



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Elektroenergetika
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne
instalacije

RAZGRADNJA SONČNIH KOLEKTORJEV

Mentor: doc. dr. Drago Papler
Lektorica: Ana Peklenik, prof. slov.

Kandidat: Žiga Kunstelj

Ljubljana, december 2020

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Dragu Paplerju za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi lektorici Ani Peklenik, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

Posebna zahvala pa gre moji družini, da mi je stala ob strani v času študija ter pisanja naloge.

IZJAVA

Študent Žiga Kunstelj izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom doc. dr. Draga Paplerja.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Vgradnja sončnih kolektorjev je že nekaj let v porastu. Stremenje k zeleni energiji je vse večje. Manjšanje emisij, čiščenje planeta, zelena energija ipd. spodbujajo ljudi k nakupu sončnih elektrarn. Ljudje jih imajo vgrajene za zniževanje stroškov elektrike v gospodinjstvu ali kot investicijo za prodajanje električne energije v omrežje.

Sončne elektrarne so zelena energija brez emisij. Še vgrajene na ostrejša objektov ne kazijo njihove podobe. Sestavljene so iz sončnih kolektorjev, razsmernika, električne omarice, električnega števca, AC obremenitve ter javnega omrežja. Življenjska doba sončnih kolektorjev je približno 25 let. Po tem času pa jih je treba strokovno razgraditi, da ne obremenjujemo okolja z zasipavanjem potencialno nevarnih odpadkov

V diplomski nalogi bomo predstavili naložbo v obrat za recikliranje sončnih kolektorjev. Začeli bomo s postavitvijo obrata za reciklažo. Opisali bomo posamezne postopke recikliranja sončnih kolektorjev. Predstavili bomo postroje, ki bodo vgrajeni v obrat. Izračunali bomo stroške investicije nakupa zemljišča, postavitve obrata in nakupa strojev. Prav tako bomo izračunali stroške, ki nastanejo v 20 letih obratovanja. Smiselnost naložbe bo predstavljena na koncu diplomske naloge.

KLJUČNE BESEDE

- Sončni kolektorji
- Reciklaža
- Čisto okolje
- Tehnika reciklaže sončnih kolektorjev
- Odpadna surovina

ABSTRACT

The installation of solar collectors has been on the rise for several years. The drive for green energy is growing. Reducing emissions, cleaning the planet, green energy... All this encourages people to buy solar power plants. People have them built in to reduce the cost of electricity in the household or as an investment to sell electricity to the grid.

Solar power plants are green energy. No emissions. Even installed on the roofs of buildings do not spoil the images of these. They consist of solar collectors, an inverter, an electrical cabinet, an electric meter, an AC load and a public network. The lifespan of solar collectors is approximately 25 years. After this time, they must be professionally decomposed so as not to burden the environment by dumping this potentially hazardous waste.

In the diploma thesis we will present the investment in a plant for recycling solar collectors. We will start by setting up a recycling plant. We will describe individual recycling processes for solar collectors. We will describe the plants that will be installed in the plant. We will calculate the investment costs of purchasing land, setting up a plant and purchasing machinery. We will also calculate the costs incurred in 20 years of operation. The significance of the investment will be presented at the end of the diploma thesis.

KEYWORDS

- Solar panels
- Recycling
- Clean environment
- Recycling technique
- Recycled waste

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge	1
1.3	Predstavitev okolja	1
1.4	Predpostavke in omejitve	2
1.5	Metode dela	2
2	Tehnični opis naložbe.....	2
2.1	Opis fotonapetostne celice sk.....	2
2.2	Opis objekta za recikliranje SK.....	3
2.3	Opis postopka recikliranja	5
2.3.1	Polovična predelava.....	5
2.3.2	Polna predelava	6
3	OPIS NALOŽBE.....	9
3.1	Naložba v nakup zemljišča ter postavitve obrata	9
3.2	Ocena stroškov razgradnje	10
4	VREDNOTENJE NALOŽBE	12
4.1	Opis postopka naložbe.....	12
4.2	Stopnja amortizacije	12
4.3	Izračun amortizacije	12
4.3	Prihodki.....	13
5	OCENA UČINKOV NALOŽBE.....	13
5.1	Preračun stroškov ter prihodkov	13
5.1.1	Stroški.....	13
5.1.2	Prihodki.....	13
5.2	Preračun količine, ki jo razgradimo v 20 letih.....	14
5.3	Skupni denarni tok	15
5.4	Realni denarni tok	21
5.5	Metoda sedanje vrednosti naložbe	27
5.6	Metoda interne stopnje donosnosti.....	30
5.7	Ocena tveganj in negotovosti	33
5.8	Kazalniki učinkovitosti in uspešnosti.....	35
5.8.1	Izračun dobe vračanja naložbe.....	36
5.8.2	Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti	37
5.8.3	Kazalniki donosnosti naložb	38
5.8.4	Kazalniki donosnosti odhodkov	38
5.8.5	Interna stopnja donosnosti (ISD)	39
5.9	Primerjava kazalnikov učinkovitosti in uspešnosti.....	40
6	SKLEP	41
	LITERATURA IN VIRI	43

KAZALO SLIK

Slika 1: a)Shema kristalnega silicijevega sončnega kolektorja; b)Zgradba sončnega kolektorja (Vir: IRENA)	3
Slika 2: Skica delavnice spredaj	4
Slika 3: Skica delavnice zadaj	4
Slika 4: Postopki recikliranja SK	5
Slika 5: Orodje za mehanično razslojevanje SK	7
Slika 6: Prikaz diagrama posameznih postopkov reciklaže, za vrednotenje stroškov postopka	11
Slika 7: Skupni denarni tok (pri 100-odstotnem prispevku) in likvidnost projekta	19
Slika 8: Skupni denarni tok (pri 50-odstotnem prispevku) in likvidnost projekta	20
Slika 9: Skupni denarni tok (brez prispevka) in likvidnost projekta	20
Slika 10: Realni denarni tok (100 % prispevka) in likvidnost projekta.....	26
Slika 11: Realni denarni tok (50 % prispevka) in likvidnost projekta.....	26
Slika 12: Realni denarni toka (brez prispevka) in likvidnost projekta.....	27

KAZALO TABEL

Tabela 1: Primerjava treh postopkov razslojevanja SK.....	8
Tabela 2: Prikaz stroškov pri izgradnji ter opremljanju	10
Tabela 3: Približni stroški dela	10
Tabela 4: Prikaz dobička na tono recikliranega materiala	13
Tabela 5: Preračun vrednosti pridobljenih (recikliranih) materialov	14
Tabela 6: Skupni denarni tok do 3. leta	15
Tabela 7: Skupni denarni tok do 8. leta	16
Tabela 8: Skupni denarni tok do 13. leta	17
Tabela 9: Skupni denarni tok do 18. leta	18
Tabela 10: Skupni denarni tok do 20. leta	19
Tabela 11: Realni denarni tok do 3. leta	21
Tabela 12: Realni denarni tok do 8. leta	22
Tabela 13: Realni denarni tok do 13. leta	23
Tabela 14: Realni denarni tok do 18. leta	24
Tabela 15: Realni denarni tok do 20. leta	25
Tabela 16: Sedanja vrednost projekta pri 100-odstotnem prispevku.....	28
Tabela 17: Sedanja vrednost projekta pri 50-odstotnem prispevku.....	29
Tabela 18: Sedanja vrednost projekta brez prispevka	30
Tabela 19: Interna stopnja donosnosti investicije pri različnih diskontnih stopnjah (100-odstotni prispevek).....	32
Tabela 20: Interna stopnja donosnosti investicije pri različnih diskontnih stopnjah (50-odstotni prispevek).....	33

Tabela 21: Interna stopnja donosnosti investicije pri povečanju stroškov za 20 % (100-odstotni prispevek)	34
Tabela 22: Interna stopnja donosnosti investicije pri povečanju stroškov za 20 % (50-odstotni prispevek)	35
Tabela 23: Ekonomski kazalci učinkovitosti (100-odstotni prispevek)	40
Tabela 24: Ekonomski kazalci učinkovitosti (50-odstotni prispevek)	41
Tabela 25: Ekonomski kazalci učinkovitosti (brez prispevka).....	41

KRATICE IN AKRONIMI

SK:	sončni kolektor
IRENA:	International Renewable Energy Agency
EVA:	etilen vinil acetat
IC:	industrijska cona
Ag:	zlato
Si:	silicij
Al:	aluminij
Cu:	baker

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Razmah vgradnje sončnih kolektorjev kot sončne elektrarne je po letu 2001 prinesla veliko novih virov električne energije. Za investitorje pa so te elektrarne prinesle tudi nekaj donosnih naložb. 1,8 % (313,2 MW) proizvedene električne energije v Sloveniji izhaja iz sončne energije. Življenjska doba sončnega kolektorja je približno 25 let, po tem času pa ga je treba razgraditi.

V tej diplomski nalogi bomo spoznali investicijo v nov obrat za recikliranje sončnih kolektorjev (v nadaljevanju SK). Ugotovili bomo, ali je investicija smiselna ali ne.

Razgradnja SK počasi postaja globalni problem. Do sedaj so bili pokvarjeni SK enostavno odpeljani na deponijo in zasuti z zemljo. Vendar to ni dolgotrajna rešitev, saj njihova zgradba vsebuje tudi nevarne snovi. Dolgoročno proces njihove naravne razgradnje botruje onesnaženju zemlje. Nevarne snovi lahko pridejo do podtalnice, kar povzroči velik problem s pitno vodo.

Kot je sončna energija lahko čisti vir, je po končani življenjski dobi SK lahko tudi potencialno veliko onesnaženje življenjskih virov za ljudi, živali in rastline.

1.2 CILJI NALOGE

Cilj te diplomske naloge je ovrednotiti postavitev novega obrata za recikliranje SK. To pomeni zbiranje informacij ob celotni investiciji v nov objekt, oceno stroškov transporta izrabljenih kolektorjev do obrata za reciklažo in nenazadnje stroškov njenega obratovanja. Profit lahko pričakujemo iz prodaje recikliranega materiala.

Ali je ta investicija smiselna in ali nam prinaša donos?

1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Obrat za reciklažo bi bil postavljen v del osrednje Slovenije. Zemljišče se bo kupilo v industrijski coni Komenda. Objekt bo zgrajen iz železnih I profilov in oblečen v Trimo panele. Del bo namenjen pisarnam, preostalo pa razgradnji SK ter proizvodnji reciklata. V samem objektu bo stroj za reciklažo, ki bo ločeval reciklat v različne silose, za transport in nadaljnjo prodajo. Silosi bodo stali v zunanosti obrata, kjer bodo tudi parkirna mesta za zaposlene.

Pri izbiri lokacije objekta smo se odločili za čim lažjo dostopnost in povezave z vsemi glavnimi cestami v Sloveniji. Blizu je tudi Letališče Jožeta Pučnika.

1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Predpostavljamo, da izgradnja objekta ne predstavlja problema, saj je postavljen v industrijsko okolje. Dobava strojev za reciklažo tudi ni problematična, saj je že nekaj ponudnikov na trgu (NPC incorporated iz Japonske). Transportni trakovi za ločevanje reciklata pa so tudi že stalnica v industriji.

Je pa tu nekaj omejitev. Proces samega recikliranja SK je že zelo dovršen proces. S pravo tehnologijo lahko recikliramo okoli 99 % vseh komponent, ki so v SK.

Pri raziskovanju smo prišli do problema, saj nismo našli nobene uredbe o recikliranju SK v Sloveniji. Evropska unija je edina, ki je sprejela odlok o ravnanju z odsluženimi SK (Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive (2012/19/EU)), medtem ko ostali svet tega odloka še nima.

V letu 2014 so sprejeli standard TS 50625-6, ki definira zahteve za zbiranje, logistiko in ravnanje z odsluženimi SK.

1.5 METODE DELA

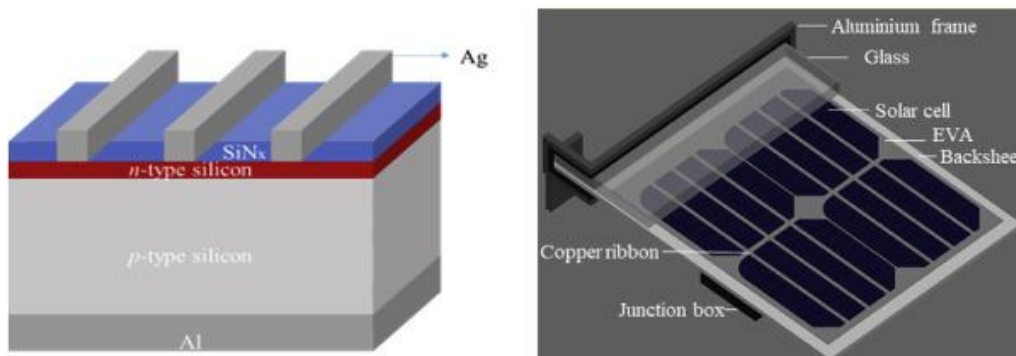
V diplomskem delu bomo opisali investicijo v nov reciklirni obrat za recikliranje sončnih kolektorjev. Pokazali bomo približni predračun za nakup zemljišča ter postavitev objekta. V objektu bodo postroji za razslojevanje sončnih kolektorjev, mlinci za mletje odpadnega materiala, peči za ločevanje silicijevih rezin od preostalega dela kolektorja ter transportni trakovi, ki bodo namenjeni za transport na zunanjo deponijo, kjer bodo silosi za reciklat. Izračunali bomo smiselnost celotne investicije v časovnem okviru 20 let. Izračunali bomo stroške investicije in donosnost naložbe. To bomo prikazali v tabelah in grafih. Obravnavali bomo amortizacijsko stopnjo, interno diskontno stopnjo in druge kazalnike uspešnosti.

2 TEHNIČNI OPIS NALOŽBE

2.1 OPIS FOTONAPETOSTNE CELICE SK

»Fotonapetostna komponenta PV modula, ki proizvaja sončno energijo, je sončna celica. Standardne Si sončne celice vsebujejo približno 200 μm debele rezine p-tipa ali n-tipa kot absorberje svetlobe. Dopolnilne folije iz fosforjevega orborona in protipolarnosti dovedejo v rezino z difuziontom, da tvorijo p-n spoj za ustvarjanje fotonapetosti, tok pa se odvaja v zunanjo zanko prek elektrode Ag, Al ali Cu. Površina je teksturirana in prevlečena z manj kot 100 nm antirefleksne (npr. Silikonitridne) prevleke, da se minimalizira odsev, kot je prikazano na sliki 1(a).

Vendar pa je sončna celica preveč krhka, da bi se uprla ostrim okoljskim razmeram. Za oblikovanje modula so končane sončne celice med seboj povezane v strune z zaporednim bakrenim trakom ali bakreno žico in laminirane v stisnjeni strukturi, kot je prikazano na sliki 1(b). Kapsulacijski material, ki je običajno etilen vinil acetat (EVA), pomaga prilepiti celice na sprednji del stekla in polimerno ploščo (pri nekaterih vrstah modulov se steklo uporablja tudi na zadnji strani), da prepreči termično, mehansko, ultravijolično in poškodbe zaradi vlage.» (Deng et al., 2019)



Slika 1: a) Shema kristalnega silicijevega sončnega kolektorja; b) Zgradba sončnega kolektorja
(Vir: IRENA)

2.2 OPIS OBJEKTA ZA RECIKLIRANJE SK

Zamislili smo si, da bo podjetje locirano v industrijski coni Komenda in se bo razprostiralo na 5000 m². Od tega bo 900 m² namenjenih objektu za recikliranje, 100 m² za pisarne, ostalo bo pa vhodna deponija in deponija izhodnih recikliranih surovin.

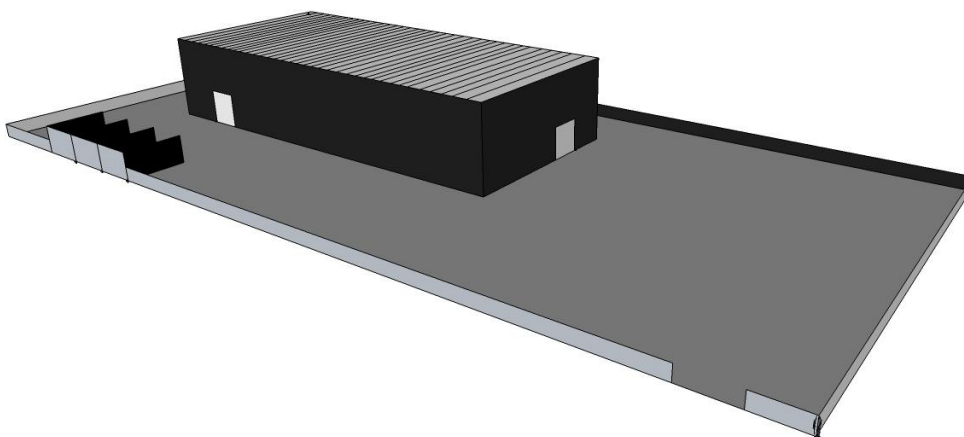
Dovoz bo širok in prostoren, saj transportni tovornjaki potrebujejo veliko prostora za razkladanje in nakladanje tovora. Na zadnji strani bodo pisarniški prostori s parkirnimi mesti za zaposlene.

Deponija za odpadne SK bo v bližini vhoda v del tovarne, kjer se bo začel proces recikliranja. Na začetku bodo delavci odstranili aluminijasti okvir iz SK. Prav tako bodo odstranili priklopno dozo s kabli. Nato bodo postavili SK na transportni trak, ki bo vodil do naprave za ločevanje stekla ter silicijevih plasti na posamezne elemente (proizvajalec NPC group iz Japonske). Po končanem procesu ločevanja bo steklo potovalo v mlin, kjer se bo zdrobilo in potem zdrobljeno potovalo v zunanji silos za reciklirano steklo. Tu bo tudi nakladalna rampa za odvoz v tovarno stekla za ponovno uporabo. Silicijeve plasti bodo tudi potovale v mlin, da jih zdrobi na čim manjše kose. Nadaljnja reciklaža je opisana v postopkih spodaj (2.3). Kateri

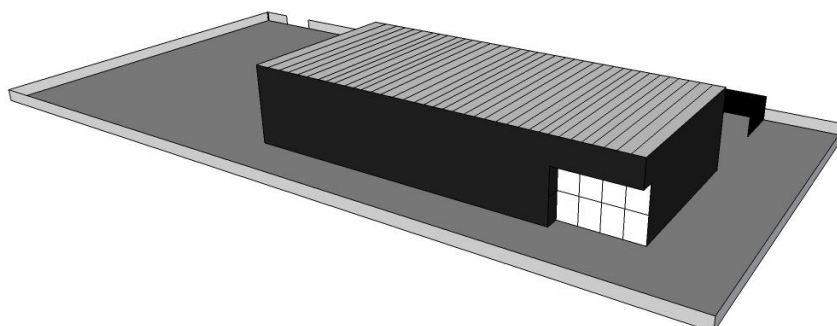
postopek bo vgrajen v tovarni, še ni točno definirano, bomo pa stremeli k temu, da recikliramo najboljše kot lahko.

Pri toplotni obdelavi delcev s silicijem bomo uporabili filtre za čistost zraka, saj se pri segrevanju v peči v procesu reciklaže sproščajo plini, ki so nevarni za ljudi in okolje.

Skrb za ljudi ter naravo je v procesu recikliranja zelo pomemben faktor, zato se bomo držali vseh okoljevarstvenih predpisov ter vseh predpisov za varno delo.



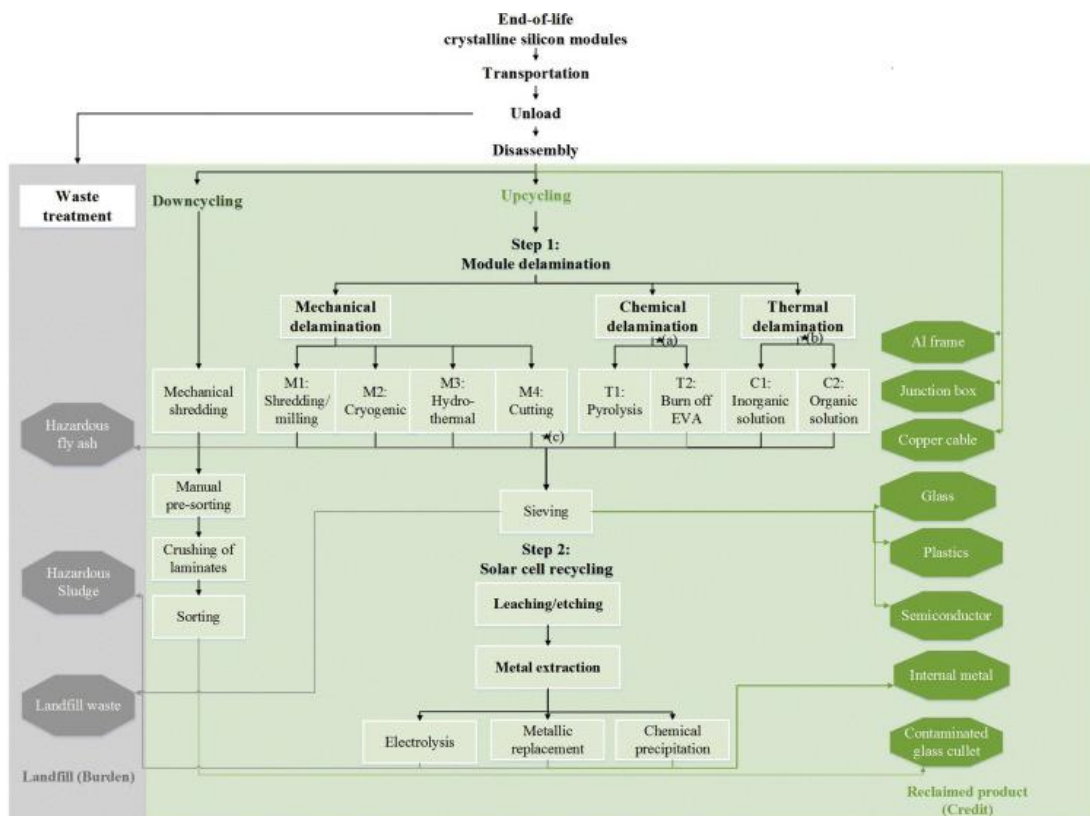
*Slika 2: Skica delavnice spredaj
(Vir: lastni)*



*Slika 3: Skica delavnice zadaj
(Vir: lastni)*

2.3 OPIS POSTOPKA RECIKLIRANJA

Za silicijeve SK je bilo razvitih več izvedljivih postopkov recikliranja, kot so povzeti na sliki 4, nekateri pa so bili uspešno dokazani v pilotnem merilu. Recikliranje lahko razdelimo na polovično ali polno predelavo. Polovična predelava (tj. recikliranje majhne vrednosti) izvleče materiale, ki so onesnaženi in imajo torej nizko vrednost za ponovno uporabo. S polno predelavo (tj. recikliranjem z visoko vrednostjo) pa dobimo materiali višje čistosti ali kakovosti, ki lahko prinesejo večjo vrednost za ponovno uporabo (Deng et al., 2019).



Slika 4: Postopki recikliranja SK
(Vir: Deng et al., 2019)

2.3.1 Polovična predelava

Odlagališče smeti je največkrat glavna metoda odstranjevanja SK. Moduli se zakonito odlagajo skupaj z drugimi gospodinjskimi smeti v večini regij po svetu. Vendar neposredno odstranjevanje povzroči trajno izguba virov za večkratno uporabo in lahko privede do onesnaženja tal in zraka.

Pristop polovične predelave reciklira steklo in okvir iz aluminija. Pri tem postopku najprej ročno odstranimo aluminijasti okvir, bakrene kable ter priklopno plastiko. Potem modul razrežemo na liniji za recikliranje stekla, čemur je sledijo drobljenje ter

vrsta ročnega in mehanskega sortiranja in ekstrakcijski procesi za recikliranje večine stekla in aluminija. Ostale kovine so bile poslani določenim predelovalcem. Ostanke, ki vključujejo mešanico silicija, kovine, plastike in stekla, ki jih drobilnik ne more nadalje ločiti, pa so poslani na odlagališče. Ta preprosti način recikliranja se izogiba odlaganju večine SK na odlagališče in to z relativno nizko porabo energije in stroški obdelave.

2.3.2 Polna predelava

Cilj popolne predelave je reciklirati ne le steklo in aluminijaste okvire, ampak tudi dragocenejšje komponente, kot so zlato, silicij, aluminij in baker, znotraj SK s pomočjo bolj zapletenih procesov. Začetek postopka je identičen kot pri polovični predelavi. Najprej odstranimo aluminijasti okvir, nato bakrene žice ter priklopno plastiko in nazadnje še steklo. Nato je mogoče kovino in silicij reciklirati, da ohranita največjo vrednost, in zmanjšati količino nevarnih ostankov, ki ostanejo pri odstranjevanju. Tu ponujamo pregled tehnik popolne predelave v vrstnem redu obdelave.

Mehansko razslojevanje

Številne študije so preučevale mehanske postopke za pridobivanje in ločevanje stekla od drugih delov. Te metode razvrstimo kot M1, M2, M3 in M4 (slika 4). Metoda M1 je predlagana metoda za razdrobitev modula z motorjem z dvema rotorjema, ki mu sledi kladivo. Večje frakcije (premera $>0,08$ mm) so bile zabeležene kot steklo, ki ga je mogoče obnoviti. Za majhne frakcije (premera $<0,08$ mm) je bilo ugotovljeno, da vsebujejo silicij in kovine, ki potrebujejo nadaljnje piro-/hidrometalurške obdelave. Po toplotni odstranitvi polimernih ostankov iz stekla ta metoda proizvede steklo, ki ga je mogoče reciklirati v količini 80–85 % SK. Nadaljnja študija je ta postopek še izboljšala z zamenjavo drobljenja ter mletja s trojnim drobljenjem, s čimer dosežemo stopnjo dobrega stekla v 91 %. Pri metodi M2 namesto termičnega odstranjevanja ostankov EVA so pri Yingli Solar razvili kriogeni postopek za razslojevanje silicijevih modulov. Ob ohladitvi pri dovolj nizkih temperaturah (-196 °C) medfazna vezava sendvič struktur oslabi. Nato lahko abrazivni brusilni stroj zlahka olupl silicijev prah od plastičnih delcev. V metodi M3, ki cilja na večje kose stekla, je organizacija Trina Solar raziskala postopek ločevanja stekla v oksidantnih hidrotermalnih podkritičnih pogojih, da se odstrani celota steklena pločevina iz modula. V metodi M4 je še en zanesljiv pristop, ki je bil uporabljen in dokazan: vroče rezanje z nožem za ločevanje celotnega stekla s SK. Projekt Full Recovery End of Life Photovoltaic (FRELP) je pokazal pilotni pristop recikliranja. Pri tem se celotno stekleno ploščo modula z visokofrekvenčnim nožem loči na rahlo povišani temperaturi. 98 % stekla je bilo pridobljenega. Preostanki sendviča (EVA, sončne celice) so bili poslani na sežig obrat na nadaljnjo obdelavo.

Rezanje ima očitno prednost, da se steklo loči v enem koraku, da se preprečijo večkratno drobljenje in termični procesi. Koncept vročega rezanja je bil izveden na različne načine, npr. z ogrevanimi rezili, hitro vrtljivo jekleno krtačo in dletnimi listi.



Slika 5: Orodje za mehanično razslojevanje SK
(Vir: NPC group)

Termično razslojevanje

SK ločuje s toplotno razgradnjo kapsulacijske plasti med steklom in sončnimi celicami. Polimerna kapsulacijska plast, večinoma EVA, je lahko bodisi pirolizirana v očetno kislino, propan, propen, etan, metan in druga gorljiva olja in pline v okolju inertnih plinov (T1) ali v okolju s kisikom (T2). V metodi T1 Solar Cells Inc. predlaga obnovitev silicijevih rezin in delujočih sončnih celic iz starih modulov s pirolitično razgradnjo EVA v inertni atmosferi v cevni peči pri približno 500 °C. Pred izhlapevanjem EVA je bil zadnji list SK ročno olupljen. Dokazano je bilo, da s pirolitičnim razslojevanjem s plini lahko ustvarjamo kogeneracijo (ogrevanje prostora ali proizvodnja elektrike). Pri temperaturi 450–600 °C s časom zadrževanja 30 minut do 1 ure zadostuje za popolno razgradnjo.

Deutsche Solar in Solarworld sta pokazala toplotno razslojevanje, postopek recikliranja razgrajenih modulov v PV elektrarnah z močjo 300 kW v Nemčiji in Belgiji. Razslojene sončne celice so bile predelane v nove module in so začele drugo življenje. Od leta 2005 se je debelina sončnih celic Si zmanjšana na manj kot 200 µm, zaradi česar je verjetneje, da se silicijeve rezine med toplotnim postopkom zlomijo ali razpokajo. Pokanje je pripisano mehanskim obremenitvam, ki jih povzročajo razpadajoči plin za steklom in toplotna deformacija EVA. Vprašanje loma je mogoče odpraviti z modifikacijo orodij (npr. dodatno pritrjeno šablono z utori) ali enostavnimi predhodnimi obdelavami (npr. razpokanje sprednjega stekla in vzorčenje EVA zadaj) za hitro sproščanje napetosti, ki nastane zaradi vročega plina. Z optimiziranim postopkom bi lahko izkoristili skoraj 100 % kaljenega stekla in

visoko čistega silicija za ponovno uporabo. V metodi T2 pirolize je EVA zgoreval v kisikovem okolju in je zagotovil energijo za kogeneracijsko ogrevanje.

Kemično razslojevanje

Lepilno inkapsulacijsko plast lahko raztopimo v anorganskih (C1) ali organskih (C2) topilih, da razstavimo modul. Pri metodi C1 je bilo najprej ločeno steklo od silicijevih celic s potopitvijo modula v dušikovo kislino (HNO_3) za 24 ur. V metodi C2 so poročali o uspešni razpustitvi EVA potopljene v trikloroetilenu pri $80\text{ }^\circ\text{C}$ za 10 dni. Kemični postopek lahko pospešimo z ultrazvočnim sevanjem. Poročali so o najučinkovitejšem organskem raztapljanju EVA v O-diklorobenzenu v 30 minutah za obnovev sončnih celic brez poškodb. Poročali so tudi o popolnem raztapljanju EVA v manj kot 60 minutah v toluenu s prisotnostjo ultrazvočnega sevanja. V nekaterih primerih organska topila niso mogla odstraniti EVA, ki je ostala na površini, zato je potrebna sekundarna obdelava, kot je piroliza. To neizogibno dodaja zapletenost v proces.

Poleg sprednjega stekla morajo biti hrbtnne plošče, ki vsebujejo fluor, odstranjene pred recikliranjem SK zaradi njihove toksičnosti, kot je označeno z zvezdico (a)–(c) na sliki 4. Hrbtno folijo lahko olupite od modula pri povišanih temperaturah, mehansko odstranijo med razrezom, mletjem ali termično zgorijo v sežigalnici z dovoljenjem. Za steklene module in tiste, ki nimajo fluora, ta korak ni potreben.

Če povzamemo, tabela 1 primerja različne predelane proizvode, pretokov, stopnje porabe energije in kemikalij med tremi pristopi razslojevanja modula. Toplotno razslojevanje in vroč nož za rezanje imata prednost, saj omogočata povrnitev nedotaknjene komponente z višjo vrednostjo ponovne uporabe. Vendar bi lahko bil postopek energetsko potraten z nizko dodano vrednostjo. Mehansko razslojevanje je izvedeno na podlagi obstoječe infrastrukture za recikliranje za visoko dodano vrednost. Postopek brez toplote odpravlja pomisleke glede izgorevanja zadnjega lista fluorida in emisij ogljikovega dioksida. Učinkovito zajemanje posameznih elementov, kot so plastika, steklo in sončne celice, po drobljenju je zelo zahteven postopek. Po drugi strani pa stroški in dodana vrednost kemičnega razslojevanja še vedno predstavljajo resno tveganje za zdravje ljudi v industriji in jo je treba še bolj razviti.

Metoda razslojevanja	Reciklat	Dodana vrednost	Poraba energije/kemikalij
Mehansko	Steklo, mešanica Si ter kovin ter delci plastike	visoka	nizka
Termalno	Steklo, silicij, ostale kovine	nizka	visoka
Kemijsko	Steklo, silicij, ostale kovine	zelo nizka	zelo visoka

Tabela 1: Primerjava treh postopkov razslojevanja SK

3 OPIS NALOŽBE

3.1 NALOŽBA V NAKUP ZEMLJIŠČA TER POSTAVITEV OBRATA

Odločili smo se za nakup zemljišča v IC Komenda, in sicer zaradi dobre lege ter povezav s celotno Slovenijo ter in predvsem zaradi bližine letališča. Glede na cene zemljišča (100 EUR/m²) in svoje zahteve smo ugotovili, da potrebujemo 5.000 m² za zagon našega obrata. Pri enostavnem preračunu dobimo vrednost zemljišča 500.000 EUR.

Obrat se bo razprostiral na 1.000 m² in bo vključeval pisarniški ter industrijski del. Dolg bo 50 m, širok 20 m ter visok 10 m. Imel bo stekleno pročelje za pisarne ter dvoje industrijskih vrat za dovoz in odvoz materiala ter servisne potrebe. Okoli zemljišča bo postavljena ograja z enim glavnim vhodom za osebne avtomobile ter transportne kombije in tovornjake. Na zemljišču bodo tudi trije silosi za recikliran material v izmerah 5 × 10 m. Obrat bo sestavljen iz kovinskih I profilov ter Trimo panelov. Industrijska vrat bodo iz podjetja Matjaž, glavna vhodna pa iz podjetja Kovinotehnika. Ograja bo panelna, Za pročelje podjetja pa bo poskrbelo podjetje IsoGlass. Strojne inštalacije v objektu bo izvajal Marko Brojan, s. p., za elektroinštalacijo pa bo odgovorna firma Strela, d. o. o.

Celoten znesek vsega naštetega ocenjujemo na 1,500.000 EUR. V tabeli 2 so prikazani stroški po posameznih izvajalcih.

V obratu se bo nahajala naprava za odstranjevanje bakrenih kablov ter priključne plastike, odstranjevanje aluminijastih okvirjev ter ločevanje stekla od preostalega dela SK. Naprava bo iz podjetja NPC group (slika 4). Poleg bosta 2 mlina za mletje Al in stekla. Iz teh dveh mlinov bosta speljana dva transportna trakova direktno na deponijo recikliranih surovin. Vsak v svoj silos. Za ločevanje silicijevih rezin od preostalih povezav pa še nismo uspeli najti ustreznega postopka/naprave, ki bi jo umestili v reciklirni proces.

	cena/enota	količina	enota	Strošek
Nakup zemljišča	100,00 €	5.000	m ²	500.000,00 €
Gradbena dela	730.350,00 €	1	kom	730.350,00 €
Postavitev kovinske konstrukcije	420.000,00 €	1	kom	420.000,00 €
Trimo paneli	17,23 €	11.000	m ²	189.530,00 €
Industrijska vrata	2.230,45 €	2	kos	4.460,90 €
zunanja vrata	1.500,00 €	1	kos	1.500,00 €
Panelna ograja	10,00 €	5.000	m	50.000,00 €
Stekleno pročelje	134,00 €	60	m ²	8.040,00 €
Strojne inštalacije	43.070,00 €	1	kos	43.070,00 €
Elektro napeljava	32.000,00 €	1	kos	32.000,00 €
Ureditev pisarn	50.000,00 €	1	kos	50.000,00 €
Naprava za razslojevanje (NPC)	45.000,00 €	1	kos	45.000,00 €
Mlin za material	4.500,00 €	2	kos	9.000,00 €
Transportni trak	2.000,00 €	2	kos	4.000,00 €
Industrijska vozila (viličar)	15.000,00 €	2	kos	30.000,00 €
Skupaj				2,116.950,90 €

Tabela 2: Prikaz stroškov pri izgradnji ter opremljanju

3.2 OCENA STROŠKOV RAZGRADNJE

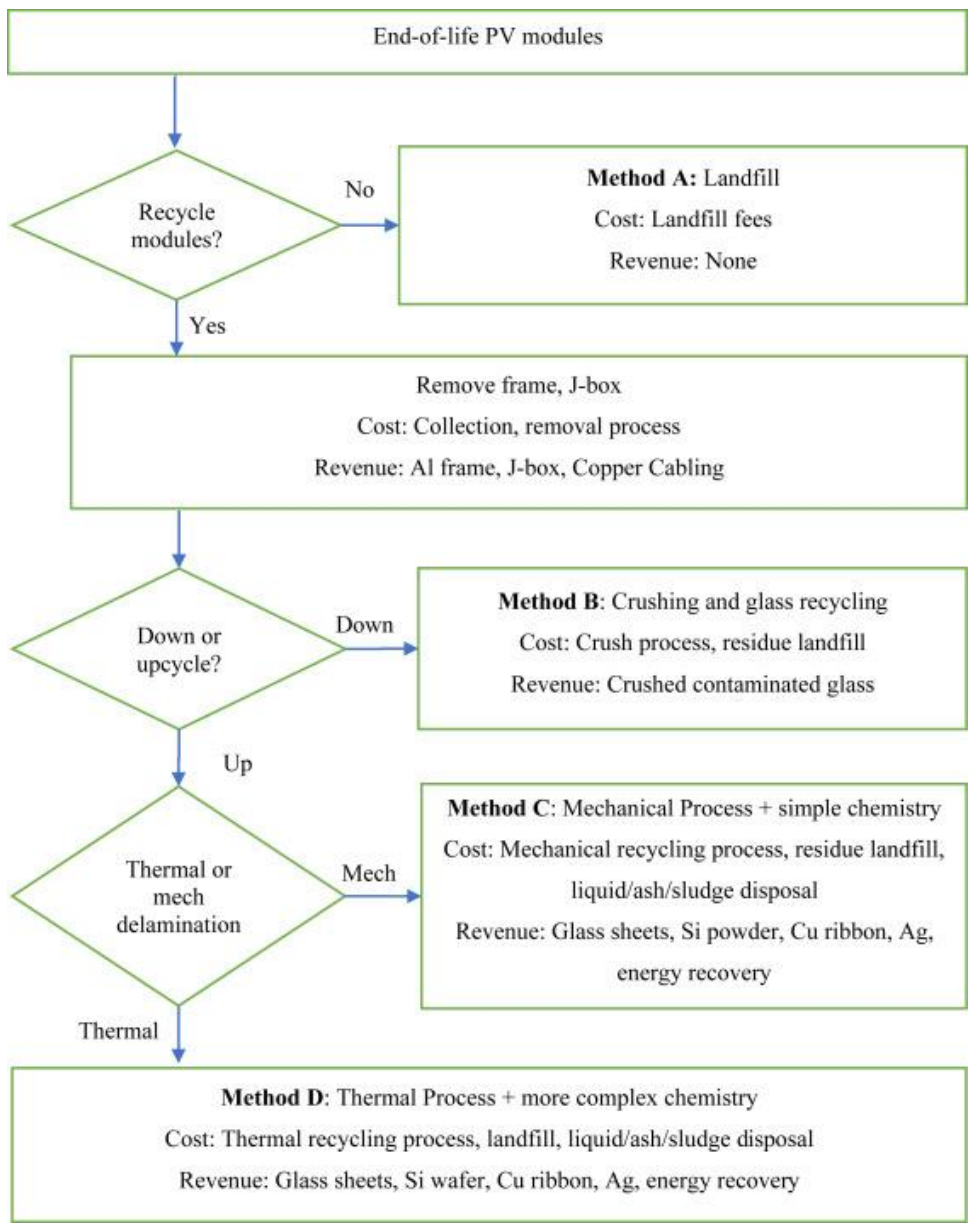
Pri oceni stroškov procesa smo se oprli na že izračunane stroške iz raziskave Renewable and Sustainable Energy Reviews (Deng et al., 2019).

Najprej navajamo tabelo ekonomskih stroškov pri razgradnji 7.000 ton/leto. (Opomba: Ocena stroškov je vzeta iz raziskave Renewable and Sustainable Energy Reviews, Deng et al., 2019)

Metoda:	Izguba vrednosti (EUR/tono)	Stroški razgradnje (EUR/tono)	Vzdrževanje, zaposleni (EUR/tono)
B: Razgradnja stekla	0	168 (118–218)	0
C: Mehanska razgradnja	279 (223–335)	373 (224–522)	37 (19–74)
D: Termalna razgradnja	394 (315–473)	453 (373–533)	86 (37–135)

Tabela 3: Približni stroški dela
(Vir: prirejeno po Deng et al., 2019)

V tabeli 3 se sklicujemo na diagram, prav tako prikazan v raziskavi Renewable and Sustainable Energy Reviews (Deng et al., 2019).



Slika 6: Prikaz diagrama posameznih postopkov reciklaže, za vrednotenje stroškov postopka (Vir: Deng et al., 2019)

4 VREDNOTENJE NALOŽBE

4.1 OPIS POSTOPKA NALOŽBE

Za postopek izračuna smo vzeli investicijo v novo tovarno ter vseh strojev, ki jih potrebujemo za uspešno razgradnjo SK (2,116.950,90 €).

Predpostavljamo, da ob normalnem postopku dela ter skrbnim ravnanjem z opremo lahko postroj za recikliranje SK deluje od 15 do 25 let. Za izračun bomo vzeli 20 let, medtem ko sama tovarna ne izgublja veliko in padec vrednosti v 20 letih zanemarimo. Po tem obdobju zamenjamo celotni postroj opreme za razgradnjo, saj bodo na trgu boljše in učinkovitejše naprave.

Predpostavimo tudi, da z načrtovanim postrojem orodij razgradimo 50–70 % trenutno vgrajenih SK v naslednjih 20 letih.

4.2 STOPNJA AMORTIZACIJE

$$Sta = \frac{100\%}{20} = 5\%$$

Za – življenjska doba

Sta – stopnja amortizacije

Stopnja amortizacije v našem primeru je 5 %, saj je ocenjena življenjska doba postroja za recikliranje SK 20 let.

4.3 IZRAČUN AMORTIZACIJE

Strošek amortizacije na leto

Časovna amortizacije osnovnih sredstev pomeni, da se obračanje amortizacije izvaja glede na čas trajanja uporabe osnovnega sredstva (Papler, 2008, str. 1).

$$Am = \frac{Nv}{Pp} = \frac{2.116.950,90}{20} = 105.847,5\text{€}$$

Am – amortizacija na leto

Nv – nabavna vrednost naložbe – **2,116.950,90 €**

Pp – predvidena življenjska doba – **20 let**

Strošek amortizacije na leto znaša 105.847,5 €.

4.3 PRIHODKI

Prihodkov v našem primeru je več. Imamo prihodek od recyklata in pogojno prihodek od plačanega prispevka za razgradnjo ob nakupu sončne elektrarne.

Vzeli smo primer sončne elektrarne moči 11 kW, pri čemer računamo, da je v ceni celotne sončne elektrarne že vračunana cena za razgradnjo 2500 EUR (Vir: GEN-I). Po hitrem preračunu ugotovimo da je to 0,227 €/W. Vsi prihodki bodo napisani v tabeli 4.

Trenutno je v Sloveniji vgrajenih 313,2 MW električne energije iz sončnih kolektorjev (Vir: PV portal).

Cene recyklata smo vzeli iz portala letsrecycle.com, GEN-I, greengatemetals.co.uk.

Material	Enota	€/Enota
Prispevek	W	0,227
Steklo	tona	11
Aluminij	tona	750
Bakreni vodniki	tona	710
Ostali gradniki	tona	100

Tabela 4: Prikaz dobička na tono recikliranega materiala

5 OCENA UČINKOV NALOŽBE

5.1 PRERAČUN STROŠKOV TER PRIHODKOV

5.1.1 Stroški

- Postavitev tovarne: 2,116.950,90 €
- Stroški obratovanja: 593 €/tono (opomba: Tabela 3, metoda D)

5.1.2 Prihodki

- Že plačan prispevek za razgradnjo: 0,227 €/W (= 34091 €/tono)*
- Reciklat stekla: 11 €/tono
- Reciklat aluminija: 750 €/tono
- Reciklat bakrenih vodnikov: 710 €/tono
- Ostali reciklat: 100 €/tono

*Opomba: računamo, da ima 1 kolektor težo 20 kg ter moč 300 W

5.2 PRERAČUN KOLIČINE, KI JO RAZGRADIMO V 20 LETIH

Trenutno je v Sloveniji vgrajenih 313,2 MW električne energije iz sončnih kolektorjev (PV portal). Predpostavka, da recikliramo 50 % do 70 % vseh SK. Navezujemo se na zgornjo opombo, da za preračun vzamemo sončni kolektor moči 300 W ter teže 20 kg. Torej bomo v 20 letih predelali 10.440 do 14.616 ton zavrženih SK.

Material	Razgrajena količina 50 %	Razgrajena količina 70 %	Razgrajena količina z enim strojem	delež
Prihodki:				
Prispevek	35.548.200,00 €	49.767.480,00 €	15.676.756,20 €	100 %
Steklo	87.278,40 €	122.189,76 €	38.489,77 €	76 %
Aluminij	5.950.800,00 €	8.331.120,00 €	2.624.302,80 €	8 %
Bakreni vodniki	74.124,00 €	103.773,60 €	32.688,68 €	1 %
Ostalo	156.600,00 €	219.240,00 €	69.060,60 €	15 %
Stroški:				
Obratovanje	6.190.920,00 €	8.667.288,00 €	2.730.195,72 €	100 %
Transport	41.760,00 €	58.464,00 €	18.416,16 €	100 %
Skupaj prihodki	41.817.002,40 €	58.543.803,36 €	18.441.298,06 €	
Skupaj stroški	6.232.680,00 €	8.725.752,00 €	2.748.611,88 €	
Skupaj	35.584.322,40 €	49.818.051,36 €	15.692.686,18 €	
Skupaj brez prispevka	36.122,40 €	50.571,36 €	15.929,98 €	

Tabela 5: Preračun vrednosti pridobljenih (recikliranih) materialov

5.3 SKUPNI DENARNI TOK

Za izračun skupnega denarnega toka in realnega denarnega toka smo vzeli podatke postroja NPC group, ki obljublja razslojevanje 480 SK na dan. To nam po preračunu nanese 230,4 (22 % vseh SK trenutno v Sloveniji) ton SK na letni ravni. Torej v 20 letih lahko razslojimo 4.608 ton.

Leto	Skupaj	0 2021	1 2022	2 2023	3 2024
SKUPNI DONOS (1 + 2)	20,558.248,96 €	2,116.950,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
1. povprečni prihodek z že plačanim prispevkom ter prodajo reciklata (20 let)	18,441.298,06 €	0,00 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
2. lastna sredstva	2,116.950,90 €	2,116.950,90 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SKUPNI DONOS (3 + 2)	12,724.370,90 €	2,116.950,90 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
3. povprečni prihodek z že plačanim prispevkom (50 %) ter prodajo reciklata (20 let)	10,607.420,00 €	0,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
SKUPNI DONOS (4 + 2)	4,881.492,76 €	2,116.950,90 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
4. povprečni prihodek s prodajo reciklata (20 let)	2,764.541,86 €	0,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
SKUPNI ODHODKI	4,865.562,78 €	-2.116.950,90 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
Izgradnja tovarne	2,116.950,90 €	2,116.950,90 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Stroški obratovanja (na tono recikliranega materiala)	2,748.611,88 €	0,00 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
NETO SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	15,692.686,18 €	0,00 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (100 % prispevka)		0,00 €	784.634,31 €	1.569.268,62 €	2.353.902,93 €
NETO SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	7,858.808,12 €	0,00 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (50 % prispevka)		0,00 €	392.940,41 €	785.880,81 €	1.178.821,22 €
NETO SKUPNI DONOS (brez prispevka)	15.929,98 €	0,00 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (brez prispevka)		0,00 €	796,41 €	1.592,81 €	2.389,22 €

Tabela 6: Skupni denarni tok do 3. leta

Leto	4 2025	5 2026	6 2027	7 2028	8 2029
SKUPNI DONOS (1 + 2)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
1. povprečni prihodek z že plačanim prispevkom ter prodajo reciklata (20 let)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
2. lastna sredstva	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SKUPNI DONOS (3 + 2)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
3. povprečni prihodek z že plačanim prispevkom (50 %) ter prodajo reciklata (20 let)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
SKUPNI DONOS (4 + 2)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
4. povprečni prihodek s prodajo reciklata (20 let)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
SKUPNI ODHODKI	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
Izgradnja tovarne	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Stroški obratovanja (na tono recikliranega materiala)	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
NETO SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	3,138.537,24 €	3,923.171,55 €	4,707.805,85 €	5,492.440,16 €	6,277.074,47 €
NETO SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	1,571.761,62 €	1,964.702,03 €	2,357.642,44 €	2,750.582,84 €	3,143.523,25 €
NETO SKUPNI DONOS (brez prispevka)	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (brez prispevka)	3.185,62 €	3.982,03 €	4.778,44 €	5.574,84 €	6.371,25 €

Tabela 7: Skupni denarni tok do 8. leta

Leto	9 2030	10 2031	11 2032	12 2033	13 2034
SKUPNI DONOS (1 + 2)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
1. povprečni prihodek z že plačanim prispevkom ter prodajo reciklata (20 let)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
2. lastna sredstva	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SKUPNI DONOS (3 + 2)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
3. povprečni prihodek z že plačanim prispevkom (50 %) ter prodajo reciklata (20 let)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
SKUPNI DONOS (4 + 2)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
4. povprečni prihodek s prodajo reciklata (20 let)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
SKUPNI ODHODKI	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
Izgradnja tovarne	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Stroški obratovanja (na tono recikliranega materiala)	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
NETO SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	7,061.708,78 €	7,846.343,09 €	8,630.977,40 €	9,415.611,71 €	10,200.246,02 €
NETO SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	3,536.463,65 €	3,929.404,06 €	4,322.344,47 €	4,715.284,87 €	5,108.225,28 €
NETO SKUPNI DONOS (brez prispevka)	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (brez prispevka)	7.167,65 €	7.964,06 €	8.760,47 €	9.556,87 €	10.353,28 €

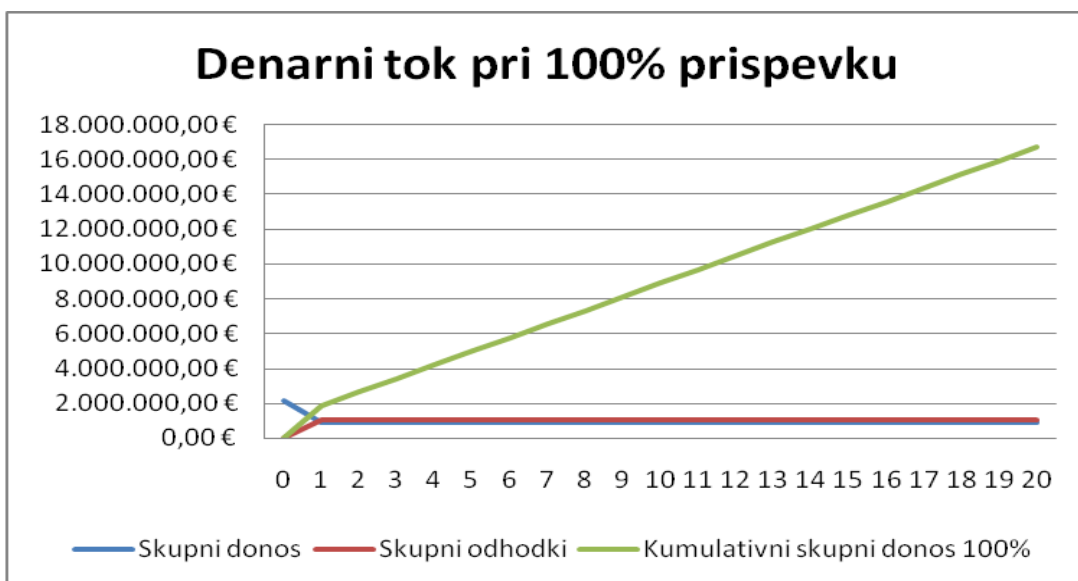
Tabela 8: Skupni denarni tok do 13. leta

Leto	14 2035	15 2036	16 2037	17 2038	18 2039
SKUPNI DONOS (1 + 2)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
1. povprečni prihodek z že plačanim prispevkom ter prodajo reciklata (20 let)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
2. lastna sredstva	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
SKUPNI DONOS (3 + 2)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
3. povprečni prihodek z že plačanim prispevkom (50 %) ter prodajo reciklata (20 let)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
SKUPNI DONOS (4 + 2)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
4. povprečni prihodek s prodajo reciklata (20 let)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
SKUPNI ODHODKI	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
Izgradnja tovarne	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Stroški obratovanja (na tono recikliranega materiala)	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
NETO SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (100% prispevek)	10,984.880,33 €	11,769.514,64 €	12,554.148,94 €	13,338.783,25 €	14,123.417,56 €
NETO SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	5,501.165,68 €	5,894.106,09 €	6,287.046,50 €	6,679.986,90 €	7,072.927,31 €
NETO SKUPNI DONOS (brez prispevka)	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (brez prispevka)	11.149,68 €	11.946,09 €	12.742,50 €	13.538,90 €	14.335,31 €

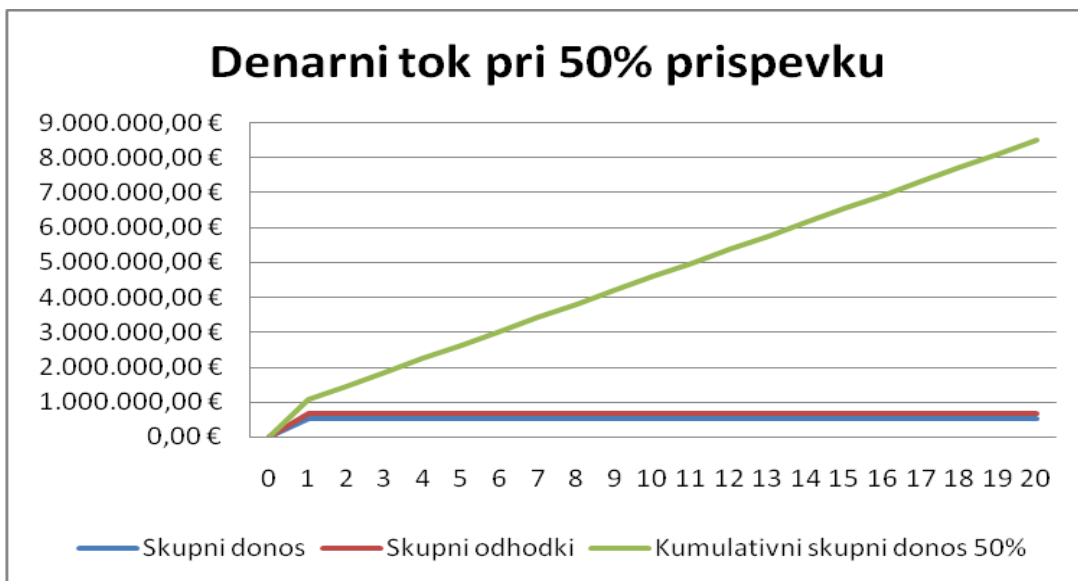
Tabela 9: Skupni denarni tok do 18. leta

Leto	19 2040	20 2041
SKUPNI DONOS (1 + 2)	922.064,90 €	922.064,90 €
1. povprečni prihodek z že plačanim prispevkom ter prodajo reciklata (20 let)	922.064,90 €	922.064,90 €
2. lastna sredstva	0,00 €	0,00 €
SKUPNI DONOS (3 + 2)	530.371,00 €	530.371,00 €
3. povprečni prihodek z že plačanim prispevkom (50 %) ter prodajo reciklata (20 let)	530.371,00 €	530.371,00 €
SKUPNI DONOS (4 + 2)	138.227,00 €	138.227,00 €
4. povprečni prihodek s prodajo reciklata (20 let)	138.227,00 €	138.227,00 €
SKUPNI ODHODKI	137.430,59 €	137.430,59 €
Izgradnja tovarne	0,00 €	0,00 €
Stroški obratovanja (na tono recikliranega materiala)	137.430,59 €	137.430,59 €
NETO SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	784.634,31 €	784.634,31 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	14.908.051,87 €	15.692.686,18 €
NETO SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	392.940,41 €	392.940,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	7.465.867,71 €	7.858.808,12 €
NETO SKUPNI DONOS (brez prispevka)	796,41 €	796,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (brez prispevka)	15.131,71 €	15.928,12 €

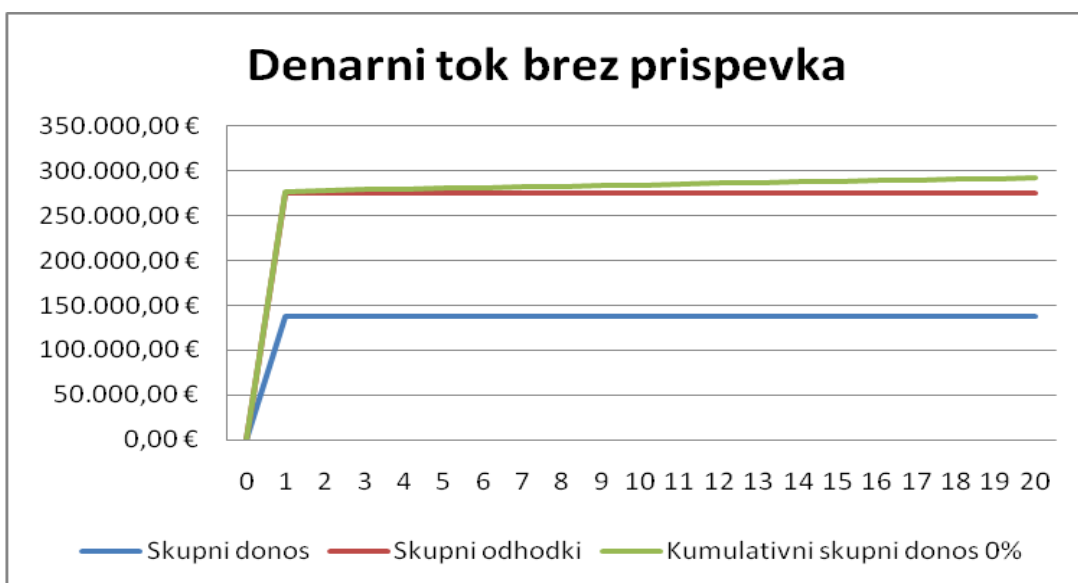
Tabela 10: Skupni denarni tok do 20. leta



Slika 7: Skupni denarni tok (pri 100-odstotnem prispevku) in likvidnost projekta



Slika 8: Skupni denarni tok (pri 50-odstotnem prispevku) in likvidnost projekta



Slika 9: Skupni denarni tok (brez prispevka) in likvidnost projekta

Iz tabel 6, 7, 8, 9, 10 ter grafa skupnega denarnega toka in likvidnosti projekta je razvidno, da je skupna vsota donosov in odhodkov vedno pozitivna.

Sedaj pa izračunamo še realni denarni tok.

5.4 REALNI DENARNI TOK

Leto	Skupaj	0 2021	1 2022	2 2023	3 2024
SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	18,441.298,06 €	0,00 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
Povprečni prihodek z že plačanim prispevkom ter prodajo reciklata (20 let)	18,441.298,06 €	0,00 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	10,607.420,00 €	0,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
Povprečni prihodek z že plačanim prispevkom (50 %) ter prodajo reciklata (20 let)	10,607.420,00 €	0,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
SKUPNI DONOS (brez prispevka)	2,764.541,86 €	0,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
Povprečni prihodek s prodajo reciklata (20 let)	2,764.541,86 €	0,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
SKUPNI ODHODKI	4,865.562,78 €	-2.116.950,90 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
Izgradnja tovarne	2,116.950,90 €	2.116.950,90 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Stroški obratovanja (na tono recikliranega materiala)	2,748.611,88 €	0,00 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
NETO SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	13,575.735,28 €	2,116.950,90 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	0,00 €	-2.116.950,90 €	-1.332.316,59 €	-547.682,28 €	236.952,03 €
NETO SKUPNI DONOS (50 % prispevek)	7,858.808,12 €	-2,116.950,90 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	0,00 €	-2,116.950,90 €	-1.724.010,49 €	-1.331.070,09 €	-938.129,68 €
NETO SKUPNI DONOS (brez prispevka)	2,764.541,86 €	-2,116.950,90 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (brez prispevka)	0,00 €	-2,116.950,90 €	-2,116.154,49 €	-2,115.358,09 €	-2,114.561,68 €

Tabela 11: Realni denarni tok do 3. leta

Leto	4 2025	5 2026	6 2027	7 2028	8 2029
SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
Povprečni prihodek z že plačanim prispevkom ter prodajo reciklata (20 let)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
Povprečni prihodek z že plačanim prispevkom (50 %) ter prodajo reciklata (20 let)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
SKUPNI DONOS (brez prispevka)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
Povprečni prihodek s prodajo reciklata (20 let)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
SKUPNI ODHODKI	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
Izgradnja tovarne	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Stroški obratovanja (na tono recikliranega materiala)	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
NETO SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	1.021.586,34 €	1.806.220,65 €	2.590.854,95 €	3.375.489,26 €	4.160.123,57 €
NETO SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	-545.189,28 €	-152.248,87 €	240.691,54 €	633.631,94 €	1.026.572,35 €
NETO SKUPNI DONOS (brez prispevka)	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (brez prispevka)	-2.113.765,28 €	-2.112.968,87 €	-2.112.172,46 €	-2.111.376,06 €	-2.110.579,65 €

Tabela 12: Realni denarni tok do 8. leta

Leto	9 2030	10 2031	11 2032	12 2033	13 2034
SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
Povprečni prihodek z že plačanim prispevkom ter prodajo reciklata (20 let)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
SKUPNI DONOS (50% prispevek)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
Povprečni prihodek z že plačanim prispevkom (50 %) ter prodajo reciklata (20 let)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
SKUPNI DONOS (brez prispevka)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
Povprečni prihodek s prodajo reciklata (20 let)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
SKUPNI ODHODKI	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
Izgradnja tovarne	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Stroški obratovanja (na tono recikliranega materiala)	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
NETO SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	4,944.757,88 €	5,729.392,19 €	6,514.026,50 €	7,298.660,81 €	8,083.295,12 €
NETO SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	1,419.512,75 €	1,812.453,16 €	2,205.393,57 €	2,598.333,97 €	2,991.274,38 €
NETO SKUPNI DONOS (brez prispevka)	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (brez prispevka)	-2,109.783,25 €	-2,108.986,84 €	-2,108.190,43 €	-2,107.394,03 €	-2,106.597,62 €

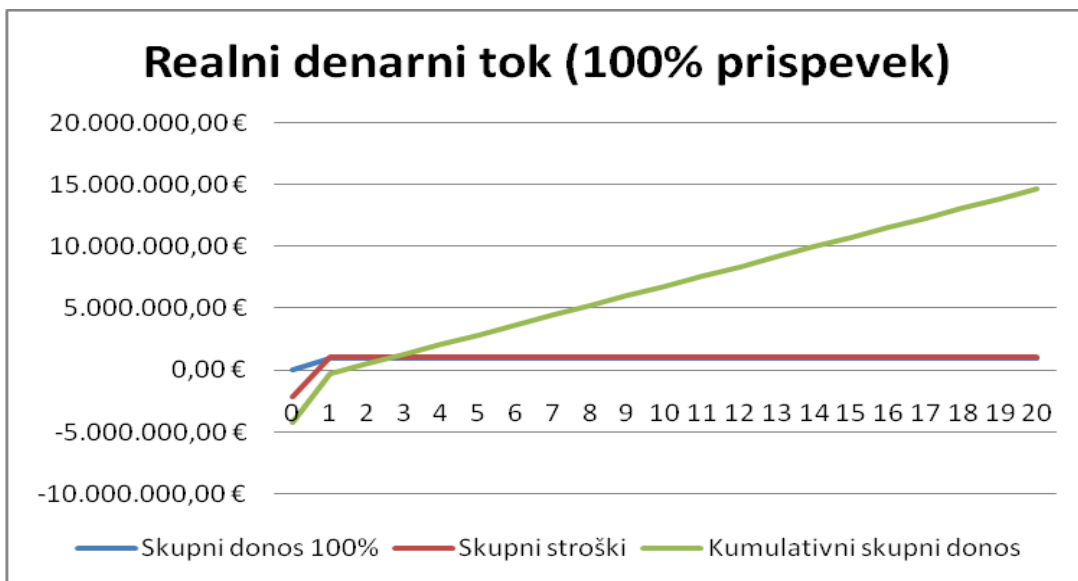
Tabela 13: Realni denarni tok do 13. leta

Leto	14 2035	15 2036	16 2037	17 2038	18 2039
SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
Povprečni prihodek z že plačanim prispevkom ter prodajo reciklata (20 let)	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €	922.064,90 €
SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
Povprečni prihodek z že plačanim prispevkom (50 %) ter prodajo reciklata (20 let)	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €	530.371,00 €
SKUPNI DONOS (brez prispevka)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
Povprečni prihodek s prodajo reciklata (20 let)	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €	138.227,00 €
SKUPNI ODHODKI	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
Izgradnja tovarne	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Stroški obratovanja (na tono recikliranega materiala)	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €	137.430,59 €
NETO SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €	784.634,31 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	8,867.929,43 €	9,652.563,74 €	10,437.198,04 €	11,221.832,35 €	12,006.466,66 €
NETO SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €	392.940,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	3,384.214,78 €	3,777.155,19 €	4,170.095,60 €	4,563.036,00 €	4,955.976,41 €
NETO SKUPNI DONOS (brez prispevka)	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €	796,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (brez prispevka)	-2,105.801,22 €	-2,105.004,81 €	-2,104.208,40 €	-2,103.412,00 €	-2,102.615,59 €

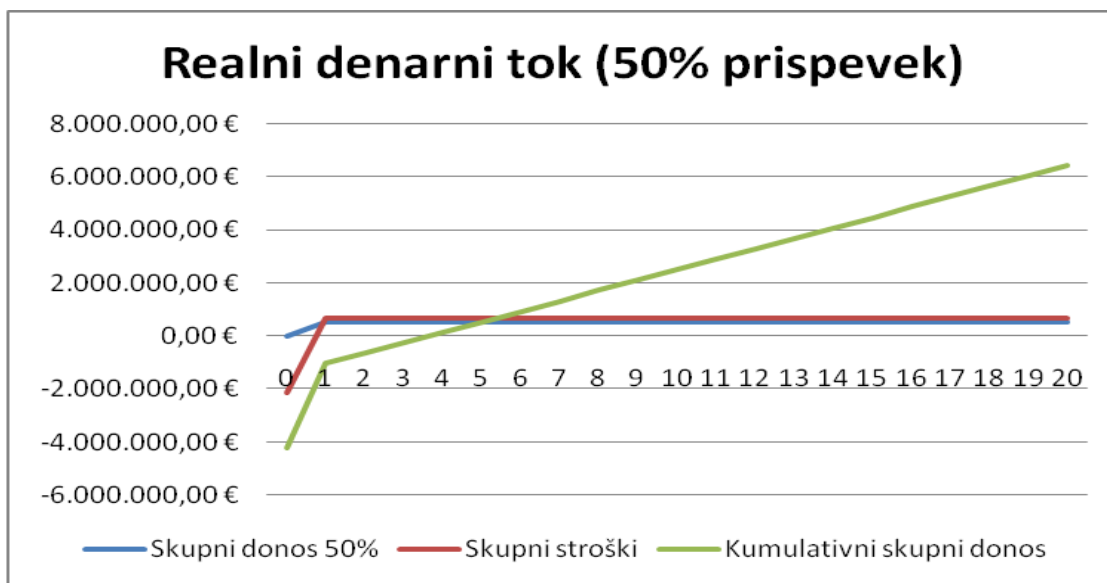
Tabela 14: Realni denarni tok do 18. leta

Leto	19 2040	20 2041
SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	922.064,90 €	922.064,90 €
Povprečni prihodek z že plačanim prispevkom ter prodajo reciklata (20 let)	922.064,90 €	922.064,90 €
SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	530.371,00 €	530.371,00 €
Povprečni prihodek z že plačanim prispevkom (50 %) ter prodajo reciklata (20 let)	530.371,00 €	530.371,00 €
SKUPNI DONOS (brez prispevka)	138.227,00 €	138.227,00 €
Povprečni prihodek s prodajo reciklata (20 let)	138.227,00 €	138.227,00 €
SKUPNI ODHODKI	137.430,59 €	137.430,59 €
Izgradnja tovarne	0,00 €	0,00 €
Stroški obratovanja (na tono recikliranega materiala)	137.430,59 €	137.430,59 €
NETO SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	784.634,31 €	784.634,31 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (100 % prispevka)	12,791.100,97 €	13,575.735,28 €
NETO SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	392.940,41 €	392.940,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (50 % prispevka)	5,348.916,81 €	5,741.857,22 €
NETO SKUPNI DONOS (brez prispevka)	796,41 €	796,41 €
KUMULATIVNI SKUPNI DONOS (brez prispevka)	-2,101.819,19 €	-2,101.022,78 €

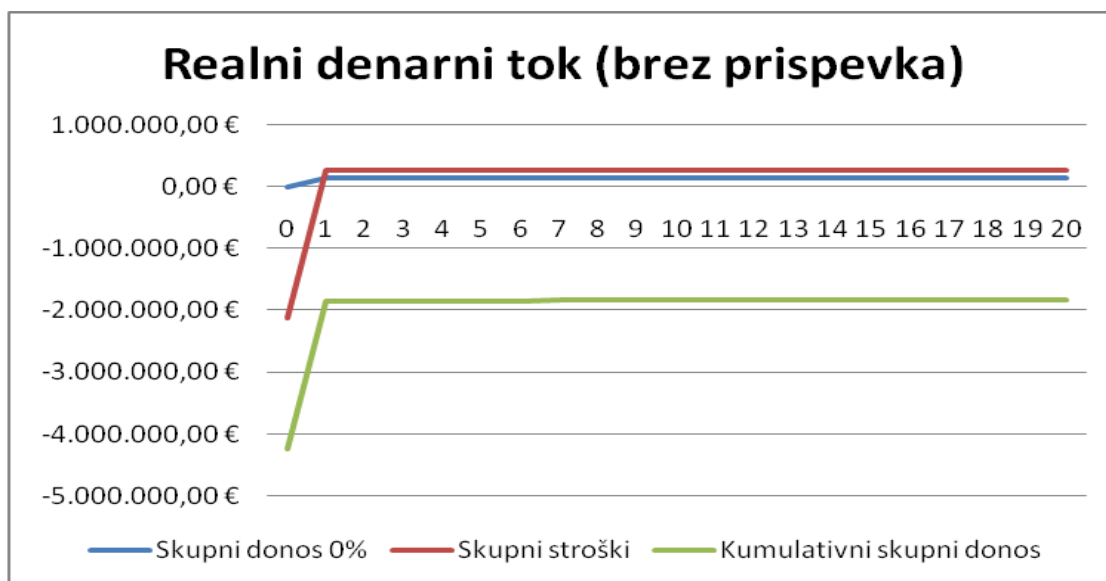
Tabela 15: Realni denarni tok do 20. leta



Slika 10: Realni denarni tok (100 % prispevka) in likvidnost projekta



Slika 11: Realni denarni tok (50 % prispevka) in likvidnost projekta



Slika 12: Realni denarni toka (brez prispevka) in likvidnost projekta

5.5 METODA SEDANJE VREDNOSTI NALOŽBE

Neto sedanja vrednost (NSV) nam pove, kolikšen je celotni doprinos investicijskega projekta investitorju. Če je NSV investicijskega projekta pozitivna, potem ta projekt zvišuje vrednost podjetju, ki vanj investira. Večja kot je NSV, večji je doprinos investitorju. Če je NSV investicijskega projekta negativna, potem projekta ne izpeljemo, saj bi prinesel izgubo. Metoda NSV je najboljša metoda investicijskega odločanja, ker neposredno izraža doprinos (tako pozitiven kot negativen) projekta, ki ga bo investitor deležen ob izvedbi (Brigham in Houston, 2009, str. 338–339).

Projekt je sprejemljiv, če je izpolnjuje pogoj, da je sedanja vrednost projekta ≥ 0 .

V našem primeru smo izračunali sedanjo vrednost naložbe pri diskontni stopnji 4 % ($r = 4\%$), saj če bi se sedaj odločili za gotovinski kredit z dobo odplačevanja do petih let, bi nam banka ponudila takšno obrestni mero.

časovna obdobja				(1 + r) ⁱ	1/(1 + r) ⁱ		
i	leto	Skupni donosi Sd	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja r = 4,0 %	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 4,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 4,0 %
0	2021	0	2,116.950,9	1	1	0	2,116.950,90
1	2022	922.064,9	137.430,59	1,040	0,96	886.600,87	132.144,80
2	2023	922.064,9	137.430,59	1,082	0,92	852.500,83	127.062,31
3	2024	922.064,9	137.430,59	1,125	0,89	819.712,34	122.175,29
4	2025	922.064,9	137.430,59	1,170	0,85	788.184,94	117.476,24
5	2026	922.064,9	137.430,59	1,217	0,82	757.870,14	112.957,93
6	2027	922.064,9	137.430,59	1,265	0,79	728.721,28	108.613,39
7	2028	922.064,9	137.430,59	1,316	0,76	700.693,54	104.435,95
8	2029	922.064,9	137.430,59	1,369	0,73	673.743,79	100.419,19
9	2030	922.064,9	137.430,59	1,423	0,70	647.830,57	96.556,91
10	2031	922.064,9	137.430,59	1,480	0,68	622.914,01	92.843,18
11	2032	922.064,9	137.430,59	1,539	0,65	598.955,78	89.272,29
12	2033	922.064,9	137.430,59	1,601	0,62	575.919,02	85.838,74
13	2034	922.064,9	137.430,59	1,665	0,60	553.768,28	82.537,25
14	2035	922.064,9	137.430,59	1,732	0,58	532.469,50	79.362,74
15	2036	922.064,9	137.430,59	1,801	0,56	511.989,91	76.310,33
16	2037	922.064,9	137.430,59	1,873	0,53	492.297,99	73.375,32
17	2038	922.064,9	137.430,59	1,948	0,51	473.363,45	70.553,19
18	2039	922.064,9	137.430,59	2,026	0,49	455.157,16	67.839,60
19	2040	922.064,9	137.430,59	2,107	0,47	437.651,12	65.230,39
20	2041	922.064,9	137.430,59	2,191	0,46	420.818,38	62.721,53
Skupaj		18.441.298,00	4.865.562,70			12.531.162,90	3.984.677,47
SV		Sd – So =	13.575.735,30			Sv=Sd-So=	8.546.485,43

Tabela 16: Sedanja vrednost projekta pri 100-odstotnem prispevku

Sedanja vrednost projekta (SV) pri diskontnem faktorju 4 % in 100-odstotnem prispevku znaša 8,546.485,43. Ker je SV projekta pozitivna, je za nas projekt sprejemljiv.

časovna obdobja				$(1 + r)^i$	$1/(1 + r)^i$		
i	leto	Skupni donosi Sd	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja $r = 4,0\%$	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju $r = 4,0\%$	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju $r = 4,0\%$
0	2021	0	2,116.950,9	1	1	0	2,116.950,90
1	2022	530371	137.430,59	1,040	0,96	509.972,12	132.144,80
2	2023	530371	137.430,59	1,082	0,92	490.357,80	127.062,31
3	2024	530371	137.430,59	1,125	0,89	471.497,89	122.175,29
4	2025	530371	137.430,59	1,170	0,85	453.363,35	117.476,24
5	2026	530371	137.430,59	1,217	0,82	435.926,30	112.957,93
6	2027	530371	137.430,59	1,265	0,79	419.159,91	108.613,39
7	2028	530.371	137.430,59	1,316	0,76	403.038,37	104.435,95
8	2029	530.371	137.430,59	1,369	0,73	387.536,89	100.419,19
9	2030	530.371	137.430,59	1,423	0,70	372.631,63	96.556,91
10	2031	530.371	137.430,59	1,480	0,68	358.299,64	92.843,18
11	2032	530.371	137.430,59	1,539	0,65	344.518,89	89.272,29
12	2033	530.371	137.430,59	1,601	0,62	331.268,16	85.838,74
13	2034	530.371	137.430,59	1,665	0,60	318.527,08	82.537,25
14	2035	530.371	137.430,59	1,732	0,58	306.276,04	79.362,74
15	2036	530.371	137.430,59	1,801	0,56	294.496,19	76.310,33
16	2037	530.371	137.430,59	1,873	0,53	283.169,41	73.375,32
17	2038	530.371	137.430,59	1,948	0,51	272.278,28	70.553,19
18	2039	530.371	137.430,59	2,026	0,49	261.806,04	67.839,60
19	2040	530.371	137.430,59	2,107	0,47	251.736,58	65.230,39
20	2041	530.371	137.430,59	2,191	0,46	242.054,40	62.721,53
Skupaj		10,607.420,00	4,865.562,70			7,207.914,97	3,984.677,47
SV		Sd – So =	5,741.857,30			Sv = Sd – So=	3,223.237,51

Tabela 17: Sedanja vrednost projekta pri 50-odstotnem prispevku

Sedanja vrednost projekta (SV) pri diskontnem faktorju 4 % in 50-odstotnem prispevku znaša 3,223.237,51 EUR. Ker je SV projekta pozitivna, je za nas projekt sprejemljiv.

časovna obdobja				$(1 + r)^i$	$1/(1 + r)^i$		
i	leto	Skupni donosi Sd	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja $r = 4,0\%$	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju $r = 4\%$	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju $r = 4\%$
0	2019	0	2,116.950,9	1	1	0	2,116.950,90
1	2020	138.227,00	137.430,59	1,040	0,96	132.910,58	132.144,80
2	2021	138.227,00	137.430,59	1,082	0,92	127.798,63	127.062,31
3	2022	138.227,00	137.430,59	1,125	0,89	122.883,30	122.175,29
4	2023	138.227,00	137.430,59	1,170	0,85	118.157,02	117.476,24
5	2024	138.227,00	137.430,59	1,217	0,82	113.612,52	112.957,93
6	2025	138.227,00	137.430,59	1,265	0,79	109.242,81	108.613,39
7	2026	138.227,00	137.430,59	1,316	0,76	105.041,16	104.435,95
8	2027	138.227,00	137.430,59	1,369	0,73	101.001,11	100.419,19
9	2028	138.227,00	137.430,59	1,423	0,70	97.116,46	96.556,91
10	2029	138.227,00	137.430,59	1,480	0,68	93.381,21	92.843,18
11	2030	138.227,00	137.430,59	1,539	0,65	89.789,62	89.272,29
12	2031	138.227,00	137.430,59	1,601	0,62	86.336,18	85.838,74
13	2032	138.227,00	137.430,59	1,665	0,60	83.015,55	82.537,25
14	2033	138.227,00	137.430,59	1,732	0,58	79.822,65	79.362,74
15	2034	138.227,00	137.430,59	1,801	0,56	76.752,55	76.310,33
16	2035	138.227,00	137.430,59	1,873	0,53	73.800,53	73.375,32
17	2036	138.227,00	137.430,59	1,948	0,51	70.962,04	70.553,19
18	2037	138.227,00	137.430,59	2,026	0,49	68.232,73	67.839,60
19	2038	138.227,00	137.430,59	2,107	0,47	65.608,40	65.230,39
20	2039	138.227,00	137.430,59	2,191	0,46	63.085,00	62.721,53
Skupaj		2,764.540,00	4,865.562,70			1,878.550,04	3,984.677,47
SV		Sd – So =	-2,101.022,70			Sv = Sd – So =	-2.106.127,43

Tabela 18: Sedanja vrednost projekta brez prispevka

Sedanja vrednost projekta (SV) pri diskontnem faktorju 4 % in brez prispevka znaša -2,106.127,43 EUR. Ker je SV projekta negativna, za nas projekt ni sprejemljiv.

5.6 METODA INTERNE STOPNJE DONOSNOSTI

Pri metodi interne stopnje donosnosti nas zanima, kakšna je diskontna stopnja (r), da je nato sedanja vrednost projekta pozitivna, in kakšna je diskontna stopnja (r), da je ta negativna. Vrednost diskontne stopnje smo najprej ugotavljali s poskušanjem, kar prikazujeta tabeli 16 in 17.

Interno stopnjo donosnosti lahko tudi natančno izračunamo z enačbo:

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} = 36 + (37 - 36) \cdot \frac{57937,42}{57937,42 - (-226,53)} = 36 + 0,996 = 36,996\%$$

pri 100-odstotnem dobljenem prispevku.

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} = 17 + (18 - 17) \cdot \frac{94426,3}{94426,3 - (-13640,5)} = 17 + 0,87 = 17,87\%$$

pri 50-odstotnem dobljenem prispevku.

ISD – interna stopnja donosnosti

NSD – neto skupni donos (*S_d* – *S_o*)

r_p – diskontna stopnja, pri kateri je *NSD* pozitiven

r_n – diskontna stopnja, pri kateri je *NSD* negativen

NSD_p – *NSD* pri uporabljeni diskontni stopnji *r_p*

NSD_n – *NSD* pri uporabljeni diskontni stopnji *r_n*

Interna stopnja donosnosti je 36,996 % pri 100-odstotnem dobljenem prispevku in 17,87 % pri 50-odstotnem dobljenem prispevku. Naložba nam prinaša dobiček.

časovna obdobja							
i	leto	Skupni donosi Sd	Skupaj odhodki So	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 36,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 36,0 %	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 37,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 37,0 %
0	2021	0	2.116.950,9	0	2.116.950,90	0	2.116.950,90
1	2022	922.064,9	137.430,59	677.988,90	101.051,90	673.040,07	100.314,30
2	2023	922.064,9	137.430,59	498.521,25	74.302,87	491.270,13	73.222,12
3	2024	922.064,9	137.430,59	366.559,74	54.634,46	358.591,33	53.446,80
4	2025	922.064,9	137.430,59	269.529,22	40.172,40	261.745,50	39.012,26
5	2026	922.064,9	137.430,59	198.183,25	29.538,53	191.055,11	28.476,10
6	2027	922.064,9	137.430,59	145.722,98	21.719,51	139.456,28	20.785,48
7	2028	922.064,9	137.430,59	107.149,25	15.970,23	101.792,91	15.171,88
8	2029	922.064,9	137.430,59	78.786,21	11.742,81	74.301,39	11.074,37
9	2030	922.064,9	137.430,59	57.931,04	8.634,42	54.234,59	8.083,48
10	2031	922.064,9	137.430,59	42.596,35	6.348,84	39.587,29	5.900,35
11	2032	922.064,9	137.430,59	31.320,85	4.668,26	28.895,84	4.306,82
12	2033	922.064,9	137.430,59	23.030,03	3.432,55	21.091,85	3.143,67
13	2034	922.064,9	137.430,59	16.933,85	2.523,93	15.395,51	2.294,65
14	2035	922.064,9	137.430,59	12.451,36	1.855,83	11.237,60	1.674,93
15	2036	922.064,9	137.430,59	9.155,41	1.364,58	8.202,63	1.222,57
16	2037	922.064,9	137.430,59	6.731,92	1.003,37	5.987,32	892,39
17	2038	922.064,9	137.430,59	4.949,94	737,77	4.370,31	651,38
18	2039	922.064,9	137.430,59	3.639,66	542,48	3.190,00	475,46
19	2040	922.064,9	137.430,59	2.676,22	398,88	2.328,47	347,05
20	2041	922.064,9	137.430,59	1.967,81	293,30	1.699,61	253,32
Skupaj		18.441.298,00	4.865.562,70	2.555.825,25	2.497.887,83	2.487.473,75	2.487.700,27
SV		Sd – So =	13.575.735,30	Sv = Sd – So =	57.937,42	Sv = Sd – So =	-226,53

Tabela 19: Interna stopnja donosnosti investicije pri različnih diskontnih stopnjah
(100-odstotni prispevek)

časovna obdobja							
i	leto	Skupni donosi Sd	Skupaj odhodki So	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 17,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 17,0 %	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 18,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 18,0 %
0	2021	0	2,116.950,9	0	2,116.950,90	0	2,116.950,90
1	2022	530.371	137.430,59	453.308,55	117.462,04	449.466,95	116.466,60
2	2023	530.371	137.430,59	387.443,20	100.394,91	380.904,19	98.700,51
3	2024	530.371	137.430,59	331.148,04	85.807,61	322.800,16	83.644,50
4	2025	530.371	137.430,59	283.032,51	73.339,84	273.559,46	70.885,17
5	2026	530.371	137.430,59	241.908,13	62.683,62	231.830,05	60.072,18
6	2027	530.371	137.430,59	206.759,08	53.575,75	196.466,15	50.908,62
7	2028	530.371	137.430,59	176.717,17	45.791,24	166.496,73	43.142,90
8	2029	530.371	137.430,59	151.040,31	39.137,81	141.098,93	36.561,78
9	2030	530.371	137.430,59	129.094,28	33.451,12	119.575,36	30.984,56
10	2031	530.371	137.430,59	110.337,00	28.590,70	101.335,05	26.258,10
11	2032	530.371	137.430,59	94.305,12	24.436,50	85.877,16	22.252,63
12	2033	530.371	137.430,59	80.602,67	20.885,89	72.777,26	18.858,16
13	2034	530.371	137.430,59	68.891,17	17.851,19	61.675,64	15.981,49
14	2035	530.371	137.430,59	58.881,34	15.257,43	52.267,49	13.543,64
15	2036	530.371	137.430,59	50.325,93	13.040,54	44.294,49	11.477,66
16	2037	530.371	137.430,59	43.013,62	11.145,76	37.537,70	9.726,83
17	2038	530.371	137.430,59	36.763,78	9.526,29	31.811,61	8.243,08
18	2039	530.371	137.430,59	31.422,03	8.142,13	26.958,99	6.985,66
19	2040	530.371	137.430,59	26.856,44	6.959,08	22.846,60	5.920,05
20	2041	530.371	137.430,59	22.954,22	5.947,93	19.361,53	5.016,99
Skupaj		10,607.420,00	4,865.562,70	2,984.804,59	2,890.378,29	2,838.941,51	2,852.582,01
SV		Sd – So =	5,741.857,30	Sv = Sd – So =	94.426,30	Sv = Sd – So =	-13.640,50

Tabela 20: Interna stopnja donosnosti investicije pri različnih diskontnih stopnjah (50-odstotni prispevek)

5.7 OCENA TVEGANJ IN NEGOTOVOSTI

Predvideli smo tudi povečanje investicije ter stroškov predelave za 20 % pri 100-odstotnem prispevku.

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSDp}{NSDp - NSDn} = 29 + (30 - 29) \cdot \frac{54482,69}{54482,69 - (-29793,63)} = 29 + 0,65 = 29,65\%$$

Interna stopnja donosnosti je 29,65 %. Investicija nam prinaša dobiček, če se naši stroški investicije in predelave povečajo za 20 %.

časovna obdobja							
i	leto	Skupni donosi Sd	Skupaj odhodki So (20 % višji stroški)	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 29,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 29,0 %	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 30,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 30,0 %
0	2021	0	2,540.341,1	0	2,540.341,10	0	2,540.341,10
1	2022	922.064,9	164.916,71	714.778,99	127.842,41	709.280,69	126.859,01
2	2023	922.064,9	164.916,71	554.092,24	99.102,64	545.600,53	97.583,85
3	2024	922.064,9	164.916,71	429.528,87	76.823,76	419.692,72	75.064,50
4	2025	922.064,9	164.916,71	332.968,12	59.553,30	322.840,55	57.741,92
5	2026	922.064,9	164.916,71	258.114,82	46.165,35	248.338,89	44.416,86
6	2027	922.064,9	164.916,71	200.089,01	35.787,09	191.029,91	34.166,82
7	2028	922.064,9	164.916,71	155.107,76	27.741,93	146.946,09	26.282,17
8	2029	922.064,9	164.916,71	120.238,57	21.505,37	113.035,45	20.217,05
9	2030	922.064,9	164.916,71	93.208,19	16.670,83	86.950,35	15.551,58
10	2031	922.064,9	164.916,71	72.254,41	12.923,13	66.884,88	11.962,75
11	2032	922.064,9	164.916,71	56.011,17	10.017,93	51.449,91	9.202,12
12	2033	922.064,9	164.916,71	43.419,51	7.765,83	39.576,85	7.078,55
13	2034	922.064,9	164.916,71	33.658,54	6.020,03	30.443,73	5.445,04
14	2035	922.064,9	164.916,71	26.091,89	4.666,69	23.418,26	4.188,49
15	2036	922.064,9	164.916,71	20.226,27	3.617,59	18.014,04	3.221,92
16	2037	922.064,9	164.916,71	15.679,28	2.804,33	13.856,96	2.478,40
17	2038	922.064,9	164.916,71	12.154,48	2.173,90	10.659,20	1.906,46
18	2039	922.064,9	164.916,71	9.422,08	1.685,19	8.199,38	1.466,51
19	2040	922.064,9	164.916,71	7.303,94	1.306,35	6.307,22	1.128,08
20	2041	922.064,9	164.916,71	5.661,97	1.012,68	4.851,71	867,76
Skupaj		18,441.298,00	5,838.675,30	3,160.010,12	3,105.527,42	3,057.377,31	3,087.170,95
SV		Sd – So =	12,602.622,70	Sv=Sd-So=	54.482,69	Sv=Sd-So=	-29.793,63

Tabela 21: Interna stopnja donosnosti investicije pri povečanju stroškov za 20 %
(100-odstotni prispevek)

Povečanje investicije ter stroškov predelave za 20 % pri 50-odstotnem prispevku je razvidno v naslednji formuli.

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSDp}{NSDp - NSDn} = 13 + (14 - 13) \cdot \frac{26884,5}{26884,5 - (-119889,63)} = 13 + 0,18 = 13,18\%$$

Interna stopnja donosnosti je 13,18 %. Investicija nam prinaša dobiček, če se naši stroški investicije in predelave povečajo za 20 %.

časovna obdobja							
i	leto	Skupni donosi Sd	Skupaj odhodki So (20 % višji stroški)	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 13,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 13,0 %	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 14,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 14,0 %
0	2021	0	2,540.341,1	0	2,540.341,10	0	2,540.341,10
1	2022	922.064,9	164.916,71	469.354,87	145.943,99	465.237,72	144.663,78
2	2023	922.064,9	164.916,71	415.358,29	129.153,97	408.103,26	126.898,05
3	2024	922.064,9	164.916,71	367.573,71	114.295,55	357.985,32	111.314,08
4	2025	922.064,9	164.916,71	325.286,47	101.146,51	314.022,21	97.643,93
5	2026	922.064,9	164.916,71	287.864,13	89.510,18	275.458,08	85.652,57
6	2027	922.064,9	164.916,71	254.747,02	79.212,55	241.629,89	75.133,83
7	2028	922.064,9	164.916,71	225.439,84	70.099,60	211.956,05	65.906,87
8	2029	922.064,9	164.916,71	199.504,28	62.035,05	185.926,36	57.813,05
9	2030	922.064,9	164.916,71	176.552,46	54.898,27	163.093,30	50.713,20
10	2031	922.064,9	164.916,71	156.241,12	48.582,54	143.064,29	44.485,26
11	2032	922.064,9	164.916,71	138.266,48	42.993,40	125.494,99	39.022,16
12	2033	922.064,9	164.916,71	122.359,71	38.047,26	110.083,33	34.229,96
13	2034	922.064,9	164916,71	108.282,93	33.670,14	96.564,32	30.026,28
14	2035	922.064,9	164.916,71	95.825,60	29.796,58	84.705,55	26.338,85
15	2036	922.064,9	164.916,71	84.801,42	26.368,66	74.303,11	23.104,25
16	2037	922.064,9	164.916,71	75.045,50	23.335,09	65.178,17	20.266,89
17	2038	922.064,9	164.916,71	66.411,95	20.650,53	57.173,83	17.777,97
18	2039	922.064,9	164.916,71	58.771,64	18.274,80	50.152,48	15.594,71
19	2040	922.064,9	164.916,71	52.010,30	16.172,39	43.993,41	13.679,57
20	2041	922.064,9	164916,71	46.026,81	14.311,85	38.590,71	11.999,62
Skupaj		18,441.298,00	5,838.675,30	3,725.724,52	3,698.840,02	3,512.716,37	3,632.606,00
SV		Sd – So =	12,602.622,70	Sv = Sd – So =	26.884,50	Sv = Sd – So =	-119.889,63

Tabela 22: Interna stopnja donosnosti investicije pri povečanju stroškov za 20 %
(50-odstotni prispevek)

5.8 KAZALNIKI UČINKOVITOSTI IN USPEŠNOSTI

Za oceno učinkovitosti in uspešnosti projekta lahko uporabimo tudi kazalnike gospodarnosti in ekonomičnosti, kazalnike donosnosti naložb in kazalnike donosnosti odhodkov. Prav tako pa nas zanima, kakšna je doba vračanja naložbe projekta.

5.8.1 Izračun dobe vračanja naložbe

Enostavna doba vračanja sredstev (*EVS*) nam pove, kako hitro bodo naši neto denarni tokovi, ki so posledica investicijskega izdatka, povrnili začetni vložek (Papler, 2011, str. 10). Pri izračunu upoštevamo torej vrednost naložbe in povprečni letni donos.

Izračun pri 100-odstotnem prispevku

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So} = \frac{2116950,90}{784634,31} = 2,7 \text{ let}$$

Izračun pri 50-odstotnem prispevku

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So} = \frac{2116950,90}{392940,41} = 5,4 \text{ let}$$

Pri izračunu dobe vračanja naložbe brez dobljenega prispevka pri reciklaži smo ugotovili, da se investicija ne povrne.

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So} = \frac{2116950,90}{796,41} = 2658 \text{ let}$$

EVS = t – odplačilna doba projekta

N – celotna naložba

d – povprečni letni donos

Sd – skupni donosi projekta

So – skupni odhodki projekta

Kumulativni skupni donos nam v grafu realnih denarnih tokov prikaže, da se nam naložba prične vračati približno v 3. oziroma 6. letu, kar je razvidno tudi iz enačbe zgoraj.

Če primerjamo pričakovano življenjsko dobo reciklirnega postroja in izračunano dobo vračanja naše naložbe (2,7 oz. 5,4 leta), lahko rečemo, da je projekt donosen. Tudi če bi se življenjska doba skrajšala za polovico, bi bila naša naložba v tem času povrnjena.

Predpostavljamo, da dobimo prispevke, saj brez njih naložba ni rentabilna.

5.8.2 Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti

Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti (E) je odnos med poslovnimi učinki in stroški, ki so v poslovnem procesu nastali (Papler, 2015, str. 15).

Vrednost E nam glede na to, ali je pozitivna ali je negativna oziroma enaka 1, pove, kako gospodarni smo bili v poslovnem procesu oziroma projektu:

- $E > 1$: v poslovnem procesu smo poslovali z dobičkom,
- $E = 1$: toliko smo ustvarili, kot smo potrošili,
- $E < 1$: v poslovnem procesu smo poslovali z izgubo.

Pri 100-odstotnem prispevku

$$E = \frac{Sd}{So} = \frac{12531162,9}{39844677,5} = 3,1$$

Pri 50-odstotnem prispevku

$$E = \frac{Sd}{So} = \frac{7207915}{39844677,5} = 1,8$$

Brez prispevka

$$E = \frac{Sd}{So} = \frac{1878550}{39844677,5} = 0,5$$

E – kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti

Sd – skupni donosi projekta: prihodki iz naslova delovanja obrata za reciklažo v 20 letih

So – skupni odhodki projekta: investicija v izgradnjo, zagon in stroški obrata za reciklažo v 20 letih

Vrednost kazalnika gospodarnosti in ekonomičnosti je v našem primeru več kot 1, kar pomeni, da ob izgradnji obrata za reciklažo ne bomo imeli izgub.

Predpostavljamo, da dobimo prispevke, saj brez njih naložba ni rentabilna.

5.8.3 Kazalniki donosnosti naložb

Kazalnik donosnosti naložb (D) je v odstotkih izraženo razmerje med donosom naložbe (neto skupna vrednost prihodkov $NSVp$ – neto skupna vrednost odhodkov $NSVo$) in investicijskim vložkom (Papler in Basej, 2012, str. 40).

Pri 100-odstotnem prispevku

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100\% = \frac{8546485,4}{2116950,9} \cdot 100\% = 404\%$$

Pri 50-odstotnem prispevku

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100\% = \frac{3223237,5}{2540341} \cdot 100\% = 152\%$$

Brez prispevka

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100\% = \frac{-2106127}{2116950,9} \cdot 100\% = -99\%$$

D – kazalnik donosnosti ali rentabilnosti naložb

Sd – skupni donos projekta

So – skupni odhodki projekta

N – naložba

Naša naložba je rentabilna, saj nam s 641 % oz. 271 % pove, da se nam stroški naložbe v celoti povrnejo.

Predpostavljamo, da dobimo prispevke, saj brez njih naložba ni rentabilna.

5.8.4 Kazalniki donosnosti odhodkov

Kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost vseh sredstev (Do) je v odstotkih izraženo razmerje med donosom naložbe ($NSVp$ – $NSVo$) in odlivi ($NSVo$) (Papler in Basej, 2012, str. 40).

Pri 100-odstotnem prispevku

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100\% = \frac{8546485,4}{3984677,5} \cdot 100\% = 214\%$$

Pri 50-odstotnem prispevku

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100\% = \frac{3223237,5}{3984677,5} \cdot 100\% = 81\%$$

Brez prispevka

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100\% = \frac{-2106127}{3984677,5} \cdot 100\% = -43\%$$

Do – kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost vlaganj

Sd – skupni donos projekta

So – skupni odhodki projekta

Kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnosti naložbe (*Do*) je 279 % oz. 118 %.

Predpostavljamo, da dobimo prispevke, saj brez njih naložba ni rentabilna.

5.8.5 Interna stopnja donosnosti (ISD)

Preračunan prikaz interne stopnje donosnosti za 20-letno preučevano obdobje naložbe.

Izračun pri 100-odstotnem prispevku brez spremenljivk

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSDp}{NSDp - NSDn} = 36 + (37 - 36) \cdot \frac{57937,42}{57937,42 - (-226,53)} = 36 + 0,99 = 36,99\%$$

Izračun pri 50-odstotnem prispevku brez spremenljivk

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSDp}{NSDp - NSDn} = 17 + (18 - 17) \cdot \frac{94426,3}{94426,3 - (-13640,5)} = 17 + 0,87 = 17,87\%$$

Pri izračunu dobe vračanja naložbe brez dobljenega prispevka pri reciklaži smo ugotovili, da se investicija ne povrne.

Izračun pri 100-odstotnem prispevku z dvigom vseh stroškov za 20 %

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSDp}{NSDp - NSDn} = 29 + (30 - 29) \cdot \frac{54482,69}{54482,69 - (-29793,63)} = 29 + 0,65 = 29,65\%$$

Izračun pri 50-odstotnem prispevku z dvigom vseh stroškov za 20 %

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSDp}{NSDp - NSDn} = 13 + (14 - 13) \cdot \frac{26884,5}{26884,5 - (-119889,63)} = 13 + 0,18 = 13,18\%$$

Izračun pri 100-odstotnem prispevku z dvigom vseh stroškov za 50 %

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSDp}{NSDp - NSDn} = 22 + (23 - 22) \cdot \frac{17762,89}{17762,89 - (-112283,92)} = 22 + 0,14 = 22,14\%$$

Izračun pri 50-odstotnem prispevku z dvigom vseh stroškov za 50 %

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSDp}{NSDp - NSDn} = 8 + (9 - 8) \cdot \frac{7863,47}{7863,47 - (-215722,72)} = 8 + 0,04 = 8,04\%$$

5.9 PRIMERJAVA KAZALNIKOV UČINKOVITOSTI IN USPEŠNOSTI

V tem poglavju ekonomske kazalce učinkovitosti in uspešnosti prikazujemo in primerjamo v različnih pogojih, bodisi pri normalnem stanju (diskontna stopnja je 4 %) ali različnih tveganjih, npr. podražitev investicije. Iz te primerjave je vidno, za koliko se lahko spremenijo določeni parametri, da bo naša naložba še vedno učinkovita.

Naša investicija je bila izpostavljena tveganjem. Pri pridobitvi vsaj 50 % prispevka je naša naložba varna tudi pri 50-odstotni podražitvi investicije ter 50-odstotnem povečanju stroškov same razgradnje.

Pri manjšem deležu tega prispevka smo pa že izpostavljeni tveganju, saj cene odkupa materiala na trgu nihajo, lahko se pojavi kakšna večja okvara ali pa se povišajo stroški razgradnje. V tem primeru pa naša naložba ne bo več smiselna, saj bi imeli večje stroške kot prihodke.

	Pri 4-odstotni diskontni stopnji (100 % prispevka)	Pri 20-odstotnem zvišanju stroškov (100 % prispevka ds = 4)	Pri 50-odstotni podražitvi investicije ter stroškov (100 % prispevka ds = 4)
EVS – doba vračanja (let)	2,70	3,5	4,1
Neto sedanja vrednost (€)	8,546.485,4	7,749.550	6,554.146
E – kazalnik ekonomičnosti	3,1	2,6	2,1
D – indeks donosnosti (%)	404	305	258
Do – donosnost odhodkov (%)	214	162	110

Tabela 23: Ekonomski kazalci učinkovitosti (100-odstotni prispevek)

ISD se spreminja glede na razmere na trgu.

NSV (100-odstotni prispevek) pri 20-odstotnem dvigu stroškov se zmanjša za 9,3 %, pri 50-odstotni podražitvi investicije pa je ta odstotek nižji za 23,3 %.

	Pri 4-odstotni diskontni stopnji (50 % prispevka)	Pri 20-odstotnem zvišanju stroškov (50 % prispevka ds = 4)	Pri 50-odstotni podražitvi investicije ter stroškov (50-odstotni prispevek ds = 4)
EVS – doba vračanja (let)	5,4	6,9	8,1
Neto sedanja vrednost (€)	3,223.237,5	2,426.302	1,230.898,6
E – kazalnik ekonomičnosti	1,8	1,5	1,2
D – indeks donosnosti (%)	152	96	48
Do – donosnost odhodkov (%)	81	51	21

Tabela 24: Ekonomski kazalci učinkovitosti (50-odstotni prispevek)

NSV (50-odstotni prispevek pri 20-odstotnem dvigu stroškov se zmanjša za 24,7 %, pri 50-odstotni podražitvi investicije pa je ta odstotek nižji za 61,8 %.

	Pri 4-odstotni diskontni stopnji (brez prispevka)
EVS – doba vračanja (let)	2658
Neto sedanja vrednost (€)	-2,106.127,4
E – kazalnik ekonomičnosti	0,5
D – indeks donosnosti (%)	-99
Do – donosnost odhodkov (%)	-43

Tabela 25: Ekonomski kazalci učinkovitosti (brez prispevka)

6 SKLEP

V diplomski nalogi smo se osredotočili na problematiko odsluženih SK. Po 25 do 30 letih čiste energije je čas za razgradnjo. Razgradnja SK poleg zmanjševanja onesnaževanja okolja prispeva tudi k zmanjšanju porabe elektrike, ki je potrebna v procesu pridobivanja teh surovin.

Opisali smo znane postopke razgradnje. Ta je lahko polovična ali polna. Ugotovili smo, da pri polovični razgradnji večje gradnike SK ločimo, ostalo pa odpeljemo na deponijo, kar pomeni nevarnost onesnaženja okolja. Pri polni razgradnji pa z mehanskim, toplotnim in kemijskim postopkom lahko razgradimo do 99,5 % SK.

Preračunali smo investicijo v obrat za reciklažo ter pripadajoč postroj strojev za učinkovito reciklažo in sortiranje reciklata. Obrat smo postavili v območje, ki je

dostopno in kjer imamo lokacijsko gledano najmanj stroškov s transportom in logistiko pri prevozu odsluženih SK ter kasneje recyklata.

Investicija se je izkazala za rentabilno, če pridobimo sredstva (prispevek za razgradnjo), ki so bila plačana ob nakupu same sončne elektrarne (0,227 €/W). V tabelah in grafih je prikazano, da se projekt splača, vendar samo z vsaj določenim delom prispevka. Ugotovili smo, da v 20 letih s prodajo recikliranega materiala pokrijemo stroške proizvodnje, ne pokrijemo pa investicije v celoten obrat.

S pomočjo izračunov in tabel smo prišli do podatkov, ki nazorno pokažejo in dokažejo, da je investicija rentabilna, kdaj se nam investicija povrne in kdaj začnemo kovati zaslužek. V našem primeru (pri 100-odstotnem prispevku) je bila investicija izplačana, glede na naložbo projekta, v 3. letu delovanja obrata, kar dokazuje tudi graf kumulativnega skupnega donosa projekta. Naložbe se povrne prej kot v 5 letih delovanja obrata. V investicijah obstaja nepisano pravilo, da se ti mora naložba v stroj povrniti najkasneje v 5 letih od nakupa, da z njo kaj lahko zaslužiš.

To dokazujejo tudi različni kazalci uspešnosti in učinkovitosti projekta naložbe – kazalniki gospodarnosti in ekonomičnosti, kazalniki donosnosti naložbe in kazalniki donosa odhodkov. Ti so v našem primeru vedno pozitivni in dokazujejo, da se naša investicija v celoti povrne in še pomnoži. Glede na naše izračune naložba ni izpostavljena tveganjem zaradi povišanja električne energije, povišanja stroškov proizvodnje ali pa zmerne upada recyklata.

Ob izdelavi diplomske naloge smo pridobili veliko tehničnega znanja o recikliranju SK ter izgradnji novega poslovnega objekta za to dejavnost, predvsem pa znanja, kako preračunavati potencialno investicijo za karkoli.

LITERATURA IN VIRI

Borzen d.o.o. (b. l.). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <http://www.borzen.si/>.

Deng, R. et al. (2019). A techno-economic review of silicon photovoltaic module recycling. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 109, 2019. Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032119302321>.

Deutsche solar (2020). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://www.azocleantech.com/>.

European Commission. (b. l.). *Waste Electrical and Electronic Equipment* Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova https://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm.

Fully Recovery End of Life Photovoltaic (b. l.). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://frelp.info/>.

Greengate Metals (b. l.). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://www.greengatemetals.co.uk/>.

IRENA (International Renewable Energy Agency) (2020). *Solar energy*. Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://www.irena.org/solar>.

Javna agencija Republike Slovenije za energijo (b. l.). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <http://www.agen-rs.si/>.

Let's recycle (2020). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://www.letsrecycle.com/>.

NPC Group (2020). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://www.npcgroup.net/eng/>.

PAPLER, D (2015). *Ekonomski kazalniki naložbe*. Študijsko gradivo, Ljubljana: ICES.

PAPLER, D. (2011). *Ekonomsko ovrednotenje upravičenosti naložbe*. Študijsko gradivo, Ljubljana: ICES.

PC Komenda (2006). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://www.pc-komenda.si/>.

Portal Trajnostna energija (2020). *Recikliranje fotovoltaičnih modulov*. Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <http://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna->

energija/Proizvajajte/Izobra%C5%BEvanja-in-certificiranje/recikliranje-fotovoltai%C4%8Dnih-modulov.

PVPportal (2020). *Pregled fotovoltaičnega trga v Sloveniji*. Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova http://pv.fe.uni-lj.si/files/Pregled_fotovoltaičnega_trga_v_Sloveniji_2019.pdf.

Shaibani, M. (2020). *Solar panel recycling: Turning ticking time bombs into opportunities*. Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://www.pv-magazine.com/2020/05/27/solar-panel-recycling-turning-ticking-time-bombs-into-opportunities/>.

SODO (2020). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://www.sodo.si/sl>.

Solar World (2020). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://www.ensolar.com/solarworld>.

Statistični urad Republike Slovenije (b. l.). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <http://www.stat.si/>.

Topsol (2020). *Zgradba in delovanje sončne elektrarne*. Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova http://topsol.si/soncne_elektrarne/zgradba_in_delovanje_soncne_elektrarne/.

Trina solar (2020). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <https://www.trinasolar.com/us>.

Yingli solar (2018). Pridobljeno 12. 12. 2020 z naslova <http://www.yinglisolar.com/en>.