

UNIVERZA V NOVI GORICI  
POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

**EKONOMSKI IZBOR ENERAGENTOV ZA GRADNJO  
ENODRUŽINSKE HIŠE**

MAGISTRSKO DELO

**Matej Pregelj**

Mentor: prof. dr. Milan Bergant

Nova Gorica, 2014

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se prof. dr. Milanu Bergantu za nesebično pomoč pri izdelavi magistrskega dela. Obenem se želim zahvaliti svoji družini, prijateljem in sodelavcem za pomoč, podporo ter obilo dobre volje med nastajanjem magistrskega dela.

## **NASLOV**

### **Ekonomski izbor energentov za gradnjo enodružinske hiše**

## **IZVLEČEK**

V tem magistrskem delu smo raziskali načine, kako lahko energija, ki jo potrebujemo za energetske oskrbo naših domov, ogrozi naš proračun. Pogledali smo, kako lahko stanovanjski objekti ostanejo hladni preko vročih poletnih mesecev in kako zadržujejo toploto v zimskem času. Vsi želimo imeti prijetno klimo v svojem domu, obenem pa želimo zmanjšati stroške bivanja.

Kot smo v raziskavi ugotovili, energija, ki se uporablja za ogrevanje, prihaja iz naftnih derivatov in ne iz obnovljivih virov energije. Porabo neobnovljivih energetskih virov lahko nadomestimo tudi z uporabo sončne in vetrne energije. Naša regija ima ugoden geografski položaj, saj naša lokacija leži v bližini Mediteranskega morja. Tako smo raziskali številne načine uporabe obnovljive energije sonca in vetra. Slovenijo imenujemo zelena dežela, saj imamo veliko gozdov, vendar večino tovrstnega naravnega vira izvozimo v tujino. Proučili smo podeželje, saj tam v zadnjem času beležimo porast ogrevanja na biomaso, se pravi, da ljudje prehajamo v sonaravni način ogrevanja svojih domov.

Za energetske učinkovitost našega bivališča moramo uporabiti ustrezno zaščitno izolacijo, ki ščiti bivalne prostore pred zunanjimi vremenskimi vplivi. Izolacija je sestavni del energetske učinkovite zgradbe, saj uravnava klimo v našem domu v vročih poletnih ter hladnih zimskih razmerah.

V naši državi je velik potencial obnovljivih virov energije in tako menimo, da bi lahko s pravilno uporabo in izrabo slednjih, bistveno izboljšali gospodarsko moč in način življenja.

## **KLJUČNE BESEDE**

Obnovljivi viri energije, izolacija, biomaso, sončna in vetrna energija, prihranki

## **TITLE**

### **Economical selection of energy sources for the construction of a detached house**

## **ABSTRACT**

The research has explored the ways how the energy needed to heat or cool our homes can represent a threat to our budget. We have checked how a house can stay cool through hot summer months and how it can retain heat during winter time. Everyone likes to have a nicely heated and cool home but at the same time we want to reduce the cost of living.

As we have found out in the research, most energy used for heating comes from oil and its derivatives and not from renewable energy sources. The use of non-renewable energy sources can be substituted for the energy from the sun or wind. Our region has a convenient geographical position near the Mediterranean Sea, therefore, we have explored many ways to use renewable energy from the sun and wind. Slovenia is called a green country as we have a lot of forest, however we export most of this nature source abroad. We have established that in rural areas in particular, biomass power is becoming increasingly popular as a source for heating a home.

In order to be energy efficient, we have to use insulation which protects our home from all kinds of weather situations. Insulation is an essential part of an energy efficient building as it regulates the temperature in our home on hot summer days as well as in cold winter conditions.

In our country there is great potential of renewable energy sources and, therefore, we believe that by using them properly we could considerably improve our economic power and a way of life.

## **KEYWORDS**

Renewable energy sources, insulation, biomass, solar and wind energy, savings

## KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	Opredelitev problema .....	1
1.2	Namen magistrske naloge .....	2
1.3	Cilj magistrske naloge .....	2
1.4	Metode raziskave .....	2
1.5	Omejitve.....	2
2	ANALIZA OBSTOJEČEGA OBJEKTA IN PRIPOROČILA ZA NOVOGRADNJO.....	3
2.1	Podrobnejši opis objekta.....	4
3	DEŽEVNICA .....	5
3.1	Uporaba ter prednosti deževnice.....	5
3.2	Zbiranje deževnice .....	6
3.3	Skladiščenje deževnice .....	7
3.4	Ekonomski izračun .....	9
4	IZOLACIJA STAVBE .....	11
4.1	Toplotna prevodnost .....	12
4.2	Okna.....	14
4.3	Kamena ter mineralna volna .....	16
4.4	Celulozna izolacija in lesna vlakna.....	18
4.4.1	Vgrajevanje celuloze .....	20

4.5	Ekonomski vidik .....	22
4.6	Povzetek.....	27
5	OSTALI ENERGENTI .....	29
5.1	Opredelitev problema .....	30
5.2	Biomasa kot obnovljivi vir energije.....	31
5.3	Zgodovina uporabe biomase .....	31
5.4	Lesna biomasa.....	32
5.5	Piroliza .....	33
5.6	Zakaj uporabljati lesno biomaso? .....	33
5.7	Oblike lesne biomase .....	34
5.8	Priprava, transport in skladiščenje .....	35
5.9	Gorenje lesne biomase .....	39
5.9.1	Tehnike zgorevanja .....	39
5.10	Lesni plin .....	41
5.10.1	Lastnosti.....	42
5.10.2	Proizvodnja lesnega plina .....	43
5.10.3	Uporaba lesnega plina v industriji .....	45
5.10.4	Pridobivanje električne energije na lesni plin za domačo uporabo.....	46
5.11	Hranilnik tople vode .....	48
5.11.1	Primerjava hranilnikov tople vode.....	49
5.12	Ekonomski vidik izrabe lesnih energentov.....	50

5.12.1	Ekonomski vidik posameznih energentov .....	51
5.13	Toplotna črpalka .....	54
5.13.1	Delovanje .....	54
5.13.2	Ekonomska upravičenost .....	55
5.14	Solarni sistem .....	57
5.14.1	Opredelitev problema .....	58
5.14.2	Predstavitev sončnih kolektorjev .....	58
5.14.3	Pridobitev sončnih kolektorjev .....	59
5.14.4	Ekonomski sistem .....	62
5.14.5	Ekonomski vidik .....	63
5.14.6	Ekologija .....	67
5.15	Vetna energija v primerjavi s kombinacijami .....	67
5.15.1	Princip delovanja .....	68
5.15.2	Samooskrba oz. prodaja električne energije .....	70
5.15.3	Ekonomski vidik postavitve lastne vetrne elektrarne .....	71
6	ZAKLJUČEK .....	74
7	LITERATURA .....	78

## KAZALO SLIK

Slika 1: Zbiralnik volumna 1.000 l .....	7
Slika 2: Sistem za deževnico .....	8
Slika 3: Občutek toplote .....	12
Slika 4: Struktura oz. zgradba varčnega okna .....	14
Slika 5: Leseno okno .....	15
Slika 6: Mineralna volna .....	17
Slika 7: Prikaz požara v stavbi s celulozno izolacijo .....	19
Slika 8: Postavitev lesene konstrukcije .....	21
Slika 9: Fasadna celulozna izolacija .....	21
Slika 10. Fazni zamik .....	28
Slika 11: Klaftre .....	32
Slika 12: Obnavljanje biomase .....	34
Slika 13: Sekanci .....	36
Slika 14: Peleti, briketi .....	36
Slika 15: Sodobno kurišče .....	41
Slika 16: Proizvajanje lesnega plina .....	43
Slika 17: Postopek delovanja vozila na lesni plin .....	45
Slika 18: Generator za proizvodnjo električne energije .....	48
Slika 19: Hranilnik toplote .....	48
Slika 20. Shematski prikaz delovanja toplotne črpalke .....	55
Slika 21: Prikaz sistema sončne elektrarne .....	59
Slika 22: Sestava vakuumске cevi .....	61
Slika 23: Vakuumski kolektorji .....	61
Slika 24: Sončne celice ter solarne cevi .....	62
Slika 25: Model vetrnice .....	69
Slika 26: Shema delovanja vetrnice .....	69
Slika 27: Vetrnica prtrjena na stanovanjsko hišo .....	71



## KAZALO TABEL

Tabela 1: Razporeditev vodovodnega sistema .....	9
Tabela 2: Primerjava različnih materialov .....	16
Tabela 3: Poraba energije v odvisnosti od debeline izolacije .....	23
Tabela 4: Kalkulacija strešne podkonstrukcije .....	24
Tabela 5: Kalkulacija izolacijskih materialov .....	25
Tabela 6: Izvedba izolacij .....	26
Tabela 7: Končna kalkulacija izolacij .....	27
Tabela 8: Priprava peletov, briketov .....	37
Tabela 9: Specifikacija vlažnosti lesa .....	38
Tabela 10: Ponudbe hranilnikov toplote .....	50
Tabela 11: Kurilne vrednosti posameznih energentov .....	51
Tabela 12: Primerjava kotlov na biomaso.....	53
Tabela 13: Ekonomičnost toplotnih črpalk .....	56
Tabela 14: Kalkulacija investicije v toplotno črpalko.....	56
Tabela 15: Investicija v sončne kolektorje .....	63
Tabela 16: Amortizacija sončnih kolektorjev .....	64
Tabela 17: Primerjava fotovoltaičnih sistemov.....	65
Tabela 18: Amortizacijski načrt .....	66
Tabela 19: Obstoječe stanje odkupa električne energije .....	72
Tabela 20: Prikaz obratovanja male vetrnice .....	72
Tabela 21: SWOT analiza energentov .....	76



# 1 UVOD

V magistrskem delu želimo predstaviti gradnjo novega stanovanjskega objekta (enodružinske hiše), obenem pa le-tega primerjati z obstoječim objektom, katerega letnica izdelave sega v 80-ta leta prejšnjega stoletja. Zato se bomo večinoma časa naslanjali na že zgrajeni objekt, saj želimo izvesti temeljito primerjavo med zgradbami izpred 30 let ter današnjimi. Tako bomo lažje prikazali pomen dobre izolacije stanovanjskega objekta ter izbire smotnih energentov, ki skrbijo za ogrevanje, hlajenje, se pravi za naše bivalno udobje. Seveda nam je cilj novogradnja, vsakdo si želi novo in lepo hišo, ampak dopuščamo možnost ter želimo preučiti smotnost obnove obstoječega objekta (enodružinske hiše). Obenem želimo s tem prikazati stroške adaptacije, do katere pride prej v primeru, da se ob novogradnji varčuje z vgradnjo izolativnih materialov.

## 1.1 Opredelitev problema

Glede na svetovno rast cen energentov smo se odločili, da objekt uredimo tako, da bo čimmanj potraten. Poznamo več vrst energentov, od fosilnih goriv do obnovljivih virov, kot so npr. biomasa, sončna ter vetrna energija. Naša želja je ohraniti planet Zemlja v svoji veličini, ter tako prispevati k zmanjšanju porabe energentov, ki onesnažujejo okolje. Po lastnih podatkih, ki bazirajo na osnovi letošnjih računov, naš obravnavani (obstoječi) objekt letno potroši 3.000 l lahkega kurilnega olja, mesečno pa 40 m<sup>3</sup> vode ter 50 kW/h električne energije.

Naš namen je prikazati smisel vgradnje ustrezne izolacije ob izbiri določenih energentov. Poudariti pomen izolacij, strošek njihove investicije ter dejanski prihranek energentov ob upoštevanju amortizacijske dobe. Raziskati nove materiale, npr. zanimiva nam je celulozna izolacija, katero se vgradi z vpihovanjem med konstrukcijo stavbe. Na trg prihajajo sodobne naprave, ki skrbijo za ugodno klimo v našem domu. Tako lahko s pomočjo ustrezne izolacije ter izbiro ustreznega energenta ob energetske varčni napravi, izboljšamo naše bivalno udobje ter privarčujemo.

## **1.2 Namen magistrske naloge**

Namen magistrske naloge je zgraditi energetska varčen objekt. Obenem želimo poudariti pomen adaptiranja (preurejanja) starejšega objekta. Poudarek je na prihranku energije, ki jo potrebujemo za ogrevanje, hlajenje. Tako želim obstoječi objekt približati sodobnejšim, varčnim objektom, obenem pa upoštevati količino sončnega obsevanja. Le-ta je odvisna od izpostavljenosti bivalnih prostorov soncu. Tako je orientiranost na južno stran zelo dobrodošla v zimskem času, nasprotno pa v poletnem (Senegačnik Zabašnih, M., etc., str. 36).

## **1.3 Cilj magistrske naloge**

Cilj je pripraviti pregled možnih investicij na podlagi obstoječega stanja. Analiziranje cen, ter tehničnih podrobnosti materialov oz. vgradnih elementov. Na koncu narediti sklep, katera investicija je upravičena in kaj ni v našem interesu oz. zmožnostih.

## **1.4 Metode raziskave**

S SWOT analizo smo raziskali prednosti ter slabosti za naše bivalno udobje, ter priložnosti in grožnje za okolje. Analizirali smo posamezna poglavja, ter vsako opredelil iz vidika stroškov ter uporabnosti. Raziskali smo tudi vremenske pogoje. V sredozemskih klimatskih pogojih obstaja možnost, da skozi zgradbe ponoči vodimo relativno hladen zrak iz okolice in s tem ohladimo masivne elemente zgradbe. Podnevi ostanejo okna zaprta tako dolgo, dokler je v zgradbi topleje od zunanje okolice. Od takrat naprej se stavba prezračuje s prezračevalno napravo, tako kot v zimskem času (Senegačnik Zabašnih, M., etc., str. 57).

## **1.5 Omejitve**

Upoštevati moramo svoje finančne zmožnosti, saj imamo omejena denarna sredstva. Obenem moramo upoštevati velikost prostorov, saj jih lahko z debelino izolacije zmanjšamo. Omejili se bomo na lastna finančna sredstva. Omeniti želimo tudi možnost črpanja sredstev iz Eko sklada, katerih višina pa se z leti spreminja. Namreč nismo še prepričani, kdaj bomo začeli z gradnjo oz. adaptacijo (Ekoenergija, 2014).

## 2 ANALIZA OBSTOJEČEGA OBJEKTA IN PRIPOROČILA ZA NOVOGRADNJO

Objekt je bil zgrajen leta 1980, nahaja se v Zgornji Vipavski dolini in je iz energetskega vidika potreben prenove ter nam obenem služi kot primerjava za novogradnjo. Streha in prav tako fasada sta neizolirani. Prav tako je potrebno omeniti okna, saj so ta lesena, slabo zatesnjena. Les je sicer še v dobrem stanju, ampak sama sestava ne dopušča zadovoljive izolativnosti (ustavljanje uhajanja toplote iz stavbe oz. vanjo). V poletnem času bi radi hladnejše prostore, v zimskem času pa potrošili manj energenta za potrebe ogrevanja. V poletnem času bi radi optimizirali stroške glede ogrevanja sanitarne vode.

V zimskem času zaradi neugodnih vremenskih razmer pride do izpada električne energije. Tako bi s pomočjo lesnega plina pridelovali električno energijo. Lesni plin pa pridobivamo z izrabo biomase, se pravi v večini primerov gre za kurjenje lesa. S tovrstnim sistemom lahko proizvajamo toplotno ter električno energijo.

Toplotna črpalka nam bi služila kot grelno-hladilna naprava v poletnih in zimskih mesecih. Obenem pa moramo preučiti porabo električne energije, saj bi naprava obratovala dnevno več ur in je tako potrebno proučiti celovito energetska učinkovitost.

Solarni sistem je še ena možna investicija, ki bi bila zelo dobrodošla. To je zelo inovativno področje, na katerem se eksplozivno vrstijo inovacije. Problem se poraja pri namestitvi tovrstnih sistemov, saj je objekt izpostavljen močnemu vetru. Proizvajalci sicer zagotavljajo obstojnost tovrstnih naprav, vendar smo malce skeptični glede tega.

Deževnica nam bi prihranila stroške glede oskrbe s pitno vodo. Problem pa se poraja v čistoči strehe oz. ozračja. Pripraviti moramo vodovodni sistem, ki nam bo omogočal ustrezno čistočo deževnice.

## 2.1 Podrobnejši opis objekta

Stanovanjska hiša, katere bivalni prostori znašajo 126 m<sup>2</sup>, se nahaja na sončni legi Zgornje Vipavske doline. Dolžina objekta je 14 m, širina ter višina je 8 m. Naklon strehe je 22 stopinj (°).

Debelina fasade je 5 cm, kar pomeni, da med zidaki in malto ni izolacije. Sama konstrukcija je sicer trdno zgrajena (armirani beton ter opeka). Fasada ščiti opeko stavbe, ampak ne zadržuje toplote oz. hladu.

Okna so kvadratne oblike, velikosti 1.200 mm. Tesnila so dotrajana, tako da je na severni strani ob močnem vetru, prisotno močno uhajanje toplote iz stavbe. Les je sicer še v zelo dobrem stanju, saj je dobro zaščiten z zaščitnimi sredstvi za les.

Ogrevanje stavbe poteka s kurjavo na lahko kurilno olje. Peč je redno servisirana in je celo leto v obratovanju. Vsako leto je opravljeno čiščenje dimnika ter polnitev kurilnega olja v zato predpisano cisterno. Kurjava je trenutno za naše pojme zelo potratna. Dobrih 3.000 l kurilnega olja na sezono, kar za naše pojme ni malo. Poizkušali bomo najti ugodnejše rešitve za obstoječi objekt ter za sodobno novogradnjo.

### **3 DEŽEVNICA**

Voda je vir življenja, zato je potrebno z njo ravnati preudarno. Zemljo imenujemo tudi »modri planet«. Dejstvo pa je, da je pitne vode le nekaj odstotkov. V zadnjih 100 letih se je poraba pitne vode povečala za 6-krat, obenem pa so nekateri vodni viri težko dostopni ter mnogi že onesnaženi. Pitna voda postaja vedno dražja, saj pristojne iniciative uvajajo celotno skrb za pitne vire in tako zagotavljajo primerno kakovost vode za človeka ter ohranjajo biotsko raznolikost vodnega življenja (Prosigma, 2013).

Želje, ki niso povezane z življenjskim ciljem, niso tako pomembne. Ustvarjanje moči v svojem življenju in organizacijah, v katerih delate, temelji na neposredni povezavi med vašimi željami in vašim življenjskim ciljem (Geoffrey, B., str.9).

#### **3.1 Uporaba ter prednosti deževnice**

Radi bi živeli v sozvočju z naravo. Tako smo mnenja, da je lepo sprejeti tisto, kar nam narava ponuja. Voda ki ob dežju pade na streho naše hiše, se lahko skladišči in jo po potrebi uporabimo.

Človekove dnevne potrebe pa zahtevajo v povprečju 100 l vode. Od tega predstavlja 18 litrov izpiranje WC kotlička. Za to pa ne potrebujemo pitne vode, mar ne? 36 l vode potrebujemo za naslednja opravila: Pranje perila, zalivanje rož, vrtnin, čiščenje tal, avtomobila. Za ta opravila prav tako ne potrebujemo biološko neoporečne pitne vode. Veliki del vode potroši pralni stroj, saj potroši dodatnih 18 l (Prosigma, 2013).

Ostala polovica človeških potreb po vodi pa mora ustrezati najstrožjim higienskim zahtevam. Se pravi da, naslednjih 50 l vode potrošimo za pitje, tuširanje, umivanje rok, kuhanje ter pomivanje posode. Za tovrstno uporabo deževnice bi morali vgraditi najboljše filtre (čistilce vode). Deževnica mora ustrezati higienskim in estetskim okvirom. Tako bi morali zamenjati žlebove ter strešnike, kajti žlebovi so iz kovine, kar pomeni, da v primeru uporabe deževnice za pitje, bi le ta vsebovala težke kovine. Tako so primernejši plastični žlebovi. Strešniki pa niso gladki, ampak so s posipom. Tovrstni posip zadržuje umazanijo iz okolice, ki jo dež izpira iz strešnikov zbiralnik vode (Prosigma, 2013).

Prednosti deževnice:

- zastonj vir vode,
- mehka voda, ki ne vsebuje mineralov, tako podaljšamo življenjsko dobo pralnega stroja ter zmanjšamo porabo pralnega praška, saj ne potrebujem v prašku snovi, ki so namenjene mehčanju vode,
- v WC kotličku ter grelnikih vode se ob uporabi deževnice ne nabira vodni kamen,
- prav tako je deževnica primernejša za zalivanje rastlin, saj ne vsebuje težkih kovin (Regeneracija, 2013).

### 3.2 Zbiranje deževnice

Pripraviti moramo streho, da bo primerna za zbiranje deževnice. Kot smo že omenili, strešniki s posipom niso najbolj primerni zaradi samega posipa, ki se počasi izpira ter umazanje, ki se nabira na posipu. Tako je najboljša gladka površina, se pravi glineni strešniki oz. skrilavci. Tu je še dilema glede pločevine. Ne razmišljamo o izbiri pločevinaste strehe, saj ima takšna voda večjo vsebnost kovin, kar pomeni, da je tovrstna deževnica manj primerna za zalivanje vrta (Tramontana, 2013).

Nekatere države so že prepovedale pranja avtomobilov s pitno vodo ter zalivanje vrtov v poletnih mesecih. To se dogaja tudi v naših krajih, zato je v poletnem času dobrodošla večja zaloga vode. Zato je še kako potrebna zadostna zaloga deževnice.

Površina strehe je 95 m<sup>2</sup>. Za tovrstno površino strehe je v primeru 4 članske družine predpisan zbiralnik volumna 5.000 l. Glede na to, da nameravamo z deževnico zalivati še 500 m<sup>2</sup> vrta, smo se odločili za nakup 10.000 l zbiralnika. Do takšnega volumna nas je privedlo dejstvo, da hiša leži v mediteranskem podnebjju, kjer so padavine skoncentrirane v zimskem času in v poletnem času primanjkuje vode. Zato želimo shraniti večjo količino vode (Aquatehnika, 2013).

Lahko se odločimo za vrtno ali hišno napravo. V našem primeru vsekakor želimo uporabiti hišno napravo ter dokupiti nameravamo vrtno črpalko. Se pravi naš vodni sistem bi obsegal:

- zbiralnik,



- grobi filter za listje,
- filter iz oglja ter peska,
- fini filter pred zbiralnikom,
- črpalni set s finim filtrom,
- krmilni sistem za deževnico,
- hišni vodovod,
- dodatno napajanje z vodo iz vodovoda,
- varnostni ventil (Rewatec, 2013).

### 3.3 Skladiščenje deževnice

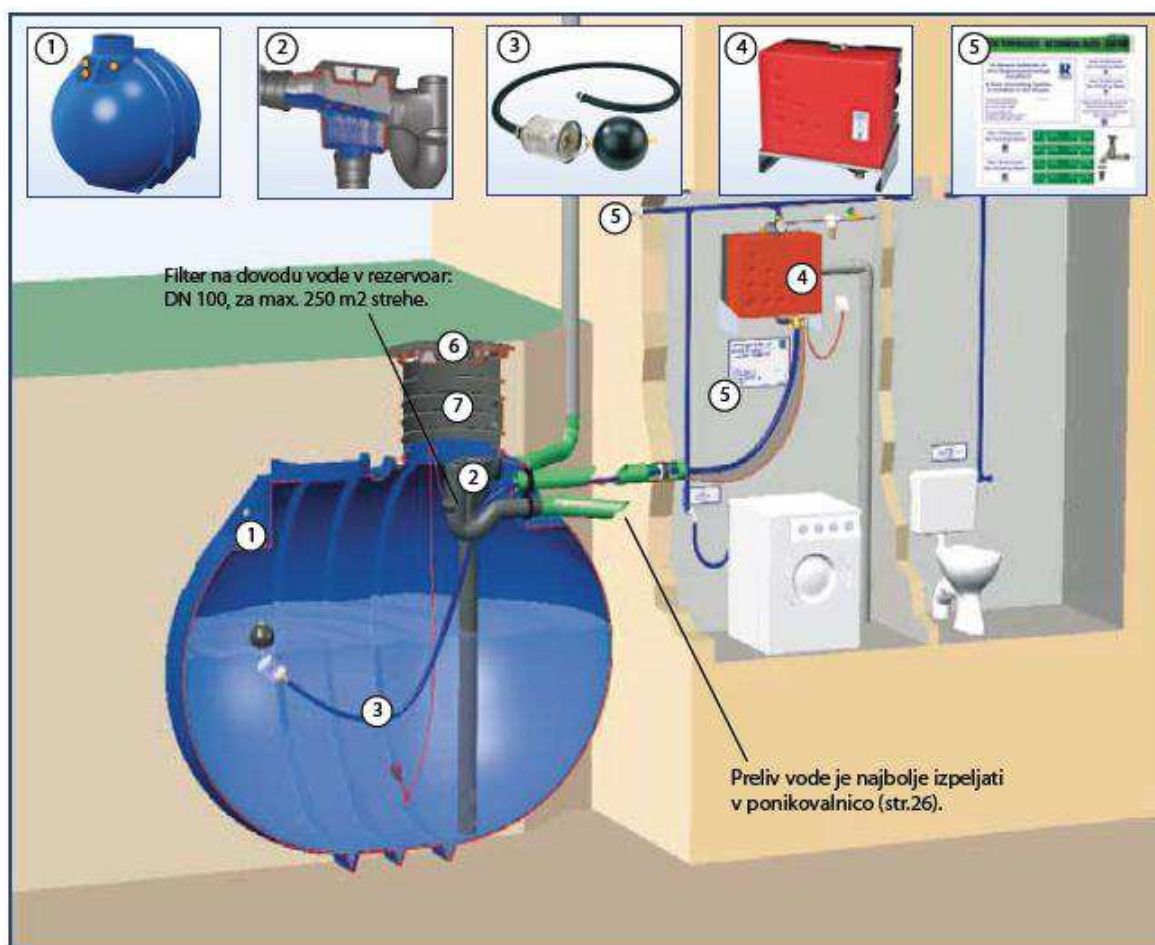
Imamo več možnosti za skladiščenje. Najprej smo pomislili na betonski zbiralnik. Ampak moti nas dejstvo, da je to fiksna zadeva, saj bi jo zgradili na mestu, kjer bi potem stala celotno življenjsko dobo.

Zato smo se odločil za premične. Najprej se nam je porodila ideja, da bi v zemljo zakopali plastične rezervoarje, takšne kot jih vidimo na sliki 1. Prostornina vsakega je 1.000 l. Takšen rezervoar stane 200 denarnih enot, potrebovali pa jih bi 10. Tako bi nas tovrstna investicija stala 2.000 denarnih enot za zbiralnike ter še dodatnih 1.300 denarnih enot za dodatni material, se pravi za vse filtre, črpalno ter krmilni sistem. Celotni stroški investicije dosežejo 3.300 denarnih enot. Tovrsten zbiralnik si lahko ogledate na sliki 1.



Slika 1: Zbiralnik volumna 1.000 l (Merkur, 2013)

Preučili smo več ponudnikov kompaktnih plastičnih zbiralnikov ter na podlagi referenc izpostavili zbiralnice Rewatec. Narejeni so iz okolju prijaznega polietilena, volumni obsegajo od 1.000 pa vse do 10.000 l. Posebnost je ta, da so narejeni brez varov ali špranj in tako zagotavlja 100 % tesnjenje. To zagotavlja dolgoletno uporabo, zagotovljena življenjska doba je najmanj 25 let. Dostava tovrstnega zbiralnika je preprosta, saj ga izvajalci storitve pripeljejo na dostavnem vozilu. Vgradnja pa prav tako ni zahtevna oz. specifična, saj se enostavno izkoplje luknjo v zemljo, vsuje se pesek na dno te kotanje, nato se počasi zasipa cisterno s peskom in zemljo. Cena ter posledično debelina stene zbiralnika je odvisna predvsem od dovoljene obremenitve, saj nekateri prenesejo celo težo tovornjakov. Tovrstni stanejo 2.700 denarnih enot. Dodatnih 1.300 denarnih enot nas stane še zgoraj omenjeni sistem filtrov, črpalka ter krmilnik. To prikazuje slika 2.



Slika 2: Sistem za deževnico (Rewatec, 2013)

### 3.4 Ekonomski izračun

V tabeli smo predstavili obe ponudbi, ki bi nam ustrezali. V tabelo smo dodali trenutno ceno, ki jo plačujemo za vodo. Ta znaša 27 denarnih enot na mesec. Glede na analizo stanja porabe vode ter namena uporabe deževnice, smo pripravili naslednji izračun. 18 denarnih enot želimo privarčevati, 9 denarnih enot pa še vedno plačevati vodovodnemu podjetju. Podatke smo prikazali v tabeli 1.

Tabela 1: Razporeditev vodovodnega sistema (Merkur, etc., 2013)

Vrsta zbiralnika	10 posameznih	1 Rewatec
Skupni volumen	10.000 l	10.000 l
Cena zbiralnika	2.000 denarnih enot	2.700 denarnih enot
Cena celotne investicije	3.300 denarnih enot	4.000 denarnih enot
Amortizacijska stopnja	10 % oz. 330 denarnih enot letno	10 % oz. 400 denarnih enot letno
Sedanje plačilo vodarine (mesečni strošek)	27 denarnih enot	27 denarnih enot
Privarčevana vsota z uporabo deževnice (mesečni strošek)	18 denarnih enot	18 denarnih enot
Vsota, ki jo bom še vedno plačeval vodovodni družbi (mesečni strošek)	9 denarnih enot	9 denarnih enot
Točka preloma	20 let	24 let

Amortizacijska doba sistema je 10 let. V 10letih želimo povrniti tovrstno investicijo, čeprav je po zagotovilih proizvajalca življenjska doba vsaj 25 let. Voda, ki jo pridobimo s strehe je zastoj, tako se nam bo z leti investicija še bolj izplačala, saj se na svetovni ravni dvigujejo cene le-tega naravnega bogastva (Regeneracija, 2013).

Upoštevali smo tudi stroške čiščenja in tako na letni ravni dodali 50 denarnih enot. V nadaljevanju smo upoštevali še vsoto vodarine, ki jo bomo po naših izračunih

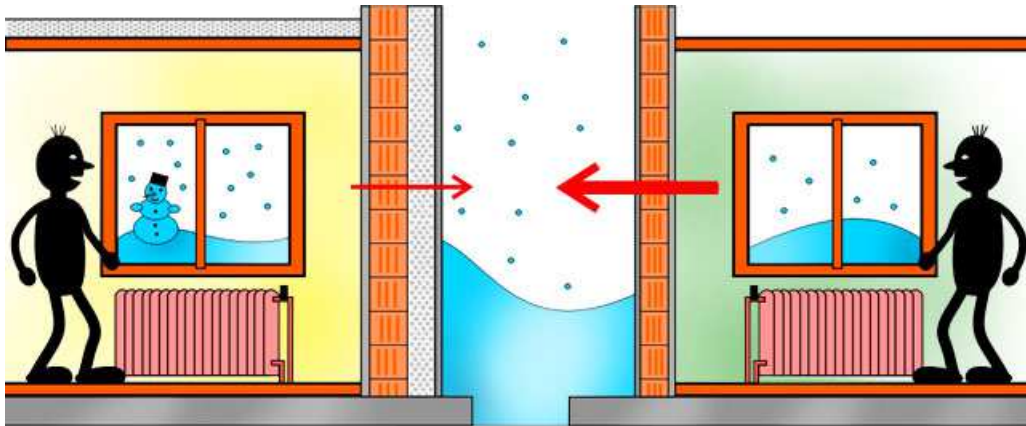
privarčeval z uporabo lastne deževnice. To je 18 denarnih enot na mesec, kar znaša 216 denarnih enot na letni ravni. Temu znesku smo odšteli 50 denarnih enot, ki smo jih namenili za vzdrževanje sistema deževnice. Tako dobimo znesek 166 denarnih enot. V primeru investicije v 10. posameznih zbiralnikov se nam investicija povrne v 19,8 leta, v primeru uporabe 1 Rewatec zbiralnika pa v 24 letih (Rewatec, 2013).

## 4 IZOLACIJA STAVBE

Ali smo kdaj pomislili, da hiša diha z nami? Zakaj se v hiši pojavlja plesen? Zakaj nas boli glava in smo zaspani? Odgovor je v prvem vprašanju: »hiša diha z nami«. Hiša je naložba za daljše časovno obdobje oz. za mnoge kar celotno obdobje življenja. En praktični primer iz vsakdanjega življenja je kupovanje obutve, obleke. Radi smo dobro oblečeni, velikokrat bi radi kupili kvalitetno obleko, ampak nimamo denarja. In posledica je obleka oz. obutev, v kateri naša koža slabo diha. Posledica je znoj, neprijeten vonj. Ampak obleko lažje zamenjamo ter kupimo novo, kot pa to lahko storimo pri našem prebivališču, saj prenove, adaptacije stanejo večjo količino denarja, poleg tega pa imamo še nered v hiši in ta čas potrebujemo nadomestno bivališče (Geoffrey, B., etc., str. 54–55).

Slab stik strešne in fasadne toplotne izolacije, neizoliran balkon ter temelji, povzročajo toplotne izgube. Takšna zgradba nam v obdobju 30–50 let bivanja, s svojimi toplotnimi izgubami, »v zrak« odnese več 10.000 denarnih enot. Poleg tega pa še ogroža naše zdravje z glivicami ter plesnijo. Kontinuirano prezračevanje ob ustrezni izolaciji je ključ do prijetnega bivanja. Sodobni izolacijski materiali, tehnološko dovršena okna, ter zadostno dovajanje kisika so ključ do zdravega bivanja. Razsvetljava, postavitve pohištva in opreme, to je potem že arhitektura bivalnih prostorov.

Starejše civilizacije so načrtovale svoje domove glede na lego sonca. Tehnični razvoj v 19. stoletju je prekinil sožitje z naravo ter pričela se je doba človekove nadvlade. Tako so pričeli stavbe izolirati z izolacijami iz naftnih derivatov, nam boljše poznani »stiropor«. Ampak kot sami vemo, so stavbe postajale neprodušno zaprte, pojavile so se alge na stenah ter v prostorih je bilo malo kisika. Bivalno udobje oz. občutek toplote prikazuje slika 3.



Slika 3: Občutek toplote (E-va, 2014)

#### 4.1 Toplotna prevodnost

Ovo je sestavljen iz same konstrukcije, izolacije ter ometa. Sama konstrukcija je statično preračunana in zagotavlja predpisano trdnost (Styrostone, 2014). Obenem pa tudi njena sestava vpliva na toplotno izolativnost ( $U$ ). Merilo posameznega gradbenega dela je koeficient toplotne prevodnosti ali » $U$ -vrednost«. Pokaže pretok toplote, ki gre skozi  $1 \text{ m}^2$  površine gradbenega dela pri  $1 \text{ K}$  temperaturne razlike. » $U$ -vrednost« se navaja v Watih na kvadratni meter in v Stopinjah Kelvina, krajše  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Preprosto pravilo se glasi: Manjša je » $U$ -vrednost«, boljša je toplotna izolacija gradbenega dela. Pri različnih, večplastnih stenah se » $U$ -vrednost« izračuna iz vrednosti materiala posameznih plasti. Odločilni vpliv ima debelina izolacijske plasti, ki je nanešena na zunanji gradbeni del, se pravi tisti del, ki ščiti stavbo pred vremenskimi vplivi, kot so veter, dež, toča, mraz, vročina, sneg, itd. (E-va, 2014).

Za preračunavanje  $U$ -vrednosti moramo poznati tudi debelino materiala in njegovo toplotno prevodnost  $\lambda$  (lambda). Slednja je konstanta materiala. Prikazuje količino toplote, ki prehaja skozi gradbeni material pod določenimi pogoji. Manjša je  $\lambda$ , boljše je delovanje oz. učinkovitost vgrajene toplotne oz. zaščitne izolacije. Toplotna prevodnost posameznih plasti (se pravi konstrukcija, izolacija) služi kot določanje koeficienta prehoda toplote. Za izračun potrebujemo natančno specifikacijo oboda zgradbe. Se pravi, da moramo upoštevati vsak element, ki nosi oz. obdaja našo zgradbo. Nosilna konstrukcija je konstanta, saj te ne moremo spreminjati. V kolikor nosilno konstrukcijo spreminjamo, potem porušimo statiko stavbe. Ostali elementi pa so spremenljivke. Se pravi, da notranjo in zunanjo

izolacijo lahko dodajamo, spreminjamo. To je adaptacija zgradbe, kar pomeni dodaten strošek. Adaptacija je smiselna, če v določenem časovnem obdobju pokrijemo stroške, ki smo jih imeli z adaptiranjem stavbe. Postavimo si časovno obdobje, do katerega se po izračunu cene materiala, dela, ter dodatnih stroškov investicija izplača ter začne prinašati čisti dobiček. Obenem pa moramo gledati tudi na naše dobro počutje. Velikokrat adaptiramo z namenom ugodnejše bivalne klime in pri tem niti ne analiziramo stroškov, ki so s tem povezani. Ampak to ni priporočljivo, saj nekatere adaptacije stanejo več kot je zmožen investitor plačati in se zato projekt ustavi in zgradba postane neuporabna (Styrostone, 2014).

Naša telesna temperatura je navadno višja od temperature teles, ki nas obdajajo. Tako v okolico oddajamo toploto. Vzemimo povsem banalen primer: Z rokami se dotaknemo kovine in se nam na dotik zdi hladnejša kot les, kljub temu da imata enako temperaturo. Nato bosì stopimo na keramične ploščice, parket ali preprogo in čeprav imajo obravnavana telesa enako temperaturo, se nam zdijo različno topla. To je posledica različne toplotne prevodnosti materialov. Torej, če nas obdaja snov, ki dobro prevaja toploto, občutimo hladneje, kot če nas obdaja snov, ki je slab toplotni prevodnik. Za lažjo predstavo vzemimo še primer, da smo v vodi. Takrat nam je veliko bolj hladno, kot če stojimo na zraku. Kljub temu, da imata oba objekta enako temperaturo, je zrak veliko slabši toplotni prevodnik kot voda. Toplotna prevodnost je podatek, ki nam pove, kako dobro neka snov prevaja toploto. Toplotno prevodnost označujemo z grško črko lambda ( $\lambda$ ) in ima enoto (W/mK). Toplotni tok (P), ki teče skozi snov, je sorazmeren s toplotno prevodnostjo. Debelejši kot je material, manjši toplotni tok teče skozenj. Toplotni tok je odvisen tudi od temperaturne razlike. Večja kot je temperatura razlika  $\Delta T$ , večji je toplotni tok (E-va, 2014).

Navadno nas zanima toplotni tok, ki prehaja skozi več materialov, ki so med seboj v stiku. Tako mora le-ta preiti več uporov. Ta podatek nam pove, kako določen material slabo prevaja toploto. Toplotno upornost označujemo s črko R in ima enoto  $m^2K/W$ . Kadar imamo več materialov skupaj, izračunamo posamezne upornosti in jih seštejemo. Nato pa izračunamo toplotni tok. Kot primer omenimo hišo, ki je obdana z različnimi plastmi izolacije. Večja je toplotna upornost stene, manjši toplotni tok teče skozi stene hiše (E-va, 2014).

## 4.2 Okna

Okna so tisti element stavbe, skozi katere gledamo v svet, ter nam ponujajo svetlobo, obenem pa prevajajo večjo količino toplote. Zato je priporočljivo izbrati varčna okna. To pomeni, da okna čimbolj (toplotno) ščitijo bivalne prostore pred vplivi iz okolice.

Vakuum je najboljši izolator, zato izbiramo večslojna okna, saj je tako dobimo več vakuuma, kajti med vsakim slojem je brezračen prostor ali vakuum. Znanstveniki so ugotovili, da pri neizoliranem objektu okna k skupnim toplotnim izgubam prispevajo 18 odstotkov (%). Se pravi, da je to približno 1/5 vseh izgub (poleg sten, strehe, tal). Kaj pa pri dobro izolirani stavbi? Tam pa je še večji razkorak in slednji znaša kar 54 odstotkov (%). To pa je že več kot 1/2 vseh toplotnih izgub. Zaskrbljujoč podatek.

Jasno je, da moramo upoštevati tudi velikost objekta (stavbe), ampak raziskava je jasen pokazatelj, da kar polovico energije izpustimo v ozračje skozi okna, ki nimajo primerne izolativnosti. Veliko je odvisno tudi od samega okvirja ter načina vgradnje v objekt. Najprej omenimo okvirje iz umetne mase, saj se ti v zadnjem času največ vgrajujejo. Npr. toplotna prehodnost plastičnega okvira je odvisna od števila zračnih komor. Trikomorni profili imajo toplotno prehodnost okrog 1,6 W/m<sup>2</sup>K, petkomorni pa 1,2 W/m<sup>2</sup>K. Več komor kot je, nižja je toplotna prehodnost. Na trgu so tudi osemkomorna okna, katera se uporabljajo večinoma pri vgradnji v severno orientirane stene. Slika 4 prikazuje zgradbo oz. strukturo varčnega okna (Gradim, 2014).



Slika 4: Struktura oz. zgradba varčnega okna (Gradim, 2014)



Profili iz lesa:

- pravilna debelina je 7 cm,
- les ne sme biti dolžinsko spojen,
- ampak praviloma je cela stranica iz enega kosa lesa.

Zavedati se namreč moramo, da je vsak spoj toplotna izguba. Uporablja se les iglavcev, predvsem smreka, macesen. Tovrstna struktura ima toplotno prehodnost od 1,5 do 1,8 W/m<sup>2</sup>K. Dilema pri lesu je, da ga je potrebno vzdrževati s primernimi premazi. Je pa vsekakor les naravni material, ki daje bivalnemu udobju prijeten navdih. Spodnja slika prikazuje nizkoenergetsko leseno okno, narejeno iz smrekovega lesa. Debelina okvirja 68 mm z aluminijasto odkapno letvijo, se pravi, da se voda ne zadržuje na njem. Osnovno zaščiteno oz. impregnirano s premazom, ki ščiti proti vremenskim vplivom, algami, plesnijo, insekti. Ima dvojnimi toplotno izolativno steklo. Toplotna prehodnost znaša 1.1 W/m<sup>2</sup>K. Vgrajeno z enojnim trajno elastičnim tesnilom (Merkur, 2014). To prikazuje slika 5.



Slika 5: Leseno okno (Gradim, 2014)

Sami se odločamo med lesenimi oz. okvirji iz plastičnih mas. Slednja so izdelana iz okvirja iz naravnega materiala (lesa), kar po eni strani pomeni več stroškov za vzdrževanje, obenem pa ljubitelju lesa pričara prijetno bivalno udobje. V tabeli 2 smo predstavili ekonomsko primerjavo oken.

Tabela 2: Primerjava različnih materialov (Jelovica, etc., 2014)

Vrsta materialov/Ostali parametri	Umetna masa	Les
Dimenzije (cm)	100x120	100x120
Toplotna prevodnost (W/m <sup>2</sup> K)	1,1	1,1
Cena	179	180

Cene so dejansko primerljive za dvoslojno steklo z vakuumskim polnilom. Odločiti se moramo, kaj želimo. Ali želimo okno, ki nam bo služilo vrsto let, brez da bi ga negovali z zaščitnimi sredstvi? Za tiste, ki pa želijo le imitacijo lesa, so na voljo okna iz umetne mase, ki so obarvana v barvo lesa.

Po raziskavah, ki so objavljene na portalu »Gradim.si«, je razvidno, da se toplotna prehodnost sodobnega okna giblje od 1,2 do 1,3 W/m<sup>2</sup>K. Za primerjavo naj bo podatek, da je toplotna prehodnost 30 centimetrov debelega opečnatega zidu brez izolacije 1,45 W/ m<sup>2</sup>K, istega zidu z 10-centimetrsko izolacijo pa 0,3 W/ m<sup>2</sup>K. Tudi čez dobro izolativno okno prehaja še vedno 3 do 4-krat več toplote kot čez dobro izoliran zid, zato je treba razmisliti o velikosti oken, koliko svetlobe res potrebujemo in posledično kako veliko okno je potrebno za naše bivalno udobje (Gradim, 2014).

### 4.3 Kamena ter mineralna volna

Minerali, katere vsebujejo kamenine se, iz vidika uporabe za izdelavo izolacij, ločijo na 2 skupini. Prvo skupino predstavljajo kamenine, katere zmeljemo in v za to izdelanih pečeh raztalimo. Najpogosteje se uporablja bazaltne kamenine, ki se jim med procesom obdelave dodaja koks. Poudariti želimo, da je zelo pomembna lastnost biotopnost vlaken. To pomeni lažjo obdelavo. Tako po temperaturnem procesu, ki poteka pri 1600 stopinj Celzija, talino razvlaknijo ter dodajo protiprašno ter vodoodporno emulzijo (Delo in Dom, 2014). Slika 6 prikazuje mineralno volno.



Slika 6: Mineralna volna (Delo in Dom, 2014)

Kaj pa steklena volna? Izdeluje se jo na osnovi kremenčevega peska. Vmes pa se dodaja odpadno steklo. Prav tako poteka ta proces pri zelo visokih temperaturah, vlakna so biotopna ter tako ne predstavljajo grožnje za okolje ter zdravje. Razlika pa je ta, da so ta vlakna bolj elastična. Ta fizikalna lastnost dovoljuje večjo stisljivost, kar pomeni lažje skladiščenje, oblikovanje, transport ter vgradnjo. Izdelek z manjšo gostoto ima manjšo toplotno prevodnost (Knauf insulation, 2014).

Obe izolaciji se odlikujeta po negorljivosti, saj imajo steklena vlakna temperaturo tališča  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ , kamena pa nad  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Izolaciji sta vodo-odbojni, porozni, tako sta primerni za izolacijo vseh delov stavb. Ampak poroznost pomeni, da obenem ob neposrednem izpostavljanju vodi, le-ta preide v notranjost izolacijskega materiala. Tako se pri strešnih konstrukcijah doda parno zaporo oz. hidroizolacijo, ki preprečuje deževnici prehod v samo izolacijo. Ta pojav je značilen za lesene konstrukcije, saj ob nalivih, močnih nevihtah preide deževnica tudi med strešnike in posledično med strešne nosilce in v izolacijo (Knauf insulation, 2014).

Zdravju sta neškodljivi, ampak pri demontaži je priporočljivo imeti zaščitno masko za dihala, saj se vlakna drobijo in drobni delci prehajajo v naša pljuča. Posledica je draženje nosne sluznice, kašelj. Deponiramo jih na bioloških otokih, saj sta obe ponovno uporabni ob ustrezni reciklaži.

Kot največjo prednost kamene volne bi izpostavili njeno izredno visoko temperaturo tališča. Ampak vseeno nas prepričajo steklena vlakna, saj se da le-te lažje obdelovati zaradi njihove elastičnosti in je tako ob sami vgradnji zapolnjen vsak prostor, vsaka špranja. S tem se izognemo toplotnim mostovom. Prednost je tudi obstojnost same izolacije, saj ne trohni, ne gnije, ne spreminja oblike in je kemično nevtralna sestava. Pri vgrajevanju moramo paziti, da se sama volna ne navlaži zaradi vpliva padavin, vlage (atmosferski vplivi). To storimo s parno zaporo, pri tem pa moramo paziti, da celotna konstrukcija »diha«, saj se drugače ustvari vlaga in posledično plesen (Delo in Dom, 2014).

#### **4.4 Celulozna izolacija in lesna vlakna**

Kot smo v začetku poglavja omenili, se nagibamo k vgradnji naravnih izolacijskih materialov, kot so naravna volna, les, celuloza (papir). Vse to nas obdaja v vsakodnevnem življenju. Papir je dober izolator, nekoč so časopisni papir vstavljali v čevlje, da pozimi ni zeblo v podplate. Lesene brunarice, mansarde, gorske kočice nam pričarajo prijetno vzdušje, saj les oddaja prijeten vonj ter je obenem odličen izolator. Poraja se nam vprašanje požarne varnosti. Les, papir, volna so namreč gorljivi materiali. Pa poiščimo odgovor. Presenečeni smo ostali, ko smo na spletni strani »Ekoprodukt« naleteli na demonstracijo požara v hiši, ki je izolirana s celulozno izolacijo. Slednja je sestavljena iz zmletega časopisnega ter navadnega pisarniškega papirja, kateremu je dodana borova sol. Borova sol ima več funkcij. Je naravni konzervans, se pravi da izolacijo ščiti pred plesnijo. Ker borova sol nase veže kisik, nas varuje pred insekti ter glodalci. Živali, ki zaidejo v slednjo izolacijo, jim le-ta posrka telesno vlago in to povzroči dehidracijo. Borova sol ob pojavu ognja naredi kristalno tvorbo, katera preprečuje dotok kisika in tako zavira proces gorenja (ogonj ob pomanjkanju kisika zamre ter se ne razširi v naslednje prostore) (Ekoprodukt, 2014).

Če pod drobnogled vzamemo naravne materiale, lahko z navdušenjem potrdimo, da nam nudijo prijetno bivalno okolje, obenem pa se na njih nabira plesen, alge, insekti. Te naravne škodljivce lahko zatremo na povsem zdravju prijazen način. Ena takšnih snovi je bor. Najdemo ga v periodnem sistemu elementov ter v naših domovih je prisoten v zaščitnih premazih za les. Njegovo dobro lastnost (to da ob stiku z ognjem

naredi kristalino in zavira proces gorenja) smo že omenili. Obenem pa bi radi dodali še to, da je bor mikrohrana rastlin in deluje kot pospeševalnik pretoka sladkorja od starih do novih poganjkov. Se pravi, da z uživanjem sadja, zelenjave in ostalih živil rastlinskega izvora, človek v povprečju dnevno zaužije od 1 do 3 mg bora. Dobimo ga tudi v kavi, vinu in pivu. V primeru da ga vdihavamo tudi ni težav, saj ga telo prebavi kot ostale neškodljive snovi.

Pa se posvetimo še malo požarni varnosti. Celulozna izolacija sicer sodi med gorljive snovi, ampak plameni obenem zelo hitro ugasnejo. Tako spada v požarni razred B2. Ob požaru se ne topi, tako ne kaplja in ne zaneti novih požarov. Pa tudi dimi se ne. Celulozna izolacija je tako v slabšem požarnem razredu kot kamena volna, ampak kljub temu lahko zatrdimo, da je boljša zaradi tega, ker borova sol zavira ogenj in preprečuje širitev požara. Evropske smernice zahtevajo, da so dimniki izolirani z izolacijskimi materiali iz skupine A. Se pravi, da celulozna izolacija ni dovoljena za tovrstne dele zgradb (Ekoprodukt, 2014). Slika 7 prikazuje celulozno izolacijo po tem, ko je v stavbi zagorelo.



Slika 7: Prikaz požara v stavbi s celulozno izolacijo (Ekoprodukt, 2014)

#### 4.4.1 Vgrajevanje celuloze

Celuloza se lahko nanaša na suhi ali mokri način. Kot primer mokre vgradnje smo zasledili njeno vgradnjo v prostoru, kateri mora biti dobro zvočno izoliran. Tako na stene studia nanesemo mokro celulozno izolacijo, saj je celuloza tudi odličen izolator zvoka oz. hrupa. 5 cm nanos mokre celuloze, ki ga s špricanjem nanesemo na steno, popolnoma zapolni vsako špranjo, vse preboje, instalacijske cevi in tako zvočno zaščito izboljša za 5 dB (Ekoprodukt, 2014).

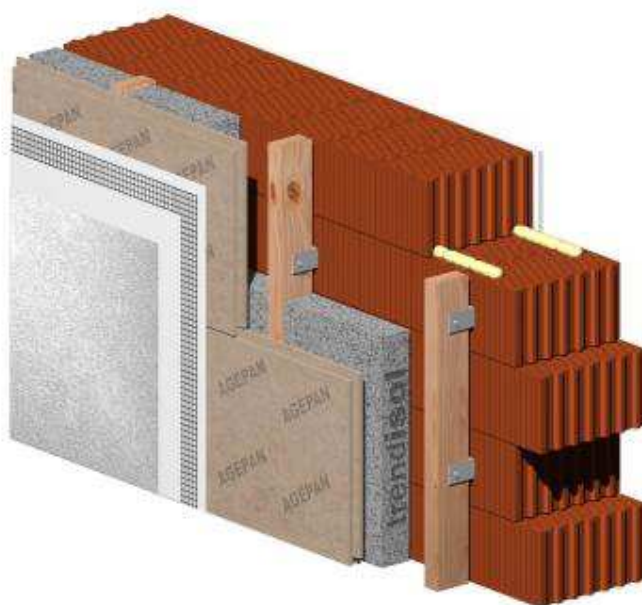
Pa smo spoznali še eno dobro lastnost celulozne izolacije, saj poleg temperaturne zaščite, nudi tudi odlično zvočno zaščito. Postopek mokrega nanosa celuloze je podoben zalivanju vrta. Navlaženo celulozo nanesemo na steno in to brez lepil do 8 cm debeline. Za večje debeline pa potrebujemo dodatke (lepila), zato se večje debeline vgrajuje z vpihovanjem. To je naslednji tehnološko dovršeni postopek, ki poteka ob ustrezni kontroli vgradnje. Vpihuje se po predpisani moči, ter doseči moramo normo. Gleda se namreč količino vgrajene izolacije na mersko enoto stene. Poleg tega še preventivno pregledujemo kvaliteto nanosa na sledeči način. V mavčnokartonsko konstrukcijo izvrtamo luknjo tako, da iz te luknje povlečemo valj celuloze ter preverimo njeno gostoto in ta valj vgradimo nazaj. Pa tudi v primeru, da bi na predelni steni odvijali mavčnokartonsko ploščo, se celulozna izolacija ne bi posula na tla, saj dobi svojo strukturo in postane kompaktna (Trendisol, 2014).

Tretji način pa je vgradnja s posipom. Ob izoliranju tlakov, celulozno izolacijo posujemo po tleh in poteptamo, kot poteptajo sneg na smučišču. Še prej pa moramo pripraviti pod tako, da ga razdelimo z vmesnimi utori, na katere po končani izolaciji, pritrdimo vrhnji del (Ekoprodukt, 2014). To prikazuje naslednja slika 8.



Slika 8: Postavitev lesene konstrukcije (Ekoprodukt, 2014)

Ker smo ravno omenili podkonstrukcije, naj povemo, da za vgradnjo celulozne izolacije vedno potrebujemo vmesni prostor in zato je podkonstrukcija nujno potrebna. Pri strešni konstrukciji je izvedba enostavna, saj kot nosilec podkonstrukcije vzamemo špirovce, ki so nosilci celotne strešne konstrukcije in ta vmesni prostor zapolnimo s celulozno izolacijo. Kako izdelamo dobroizoliran pod, smo opisali v prejšnjem odstavku, sedaj pa se posvetimo fasadi. Fasada je v večini primerov postavljena pravokotno na gravitacijo zemlje. To je zaključni sloj nosilne konstrukcije, na katero je smiselno nanesti izolacijo, saj prav nosilna konstrukcija povezuje bivalni prostor z zunanjim okoljem. Stekleno in kameno volno lepimo na nosilno konstrukcijo, pri izolaciji s celulozo pa napravimo podkonstrukcijo iz lesenih plošč. To prikazuje slika 9.



Slika 9: Fasadna celulozna izolacija (Ekoprodukt, 2014)

V to podkonstrukcijo nanese celulozno izolacijo z vpihovanjem. Najprej postavimo zunanje plošče. Za to se uporabljajo plošče iz lesa, ki so zaščitene pred vremenskimi vplivi, tudi pred točo. Fasadne plošče so izdelane tako, da ob pravilni montaži kljubujejo vremenskim vplivom več 100 let. Naravni material, ki je primerno zaščiteno, daje konstrukciji trdnost, dobro izolativnost ter trajnost. Poleg tega so te fasadne plošče iz lesnih vlaken, ki so med seboj stisnjena in impregnacijsko zaščitena. Tovrstne fasadne plošče imajo asimetrično obliko vlaken, kar daje celotni konstrukciji dodatno trdnost. So difuzijsko odprte oz. parapropustne. Hitra in enostavna montaža, lepilni trakovi, mrežice se nanje dobro primejo in tako je izdelava ometa precej enostavna. V kombinaciji s celulozno izolacijo postanejo odlična zvočna, požarna ter odlična toplotna zaščita pred hladom pozimi in vročino poleti. Za področje Zgornje Vipavske doline so tovrstne konstrukcije primerne, saj kljubujejo vetru, niso pa primerne tovrstne fasadne plošče za območja, kjer je prisotna stalna vlažnost (Ekoprodukt, 2014).

#### **4.5 Ekonomski vidik**

Kalkulacijo imenujemo računski postopek izračunavanja stroškov pa tudi učinkov določenega procesa. S slednjo metodo smo preučili obstoječi objekt ter tako dobili model za novogradnjo. Po vsebini, ki jo obravnavamo, razlikujemo tako kalkulacije stroškov poslovanja kot celote in kalkulacije stroškov za posamezne stroškovne nosilce. Glede na to, čemu je namenjena, vnaprejšnji informaciji za poslovno odločanje, sprotnemu usmerjanju poslovanja ali obračunu po določenem procesu, razlikujemo:

- Predkalkulacije, to so kalkulacije, predračuni, ki jih pripravljamo zato, da dobimo vnaprejšnje informacije za poslovne odločitve. Po svoji vsebini so to planske kalkulacije ali predračuni.
- Sprotne kalkulacije so tiste, ki jih pripravljamo za sprotno preverjanje procesov z namenom, da stroškovno obvladujemo poslovne procese in tako povečujemo poslovne rezultate.



- Podkalkulacije so kalkulacije, ki jih pripravljamo za potrebe primerjave predvidenih in dejanskih razmer po določenem časovnem obdobju oziroma po poteku določenega procesa (Bizjak, F., str. 109).

Pa pogledjmo ceno trenutnega energenta, se pravi kurilnega olja, v primerjavi z debelino izolacije. Vedno zahtevajmo, da je izolacija postavljena iz strani strokovnih delavcev, ter po opravljenem delu opravljeno testiranje. V naslednji tabeli smo pripravili analizo porabe kurilnega olja ob različnih debelinah izolacij. Najprej pa smo pripravili kalkulacijo stroškov. Ne pozabimo, da so preišljene odločitve sestavljene iz upoštevanja:

- enkratne investicije ter
- vsakoletnih stroškov ogrevanja (NEP Slovenija, 2014).

Izgradnja opečnatega zidu, debeline 19 cm, stane v povprečju 100 denarnih enot. Statika to dopušča. V kolikor pa za isti objekt zgradimo iz opečnatih blokov debeline 29 cm, pa nas stane nekje 1/3 več. Cena velja za kubični meter zidu. Ob upoštevanju tega dejstva, se moramo zavedati, da 10 cm razlike v debelini zidu, doprinese več bivalnega prostora. Po izračunih, katere smo opravili s pomočjo spletne strani »NEP Slovenija«, smo prišli do naslednjih ugotovitev in jih predstavili v tabeli 3.

Tabela 3: Poraba energije v odvisnosti od debeline izolacije (NEP Slovenija, 2014)

Poraba/Debelina toplotne izolacije (cm)	Brez izolacije	5	10	15	20
kWh	30.000	11.230	6.980	5.040	4.280
Kurilno olje (l)	3.000	1.123	698	504	428

Naš obravnavani objekt je zgrajen iz modularnega bloka debeline 19 cm. Letno potroši 3.000 l lahkega kurilnega olja, katerega liter stane 1 denarno enoto. Neverjeten podatek je, da z 5 cm debelino izolacije, privarčujemo več kot polovico tega energenta. Vsekakor to velja tudi za ostale energente. Kot je iz tabele razvidno, je že 15 cm debelina toplotne izolacije še veliko boljša rešitev. Ali je ekonomsko upravičena večja debelina? Pri dilemi ali izbrati 15 ali 20 cm izolacijo, so raziskave

pokazale, da vsak naslednji cm podraži investicijo za 1,7 %. Se pravi da 1 m<sup>2</sup> gotove fasade, ob upoštevanju da vgradimo 20 cm izolacije namesto 15 cm, stane 8–10 % več. V našem primeru privarčujemo v primeru da, namesto 15 cm izberemo 20 cm izolacije, dodatnih 15 % (razlika v porabi energenta je razvidna iz zgornje tabele).

V naslednji tabeli smo prikazali cene same postavitve konstrukcije. Pa začnimo pri strehi, kjer je situacija takšna, da v vsakem primeru potrebujemo strešno konstrukcijo.

Kot lahko razberemo iz zgornje tabele, je strešna konstrukcija iz lesno-vlaknenih plošč cenejša. Potrebujemo manj elementov za samo postavitve, kot veliko prednost pa bi omenili, da sodobne plošče ščitijo pred vlago ter so parapropustne. Tako ne potrebujemo parnih zapor, saj so Agepan plošče tako izdelane, da se stikajo z zato prirejenimi utori ter tako naš dom kvalitetno varujejo pred padavinami in vetrom. Poleg tega imajo sodobne plošče iz lesnih vlaken (Agepan) za 3,56 W/m<sup>2</sup>K boljšo toplotno prehodnost od klasike in več časa zadržujejo tako toploto kot mraz (fazni zamik) (Delo in Dom, 2014). V tabeli 4 smo predstavili strošek izdelave strešne podkonstrukcije.

Tabela 4: Kalkulacija strešne podkonstrukcije (Delo in Dom, 2014)

Vrsta	Elementi	Cena (na enoto)
Klasična	Deske (smreka), parna zapora, lepilni trak	8,60–9,68
Sodobna	Plošča iz lesnih vlaken (Agepan)	7

Pa pogledjmo naslednjo tabelo, v kateri smo pripravili primerljivost izolacijskih materialov in sicer smo primerjali same vrste izolacij med seboj ter debeline posameznih izolacijskih materialov ob upoštevanju same namembnosti. To smo predstavili v tabeli 5.

Tabela 5: Kalkulacija izolacijskih materialov (Ekoprodukt, etc., 2014)

Cena na denarno enoto/ Material	Cena na enoto za 15 cm fasade	Cena za 20 cm fasade	Cena za tla	Cena za streho
Mineralna izolacija	23,83	31,97	10,95	10,9
Celulozna izolacija	15,96	19,2	19,2	14,2
Podkonstrukcija	Mineralna: 0 Celulozna: 13,78	Mineralna: 0 Celulozna: 13,78	Mineralna: 0 Celulozna: 13,78	Mineralna: 9 Celulozna: 7
Cena montaže	Mineralna: 18 Celulozna: 18 + 4,8 = 22,8	Mineralna: 18 Celulozna: 18 + 4,8 = 22,8	Mineralna: 18 Celulozna: 18 + 4,8 = 22,8	Mineralna: 18 Celulozna: 18 + 4,8 = 22,8
Zaključni sloj (omet)	3,6	3,6	Izbira posameznika	Izbira posameznika
Skupna cena mineralna izolacija	44,83	52,97	28,95	37,9
Skupna cena celulozna izolacija	56,14	59,38	55,78	44

Primerjava posameznih izolacijskih materialov, ob upoštevanju cen več ponudnikov ter različni namembnosti in debelin samih izolacijskih materialov je pokazala, da je celulozna izolacija ob upoštevanju celotne gradnje oz adaptacije dražja. Z njo pa privarčujemo nekje 25–26 % energenta glede na klasično izolacijo. Ob upoštevanju, da ob vgradnji celulozne izolacije, toplota/mraz, preideta z večjim faznim zamikom v notranjost hiše. In ob dejstvu da ima celuloza dolgo življenjsko dobo, velja dobro razmisliti.

Predpostavimo, da vsako leto privarčujemo s celulozno izolacijo dodatnih 150 denarnih enot za ogrevanje (ob upoštevanju 26 % prihranka energenta glede na

mineralno izolacijo), ter da v poletnem času privarčujemo še dodatnih 120 denarnih enot zaradi manjše porabe električne energije iz vidika hlajenja. Se pravi, da na leto privarčujemo 270 enot (Mikstanovanja, 2014).

Gradbena podjetja nam ponujajo med seboj dokaj primerljive cene za izvedbo izolacije v našem objektu. Povpraševanje smo namreč poslali za:

- 90 m<sup>2</sup> talne izolacije,
- 85 m<sup>2</sup> strešne izolacije ter
- 235 m<sup>2</sup> fasadne izolacije (lastni podatki).

Pa predstavimo ponudbe naših izvajalcev v tabeli 6.

Tabela 6: Izvedba izolacij (Podsvojostreho, 2014)

Podjetja/Cene na enoto	A	B	C
Klasična steklena volna	8.000	9.000	7.930
Celulozna izolacija	10.300	13.000	9.940

Posebej zanimiva se nam zdi varianta C, kjer nam je podjetje, ki se ukvarja z zbiranjem različnih investorjev poslalo ponudbi, po katerih bi naša izvedba klasične izolacije stala 2.000 denarnih enot manj kot pa izvedba s celulozno izolacijo. Razlika v ceni je 2.100 denarnih enot. Investitorja sta priznana, za seboj imata že vrsto uspešno izpeljanih projektov, po zaključenem delu opravijo predpisana testiranja (tesnost in gostota). Investicija v celulozno izolacijo se v našem primeru iz ekonomskega vidika same vgradnje ne izplača. Ampak glede na prednosti, ki jih celuloza ponuja, je le vredno razmisliti.

V tabeli 7 smo združili kalkulacije, ki smo jih pridobili na osnovi privarčevanega energenta ter na osnovi različnih izolacij.

Tabela 7: Končna kalkulacija izolacij (po lastnih podatkih)

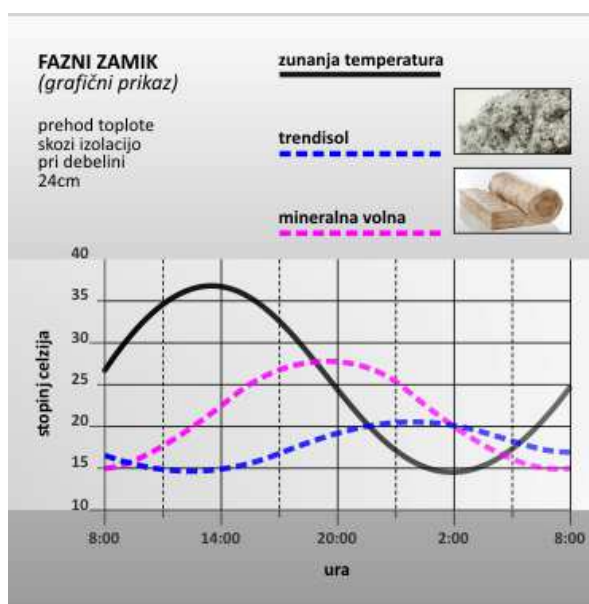
Vrsta izolacije/Cena na denarno enoto	Mineralna 20 cm	Celulozna 20 cm
Prihranek energenta (denarne enote/letno)	2.572	2.684
Cena postavitve izolacije (denarnih enot)	7.930	9.940
Amortizacija (leta)	3	3,7

Kot razberemo iz tabele, se v našem primeru investicija v izolacijo objekta povrne že v dobrih 3-eh letih. Zakaj tako hitro? Izhajali smo namreč iz popolnoma neizoliranega objekta in v primerjavi z le-tem, pripravili model za dobro izoliran objekt. Najprej smo proučevali ekonomičnost debeline izolacijskega materiala in prišli do zaključka, da je smotrna enkratna vgradnja. Kaj pa v primeru naknadnih adaptacij? Bolje je, da sedaj izdelamo 20 cm izolacije, saj nas ob adaptaciji stane samo delo okrog 18-23 enot na 1 m<sup>2</sup>. To je veliko za naše pojme.

#### 4.6 Povzetek

Kadar je med vlakni ujetega veliko zraka, takrat dobimo nizko toplotno prevodnost, saj je dejanski izolator zrak in ne sam material. Z vakuumom dosežemo najboljšo toplotno prevodnost. Lahki izolacijski materiali (stiropor, steklena volna) imajo težo okoli 20 kg/ m<sup>3</sup> ali manj in dosežajo toplotno prevodnost od 0,025 do 0,035 W/m<sup>2</sup>K, zato teoretično potrebujemo manjšo debelino toplotne izolacije pri računsko enaki toplotni prevodnosti. Ker pa na porabo energije vpliva tudi toplotna stabilnost in fazni zamik prehoda toplote, je še kako pomembna tudi masa materiala in specifična toplota. Fazni zamik prehoda toplote označuje čas, v katerem potekajo toplotne izgube med zunanjo in notranjo temperaturo. Amplituda temperaturnega vala prodira skozi konstrukcijo (steno) in se pri tem zmanjšuje (duši). »Karakteristična vrednost, s katero opišemo toplotno stabilnost konstrukcije, je dušenje temperature« (Ekoprodukt, 2014). Za periodo nihanja se vedno upošteva 24 ur, saj se temperatura spreminja čez cel dan. Cilj je doseči 12 urni fazni zamik na ovoju stavbe. S tem dosežemo, da se prostor v zimskem času čez noč ne ohladil preveč in v poletnem

času čez dan preveč ne segreje. Na kratko rečeno: Čas, ki preteče med pojavom najvišje temperature na notranji površini konstrukcije, imenujemo fazni zamik. In daljši kot je fazni zamik, manjše je temperaturno nihanje v prostoru glede na nihanje temperature zunaj. Tako lahki izolacijski materiali kljub izvrstni lambdi akumulirajo manj toplote. Zaradi slabšega faznega zamika se stavbe hitreje pregreva poleti in hitreje ohlajajo pozimi. Dejansko lahko primerjamo dve stavbi z enako izolativno vrednostjo, ampak dejanska poraba energije je lahko tudi za 26,4 % manjša, v kolikor je stavba izolirana s celulozno izolacijo, kar prikazuje slika 10 (Ekoprodukt, 2014).



Slika 10. Fazni zamik (Ekoprodukt, 2014)

Cena investicije je sicer okrog 10.000 denarnih enot, ampak se nam le-ta povrne v manj kot 4. letih, kar je navdušujoči podatek. Izbrali smo celulozno izolacijo, katera je sicer dražja, ampak na dolgi rok je za naše potrebe, odlična. Odlična pa zato, ker želimo v poletnih mesecih čimmanj uporabljati klimatske naprave, kar nam bo omogočila celulozna izolacija s svojim faznim zamikom. Vsekakor je za geografsko področje dobro imeti prav izolirano hišo, obenem pa je treba razmisliti, katera izolacija je najboljša za vaše potrebe oz. za okolico, v kateri živimo.

## 5 OSTALI ENERGENTI

V tem poglavju smo predstavili biomaso, sončno ter vetrno energijo kot obnovljive vire energij ter njihovo smotrnost za zamenjavo fosilnih goriv (kurilno olje). Pri kurjenju lesa nastaja lesni plin, ki ga lahko uporabimo kot pogonsko gorivo za motor z notranjim izgorevanjem, katerega priključimo na električni generator ter pridobivamo električno energijo. Prav tako lahko z izkoriščanjem vetra in sonca pridobivamo električno energijo s pomočjo različnih naprav. Veter poganja vetrnice, te pa vrtijo električne generatorje, kateri proizvajajo električni tok. Sončna energija se absorbira v zato izdelane naprave in tako se proizvede električna energija (Obnovljivi viri energije, 2010).

Smo okoljsko naravnani, zato bomo temu poglavju posvetili več časa. Nedopustno se nam namreč zdi, da v 21. stoletju še vedno kurimo fosilna goriva, saj tovrstna goriva ne spadajo k obnovljivim virom energije, saj so nastala z dolgotrajnim procesom, ki je potekal brez prisotnosti kisika. Dejstvo je, da teh rastlin, ki so se »spremenile« v fosilna goriva, ne morejo obnoviti rastline, ki so sedaj prisotne na planetu, ampak bo za to potrebno veliko več časa.

Proizvajalec biomase je naravni faktor in to je Sonce, ki s pomočjo vode, ogljikovega dioksida tvori ogljikov monosaharid-sladkor (fotosinteza). Tako se energija sonca spremeni v kemijsko energijo, ki je vezana v obliko organskih ogljikovih skupin. Pri tem procesu, ki ga imenujemo fotosinteza, se sprošča kisik. Zato priporočamo uporabo lesne biomase.

Ko rastlina, drevo odmre, se prične odvijati nasprotni proces od fotosinteze. Razkrajanje biomase porablja kisik in v ozračje sprošča ogljikov dioksid ter toploto. Tako lahko ta proces obrnemo sebi v prid s pridobivanjem tovrstne energije, ki se že leta sprošča v naravi. Razkrajanje oz. gnitje lahko zamenjamo z gorenjem in tako lahko ogrevamo svoja stanovanja ter pridobivamo električno energijo (Obnovljivi viri energije, 2010).

## 5.1 Opredelitev problema

Problem se poraja v nastajanju tople grede v ozračju, katera je posledica prevelikega izpusta ogljikovega dioksida v ozračje. Pri kurjenju fosilnih goriv nastaja ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>), ki ga rastline »predelajo« v kisik, a problem se poraja v preveliki količini le-tega plina. Kot smo že v uvodu omenili, so fosilna goriva nastajala milijone let in prav tako bo potrebna daljša doba, da se bodo razgradili plini, ki so nastali ob uporabi le-teh goriv.

Učinek tople grede poznamo predvsem kot »vzrok« za segrevanje zemeljskega površja. Prav to je namen plinov v atmosferi, ki zadržujejo sevanje sonca na površino Zemlje. Če teh plinov ne bi bilo, bi bila Zemlja obdana v ledeni plašč. Življenja na našem planetu ne bi bilo. Tekoče vode ne bi bilo, brez katere pa kot vemo, ni življenja, vsaj v takšni obliki, kot ga poznamo.

Z industrializacijo je človek pričel vse bolj spreminjati svoj način življenja. Hotel je izboljšati obstoj poznanega načina življenja s proizvodnjo novih stvari. Pri tem je pozabljal na okolje, saj je pričel nekontrolirano izrabljati fosilna goriva, železovo rudo, proizvajati razne kemikalije. Napačnega ravnanja z okoljem se je pričel zavedati šele proti koncu 20. stoletja.

S povečanim izpustom toplogrednih plinov v ozračje poskrbimo, da je koncentracija toplogrednih plinov večja in tako atmosfera absorbira večjo količino sončnih žarkov. Tako se naš življenjski prostor na Zemlji krči, saj se zaradi prevelikega segrevanja talijo ledeniki in širijo puščave. Poskrbeti moramo za ustavitev prekomernega izpusta CO<sub>2</sub> v ozračje ob dejstvu, da ne zaustavimo pridobivanja električne energije, ogrevanja stanovanj, transporta. Spremeniti moramo način življenja tako, da ne trošimo energije, če ni potrebno. Obenem pa moramo pričeti uporabljati alternativne vire energije, pridobivati eko-energijo. Ekonomski problem pa se poraja v tem, da je cena fosilnih goriv (kurilnega olja) iz leta v leto dražja (Obnovljivi viri energije, 2010).



## 5.2 Biomasa kot obnovljivi vir energije

Biomasa nastaja s procesom fotosinteze. Ko ta biomasa odmrje, se prične proces gnetja, ki v ozračje oddaja ogljikov dioksid. Prav tako nastaja isti plin z zgorevanjem biomase. Tako ta nastali plin porabi pri procesu fotosinteze rastlina, ki je nasledila prejšnjo, le-to pa smo uporabili za pridobivanje energije iz biomase. Tako narava sama reducira raven ogljikovega dioksida v ozračju oz. atmosferi in ohranja primerno klimo za življenje na površju našega planeta. Les ne vsebuje žvepla in tako ne nastane kisli dež (Obnovljivi viri energije, 2010).

## 5.3 Zgodovina uporabe biomase

Najosnovnejša uporaba biomase je ogrevanje domov s pomočjo kurjenja lesa, polen.

Kemična zgradba lesa:

- 50 % ogljika,
- 44 % kisika,
- 6 % vodika
- železa, dušika, kalcija, kalija vsebuje manj kot 1%.

Les so »kuhali« v kopah in tako pridobili oglje, katero vsebuje 85 %–98 % ogljika. Tako so tam, kjer je bilo potrebno proizvesti veliko energije, npr. za taljenje železove rude, uporabljali lesno oglje. Tako je bilo vse do leta 1700, potem pa je človek z industrializacijo pričel, zaradi potrebe po velikih količinah energije, uporabljati fosilna goriva, najprej premog. Premog je nastal s karbonizacijo, vsebuje velik delež ogljika in ima tako visoko kurilno vrednost. Njegova uporaba pa je ekološko sporna, saj v ozračje preide veliko ogljikovega dioksida, ki ga današnji mikroorganizmi ne morejo predelati v kisik, saj je premog nastajal milijone let in bo prav tako potrebno veliko časa, da bo ponovno nastal in se bo ozračje uspelo »očistiti« vsega onesnaževanja, ki nastaja s kurjenjem fosilnih goriv. Fosilna goriva povzročajo tudi kisli dež, saj vsebujejo nekje do 5 % žvepla, ki preide v ozračje in se veže z ostalimi spojinami v ozračju. Tako nastane žveplov dioksid (SO<sub>2</sub>), kateri ob padavinah preide na zemeljsko površje in poškoduje žive organizme, saj se spremeni pH vrednost zemlje.

Za države v razvoju predstavlja delež pridobivanja energije iz biomase 80 %, kar za te države predstavlja primarni vir energije. Biomasa je še vedno najpomembnejši nefosilni vir energije. V razvitem svetu je delež uporabe biomase odvisen od naravnih danosti. Tako največji delež biomase uporabljajo v Skandinaviji, saj imajo veliko gozdnatih površin. Preko 54 % Slovenije pokrivajo gozdovi, tako imamo odlično naravno danost za pridobivanja energije iz biomase. V Sloveniji se več kot 100.000 domov ogreva s pomočjo biomase. V največji meri se uporablja lesna biomasa. Naslednja slika prikazuje klaftre (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010).



Slika 11: Klaftre (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010).

#### **5.4 Lesna biomasa**

Lesna biomasa je glede toplogrednih plinov emisijsko nevtralna, dokler je poraba le-te enaka prirastu. Lesna masa srednje starega bukovega gozda ima v enem hektarju vezanega 200 do 250 ton čistega ogljika. V primeru industrijske obdelave lesa v pohištvo, gradbene elemente, ostane ogljikov dioksid vezan v lesu in ne preide v ozračje (Obnovljivi viri energije, 2010).

K lesni biomasi prištevamo lesne ostanke pri industrijski obdelavi lesa. Prav tako sodijo k pojmu biomase gozdni ostanke, ki jih predstavljajo krošnje dreves, vejevje,

manjša drevesa, kratka les, ki ni primeren za industrijsko obdelavo. Ne uporabljamo pa lesnih ostankov, ki so kemično obdelani. Tako npr. les, ki je bil kemično zaščiten proti vremenskim vplivom, škodljivim žuželkam, ne uporabljamo za predelovanje lesnih ostankov v uporabno biomaso.

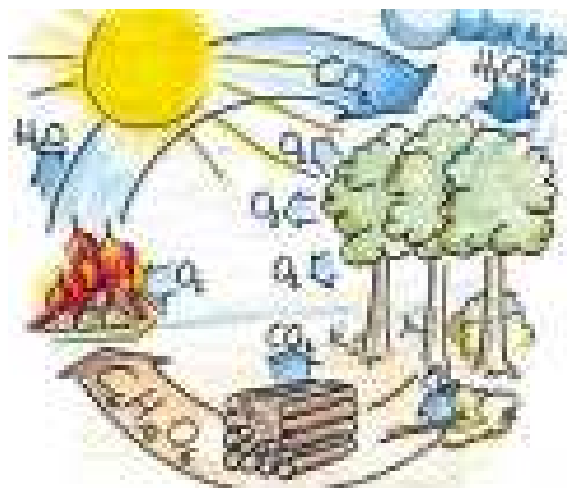
Biomasa kot celota (industrijski in komunalni odpadki, hitrorastoči les, lesni ostanki, grmičevje, žita, oljna repica, sladkorna pesa, slama, kanalizacijski ter živinorejski odpadki) predstavlja četrty največji energijski vir v svetu. Pričakuje se predvsem rast potreb po električni energiji. Tovrstno energije se lahko pridobi s pomočjo uporabe biomase. Predvideva se tudi porast uporabe tekočih bio-goriv, katerih uporaba je že zelo razširjena v Južni Ameriki, kjer so močno znižali raven ogljikovega dioksida nad mestom Rio de Janeiro v Braziliji (Obnovljivi viri energije, 2010).

## **5.5 Piroliza**

Biomasa lahko pretvorimo v sekundarna goriva s pomočjo anaerobnega vrenja, kurjenja, vrenja, iztiskanja, briketiranja ter pirolize. Slednji postopek se uporablja za uplinjanje lesne biomase oz. lesa. Tako nastane lesni plin. Piroliza je postopek, kjer z manjkom kisika poteka razkroj snovi pri višji temperaturi, nekje do 500 °C. V primeru dodajanja večje količine kisika bi te snovi zgorele in tako ne bi dobili lesnega plina. Snovi z višjo molsko maso se tako razgradijo v snovi z nižjo molsko maso. Postopek uporabljamo tudi za pridobivanje oglja, kjer prav tako ne dovajamo kisika, saj bi tako les zgorel v pepel. Pri pirolizi tako nastane oglje ter lesni plin (Cometh, 2013).

## **5.6 Zakaj uporabljati lesno biomaso?**

S smotrno izrabo lesne biomase se narava sama opomore in tako se emisijske vrednosti ogljikovega dioksida v atmosferi manjšajo. Slika 12 prikazuje življenjski cikel drevesa (Obnovljivi viri energije, 2010).



Slika 12: Obnavljanje biomase (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010).

Emisij žveplovega dioksida skoraj da ni, kar je velika prednost, saj vemo, da le-te emisije povzročajo nastanek kislega dežja in s tem uničevanje površja zemlje s spreminjanjem vrednosti pH. To je zelo pomemben podatek, ki lesno biomaso prikazuje okolju prijazno. S sodobnimi izgorevanjem v tehnološko dovršenih pečeh in kotlih omogočamo še nižje izpuste emisij v ozračje. S prehodom iz fosilnih goriv na lesno biomaso ne bi le izboljšali kakovost zraka, ampak tudi kakovost izrabe gozdov. Lahko uredimo celo nasade dreves, ki so najprimernejša za predelavo v lesno biomaso. Lesna biomasa ne povzroča nevarnosti pri prevozu ter skladiščenju, saj ni eksplozivna ali lahko vnetljiva, kot so ogljikovodiki (nafta in zemeljski plin). Tako privarčujemo pri transportu in skladiščenju. Lesna biomasa ponuja ekonomsko nišo, saj bi lahko opuščene površine ponovno gospodarno uporabili. Tako bi pridobili nova delovna mesta na področju kmetijstva, gozdarstva, razne industrije ter storitvenih dejavnosti. (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010).

## 5.7 Oblike lesne biomase

Les je na voljo v različnih oblikah kot:

- lesni ostanki iz gozdov, parkov, ter neprimeren les za industrijsko obdelavo, grmičevje,
- plantažni, namensko pridelan les za pridobivanje energije (topol, vrba),
- ostanki pri industrijski obdelavi lesa,

- stara drevesa in star papir.

V hektarju gozda je 0,6 do 1,4 m<sup>3</sup> nekakovostnega lesa in ostankov. Upoštevajmo kot povprečje 1 hektar, 1 m<sup>3</sup> tovrstne lesne biomase. Les, kateri je primeren za industrijsko obdelavo, npr. za izdelovanje omar, stolov, se ne uporablja za pridobivanje energije, ampak se raje zasadi nasade hitro rastočega drevja (topol).

Plantaža topol zahteva cikel rasti od 1 pa do največ 5 let. Potem strojno zmeljejo les in iz njega naredijo sekance, brikete. Prav tako se lahko zmelje les odsluženega pohištva, gradbenega materiala, ki ni bil kemijsko zaščiten (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010).

## 5.8 Priprava, transport in skladiščenje

Les lahko pripravimo za uporabo v gozdu ali pa v predelovalnem obratu. V gozdu lahko les spremenimo v sekance s pomočjo sekačev, ki jih poganjamo s traktorji oz. drugimi delovnimi stroji.

Lesno biomaso uporabljamo v naslednjih oblikah:

- polena,
- sekanci,
- žagovina,
- briketi in peleti,
- klaftre.

Polena so kosi lesa dolžine približno 15 do 50 cm. Uporabljamo jih za ogrevanje stanovanj. Klaftre so kosi lesa dolžine 100 cm ali več. Primerna so za transport iz gozda do kurišča, kjer pa jih pred uporabo razrežemo na velikost polen (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010).

Zaradi avtomatskega dovajanja biomase v peči polena niso primerna, saj je veliko natančneje dovajati sekance – to je zmlat les velikosti do 3 cm. Večji kosi bi lahko povzročili motnje v delovanju, saj doziranje ne bi bilo tako natančno. Če peč ni avtomatizirana in moramo sami dovajati sekance, jih lahko pripravimo tudi večjih dolžin, nekje do 20 cm. Naslednja slika prikazuje sekance, ki so primerni za kurjenje

v avtomatiziranih kotlih, ki sami dovajajo predpisano količino lesne biomase ter kisika in posledično dosežemo optimalno izgorevanje. Tovrstno optimalno izgorevanje je popolno izgorevanje, ki izpusti v ozračje veliko manjšo količino emisij, kot pa nekontrolirano gorenje (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010). Slika 13 prikazuje sekance.



Slika 13: Sekanci (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010)

Pri rezanju oz. žaganju lesa nastane žagovina, ki je stroškovno ugodna ter preprosta za kurjenje. Iz nje s postopkom stiskanja izdelujejo brikete in pelete. Z eno besedo jih imenujemo stiskanci. Ti so zelo učinkoviti, saj jih avtomatizirana peč najlažje dozira, ker so enake oblike in tako plamen gori s konstantno močjo. Leva slika prikazuje manjše delce, ki jih imenujemo peleti in so zelo majhni. Na sliki 14 pa lahko vidimo brikete, ki so velikosti polen.



Slika 14: Peleti, briketi (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010)

V tabeli 8 bom predstavil potek izdelave peletov oz. briketov. Predstavil bom šest pomembnih faz.

Tabela 8: Priprava peletov, briketov (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mletje</li> </ul>	Vhodni material se zmelje v manjše delce, ki morajo biti enakih velikosti.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sušenje</li> </ul>	V vrtečih se bobnih lesni prah osušijo na približno 10 % vlažnost.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peletiranje</li> </ul>	Osušen prah stisnejo, lignin v lesu deluje kot vezivo, tako ni potrebno dodajati lepila.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sušenje</li> </ul>	S hitrim postopkom sušenja dosežejo, da se lignin strdi in obdrži briket oz. pelet prvotno obliko.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ločevanje</li> </ul>	Ostanke ponovno predelajo.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shranjevanje</li> </ul>	V vreče, zaboje, silose.

Kurilnost lesa, ki jo merimo v kJ/kg, je odvisna od vsebnosti vlage v lesni biomasi. Čim manjša je vlažnost, večja je kurilnost. Večja kot je vsebnost vode v lesu, slabši je izkoristek energije lesa ter povečajo se emisije in prah, kar ni dobro ne za samo življenjsko dobo peči kot ne za ozračje. Zato imajo sodobni kotli vgrajen postopek sušenja lesa preden le-ta zagori. Paziti pa moramo tudi pri skladiščenju, saj npr. sekanci pri večji vsebnosti vode od 25 % pričnejo gniti oz. se na njih pojavi plesen. Naslednja tabela prikazuje razmerje med vlažnostjo in razmerje vode v lesu. Oboje izrazimo procentualno glede na celotno sestavo lesa. To prikazuje tabela 9.

Tabela 9: Specifikacija vlažnosti lesa (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010)

Vsebnost vode (%)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Vlažnost lesa (%)	11,1	17,6	25,0	33,3	42,9	53,8	66,7	100,0	150,0

Les vrednotimo v kubičnih metrih (m<sup>3</sup>) oz. v prostorninskih metrih (pm<sup>3</sup>) ter nasutih meter (nm<sup>3</sup>). Kubični meter uporabljamo za vrednotenje hlodovine, prostorski meter za vrednotenje zloženih polen, klafter. Količino sekancev pa vrednotimo z nasutim metrom. Lesa ne vrednotimo glede na maso, saj vlažen les predstavlja veliko večjo maso kot osušen.

Tehnologije priprave lesa so zelo napredovale, saj lahko mobilne naprave, ki jih priključimo na delovne stroje, uporabljamo kar na samem mestu, kjer se biomasa nahaja. Tako ni potrebno posebej obdelovati »posekanega« lesa, ampak zmeljemo kar cele veje, oziroma se zapeljemo kar čez grmičevje. Tako prihranimo prvotno fazo sečnje, razrez ter transport do drobilca oz. sekača. Obstajajo tudi stroji, ki imajo lastni pogon in so prirejeni za vožnjo po odročnih poteh (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010).

Sekance transportiramo s traktorji, kamioni, železnico, kjer mora biti zagotovljena zračnost ter nizka relativna vlažnost. Na daljše razdalje ne transportiramo polen, saj zaradi boljše izkoriščenega prostora transportiramo klaftre, ki jih ob samem kurišču razžagamo na polena. Klaftre in polena lahko skladiščimo tudi na prostem, ampak pred uporabo jih je dobro osušiti. Sekance pa skladiščimo v pokritih, zračnih prostorih da jih zavarujemo pred plesnijo, pred uporabo pa jih ni potrebno sušiti, saj jih kurišče s pomično rešetko samo učinkovito osuši. Še zelenih sekancev pa ni rentabilno sušiti v pečeh, saj tako potrebujemo 1/3 vse energije za to. Tako v Avstriji zelene sekance sušijo v silosih, opremljenih s toplozračnimi sprejemniki sončne energije. Tako energija sonca ogreje zrak, ki nato osuši zelene sekance. Pred uporabo lesne biomase moramo počakati, da se le-ta najprej osuši, saj lahko tako porabimo



vso energijo za ogrevanje stanovanj, prostorov in ne za sušenje lesa. Zeleni sekanci imajo takoj po poseku nad 40 % vlage.

Toplotno moč kurilne naprave izračunamo na podlagi kurilnosti goriva in količine goriva, ki zgori na časovno enoto. Tako lahko določimo mejne emisijske vrednosti (MEV). Moramo se držati predpisanih vrednosti za biomaso in ne za mešano gorivo. Ne smemo kuriti lesa, ki vsebuje halogenirane organske odpadke. Takšne spojine vsebuje odpadni les, ki je bil lepljen. Emisije znižamo s pomočjo tehnologije sodobnih, tehnološko dovršenih kurišč, ki omogočajo zgorevanje lesa v več fazah.

Pri uporabi biomase potrebujemo trikrat manj sive energije kot pri kurjenju s kurilnim oljem. Pod pojem sive energije označujemo energijo, ki jo potrebujemo za pridobivanje, predelavo, transportiranje nosilca energije do kurišča. Prav tako denar ostane v državnem gospodarstvu, saj les zraste na naših tleh, predelajo ter transportirajo ga naša podjetja. V primeru uporabe kurilnega olja, le tega dobimo iz tujine in tako gre približno 2/3 denarja v tujino (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010).

## **5.9 Gorenje lesne biomase**

To je postopek, ki zahteva kemično in fizično poznavanje goriva, v našem primeru lesa. Biomasa sestavlja v največji meri celuloza ter lignin. Vezanega ima več kisika in manj aromatičnih spojin kot npr. premog. Kemična sestava vpliva na sestavo emisij. Fizikalne lastnosti pa vplivajo na kakovost gorenja oz. energetske učinkovite izrabo. Pomembni fizikalni lastnosti lesa oz. biomase sta vlažnost ter gostota. Tako upoštevamo razmerje med posušenim in neposušenim, zelenim lesom (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010).

### **5.9.1 Tehnike zgorevanja**

Zgorevanje lesne biomase razdelimo v tri glavne faze:

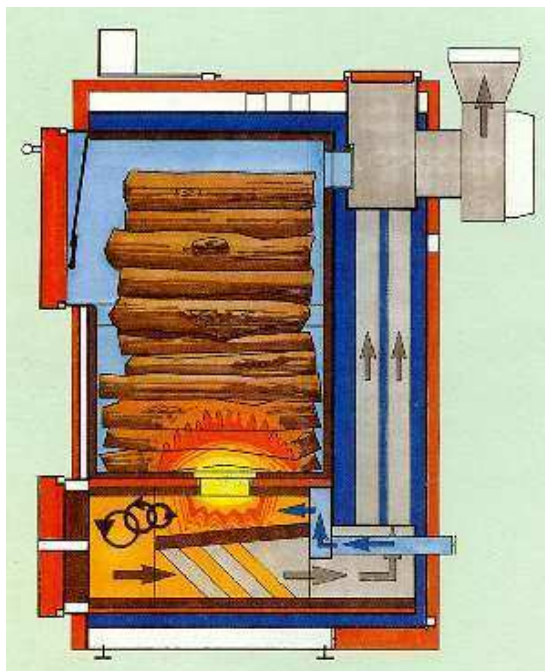
- les segrejemo da se osuši tako, da poteka piroliza pri dovodu primarnega zraka, pri temperaturah do 500 °C,

- dovajamo sekundarni zrak, poteka oksidacija plinov pri temperaturah 800 do 1200 °C, vrtinčenje sekundarnega zraka povzroči kakovostno zgorevanje,
- tretja faza pa predstavlja oksidacijo oglja (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010).

Najstarejši način zgorevanja je primer klasične rešetke, ki je še vedno aktualen za ogrevanje stanovanjskih domov, manjših industrijskih obratih. Sekundarni zrak se dovaja v območju plinifikacije, sam les pa gori spodaj v zgorevalni komori. Nalaganje goriva, največkrat polen, je ročno.

Okolju neoporečno kurjenje omogočajo novejša kurilna naprava, ki imajo prezračevalno kurišče z obrnjenim pretokom zraka. Zgornji zalogovnik ročno napolnimo s poleni. Ventilator dovaja svež zrak v kurišče zalogovnika. Tako se v zgornjem delu zalogovnika les osuši, sledi faza uplinjanja in nato se zaneti plamen, ki je posledica lahko gorljivih snovi. Namesto rešetke imajo te peči keramično ploščo, skozi katero se vrtinčijo produkti zgorevanja v sekundarno komoro. Tam se le-ti mešajo s sekundarnim zrakom in tako poteka proces glavnega zgorevanja. Ta proces poteka pri 1100 °C in tako zgorijo tudi težko gorljive substance. Plamen je modre barve, takšen kot pri izgorevanju zemeljskega plina. Produkti gorenja zapustijo sekundarno komoro skozi odprtino v keramični plošči.

V primeru, da imamo gorivo enake velikosti, ki je lahko največja 3 cm, potem lahko proces nalaganja lesne biomase v kurišče avtomatiziramo. Z enakomernim, avtomatiziranim dovajanjem delcev enakih velikosti, dosežemo popolno zgorevanje. Tako dosežemo manjše emisijske vrednosti in povečamo skrb za okolje. Slika 15 prikazuje kurišče z dovajanjem primarnega in sekundarnega zraka (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010).



Slika 15: sodobno kurišče (Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije, 2010)

## 5.10 Lesni plin

Lesni plin je s termičnim razkrojem lesa (lesna piroliza) nastala gorljiva plinska zmes. Pri povprečni temperaturi pirolize (450 do 600 °C) vsebuje 49 % ogljikovega dioksida, 34 % ogljikovega monoksida, 13 % metana, 2 % etilena in 2 % vodika. Med 2. svetovno vojno so lesni plin uporabljali za pogon avtomobilov, sedaj pa predvsem za pridobivanje električne ter toplotne energije (Obnovljivi viri energije, 2010).

Že več časa poslušamo polemike, da večino lesa izvozimo v sosednji državi (Avstrijo ter Italijo). Zasedili smo podatek, da Republika Slovenija izvozi letno 1,9 milijonov m<sup>3</sup> lesa. To je energetska ekvivalentno proizvodnji el. energije v jedrski elektrarni Krško. To je neverjeten podatek, ki nas je šokiral. Kot mladi gospodarski inženirji smo prepričani, da je mogoče na tem področju s pomočjo znanja ter naravnih danosti narediti preobrat v slovenskem prostoru. Potrebno je izvesti konkreten preskok v naši miselnosti ter razmisliti v smislu prehoda od poslovno manj razvite dejavnosti do tehnološko visoko razvite in svetovno priznane dejavnosti, ki svoje surovine, naravne danosti, spreminja oz. predeluje na tehnološko dovršen način in to v energijo

ter izdelke z visoko dodano vrednostjo. S tem bi v Sloveniji zmanjšali brezposelnost, povečali izobraževanje novih kadrov s področja poznavanja rabe biomase ter izboljšali okolje z manj izpusti fosilnih goriv v ozračje (Energetika-Ruse, 2014).

### **5.10.1 Lastnosti**

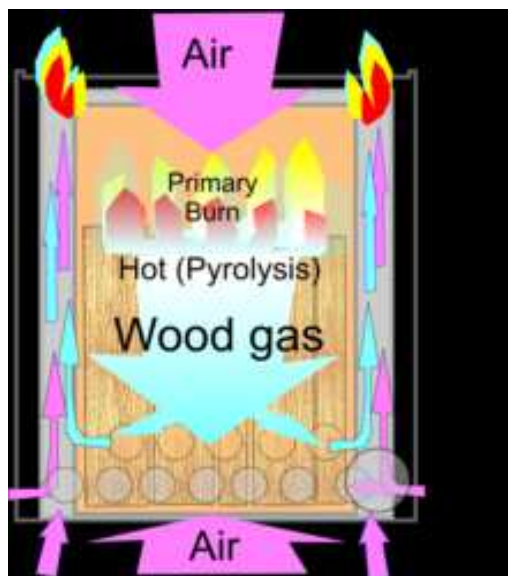
Zgorevanje in uplinjenje sta postopka, ki skoraj vedno potekata skupaj. Razlikujeta se v dovajanju zraka, saj uplinjenje poteka ob pomanjkanju, zgorevanje pa s presežkom zraka oz. kisika. Če postopka izvedemo v istem kotlu in ne posebej, potem nastane presežek kisika, kar povzroči slabši izkoristek lesne biomase ter več emisij.

Pri procesu uplinjanja nastane v reakcijski coni ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) in para. Preko presežka ogljika se pretvorita v gorljive pline:

- vodik (H<sub>2</sub>),
- ogljikov monoksid (CO).

V zgorevalni komori s povišanjem temperature pospešimo proces nastajanja plina ter dosežemo večji izkoristek. Izguba plina se definira z vsebnostjo pare, saj s pomočjo le-te izpareva. Para nastaja zaradi vlažnosti lesa ter zaradi vode, ki nastaja pri gorenju lesa. Del te vode se porabi pri vezavi vodika, preostanek se izloči kot prosta voda.

Pretvorba CO<sub>2</sub> v CO se ustavi, če temperatura v reakcijski coni pade pod 700 °C. Slika 16 prikazuje postopek nastajanja lesnega plina (Eco power cea, 2010).



Slika 16: Proizvajanje lesnega plina (Eco power cea, 2010).

Pepel, ki nastane pri uplinjanju oglja, potuje skupaj z lesnim plinom in se ustavi v filtru. Plin nastaja v uplinjevalcu na poti od zračnih šob navzdol po kurišču. Plin CO<sub>2</sub> mora teči preko žarečega oglja (žarilna temperatura ne sme pasti pod mejo 700 °C). Tako se CO<sub>2</sub> reducira v CO, kar je bistvo za nastanek kvalitetnega lesnega plina (Eco power cea, 2010).

### 5.10.2 Proizvodnja lesnega plina

Po drugi svetovni vojni ni več primanjkovalo naftnih derivatov, tako so vozila na lesni plin opustili, izjema so bili nekateri delovni stroji, kateri so še uporabljali kot pogonsko sredstvo, lesni plin. Še vedno lesni plin uporabljajo kot pogonsko gorivo avtomobilov v Rusiji, Singapurju ter na Kitajskem.

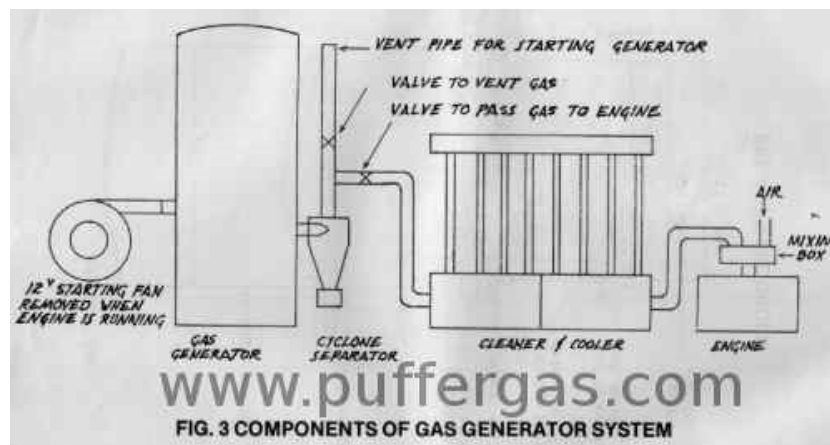
Zadnja leta, ko so se pričeli naftni derivati močno dražiti, so se predvsem v Skandinaviji posamezniki lotili novih projektov predelave vozil na lesni plin. V prtljažnik avtomobila so postavili kotel za izogrevanje. Ta ima odprtino za dovajanje goriva, zraka ter odprtino skozi katero zakurimo ogenj. Gorivo, ki je les, mora biti manjše velikosti, da bolj enakomerno zgoreva. Tako je največja velikost polen, sekancev tja do 5 cm. Da se ogenj hitreje prižge je dodan ventilator, ki dovaja zrak iz okolice v generator oz. kurišče. K hitrejšemu vžigu pripomore oglje, ki je v kotlu ostalo od prejšnje vožnje. Ko se les segreje in prične proces gorenja, zapremo dovod zraka iz okolice, pustimo pa le toliko zraka, da ogenj tli. Poteka t. i. piroliza, to je

proces, pri katerem dodajamo le toliko kisika, da poteka proces nepopolnega gorenja, pri katerem plinaste snovi ne zgorijo. Tako pri tem nepopolnem gorenju nastajajo plini:

- dušik N<sub>2</sub> (50,9 %),
- ogljikov monoksid CO (27,0 %),
- vodik H<sub>2</sub> (14%),
- ogljikov dioksid CO<sub>2</sub> (4,5 %),
- metan CH<sub>4</sub> (3,0 %),
- kisik O<sub>2</sub> (0,6 %) (Eco power cea, 2010).

Ti plini so odlična mešanica za motorje z notranjim izgorevanjem. Tako se pretvori 75 % energije lesa v lesni plin, ki potuje po ceveh do hladilnika. Tam najprej ven izpustimo prve pline, ki še niso vnetljivi (dim). To preizkusimo z vžigalico in ko v cevi pred hladilnikom nastane plamen, to cev zapremo in preusmerimo lesni plin v hladilnik, kjer se ohladi. Tako traja proces »vžiganja« avtomobila nekje 10 minut. Nato potuje lesni plin v motor, kjer motor dovaja sekundarni zrak. Tako pride do izgorevanja, eksplozije lesnega plina v motorju. Ko končamo vožnjo, pogasimo pirolizo (tlenje) ognja v kotlu tako, da popolnoma zapremo dovod zraka. Tako ostane oglje v kotlu »lahko vnetljivo« še kakšnih 5 ur. V tem času lahko ponovno prižgemo kotel brez dodatnega dovajanja zraka s pomočjo ventilatorja.

V izpustu emisij, ki nastanejo ob eksploziji plina v motorju, ni žveplovih spojin, oz. so zelo majhne v primerjavi z izgorevanjem nafte. Tako je tovrstni pogon motornih vozil z notranjim izgorevanjem ekološko primernejši od izgorevanja nafte, saj ta povzroča žveplov dioksid, katerega posledica je kisel dež. Slika 17 prikazuje postopek uporabe zemeljskega plina pri motorjih z notranjim izgorevanjem (Eco power cea, 2010).



Slika 17: Postopek delovanja vozila na lesni plin (Eco power cea, 2010).

### 5.10.3 Uporaba lesnega plina v industriji

V industriji se lesni plin uporablja v »manjših« plinskih tovarnah. Lesni plin pridobivajo na način redukcijskega uplinjanja lesa v kogeneracijski napravi. To pomeni, da lesni plin nastaja postopoma ter prav tako postopoma izgoreva. Pridobljen lesni plin uporabljajo za pridobivanje toplotne ter električne energije.

Mala elektrarna na lesni plin proizvaja zeleno električno energijo. Ima sistem redukcijskega uplinjanja, ki samostojno dozira ter po potrebi osuši les. Navadno se uporablja sekance, saj so ti primernejši za avtomatsko doziranje. Les ne sme presegati 20 % vlažnosti. Takšna naprava vsebuje vse enote, ki so potrebne za proizvodnjo lesnega plina ter električne energije. Te enote so:

- redukcijski sistem uplinjanja lesa ter izgorevanje lesnega plina v motorju z notranjim izgorevanjem,
- generator, ki ga poganja plinski motor,
- avtomatsko doziranje lesne biomase ter avtomatsko mazanje gibljivih delov s strojnimi olji,
- toplotni izmenjevalnik hladilne tekočine v bloku motorja ter dimnih plinov,
- katalizator dimnih plinov,
- protihrupna zaščita,
- elektrostikalni blok za paralelno obratovanje z omrežnim distributerjem.

To je ekološko in ekonomsko sodobni sistem, ki predstavlja prihodnost. S takšno napravo dosežemo:

- visok električni izkoristek,
- ekonomično izrabo primarne energije (lesne biomase),
- nizke stroške obratovanja in vzdrževanja,
- nizko specifično investicijsko vrednost,
- visokotemperaturni filter očisti plin, ki potuje v motor brez pirolitičnih ostankov,
- v plinu ni prisotnih neizgorelih ogljikovodikov (katranov),
- visoka zmogljivost, saj 0,7 nasutih m<sup>3</sup>, oz. 165 kg sekancev zadošča za proizvodnjo 120–165 kW električne energije,
- vzdrževanje ravni emisij, izpušnih plinov, hrupa, odstranjevanje pepela,
- okoljevarstvene zahteve (Eco power cea, 2010).

#### **5.10.4 Pridobivanje električne energije za domačo uporabo s pomočjo lesnega plina**

Omenili smo že industrijsko pridobivanje električne energije, ki je prisotno predvsem v tujini. V Sloveniji pa smo še v velikem zaostanku glede na količino biomase, ki nas obdaja. Za začetek želimo pripraviti demonstracijsko kongregacijo za domačo uporabo, saj menimo, da bi bila zelo primerna za kmetije. Bistvo podjetniške dejavnosti ni zgolj in samo ustvarjanje dobička, temveč tudi dodane vrednosti (Rebernik, M., etc., str. 21–24).

Glede na to, da se odločamo za kotel s kongregacijo, imamo tako že dve zgorevalni komori. Kot smo že omenili, se v prvi komori les uplini in v drugi ta lesni plin izgoreva. Na prehodu iz prve v drugo komoro bi vstavili en vod, ki bi lesni plin dovajal na motor z notranjim izgorevanjem. Na začetku sicer ne nameravamo prodajati električne energije v omrežje, ampak želimo 8 ur na dan proizvajati električno energijo za lastne potrebe. Povzeli smo Volterovo sproizvodnjo toplotne in električne energije, ki zadostuje za gospodarsko poslopje, bivalni prostor ter prodajo električne energije naprej v omrežje. Na tovrstnem obratu porabijo po 3,5 m<sup>3</sup> sekancev v roku 24h. Kongregacija deluje s 100% močjo. Proizvedejo pa 70kW toplotne energije ter 28kW električne energije. Prodajna cene električne energije, iz obnovljivih virov energije, se v Republiki Sloveniji gibljejo od 0,14–0,19 denarne



enote na 1 kW/h. Nakupna cena pa od 8–10 denarne enote na 1 kW/h (Energijasonca, etc., 2014).

Odločili smo se za nakup generatorja (agregat) električnega toka. Kupili bomo komplet, ki vsebuje:

- zbiralnik za gorivo,
- motor z notranjim izgorevanjem,
- generator ki proizvaja električno energijo,
- direktni priklop na električno omrežje,
- avtomatski nadzor napetosti (trajna moč) (Merkur, 2014).

Odločili smo se za nakup kompaktnega generatorja električnega toka, ter ga povezali na dovod lesnega plina iz kurišča. Uporabili smo enofazno trajno moč 2–5 kW, kar zadošča našim željam. Želimo privarčevati med 10–20 % lastnih potreb po električni energiji. To je približno 15 denarnih enot na mesec. Želja je, da bi električno energijo prodajali v omrežje, ampak to je naslednji projekt (Berk, A., etc., str. 95–96).

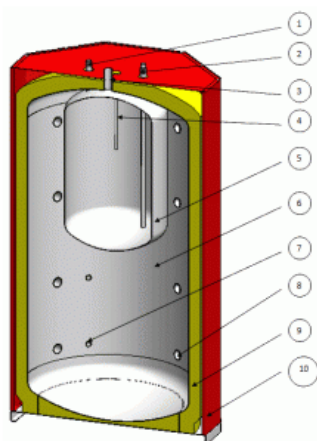
Na kotel bomo povezali sam generator električnega toka, kateri vsebuje že cel komplet za priključitev na omrežje (razsmernike). Izbrali smo med prodajalnima Merkur ter spletnim portalom Mimovrste. Izbirali smo generator v prodajalni Merkur, res da je 200 denarnih enot dražji, ampak ima kolesa za prevoz ter nekoliko močnejši motor ( namesto 5,5 kW ima 9,7 kW motor), kar nam bolj ustreza zaradi morebitne nadgradnje (v prihodnje bi lahko povečali zmogljivost). Spodnja slika 20 prikazuje izbrani generator, ki stane 700 denarnih enot. Glede na to, da želimo mesečno privarčevati 15 denarnih enot, je to 180 le-teh na letni ravni. Da dosežemo točko preloma glede nakupa agregata ter mesečnega prihranka električne energije, moramo nakupno ceno agregata deliti s prihrankom letne električne energije. Tako dobimo točko preloma v 3.9 letih (Merkur, etc., 2014). Slika 18 prikazuje generator za proizvodnjo električne energije.



Slika 18: Generator za proizvodnjo električne energije (Mercur, 2013)

### 5.11 Hranilnik tople vode

Opisali smo postopke gorenja, dodali pa bomo še en termodinamični postopek. Namreč energijo, ki jo proizvedemo z izgorevanjem biomase (ali ostalih energentov), lahko shranjujemo v zato predpisanih hranilnikih. Hranilnik (posoda), sestavljen je iz konstrukcijskega jekla, ki je osnovano tako, da prenese pritisk 5 barov. Hranilnik je povezan z vodo, ki jo segreje peč (oz. drugi vir energije) ter s sanitarno vodo (Svet toplote, 2014). Za lažje razumevanje pogledjmo naslednjo sliko 19.



#### LEGENDA:

1. Priključek za vročo sanitarno vodo
2. Priključek za hladno sanitarno vodu (plastična cev)
3. Priključek varnostnega voda (odzračevanje, tlačni varnostni ventil, itd.)
4. Priključek – cev za sondo sanitarnega bojlera
5. Sanitarni bojler 120L
6. Akumulator (notranji plašč)
7. Priključek 1/2" ali za sondo zalogovnika ali za termostat
8. Priključek 5/4" za toplu in hladno vodu za gretje, ali za medsebojno povezovanje več akumulatorov itd.
9. Izolacija akumulatora (poliureten)
10. Zunanji izolacijski plašč

Zalogovnik s potopljenim bojlerjem  
(na voljo tudi s solarnimi spiralami)

Slika 19: Hranilnik toplote (Svet toplote, 2014)

Kot je iz zgornje slike razvidno, ima hranilnik dvojni plašč, saj je en namenjen sanitarni vodi, drugi pa zalogi hladilno-grelnega medija. Tako je odličen pripomoček za toplo sanitarno vodo v poletnih dneh. Takrat ga namreč uporabimo za shranjevanje toplote iz sončnih kolektorjev (pretvornikov energije sonca v toplotno energijo). Ta lastnost, da v tovrstnem hranilniku lahko shranjujemo toplotno energijo več energentov, opraviči njegovo velikost. Npr. zalogovnik s kapaciteto 1.000 l zajema prostor valja, v premeru 1 m in velikosti 2 m (Ika, 2014).

Kateri hranilnik tople vode je pravi za nas? Izberemo ga po naslednjih kriterijih:

- zunanje mere,
- vrsta izolacije, ki ga obdaja,
- glede na moč peči oz. vira energije, ki dovaja toploto (Svet toplote, 2014).

### **5.11.1 Primerjava hranilnikov tople vode**

Tako pri ponudniku Ika kot Merkur trgovini smo naleteli na hranilnike toplote, ki so izolirani s poliuretansko izolacijo (penasto polnilo iz ogljikovodikov), saj le-ta zagotavlja odlično temperaturno obstojnost. Izguba je namreč le 0,3 °C v 1 uri (Ika, etc., 2014).

Ostale prednosti hranilnika (zalogovnika) tople vode so predvsem povezane z ekonomičnostjo ter udobjem. Namreč pri peči na drva je hranilnik toplote zelo dobrodošel, saj ponoči topla voda še vedno kroži po radiatorjih kljub temu, da ne nalagamo polen v peč (ne kurimo). To je velika prednost, predvsem pri kurjavi s peleti oz. sekanci povečamo življenjsko dobo peči, saj se temperatura ohranja in peč potrebuje manj zagonov. Tako se podaljša življenjska doba zaganjalnika peči ter same peči, saj se zaradi konstantnega režima obratovanja ne nabira kondenz, kateri povzroča korozijo in obenem propadanje kurišča (Svet toplote, 2014).

Na voljo imamo več velikostnih razredov omenjenih hranilnikov toplotne energije. Začne se pri 130–500, konča pri 2.000–2.200 l. Velja pravilo, da 1 kW moči peči zadostuje za 30–50 l vode v hranilniku. Tako za naše potrebe zadostuje 1.000 litrski hranilnik, saj za ogrevanje naše hiše potrebujemo 20–30 kW peč (po lastnih podatkih). Obenem pa velja nasvet, da je mogoče povezati več hranilnikov skupaj. V poletnem času glede na moč sončnih kolektorjev, ter potrebe po sanitarni vodi,

zadostuje že 500 litrski hranilnik. Tako je za naše potrebe bolje izbrati 2 hranilnika toplotne energije s kapaciteto 500 l. Pa pogledjmo, če se nam investicija izplača (Lektura, 2014).

## 5.12 Ekonomski vidik izrabe lesnih energentov

Prihranek porabe energije je tu odvisen od uporabe energenta, od izoliranosti samega objekta ter od podnebja, v katerem se objekt nahaja. Pomembno je tudi, da je hranilnik toplote zgrajen po za to predpisanih standardih, se pravi, da ima dobro izolacijo ter povratne lopute, ki preprečujejo gravitacijsko kroženje vode. Če namreč izklopimo črpalke, ki črpajo vodo po radiatorjih, potem se voda zaradi gravitacije vrne nazaj v hranilnik v primeru, da ni omenjene povratne lopute. Pri klasičnih hranilnikih vode, se le-ta ohladi v 2 dneh, pri sodobnem hranilniku pa v 5-ih. Tako zadostujejo 1–2 polnitve polen za 24-urno ogrevanje stanovanjske hiše velikosti 150 m<sup>2</sup>. Ponovno poudarimo, da je količina odvisna od vremenskih razmer ter toplotne izolativnosti samega objekta (Lektura, 2014). V tabeli 10 smo prikazali strošek ter upravičenost nabave hranilnika toplote.

Tabela 10: Ponudbe hranilnikov toplote (Lentherm, etc., 2014)

Volumen (l)/Cena enota	1.000	750–850	300
Merkur	1.003	614	/
Seltron	1.038	964	845
Lentherm	/		693

Kot lahko iz tabele razberemo, je za nas optimalna rešitev 850 l hranilnik tople vode dobavitelja Merkur ter 300 l dobavitelja Lentherm. Skupna cena je 1.307 denarnih enot, kar je za 304 denarnih enot več od enega 1.000 l zalogovnika, ampak je pa tudi res, da ob kombinaciji, za katero smo se odločili, pridobimo 150 l večjo kapaciteto. Tako bomo pozimi imeli na ogrevalno omrežje priključena oba zalogovnika, poleti pa le manjšega za potrebe sanitarne vode. Investicija je ekonomsko upravičena, saj je investicija računana na 25 let in ob dejstvu, da je predvideni strošek letnega

ogrevanja 500 denarnih enot, prihranka 20–25 % z upoštevanjem zalogovnika toplote. Letna amortizacija je 52 denarnih enot, privarčujemo pa jih več kot 100 (ob upoštevanju 20–25 % prihranka).

### 5.12.1 Ekonomski vidik posameznih energentov

Vedeti moramo, da brez analize cen ter kurilne vrednosti posameznih energentov ter naprav, ne bomo dosegli nič. Vsako stvar je potrebno utemeljiti. Zato smo napravili naslednjo tabelo 11.

Tabela 11: Kurilne vrednosti posameznih energentov (Kurjava, 2014)

GORIVA	KURILNE VREDNOSTI	
	v MJ	V kWh
Kurilno olje	38,60 MJ/l	10,70 kWh/l
Les	14,40 MJ/kg	4,00 kWh/kg
Plin	36,00 MJ/m <sup>3</sup>	10,00 kWh/ m <sup>3</sup>
Premog	27,60 MJ/kg	7,67 kWh/kg

Kurilno olje primerno predelajo v rafineriji, tako da ima predpisane lastnosti. Les pa ima različno kurilno vrednost glede na sestavo ter glede na osušenost. Saj v primeru, da je med procesom gorenja potrebno še sušiti les, se za slednji proces porabi veliko energije. Kurilna vrednost 5–6 m<sup>3</sup> nasutih polen ima primerljivo vrednost 1.000 l kurilnega olja. V primeru, da uporabljamo les iglavcev, pa moramo dodati še 2 m<sup>3</sup> nasutih polen.

Trenutno za obstoječi objekt porabimo približno 3.000 l kurilnega olja. Ob tem upoštevamo tudi gretje sanitarne vode v poletnih mesecih. Pa vzemimo najprej količino 1.000 l kurilnega olja, ki nas stane približno 1.000 denarnih enot. Pa vzemimo, da je 6 m<sup>3</sup> bukovih drv energetsko enakovredno 1.000 l kurilnega olja. Za kubični meter drv plačamo 75 denarnih enot. Če zmnožimo 6 kubičnih metrov po povprečni ceni za polena listavcev (iglavci se uporabljajo večinoma za pohištveno industrijo ter sekance, pelete), dobimo vrednost 450 denarnih enot. Se pravi, da za naše potrebe privarčujem letno 1.150 denarnih enot (Kurjava, 2014).

Ugotovili smo, da se nam izplača ogrevati z lesom (lesno biomaso). Zato smo primerjal cene lesnih energentov:

- peleti: 3,99 denarnih enot,
- briketi: 3,10 denarnih enot,
- polena: 2,99 denarnih enot (Merkur, 2013).

Kot vidimo, so najcenejša polena. Cene veljajo za količino 15 kg in v primeru sekancev in drv gre za bukov les. Za naše potrebe bi izbrali polena. Oziroma bomo najprej raziskali cene kotlov. Kotli na polena se gibljejo od 800 denarnih enot naprej. Osnovni kotli so brez ventilatorja, kateri pospeši proces gorenja, predvsem je dobrodošel za hitrejši vžig. Tovrstni kotli stanejo »že« od 2.000 denarnih enot. Naslednja veja kotlov na trda goriva pa so t.i. »koli na polena z regulacijo«.

Poglavitne prednost višje-cenovnih kotlov so:

- sistem za predgrevanje povratne vode,
- boljša izoliranost kotla,
- boljše izgorevanje dimnih plinov ter posledično boljši izkoristek (Kurjava, 2014).

V nadaljevanju smo predstavil tabelo 12, ki vsebuje 3 peči oz. kotle. Prvi je kotel na polena, narejen po sodobnih merilih, vendar brez regulacije. Tovrstne kotle se da preurediti tudi za kurjenje na pelete, saj se namesti nova vratca, nanje pritrdi gorilnik ter postavi zalogovnik za pelete. Drugi kotel je sestavljen iz najsodobnejših tehnologij za kurjenje na polena (regulacija z avtomatskim vžigom). Odlikuje ga tehnološka dovršenost v smislu čim boljšega izkoristka ter udobja upravljanja. Tretji kotel pa je namenjen le kurjenju na pelete in je prav tako proizvod znanja slovenskih strokovnjakov na področju energetike (Kurjava, 2014).

Tabela 12: Primerjava kotlov na biomaso (Emundia, etc., 2013)

Vrsta naprave	Kotel na polena Stadler EKO s 30	Kotel na pelete Petrič	Kotel na polena z regulacijo stadler LT 15–30 kW
Moč (kW)	20–25	7,5–26,5	15–20
Velikost lesa	Do 50 cm	Peleti	Do 50 cm
Prednosti	- cena - nezahtevnost - možnost nadgrajevanja	- avtomatski vžig - avtomatsko čiščenje pepela in prilagajanje dovoda primarnega in sekundarnega zraka - kompaktna zasnova, zasede malo prostora	- avtomatski vžig - regulacij izgorevanja - sekundarna komora zagotavlja popolno izgorevanje lesnega plina
Površina ogrevanja v m <sup>2</sup>	Od 280 do 330	Od 80 do 400	Od 140 do 220
Cena peči Markur/WVterm/Emundia (denarnih enot)	1350 /1696/	4185/3963/	//4563

Odločitev, katero peč naj izberemo, je predvsem odvisna od naših potreb ter denarnih zmožnosti. Glede na to, da smo sami pripravljene nalagati polena v peč (se pravi, da tu ne potrebujemo avtomatskega nalaganja goriva), lahko izberemo peč na polena. Ampak tudi tu lahko še vedno izbiramo, ali bomo zjutraj (mi) sami zakurili peč ali jo bo prižgala elektronika. Sicer ob upoštevanju, da bomo vgradili tudi hranilnik tople vode, se lahko nastavi uro kurjenja, ampak vseeno želimo avtomatski vžig, kajti ob hladnejšem vremenu bi morda morali zjutraj, ko je mrzlo jutro, najprej zakuriti peč. To le predpostavljamo (Chairs, D., str. 122–123).

Se pravi, odločili smo se za kotel z regulacijo Stadler LT 15–30 kW. Prepričal nas je optimalen potek izgorevanja ob upoštevanju hranilnika toplotne energije, ugodnejše emisije ter večje ugodje pri ogrevanju. Avtomatski vžig ter sekundarna izgorevalna komora, v kateri poteka izgorevanje lesnega plina, katerega bi lahko uporabili tudi za motor z notranjem izgorevanjem (Lentherminvest, 2014).

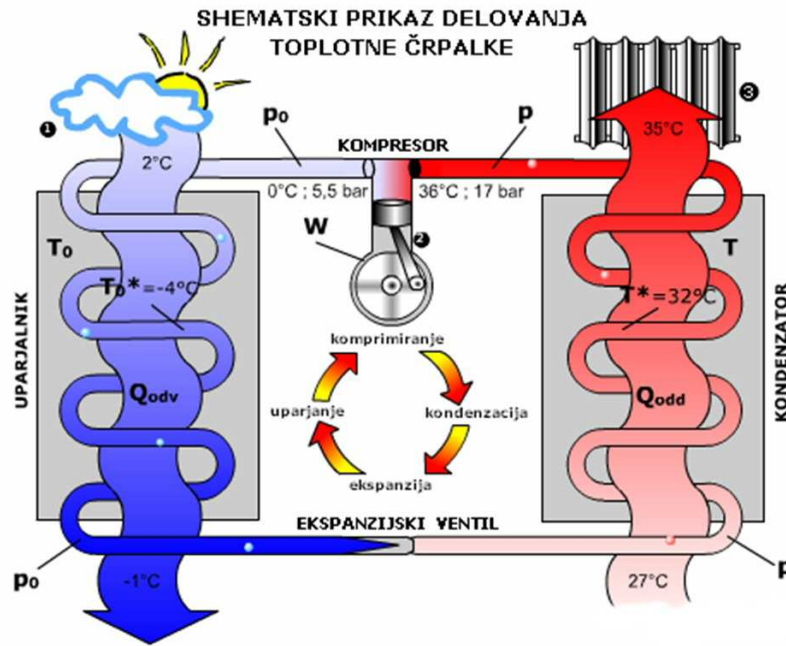
## **5.13 Toplotna črpalka**

Dejstvo je, da se je danes ob poplavi ponudb težko odločiti ter dobiti objektivne informacije. Pri toplotni črpalki se tako odločimo glede na medij, ki ga želimo izkoriščati. Lahko je to vodni vir ali vrtina v zemljino notranjost. Slednja investicija je dražja, saj je potrebno napraviti vrtino v globino. Slednja investicija, ob izbiri toplotne črpalke srednje moči, doseže ceno okrog 15.000 denarnih enot. V primeru da izberemo toplotno črpalko zrak-voda, pa nas investicija stane od 5.000 denarnih enot naprej (Topoltno-crpalke, 2014).

### **5.13.1 Delovanje**

Prodajalci nam zagotavljajo, da so toplotne črpalke energetsko najbolj gospodaren način ogrevanja prostorov ter sanitarne vode. Posledično tudi ekološko najprijaznejši način. Do tega dejstva je pripeljala sama uporabnost toplotnih črpalk. Omogočajo namreč hlajenje in ogrevanje objekta na razne načine in to z uporabo obnovljivih virov iz naše okolice. Zemlja-voda, zrak-voda in voda-voda so 3 vrste toplotnih črpalk. Odlično je, če imamo ob hiši zalogo vode in jo tako izrabljamo za delovanje toplotne črpalke. S pomočjo dodatne energije proizvedene s strani toplotne črpalke se lahko toplota dvigne na potrebno raven in tako ogreje oz. ohladi naše bivalne prostore. Za obratovanje pa seveda potrebujemo energent električne energije (Chairs, D., str. 116–117). Pa pogledjmo princip delovanja toplotne črpalke. Ta postopek prikazuje slika 20.





Slika 20. Shematski prikaz delovanja toplotne črpalke (Biotherm, 2014)

Toplotna črpalka je sestavljena iz več delov. Uparjalnik je tisti del, ki odvzema toploto okoliškemu mediju ter ga uplini in nato le-ta potuje skozi kompresor. Slednji zviša tlak in temperaturni nivo medija. Nato se pri višji temperaturi vroča para v kondenzatorju kondenzira in pri tem oddajo kondenzacijsko toploto mediju, ki ga ogreva. Utekočinjen in ohlajen medij potuje skozi dušni ventil (ekspanzijski ventil), kjer se pretvori (ekspandira) na nižji tlak ter od tu potuje nazaj v uparjalnik in tako zakroži proces delovanja toplotne črpalke (Toplotnacrpalka, 2014).

### 5.13.2 Ekonomska upravičenost

Da dosežemo 100 % toplotno moč, potrebujemo le 25 % delež električne energije, saj vse ostalo predstavlja termična moč. V primeru da letno porabimo 3.000 l lahkega kurilnega olja, potem v primeru prehoda na toplotno črpalco zemlja-voda, se stroški znižajo na 746 denarnih enot. V tabeli 13 smo prikazali prihranek energentov v primerjavi z uporabljenimi električno energijo, ki jo potroši toplotna črpalca.

Tabela 13: Ekonomičnost toplotnih črpalk (Toplotnacrpalka, 2014)

Vrsta energenta	Poraba letno (denarnih enot)	Življenjska doba
Toplotna črpalka zemlja-voda	746	25
Toplotna črpalka zrak-voda	966	25
Olje, plin	3.000	25
Električna peč	2.890	25

Kot vidimo, se s toplotno črpalko ogrevamo precej ceneje kot z lahkim kurilnim oljem, katerega sedaj uporabljamo v našem objektu. Ampak moramo proučiti celotno investicijo, odločili smo se za amortizacijsko dobo 10 let. Vzemimo toplotno črpalko zrak-voda, ki stane 5.000 denarnih enot (Toplotne-crpalke, 2014). V tabeli 14 smo pripravili kalkulacijo investicije v toplotno črpalko zrak-voda.

Tabela 14: Kalkulacija investicije v toplotno črpalko (Toplotnacrpalka, 2014)0

Leta	Denarna vrednost (denarnih enot)	Letna amortizacija (denarnih enot)	Neodpisana sredstva (denarnih enot)
1	5.000	500	4.500
2	4.500	500	4.000
3	4.000	500	3.500
4	3.500	500	3.000
5	3.000	500	2.500
6	2.500	500	2.000
7	2.000	500	1.500
8	1.500	500	1.000
9	1.000	500	500
10	500	500	0

Montaža 7 kW toplotne črpalke zrak-voda, nas bi ob dejstvu 10 letne amortizacije, vsako leto stala 500 denarnih enot. Ampak, glede na lahko kurilno olje, privarčujemo krepko več kot 500 denarnih enot (2.500 denarnih enot). Vsekakor velja razmisliti glede vgradnje toplotne črpalke, saj je okolju prijazna zaradi svoje nizke porabe električne energije ter nam predstavlja ugodno rešitev za naše energetske potrebe. Obenem bomo lahko greli sanitarno vodo ter hladili shrambo. Toplotna črpalka nekje odvzema toploto ter ogreva nek medij, zato jo je zelo praktično uporabiti predvsem v praksi ogrevanja in hlajenja različnih prostorov (Toplotne-crpalke, 2014).

#### **5.14 Solarni sistem**

V tem poglavju bomo predstavili solarno energijo kot možnost pridobivanja električne energije in segrevanje tople vode. Sončna energija nam nudi trajno ter učinkovito oskrbo z energijo, ki pa jo moramo seveda znati sprejemati. Tako bomo v tem poglavju predstavil pomen fotovoltaike za pridobivanje električne energije ter sončnih kolektorjev za segrevanje vode.

Fotovoltaike predstavljajo elektrone, ki spreminjajo energijo sončnih žarkov v električno oz. toplotno energijo. Kolektor je sestav iz fotovoltaičnih celic, ki so med seboj povezane in tvorijo sistem. Življenjska doba sončne elektrarne je vsaj 30 let, naložba pa se amortizira v dobi 10 letih. Tako naslednjih 20 let »žanjemo« čisti zaslužek. Cene solarnih modulov se nižajo, izkoristek le-teh pa povečuje. Po 10-letni uporabi se moč tovrstne sončne elektrarne zmanjša za 10 %, drugače pa ima tipično izhodno moč 90 % (Plan.net-solar, 2013)

Za naše kraje je povprečna sončna moč 800 W/m<sup>2</sup>. Sončni kolektorji so namenjeni ogrevanju sanitarne vode. Princip delovanja je sledeč:

- v solarnih kolektorjih se pretaka mešanica grelnega medija,
- tovrstni medij kroži med samimi kolektorji in med vodo v zalogovniku,
- voda v zalogovniku prejema toploto grelnega medija, ga ohlaja ter vrača nazaj v sistem kolektorjev (Lontech, 2013).

### **5.14.1 Opredelitev problema**

Slovenija leži na sončni strani Alp, Primorska regija pa sploh slovi po velikem številu sončnih dni. Zato smo se določili, da raziščemo možnosti za izvedbo projekta lastne sončne elektrarne ali pa, da oddamo v najem našo streho oz. primerne površine za postavitve le-te. Obenem pa si želimo ogrevati sanitarno vodo s pomočjo sončne energije.

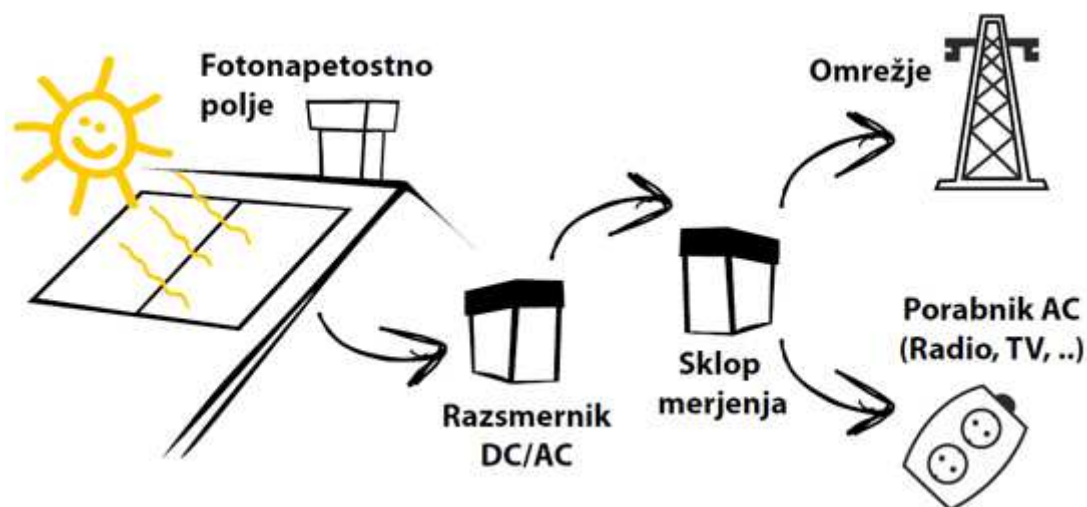
Iščemo skupno rešitev, radi bi z enotnim sistemom rešili problem po pridobivanju električne energije, ogrevanju sanitarne vode, pa tudi ogrevanju bivalnih prostorov. Celoten problem nameravamo rešiti s sistemom, ki hkrati hladi napravo za pridobivanje električne energije, ji tako poveča učinkovitost ter ta hladilni medij ogreva solarni zalogovnik, ki nato ogreva sanitarne prostore, bivalne prostore (Plan-net-solar, 2013).

### **5.14.2 Predstavitev sončnih kolektorjev**

»Eno izmed najpogosteje zastavljenih vprašanj sodobne družbe se nanaša na strateški energetski potencial posameznih elektroenergetskih virov, ki morajo združevati svojo dostopnost, zanesljivost, tehnološko sprejemljivost (predvsem sprejemljivost glede trajnostnega razvoja okolja). Zaradi vse bolj perečih podnebnih sprememb mora sodoben elektroenergetski vir ustrezati naj sodobnejšim merilom ekonomskega, družbenega ter socialnega okolja človeka in narave (Plan-net-solar, 2013)«.

Sonce je neomejeni, obnovljivi vir energije, ki človeku predstavlja potencial, kakršnega nima noben drugi energetski vir. Do leta 2020 namerava Slovenija zagotoviti 25 % obnovljivih virov energije. »Fotovoltaika velja za najbolj sprejemljiv obnovljivi vir, ki ga odlikujejo njegova modularnost, razpršenost, robustnost, neslišnost delovanja, ekološka naravnost in cenovna konkurenčnost (Plan-net-solar, 2013)«.

Potrebujemo konstrukcijo oz. površino, ki ima naklon od 0–60 stopinj, ter je ne zakrivajo razne strešne konstrukcije, dimniki, drevesa, stavbe, ki bi povzročale senco. V primeru naklona površine, mora biti le-ta obrnjena ali čisto na jug oz. jugovzhod ali jugozahod. Slika 21 prikazuje sistem sončne elektrarne.



Slika 21: Prikaz sistema sončne elektrarne (Plan-net-solar, 2013)

Na izbrano površino namestimo izbrane module, to predstavlja prvi del sončne elektrarne. Ti so sestavljeni iz fotovoltaičnih celic (sončnih celic). To so fotonapetostni pretvorniki, ki neposredno spreminjajo sončno sevanje v električno energijo. Nastane enosmerna električni tok (napetost). Sončne celice so prekrte z visoko prepustnim steklom, ki je kaljeno in tako zaščiti fotovoltaiko pred točo.

Ostali del sončne elektrarne predstavljajo elektroenergetski elementi, ki enosmerno električno napetost pretvarjajo v dvosmerno in tako pošiljajo le-to v električno omrežje. Ti elementi so: nosilna konstrukcija, razsmerniki, priključni kabli, DC- in AC-spojišča, regulatorji, akumulatorji, stikalne in zaščitne naprave ter ostali inštalaterski material (Plan-net-solar, 2013).

### 5.14.3 Pridobitev sončnih kolektorjev

Raziskali smo možnost ogrevanje vode s pomočjo sončne energije. Sonce ogreva sistem kolektorjev, ko se grelni medij v njih segreje, ko temperatura le-tega preseže temperaturo vode v zalogovniku, se prične sistem kroženja. Krmilnik zažene črpalko in prične se proces izkoriščanja sončnega sevanja.

Obstajata dve vrsti sončnih kolektorjev:

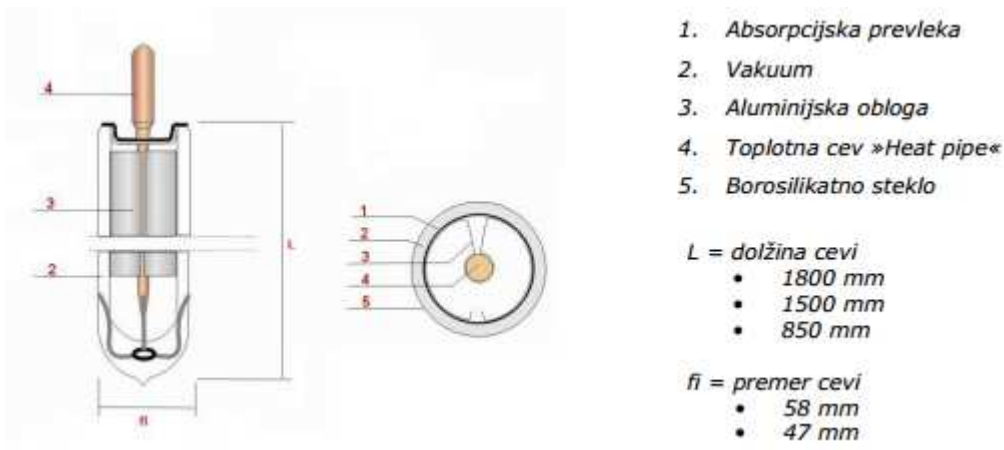
- ploščati ter
- vakuumski (Plan-net-solar, 2013).

Ploščati kolektor vsebuje vodo, ki sicer vsebuje aditive za zimski čas, vendar ne doseže takšnega izkoristka kot vakuumski kolektor. Slednji ima namreč vakuumske cevi, ki v zimskem času dosega bistveno boljši izkoristek, tudi pri  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ena od prednost sončnih kolektorjev je, da vsaj za 6 mesecev ne potrebujemo drugih naprav za ogrevanje sanitarne vode. Tako zadovoljimo 60–90 % potreb po toploti, ki jo potrebujemo za vsakodnevno tuširanje, pranje perila, posode, itd. Tako privarčujemo pri ostalih energentih in v okolje ne izpuščamo CO<sub>2</sub>.

Dnevne potrebe po sanitarni vodi lahko zagotovimo z 1,5 m<sup>2</sup> vakuumskih kolektorjev, oz 2 m<sup>2</sup> ploščatih. Se pravi, vakuumski kolektorji so za  $\frac{1}{4}$  učinkovitejši glede na ploščate. Tolikšna površina zadostuje za eno osebo ter zalogovnik velikosti 80 l. Zalogovnik je dobro imeti malo večji od dnevnih potreb, navadno zaloga zadostuje za tri dni, saj moramo upoštevati, da ob oblačnih dneh sončni sistem ni tako učinkovit. V primeru da priključimo še pralni in pomivalni stroj na tovrstni sistem, povečamo porabo tople vode za 25 %. V tem primeru priporočamo 100 l zalogovnik na osebo gospodinjstva.

Ploščati kolektorji so zasnovani iz bakrenih ali aluminijastih cevi, ki so prekrte z absorpcijsko ploščo (sprejema sončne žarke), ki je navadno iz bakra in je privarjena na cev, v kateri se nahaja grelni medij. Vakuumski delujejo na podoben princip, ravno tako imajo absorpcijsko ploščo, ki je prav tako kovina (v našem primeru je aluminij). Za razliko od ploščatih kolektorjev je pri vakuumskem dodan prazen prostor (vakuum služi za izolacijo), ki se nahaja med zunanjo stekleno cevjo (borosilikatno steklo) ter notranjo cevjo, po kateri se pretaka voda. Takšen sistem ima večjo prosojnost in ima v oblačnih ter hladnejših dneh za 20 °C višjo temperaturo vode, kot jo ima ploščati sistem. Slika 22 prikazuje sestavo vakuumskege cevi (Plan-net-solar, 2013).



Slika 22: Sestava vakuumske cevi (Plan-net-solar, 2013)

Zasledili smo zanimivo varianto (različico), ki bi bila zelo praktična za naš objekt. Slednji so praktični, saj jih postavimo na balkonsko ograjo ali pa na konstrukcijo. To so balkonski vakuumski kolektorji, kakršne prikazuje slika 23.



Slika 23: Vakuumski kolektorji (Plan-net-solar, 2013)

V primeru ogrevanja stanovanjskih prostorov pa potrebujemo 6–10 l vode za  $m^2$  stanovanja. Tako bi za  $120 m^2$  stanovanje zadoščal 1.000 l zalogovnik. Za tovrstni sistem ploščati kolektorji niso primerni, saj v zimskem času niso zadostni.

Slovenija prejme naslednje količine sončne energije na  $m^2$ : Poleti  $0,8 kW/m^2$ , pozimi  $0,5 kW/m^2$ , jeseni in spomladi pa okrog  $0,65 kW/m^2$ . Upoštevati moramo še število povprečnih sončnih dni, ter tako dobimo za posamezne letne čase število kilovatnih

ur na kvadratni meter površine (kWh/m<sup>2</sup>). Poleti 480 kWh/m<sup>2</sup>, pozimi 110 kWh/m<sup>2</sup> ter pomladi 320 kWh/m<sup>2</sup> in jeseni 190 kWh/m<sup>2</sup>. »Trenutna tehnologija omogoča izkoriščanje sončne energije z izkoristkom (konstanto) do 0,25 za pretvorbo v električno energijo in 0,95 za pretvorbo v toplotno energijo (Lontech, 2013).«

#### 5.14.4 Ekonomski sistem

Hibridni sistemi so novost na področju solarne energije. Opremljeni so s termofotovoltaičnimi moduli, ki omogočajo pridobivanje tople vode, obenem pa ta voda hladi sončne celice, ki proizvajajo električno energijo. Ta »dvojni sistem v enem« omogoča zvišanje proizvodne električne energije za 15–20 %, saj se s hlajenjem sončnih celic, poveča njihova učinkovitost.

Za vklop kroženja vode se uporablja regulator in če ta ne zazna višje temperature kot je v zalogovniku, potem sistem za ogrevanje vode ne obratuje, sončne celice pa obratujejo ravno tako. Slika 24 prikazuje sistem fotovoltaike, sončnih kolektorjev ter povezavo na omrežje s pomočjo ventila, črpalke in dobro izoliranih cevi.



Slika 24: Sončne celice ter solarne cevi (Lontech, 2013)



### 5.14.5 Ekonomski vidik

Cenovno ugodnejši so ploščati kolektorji, a imajo vakuumski 15 % boljši izkoristek pa še grelnega medija ne potrebujemo. Zato se orientiramo na vakuumske in v naslednji tabeli smo pripravili ekonomski izračun za ti dve vrsti kolektorjev (Lontech, 2013). To prikazuje tabela 15.

Tabela 15: Investicija v sončne kolektorje (Solarix, etc., 2013)

Cena v (denarnih enotah)/Vrsta	Cena modula prvi ponudnik	Cena kompleta prvi ponudnik	Cena modula drugi ponudnik	Cena kompleta drugi ponudnik
Ploščati	250	920	488	1.461
Vakuumski	385	1.055	606	1.579

Izbirali smo med dvema ponudnikoma, med ploščatimi ter vakuumskimi kolektorji. Izbrali smo še en kriterij, in sicer obseg ponudbe. Najprej smo pri obeh ponudnikih primerjali osnovni paket modula ter celotni paket modula z vso pripadajočo opremo, razen cevi ki vodijo do zalogovnika voda in seveda zalogovnika samega. Zalogovnik stane še dodatnih 600 denarnih enot. Ponudnika se precej razlikujeta v ceni, čeprav so specifikacije modulov podobne. Tako smo dokazali cenovno raznolikost in možnost uspeha novih ponudnikov v tem segmentu (Solarix, 2013).

Ob dejstvu da bi uporabljali električni 2 kW zalogovnik (bojler) v poletnih mesecih 3 ure na dan, ter pomivalni in pralni stroj, bi s tem vsak dan porabili 7 kWh. Ob dejstvu da bi ta način ogrevanja prakticirali pol leta, ob predpostavki da cena za 1 kWh znaša 0,08 denarnih enot, bi to nanese 122 denarnih enot na letni ravni. Zato bomo v tabeli predstavili amortizacijski načrt za sistem dveh vakuumskih kolektorjev, ter celotnega sistema, vključno z zalogovnikom. To prikazuje tabela 16.

Tabela 16: Amortizacija sončnih kolektorjev (po lastnih podatkih)

Leto	Denarna vrednost (denarnih enot)	Letna amortizacija (denarnih enot)	Neodpisana sredstva (denarnih enot)
1	2.000	200	1.800
2	1.800	200	1.600
3	1.600	200	1.400
4	1.400	200	1.200
5	1.200	200	1.000
6	1.000	200	800
7	800	200	600
8	600	200	400
9	400	200	200
10	200	200	0

Ob upoštevanju amortizacije na obdobje 10-ih let ter ob upoštevanju EKO subvencij, ki znašajo 200 denarnih enot na 1 m<sup>2</sup> oz. do 25 % investicije, smo se odločila za vgradnjo tovrstnega sistema. Povprašali smo 2 skupini priznanih monterjev in cena za postavitev tovrstnega sistema je okrog 500–600 denarnih enot, kolikor je tudi višina subvencij za 6 m<sup>2</sup> površino vakuumskih kolektorjev. Investicija se nam izplača v obdobju 17 let. Investicija je ekonomsko upravičena, saj je življenjska doba sistema 30 let. Glede na to, da delujejo tovrstni sistemi do –30 °C, bi lahko termično energijo uporabljali več kot 6 mesecev in tako sistem še prej amortizirali ter prihranili še več denarja.

Nato smo se posvetili investiciji v sončno elektrarno oz. kombinirani sistem. Zanimalo nas je razmerje med investicijo v samo sončno elektrarno oz. v kombinacijo s pridobivanjem termične energije. V slednjem primeru bi zanimanje za kolektorje navedene v zgornji tabeli opustili ter se posvetili sodobni hibridni kombinaciji. Pa pogledjmo primerjave fotovoltaičnih sistemov v tabeli 17.

Tabela 17: Primerjava fotovoltaičnih sistemov (Akumulator, etc., 2013)

Cena v evrih (denarnih enot)/Vrsta	Cena 240 W modula	Cena 255 W modula	Cena postavitve 12ih 240 W modulov in ostalih elementov (2,9 kW)	Cena postavitve 20ih 240 W modulov in ostalih elementov (4,8 kW)
Navadna	340	382	10.100	19.317
Kombinirana- hibridna	/	510	11.980	21.198

Sledi interpretacija tabele. Izbirali smo med dvema ponudnikoma, tako smo izbrali ponudbo za posamezne module glede na njihovo moč. Pri kombiniranih sistemih nismo zasledili obširnih (celotnih) ponudb. Tako smo pri celotnem sistemu upoštevali še postopek priključka na zalogovnik vode iz prejšnje tabele.

Postavitve 12 modulov nam zasede 20 m<sup>2</sup> površine, 20 modulov pa 32 m<sup>2</sup>. Se pravi da v primeru postavitve sončne elektrarne moramo imeti zagotovljen takšen prostor, ki ima poleg vsega, tudi ugodno lego. Povprečna raba električne energije na gospodinjstvo v Sloveniji je 10 kWh na dan. Z 12 moduli zagotovimo 80 % povprečja porabe električne energije, z 20-imi pa že presežemo povprečje. To zagotavlja zadostno količino električne energije v povprečju za 9 mesecev na leto.

V ceno so vključeni tudi shranjevalniki električne energije (akumulatorji). Cena enega je 200 denarnih enot, obenem nam proizvajalec zagotavlja 1,100 polnilnih ciklov, preden se iztrošijo (Akumulator, 2013).

V tabeli 18 smo predstavil amortizacijo postavitve 4.8 kW sistema za pridobivanje električne energije. Izbirali smo 20 modulov in amortizacijsko dobo 10 let.

Tabela 18: Amortizacijski načrt (po lastnih podatkih)

Leto	Denarna vrednost (denarnih enot)	Letna amortizacija (denarnih enot)	Neodpisana sredstva (denarnih enot)
1	19.320	1.932	17.388
2	17.388	1.932	15.456
3	15.456	1.932	13.524
4	13.524	1.932	11.592
5	11.592	1.932	9.660
6	7.728	1.932	7.728
7	8.480	1.932	5.796
8	5.796	1.932	3.864
9	3.864	1.932	1.932
10	1.932	1.932	0

Kot prikazuje tabela, se investicija amortizira v dobi 10 let z letno amortizacijo 1.932 denarnih enot. Ponudniki zagotavljajo 10 let nemotenega delovanja, se pravi v tem obdobju ni dodatnih vložkov.

Subvencije za tovrstne sisteme so največ 4.000 denarnih enot oz. 25 % investicije. Glede na to, da obsega 25 % naše investicije denarno vrednost 5.300 denarnih enot, pričakujemo, da bi nam EKO sklad priznal nepovratna sredstva v višini 4.000 denarnih enot. Le-ta so zelo dobrodošla, saj z njimi pokrijemo stroške montaže, za kar seveda moramo najeti za to usposobljene monterje, kajti v nasprotnem primeru nam EKO sklad ne prizna stroškov montaže (Nep-vitra, 2013).

Cena 1 kWh znaša 0,08 denarne enote. Ob dejstvu da dnevno porabimo 10 kWh, se nam investicija v sončno elektrarno ne izplača, saj letno potrošimo za 700 denarnih enot električne energije, kar je precej manj od letnega vložka ob 10 letni amortizaciji.

### **5.14.6 Ekologija**

Pri tem poglavju je vidik ekologije zelo pomemben. Po eni strani tovrstna elektrarna ne izpušča CO<sub>2</sub> v ozračje in pripomore k zmanjšanju toplogrednih plinov.

Vendar obstajajo druga sporna dejstva. Nevarnosti, ki ob požaru pretijo na gasilce. Najprej želimo izpostaviti padanje modulov s strehe, kajti zaradi visoke temperature, ki se razvije ob požaru na sončni podkonstrukciji ali sami sončni elektrarni, pride do popuščanja nosilcev, ki držijo module na podkonstrukciji. Poleg tega prihaja še do sproščanja zdravju škodljivih snovi. Obstaja še nevarnost električnega udara, saj so sestavni elementi sončne elektrarne pod električno napetostjo, ki je zaradi povezanosti modulov v panele, lahko življenjsko nevarna (Gasilec.net, 2013).

Poraja se nam tudi vprašanje recikliranja fotovoltaike, grelnih medijev, akumulatorjev. Sončne celice vsebujejo strupene snovi (kadmij, silicijev tetraklorid in indij). Novejše so sicer zgrajene iz manj »spornih« sestavin. Podpiramo prehod na novo tehnologijo izdelave silicijevih rezin, pri čemer se porabi manj energije. Poleg tega je recikliranje tovrstnih sestavin manj zapleteno. Skrbi nas dejstvo, da je le 20 % proizvajalcev fotovoltaike pripravljeno prevzeti nazaj odslužene panele. To je zaskrbljujoče dejstvo, saj potem odsluženi paneli končajo na neprimernih odlagališčih, saj se razgradnja le-teh ne izplača, kajti kadmij in telur je ceneje kupiti kot predelati (Varčevanje energije, 2013).

### **5.15 Vetrna energija v primerjavi s kombinacijami**

V Zemljini atmosferi nastajajo temperaturne spremembe, ki jih povzročajo različna prodornost sončnih žarkov skozi oz. preko ovir (delcev v atmosferi). Namreč na predelih, kjer prihaja do konstantnih sprememb, je priporočljivo postaviti vetrnice. Že stoletja nazaj so ljudje postavljali vetrnice, s pomočjo katerih so opravljali nekatera opravila, npr. mlini na veter (Tehnosol, 2013)..

Vipavska dolina je vetrovno območje, vendar so sunki vetra velikokrat premočni. Tako bi vetrnica ta čas bila v mirovanju. Izkoristek vetrnice je odvisen od vetra pred in za njo. Odločili smo se, da raziščemo potencial izkoriščanja vetrne energije.

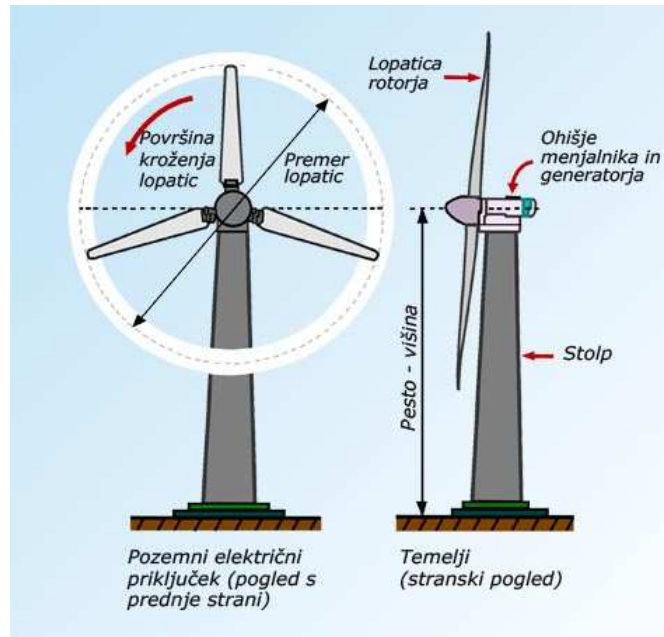
### 5.15.1 Princip delovanja

Vetrna elektrarna za svoje delovanje potrebuje veter z minimalno hitrostjo 5 m/s, da sploh začne obratovati. Maksimalna hitrost pa je določena na 25 m/s, sicer se vetrne elektrarne ustavijo, da ne pride do poškodb. Idealna hitrost vetra je okrog 15 m/s ter tja do 25 m/s, saj v tem razponu vetrnice proizvedejo največ električne energije.

Če bi se vsa kinetična energija vetra pretvorila v mehansko delo, bi dobili največji izkoristek vetrnice. Od moči, s katero deluje vetrnica, je odvisen izplen energije v določenem času. To določa »betzovo število«. To predstavlja definicijo najvišje možne vrednosti izkoristka vetrne turbine. Maksimum je definiran na 59,3 %. Moč vetrnice je odvisna od tretje potence hitrosti vetra. To pomeni, da že majhna sprememba hitrosti vetra povzroči znatno spremembo moči vetrnice. Npr. vetrnica tipa 3000, ima pri hitrosti vetra 7 m/s moč 600 W, pri hitrosti 10 m/s 1750 W, pri hitrosti 13 m/s pa doseže maksimalno moč 3500 W (Tehnosol, 2013).

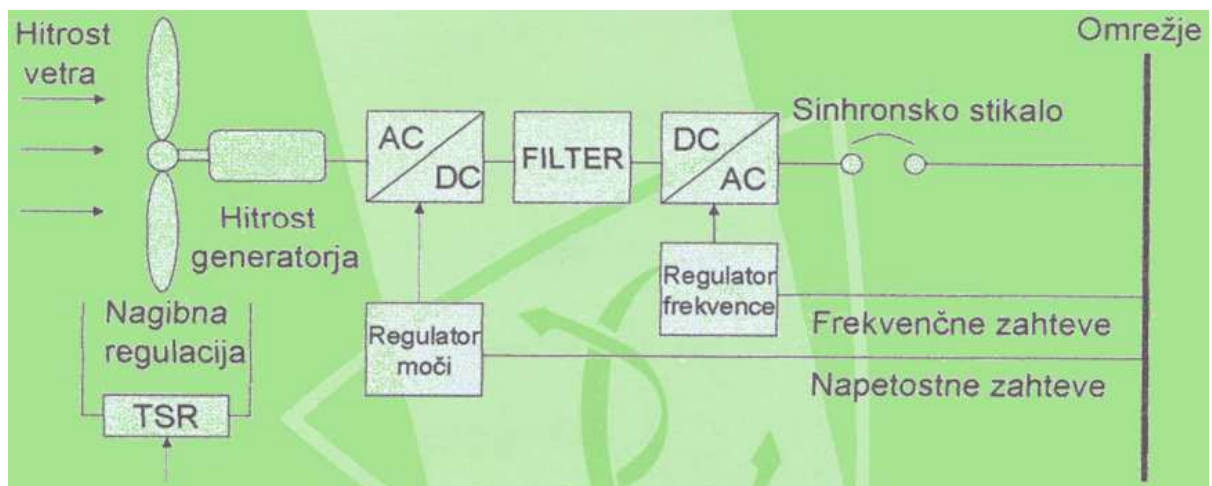
Poznamo več tipov vetrnic: ameriški večkrilni rotor, savoniusov rotor, moderni trikrilni rotor, rotor klasičnega mlina, dvokrilni rotor, ter Darreiusov rotor. Obliki vetrnic Savoniusov rotor in ameriška vetrnica se uporabljata pri nižjih hitrostih vetra in ne moremo računati na veliko moč (količino proizvedene električne energije). Za večje hitrosti vetra se uporabljajo moderni trikrilni rotor, dvokrilni rotor in Darreiusov rotor.

Izhodna moč vetrne turbine se spreminja linearno z obsegom rotorskega območja. Z rotorskim območjem je določena količina energije, ki jo prevzame turbina od delovanja vetra. To območje narašča s kvadratom premera rotorja. To prikazuje slika 25.



Slika 25: Model vetrnice (Tehnosol, 2013)

Vetrnica poganja generator, kateri ustvarja električno energijo ter jo oddaja v omrežje. Uporabljamo sinhroni generator, ki ob priklopu na omrežje, preprečuje sunke ter napetostne tokove. Posebnost je tudi ta, da lahko obratuje vzporedno z omrežjem, ki mu daje napetost že drugi generator ali pa z distribucijskim omrežjem. To prikazuje slika 26.



Slika 26: Shema delovanja vetrnice (Powerlab, 2013)

Pogonski sistem uravnava optimalno delovanje sistema, saj hitrost vetra ni konstantna. Pretvorbo mehanske energije v električno pa oddajamo v javno

niskonapetostno električno omrežje tako, da enosmerno napetost pretvorimo v izmenično napetost sinusne oblike in jo sinhroniziramo z napetostjo električnega omrežja (Powerlab, 2013).

### **5.15.2 Samooskrba oz. prodaja električne energije**

V našem primeru želimo zadostiti potrebam po dnevni količini 10kW/h električne energije. Obenem bomo raziskali tudi možnosti prodaje električne energije v javno omrežje. Se pravi, da bomo raziskali možnosti za otočni, omrežni in kombinirani sistem.

Otočni sistem je primeren za lastno uporabo, pri čemer shranjujemo električno energijo v akumulatorje, del energije, ki jo potrebujemo v tistem trenutku, pa steče po žicah do porabnikov.

V primeru, da proizvajamo več električne energije kot jo sami potrošimo, je za nas pravi omrežni sistem. Republika Slovenija subvencionira električno energijo, ki je pridobljena iz obnovljivih virov energije. To nam omogoča, da elektriko prodajamo po višji ceni, kot jo kupujemo. To nam daje pomisleke, da bi morda vso pridobljeno električno energijo prodali v omrežje ter kupovali cenejšo iz omrežja.

Kombinirani sistem pa je namenjen združitvi veterne energije z drugimi obnovljivimi viri, s pomočjo katerih je mogoče pridobivati električno energijo. Navadno se kombinira sončna in veterna energija, dodali pa smo tudi energent biomase.

Doma bi postavili manjši vetrni generator oz. večje število le-teh nazivne moči od 400 W do 1.500 W. Odlikuje jih izredno učinkovita patentirana petkraka elisa iz plastične umetne mase (najlona) in steklenih vlaken. Slednja je prilagojena še tako spremenljivim vetrovnim razmeram. Uporaba visokotehnoloških materialov, ter sodobnega oblikovanja omogočata dinamično delovanje elips sorazmerno z jakostjo vetra. Rotor se prične vrteti že pri 2 m/s. Obenem zagotavlja tiho in mirno delovanje (manj kot 20 db hrupa), odličen izkoristek v celotnem območju delovanja, hkrati pa tudi visoko stopnjo varnosti (samozaščite) tudi ob najmočnejših vetrovih, vse do 50 m/s. V naših krajih veter v sunkih preseže tudi to magično hitrost, tako da bomo morali v tem primeru vetrnico fiksirati. Pri močnih vetrovih se ležaji (vrtljiva os)



vetrnice močnejše obrabljujejo, zato regulator ter zavore prilagajajo hitrost in kljub močnejšim vetrovom stabilizirajo hitrost vrtenja. Rotor je izdelan zelo natančno in nima ogleh krtač za izboljšanje prevodnosti. Postavljen je v aluminijasto zlitino. To zagotavlja delovanje brez posebnega vzdrževanja in za dobo 15-ih let, saj je sistem zaščiten tudi pred korozijo in vnosom prahu, peska. Za tovrstno elektrarno ni potrebno ne gradbeno ne dovoljenje institucij za okolje. Slika 27 prikazuje 1000 W vetrnico (Lontech, 2013).



Slika 27: Vetrnica prtrjena na stanovanjsko hišo (Lontech, 2013)

### 5.15.3 Ekonomski vidik postavitve lastne vetrne elektrarne

Podjetništvo je tesno vpeto v sodobno družbeno okolje, ki se razlikuje med državami in celo med posameznimi regijami. Tako želimo izpostaviti primerno okolje za postavitve določenega energenta (Rebernik, M., etc., str. 17).

Glede na to, da je električni generator na isti lokaciji kot porabniki električne energije, je dovoljenje in priključitev na električno omrežje razmeroma enostavno. Za priklop sončne elektrarne je odkup električne energije enostaven, saj je v Republiki Sloveniji subvencioniran za obdobje naslednjih 15 let. Cena odkupa mikro elektrarne (do 50 kWh) znaša 0,198 denarne enote/kWh. V primeru da, se nahaja elektrarna na prostem, pa je odkupna cena za dober cent nižja.

V primeru prodaje električne energije pridobljene s pomočjo energenta biomase do 50 kWh, pa v Republiki Sloveniji ni določena cena. Še bolj zaskrbljujoč podatek je,

da prav tako za vetrni način pridobivanja električne energije, nimamo določene cene odkupa do moči 50 kWh. Se pravi, je za slednja energenta odkupna moč določena do vključno 1 MWh. Ni nam vseč tovrstno vrednotenje odkupnih cen, saj cene odkupa za manjše elektrarne na obnovljive vire energije, niso določene za vse energente enako. Razumemo da, glede pridobivanja s pomočjo biomase niso določene, saj se ta proces do danes ne pojavlja, ampak za vetrno energijo je pa skrajni čas, da naša država določi subvencije ter odkupno ceno do 50 kWh. V tabeli 19 smo prikazali obstoječe stanje (Uradni list, 2013).

Tabela 19: Obstoječe stanje odkupa električne energije (Uradni list, 2013).

Vrsta sistema glede na energent	Velikostni razred	Enotna letna cena (denarnih enot/MWh)
Sistem na biomaso	Do vključno 1 MW	123
Vetrni sistem	Do vključno 1 MW	65
Sončni sistem	Do vključno 50 kW	400
Kombinirani sistemi	Do vključno 1 MW	67

Prodajamo lahko elektriko v omrežje, ali pa z njo polnimo akumulatorje. Iz omrežja pa lahko kupujemo električno energijo po ceni 0,08–0,10 denarne enote za 1 kWh (Petrol, 2014). V tabeli 20 bomo prikazali ceno male vetrnice, kakršno bi želeli postaviti doma.

Tabela 20: Prikaz obratovanja male vetrnice (Lontech, 2013)

Vrsta vetrnice/cena (na denarno enoto)	Za polnjenje akumulatorjev	Za oddajanje elektrike v omrežje
2,5 kW vetrnica	7.056	8.236
3,5 kW vetrnica	8.028	10.533

Kot lahko razberemo iz zgornje tabele, so cenejše vetrnice, katere priključimo na akumulatorje. Se pravi za lastno uporabo. V kolikor želimo oddajati elektriko v omrežje, pa je smotrno doplačati razliko v ceni (Lontech, 2013).

## 6 ZAKLJUČEK

Najprej storite to sami, nato pomagajte še drugim. Če si prizadevate za boljši jutri, boljše delovno okolje ali boljše življenje, se boste morali začeti pogovarjati z drugimi. Ni dovolj, da vam povejo le, kaj vedo o trenutni resničnosti, govoriti morajo tudi o novi resničnosti, ki si jo želijo doseči (Geoffrey, M., str.44).

V magistrski nalogi smo predstavili možnosti za gradnjo enodružinske hiše iz vidika varčevanje energentov ter ugodne klime bivalnih prostorov. Vse to smo povezali kot del izkoriščanja energije v povezavi z varovanjem okolja. Omenili smo lesno biomaso, vetrno ter sončno energijo. Vse te energente smo primerjali s kurilnim oljem.

Najprej pa moramo priskrbeti ustrezno izolacijo ob ekonomski upravičenosti vgradnje le-te. Vakuum je najboljši izolator, zato izbiramo večslojna okna, saj tako dobimo boljšo izoliranost samega okna ter posledično celotnega objekta. Med vsakim slojem je brezračen prostor ali vakuum. Znanstveniki so ugotovili, da pri neizoliranem objektu okna k skupnim toplotnim izgubam prispevajo 18 odstotkov (%). Se pravi, da je to približno 1/5 vseh izgub (poleg sten, strehe, tal). Kaj pa pri dobro izolirani stavbi? Tam pa je še večji razkorak in slednji je kar 54 odstotkov (%). To je pa že več kot 1/2 vseh toplotnih izgub. Zaskrbljujoč podatek.

Lesni plin poznamo že od 19. stoletja, vendar smo ga do sedaj bolj malo uporabljali. Njegovo uporabo je pospešila druga svetovna vojna, ampak je potem zanimanje za lesni plin več ali manj usahnilo zaradi rabe cenениh naftnih derivatov. V zadnjem času se cene naftnih derivatov sunkovito vzpenjajo in tako »mladi raziskovalci« predelujejo stare avtomobile na lesni plin. Takšnih avtomobilov v Republiki Sloveniji še ni mogoče registrirati oz. homologirati, vendar pa lahko zaprosimo za sredstva iz Eko sklada za izgradnjo elektrarne na lesni plin. Tovrstna elektrarna s kurjenjem biomase proizvaja električno energijo ter toploto. Tako lahko z lesno biomaso ogrevamo dom ter obenem proizvajamo lastno električno energijo, ki jo po pogodbi z našim dobaviteljem električne energije spuščamo v omrežje. Posledično zaslužimo proizvodnjo s prodajo električne energije. S hlajenjem dimnih plinov ter plinskega motorja dobimo toplotno energijo, s katero ogrevamo domove. Pri sodobnih kurilnih napravah so emisije in količina pepela zelo majhne, saj poteka

proces zgorevanja ter uplinjanja pri visokih temperaturah in tako ogljikov dioksid reduciramo v ogljikov monoksid, kateri v plinskem motorju zgori. Tako nastane kvaliteten plin ki se, preden preide v bat plinskega motorja, očisti sajastih delcev v posebnem filtru. Tako se izognemo težavam z delovanjem motorja z notranjim izgorevanjem.

Začetki pridobivanja lesnega plina niso bili ravno obetajoči, saj se je lesni plin dovajalo v motor nefiltriran. Tako so se zapacale vžigalne svečke. 1.000 kg lesa je nadomestilo 365 l bencina. Dandanes so postopki pridobivanja lesnega plina tehnološko dovršeni, okolju, uporabnikom prijazni ter iz ekonomskega stališča zelo ugodni. Predvsem je smotrna uporaba lesnega plina za pridobivanje elektrike ter toplote, v avtomobilih pa nekoliko manj, saj traja 10 minut, preden se lahko odpeljemo naprej.

Vetrna elektrarna za svoje delovanje potrebuje veter z minimalno hitrostjo 5 m/s, da sploh začne obratovati. Maksimalna hitrost pa je določena na 25 m/s, sicer se vetrne elektrarne ustavijo, da preprečimo poškodbe. Idealna hitrost vetra je okrog 15 m/s ter vse tja do 25 m/s, saj v tem razponu vetrnice proizvedejo največ električne energije. Na našem področju ni stalnega vetra, tako slednji energent ni najbolj primeren za nas. Velikokrat je veter močnejši od zgornje predpisane meje, tako bi bile ta čas vetrnice zaradi preobremenitve izklopljene.

Za naše kraje je povprečna sončna moč 800W/m<sup>2</sup>. Sončni kolektorji so namenjeni ogrevanju sanitarne vode, kar se nam zdi zelo ugodna rešitev za ohranjanje tople sanitarne vode v poletnih dneh.

Preučili smo tudi rabo sončne energije ter predstavili pojem fotovoltaičnih modulov. Fotovoltaiko predstavljajo elektronke, ki spreminjajo energijo sončnih žarkov v električno oz. topolotno energijo. Kolektor je sestav iz fotovoltaičnih celic, ki so med seboj povezane in tvorijo sistem. Življenjska doba sončne elektrarne je vsaj 30 let, naložba pa se amortizira v dobi 10 letih. Tako naslednjih 20 let »žanjemo« čisti zaslužek. Cene solarnih modulov se nižajo, izkoristek le-teh pa povečuje. Po 10-letni uporabi se moč tovrstne sončne elektrarne zmanjša za 10 %, drugače pa ima tipično izhodno moč 90 %.

21. stoletje nam narekuje sozvočje z naravo. Prav je, da se zavedamo naših naravnih danosti. Zato smo s pomočjo SWOT analize predstavili ključne ugotovitve naše raziskave ter jih predstavili v tabeli 21.

Tabela 21: SWOT analiza energentov (po lastnih podatkih)

<p><b>MOJE PRILOŽNOSTI:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primerjava novogradnje z obstoječim neizoliranim objektom ter kotlom na kurilno olje,</li> <li>• poznavanje ekonomike ter tehnike.</li> </ul>	<p><b>MOJE SLABOSTI:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prostorska omejenost,</li> <li>• finančne zmožnosti,</li> <li>• prilagodljivost obstoječega kotla na kurilno olje za uporabo ostalih energentov.</li> </ul>
<p><b>PRILOŽNOSTI OKOLJA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velika količina biomase,</li> <li>• veliko sončnih dni,</li> <li>• v zimskem času veliko padavin,</li> <li>• zaloga vode.</li> </ul>	<p><b>GROŽNJE OKOLJA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dvig cene biomase,</li> <li>• prihod novih še neraziskanih energentov,</li> <li>• sprememba vremenskih razmer.</li> </ul>

Tabelo smo sestavili iz vidika okolja ter nas. Upoštevali smo ekonomske izračune ter lastnosti energentov, ki smo jih omenili v naši raziskavi. V pomoč nam je služil neizoliran objekt, v katerem se uporablja energent kurilno olje. Tako smo prišli do dejstev, ki so nas pripeljala do tega, da je potrebno imeti dobro izoliran objekt ter racionalno premisliti o rabi energentov.

V našem primeru smo se odločili za izolacijo iz celuloze, energent biomase ter izrabo sončne energije za ogrevanje sanitarne vode. Predvsem nas je razveselilo dejstvo, da se vgradnja kvalitetne izolacije amortizira v dobi manj kot 5 let. Študija pridobivanja

lastne električne energije je trenutno še v razvoju, predstavili smo naš model, ki bi ga lahko v dobi 10ih let realizirali. Nekoliko manj smo se navdušili nad lastnim sistemom deževnice, saj so trenutno cene pitne vode v Republiki Sloveniji še dokaj nizke, ampak predpostavljamo da bo temu kmalu konec. Tako še posebej apeliramo na hranjenje deževnice, saj je voda naše največje naravno bogastvo.

## 7 LITERATURA

Akumulator (2013). Pridobljeno 13. 8. 2013 s svetovnega spleta:

<https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=akumulator%20solarni%20sistem>.

Aquatehnika (2013). Pridobljeno 20. 3. 2013 s svetovnega spleta: <http://www.at-maribor.si/dezevnica/zbiralnik-dezevnice-in-pitne-vode.html?gclid=COeApfHi17UCFcRV3god3VYA3Q>.

Bellman Geoffrey, M. (2011). Getting Things Done When You Are Not In Charge: Vzemite stvari v svoje roke. Katarina Zrinski, Varaždin.

Berk, A., etc. (2005). Obvladovanje tveganja. GV Založba, Ljubljana.

Biotherm (2014). Pridobljeno 13. 3. 2014 s svetovnega spleta:

<http://www.etiks.si/index.php/kotli-na-lesne-sekance.html>.

Bizjak, F. (2008). Osnove ekonomike podjetja za inženirje. Založba Univerze v Novi Gorici.

Chairs, D. (2006). The Homeowner's Guide To Renewable energy. New Society Publisher, Gabriola Island, Canada.

Cometh. (2013). Pridobljeno 25. 3. 2010 s svetovnega spleta:

<http://www.comteh.si/default.aspx?ID=731>.

Delo in Dom (2014). Pridobljeno 2 .3. 2014 s svetovnega spleta:

<http://www.deloindom.si>.

E-va (2014). Pridobljeno s svetovnega spleta 20. 2. 2014: <http://www.fiz.e-va.si/lessons/98>.

Eko energija (2013). Pridobljeno 20. 3. 2013 s svetovnega spleta:

[http://www.ekoenergija.eu/soncni\\_kolektorji.htm](http://www.ekoenergija.eu/soncni_kolektorji.htm).

Eco power cea (2010). Pridobljeno 22. 2. 2010 s svetovnega spleta:

<http://www.comteh.si/default.aspx?ID=731>.



Energijasonca (2013). Pridobljeno 20. 3. 2013 s svetovnega spleta:  
<http://www.energijasonca.si/index.php?page=cene-odkupa-elektrike>.

Ekoprodukt (2014). Pridobljeno 5. 1. 2014 s svetovnega spleta:  
[http://www.ekoprodukt.si/eko-toplotna\\_izolacija-trendisol\\_celulozna\\_izolacija-osnovn.html](http://www.ekoprodukt.si/eko-toplotna_izolacija-trendisol_celulozna_izolacija-osnovn.html).

Emundia (2014). Pridobljeno 13. 3. 2014 s svetovnega spleta:  
<http://www.emundia.si/hvac-systems>.

Energetika-Ruse (2014). Pridobljeno 12. 1. 2014 s svetovnega spleta:  
<http://energetika-ruse.si/energetika>.

Gradim (2014). Pridobljeno 1. 2. 2014 s svetovnega spleta: <http://www.gradim.si>.

Ika (2014). Pridobljeno 6. 4. 2014 s svetovnega spleta: <http://www.ika.si/ogrevalna-tehnika>.

Jelovica (2014). Pridobljeno 1. 4. 2014 s svetovnega spleta: <http://www.jelovica.si>.

Knauf insulation (2013). Pridobljeno 20.3. 2013 s svetovnega spleta:  
<http://www.knaufinsulation.si/>.

Kurjava (2014). Pridobljeno 13. 3. 2014 s svetovnega spleta:  
<http://www.kurjava.si/artikli.html>.

Lektura (2014). Pridobljeno 27. 3. 2014 s svetovnega spleta:  
<http://zalogovnik.lektura.si>.

Lentherm (2014). Pridobljeno 13. 3. 2014 s svetovnega spleta:  
<http://www.lentherminvest.si/index.php/sl>.

Lentherminvest (2014). Pridobljeno 13. 3. 2014 s svetovnega spleta:  
<http://www.lentherminvest.si/index.php/sl/izdelki/toplotne-crpalke>.

Lesna biomasa-neizkoriščeni domači vir energije. (2010). Pridobljeno 18. 11. 2010 s svetovnega spleta: <http://www.aure.gov.si/eknjiznica/V5-biomasa.pdf>.

Lontech (2013). Pridobljeno 12. 8. 2013 s svetovnega spleta:

<http://www.lontech.si/soncni-kolektorji>.

Merkur (2013). Pridobljeno 5. 4. 2013 s svetovnega spleta: <http://www.merkur.si>.

Merkur (2013). Pridobljeno 20. 3. 2013 s svetovnega spleta:

<http://www.merkur.si/ogrevanje-in-hlajenje>.

Mikstanovanja (2014). Pridobljeno 25. 3. 2014 s svetovnega spleta:

<http://www.mikstanovanja.si>.

NEP Slovenija (2014). Pridobljeno 13. 3. 2014 s svetovnega spleta:

[http://nep.vitra.si/?nep\\_v\\_stevilkah=1](http://nep.vitra.si/?nep_v_stevilkah=1).

Obnovljivi viri energije. (2010). Pridobljeno 3. 1. 2010 s svetovnega spleta:

<http://www.focus.si/ove/index.php?l1=vrste&l2=biomasa>.

Petrol (2014). Pridobljeno 13. 1. 2014 s svetovnega spleta:

<http://www.petrol.si/petrol-elektrika>.

Plan-net-solar (2013). Pridobljeno 9. 8. 2013 s svetovnega spleta: [http://www.plan-](http://www.plan-net-solar.si/soncne-elektrarne)

[net-solar.si/soncne-elektrarne](http://www.plan-net-solar.si/soncne-elektrarne).

Podsvojostreho (2014). Pridobljeno 27. 3. 2014 s svetovnega spleta:

<http://www.podsvojostreho.net/forum/viewforum.php?f=35>.

Powerlab (2013). Pridobljeno 13. 8. 2013 s svetovnega spleta:

<http://www.powerlab.uni-mb.si/Predavanja/Vodna.asp>.

Prosigma (2013). Pridobljeno 20. 3. 2013 s svetovnega spleta:

<http://www.rewatec.de/sites/de/international/PROSIGMA%20dezevnica%20prospekt.pdf>.

Rebernik, M., etc. (2012). Razvojni potencial slovenskega podjetništva: Slovenski podjetniški observatorij 2011/12. Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakultet

Rebernik, M., etc. (2013). Neznane priložnosti: GEM Slovenija 2012. Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta

Regeneracija (2013). Pridobljeno 20. 3. 2013 s svetovnega spleta:

<http://www.regeneracija.si/zbiralnik-dezevnice.html>.

Rewatec (2013). Pridobljeno 20. 3. 2013 s svetovnega spleta:

<http://www.rewatec.co.uk>.

Solarix (2013). Pridobljeno 10. 8. 2013 s svetovnega spleta:

<http://www.solarix.si/Soncna-energija>.

Svet toplote (2014). Pridobljeno 16. 3. 2014 s svetovnega spleta:

<http://www.svettoplote.si>.

Syrostone (2014). Pridobljeno 1. 2. 2014 s svetovnega spleta:

<http://www.syrostone.com>.

Tehnosol (2013). Pridobljeno 24. 9. 2013 s svetovnega spleta:

<http://tehnosol.si/son%C4%8Dne- vetrne-elektrarne>.

Termotehnika (2013). Pridobljeno 20. 3. 2013 s svetovnega spleta:

<http://www.termotehnika.si/ogrevanje/kotli>.

Trendisol (2014). Pridobljeno 5. 2. 2014 s svetovnega spleta:

<http://www.promobile.si/zakljucna-gradbena-dela/trendisol-celulozna-izolacija.html>.

Toplotnacrpalka (2014). Pridobljeno 13. 3. 2014 s svetovnega spleta:

<http://toplotnacrpalka.org/kako-deluje-toplotna-crpalka>.

Toplotne-crpalke (2014). Pridobljeno 13. 3. 2014 s svetovnega spleta: <http://toplotne-crpalke.info/prednosti-toplotnih.html>.

Tramontana (2013). Pridobljeno 20. 3. 2013 s svetovnega spleta:

<http://www.tramontana-net.si/filtri/filtri.html>.

Uradni list (2013). Pridobljeno 12. 8. 2013 s svetovnega spleta: [http://www.agencija.si/sl/informacija.asp?id\\_informacija=787&id\\_meta\\_type=29](http://www.agencija.si/sl/informacija.asp?id_informacija=787&id_meta_type=29).

Wikipedia. (2010). Pridobljeno 20. 1. 2010 s svetovnega spleta: [http://en.wikipedia.org/wiki/Wood\\_gas#Production](http://en.wikipedia.org/wiki/Wood_gas#Production).

Wvterm (2013). Pridobljeno 20. 3. 2013 s svetovnega spleta: <http://www.wvterm.si/proizvodi/kotli-na-polena/stadler-lt>.

Zabašnik Senegačnik, M. (2007). Pasivna hiša. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.