

UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO
EKONOMSKO-POSLOVNA FAKULTETA

Jan JURJEC

**TEHNIČNO-POSLOVNI PRERAČUN
ENERGIJSKE IZRABE PERUTNINSKEGA
PERJA IN POSTAVITEV SISTEMA ZA
SOPROIZVODNJO TOPLOTNE IN ELEKTRIČNE
ENERGIJE**

Magistrsko delo
študijskega programa 2. stopnje
Gospodarsko inženirstvo - smer Strojništvo

Maribor, december 2013



Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo
Ekonomsko-poslovna fakulteta

TEHNIČNO-POSLOVNI PRERAČUN ENERGIJSKE IZRABE PERUTNINSKEGA PERJA IN POSTAVITEV SISTEMA ZA SOPROIZVODNJO TOPLOTNE IN ELEKTRIČNE ENERGIJE

Magistrsko delo

Študent:	Jan JURJEC
Študijski program 2. stopnje:	Gospodarsko inženirstvo
Smer:	Strojništvo
Mentor na FS:	red. prof. dr. Niko SAMEC
Somentor na FS:	dr. Filip KOKALJ, v.p.
Mentor na EPF:	doc. dr. Igor VREČKO

Maribor, december 2013



Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo

Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija

Številka: GS-BM0015
Datum: 27.08.2013

Na osnovi 330. člena Statuta Univerze v Mariboru (Uradni list RS, št. 46/2012 – UPB10) izdajam:

SKLEP O MAGISTRSKEM DELU

JANU JURJECU, študentu študijskega programa 2. stopnje **Gospodarsko inženirstvo - smer Strojništvo**, se dovoljuje izdelati magistrsko delo.

Tema magistrskega dela je pretežno s področja **Katedre za energetska, procesna in okoljska inženirstvo (FS)** in **Katedre za splošni management in organizacijo (EPF)**.

Mentor FS: **red. prof. dr. Niko Samec**
Mentor EPF: **doc. dr. Igor Vrečko**
Somentor FS: **dr. Filip Kokalj, v.p.**

Datum veljavnosti teme: **27.08.2014**
Tema podaljšana: /

Naslov magistrskega dela: **Tehnično - poslovni preračun energijske izrabe perutninskega perja in postavitve sistema za soproizvodnjo toplotne in električne energije**

Naslov magistrskega dela v angleškem jeziku: **Techno - economical calculation of waste-to-energy plant for poultry feathers and erection of combined heat and power production system**

Magistrsko delo je potrebno izdelati skladno z »Navodili za izdelavo magistrskega dela« in ga do 27.8.2014 v treh izvodih oddati v pristojni referat za študentske zadeve.

V skladu z Navodili o pripravi in oddaji e-diplom je potrebno magistrsko delo oddati v Digitalno knjižnico Univerze v Mariboru.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na senat članice v roku 15 dni.



Obvestiti:
- kandidata
- mentorja FS
- mentorja EPF
- somentorja
- odložiti v arhiv

Dekan:

red. prof. dr. Niko Samec

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju red. prof. dr. Niku SAMCU in mentorju doc. dr. Igorju VREČKU za pomoč in vodenje pri opravljanju magistrskega dela. Zahvala velja tudi dr. Filipu KOKALJU za somentorstvo in vso drugo pomoč ter napotke, brez katerih ne bi bila naloga takšna, kot je.

Posebna zahvala velja staršem, ki so mi ves čas stali ob strani, me spodbujali in mi omogočili študij.

Hvala vsem!

KAZALO

1	UVOD	1
2	ANALIZA SUROVINE.....	2
2.1	PROIZVODNJA IN PREDELAVA PERUTNINSKEGA PERJA	2
2.2	PERJE KOT GORIVO.....	4
2.3	LESNI SEKANCI	6
3	TEHNOLOGIJA UČINKOVITE CELOVITE ENERGIJSKE IZRABE PERJA IN LESNIH SEKANCEV	8
3.1	OPIS POSAMEZNIH TEHNOLOŠKIH SKLOPOV CELOTNEGA PROCESA.....	8
3.1.1	Pranje perja.....	8
3.1.2	Obdelava.....	9
3.1.3	Začasno skladišče	9
3.1.4	Sprejem materiala – perja in lesnih sekancev.....	11
3.1.5	Sušilnica	11
3.1.6	Doziranje	11
3.1.7	Kurjenje	11
3.1.8	Toplotni prenosnik.....	11
3.1.9	Organski Rankinov cikel (ORC modul)	12
3.1.10	Dimni plini.....	13
3.2	PREGLED ANALIZE RAZISKAV DRUGIH AVTORJEV	14
4	TEHNOLOŠKA OPREMA.....	16
4.1	SUŠILNICA	16
4.2	KURILNA NAPRAVA.....	19
4.2.1	Konstrukcija uplinjevalno zgorevalnega dela naprave [5]	19
4.3	ORC MODUL.....	21
5	TESTNI SEŽIG PERUTNINSKEGA PERJA	25

5.1	OPIS VZORCEV ODPADKOV	25
5.2	PROCES ZGOREVANJA VZORCEV IN IZMERJENE EMISIJE V ZRAK	26
5.3	PREGLED POTEKA PRESKUSOV	28
5.4	ANALIZA ZGOREVANJA ODPADNEGA PERJA	29
6	EKONOMSKI PRERAČUN IN SMOTRNOST PROJEKTA	32
6.1	POTREBA PO GORIVU.....	34
6.2	STROŠEK INVESTICIJE.....	38
6.3	PRIHODKI IZ NASLOVA ENERGIJSKIH DOBITKOV TOPLOTE IN ELEKTRIČNE ENERGIJE ...	39
6.3.1	Subvencije pri proizvodnji električne energije [1]	39
6.3.2	Vrednotenje vroče vode.....	41
6.3.3	Skupni dobitki energije v zimskem in letnem temperaturnem režimu.....	41
6.3.4	Vrednost prihodkov iz ustvarjene energije.....	42
6.4	ODHODKI ZA POTREBNO GORIVO - LESNE SEKANCE.....	42
6.5	EKONOMIKA PROJEKTA.....	42
7	PROJEKTNA OBRAVNAVA PROJEKTA PEKO PP-1	44
7.1	PROJEKT IN PROJEKTNI MANAGEMENT KOT PODLAGA ZA IZVEDBO ZAGONSKEGA ELABORATA	44
7.1.1	Projekt.....	44
7.1.2	Projektni management	44
7.2	ZAGONSKI ELOABORAT PROJEKTA PEKO PP-1.....	45
7.2.1	Vhodna strategija projekta »PeKo PP-1«	45
7.2.2	Vsebinska zasnova projekta »PeKo PP-1«.....	46
7.2.3	Cilji projekta.....	50
7.2.4	Taktika izvedbe projekta	51
7.2.5	Terminski plan.....	52
7.2.6	Ekonomika projekta.....	54
7.2.7	Analiza rizikov projekta	54
7.2.8	Projektna organizacija	55
7.2.9	Plan kontrole izvajanja projekta	56

8	SKLEP	58
9	VIRI	59
10	ŽIVLJENJEPIS	61

TEHNIČNO-POSLOVNI PRERAČUN ENERGIJSKE IZRABE PERUTNINSKEGA PERJA IN POSTAVITEV SISTEMA ZA SOPROIZVODNJO TOPLOTNE IN ELEKTRIČNE ENERGIJE

Ključne besede: ORC proces, perje, Perutnina Ptuj, kurilna naprava, sušilnica, zagonski elaborat, SPTE.

UDK klasifikacija: [620.925:697.3]:657.478(043.2)

POVZETEK

V magistrski nalogi smo preučili možnost energijske izrabe perja, ki kot stranski produkt ostane v Perutnini Ptuj. Postavitev celotnega sistema bo vključevalo sušilnico perja in kotlarno s postavljenim Rankinovem krožnim procesom, ki proizvaja toplotno in električno energijo. V krožnem procesu bo ostajala vroča voda, ki je uporabna tako za sušilnico kot tudi uporabo v tehnološkem procesu v mesno predelovalnem obratu.

V drugem delu naloge – v aplikativnem delu – smo na osnovi inženirskih in ekonomskih izračunov poskušali kar najbolj realno prikazati možnost vzpostavitve sistema izrabe ostankov kot biomase. Kot končni produkt raziskave je pripravljen zagonski elaborat za zagon projekta nabave in postavitve obrata. V ekonomskem preračunu smo prikazali tako prihodkovno kot odhodkovno stran. Rezultat je smotrna investicija, ki se v dobi 7 let povrne, nadaljnjo delovanje pa ustvarja dobiček podjetju.

TECHNO–ECONOMICAL CALCULATION OF WASTE-TO-ENERGY PLANT FOR POULTRY FEATHERS AND ERECTION OF COMBINED HEAT AND POWER PRODUCTION SYSTEM

Key words: ORC process, feathers, Perutnina Ptuj, Heating appliance, dryer, initial elaborate, CHP

ABSTRACT

In the thesis, we consider the possibility of energy use of feathers generated as a byproduct in Perutnina Ptuj. The layout of the entire system includes drying feathers and a boiler house with Rankine cycle process, which produces heat and power. In a circular process hot water will be held, which can be used both for drying and also in the technological process of a meat processing plant. In the second part of the thesis - the applicative part, we tried to show the possibility of establishing a system of utilization of residues as biomass, based on engineering and economic calculations. As a final product of the research is a start-up proposal of the project; the acquisition and installation of the plant. In economic calculation we show both the revenue and expenditure side. The result is a wise investment, which is refunded in the trial of 7 years and furthermore, operates as a profit-making enterprise.

UPORABLJENI SIMBOLI IN KRATICE

FS -	Fakulteta za strojništvo
UM -	Univerza v Mariboru
PP -	Perutnina Ptuj
ORC -	Organic Rankine cycle – Organski Rankinov proces
SPTe -	Soproizvodnja toplotne in električne energije
NO _x -	Dušikovi oksidi
RS -	Republika Slovenija
VT -	Visokotemperaturni krog
NT -	Nizkotemperaturni krog
CHP -	(Combined heat and power) Soproizvodnja toplotne in električne energije
ZZV -	Zavod za zdravstveno varstvo
SCADA -	(Supervisory Control And Data Acquisition) Sistemi, ki so namenjeni nadzoru in krmiljenju različnih tehnoloških procesov z računalnikom
TOC -	(Total organic carbon) Enota za skupne organske snovi
KV -	Kurilna vrednost
PMI -	(Project management institute) Inštitut za projektni management v ZDA

KAZALO SLIK

Slika 2.1: Oblika perutninskega perja.....	3
Slika 2.2: Lesni sekanci	7
Slika 3.1: Shema procesov	10
Slika 3.2: Članek From feathers to syngas [3]; shematski prikaz naprave in temperatura dimnih plinov.....	15
Slika 4.1: Smeri toplotnih tokov skozi sušilnico, in sicer vroče in ohlajene vode ter vlažnega zraka	17
Slika 4.2: Prikaz sušilnice – levo pogled od spredaj, desno pogled od zadaj.....	18
Slika 4.3: Pilotna sežigalna naprava.....	19
Slika 4.4: Konstrukcija pilotne kurilne naprave	20
Slika 4.5: Celovit sistem čiščenja dimnih plinov na pilotni sežigalni napravi.....	21
Slika 4.6: Turboden ORC modul.....	22
Slika 4.7: Termodinamični princip delovanja	23
Slika 4.8: Izkoristki in izgube ORC modula	23
Slika 5.1: Dostavljeno perje v plastičnih vrečah	25
Slika 5.2: Merilna oprema za merjenje dimnih plinov	26
Slika 5.3: Grafičen prikaz obratovalnih parametrov na monitorju v času poskusov.....	29
Slika 5.4: Temperature na kurilni napravi v času zgorevanja biomase	30
Slika 5.5: Zgorevanje perja in biomase	31
Slika 6.1: Kostna moka.....	32
Slika 7.1:Terminski plan, prikazan s pomočjo Ganttovega diagrama.....	53
Slika 7.2: Hierarhična organizacijska struktura internih in eksternih subjektov	56

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 2.1: Obseg predelave perutnine (v tisoč tonah)	2
Preglednica 2.2: Kemijska sestava perja	5
Preglednica 4.1: podatki o ORC modulu.....	24
Preglednica 6.1: Lastnosti perja glede na vlago	34
Preglednica 6.2: Količina sekancev glede na vlažnost perja	35
Preglednica 6.3: Potrebe po gorivu v zimskem in letnem obratovalnem režimu	36
Preglednica 6.4: Vlaga v gorivu in poraba energije v sušilnici	37
Preglednica 6.5: Dejanski dobitki energije pri 100 % delovanju	37
Preglednica 6.6: Dejanski dobitki energije pri 50 % delovanju	37
Preglednica 6.7: Dejanski dobitki energije pri 30 % delovanju	38
Preglednica 6.8: Proizvodne naprave SPTE na lesno biomaso – obratovanje več kot 4000 obratovalnih ur na leto (za leto 2013).....	40
Preglednica 6.9: Letni stroški in prihodki delovanja postroja	43
Preglednica 6.10: Ekonomika investicije	43
Preglednica 7.1: Analiza rizikov projekta	54
Preglednica 7.2: Plan kontrole izvajanja projekta	57

1 UVOD

Skupina Perutnina Ptuj je največji slovenski predelovalec in izvoznik perutninskega mesa, ki na leto proizvede 75 odstotkov celotne slovenske proizvodnje perutninskega mesa, 45 odstotkov celotnega slovenskega izvoza mesa in mesnih izdelkov ter 86 odstotkov celotnega slovenskega perutninskega mesa in izdelkov. [13]

V predelovalni verigi so odpadki dodatni strošek podjetju, lahko pa so tudi priložnost za ustvarjanje dobička. Odpadki so kremplji, glave, kosti, kri in perje, ki samo predstavlja skoraj 10 % odpada. Glede na ostale odpadke je perutninsko perje zelo bogato s keratinom in ima kot takšno visoko kurilno vrednost. Poleg tega pa se ga smatra kot nevaren odpadek in je visok strošek podjetju.

Možnosti izrabe perutninskega perja so različne. Lahko se jo predela v perno moko, ali pa uporabi za pridobivanje toplotne in električne energije. Perutnina Ptuj je do sedaj vso perje predelovala v perno moko, katero prodajajo znanemu kupcu, proizvajalcu hrane za male živali. S tem so zmanjšali stroške z odpadkom za 80 %, vendarle pa s tem poslujejo s stroškom/izgubo za okoli 30 tisoč evrov letno. Potrebno je tudi poudariti, da se na trgu predelave in priprave perutninskega perja kaže trend 1 % letnega povečanja porabe izdelkov v obdobju 2008–2013, kar pa bo z leti predstavljalo podjetju vedno večje stroške z odpadkom. V pričujoči raziskavi bomo preverili možnost kurjenja perutninskega perja, mešanega z lesnimi sekanci. Pri tem se bo proizvedena toplota izrabljala s pomočjo *organskega Rankinovega procesa* (v nadaljevanju: ORC procesa), ki deluje kot kogeneracija oz. soproizvodnja toplotne in električne energije (SPTE). Proces bomo obravnavali kot projekt, ki zahteva uporabo ustreznih metod projektnega managementa.

2 ANALIZA SUROVINE

2.1 Proizvodnja in predelava perutninskega perja

Odločitev o sežiganju perja v Perutnini Ptuj je zasnovana na zelo visoki kurilni vrednosti odpadnega materiala. Pri tem je treba upoštevati, da je kurilna vrednost tako visoka brez prisotnosti vlage v gorivu. Kot že omenjeno, pa perje predelovalni obrat Perutnine Ptuj zapusti s kar 70 % vlažnostjo. Razlog za tako visoko vrednost je struktura perja. To je sestavljeno iz 3 delov, in sicer iz reberca, veje in vejice. Te strukture so v notranjosti votle in dopuščajo veliko vsebnost vode, v kateri so bile oprane. Perje, katero se bo uporabljalo za nadaljnji proces, je naravno sušeno, tekoča voda pa je odtekla.

Kurilna vrednost perja pri takšni vlažnosti je pod 6 MJ/kg, kar pa ni dovolj za samostojno gorenje pri ustrezno visoki temperaturi. Le-to je možno pri vrednostih nad 9 MJ/kg. Za doseg te vrednosti bomo perju primešali primerno količino lesnih sekancev.

Leta 2010 je bilo piščančje meso - z več kot 86 milijoni ton na leto [10] – največkrat uporabljena surovina v prehrambeni industriji. Proizvodnja in potrošnja pa se še večata. Skupaj so največji svetovni predelovalci perutnine – ZDA, Kitajska, Brazilija in Evropska Unija – v obdobju 2008–2012 zabeležili več kot 10 % porast porabe (Preglednica 2.1). [10]

Preglednica 2.1: Obseg predelave perutnine (v tisoč tonah)

	2008	2009	2010	2011	2012
ZDA	16 560	15 930	16 560	16 700	16 400
KITAJSKA	11 840	12 100	12 550	13 200	13 730
BRAZILIJA	11 000	11 000	12 300	12 860	13 250
EVROPSKA UNIJA	8 600	8 750	9 200	9 420	9 600
Σ	48 000	47780	50 610	52 180	52 980

Odrasel piščanec, primeren za zakol, tehta od 1,8 do 1,9 kg (od tega je približno 1,5 kg mesa), pri čemer 5–7 % skupne teže predstavlja perje.

Perje je sestavljeno 90–95 % iz proteina in 5–10 % iz lipidov. Glavna komponenta proteina je keratin. To je visoko kvalitetno vlakno z izjemnimi mehničnimi lastnostmi. Keratin pa je tudi glavna komponenta las, dlake, volne, nohtov, kljuna in itd.



Slika 2.1: Oblika perutninskega perja

Perje je odpadek mesno predelovalne industrije, zaradi postopka oskubitve pa tudi nevaren in je treba z njim ravnati po zakonskih določilih. Vedno večje povečanje potrošnje pa industrijo le še draži.

Ekonomična in ekološka odstranitev perutninskega perja je zato eno največjih težav v panogi. Veliko različnih pristopov je že bilo razvitih o nadaljnjem procesu tega stranskega produkta, baziranih na energijskem in biološkem postopku, na slednjem je tehnologija še v začetkih razvoja in zato ni primerna za našo rešitev. Druga možnost, pri kateri je tehnologija razvita in preizkušena, je sežig.

Perje ni standardna, čista biomasa, saj vsebuje organske delce kot so koža, kri, kremplji itn. Med postopkom čiščenja v vodni kopeli se vlažnost močno poveča, zato direktna uporaba

perja za samostojno zgorevanje ni primerna. Poleg tega pa so pri neposrednem samostojnem gorenju problem tudi visoke vsebnosti emisije NOx. Dušikovi oksidi nastajajo s spajanjem dušika in kisika pri visokih temperaturah in imajo pomembno vlogo pri vplivih onesnaženosti zraka na okolje kot so zakisovanje, eutrofikacija in fotokemični smog. Glavni viri dušikovih oksidov v urbanih območjih so promet (2/3), individualna kurišča in termoenergetski objekti, ki uporabljajo za gorivo premog. [12]

2.2 Perje kot gorivo

Tehnološki proces skubljenja perutnine in kasnejšega pranja perja povzroči, da ima perje pri izstopu iz procesa okoli 70 % vlažnost, pri tem pa je kurilna vrednost pod 6 MJ/kg.

V preglednici 2.2 so prikazane kemijske in fizikalne vrednosti analize, opravljene za piščančje perje [3][10]. Visoka vrednost volatilnega plina, poleg tega pa mala količina pepela (manj kot 1,5 %) dokazujeta, da je perje dober material za zgorevanje s tehnologijo fiksne rešetke. Več o kurilni napravi in tehnologiji v poglavju 4.2.

Preglednica 2.2: Kemijska sestava perja

	Perje – mokro*	Perje – suho
Vsebnosti (v %)		
Vlažnost	51,6	0,0
Volatili	42,7	88,3
Vežan ogljik	5	10,3
Pepel	0,7	1,4

Elementarna analiza (v %)		
Ogljik – C	61,77	61,77
Vodik – H	5,68	5,68
Kisik – O	11,74	11,74
Dušik – N	18,53	18,53
Žveplo – S	2,16	2,16
Klor – Cl	0,12	0,12

Kurilna vrednost (v MJ/kg)		
Zgornja kurilna vrednost – HHV	11,937	24,671
Spodnja kurilna vrednost - LHV	10,076	23,442

*mokro perje po naravnem odtekanju vode

2.3 Lesni sekanci

Les, ki ga uporabljamo za zgorevanje, se pojavlja v najrazličnejših oblikah in dimenzijah, zato ga je potrebno najprej pripraviti za prevoz od mesta nastanka do mesta porabe. Največkrat se še pred prevozom predela, nareže ali zmelje v primerno obliko za uporabo.

Obliko kuriva moramo prilagoditi vrsti in obliki kurišča, kjer les izgoreva. Za proizvodnjo kakovostnih lesnih sekancev (slika 2.2), uporabnih kot gorivo na tehnologiji z rešetko, katero bomo v projektu tudi uporabili, se najpogosteje uporablja sekance neposredno iz gozdov oziroma mesta nastanka. To je okrogel les iglavcev in listavcev slabše kakovosti ter sečni ostanki. Veje premera pod 5 cm so nezaželene zaradi relativno visokega deleža skorje. Večji delež skorje pa pomeni večji delež pepela.

Lesni sekanci so nasekani oz. narezani drobci ali delci lesa različnih dimenzij, ki jih s pomočjo posebnih sekalnih strojev izdelamo iz sečnih ali drugih lesnih ostankov. Velikost sekancev je odvisna od konstrukcije sekalnega stroja, od števila nožev in debeline sekalnega materiala. Glede na velikost delcev jih po Katalogu produktov delimo v tri skupine [6]:

- G30, pri katerih prečni prerez posameznih kosov lesa ne sme biti večji od 3 cm², dolžina pa ne večja od 8,5 cm;
- G50, pri katerih prečni prerez posameznih kosov lesa ne sme biti večji od 5 cm², dolžina pa ne večja od 12 cm;
- G100, pri katerih prečni prerez posameznih kosov lesa ne sme biti večji od 10 cm², dolžina pa ne večja od 25 cm.

Velikost sekancev je potrebno prilagoditi vrsti peči in sistemu doziranja.



Slika 2.2: Lesni sekanci

Glede na vsebnost vlage ločimo:

- svež les – les takoj po poseku, ki ima vlažnost nad 40 %;
- gozdno suh les – les približno pol leta po poseku, ki ima vlažnost 20–40 %;
- zračno suh les – les, ki zahteva daljše sušenje na zračnih skladiščih in ima vlažnost do 15 %;
- tehnično suh les – umetno sušen les, ki ima vlažnost 6–12 %.

Poudariti je potrebno, da vlaga lesu zmanjšuje kurilno vrednost. V projektu predpostavljamo lesne sekance s 30 % vsebnostjo vlage, pri čemer je kurilna vrednost 13,5 MJ/kg.

3 TEHNOLOGIJA UČINKOVITE CELOVITE ENERGIJSKE IZRABE PERJA IN LESNIH SEKANCEV

V sledečem poglavju bomo predstavili sledeče si procese od oskubljanja perutnine, sušenja, kurjenja in izrabe pridobljene energije v ORC procesu.

Celoten proces je prikazan na sliki 3.1.

Procesi, ki se že izvajajo:

- proizvodni obrat;
- pranje perja;
- obdelava;
- začasno skladišče.

Meja obdelave projekta:

- sprejem materiala;
- sušilnica;
- doziranje;
- kurjenje;
- toplotna izmenjava pridobljene energije;
- ORC proces;
- obdelava dimnih plinov in
- izpust dimnih plinov.

Prvi štiri procesi se v podjetju že izvajajo in niso predmet obravnave projekta. Ta se začne s sprejemom materiala v proces energijske izrabe.

3.1 Opis posameznih tehnoloških sklopov celotnega procesa

3.1.1 Pranje perja

Celoten proces se začne v proizvodnem obratu Perutnine Ptuj, kjer živalim oskubijo perje. Le to lahko vsebuje delce krvi, kože, nohtov in kosti, zato se perje v naslednjem koraku opere, vodni bazen pa služi tako tudi kot tekoči trak za premik materiala. Na tej stopnji perje pridobi veliko vsebnost vode, vendar je ta korak v celotnem procesu potreben zaradi strogih

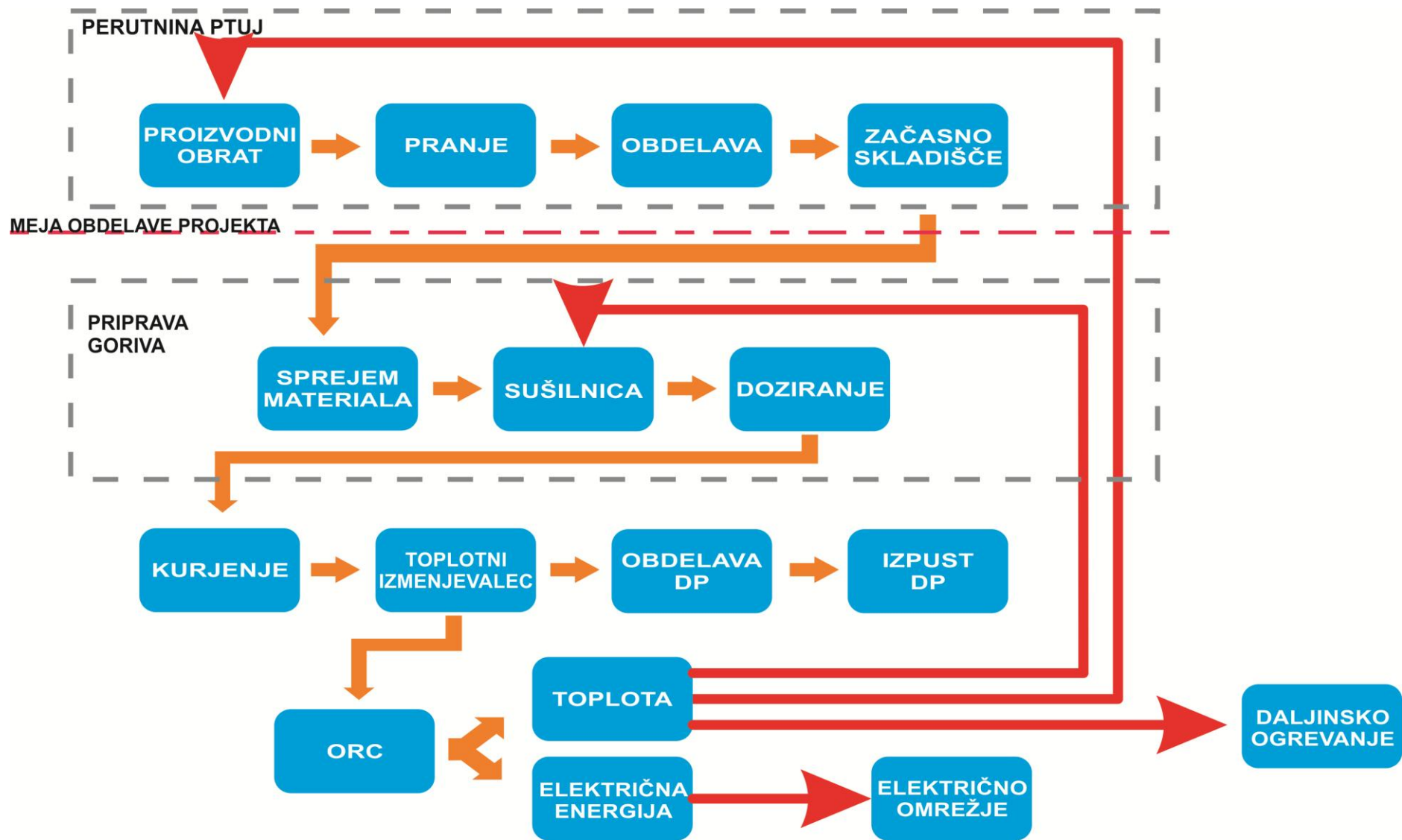
higienskih in ekoloških standardov, ki veljajo na področju živilske industrije v Republiki Sloveniji.

3.1.2 Obdelava

Pri *obdelavi* perja se le-to delno razreže. S tem delnim procesom se olajša odtekanje vode iz votlega stebela perja, vlažnost pa je med 65–70%.

3.1.3 Začasno skladišče

Dnevna količina perja se skladišči v odprtih skladiščih na lokaciji podjetja Perutnine Ptuj.



Slika 3.1: Shema procesov

3.1.4 Sprejem materiala – perja in lesnih sekancev

Material se dostavi iz začasnega skladišča do prostora za *sprejem materiala*. Material se dovaja enkrat ali večkrat dnevno, odvisno od danih tehničnih zmogljivosti. Na tem mestu je potrebno zagotoviti tudi prostor za lesne sekance.

3.1.5 Sušilnica

Sušilnica je predvidena za zmanjšanje vlage v perju, pri čemer smo preverili možnost ponovne uporabe vroče vode, ki ostane po ORC ciklu. Izbrali smo sušilnico za biomaso, primernih dimenzij za sušenje okoli 600 kg/h vlage. Analiza sušenja in redukcija mase bosta prikazala najbolj racionalno sušenje, temperaturo in čas zadrževanja v sušilni komori.

3.1.6 Doziranje

Doziranje je korak, v katerem posušeno perje, zmešano s čistimi lesnimi sekanci doziramo v kurišče. Mešanje se izvaja s pomočjo polža. Pomembno pri tem je, da se perje dobro raztrosi, saj obstaja možnost, da se posamezna peresa med seboj sprimejo. Poleg tega pa mora biti mešanica perja in sekancev enaka in dobro pomešana ves čas doziranja v kurilno napravo. Dozirni polž je speljan in dvignjen na mesto, kjer je doziranje v kurišče.

3.1.7 Kurjenje

Sežigalna naprava z gibljivo rešetko, v kateri se bo izvajalo *kurjenje* mešanice perja in lesnih sekancev, je predstavljena v prejšnjem poglavju, saj bo predlagana takšna, kot se je uporabljala med preizkusnim sežigom v podjetju KIV na Vranskem.

Tehnologija kurišča z gibljivo rešetko je najprimernejša za izkoriščanje biomase obravnavane kurilne vrednosti in nasploh vseh trdnih goriv, poleg tega pa je dobro preizkušena in zanesljiva za uporabo na dolgi rok.

3.1.8 Toplotni prenosnik

Vroči dimni plini, ki zapuščajo kurišče, so dovedeni v *toplotni prenosnik*. Kot naprava za prenos toplote je najprimernejši termo oljni kotel. Poznamo več izvedenk z možnostmi

prenosa toplote. Vsem je skupno, da se toplota, ki jo imajo dimni plini, čim bolj prenese na delovni medij, ki je v tem primeru olje. Pri tem se dimni plini ohlajajo, olje pa segreva. Dodatno pozornost je potrebno nameniti najnižji temperaturi, do katere lahko dimne pline ohladimo, saj morajo še vedno imeti dovolj energije za dvigovanje po dimniku in naprej v atmosfero. V dimnik je potrebno instalirati meritve emisij dimnih plinov, saj so le-te zakonsko omejene. Pri morebitnih povečanih koncentracijah je s sistemom nekaj narobe, zato je potrebno nemudoma ukrepati.

3.1.9 Organski Rankinov cikel (ORC modul)

Ves proces do te stopnje se izvaja s skupnim namenom. Do *ORC modula* je potrebno pripraviti zadostno količino energije, shranjene v vročem olju za ustvarjanje pogojev za pogon turbine in elektro generatorja.

ORC modul smo izbrali s strani Evropskega vodilnega proizvajalca Turboden, Italija.

V primeru izrabe biomase z namenom soproizvodnje toplote in električne energije smo izbrali CHP enoto. V paleti standardnih možnosti modulov so moči od 0,6 MWe do 2,8 MWe. Večji, kot so dobitki električne energije, večje so tudi potrebe po vhodnem vnosu energije. Glede na razpoložljivo količino surovine Perutnine Ptuj – perja, smo izbrali najmanjšo enoto, TURBODEN 6 CHP with SPLIT. Oznaka split pomeni dvostopenjsko izrabo energije, kar pa na izhodu daje vročo vodo s temperaturo 60/80 °C, kar je temperatura, ki jo potrebujemo za nadaljnjo uporabo.

ORC enota je kogenerator, kar pomeni pridobivanje toplotne in električne energije, ki jo je možno naprej uporabiti in z njima pokrivati potrebe podjetja ali prodajati v daljinsko omrežje ogrevanja. V nadaljevanju bodo opisana možna izkoriščanja pridobljene energije.

Toplota:

- dovajanje v proizvodnjo;
- gretje poslovnega kompleksa v času kurilne sezone;
- dovajanje v sušilnico perja in lesnih sekancev;
- uporaba za sanitarno vodo;
- dovajanje v dodatno sušilno napravo za potrebe gospodarstva;
- dovajanje v daljinsko omrežje.

Vroča voda je dragocen vir v mesno predelovalni industriji. Potrebno je poudariti, da so higienski standardi in zahteve zelo visoke, zato skozi proces predelave mesa porabijo velike količine vroče vode za čiščenje in ostale tehnološke postopke. Naslednja možnost je dovajanje energije v sušilnico, v kateri se bo sušilo vlažno perje. Tretja možnost je priklop na daljinsko ogrevalno omrežje, ki ogreva mesto. Lokacija Perutnine Ptuj je blizu daljinske mreže, zato je možnost zanimiva za nadaljnjo raziskavo. Poudariti je potrebno, da se toplota za pripravo sanitarne vode uporablja celo leto, medtem ko so potrebe po ogrevanju samo v času kurilne sezone.

Možnosti uporabe vroče vode se med seboj ne izključujejo, smotrna je analiza vseh možnosti, tudi delnih in odločitev, katera kombinacija bo najbolj optimalna s strani stroškov oz. prihodkov.

Električna energija:

- Priklučitev na elektro energetska omrežje
- Samooskrba podjetja z električno energijo

Pri izrabi električne energije so možnosti povsem drugačne. Republika Slovenija namreč subvencionira odkup električne energije, proizvedene iz obnovljivih virov energije. Cene odkupa so različne in zato prikazane in primerjane v preglednici 6.8. Glede na možnost dražje prodaje električne energije v omrežje in cenejšega nakupa električne energije iz omrežja se nedvomno odločimo za prvo možnost in drugo izločimo.

3.1.10 Dimni plini

Dimni plini v prenosniku toplote oddajo dobršen del toplote na delovni medij ORC sistema – vroče olje. Pomembno je, da dimni plini zadržijo toliko toplote, da je možen dvig po dimniku. Pred tem se sčistijo skozi filtre. Zaradi kurjenja biološkega ostanka, so v dimnih plinih namreč spojine, katere presegajo ekološke standarde in predpise. Te se s pomočjo filtrov očisti na sprejemljivo raven. Poleg tega pa se na izhodu iz dimnika izvajajo monitoringi dimnih plinov za sprotno analizo in preverjanje tako izpuha kot tudi delovanja kurilne naprave.

3.2 Pregled analize raziskav drugih avtorjev

V času priprave na raziskovalno nalogo smo veliko časa posvetili iskanju in kasnejšemu pregledu znanstvenih in ostalih člankov na temo energijske izrabe perutninskega perja. Ugotovili smo, da so bile opravljene obsežne znanstvene raziskave na to temo. Med pomembnejši so:

- **From feathers to syngas – technologies and devices.** Avtorji: Marek Dudynski, Kamil Kwiatkivski, Konrad Bajer. *University of Warsaw, Poland*[3]
- **Combustion of Low – Calorific Waste Biomass Syngas.** Avtorji: Marek Dudynski, Kamil Kwiatkivski, Konrad Bajer. *University of Warsaw, Poland*[9]
- **Bioenergy from waste feathers gasification – performance and efficiency analysis.** Avtorji: Marek Dudynski, Jan Krzysztoforski, Kamil Kwiatkivski, Konrad Bajer. *University of Warsaw, Poland* [10]
- **Poultry processing industry waste to energy conversion.** Avtorji: Cosmin Marculescu, Constantin Stan, *University of Bucharest, Romania*[11]

V člankih avtorji opisujejo analize in spoznanja skozi znanstvene raziskave o izrabi perutninskega perja. Ugotovitve in spoznanja so enoznačna in nakazujejo na točnost naših podatkov in so zato tudi osnova in sestavni del pričujočega magistrskega dela. Poleg navedenega pa se v raziskavi tehnologije izrabe perja v teh člankih povsem razlikujejo. Raziskovalci univerze v Romuniji so preizkusili uplinjanje in pridobivanje sinteznega plina iz biološkega odpadnega perja. Za razliko, raziskovalci Univerze na Poljskem so perje sežigali. Ta tehnologija je bila temeljito raziskana in je zasnovana podobno kot naš projekt. Posebnost tega članka je, da podaja informacijo, da je takšna podobna kotlovnica za izrabo perja že postavljena in dve leti uspešno obratuje. Za izrabo toplote iz perja navajajo proizvedeno količino proizvedene pare. Ker je namen članka obratovanje kurilne naprave in ne izrabe toplote, ni enolično predstavljeno, kako se izrablja proizvedena para. Kakorkoli, glede na bogate izkušnje mentorja in somentorja Fakultete za Strojništvo, ki sodelujeta pri nastajanju naloge, smo se odločili za uporabo ORC tehnološke izrabe toplote. Razlogi so v velikosti naprave, zaradi katere bi bilo nesmiselno instalirati velike sisteme, ne glede na to, da so pri

slednjih izkoristki cikla boljši. Poleg navedenega so raziskovalci pri kurjenju perja prav tako v kurišče dodali les, v njihovem primeru lesne pelete za boljše in čistejše zgorevanje perja.

688

M. Dudyński et al./Waste Management 32 (2012) 685–691

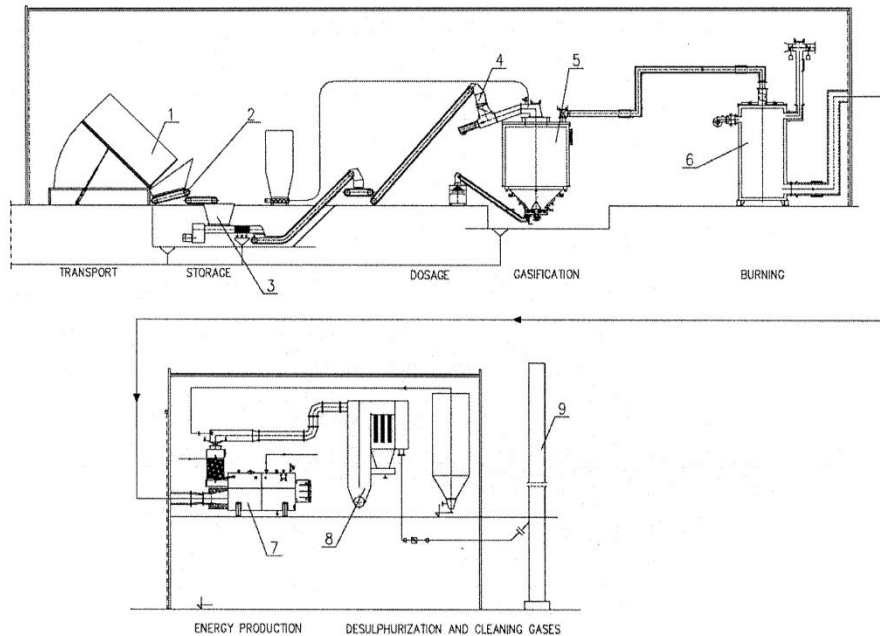


Fig. 3. Sketch of the installation. The sequential phases of the whole process are: (1) unloading feathers from the container placed on the hydraulic lift; (2) transport on the conveyor belts; (3) dewatering feathers in the press; (4) dosage and loading of the feed into the gasification chamber (tight feeder is essential for safety reasons); (5) gasification; (6) combustion of biomass syngas; (7) heat recovery in the boiler; (8) desulphurisation and cleaning; (9) chimney.

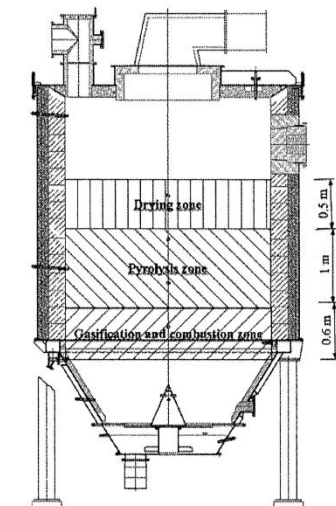


Fig. 4. Zones in the gasifier bed. From the top: drying; pyrolysis; gasification and combustion. The bed of about 2 m depth proved optimal for high-quality syngas production.

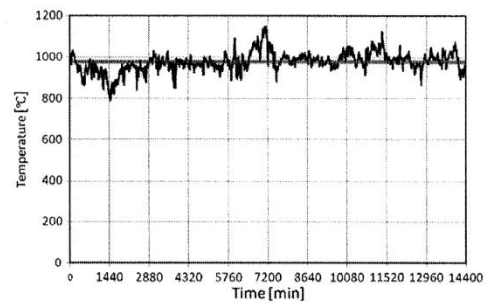


Fig. 5. The temperature at the outlet of the combustion chamber plotted for 10 days (from 1.03.2011 to 10.03.2011). The average value (grey line) is close to 1000 °C. The standard deviation is smaller than 50 °C.

Currently, we are developing sets of numerical tools for modeling and simulations, at different spatial scales, of biomass pyrolysis and gasification for small-scale modelling, see Kwiatkowski et al. (2011c), and for the scale of the whole gasifier see Kwiatkowski et al. (2011b). These tools allow us to extend the range of parameters to be searched for optimal process conditions without the expensive interference with the industrial process of the operating plant.

Slika 3.2: Članek From feathers to syngas [3]; shematski prikaz naprave in temperatura dimnih plinov

4 TEHNOLOŠKA OPREMA

V sledečem poglavju je predstavljena strojna oprema, ki smo jo predvideli v procesu pridobivanja toplotne in električne energije iz odpadnega perutninskega perja Perutnine Ptuj.

4.1 Sušilnica

Sušilnico perutninskega perja in lesne biomase smo izbirali glede na vodilne svetovne ponudnike v tem segmentu in primerjali tako tudi različna podjetja, kot so:

- Klein Technical Solutions – Nemčija;
- STELA Laxhuber GmbH – Nemčija;
- M&P Trading s.r.l. – Italija;
- Harris Group inc. – Zda in
- Bühler AG – Avstrija.

Na podlagi javno dostopnih katalogov različnih izdelkov na svetovnem spletu smo se odločili za izbiro podjetja STELA Laxhuber GmbH [14].

Podjetje STELA Laxhuber GmbH je vodilno podjetje na trgu za področje sušenja materiala in razvoj ter izdelavo raznih sušilnic, prilagojenih za različne materiale. Že davnega leta 1967 so razvili svojo prvo sušilnico za zrna koruze. Leta 1975 pa so na trg ponudili prvo sušilnico s tekočim trakom za sušenje hrane za živali. S skupno več kot 4000 uspešno postavljenih in delujočih sušilnic po vsem svetu so nedvomno konkurenčno podjetje in dober poslovni partner.

V svojem proizvodno prodajnem programu ponujajo različne sušilne naprave, od bobnastih sušilnic, sušilnic na odpadno energijo, zračnih grelnikov, kot seveda tudi nizkotemperaturnih sušilnic s tekočim trakom.

V našem primeru bomo v materialu imeli približno 500–600 kg vlage, kar pomeni, da je najprimernejša naprava, katere delovno območje je prav v tem rangu. Zato smo podjetje zaprosili za ponudbo za sušilnico primerne velikosti in jo tudi pridobili.



Slika 4.1: Smeri toplotnih tokov skozi sušilnico, in sicer vroče in ohlajene vode ter vlažnega zraka

Izbrana naprava ima delovni tekoči trak, ki omogoča kontinuirano sušenje materiala. Modularna zgradba pa omogoča postopno nastavljanje dolžine, tako je kar najbolj optimalna za zahtevano količino sušenja materiala. Primerna je za sušenje lesnih sekancev, bioloških odpadkov, komunalnih odpadkov, industrijskega blata, ... zato je primerna za naše gorivo, ki bo mešanica sekancev in perja. Za uspešno sušenje potrebuje vročo vodo med $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, kar pa je odlično zaradi temperaturnega režima vroče vode, ki jo dobimo iz ORC sistema, ki je 60/80.

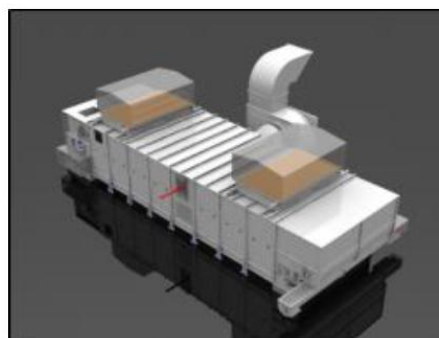
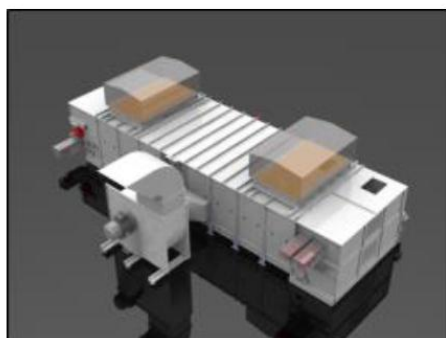
Tehnični podatki:

- Povprečen čas sušenja: 30–120 min v aktivni coni
- Globina traku: 70–170 mm, nastavljivo
- Temperatura sušenja: 70 °C
- Gorivo: mešanica perja in sekancev

	Perje:	Sekanci:
• Vhodna kapaciteta:	0,65 t/h	0,85 t/h
• Izhodna kapaciteta:	0,22 t/h	0,64 t/h
• Vlaga na vhodu:	70 %	max: 40 %
• Vlaga na izhodu:	10 %	min: 20 %
• Količina vlage v sušilnici:		max: 0,70 t/h
• Poraba el. energije:	54 kW	
• Poraba toplote:	950 kW	

Glede na porabo termalne in električne energije sušilnice bomo imeli v našem primeru nekje 800 kW porabe pri vroči vodi in 50 kW porabe pri električni energiji za eno sušilnico, kar bomo upoštevali tudi pri končnem preračunu.

Na sliki 4.2 je prikaz sušilnice.



Slika 4.2: Prikaz sušilnice – levo pogled od spredaj, desno pogled od zadaj

4.2 Kurilna naprava

Tehnologija gibljive nagnjene rešetke omogoča postopke uplinjanja in zgorevanja trdnih goriv v stabilni plasti na rešetki. Naprava za energijsko izrabo odpadkov je integralna kurilna naprava, kar pomeni, da je sestavljena iz več komor, kjer si procesi sledijo za pridobivanje toplote pri zgorevanju in ustvarjanje stabilnih produktov popolnega zgorevanja. Sestavni del kurilne naprave je tudi sistem čiščenja dimnih plinov pred izpustom v okolje. [5]

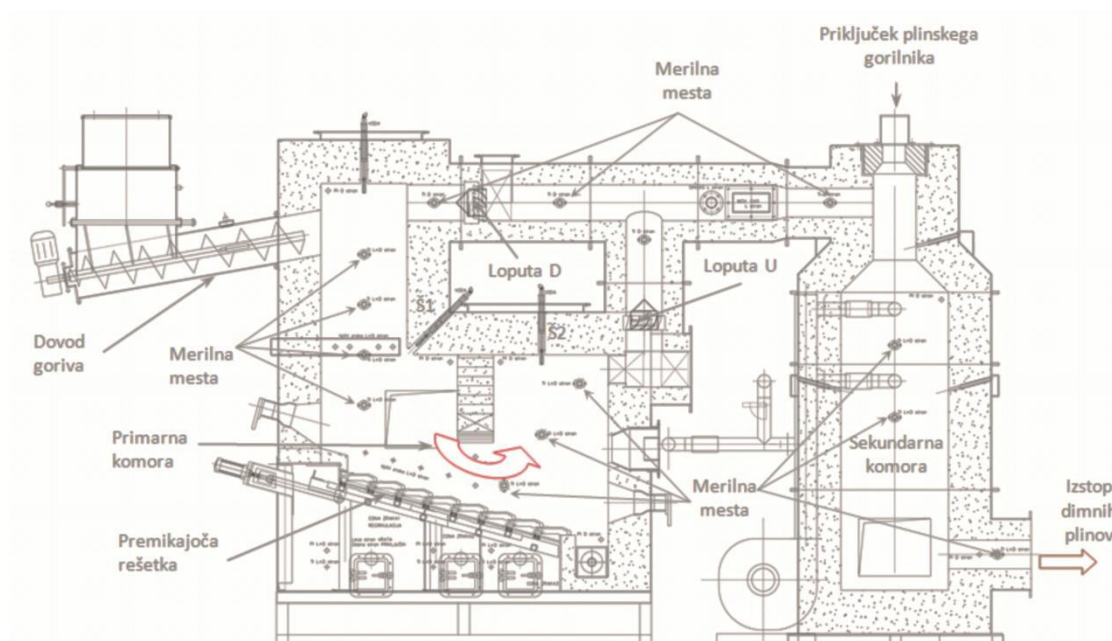
Slika 4.3 prikazuje pilotno napravo med testiranjem 15. 6. 2011.



Slika 4.3: Pilotna sežigalna naprava

4.2.1 Konstrukcija uplinjevalno zgorevalnega dela naprave [5]

Oblika uplinjevalno zgorevalnega dela kurilne naprave je zasnovana tako, da omogoča več obratovalnih režimov. Za potrebe testiranja zgorevanja goriva iz odpadkov smo napravo obratovali v čistem zgorevalnem režimu, pri čemer so plini potovali v smeri rdeče puščice na sliki 4.4.



Slika 4.4: Konstrukcija pilotne kurilne naprave

Gorivo se je doziralo s polžastim transporterjem v vertikalni del uplinjevalno-zgorevalne komore. Gorivo v spodnjem delu sede na premikajočo rešetko, ki zagotavlja transport goriva in pepela ter mesto za dogorevanje fiksnega ogljika v gorivu. Primarni zrak, potreben za fazo uplinjanja in zgorevanja se dovaja v prvih dveh sekcijah pod rešetko, medtem ko se v tretji sekciji dovaja potreben zrak za dogorevanje ogljika. Bočne stene vertikalnega dela uplinjevalno-zgorevalne komore so tik nad rešetko opremljene z dovodi zraka, ki omogočajo regulacijo procesa glede na želene parametre obratovanja.

Temperature v primarni komori so običajno med 600 in 800 °C, kar je odvisno od vlažnosti goriva in deleža hlapnih organskih snovi. Volatilni plin nato potuje po horizontalnem kanalu do vertikalnega vstopa v sekundarno komoro, ki je opremljena z dovodi sekundarnega in terciarnega zraka za doseganje pogojev popolnega zgorevanja. Izstop dimnih plinov je na spodnjem delu sekundarne komore, njihova temperatura lahko dosega preko 1200 °C, odvisno od kurilne vrednosti volatilnega plina. Pri visokih temperaturah zgorevanja je zagotovljen tudi učinkovit termični razpad katrana, katerega zgorevanje prispeva k povečanju energijske učinkovitosti kurilne naprave in tehnološko lažjemu čiščenju dimnih plinov.

Ohlajeni dimni plini lahko v nadaljevanju potujejo neposredno preko merilnih v sistem čiščenja dimnih plinov in od tam v dimnik. V fazi zagona naprave pa se uporablja tudi obvod,

ki dimne pline takoj za kolom in merilnimi mesti vodi v dimnik. Le-ta se lahko koristi tudi ob izjemnih dogodkih v primeru tehničnih težav na sistemu čiščenja.

Celoten sistem čiščenja dimnih plinov je 4 stopenjski, ki je namenjen odstranjevanju kislih komponent, skupnega prahu, težkih kovin in ogljikovodikov. Sistem je celovit in polno funkcionalen ter omogoča doseganje mejnih emisijskih vrednosti pri zgorevanju zelo zahtevnih in onesnaženih odpadkov. Prikazan je na sliki 4.5.



Slika 4.5: Celovit sistem čiščenja dimnih plinov na pilotni sežigalni napravi

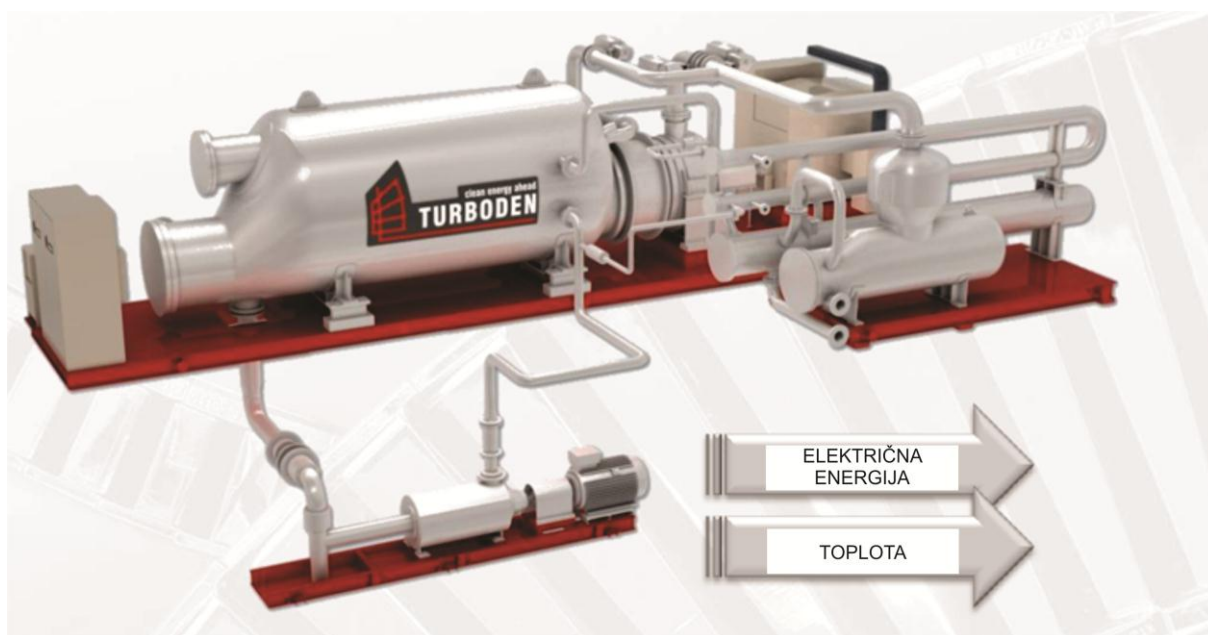
4.3 ORC modul

Podjetje Turboden [16] iz Italije je vodilni svetovni proizvajalec opreme za pridobivanje elektrike z ORC sistemom. Prednost podjetja je v tesnem sodelovanju z Ameriškim proizvajalcem vrhunskih letalskih motorjev Pratt&Whitney, poleg tega pa so od leta 2013 pod okriljem Mitsubishi Heavy Industries Ltd. Skupaj te družbe tvorijo 'top management' na področju ORC modulov.

V bogati ponudbi podjetje Turboden ponuja tri segmente ORC modulov, in sicer:

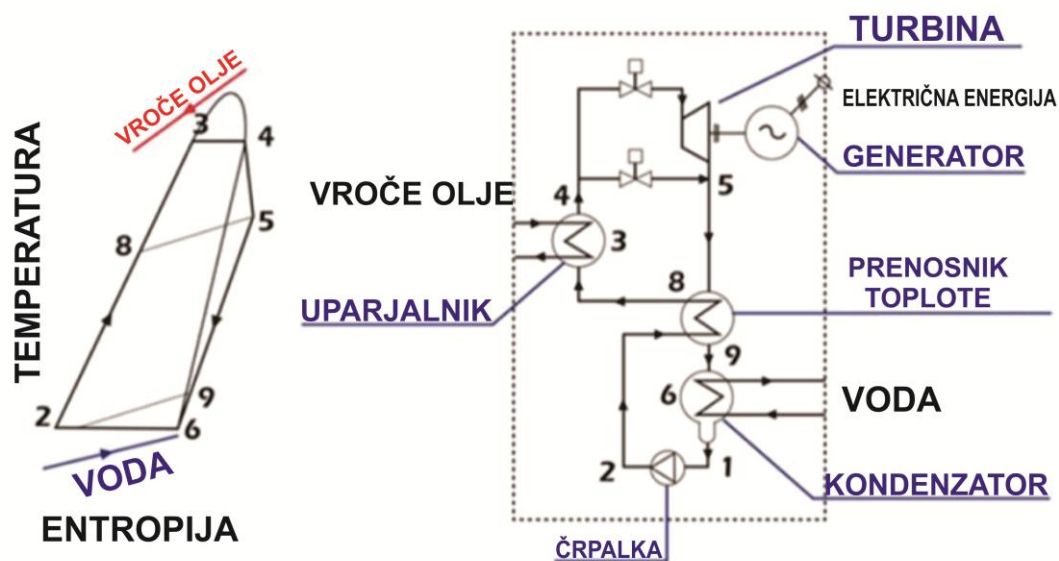
- sproizvodnja toplotne in električne energije, imenovan CHP (Combined Heat and Power units);
- izraba odvečne toplote, imenovan HR (Heat Recovery units);
- izraba odvečne toplote z visokim izkoristkom, imenovanim HRS (High Electrical efficiency units).

Glede na količino odpadnega perja smo za optimalno delovanje in z vidika dodatnih stroškov določili najmanjšo Turbodenovo CHP enoto, in sicer TURBODEN 6 CHP with SPLIT.



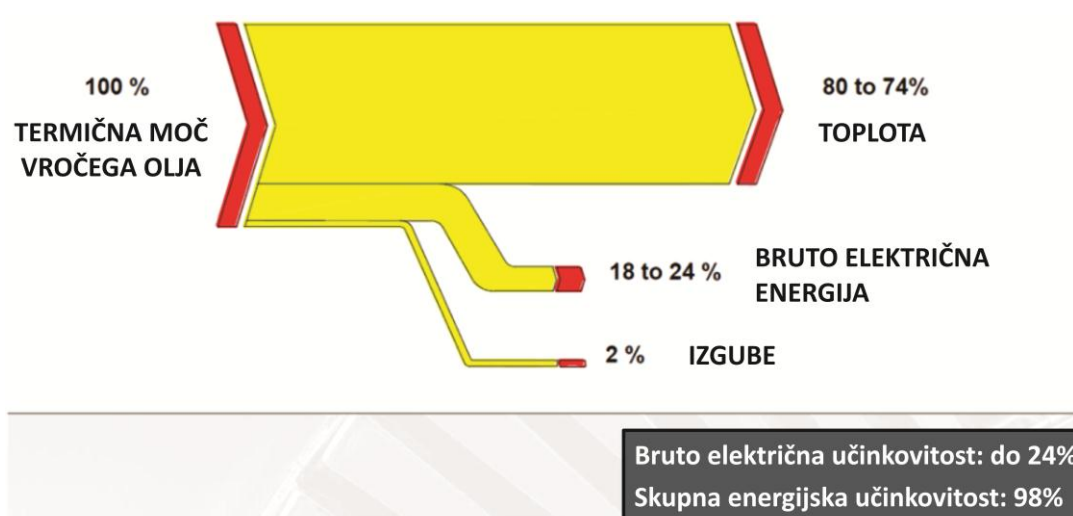
Slika 4.6: Turboden ORC modul

Slika 4.6 prikazuje Turbodenovo napravo 10 CHP, ki je sicer večja kot predlagana in proizvaja 1MWe, a vendar služi za tehnično predstavbo izgleda sodobnega ORC modula.



Slika 4.7: Termodinamični princip delovanja

Turbogenerator izrabi vroče olje za predgretje in uparitev organske delovne tekočine v uparjalniku (8→3→4). Para organskega medija žene turbino (4→5), ki je direktno povezana z generatorjem in ustvarja električno energijo. Para naprej potuje skozi regenerator (5→9), kjer ogreje organsko tekočino (2→8). Nato potuje para skozi kondenzator, kjer kondenzira (9→6→1). Tekočina je na koncu skozi črpalko (1→2) prečrpana v regenerator in naprej v uparjalnik, s čimer je zaprti krog sklenjen.



Slika 4.8: Izkoristki in izgube ORC modula

Na sliki 4.8. so prikazani izkoristki in izgube izrabe energije v ORC modulu. Večinski del dobitka je toplota, ki ostane po končanem procesu, zato je zelo pomembno to tudi koristno uporabiti. 18–24 % delež pa je bruto električna energija, pridobljena z generatorjem. Okoli 2 % je izgub v procesu.

V preglednici 4.1 so tehnični podatki modula [16].

Preglednica 4.1: podatki o ORC modulu

Podatek	Enota	TURBODEN 6 CHP w/ Split
VHOD - Vroče olje		
Nominalna temperatura 'VT' krog (vhod/izhod)	°C	312/252
Vhodna toplotna moč 'VT' krog	kW	3056
Nominalna temperatura 'NT' krog (vhod/izhod)	°C	252/132
Vhodna toplotna moč 'NT' krog	kW	283
Celotna vhodna toplotna moč	kW	3339
IZHOD – Vročna voda		
Temperatura vroče vode (vhod/izhod)	°C	60/80
Izhodna toplotna moč	kW	2689
TEHNIČNE KARAKTERISTIKE		
Električna energija – bruto	kW	619
Izkoristek električne energije - bruto	%	18,5
Lastna poraba el. energije	kW	32
Električna energija – neto	kW	587
Izkoristek električne energije - neto	%	17,6

5 TESTNI SEŽIG PERUTNINSKEGA PERJA

Za potrebe raziskave se je 15. junija 2011 zagnal testni sežig perutninskega perja. V nadaljevanju je povzeto poročilo [5], ki ga je pripravil dr. Filip Kokalj.

Laboratorij za zgorevanje in okoljsko inženirstvo Fakultete za strojništvo UM je za potrebe testiranja izvedel testni preizkus gorenja perutninskega perja. Testni sežig se je izvajal v pilotni sežigalni napravi, ki je locirana v podjetju KIV, Vransko. Prisotni so bili tudi sodelavci EKO-Ekoinženiringa ter Zavoda za zdravstveno varstvo (ZZV) Maribor, ki so izvedli akreditirane meritve emisij snovi v zrak.

5.1 Opis vzorcev odpadkov

Vzorec odpadnega perja je bil pripravljen iz redne proizvodnje obratov Perutnine Ptuj, ki je enakovredno vključena v projekt. V času jutranje izmene so pripravili referenčne vzorce in jih zapakirali v plastične vreče, ki so poskrbele, da se med transportom ni spremenila sestava oziroma lastnosti odpadnega perja.



Slika 5.1: Dostavljeno perje v plastičnih vrečah

5.2 Proces zgorevanja vzorcev in izmerjene emisije v zrak

Testiranje energijske izrabe vzorcev perja smo opravili 15. junija 2011. Pri izvedbi so sodelovali izvajalci (dr. Samec in dr. Kokalj), sodelavci podjetja KIV in sodelavci EKO-Ekoinženiringa ter Zavoda za zdravstveno varstvo (ZZV) Maribor, ki so izvedli akreditirane meritve emisij snovi v zrak.

Ogrevanje naprave se je pričelo že dne 13. 6. 2011, da se je le-ta do jutra dne 15. 6. 2011 ogrela na temperaturo, ki pomeni stabilne razmere za zgorevanje in zagotavlja vsaj minimalno potrebno stacionarnost.

EKO-Ekoinženiring in ZZV Maribor sta razmestila merilno opremo okrog pripravljenih merilnih mest za merjenje neobdelanih (neočiščenih) dimnih plinov. Z meritvami na tem mestu so želeli pridobiti vrednosti, ki pomenijo dejansko sestavo dimnih plinov brez čiščenja – surovi dimni plini. Plini pa so po odvzemu vzorcev (merilnem mestu), pred izpustom v okolje, potovali skozi sistem čiščenja dimnih plinov. Mesto odvzema vzorcev dimnih plinov prikazuje slika 5.2.



Slika 5.2: Merilna oprema za merjenje dimnih plinov

Za potrebe analize dimnih plinov se je pri izvajalcu naročilo, da se merijo emisije snovi v zrak, kot to velja za sežigalnice odpadkov. Pri tem smo se zgledovali po Direktivi o sežiganju odpadkov [2] in Uredbi o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic odpadkov in pri sosežigu odpadkov [18] in naročili meritve naslednjih komponent:

- ogljikov monoksid (CO),
- skupni prah,
- pare in plini organskih spojin, izraženi kot skupni organski ogljik – TOC,
- plinaste anorganske spojine klora, izražene kot HCl,
- plinaste anorganske spojine fluora, izražene kot HF,
- žveplov dioksid – SO₂,
- dušikov monoksid (NO) in dušikov dioksid (NO₂), izražena kot dušikov dioksid (NO_x),
- kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd,
- talij in njegove spojine, izražene kot Tl,
- živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg,
- antimon in njegove spojine, izražene kot Sb,
- arzen in njegove spojine, izražene kot As,
- svinec in njegove spojine, izražene kot Pb,
- krom in njegove spojine, izražene kot Cr,
- kobalt in njegove spojine, izražene kot Co,
- baker in njegove spojine, izražene kot Cu,
- mangan in njegove spojine, izražene kot Mn,
- nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni,
- vanadij in njegove spojine, izražene kot V,
- kositer in njegove spojine, izražene kot Sn,
- temperatura,
- vlažnost in
- pretok.

Dodatno smo se zaradi specifičnosti odpadnega perja odločili, da se spremlja emisija naslednjih komponent:

- vodikov sulfid in
- amonijak.

5.3 Pregled poteka preizkusov

Segrevanje naprave smo opravili z utekočinjenim naftnim plinom in lesno biomaso. Pri tem se je dosegla zakonsko potrebna temperatura sežiganja odpadkov, ki zagotavlja popolno transformacijo odpadkov.

S pomočjo centralnega nadzornega sistema se je vodil celoten proces preizkusa. Gre za računalniški nadzor procesa, ki samodejno ob budni kontroli operaterja vodi proces, saj je potrebno glede na vrsto goriva prilagajati nastavitve, znotraj katerih potem naprava samodejno obratuje.

Vse nastavitve so bile usmerjene k zagotavljanju popolnega zgorevanja v pilotni kurilni napravi. S popolnim zgorevanjem so se kazale dejanske emisije, ki nastajajo v kvalitetni kurilni napravi s stabilnim procesom zgorevanja ob obratovanju s testiranimi vzorci.

Centralni nadzorni sistem je preko sistema SCADA prikazoval na računalniškem ekranu procesne parametre obratovanja. Prav tako sistem omogoča spremljanje parametrov v obliki grafa, kar je prikazano na sliki 5.3.

Vse spremljane vrednosti obratovanja naprave se tudi neprestano beležijo. Analiza teh podatkov je grafično prikazana v naslednjih podpoglavjih.



Slika 5.3: Grafičen prikaz obratovalnih parametrov na monitorju v času poskusov

5.4 Analiza zgorevanja odpadnega perja

Za preizkuse se je uporabilo perje, ki je prikazano na sliki 5.1.

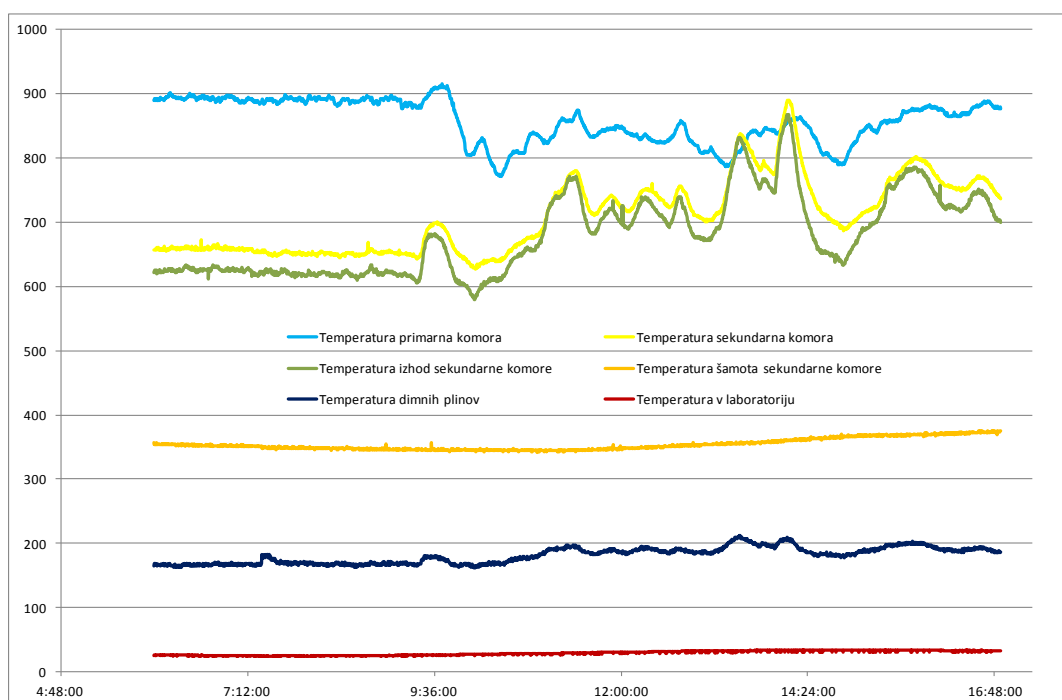
V fazi zgorevanja začetka doziranja in zgorevanja perja, ki je potekala zjutraj, se je pokazal problem vlažnosti perja in z njim povezana izredno nizka kurilna vrednost tega odpadnega materiala.

Ko so okrog 9³⁰ pričeli z doziranjem perja, so pričele naglo padati temperature v primarni komori sežigalnice. Po dobrih 15 minutah se je izkazalo, da samostojno zgorevanje perja ni mogoče, zato se je v nadaljevanju pričelo dozirati perje, pomešano s čistimi lesnimi sekanci, v masnem razmerju 4:1. Pri tem se je poskrbelo, da so se sekanci in perje dobro pomešali. S takšno mešanico smo nato izpeljali meritve.

Na sliki 5.4 so prikazane izmerjene temperature, ki so bile v kurilni napravi in laboratoriju v času testiranja. Okrog 9³⁰ smo imeli skok temperature, ki je opisan v prejšnjem odstavku, nato pa smo z ustreznimi nastavitvami in konstantno mešanico perje – sekanci uspeli držati temperaturo v primarni komori relativno konstantno, pri čemer je le-ta nihala za manj kot 100 stopinj. Da se je s tem zagotavljalo pogoje popolnega zgorevanja, je razvidno iz meritev dimnih plinov, saj so bile koncentracije ogljikovega monoksida, ki je pokazatelj nepopolnega

zgorevanja, skoraj ves čas enake nič, majhni skoki pa so bili le do nekaj ppm, največji pa so 20 ppm. Kvaliteto zgorevanja lahko razberemo tudi v nizkih emisijah celotnih organskih snovi, izraženih kot TOC, ki so ves čas bile pod 1 ppm, večino časa pa jih sploh ni bilo.

Na sliki 5.4 še vidimo, da je bila temperatura dimnih plinov na izhodu iz kotla precej konstantna, poviševanje temperature šamotne obloge pa kaže nadaljevanje ogrevanja celotne naprave. Najbolj zanimivi pa sta temperaturi v sekundarni komori in na izhodu iz nje, ki sta po pričetku doziranja pričeli naraščati. To kaže na precejšnje vzpostavitev uplinjanja perja in zgorevanje v sekundarni komori. To kaže, da bi bilo mogoče zaradi lastnosti perja, če bi le-to bilo suho, odlično voditi proces uplinjanja.



Slika 5.4: Temperature na kurilni napravi v času zgorevanja biomase

Na sliki 5.5 je prikazano zgorevanje perja in sekancev v pilotni kurilni napravi med našimi preizkusi, kot nam to omogoča pogled skozi kukalo. Iz slike je razvidno, da je material konstantno razporejen po rešetki in lepo zgoreva z značilno svetlo rumeno barvo. Prav tako so lepo vidni trdni delci lesnih sekancev, ki predstavljajo trdni ogljični ostanek, ki počasi dogoreva z oranžnim plamenom do konca rešetke. Delno pa so tudi vidni zažlindrani skupki, ki se tvorijo kot posledica relativno visokih temperatur in prisotnih anorganskih snovi, ki se pri teh temperaturah stalijo.



Slika 5.5: Zgorevanje perja in biomase

6 EKONOMSKI PRERAČUN IN SMOTRNOST PROJEKTA

Osnovni namen magistrske naloge je zmanjšanje stroška, ki ga ima Perutnina Ptuj z odpadnim perutninskim perjem, ki je stranski produkt predelave. Kot je že bilo predstavljeno v drugem poglavju, perje tako predstavlja na eni strani stroškovno obremenitev za podjetje, po drugi pa ima visoko kurilno vrednost in je zato vredno nadaljnje raziskave. Podjetje sedaj perutninsko perje melje v perno moko in jo skupaj s kostno moko prodaja tujemu kupcu – podjetju za proizvodnjo hrane za male živali.

Kot je razvidno iz poročila FeVal Market Application [15] ima podjetje kljub predelavi perja stroške. Razlog. Odpadno meso, perje, kremplji in ostali odpad so v primeru odstranitve iz podjetja klasificirani kot nevaren odpad. Strošek za ravnanje s takšnim odpadkom je približno 160 €/t, kar pomeni, da bi imela PP v primeru odstranitve tega odpadka stroške v višini 240.000 € na leto. V izogib temu visokemu fiksnemu strošku predelujejo perje v perno moko, za katero pa na trgu dobijo 250 €/t.



Slika 6.1: Kostna moka

Robni pogoji:

- Količina perja: 1500 t/leto
- Količina perne moke: 577 t/leto

- Strošek odstranitve perja: 160 €/t
- Letni strošek odstranitve perja: 240.000 €

- Cena procesa proizvodnje perne moke: 115,3 €/t
- Letni strošek proizvodnje perne moke: 173.000 €

Izračun letnega dobička ali izgube v primeru proizvodnje perne moke:

$$\begin{aligned} & \text{prihodki od prodaje perne moke} - \text{strošek proizvodnje perne moke} \\ & = 145.000 - 173.000 = -32.000 \frac{\text{€}}{\text{leto}} \end{aligned}$$

Iz preračuna lahko sklepamo, da podjetje namesto fiksnega stroška odstranitve perja, ki znaša 240.000 €, perje predela in ima sedaj z njim strošek v višini 32.000 €, kar pa je še vedno izguba.

Cilj naše raziskave je potrditi začetno hipotezo, da lahko z energijsko izrabo, in sicer s kurjenjem perja zmanjšamo stroške oziroma še več, s prodajo električne energije in vroče vode v omrežje se bo ustvarjal prihodek. Poleg tega se bo vroča voda uporabljala tudi v sušilnici in v proizvodnem procesu priprave mesa. V tem primeru ne bo potrebno več segrevati vode oz. jo kupovati, ampak bo ekonomsko uporabljena. Preostanek vroče vode se bo dovajal v toplovodno omrežje.

6.1 Potreba po gorivu

ORC modul, katerega smo v prejšnjih poglavjih že opisali, nam v specifikaciji razkriva potrebno vhodno toplotno moč za maksimalen izkoristek. Ta znaša **3.340 kW** toplotne moči (Preglednica 4.1: podatki o ORC modulu). Vendar bo dejanska potreba po toplotni moči večja. Termo oljni kotli niso toplotni izmenjevalci z izkoristkom 100 %, ampak realno le nekje 80 %. Torej je naša dejanska potreba po vhodni moči, oz toploti, ki jo moramo s kuriščem zagotoviti enaka **4.175 kW**.

V preglednici je prikazana *kurilna vrednost* (*KV* - v enotah MJ/kg in kWh/kg), *teža perja* in *dovedena energija* glede na vsebnost vlage.

Začne se pri 70 %, saj je to izmerjena vlažnost goriva v začasnem skladišču.

Preglednica 6.1: Lastnosti perja glede na vlago

VLAŽNOST	KURILNA VREDNOST		TEŽA	ENERGIJA
%	MJ/kg	kWh/kg	kg/h	kW
70 %	5,45	1,51	667	1.009
60 %	8,10	2,25	500	1.125
50 %	10,75	2,99	400	1.194
40 %	13,40	3,72	333	1.241
30 %	16,05	4,46	286	1.274
20 %	18,70	5,19	250	1.299
10 %	21,35	5,93	222	1.318
0 %	24,00	6,67	200	1.333

Osnovna lastnost goriv je kurilna vrednost. Kurilna vrednost je količina toplote, ki nastane pri popolnem izgorovanju enote goriva. Izražamo jo v kWh (kilovatna ura) ali MJ (mega joul).[8]

Za potrebe optimalnega delovanja ORC modula potrebujemo 4.175 kW vhodne toplotne moči. Glede na preglednico 6.1 pa jo z razpoložljivo količino perja ustvarimo le 1.000 do

1.300 kW, odvisno od vsebnosti vlage. Preostalo potrebo nadomestimo s čistimi lesnimi sekanci v razmerju, kot je prikazano v preglednici 6.2.

Preglednica 6.2: Količina sekancev glede na vlažnost perja

PERJE		POTREBA PO SEKANCIH	
VLAŽNOST	TEŽA	RAZMERJE MEŠANJA	ENERGIJA
%	kg/h		kWh
70 %	844	1,27	3.165,7
60 %	813	1,63	3.050,0
50 %	795	1,99	2.980,6
40 %	782	2,35	2.934,3
30 %	774	2,71	2.901,2
20 %	767	3,07	2.876,4
10 %	762	3,43	2.857,1
0 %	758	3,79	2.841,7

V preglednici 6.2 je prikazano, da bo potrebno v kurilno napravo skupaj z razpoložljivim perjem dovajati med 758 in 844 kg lesnih sekancev s kurilno vrednostjo 13,5 MJ/kg. Kot je razvidno iz stolpca razmerje mešanja, bo masno razmerje med 1,3 do 3,8 med perjem in sekanci. Razlog teh razlik je v padcu mase perja, med mokrim in suhim perjem.

Glede na možno nepopolno sušenje goriva v sušilnici, bomo kot referenčno točko pri perju vzeli vlažnost 10 %, kar pomeni:

Perutninsko perje z vsebnostjo vlage cca. 10 % ima kurilno vrednost 5,93 kWh/kg, kar pomeni, da bomo v kurilno napravo v vsaki uri dovajali 222 kg perutninskega perja, ki bo ustvarilo skupaj 1320 kW toplotne moči.

Poleg perja se bo v kurilno napravo dovajalo tudi čiste lesne sekance v razmerju 1 : 3,4 perje : sekanci. S tem bomo s sekanci zagotovili dodatno energijo v vrednosti 2860 kWh oz. 762 kg na uro.

Vendar pa naprava ne bo ves čas delovala v optimalnem režimu, v katerem proizvaja največ elektrike. V enem letu je predvideno **7500 obratovalnih ur** naprave. Predviden je letni remont 3 tedne in druga nujna vzdrževalna dela skozi vse leto.

ORC postroj bo deloval na dva obratovalna načina, in sicer:

- ZIMSKI režim – ta režim bo obratoval v času kurilne sezone oz. večje potrebe po vroči vodi. Deloval bo 8 mesecev, kar je okrog 5700 obratovalnih ur. V preglednici 6.3 je označen z modro;
- LETNI režim – ta režim bo obratoval čez poletje, ko so potrebe po vroči vodi manjše. Deloval bo slabe 3 mesece, kar skupaj pomeni 1800 obratovalnih ur. V preglednici 6.3 je označen z rumeno.

V preglednici 6.3 je predstavljena potreba po gorivu v letnem in zimskem režimu.

Preglednica 6.3: Potrebe po gorivu v zimskem in letnem obratovalnem režimu

izraba postroja %	potrebna moč kW	proizvodnja el. energije kWe	proizvodnja toplote kWt	moč perja 10 % vl kW	potreba po sekancih kW	teža perja kg	teža sekancev kg
100 %	4175	587	2689	1320	2855	222	761
90 %	3758	528,3	2420,1	1320	2438	222	650
80 %	3382	469,6	2151,2	1320	2062	222	550
70 %	3044	410,9	1882,3	1320	1724	222	460
60 %	2739	352,2	1613,4	1320	1419	222	378
50 %	2465	293,5	1344,5	1320	1145	222	305
40 %	2219	234,8	1075,6	1320	899	222	240
30 %	1997	176,1	806,7	1320	677	222	181

Razlog za menjavo zimskega in letnega režima ni samo v presežnih količinah vroče vode, ki lahko postane strošek, če je ne porabimo. Dejstvo je tudi, da je perutninsko perje dnevni stranski produkt in je ves čas v razmeroma enaki količini na voljo. Drugo surovino, lesne sekance, pa bo potrebno kupiti na trgu. S takšnim ukrepom zadostimo dvema pogojema zniževanja stroškov.

Preglednica 6.4: Vlaga v gorivu in poraba energije v sušilnici

vlaga v sekancih kg	vlaga v perju KG	skupaj vlaga kg	poraba T. sušilnica 1,35 kW/kg vlage kW	poraba E. sušilnica 0,078 kW/kg vlage kW
152	444	597	806	47
130	444	574	776	45
110	444	554	748	43
92	444	536	724	42
76	444	520	702	41
61	444	506	682	39
48	444	492	665	38
36	444	481	649	37

Kot lahko razberemo iz preglednice 6.4, je bolj smotrno letno delovanje na 50 % moči, kot na 30 %. Razlog. Sušilnica za svoje delovanje porabi 1,35 kW toplote na kg vlage toplote in 0,078 kW toplote na kg vlage električne energije. Med primerjavo opazimo, da je le 25 kg razlike v vlagi med delovanjem na 30 % ali 50 %. Majhna razlika je zaradi vlage v perju, ki je, kot vidimo na nižjem obratovanju, v večjem razmerju proti sekancem kot pa sicer pri polnem obratovanju.

Primerjava dejanskih dobitkov je prikazana na preglednicah 6.5, 6.6 in 6.7

Preglednica 6.5: Dejanski dobitki energije pri 100 % delovanju

5700 ur	zimsko obratovanje		
	pridobljeno	sušenje	dejansko
	kW	kW	kW
toplota	2689	806	1883
elektrika	587	47	540

Preglednica 6.6: Dejanski dobitki energije pri 50 % delovanju

1800 ur	letno obratovaje 50%		
	pridobljeno	sušenje	dejansko
	kW	kW	kW
toplota	1344,5	682	662
elektrika	293,5	39	254

Preglednica 6.7: Dejanski dobitki energije pri 30 % delovanju

1800 ur	letno obratovaje 30%		
	pridobljeno	sušenje	dejansko
	kW	kW	kW
toplota	807	649	158
elektrika	176	37	139

Ko povzamemo tabele, lahko sklepamo, da z 68 % povečanjem vnosa sekancev pridobimo 3 krat več končne energije, ki jo lahko posledično tudi prodamo in porabimo.

6.2 Strošek investicije

Stroškoven izračun celotnega postrojenja nam je pripravilo podjetje, specializirano za ORC sisteme in postavitve energetske postrojbe 'na ključ'. Ime poslovnega partnerja ostaja poslovna skrivnost, prav tako stroški posameznih elementov.

V celotnem postroju bomo instalirali naslednje elemente:

- **DEPONJA** - pravokoten betonski silos s transportnim sistemom;
- **TRANSPORT GORIVA** - verižni transporter;
- **SUŠILNICA GORIVA** - perje + sekanci - horizontalen prehod materiala, vertikalni vpih vročega zraka;
- **DOZIRNA NAPRAVA** - doziranje s polžem, vgrajeno razgrebalo proti zagozdevanju;
- **KURIŠČE** - varjena konstrukcija, notranja stran obložena s šamotno opeko, zunanja izolirana s 100 mm izolacije; konstrukcija omogoča visok izkoristek naprave in ustreznost zakonsko predpisanim emisijam;
- **ORC TD 6 SPLIT** - Turbodenov vstopni model za izrabo biomase za pridobivanje električne energije in toplote;
- **ODVOD PEPELA Z VERIŽNIM TRANSPORTERJEM** - avtomatski odvod pepela iz kurišča do posode za pepel;
- **TERMOOLJNI KOTEL** - visokotemperaturne dimne pline, ki izstopajo iz kurišča, ventilator sesa skozi kotel, pri čemer se ohlajajo in predajo toploto na olje;
- **PREDGRELEC ZRAKA** – prenosnik toplote, s katerim toploto iz dimnih plinov učinkovito uporabimo za predgrevanje zgorevalnega zraka;

- **MULTICIKLON** – namenjen je mehanskemu izločanju prašnih delcev iz dimnih plinov in s tem ekološko prijazno delovanje biomasnega sistema;
- **VREČASTI FILTER** – suhi vrečasti filter s pnevmatskim otresanjem vreč;
- **DIMNI VENTILATOR** – skrbi za podtlak v celotnem sistemu;
- **DIMNI KANALI** – povezovanje celotnega sistema;
- **DIMNIK** – samostoječ, troslojne izvedbe ter izoliran s 100mm izolacije. L = 12m;
- **ELEKTROKRMILNI IN NADZORNI SISTEM** – skrbi za avtomatsko delovanje in krmiljenje celotnega biomasnega sistema;
- **INŠTALACIJE** – strojne in elektro inštalacije za opremo;
- **RAZNO** – raztezne in odzračne posode;
- **MONTAŽA, ZAGON, DOKUMENTACIJA IN TRANSPORT;**
- **ZGRADBA** – velikost cca. 10000 m³;
- **OSTALI STROŠKI.**

Strošek celotnega postroja na podlagi predračunov znaša cca 3,3 mio €, kar je hkrati naša izhodiščna cena, glede na katero se bo izračunala smotrnost investicije.

6.3 Prihodki z naslova energijskih dobitkov toplote in električne energije

Električna energija se bo v celoti prodala v elektroenergetsko omrežje. Vrednost toplote pa bomo ocenili, saj so si cene podobne, ali vročo vodo kupimo iz omrežja, ali jo prodajamo, oz. jo na nek način porabimo za lastne potrebe.

6.3.1 Subvencije pri proizvodnji električne energije [1]

Borzen, organizator trga z električno energijo d. o. o., letno pripravi dokument imenovan Določanje višine podpor električni energiji proizvedeni iz OVE in SPTE in višine podpor v letu 2013.

Uredba, ki je zakonska podlaga za dodelitev in vodenje subvencij je **Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije** (Ur.l. RS, št. 37/2009 in spremembe: Ur.l. RS, št. 53/2009, 68/2009, 76/2009, 17/2010, 94/2010, 43/2011, 105/2011, 43/2012, 90/2012).

Preglednica 6.8: Proizvodne naprave SPTE na lesno biomaso – obratovanje več kot 4000 obratovalnih ur na leto (za leto 2013)

SPTE lesna biomasa nad 4000 OU	Spremenljivi stroški 2009 – SDRS (0)	Faktor B	Referenčni stroški 2013	Cena ZO (EUR/MWh)	Višina OP (EUR/MWh)
Mikro – manjše od 50kW	(indiv. obravnava)	0,90	(indiv. obravnava)	(indiv. obravnava)	(indiv. obravnava)
Mala – manjše od 1MW	33,43	0,92	235,15	235,15	188,54
Srednja – nižja – od 1MW do vključno 5MW	31,46	0,94	186,48	/	138,86
Srednja – višja – nad 5MW do vključno 25MW	27,73	0,94	141,61	/	93,99
Velika – nižja – nad 25MW do vključno 50MW	28,65	0,97	122,44	/	73,30
Velika – višja – nad 50MW do vključno 200MW	(indiv. obravnava)	0,97	(indiv. obravnava)	/	(indiv. obravnava)

Iz preglednice 6.8 je razvidno, da je cena, po kateri se bo prodajala električna energija, **235,15 €/MWh**. Subvencija se sklene s pogodbo za 15 let.

6.3.2 Vrednotenje vroče vode

Porabo vroče vode v proizvodnji zaradi nepopolnih podatkov s strani podjetja Perutnina Ptuj težko ocenimo. Prav zato se bo v preračunu prikazala poraba energije za sušilnico goriva, ostale energije pa ne bomo zavestno razporedili, ampak le prikazali njeno vrednost. Ta se lahko potem porabi na različnih segmentih lastnih potreb, ostala pa prodaja v omrežje daljinskega ogrevanja ali po možnosti za drugo sušilnico, ki je prav tako možnost.

Ceno vroče vode v povprečju ocenjujemo na **30 €/MWh**.

6.3.3 Skupni dobitki energije v zimskem in letnem temperaturnem režimu

Režim **ZIMSKEGA** delovanja, deluje 5700 ur:

<i>Dobitki toplote:</i>	10.735.608 kWh	oz.	10.736	MWh
<i>Dobitki električne energije:</i>	3.080.602 kWh	oz.	3.081	MWh

Režim **LETNEGA** delovanja, deluje 1800 ur:

<i>Dobitki toplote:</i>	1.191.670 kWh	oz.	1.192	MWh
<i>Dobitki električne energije:</i>	457.324 kWh	oz.	457	MWh

SKUPAJ v 7500 urah delovanja:

<i>Dobitki toplote:</i>	11.927	MWh
<i>Dobitki električne energije:</i>	3.538	MWh

6.3.4 Vrednost prihodkov iz ustvarjene energije

Okvirna cena vroče vode – TOPLOTE:	30 €/MWh
Prodajna cena ELEKTRIČNE ENERGIJE:	235,15 €/MWh
Prihodki iz TOPLOTE:	357.818 €
Prihodki iz ELEKTRIČNE ENERGIJE:	831.943 €
SKUPAJ PRIHODKI:	1.190.000 €

6.4 Odhodki za potrebno gorivo - lesne sekance

Lesni sekanci bodo v postroju izrabe energije iz perutninskega perja služili kot nadomestek perja za doseganje 100 % moči postroja v zimskem obratovalnem režimu in manjši dodatek pri letnim režimu obratovanja. K perju se bo primešalo 761 kg/h oz. 305 kg/h lesnih sekancev, odvisno od režima, kar na letni ravne nanese 4.733 ton lesnih sekancev.

Podatki o sekancih:

- Kurilna vrednost: **3,75** kWh/kg
- Cena končne energije: **0,035** €/kWh
- Cena sekancev: **0,13125** €/kg

Strošek lesnih sekancev na leto znaša 621.159 €.

6.5 Ekonomika projekta

Ekonomika projekta in doba vračanja podata informacijo, kakšni stroški in kakšni prihodki bodo z vzpostavitvijo sistema izrabe perja in njegovega obratovanja. Upoštevana je neto sedanja vrednost pri čemer kot diskontno stopnjo uporabimo 6 %, kar je diskontna stopnja za druge investicije v družbi.

Izračun je narejen samo za 10 let. Razlog v tem je, da ima ORC sistem podjetja Turboden življenjsko dobo 75.000 ur. Glede na to, da je pričakovano obratovanje 7.500 ur/leto, to znese 10 let obratovanja. Po tem bo potrebno temeljito obnoviti sistem, da bo deloval tudi v prihodnje. Ostale komponente imajo daljšo življenjsko dobo. Prenova po desetih letih delovanja bo relativno visok strošek.

Preglednica 6.9: Letni stroški in prihodki delovanja postroja

€	
Strošek sekancev	-621.159
Stroški skupaj	-621.159
Prihodek za električno energijo	831.943
Prihranek za vročo vodo	357.818
Prihranek (perna moka)	32.000
Prihodki /prihranki skupaj	1.221.762
Razlika (prihodki - stroški)	600.603

Preglednica 6.10: Ekonomika investicije

LETO	INVESTICIJA	DONOS	EKONOMIKA
1	-3.300.000	600.603	-2.699.397
2		566.606	-2.132.791
3		534.534	-1.598.257
4		504.278	-1.093.979
5		475.734	-618.246
6		448.805	-169.440
7		423.401	253.961
8		399.435	653.396
9		376.826	1.030.222
10		355.496	1.385.717

Iz preglednic 6.9 in 6.10 je razvidno, da prihodki oz. prihranki za 600.000 € presegajo stroške nakupa lesnih sekancev. Z metodo diskontiranja je v preglednici 6.10 prikazana ekonomika investicija. Doba vračanja je 7 let, do desetega leta pa bo ustvarjen dobiček v vrednosti 1.385.000 €.

7 PROJEKTNA OBRAVNAVA PROJEKTA PEKO PP-1

7.1 Projekt in projektni management kot podlaga za izvedbo zagonskega elaborata

7.1.1 Projekt

Projekt je ciljno usmerjen in zaključen proces razvijanja dejavnosti, ki so usmerjene k doseganju končnega cilja. Do tega cilja se prihaja postopoma z doseganjem posameznih podciljev. Pobuda za projekt lahko vsebuje samo en končni cilj ali pa vse podcilje. Pobudnik projekta je lahko posameznik, podjetje, družbena organizacija, javna organizacija, družbena institucija, državna institucija ali celo mednarodna organizacija, ki je običajno tudi naročnik projekta. Naročnik projekta običajno postavi tudi cilje projekta. Za uspešno realizacijo projekta je potrebno poiskati še izvajalce in določiti vodje projekta. Vodstvo ima pri organiziranju, upravljanju in vodenju projekta odločilno vlogo. Vodstvo projekta mora načrtovati in aktivirati posamezne aktivnosti ter jih tehniško, časovno in finančno uskladiti. Projekti so lahko majhni ali veliki, vsi pa morajo biti časovno omejeni, predviden mora biti pričetek in zaključek. Uspešno izvajanje projekta zahteva tudi dobro postavljen informacijski sistem. [4]

7.1.2 Projektni management

Projektni management lahko obravnavamo ožje kot management, ki je zadolžen za projekt, ali širše tako v povezavi s procesi in managementom pred projektom in po njegovem zaključku.

Projektni management je koncepcija vodenja, gre pa za to, da se za čas trajanja projekta odredi centralna odgovornost za projekt, ki se na ustrezen način institucionalizira in organizira v obliki projektne organizacije. Upravljanje in vodenje projektov je problem in umetnost, kako izvesti projekt s sodelovanjem ljudi v neki organizaciji v dogovorjenem roku, z določenimi proizvodnimi in finančnimi sredstvi ter želenim učinkom. Po tej obrazložitvi se upravljanje in vodenje projektov razlaga z dveh vidikov: z vključevanjem ljudi in kontrole

njihovega obnašanja pri oblikovanju in izvajanju projektov ter z vključevanjem sredstev za izvedbo projekta. [19]

Projektni management je skupek vodstvenih nalog s področja organizacije, tehnike in sredstev, potrebnih za izvedbo projekta. Temeljna značilnost uspešnega projektne managementa je doseganje poslovnih učinkov projektov. Proces projektne managementa pa se opredeljuje s treh zornih kotov [19]:

- z vidika ciljev,
- z vidika procesov za doseganje ciljev,
- z vidika ravni, na katerih se ti procesi odvijajo.

Projektni management obsega izvajanje funkcij managementa, potrebnih za izvedbo in doseganje končnega cilja projekta. Poleg navedenih funkcij managementa pa mora projektni manager posebno pozornost posvetiti aktivnostim integracije in povezovanja projekta z okoljem [19].

PMI (Project Management Institute iz ZDA) opredeljuje projektne management kot večino vodenja in koordiniranja človeških in materialnih virov skozi celoten življenjski cikel projekta z uporabo sodobnih managerskih tehnik za doseganje vnaprej postavljenih strateških in operativnih ciljev o obsegu, stroških, času, kakovosti in zadovoljitvi potreb in pričakovanj udeležencev projekta [19].

7.2 Zagonski elaborat projekta PeKo PP-1

7.2.1 Vhodna strategija projekta »PeKo PP-1«

S₁- Zmanjšanje stroškov pri ravnanju s perutninskim perjem

S₂- Zmanjšanje stroškov za vročo vodo

S₃- Ustvarjanje prihodka s prodajo vroče vode v omrežje daljinskega ogrevanja

S₄- Ustvarjanje prihodka s prodajo električne energije v elektro energetska omrežje

S₅- Ustvarjanje prihodka z industrijsko sušilnico za potrebe gospodarstva - možnost

Utemeljitev:

S₁- Podjetje Perutnina Ptuj iz perutninskega perja proizvaja perno moko in jo prodaja znanemu kupcu v tujino. Kljub temu pa imajo stroške v višini cca. 30.000 €. Z vzpostavitvijo kogeneracijske naprave se bo izguba zmanjšala oz. ustvarjal se bo prihodek.

S₂- V proizvodnih obratih mesnopredelovalne industrije porabijo večjo količino vroče vode za procese, ki so potrebni pri pripravi mesa in mesnih izdelkov. Za potrebe obrata se bo vroča voda dovajala direktno iz kogeneracije.

S₃- V kolikor se bo pokazalo, da je vroče vode dovolj za sušilnice in proizvodni obrat, se bo prodajala v omrežje daljinskega ogrevanja in s tem ustvarjala prihodek. To je predvsem možnost v mesecih kurilne sezone, ko bo večji primanjkljaj energije.

S₄- Vsa električna energija, ki se bo proizvedla s pomočjo ORC modula, se bo prodala v električno omrežje. Za tako pridobljeno energijo Republika Slovenija ponuja subvencije odkupa.

S₅- Za potrebe gospodarstva v okolici podjetja se lahko instalira industrijska sušilnica lesnih sekancev. S tem se bo koristno porabila energija, shranjena v vroči vodi.

7.2.2 Vsebinska zasnova projekta »PeKo PP-1«

Opis projekta

Skupina Perutnina Ptuj je največji slovenski predelovalec in izvoznik perutninskega mesa, ki na leto proizvede 75 odstotkov celotne slovenske proizvodnje perutninskega mesa. V predelovalni verigi so odpadki dodatni strošek podjetju, lahko pa so tudi priložnost za

ustvarjanje dobička. Glede na ostale odpadke je perutninsko perje zelo bogato s keratinom in ima kot takšno visoko kalorično in kurilno vrednost. Poleg tega pa se ga smatra kot nevarni odpadki in je visok strošek podjetju.

V projektu PeKo PP-1 (Perje Kogeneracija Perutnina Ptuj) smo se odločili za izrabo perutninskega perja s sežigom in sproizvodnjo toplote in električne energije (SPTE). V sklopu izrabe perja si sledijo sušilnica, kurilna naprava s termo oljnim kotlom kot prenosnikom toplote, ORC (organic Rankine cycle). S takšnim postrojem bomo iz odpadka, ki sedaj povzroča stroške, naredili donosno investicijo.

Analiza dejavnosti

Postavitev kogeneracije v podjetju Perutnina Ptuj bi pomenilo prikaz podjetja kot ozaveščenega in s strategijo izrabe bioloških stranskih proizvodov. Na trgu je več kogeneracijskih postrojenj, nekatere delujejo samo na lesno biomaso, druge stranske proizvode, spet tretje na poljedelske odpadke itn. Kogeneracija, kot jo predstavljamo v tem projektu, bo izrabljala energijo tako iz perutninskega perja, kot iz lesne biomase, in sicer lesnih sekancev.

Dejavnost – proizvodnja in prodaja električne energije in toplote – ni odvisna neposredno od porabnika, ampak od kupca. Za električno energijo je zagotovljen odkup, kar pomeni, da bo vsa oddana v omrežje odkupljena in plačana po vnaprej zagotovljeni ceni s strani Republike Slovenije. Toploto, ki bo kljub porabi sušilnice ostala na razpolago, bomo smotrno razporedili v proizvodne objekte za sanitarno vodo in druge potrebe podjetja. Glede na to, da nismo bili zmožni pridobiti podatkov o porabi vroče vode na lokaciji podjetja Perutnina Ptuj, težko ocenjujemo, koliko se je bo dejansko porabilo oz. koliko je bo ostalo na razpolago za prodajo v daljinsko omrežje in pa za smotrnost postavitve sušilnice, ki bo služila za potrebe gospodarstva.

Razširitev dejavnosti podjetja

Podjetje Perutnina Ptuj se je do sedaj ukvarjala samo s predelavo mesa in pridelavo mesnih izdelkov. Poleg tega proizvajajo kostno in perno moko. Po končanem projektu in zagonu sežigalnice bodo vstopili v elektroenergetsko dejavnost kot proizvajalec električne energije. Z Republiko Slovenijo se bo sklenila pogodba o zagotovljenem odkupu vse proizvedene

električne energije. Drugi del, proizvedena toplota se bo v veliki meri uporabila na sami lokaciji podjetja, zato bo to zmanjšalo stroške odkupa vroče vode od ponudnika le-te. S tem bo podjetje postalo samooskrbno na tem področju. Poznavalci panoge večkrat omenjajo velike stroške z vročo vodo, saj je v mesnopredelovalni industriji porabijo velike količine. Tako bo tudi na ta način izraba energije smotrna in bo prinašala korist podjetju.

Možnosti dodatne zaposlitve

S postrojem, ki ga predstavljamo v projektni nalogi, proizvajalci zagotavljajo avtomatsko delovanje, tako pri sušilnici, kot tudi pri kurilni napravi in ORC modulu. Slednji je prav zaradi gladkega delovanja postal uspešen in konkurenčen napram ostalim standardnim parnim sistemom. Kljub temu pa bo potreben tehnično usposobljen delavec, ki bo poleg svojega rednega dela pozornost posvečal tudi postroju. Glede na to, da se bodo vodili monitoringi celotnega delovanja, bo postroj dobro vodljiv iz nadzorne sobe.

SWOT analiza podjetja za potrebe projekta

Prednosti	Slabosti
<p><i>Podjetništvo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • investicija v sežig perja bo podjetju namesto fiksnih stroškov prinašala dobiček. <p><i>Okolje in prostor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • sicer problematičen industrijski stranski proizvod bomo skurili. <p><i>Konkurenca:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • v primeru odpadne toplote se bo lahko le-ta prodajala po ugodni prodajni ceni. <p><i>Trg in občina:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ponudniku vroče vode v letnih mesecih ne bo potrebno načrtno greti 	<p><i>Človeški viri:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • na področju SPTE v podjetju ni strokovnjaka. <p><i>Podjetništvo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • lahko se pojavi težava s presežno količino vroče vode. <p><i>Okolje in prostor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • možnost nasprotovanja okoliških stanovalcev zaradi strahu pred emisijami.

vode za potrebe sanitarne vode.	
Priložnosti	Nevarnosti
<p><i>Človeški viri:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • možnost dodatne zaposlitve, če bodo potrebe. <p><i>Podjetništvo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • širitev dejavnosti v prespektivni panogi – energetiki. <p><i>Okolje in prostor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • v kolikor bodo v okolju tudi drugi ustrežni stranski proizvodi (odpadki), primerni za kurjenje, lahko nadomestijo lesne sekance. <p><i>Trg in občina:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • namesto dragega predelovanja in odvoza bodo prihodki porabljeni v okolju. 	<p><i>Človeški viri:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • predragi strokovnjaki. <p><i>Podjetništvo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • možnost podražitve lesnih sekancev. <p><i>Okolje in prostor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • nasprotovanje obratovanja s strani okolja za kurjenje perja. <p><i>Trg in občina:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • zamudna doba pri pridobivanju dovoljenj za postavitev postroja.

Pravne zahteve in dovoljenja

Za projekt PeKo PP-1, pri katerem bomo postavili postroj za koriščenje stranskega produkta, je potrebno pridobiti tako okoljska, kot gradbena dovoljenja. Že v procesu testnega zagona in poskusov kurjenja so bili naročeni monitoringi samega izgorevanja, prav tako pa tudi dimnih plinov s strani podjetja EKO Ekoinženiring in Zavoda za zdravstveno varstvo. S tem je bilo gorivo preizkušeno, pri čemer pa ni v nobeni meritvi presegalo dovoljenih emisij, oddanih v ozračje. Po tem lahko upravičeno smatramo, da bodo podobni oziroma boljši rezultati tudi v delovanju na lokaciji Perutnine Ptuj.

Pri izvajanju projekta je potrebno upoštevati zakone s strani Republike Slovenije:

1. Zakon o graditvi objektov (ZGO-1)
2. Zakon o energetiki (EZ)
3. Zakon o ravnanju z odpadki (ZRO)

4. Zakon o varstvu okolja

Utemeljitev:

1. Podjetje Perutnina Ptuj ima že sedaj več objektov na lokaciji na Ptuju, in ker gre za manjšo stavbo, z dovoljenji za gradnjo ne pričakujemo zapletov.
2. Proizvodnjo energije iz obnovljivih virov energije RS spodbuja, poleg tega nudi za proizvedeno električno energijo zagotovljen odkup (ZO) ali obratovalne podpore (OP).
3. Perutninsko perje, dokler ostane na lokaciji podjetja, ni opredeljeno kot odpadek in ga zato smatramo kot stranski proizvod oziroma biomasno trdno gorivo.
4. Glede na že opravljene meritve ZZV Maribor se lahko izvedejo ustrezni ukrepi, da v okolje ne bodo izpuščene nedovoljene emisije.

7.2.3 Cilji projekta

Namenski cilji:

C_{n1}: zmanjšanje stroškov, ki nastanejo pri odstranitvi perja iz podjetja za 32.000 €;

C_{n2}: ustvarjanje prihodka s prodano električno energijo v višini 830.000 €;

C_{n3}: zmanjšanje stroška za vročo vodo za celotno podjetje v znesku 360.000 €;

C_{n4}: ustvarjanje dobička v vrednosti 600.000 € na leto;

C_{n5}: vračanje investicije v roku 7 let.

Objektni cilji:

C_{o1}: priprava dokumentacije za gradnjo objekta;

C_{o2}: naročilo in dobava strojne opreme;

C_{o3}: izbira izvajalca gradbenih del in gradnja stavbe;

C_{o4}: pridobitev subvencije za odkup električne energije s strani RS;

C_{o5}: infrastrukturna dela za izrabo toplote in prodajo električne energije v elektroenergetsko omrežje;

C₀₆: izbira dobavitelja lesnih sekancev;

C₀₇: inštalacija naročene strojne opreme in testni zagon;

C₀₈: predaja postrojenja v redno obratovanje.

7.2.4 Taktika izvedbe projekta

T₁ – podjetju Perutnina Ptuj se predstavi projekt in njegove pozitivne posledice na poslovanje;

T₂ – sledi pridobitev pravno–formalne dokumentacije in soglasij za začetek projekta;

T₃ – pregled predlaganih ponudnikov strojne opreme in sestanki s poslovnimi partnerji;

T₄ – razpis za ponudnika gradbenih del;

T₅ – izbor ponudnika in začetek gradbenih del;

T₆ – izbor končne strojne opreme in naročila posameznih sklopov;

T₇ – priprava dokumentacije za pridobitev subvencij za odkup proizvedene električne energije;

T₈ – talna povezava cevi za vročo vodo iz mesta postroja do porabnikov v podjetju;

T₉ – zbiranje ponudb za dobavitelja lesnih sekancev in izbira najboljšega ponudnika;

T₁₀ – dobava in inštalacija strojne opreme;

T₁₁ – pripravljen priklop na elektroenergetsko omrežje;

T₁₂ – priprava na testni zagon, morebitno potrebno usposabljanje delavcev in vabilo pristojnim službam, da se ga udeležijo;

T₁₃ – priprava na redno delovanje;

T₁₄ – postavitve objekta in nakup opreme bo končan v roku 15 mesecev.

7.2.5 Terminski plan

Terminski plan je sestavljen iz več faz in podfaz, katere so si tematsko podobne, sodijo skupaj in si sledijo.

V začetni fazi se bo pridobila potrebna dokumentacija in soglasja, ki so potrebna za uspešen zagon projekta. V tej fazi je zajeto tudi arhitekturno konstruiranje objekta. Ob pridobitvi soglasij in dovoljenj se začnejo gradbena dela z izbranim gradbenim podjetjem.

Druga faza oz. faza strojne opreme vključuje pregled in testiranje priporočene strojne opreme ter sklenitev pogodb.

Tretja faza, pri kateri je stavba končana, vključuje povezavo novega objekta z elektroenergetskim omrežjem in talno napeljavo za vročo vodo do porabnikov znotraj podjetja.

V četrti fazi se dobavi in vgradi naročena strojna oprema, povežejo se delovni transporterji in priprava na testni zagon. Pri tem je potrebno opraviti tudi monitoringe dimnih plinov, izpuščenih v okolje.

V peti fazi se postroj za izrabo perutninskega perja preda v uporabo podjetju Perutnina Ptuj.

7.2.6 Ekonomika projekta

Ekonomika projekta je že predstavljena v poglavju 6.5

7.2.7 Analiza rizikov projekta

Za doseg uspeha je potrebno podrobno proučiti interne in eksterne dejavnike tveganja, ki bi lahko ogrozili zastavljeni projekt. Ti dejavniki so lahko kvantitativni (čas, stroški, uspešnost, kakovost, ...), organizacijski (uskklajenost med projektnim in funkcijskim managementom in sistemom skrbništva) in kvalitativni (implementacija orodij projektnega managementa).

Preglednica 7.1: Analiza rizikov projekta

Opis rizika	Eksterni rizik	Interni rizik	R	V	VR	Predlog aktivnosti	NO
Zapleti pri pridobivanju dovoljenj.	x		10	5	50	Sprotno preverjanje že urejenega in potrebnega gradiva.	PP
Zamuda pri gradnji objekta.		x	7	2	14	Preverjanje napredka na gradbišču.	PR
Izbira dobavitelja sekancev zaradi konstantno velike količine porabe.	x		7	5	35	Možnost izbire več dobaviteljev.	VP
Zamude pri dobavi strojne opreme.	x		10	6	60	Sprotno preverjanje o dobavnih rokih.	PP
Težave pri testnem zagonu.		x	5	2	10	Usposabljanje s partnerji.	VP
Prevelika koncentracija nedovoljenih snovi v dimnih plinih.		x	7	2	14	Možna zamenjava filtrov.	VP

Simboli: R = rang pomembnosti (od 1 do 10 – ocena 1 predstavlja nizko pomembnost)
V = verjetnost rizika (od 1 do 10 – ocena 1 predstavlja nizko pomembnost)
VR = zmnožek ranga in verjetnosti rizika
NO = način obravnave predlogov
PP = vnesti v plan projekta
PR = vnesti v plan kontrole
VP = aktivnost izvede vodja projekta

V preglednici so predstavljeni riziki, ki bi lahko na kakršenkoli način ovirali ali podaljšali trajanje projekta. Zraven so predstavljene tudi možnosti, da se bo to zgodilo in pomembnost preprečiti, preden se. Predstavljeni so tudi predlogi aktivnosti.

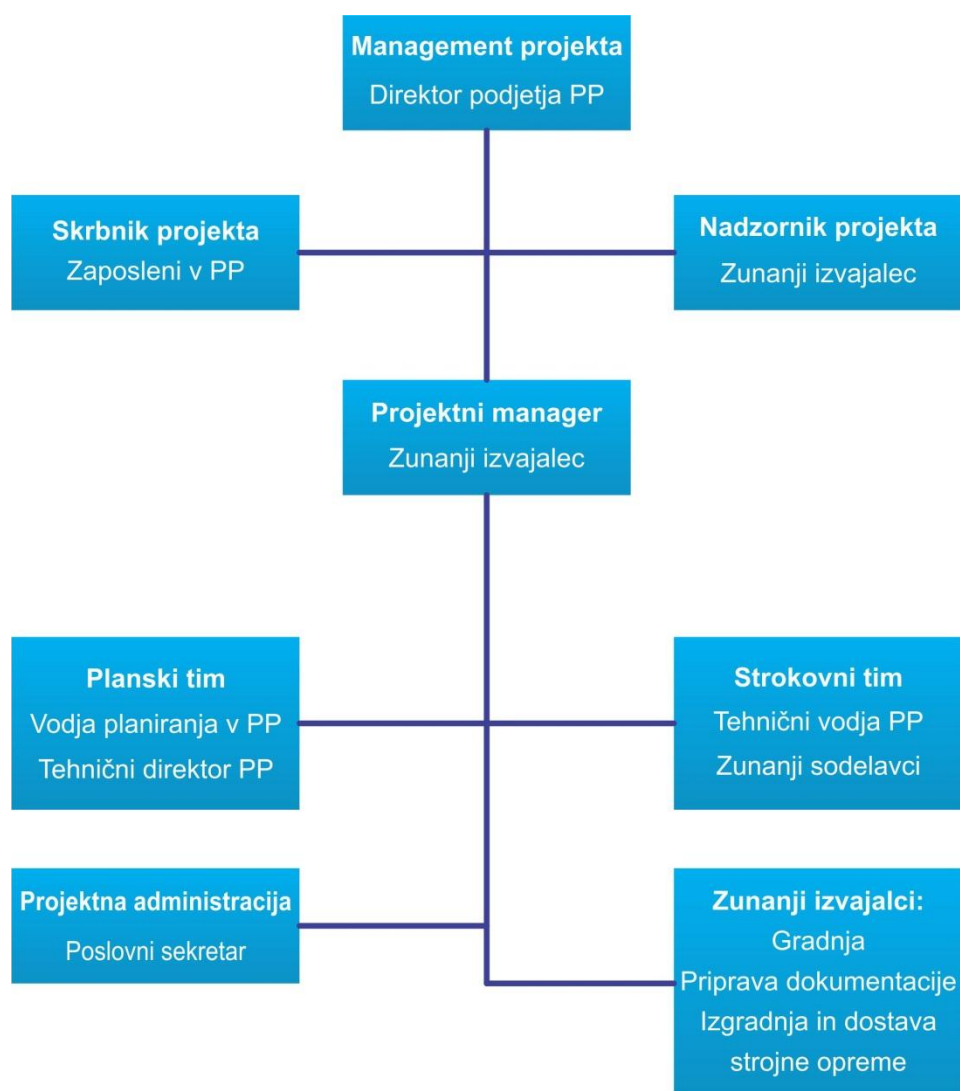
7.2.8 Projektna organizacija

Projektna organizacija je v strukturi podjetja in lahko deluje kot:

- posebna organizacijska enota, ki izvaja projekte;
- del ene od obstoječih enot (tehnologije, razvoja itd.);
- občasna organizacijska tvorba, ki deluje v posebnih razmerah.

Najpomembnejše naloge so upravljanje, vodenje ter operativno izvajanje nalog za doseg ciljev projekta.

Projektna organizacija v projektu PeKO PP-1 je prikazana na sliki 7.2.



Slika 7.2: Hierarhična organizacijska struktura internih in eksternih subjektov

7.2.9 Plan kontrole izvajanja projekta

Kontrola projekta se na prvi pogled zdi zadnja in najmanj potrebna struktura v projektu, a vendar kasneje opazimo, da je eden pomembnejših dejavnikov v času izvajanja projekta.

Kontrola projekta budno spremlja dogajanje in premike v projektu, časovno pa se navezuje na mejnike projekta oziroma zastavljene čase končanja posameznih stopenj. Pogosto se namreč zgodi, da so faze projekta ali pa samo aktivnosti povezane med sabo in da se naslednja ne more začeti, preden se prejšnja ne konča. Tako lahko ena začetnih aktivnosti v primeru zamude zakasni celoten plan ostalih aktivnosti in s tem zamujanje projekta.

Plan kontrole se navadno izvaja sproti, s čimer se pregleda napredek, sestanek pa se izvede nekaj dni pred mejnikom aktivnosti.

Preglednica 7.2: Plan kontrole izvajanja projekta

KONTROLA		DATUM		Predvidoma prisotni na kontrolnem sestanku
Zap. št.	Namen kontrole	Predaja kontrolnih poročil	Datum kontrole	
1	Pregled pripravljene dokumentacije	7. 1. 2014	10. 1. 2014	-projektni vodja -direktor
2	Preverjanje poteka popravkov dokumentacij	20. 1. 2014	24. 1. 2014	-projektni vodja
3	Pregled opravljenih naročil strojne opreme	25. 2. 2014	28. 2. 2014	-tehnični vodja - direktor - projektni vodja
4	Pregled ponudb za gradnjo stavbe	1. 4. 2014	4. 4. 2014	- tehnični vodja - projektni vodja
5	Sprotno in končno pregledovanje gradnje objekta	27. 10. 2014	31. 10. 2014	- tehnični vodja - projektni vodja
6	Preverjanje sodelovanja in dokumentacije za subvencioniran odkup električne energije	5. 4. 2014	8. 4. 2014	- tehnični vodja - poslovni sekretar - projektni vodja
7	Pregled talnih napeljav za električno energijo in vročo vodo	4. 11. 2014	7. 11. 2014	- tehnični vodja
8	Pregled prijav na razpis in izbira dobavitelja lesnih sekancev	17. 3. 2014	21. 3. 2014	- tehnični vodja - projektni vodja
8	Pregled poteka montaže in delovanja nove strojne opreme	17. 1. 2015	21. 1. 2015	-tehnični vodja - direktor - projektni vodja
9	Preverjanje delovanja sistema izrabe perja in pridobivanje energije	14. 2. 2015	18. 2. 2015	-tehnični vodja - direktor - projektni vodja

8 SKLEP

V magistrski nalogi smo prikazali in preračunali možnost izrabe perutninskega perja v podjetju Perutnina Ptuj. Skozi raziskavo smo preverili gorivo, perutninsko perje in lesne sekance ter preko znanstvenih člankov pridobili pomembne podatke raziskovalcev, ki so perje in lesne sekance fizikalno in kemijsko dodobra raziskali. Izvedel se je tudi testni sežig, preko katerega se je preizkusilo dejansko zgorevanje perja pomešanega s sekanci. Rezultati so bili obetavni, kljub natančnemu merjenju dveh za to pristojnih služb. Tako smo lahko na dobri teoretični podlagi predlagali strojno opremo, katera bo služila v podjetju.

Ekonomika investicije nam prikazuje vračanje projekta v 7. letu obratovanja, kar lahko upravičeno smatramo kot zelo obetavno. V naslednjih letih obratovanja investicija podjetju prinaša prihodek. Začetni cilj je bil zmanjšati stroške podjetja, ki znašajo okoli 32.000 € na leto s predelavo perja v kostno moko. Podjetje bi v desetih letih imelo, preračunano na neto sedanjo vrednost, stroškov okoli 450.000 €, tako pa bo imelo 1.300.000 € prihodka.

Tehnično–poslovni preračun energijske izrabe perutninskega perja in postavitve sistema za sproizvodnjo toplotne in električne energije se je pokazal kot smotrni in ekonomsko zelo učinkovit, zato bo tudi predstavljen podjetju Perutnina Ptuj.

9 VIRI

- [1] Borzen. Določanje višine podpor električni energiji proizvedeni iz OVE in SPTE in višine podpor v letu 2013. [svetovni splet]. Dostopno na www: http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/Podrocja/Energetika/Shema_OVE_SPTE/Podpore_2013_slo.pdf
- [2] Direktiva 2000/76/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 4. decembra 2000 o sežiganju odpadkov, Uradni list L 332 , 28/12/2000 str. 0091–0111;
- [3] Dudynsky Marek, Kwiatkowski Kamil, Bajer Konrad. From feathers to syngas – technologies and devices. *Elsevier – Waste management vol. 32 (2012)*, str. 685–691
- [4] Hauc Anton. *Projektne management*. GV založba, 2007
- [5] Kokalj Filip. *Poročilo o opravljenih aktivnostih na projektu EUREKA FeVal Laboratorija za zgorevanje in okoljsko inženirstvo v prvem letu izvajanja*. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2011.
- [6] Kovač, Štefan. *Les – od gozda do peči*. Ljubljana : Ministrstvo za okolje in prostor, projekt GEF, 2006.
- [7] Krajnc Nike, Piškur Mitja, Klun Jaka. *Lesna goriva – drva in lesni sekanci*. Ljubljana : Gozdarski inštitut Slovenije, 2009
- [8] Kurjava.si [svetovni splet] Dostopno na: www.kurjava.si
- [9] Kwiatkowski Kamil, Dudynsky Marek, Bajer Konrad. Combustion of Low – Calorific Waste Biomass Syngas. *Flow, turbulence and combustion vol. 91 (2013)*, str. 749–772
- [10] Kwiatkowski Kamil, Krzysztoforski Jan, Bajer Konrad, Dudynsky Marek. Bioenergy from waste feathers gasification. *Elsevier – Biomass and bioenergy (2012)*
- [11] Marculescu Cosmin, Constantin Stan. Poultry processing industry waste to energy conversion. *Elsevier – Energy procedia vol. 6 (2011)*. Str. 550–557.
- [12] Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. *Kazalci okolja v Sloveniji*. [svetovni splet] Dostopno na: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=17
- [13] Spletna stran Perutnine Ptuj [svetovni splet]. Dostopno na: www.perutnina.com
- [14] Stela Laxhuber GmbH [svetovni splet]. Dostopno na: www.stela.de
- [15] Strnad Simona. *FeVal market application*. Maribor : Fakulteta za strojništvo, 2013
- [16] *Turboden biomass solutions*. Brošura [svetovni splet]. Dostopno na: www.turboden.eu
- [17] Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav, Ur.l. RS, št. 34/2007 in spremembe: Ur.l. RS, št. 81/2007;

- [18] Uredba o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic odpadkov in pri sosežigu odpadkov, Ur.l. RS, št. 50/2001 in spremembe Ur.l. RS, št. 56/2002, 84/2002, 76/2010;
- [19] Združenje projektnih managerjev [svetovni splet]. Dostopno na: <http://sl.zpm-si.com/projektni-management/>

10 ŽIVLJENJEPIS

Ime: Jan
Priimek: Jurjec
Datum rojstva: 6. 3. 1988
Kraj rojstva: Slovenj Gradec
Spol: Moški
Stalno prebivališče: Podgorje 50 c, 2381 Podgorje pri Slovenj Gradcu
Država: Slovenija

Izobraževanje:

- 1995–2003 Prva osnovna šola Slovenj Gradec

- 2003–2007 Gimnazija Slovenj Gradec – gimnazijski maturant

- 2007–2011 Dodiplomski študij Gospodarsko inženirstvo – smer Strojništvo
Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru
Diplomsko delo: Analiza energetske učinkovitosti v podjetju
TUS KO-SI d. d.

- 2011–2013 Podiplomski študij Gospodarsko inženirstvo – smer Strojništvo
Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru
Magistrsko delo: Tehnično-poslovni preračun energijske izrabe
perutninskega perja in postavitve sistema za sproizvodnjo
toplotne in električne energije