić", Duga Resa

01/08/2013-27/10/2013, Projektant solarnih sustava, Telum d.o.o., Varaždin

04/04/2013-14/06/2013, Učitelj fizike i tehničke kulture, OŠ "Ivan Goran Kovačić", Duga Resa

09/01/2012-18/10/2012, Pripravnik za projektanta u projektima obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti, IQ d.o.o., Zagreb

Dodatna znanja i vještine

- MS Office paket, Internet, AutoCAD, PV Sol
- Engleski jezik aktivno, Njemački jezik pasivno
- Vozačka dozvola –B kategorije

www.jinkosolar.com



Cheetah Plus HC 78M

425-445 Watt

MONO PERC HALF CELL MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

- Half Cell
- Mono PERC 78 Cell

PERC

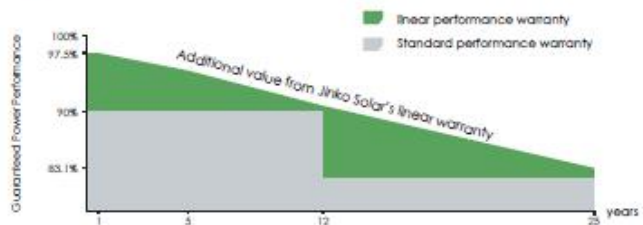


KEY FEATURES

- 5 Busbar Solar Cell**
5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.
- High Efficiency**
Higher module conversion efficiency (up to 20.58%) benefit from half cell structure (low resistance characteristic).
- PID Resistance**
Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.
- Low-light Performance**
Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.
- Severe Weather Resilience**
Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).
- Durability Against Extreme Environmental Conditions**
High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



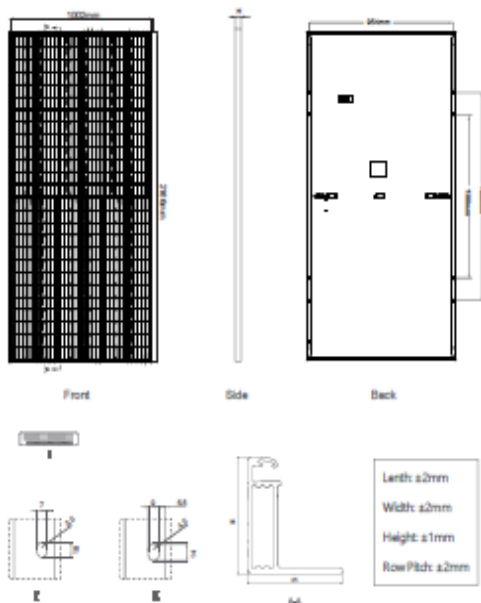
- ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018 certified factory
- IEC61215, IEC61730, UL1703 certified product

Nomenclature:

JKMxxxM-86/78H-V

Code		Cell	Code		Certification
JKM	xxx	M	86	78H	V
JKM	H	Full	86	78H	1000V
JKM	V	Half	86	78H	1500V

Engineering Drawings

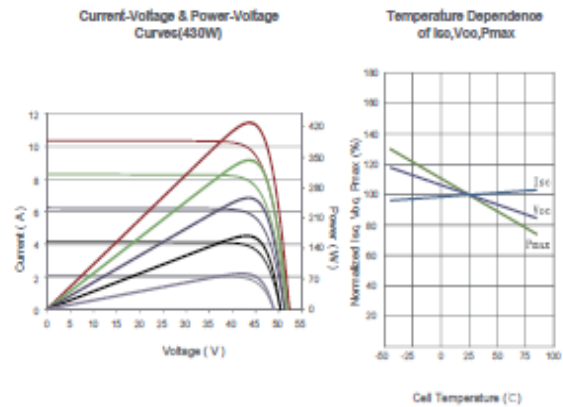


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallet, 62pcs/stack, 620pcs/40' HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No. of cells	156 (6×26)
Dimensions	2166×1002×35mm (85.28×39.45×1.38 inch)
Weight	24 kg (52.91 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 250mm, (-): 150mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM425M-78H		JKM430M-78H		JKM435M-78H		JKM440M-78H		JKM445M-78H	
	JKM425M-78H-V	JKM430M-78H-V	JKM435M-78H-V	JKM440M-78H-V	JKM445M-78H-V	STC	NOCT	STC	NOCT	
Maximum Power (Pmax)	425Wp	316Wp	430Wp	320Wp	435Wp	324Wp	440Wp	327Wp	445Wp	331Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	43.23V	39.87V	43.49V	40.04V	43.55V	40.15V	43.65V	40.36V	43.72V	40.52V
Maximum Power Current (Imp)	9.83A	7.93A	9.89A	7.99A	9.99A	8.06A	10.08A	8.11A	10.18A	8.17A
Open-circuit Voltage (Voc)	51.43V	48.44V	51.52V	48.53V	51.61V	48.61V	51.70V	48.70V	52.04V	49.02V
Short-circuit Current (Isc)	10.48A	8.46A	10.57A	8.54A	10.67A	8.62A	10.77A	8.70A	10.84A	8.76A
Module Efficiency STC (%)	19.58%		19.81%		20.04%		20.27%		20.50%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	20A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

*STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

• Power measurement tolerance: ± 3%

SUN2000-185KTL-H1
Smart String Inverter



9
MPP Trackers

99.0%
Max. Efficiency

String-level
Management

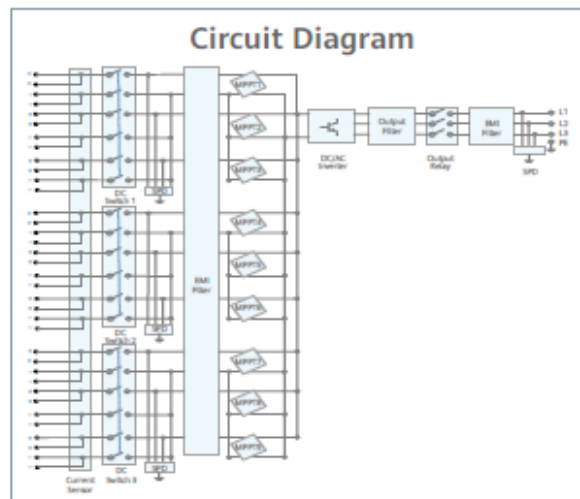
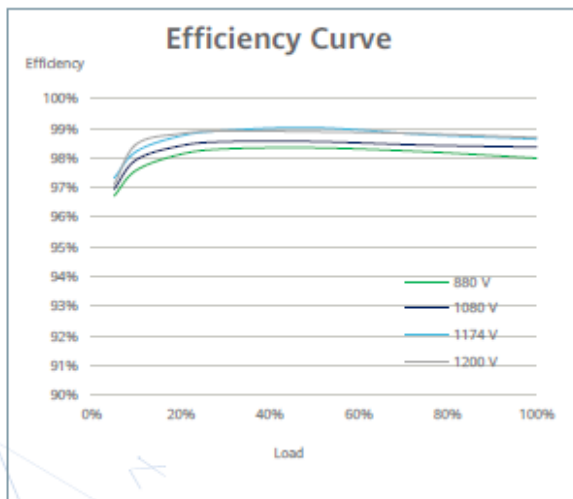
Smart I-V Curve
Diagnosis Supported

MBUS
Supported

Fuse Free
Design

Surge Arresters
for DC & AC

IP66
Protection



Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	98.69%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	175,000 W @40°C, 168,000 W @45°C, 160,000 W @50°C
Max. AC Apparent Power	185,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	185,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	126.3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
Max. Output Current	134.9 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	84 kg (185.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificates	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006

PRILOG 3. Analiza financijske efikasnosti investicijskog projekta

Pretpostavke:

Stopa poreza na dobit	18%
Prosječni ponderirani trošak kapitala	7,08%
Stopa inflacije	1,50%
Srednji tečaj eura	7,6
Podaci o elektranama:	
Naziv elektrane	FNE
Lokacija elektrane	FNE
Priključna snaga elektrane	2.100 kW
Instalirana snaga elektrane	2.400 kWp
Spec. investicijska cijena [€/kWp]	756

Tehnički podaci:

Tip FN modula	Jinko Solar HC 78M
Nazivna snaga modula	440 W
Godišnja degradacija	0,40%
Tip pretvarača	Huawei Sun200-185KTL
Snaga pretvarača	185 kW
Potreban broj modula	5.455
Potreban br pretvarača	12,97297297
Proizvodnja u 1. god.	3.474 MWh
Površina zemljišta	26.636 m ²
Amortizacijska stopa	10%

INVESTICIJSKI TROŠKOVI			
Komponenta	Spec. Cijena [€/kWp]	Cijena [€]	Cijena [kn]
Fotonaponski moduli	280	672.000,00	5.107.200,00
Izmjenjivači	110	264.000,00	2.006.400,00
Elektrooprema	33,56	80.544,00	612.134,40
Montažna konstrukcija	85	204.000,00	1.550.400,00
Elektro i gradevinski radovi	100	240.000,00	1.824.000,00
UKUPNO OPREMA I RADOVI	608,56	1.460.544,00	11.100.134,40
Priprema projekta	59	140.781,58	1.069.940,00
Priključak na mrežu	60	143.166,12	1.088.062,50
Otkup zemljišta	29	70.094,74	532.720,00
Nepredviđeni troškovi	0	0,00	0,00
UKUPNO	756	1.814.586	13.790.857

OPERATIVNI TROŠKOVI			
Operativni trošak	Cijena [kn]	Vrijednost	Napomena
Održavanje i servisiranje opreme	91.200,00	5	€/kWp
Tehničko i administrativno vođenje	0,00		Bruto mjesečna plaća zaposlenika
Osiguranje SE	0,00	0,0%	% investicijske vrijednosti opreme
Naknada lokalnoj zajednici	34.740,00	0,01	kn/kWh
Koncesijska naknada za zemljište	0,00	0	kn/m ² /mjesec
Troškovi uravnoteženja	0,00	0	€/MWh
Ostali troškovi	6.297,00	5,0%	% svih ostalih operativnih troškova
Ukupni troškovi prve godine	132.237,00		

Godine	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Projekcija neto novčani tok	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
Investicijski troškovi																										
Priprema projekta	1.069.940,00																									
Priključak na mrežu	1.088.063																									
Otkup zemljišta	532.720																									
Nabava opreme i radovi	11.100.134																									
Nepredviđeni troškovi	0																									
Ukupno investicijski troškovi	13.790.857	0												1.605.120												
Operativni novčani tokovi																										
Proizvedena električna energija MWh	0	3.474	3.460	3.446	3.432	3.419	3.405	3.391	3.378	3.364	3.351	3.338	3.324	3.311	3.298	3.284	3.271	3.258	3.245	3.232	3.219	3.206	3.194	3.181	3.168	3.155
Prodajna cijena električne energije €/MWh	49,74	52,40	52,57	53,63	54,69	55,75	56,82	57,88	58,94	60,00	62,47	64,75	66,86	68,80	70,57	72,19	73,66	75,00	76,22	77,31	78,31	79,20	80,00	80,73	81,37	81,96
Neto prihodi	0	1.383.486	1.382.422	1.404.693	1.426.764	1.448.635	1.470.309	1.491.786	1.513.068	1.534.155	1.590.820	1.642.415	1.689.101	1.731.089	1.768.626	1.801.980	1.831.432	1.857.267	1.879.767	1.899.207	1.915.853	1.929.954	1.941.747	1.951.453	1.959.276	1.965.404
Operativni troškovi		0	0	91.200	92.568	93.957	95.366	96.796	98.248	99.722	101.218	102.736	104.277	105.841	107.429	109.040	110.676	112.336	114.021	115.731	117.467	119.229	121.018	122.833	124.676	126.546
Naknada lokalnoj zajednici		34.740	34.601	34.463	34.325	34.187	34.051	33.915	33.779	33.644	33.509	33.375	33.242	33.109	32.976	32.844	32.713	32.582	32.452	32.322	32.193	32.064	31.936	31.808	31.681	31.554
Amortizacija (oprema)		1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814
Zarade prije poreza	-13.790.857	22.932	22.008	-46.783	-25.943	-5.323	15.079	35.261	55.227	74.976	130.280	1.506.304	1.551.582	1.431.627	1.467.709	1.499.583	1.527.531	1.551.836	1.572.782	1.590.642	1.605.681	1.618.149	1.628.282	1.636.812	1.643.920	1.650.304
Porez		4.128	3.961	8.421	4.670	958	2.714	6.347	9.941	13.496	23.450	271.135	279.285	257.693	264.188	269.925	274.956	279.331	283.101	286.316	289.023	291.267	293.091	323.426	324.526	325.315
Zarade nakon poreza	18.804	18.046	-38.362	-21.273	-4.364	12.364	28.914	45.286	61.480	106.829	1.235.169	1.272.297	1.173.934	1.203.521	1.229.658	1.252.575	1.272.506	1.289.681	1.304.326	1.316.658	1.326.882	1.335.191	1.473.386	1.478.394	1.478.394	1.481.990
Amortizacija (oprema)		1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814	1.325.814
Čisti novčani tok	1.344.618	1.343.860	1.287.451	1.304.541	1.321.449	1.338.178	1.354.728	1.371.100	1.387.294	1.432.643	1.235.169	1.272.297	1.334.446	1.364.033	1.390.170	1.413.087	1.433.018	1.450.193	1.464.838	1.477.170	1.487.394	1.495.703	1.473.386	1.478.394	1.478.394	1.481.990
														-270.674	1.364.033	1.390.170	1.413.087	1.433.018	1.450.193	1.464.838	1.477.170	1.487.394	1.495.703	1.473.386	1.478.394	1.481.990
														10.398.047	11.134.229											
Ukupni novčani tokovi i rezidualna vrijednost	-13.790.857	1.344.618	1.343.860	1.287.451	1.304.541	1.321.449	1.338.178	1.354.728	1.371.100	1.387.294	1.432.643	1.235.169	11.670.344													
Sadašnja vrijednost novčanih tokova	-13.790.857	1.255.713	1.172.026	1.048.590	992.257	938.661	887.695	839.254	793.236	749.537	722.860	582.015	513.507													
Čista sadašnja vrijednost																										
Sadašnja vrijednost čistog novčanog toka	-13.790.857	-12.535.143	-11.363.117	-10.314.527	-9.322.270	-8.383.610	-7.495.915	-6.656.660	-5.863.425	-5.113.888	-4.391.027	-3.809.012	1.326.495													

FINANCIJSKA ISPLATIVOST INVESTICIJSKOG PROJEKTA

NPV	1.326.495 kn
IRR	8,40%
PI	1,10
MIRR	7,90%
Diskontirano razdoblje povrata	11,74 god.