



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Komercialist
Modul: Podjetniški

SODOBNO PRIDOBIVANJE ENERGIJE

Mentorica: Nežka Bajt, univ. inž. živ. tehnol.
Lektorica: Marija Jerše, prof. slov.

Kandidat: Boris Tavčar

Kranj, marec 2009

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici Nežki Bajt, univ. inž. živ. tehn., za pravilno usmerjanje pri pisanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi lektorici Mariji Jerše, prof. slov., za jezikovni pregled naloge.

Hvala tudi Tonetu Ferdinu za računalniško podporo pri oblikovanju naloge.

Zahvala velja tudi vsem domačim, ki so me pri študiju spodbujali, mi pomagali in se z menoj veselili uspehov.

IZJAVA

»Študent Boris Tavčar izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal/a pod mentorstvom gospe Nežke Bajt.«

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

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Uničevanje narave kot posledica neprimerne odnosa človeka do nje, je povod za razmišljanje, kako proizvesti določeno energijo v danem okolju s čim manjšim negativnim vplivom na okolje.

V nalogi opisujemo različne načine pridobivanja energije. Poudarek je na obnovljivih virih energije in na ekološko primernejših načinih pridobitve. Opisujemo sodobnejše načine v primerjavi s tradicionalnimi. Predlagamo načine rešitev energetskega vprašanja tudi za posameznike.

V primeru praktično opišemo, kako se lotiti raziskave ekonomske upravičenosti fotovoltaične elektrarne v zasebni lasti. Zaključimo z razmišljanjem, v katero smer bi moral iti razvoj energetike, miselnost ljudi in posameznika.

Namen naloge je spodbuditi družbo in posameznika, da začne razmišljati, kako bi lahko izboljšal odnos do narave, in si s tem ne bi poslabšal svojega standarda življenja, ali bil ekonomsko prikrajšan.

KLJUČNE BESEDE

- Energija
- Ekologija
- Ogljikovodiki
- Obnovljivi viri energije
- Fotovoltaika

SUMMARY

Impact on the environment as a result of irresponsible human activity forces us to find sufficient energy resources with minimal negative effects.

We are describing several possible processes for energy supply with a special emphasis on reusable resources and those that are environment friendly. We give a comparison between traditional and modern energy production. We are also covering energy production for individual supply.

Discussed is a practical usage of solar energy for private needs and transforming it into electrical by photovoltaic technology. The study concludes by considering the possible directions in future developments of energy production with respect to individual and general awareness.

This study intends to encourage the society and every one of us to develop a conscious and responsible relation to the environment and at the same time finding the best way for satisfying the needs of modern living standards at the best possible economic method.

KEYWORDS

- Energy
- Environment
- Ecology
- Hydrocarbons
- Reusable resources
- Photovoltaic

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	PREDSTAVITEV PROBLEMA	1
1.2	METODE DELA	1
2	ENERGIJA	2
3	VPLIVI ENERGETSKIH PRETVORB NA OKOLJE.....	3
3.1	SEŽIGANJE FOSILNIH GORIV	3
3.2	EMISIJE IN SEVANJE PRI RADIOAKTIVNEM RAZPADU ELEMENTOV	7
3.3	GLOBALNE KLIMATSKE SPREMEMBE V OZRAČJU	9
3.4	UČINEK TOPLE GREDE	10
3.5	VPLIVI NA OKOLJE IN ENERGETSKA EKONOMIKA	12
4	VRSTE VIROV ENERGIJE	14
4.1	NEOBNOVLJIVI VIRI	14
4.1.1	KLASIČNE TERMOELEKTRARNE	16
4.1.2	PLINSKE TERMOELEKTRARNE	16
4.1.3	JEDRSKE ELEKTRARNE (JE).....	18
4.2	OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE	19
4.2.1	SONČNE ELEKTRARNE IN CELICE	20
4.2.2	VETRNE ELEKTRARNE IN VPLIVI NA OKOLJE	22
4.2.3	PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE Z VODNIMI ELEKTRARNAMI (HE).....	23
4.2.4	GEOTERMALNE ELEKTRARNE IN VPLIVI NA OKOLJE	24
4.2.5	BIOMASA	26
4.2.6	BIOPLIN	27
4.2.7	ENERGIJA PLIMOVANJA.....	28
5	PROIZVODNJA ENERGIJE.....	34
5.1	VODIK KOT GORIVO PRIHODNOSTI?	35
6	KAKO LAHKO KOT POSAMEZNIKI PROIZVAJAMO ENERGIJO?	38
6.1	TOPLOTNE ČRPALKE	38
6.2	SOLARNI SISTEMI ZA PRIPRAVO SANITARNE VODE	40
6.2.1	AKTIVNI SOLARNI SISTEMI	40
7	MOJ POGLED NA EKOLOGIJO IN ENERGETIKO ..	41

7.1	FOTOVOLTAIKA	41
7.1.1	KAKO SE LOTIMO TEGA PROJEKTA?	44
7.1.2	KAKO BOMO RAVNALI?	49
7.1.3	PONUDBA.....	49
7.1.4	DRUGA PONUDBA	52
7.1.5	PRIMERJAVA.....	53
8	ZAKLJUČEK	55
9	LITERATURA IN VIRI	57
10	KAZALO SLIK	58

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Problem, ki ga bomo reševali v tej diplomski nalogi je, kako proizvesti energijo in kako z njo gospodariti, da bo onesnaževanje narave čim manjše. Če bi se tega problema lotili pred petdesetimi leti ali celo več, ne bi bili tako aktualni kot sedaj, ko se že kažejo znaki onesnaževanja v naravi, zdravju ljudi in okolju. Skrajni čas je, da se tako globalno kot vsak pri sebi začnemo zavedati, da onesnaževanje okolja ne uničuje »samo« ogroženih živih bitij daljnih dežel, in ni nekaj, kar se ne tiče nas samih, ampak posredno ogrožamo tudi nas same. Zato upam, da nam ne bo nikoli treba verjeti v rek: »Ko se bo beli človek zavedal, da denarja ne more jesti, bo za Zemljo že prepozno.«

Energija in energetika sta bistvena dejavnika človeškega okolja, od katerega je odvisen naš življenjski in kulturni standard ter gospodarski razvoj. Čeprav se vsi zavedamo, da brez energije tako kot brez vode, zraka ali hrane, ni življenja in ne gospodarstva, dopuščamo, da jo nesmotrno izkoriščamo.

Smotrnost porabe se izraža v dveh prednostih v odnosu do okolja. Že sama poraba energije je onesnaževanje, kot so svetlobno onesnaževanje, segrevanje okolja, onesnaževanje voda, druga plat pa je proizvodnja energije, ki je veliko večji onesnaževalec okolja. Okolje onesnažuje z izpusti toplogrednih plinov, žveplovih spojin, pepela, s spremembo podnebja, podrtjem ekosistema ...

Energija je dobrina, ki jo lahko prodajamo ali uporabljamo za lastne potrebe, vendar šele, če gledamo nanjo kot na stvar, ki smo jo iztrgali naravi in s tem povzročili škodo – rano, jo bomo znali bolj ceniti. Zavedati se moramo, da se ta škoda razlikuje glede na način pridobivanja. Vsaka vrsta pridobivanja energije ima tudi slabe, negativne, ali celo uničujoče posledice za okolico, širšo naravo, ter posledično tudi na človeka. Zato se sodobni načini pridobivanja energije poleg ekonomskega vidika, vedno bolj ozirajo na okolju prijazno plat.

Primerjali bomo načine proizvodnje, transporta, pretvarjanja energije, v odvisnosti od vplivov na okolje. Proučili bomo tudi ekonomsko plat in njihovo uporabnost v danih okoljih. Na ta način bomo našli najbolj ustrezno obliko, ki bo tudi ekonomsko zanimiva, ter okolju čim manj oporečna.

1.2 METODE DELA

Za izdelavo teoretičnega dela diplomske naloge smo uporabili knjižno literaturo, v veliki meri dr. Saša Medveda in njegovih sodelavcev. Posodobili smo podatke s spletnih strani, s katerih smo tudi črpali ostale vire.

Pri praktičnem delu smo meritve opravili sami, si pomagali s prispevki s spleta, in vse skupaj primerjali s ponudbo. Identiteta izdelovalca ponudbe je namenoma prekrita.

2 ENERGIJA

Po Maxu Plancku (2000) je energija sposobnost sistema, da izvaja zunanje aktivnosti. Nastopa v različnih oblikah:

- kot mehanska, toplotna (notranja),
- kemično vezana energija (fosilna goriva, jedrska goriva, biomasa),
- fizikalno vezana energija (potencialno vezana energija vode),
- energija elektromagnetnega sevanja (sončna energija),
- električna energija.

O energiji obstajajo pomembne ugotovitve:

- zakon o ohranitvi energije, ki pravi, da energija ne more nastati iz nič in se ne more uničiti: lahko se le spremeni iz ene oblike v drugo in tudi prenaša na razne lokacije, vendar kljub spremembam ostaja skupna količina energije stalna;
- za življenje, opravljanje katerega koli dela in za gibanje je potrebna določena vrsta in količina energije, ki si jo moramo zagotoviti, če hočemo obstajati in delovati;
- ločimo neobnovljive vire energije, ki so v zemeljski skorji (premog, nafta, in naravni plini), in vse pomembnejše obnovljive vire, kot je sončna energija v različnih pojavnih oblikah (neposredno sevanje, energija vode, vetra in biomase), planetarno energijo (biomasa) in pogojno obnovljive vire (geotermalna energija).

Pri pretvarjanju energije nastajajo izgube, zato ločimo:

- primarno energijo, ki je v obliki kemične ali jedrske energije shranjena v gorivih;
- končno energijo, ki jo pridobimo iz goriv z energetskimi pretvorbami in prenašamo do potrošnikov (industrija, promet, zgradbe itd.); je manjša od primarne energije zaradi izgub pri pretvarjanju in prenosu;
- koristno energijo, ki jo oddajajo številne naprave – ogrevalni ali hladilni sistemi, svetlobna telesa in druge; je manjša od končne energije zaradi izgub v napravah;
- učinkovitost energijskih pretvorb, ki je razmerje med končno in primarno energijo;
- intenzivnost rabe družbenega proizvoda.

Količino energije merimo po osnovnih enotah v mednarodnem merskem sistemu (ISO) v joulih (izg. džulih).

Osnovni vir energije na Zemlji je Sonce.

Prav zaradi teh ugotovitev in zakonov je potrebno dobro premisliti, kje in kakšno vrsto energije potrebujemo, ter kaj je bolje, da bomo čim manjkrat pretvarjali energijo ali jo bolj neoporečno transportirali.

Primer: v Evropi potrebujemo toplotno energijo. Kaj je za ekologijo bolj sprejemljivo, da azijski zemeljski plin po plinovodu pretovorimo do porabnika, ali da ga v termoelektrarni pretvorimo v električno energijo in to dostavimo porabniku?

3 VPLIVI ENERGETSKIH PRETVORB NA OKOLJE

3.1 SEŽIGANJE FOSILNIH GORIV

Fosilna goriva vsebujejo predvsem dva osnovna elementa: ogljik in vodik. Zato jim pogosto pravimo tudi ogljikovodiki. Poleg teh so v njih še primesi žvepla, dušika in mineralnih snovi.

Pri določenih pogojih, na primer pri primerno visoki temperaturi in prisotnosti zraka oz. kisika, fosilna goriva oksidirajo. To reakcijo imenujemo gorenje. Pri gorenju se sodelujoče snovi (fosilno gorivo+zrak) preoblikujejo v nove kemične spojine. Gorenje je eksotermna kemična reakcija, torej reakcija, pri kateri se sprošča toplota. Pravimo, da je zgorevanje popolno, če ogljik zgori v ogljikov dioksid in vodik v vodo (paro), žveplo pa v žveplov dioksid, itd.

Ker goriva poleg ogljika in vodika vsebujejo tudi druge elemente, na primer žveplo, dušik in mineralne snovi, ki pri zgorevanju vplivajo na kakovost in hitrost gorenja, je zgorevanje nepopolno. Zato pri gorenju nastaja tudi ogljikov (mon)oksid CO, dušikovi NO_x in žveplov oksidi SO_x (ali SO₂), nezgoreli ogljikovodiki, saje in mineralni ostanki – pepel.

Nastali produkti zgorevanja pri sežigu fosilnih goriv in biomase se izločajo iz naprav, v katerih zgorevajo, v plinastem in trdnem stanju. Plinaste snovi se izločijo v ozračje. Ta proces imenujemo emisija. Emisija plinov je lahko neškodljiva ali škodljiva. Za vsako škodljivo snov so določeni predpisi o dovoljenih koncentracijah ali dovoljeni največji količini, ki se sme spuščati v zrak.

Koncentracije snovi, ki nastajajo pri sežigu fosilnih goriv, navajamo glede na volumen te snovi ali njeno maso v enoti prostornine zraka. Ker so koncentracije snovi relativno majhne, uporabljamo za merjenje volumna snovi v zraku enoto ppm (parts per milion, milijonti delež; en ppm je razmerje med enim volumnom neke snovi v 10⁶-krat večjem volumnu zraka). Tisočkrat manjša enota je ppb (parts per bilion, milijarditi delež). Masni delež snovi v zraku običajno navajamo v mg/m³ ali µg/m³. Od leta 1994 so v Sloveniji s predpisi omejene emisije, med drugim tudi za kurilne naprave. Poleg emisij je predpisana zahtevana učinkovitost naprav, kakovost goriva in največja dovoljena vsebnost žvepla v trdih gorivih. Emisije novih kurilnih naprav preverjamo v pooblaščenih laboratorijih.

Dimni plini se bolj ali manj enakomerno razpršijo po ozračju. Koncentracijo okolju škodljivih snovi v ozračju na nekem mestu imenujemo imisija. Tako kot emisijske, so v slovenskih predpisih omejene tudi imisijske vrednosti. V njih so opredeljene glede na časovno obdobje, ko se zaporedoma pojavljajo:

- mejne vrednosti, ki po danes znanih podatkih niso nevarne zdravju ljudi,
- opozorilne, na katere je treba prebivalstvo primerno opozoriti,
- kritične vrednosti, enake dvakratni mejni vrednosti, ki so že škodljive zdravju.

Imisije v Sloveniji stalno spremljamo na številnih mestih z avtomatskimi meteorološkimi postajami.

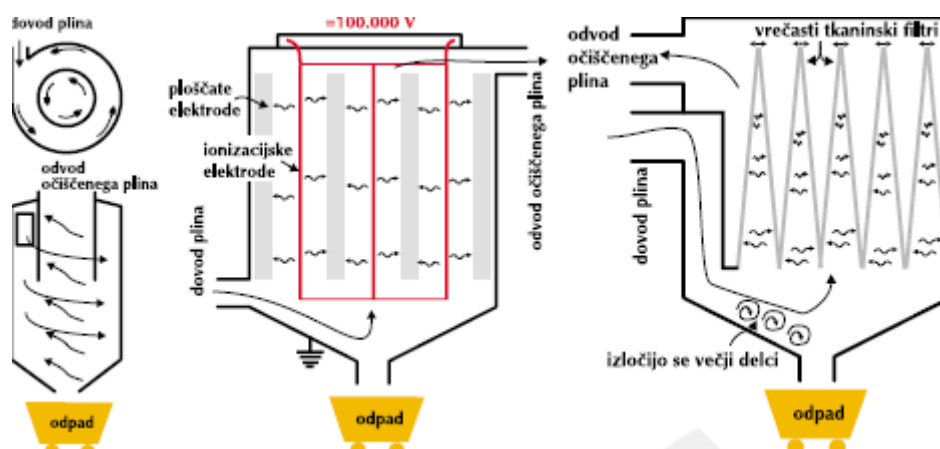
Ukrepe, s katerimi je mogoče zmanjšati emisije okolju škodljivih snovi pri energetskih pretvorbah fosilnih goriv, delimo v tri skupine:

- pred sežigom fosilnih goriv zmanjšamo emisije z uporabo goriv, ki imajo večji delež vodika in vsebujejo manj žvepla in dušika. Zaradi manjše vsebnosti ogljika so manjše tudi emisije CO₂. Zaradi različne kurilnosti goriv so razlike v emisijah CO₂ pri sežigu trdnih in tekočih fosilnih goriv (izražene na enoto sproščene toplote) še precej večje; prikazane so grafično na kWh proizvedene toplote;
- ob sežigu fosilnih goriv: s sežiganjem goriv v napravah z intenzivnim mešanjem plinov v zgorevalni komori; z uporabo katalizatorjev ali z dodajanjem snovi, ki reagirajo z žveplovim oksidom in se kot trdni ostanki izločajo v kurilni napravi;
- po sežigu fosilnih goriv s čiščenjem dimnih plinov, predvsem žveplovega dioksida in prašnih delcev.

Za razžvepljevanje dimnih plinov poznamo mokre in suhe postopke. Običajno uporabljamo mokri postopek. V vodi raztopljen apnenec CaCO₃ in zrak za oksidacijo vbrizgamo v tok dimnih plinov, kjer apnenec reagira z žveplovim dioksidom v mavec. Učinkovitost izločanja žveplovega dioksida z mokrim čiščenjem in uporabo apnenca je nad 90 %. Učinkovitost čistilne naprave v Šoštanju je 94 %. Vsako uro delovanja elektrarne pa nastane 23 ton mavca, ki ga je treba odlagati na ustrezno odlagališče v bližini. Zaradi tega problema suhi postopki postajajo vedno bolj zanimivi, saj se s tem izognemo veliki porabi vode. Princip delovanja je podoben.

Relativno velike delce prahu izločimo iz dimnih plinov v ciklonih. To so cilindrične posode, v katerih se dimni plini vrtinčijo, prašni delci se zaradi sredobežne sile usedajo na zunanjo steno in se počasi posedajo v zalogovnik na dno ciklona. V ciklonih se izloči do 90 % delcev večjih od 5 μm, pri izločanju manjših delcev pa niso učinkoviti. Te zadržijo elektrostatični ali vrečasti filtri. Elektrostatične filtre sestavljajo električni vodniki, ki so napeti med vzporedne navpične plošče. Visoka napetost (do 100.000 V) v vodnikih ustvari močno električno polje, ki ionizira molekule v dimnih plinih. Nastali negativni ioni in prosti elektroni naelektrijo prašne delce, ki jih privlačijo ozemljene plošče. Iz plošč se delci izločajo zaradi težnostne sile, ali pa jih izpiramo. Ti filtri izločajo trdne in kapljevinske delce, stroški delovanja in vzdrževanja so nizki, učinkovitost odstranjevanja delcev je do 98 %. Zaradi majhnih pretočnih hitrosti so veliki in dragi filtri, saj so površine plošč tudi več tisoč m². Za izločanje delcev, ki so manjši od 1 μm, lahko uporabimo tudi vrečaste tekstilne filtre, ki so oblikovani kot vreče, skozi katere tečejo dimni plini. Delce zadrži tkanina ali sloj izločenih delcev, ki se nabirajo v vrečastem filtru. Zbrane delce odstranimo iz filtra v zalogovnik s stresanjem vreč. Ker so dimni plini vroči, morajo biti tkanine vrečastih filtrov odporne na visoko temperaturo. Vrečasti filtri niso primerni za zelo vlažna okolja, ker se delci med seboj sprijemajo.

Glavne snovi, ki se pri energetskih pretvorbah fosilnih goriv z dimnimi plini izločajo v ozračje, škodljivo vplivajo na naravo ter počutje in zdravje ljudi.



Slika 1: Shematski prikaz delovanja ciklona, elektrostatskega in vrečastega filtra (Energija in okolje, 2000)

Ogljikov monoksid je brezbarven plin brez vonja in okusa. Glede na količino sodi med največje onesnaževalce zraka, zelo nevaren je tudi za ljudi. Nastaja pri nepopolnem zgorevanju ogljika v fosilnih gorivih (namesto CO_2 dobimo CO). Vsebnost CO v ozračju nima škodljivega vpliva na snovi in rastline, močno pa vpliva na zdravje ljudi, in sicer na sposobnost prenašanja kisika v krvi. Ima namreč precej večjo afiniteto do hemoglobina kot kisik in že majhne količine CO močno zmanjšajo količino kisika, ki potuje skozi telo. Ko ga vdihavamo, se takoj poveže s hemoglobinom v karboksihemoglobin (COHb). Odstotni delež telesc COHb glede na nasičenje je tudi merilo škodljivega učinka, ki ga povzroča CO pri ljudeh. Odvisen je od koncentracije CO v zraku, ki ga vdihavajo ljudje, aktivnosti ljudi in časa zadrževanja v tem okolju.

Določimo ga z izrazom:

$$\% \text{COHb} = 0.005 \cdot (\text{CO})^{0.85} \cdot (\alpha \cdot t)^{0.63}$$

kjer je:

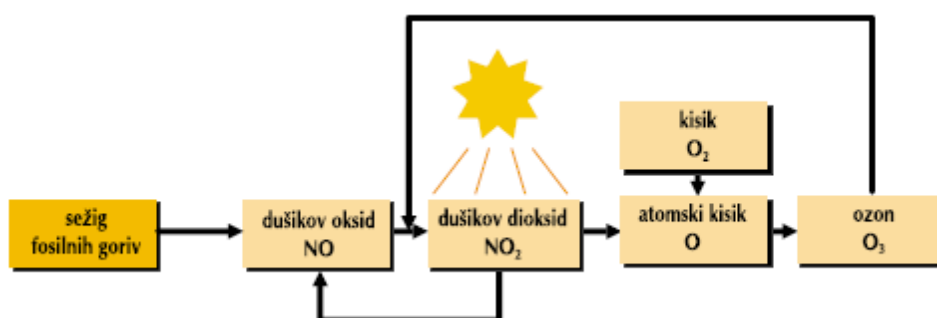
- % COHb odstotni delež karboksihemoglobina glede na nasičenje (%);
- CO vsebnost ogljikovega monoksida (ppm);
- aktivnost ljudi: $\alpha = 1$ pri sedenju, $\alpha = 3$ pri napornem delu (1)
- t čas izpostavljenosti okolju z določeno vsebnostjo CO (min)

Raziskave kažejo, da vrednosti okoli 5 % COHb vplivajo na vid in psihomotorične sposobnosti ljudi, vrednosti okoli 10 % povzročajo vrtoglavico in glavobole, vrednosti nad 50 % so za ljudi lahko usodne. Na srečo se COHb izloči iz krvi, ko dihamo sveži zrak. Ocenjujejo, da se v 3–4 urah vsebnost CO v krvi prepolovi. Ogljikov monoksid nastaja v prometu in ga posebno veliko najdemo v predorih, pri vožnji v koloni na avtocestah ali mestnih vpadnicah.

* Pri zgorevanju fosilnih goriv se v številnih oblikah pojavijo dušikovi oksidi:

NO, NO₂, NO₃, N₂O, N₂O₃, N₂O₄ in N₂O₅. V splošnem jih označimo z NO_x. Zaradi škodljivih učinkov na okolje sta pomembna predvsem dušikov oksid NO in dioksid NO₂. Vsa fosilna goriva vsebujejo nekaj dušika, ki pri zgorevanju oksidira. Toda NO oksidira v NO₂, ki ob prisotnosti sončnega sevanja reagira z ogljikovodiki v zdravju škodljiv fotokemični smog. Poleg tega dušikov dioksid reagira z vodikovimi radikali (HO) in v atmosferi v dušikovo kislino, ki jo padavine izperejo. Tako nastanejo kisle padavine. NO je brezbarven plin, NO₂ pa daje smogu značilno rdeče-rjavo barvo.

Pod vplivom sončnega sevanja se v ozračju, kjer so prisotni dušikovi oksidi, različni hlapljivi ogljikovodiki, žveplov dioksid itd., sprožijo kemijske reakcije, katerih produkti so snovi, ki jih imenujemo fotokemični oksidanti. Med njimi prevladuje ozon (O₃), ki z dušikovim oksidom reagira v dušikov dioksid.



Slika 2: Shema nastajanja fotokemičnega smoga v ozračju zaradi NO_x-ov (Energija in okolje, 2000)

Ozon je sekundarni onesnaževalec, ki se ne izloča pri sežigu goriv, temveč nastaja v atmosferi zaradi primarnega onesnaževanja. Ozon v troposferi je škodljiv tako ljudem kot rastlinam. Povzroča neprijetno draženje sluznice v očeh, nosu in grlu, še posebej je nevaren pri vdihavanju. Povzroča kašelj in glavobol; pri ekstremnih vsebnostih onesnaženja so opazili celo nadpovprečno umrljivost. Ozon v troposferi škodljivo vpliva tudi na poljščine.

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) priporoča za zaščito ljudi mejno enurno vrednost vsebnosti ozona v zraku med 75 in 100 ppb, za zaščito rastlin pa povprečno vsebnost 30 ppb v času vegetacijske sezone.

Pri sežigu fosilnih goriv, ki vsebujejo žveplo, nastaja žveplov dioksid SO₂, brezbarvni plin ostrega vonja, ki je škodljiv. V ozračju ostaja nekaj dni in potuje tisoče kilometrov daleč. Poleg že opisanega nastajanja aerosolov v ozračju, se žveplov dioksid z vrsto kemičnih reakcij najprej preoblikuje v SO₃ in ta z vodo v žveplovo kislino H₂SO₄. Ta se v vodnih kapljicah izloča iz ozračja kot "kisel dež" (kisle padavine).

Kisle padavine so poleg gozdnih požarov glavni povzročitelj propadanja gozdov. Padavine povzročajo kislota voda in tal. Kisle padavine škodujejo živim organizmom in tudi zgradbam, ker povzročajo razpadanje gradbenih materialov. Žveplova kislina (H₂SO₄) se meša z vodo, razjeda kožo, lesu in papirju pa odvzema vodo, zato

pooglenita. H_2SO_4 in apnenec CaCO_3 v gradbenih materialih in čistilnih napravah reagirata v mavec CaSO_4 .

Mavec je v vodi zelo topen, ker ga voda iz gradbenih konstrukcij izpira. Mnoge zgodovinske stavbe so zato v mestih, kjer so emisije SO_2 velike, močno poškodovane. Ocenjujejo, da je na svetu letna škoda, ki jo povzročajo kisle padavine zaradi korozije gradbenih materialov na stavbah, okoli 10 milijard dolarjev.

Emisije SO_2 v Evropi znašajo letno 25 % količin v svetu. V Sloveniji razmere bistveno olajšujejo razžvepljevalne naprave v termoelektrarni Šoštanj.

V zraku so tudi drobni lebdeči delci trdnih snovi ali tekočin, ki so po velikosti večji od molekul (s premerom večjim od $0,0002 \mu\text{m}$) in manjši od $500 \mu\text{m}$. Na kakovost okolja različno vplivajo zaradi različne velikosti, kemične sestave in vsebnosti. Kot skupno ime za te majhne delce trdnih snovi ali tekočin se uporablja tudi izraz aerosoli. Delce trdnih snovi imenujemo tudi prah, saje ali leteči pepel.

Dihalni organi ljudi se različno odzivajo na različno velike delce. Zelo majhni delci potujejo z zrakom do pljučnih vršičkov in se pri izdihavanju izločijo, večji delci (nad $10 \mu\text{m}$) pa se učinkovito zaustavijo že v zgornjem delu dihal. Delci z aerodinamičnim premerom med $0,5$ in $10 \mu\text{m}$ so dovolj majhni, da potujejo v pljuča in se tam naložijo. Z naraščanjem količine prahu v zraku nastajajo tudi žveplovi in dušikovi aerosoli, ker se žveplov in dušikov oksid z vodo združita v drobne kapljice. Dušikov dioksid se v ozračju preoblikuje tudi v sulfatne delce s premerom do $2 \mu\text{m}$, ki pri vdihavanju zaidejo globoko v pljuča.

Vdihavanje aerosolov povzroča vnetja in bolezni dihal, ker je skupno delovanje trdnih delcev in žveplovih aerosolov še posebej nevarno. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) navaja mejne vsebnosti za PM10 (delce $10 \mu\text{m}$) obenem z mejnimi vrednostmi SO_2 – za povprečno 24-urno vsebnost $125 + 125 \text{ mg/m}^3$.

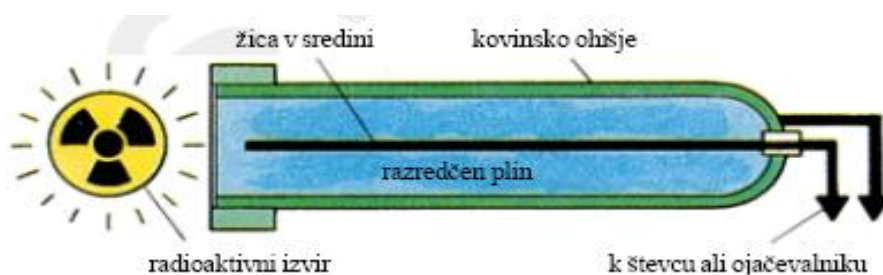
Zmanjšanje emisije CO_2 za 9 % bo zahtevalo izjemne napore in velike naložbe. Seveda bi bila ta najbolje naložena, če bi z njimi intenzivno uvajali obnovljive vire energije za proizvodnjo elektrike, saj so tam emisije CO_2 najvišje.

3.2 EMISIJE IN SEVANJE PRI RADIOAKTIVNEM RAZPADU ELEMENTOV

Pri razpadu atomskih jeder radioaktivnih elementov (radionuklidov) se sproščajo elektromagnetni valovi oziroma delci; pojav imenujemo radioaktivno sevanje. Poleg sevanja, ki prihaja s Sonca, obstaja še zemeljsko naravno sevanje radioaktivnih elementov, ki so v plasteh zemeljskega površja. Z dejavnostmi ljudi nastaja tudi umetno ionizirajoče sevanje. V medicini uporabljajo rentgensko svetlobo in radioaktivne izotope za diagnostične namene, z zelo natančno odmerjenimi količinami visokoenergijskega sevanja uničujejo rakave celice. V industriji uporabljajo sevanje za ugotavljanje kakovosti materiala, arheologi pa za določanje starosti različnih organskih snovi.

Radioaktivno sevanje je različno. Delci alfa (α) potujejo po zraku le nekaj cm in sevanje se ustavi že na naši koži. Toda če te delce vdihavamo, so našemu zdravju zelo nevarni. Pozorni moramo biti na radon (Rn-222), radioaktivni žlahtni plin, ki nastaja pri razpadu urana in povzroča pljučnega raka; izhaja iz tal, greznic, inštalacijskih sistemov ali drenaž, in se nabira v prostorih neizoliranih zgradb, lahko ga vsebujejo tudi gradbeni materiali. Plina naša čutila ne zaznajo, zato je prezračevanje prostorov zelo pomembno. Beta delci (β) potujejo skozi zrak nekaj metrov daleč, v tkivo prodrejo tudi nekaj cm globoko, zaustavi jih plošča bakra ali aluminija.

Najbolj nevarno je gama (γ) sevanje; nima električnega naboja in niti mase; je elektromagnetno valovanje zelo majhne valovne dolžine, vendar z zelo veliko energijo. Preseva celotni človekov organizem in zaustavi ga le zelo debela betonska stena ali debela svinčena plošča. Vir sevanja žarkov gama so npr. jedra kobaltovega izotopa Co^{60} , ki ga uporabljajo za nadzorovano terapijo rakavega tkiva ('kobaltova bomba').



Slika 3: Geigerjev števec
(Energija in okolje, 2000)

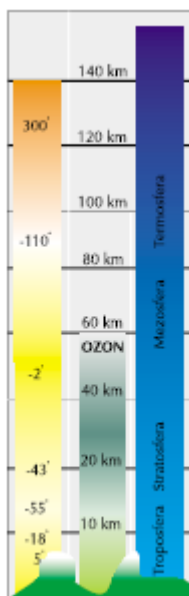
Vse vrste radioaktivnega sevanja so nevarne živim bitjem, ker v določenih pogojih resno poškodujejo žive celice in zmotijo biološke procese. Nastanejo somatske spremembe, ki povzročijo nastajanje rakavih celic, levkemijo ali sterilnost, ali pa genetske spremembe, ki povzročijo različne posledice pri potomcih. Za ovrednotenje radioaktivnega sevanja uporabljamo različne enote:

- Aktivnost radioaktivnih snovi merimo v becquerelih (Bq, izg. bekerélih); 1Bq pomeni en razpad radionuklida na sekundo; v Bq merimo koncentracijo radioaktivnih snovi v zraku, na primer radona, katerega največja povprečna koncentracija v naravnem odprtem okolju v Sloveniji znaša 74 Bq/m^3 , v kraških jamah pa je mnogo višja (v Taborski jami do 6000 Bq/m^3 zraka);
- Merilo radioaktivnega sevanja, ki ga absorbira enota mase biološkega tkiva, je sievert (Sv; $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$). Po ocenah Mednarodne komisije za radiološko zaščito (ICPR) obstaja pri absorbiranem radioaktivnem sevanju 1 Sv pri ljudeh kar 7,3-odstotna nevarnost za nastanek rakastega obolenja. Ker je 1 Sv velika enota, izkazujemo sevanje v tisočinkah Sv, tj. v mSv. V Evropi znaša povprečno naravno sevanje okolja $2,4 \text{ mSv}$ na leto in verjetnost obolenja za rakom 1 %. Priporočilo je, naj sevanje tega ne presega, sploh pa ne 5 mSv letno. Z Geigerjevim števcem zaznavamo ionizirajoče sevanje. Sestavljen je iz Geiger-

Müllerjeve številne cevi, številca in zaslona ali zvočnika. Cev je napolnjena z razredčenim plinom. Sevanje skozi plin v cevi ionizira molekule plina: negativne elektrone privlači pozitivna žica v sredini cevi, pozitivne ione pa kovinsko ohišje cevi. Sonek električnega toka je mogoče pretvoriti v zvočni signal, na zaslonu se prikaže število sunkov v sekundi. (Po Phillip Wingate, Osnove fizike, 1993)

3.3 GLOBALNE KLIMATSKE SPREMEMBE V OZRAČJU

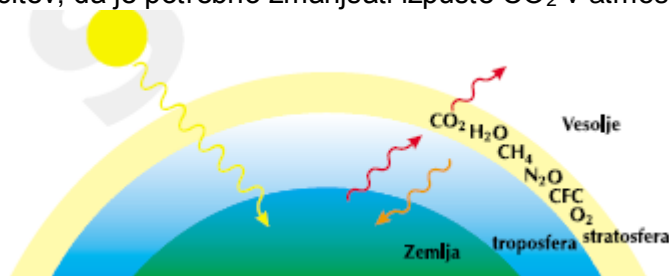
Temperatura ozračja Zemlje se spreminja z nadmorsko in atmosfersko višino. Neposredno ob Zemljini površini se zaradi sončnega sevanja in primesi v zraku spreminja z letnimi časi. Slika prikazuje različnost temperatur v posameznih slojih atmosfere. Sonce seva visokoenergijske žarke kratkih valovnih dolžin. Od površja Zemlje se odbijajo, toda tla in rastje jih del absorbirajo in potem oddajajo drugačno energijo – nizkoenergijske žarke dolgih valovnih dolžin. Medtem ko sončni žarki kratkih valovnih dolžin pridejo skozi ozračje do površja, dolgovalovno sevanje ne more v celoti prodreti skozi ozračje, v katerem je vse več t. i. toplogrednih plinov, temveč se odbija in segreva molekule plinov v zraku. Tako se ozračje segreva – in to imenujemo pojav tople grede (podobno kot se to dogaja v stekleniku, kjer ima vlogo "filtra" steklo). Posledice tega pojava so vremenske in podnebne, vidne so tudi v okolju.



Slika 4: Temperature po višini zem. atmosfere v °C, vsebnost ozona in sloji ozračja (Energija in okolje, 2000)

Toplogredni plini, ki imajo take lastnosti, so predvsem vodna para, ogljikov dioksid (CO_2), metan, dušikovi oksidi in v manjši meri hladilna sredstva (freoni). Freoni so nevarni predvsem zaradi razgradnje ozonske plasti v stratosferi in ne toliko zaradi absorpcije dolgovalovnega sevanja. Koliko bodo ti plini absorbirali toplote, je odvisno od

njihove koncentracije v ozračju. Čim manj jih bo, toliko manjša bo absorbcija. Zato je padla odločitev, da je potrebno zmanjšati izpuste CO₂ v atmosfero.



Slika 5: Shematski prikaz delovanja tople grede (Energija in okolje, 2000)

3.4 UČINEK TOPLE GREDE

S poenostavljeno energijsko bilanco Zemlje lahko določimo ekvivalentno temperaturo ozračja ob površju. To je ravnotežna temperatura, ki bi se vzpostavila na Zemlji, ko bi ta absorbirala del sončnega sevanja, obenem pa s svojim sevanjem oddala toploto v vesolje. Če Zemlja ne bi bila obdana z atmosfero, bi bila ekvivalentna temperatura ob površju Zemlje okoli -18°C ali 255 K (K = kelvinov = termodinamična temperatura). Toda resnična povprečna temperatura površja Zemlje je okoli 288 K, ker nekateri prisotni plini v ozračju zmanjšujejo izgube toplote s površja Zemlje v vesolje. Imenujemo jih toplogredni plini. Zaradi absorbcije dolgovalovnega toplotnega sevanja se segrejejo in del toplote "vrnejo" nazaj na Zemljo. Ta pojav povzroča učinek tople grede.

Klimatske razmere so se v zgodovini Zemlje močno spreminjale. Ocenjujejo, da so se v zadnjih dveh milijonih let vsaj 20-krat izmenjale ledena in tople dobe. Meritve vsebnosti CO₂ v zračnih mehurčkih, ujetih v ledenikih v zadnjih 160.000 letih, so nedvoumno pokazale povezavo med vsebnostjo CO₂ v atmosferi in temperaturo ozračja. Ugotovili so, da so se v času do začetka industrijske revolucije konec 18. stoletja vsebnosti CO₂ v ozračju spreminjale med 180 in 280 ppm (parts per million – število delcev v milijonu). Od tedaj naprej se vsebnost tega plina v ozračju nenehno povečuje. Tako je v letu 1990 že dosegla vrednost 351 ppm. Podobno, toda manjše naraščanje vsebnosti lahko zasledimo tudi pri drugih toplogrednih plinih. Tako se je vsebnost metana iz 0,8 ppm od konca 18. stoletja povečala na 1,7 ppm.

Vzporedno s povečano vsebnostjo toplogrednih plinov v ozračju je narasla tudi temperatura ozračja, v zadnjih 100 letih za 0,3 do 0,6 K. Posledice segrevanja se kažejo v taljenju ledu ledenikov, segrevanju morij in dvigu povprečne gladine oceanov za 10 do 20 cm v tem času. Z računalniškimi simulacijami so napovedali, da bo ob podvojenih vsebnosti CO₂ v ozračju temperatura narasla za 1,5 do 4,5 K. Omenimo naj, da med znanstveniki ni popolnega soglasja o možnih posledicah povečanja vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju.

Prva skupina povezuje povišanje temperature z zmanjšanjem padavin, segrevanjem vode v oceanih in taljenjem ledu. Tako naj bi povišanje temperature ozračja za 2 K v ZDA povzročilo 10 % zmanjšanje padavin in dvig gladine oceanov za 0,1 do 0,2 m do

leta 2025 ter 0,5 do 2,0 m do leta 2050. Poplavljeni bi bila velika obalna območja (na primer 20 % površine Bangladeša), povečala bi se erozija obal ter slanost talne vode.

Druga skupina napoveduje, da se bo zaradi povišane temperature podaljšala vegetacijska doba (pri podvojitvi vsebnosti CO₂ na primer na območju Denverja (ZDA) iz sedanjih 162 na 206 dni na leto, na območju Memphisa (ZDA) iz sedanjih 234 na 311 dni na leto), zato bodo rastline bujnejše in poraba CO₂ za fotosintezo iz ozračja večja; tako da naj bi bilo doseženo naravno ravnovesje.

Ozon je fotokemijski oksidant, ki nastaja v stratosferi naravno, ko ultravijolično sončno sevanje z valovnimi dolžinami do 0,242 μm (imenujemo ga tudi UV-C sončno sevanje) razbije molekulo kisika na kisikova atoma. Atoma kisika se takoj nato združita z molekulo kisika v ozon. Pri razcepu se sprošča tudi toplota. Ob tem pa poteka tudi obratni proces. Ko molekula ozona absorbira sončno sevanje nekoliko večjih valovnih dolžin – med 0,28 in 0,32 μm (imenujemo ga tudi UV-B sončno sevanje), se molekula ozona razcepi v molekulo in atom kisika. Končni učinek navedenih reakcij je oblikovanje sloja ozona in segrevanje stratosfere. V stratosferi se vzpostavi temperaturna inverzija, ki povzroča, da je stratosfera zelo stabilna. Zato se snovi v stratosferi zadržujejo zelo dolgo. Pravi pomen prisotnosti ozona spoznamo šele, ko preučimo, kako UV sevanje učinkuje na žive organizme.

UV sevanje je kratkovalovno in vsebuje dovolj energije, da vpliva na kemične vezi ter v organizmih povzroča kemične in biološke reakcije. Še posebej škodljivo je UV-C sevanje, ki deluje na proteine in molekule DNA, vendar se skoraj v celoti absorbira v molekulah kisika in ozona. Za organizme je zelo škodljivo tudi UV-B sevanje, ki se v molekulah ozona absorbira le delno. Raziskave so pokazale, da je UV-B sončno sevanje tisoč- do deset tisočkrat bolj škodljivo, ker poškoduje molekulo dednega zapisa (DNA) in sploh uničuje celice. Sončno sevanje večjih valovnih dolžin (0,38 – 0,76 μm) povzroča kožnega raka. Dodatni problem je, da že majhno razredčenje ozona v stratosferi močno vpliva na količino UV-B sončnega sevanja, ki dospe do površja Zemlje. Preostalo ultravijolično sevanje z valovnimi dolžinami večjimi od 0,320 μm (imenujemo ga tudi UV-A sončno sevanje) ne sodeluje v fotokemičnih reakcijah, in se zato tudi ne absorbira v stratosferi. Zato smo ljudje v dolgem evolucijskem razvoju postali na to sevanje relativno neobčutljivi.

V zadnjih desetletjih so znanstveniki opazili hitro zniževanje količine ozona v atmosferi. Ta pojav imenujemo "ozonska luknja". Pojav se kaže istočasno s povečevanjem količine dušikovih oksidov, predvsem halogenov, med njimi še posebej klora. Ocenjujejo, da se klor izloča iz klorfluorogljikovodikov (CFC ali CFCl), ko ti absorbirajo sončno sevanje (CFC so uporabljali za hladiva, topila, penila v toplotnih izolacijah). Sproščen klorov atom sodeluje pri razcepu ozona kot katalizator, zato lahko "poškoduje" tudi 10.000 molekul ozona, preden se iz stratosfere spet izloči v spodnje plasti ozračja.

Najbolj pogosto občutno zmanjšanje ozona ugotavljajo nad Antarktiko. Ob polarnih zimah se oblikuje edinstven, zelo hladen (do -80 °C) polarni vrtnec zraka; tedaj v stratosferi nastanejo oblaki ledenih delcev. Po zapletenih kemijskih reakcijah, v katerih sodelujejo tudi molekule vode (iz stratosfernega polarnega oblaka) in dušikovi oksidi,

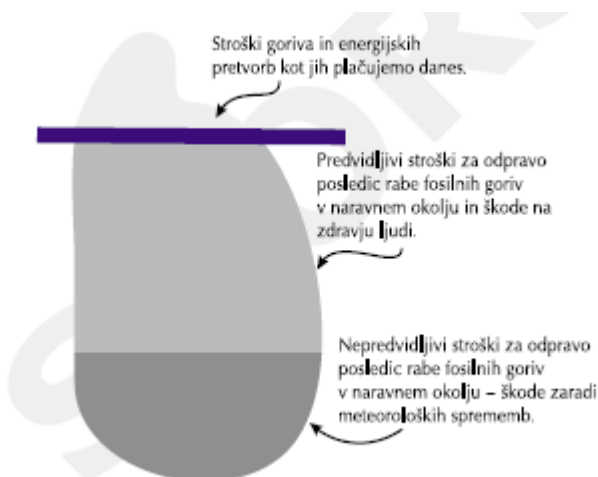
nastajajo molekule klora Cl_2 , ki ozonu niso škodljive. Ko spomladi na južni tečaj spet posije sonce (tedaj je na severni polobli jesen), sončno sevanje razcepi molekulo klora v atoma, ki takoj reagirata z ozonom. Količino ozona v stratosferi merimo z Dobsonovo enoto (DU), ki navaja debelino sloja zgoščenih molekul ozona nad izbranim ozemljem.

3.5 VPLIVI NA OKOLJE IN ENERGETSKA EKONOMIKA

Zgorevanje fosilnih goriv je mogoče le ob prisotnosti kisika, ki ga jemljemo iz zraka. Normalno je, da gorivo plačamo, medtem ko je kisik iz zraka zastonj. Nastale pline pri zgorevanju, ki onesnažujejo zrak, spuščamo v atmosfero zastonj. Stroške, ki nastanejo zaradi škode in je povzročena naravnemu okolju, pokriva družba kot celota. Princip, da mora onesnaževalec plačati nastalo škodo, se tu ni uveljavil.

Cena energije naj bi vsebovala stroške goriv in energetskih pretvorb ter stroške za nadomestilo škode. Ker slednje danes plačujemo vsi, in ne le onesnaževalci okolja, jih imenujemo tudi eksterni – zunanji stroški. Govorimo o “internalizaciji eksternih” stroškov pri uporabi fosilnih goriv.

Tako kot pri ledeni gori vidimo nad gladino morja le njen del, plačujemo sedaj le direktne stroške goriv in amortizacijo naprav za njihove pretvorbe. Žal pa energetske pretvorbe fosilnih in jedrskih goriv povzročajo predvidljive in nepredvidljive zunanje stroške. Predvidljivi stroški so določljivi zaradi opaznega poslabšanja kvalitete zraka in sprememb na favni in flori, vodah in pokrajinah. Z njimi je že obremenjena sedanja generacija.



Slika 6. Ponazoritev neposrednih in zunanjih stroškov pri uporabi fosilnih goriv (Energija in okolje, 2000)

Nepredvidljivi stroški rabe energije iz virov, ki jih danes največ uporabljamo, so povezani s spremembami klimatskih razmer in bodo imeli globalni učinek na hidrosfero, litosfero in atmosfero Zemlje. Zaenkrat globalnih posledic še ne znamo ovrednotiti v celoti. Z njimi bodo obremenjene prihodnje generacije. Dejstvo je, da so globalni zunanji stroški nepredvidljivi in nekajkrat višji od predvidljivih. Če bi sodobna globalna

ekonomija sledila načelu usklajenega razvoja, bi lahko že danes postale številne tehnologije za pretvarjanje obnovljivih virov energije ekonomsko utemeljene. Neobnovljivi energijski viri bodo vedno dražji, tehnologije za črpanje zalog vedno bolj zahtevne, porabniki pa bodo morali plačati škodo, ki jo povzročajo naravnemu okolju. Nasprotno utegnejo biti obnovljivi viri konkurenčni in ekonomsko sprejemljivi.

4 VRSTE VIROV ENERGIJE

Na grobo bi vrste virov lahko delili na:

- neobnovljive vire energije, ki so v zemeljski skorji (premog, nafta in naravni plin),
- in vse pomembnejše obnovljive vire, kot je sončna energija v različnih pojavnih oblikah (neposredno sevanje, energija vode, vetra in biomase), planetarno energijo (bibavica) in pogojno obnovljive vire (geotermalna energija).

4.1 NEOBNOVLJIVI VIRI

Fosilna goriva – premog, nafta in zemeljski plin – so raznolika akumulirana sončna energija v preteklem razvojnem obdobju Zemlje. To je dragocena zaloga, ki zlagoma kopni. Človeštvo bo pri sedanjem načinu razvoja porabilo fosilne vire energije, ki so nastajali milijarde let, v nekaj stoletjih. V časovni zgodovini Zemlje predstavlja ta poraba preprost blisk, po katerem fosilnih goriv na Zemlji ne bo več. Znanost in stroka žal še ne znata odgovoriti na vprašanje: kako potem? V prehodnem obdobju nekateri prisegajo na jedrsko energijo, drugi pa se zavzemajo za takojšnji prehod na obnovljive vire, predvsem na vodik. Raziskujejo še druge možnosti.

Kakovost fosilnih goriv se kaže predvsem v količini kemično vezane energije na enoto mase. To količino izrazimo s sežigno vrednostjo in kurilnostjo. Razlika med njima je v tem, da pri kurilnosti ne upoštevamo kondenzacijske toplote vodne pare, ki se sprosti pri zgorevanju. Zato je kurilnost vedno nižja od sežigne vrednosti. Razne vrste goriv imajo različno kurilnost, izraženo v MJ/kg: drva 10–15, lignit 8–11, rjavi premog 13–17, črni premog 25–28, metan 50, EL kurilno olje 42,7.

Najbolj razširjeno fosilno gorivo na svetu je premog. Več milijonov let je trajalo, da se je med usedlinami in naplavinami pokopano drevje in drugo rastje zaradi visokih temperatur, pritiskov in kemičnih procesov spremenilo v premog. Po starosti nastanka ločimo črne in rjave premoge ter lignit. Velenjski lignit je mlajšega nastanka kot zasavski rjavi premog. V Sloveniji smo zaradi neekonomičnosti in majhnih zalog že zaprli vrsto premogovnikov. Vendar moramo vedeti, da bo premog še dolgo pomembno fosilno gorivo na svetu. Znane zaloge premoga presegajo zaloge nafte in plina za najmanj petkrat. Tehnologije za uplinjanje premoga utegnejo bistveno spremeniti njegovo okoljsko neprijaznost (pepel, žveplo).

V večjih globinah so zaradi višjih temperatur in pritiskov nastale drugačne toplotne reakcije; vodna para je delno izločila žveplo, kisik in dušik, organska snov se je začela razgrajevati v tekoče molekule. Tako je nastala nafta, ki jo sestavljajo ogljik, vodik, žveplo in dušik. V še večjih globinah je nastalo plinasto gorivo – zemeljski plin, ki vsebuje ogljik, vodik in dušik. Nastanek zemeljskega plina je drugačen zaradi različnih geomorfoloških pogojev. Po eni razlagi je plin organskega izvora nastal s pretvorbo mikroorganizmov v velikih globinah, po drugi pa trajno nastaja pri procesih, ki se odvijajo v notranjosti Zemlje.

Plin je postal pomemben vir energije sredi prejšnjega stoletja. Ker je okolju najprimernejši, saj ima med vsemi fosilnimi gorivi najmanj škodljivih emisij, se danes uporablja v industriji, gospodinjstvih in tudi za proizvodnjo elektrike. V Sloveniji smo zgradili 930 km dolg magistralni plinovod, po katerem se pretaka zemeljski plin v plinastem agregatnem stanju, sekundarna mreža plinovodov pa ga dovaja porabnikom. Kupujemo ga v Rusiji in Alžiriji. Kjer plina ni mogoče transportirati po cevovodih kot pri nas, ga pripeljejo v tekočem stanju z ladjami. Seveda so za utekočinjenje potrebne zelo nizke temperature ($-160\text{ }^{\circ}\text{C}$) in visoki tlaki, da postane prevoz ekonomičen. Del potrebne energije za utekočinjanje se pri uparjanju lahko pridobi nazaj in koristno uporabi (pridobivanje hladu in elektrike).

Nafta je zmes različnih ogljikovodikov in jo pred uporabo destiliramo. Zaradi različnih vrelišč ogljikovodikov se postopno izločajo: bencini (pri 20 do $100\text{ }^{\circ}\text{C}$), nato lahko kurilno olje (pri 200 do $250\text{ }^{\circ}\text{C}$) ter težko kurilno olje in maziva ($>350\text{ }^{\circ}\text{C}$). Vmes se izločajo tudi plini, med katerimi sta najbolj znana propan in butan. Oba plina se že pri relativno nizkem nadtlaku utekočinita in zavzemata le $1/260$ prostornine plinastega stanja, kar omogoča poceni prevoz s cisternami ali v jeklenkah do porabnikov. Sta kakovostno gorivo s kurilnostjo 46 do 54 MJ/kg . Mešanico propana in butana imenujemo tudi utekočinjeni naftni plin (UNP), ki ga v gospodinjstvih uporabljamo za kuhanje.

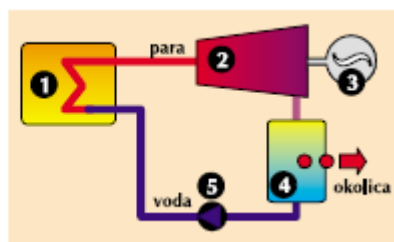
Pomemben energetski vir so tudi jedrska goriva. Osnova za to tehnologijo pridobivanja koristne energije je bila zagotovljena z razvojem atomske in vodikove bombe. Najbolj znana so goriva za jedrsko cepitev – uran, plutonij in torij. Jedrska energija se sprošča v obliki toplote pri razcepu (ali zlitju) atomskih jeder. Od tu tudi njeno ime. Jedrska reakcija, pri kateri težek atom (npr. urana) razpade večinoma v dva lažja, imenujemo jedrska cepitev. Pri jedrski fiziji se jedro atoma urana (U^{235}), potem ko zajame nevtron, razcepi v dve lažji jedri (izotopa U^{236}), ob tem se sprosti nekaj nadaljnjih nevtronov in energija (γ sevanje). Nevtroni prožijo nadaljnje tvorjenje nestabilnega izotopa U^{236} v čedalje večjem številu. To je verižna jedrska reakcija. Kinetična energija razcepov predstavlja glavni vir toplote, ki se sprošča pri razcepu. Jedrsko reakcijo lahko v jedrski elektrarni nadzorujemo, če poteka v vodi ali težki vodi (D_2H), tudi v grafitu, če absorbiramo del nevtronov, ki se sprostijo pri razcepu izotopa U^{236} in če se sevanje γ absorbira v primernem ščitju. Sproščeno energijo izkoristijo za uparjanje vode, paro pa za pogon turbine in generatorja.

Znanstveniki razvijajo tudi postopek za pridobivanje energije z zlitjem jeder, znan kot postopek jedrskega zlitja. Pri tem se sprostijo nevtroni in veliko energije. Kot gorivo sta predvidena devterij in tritij. Velika razlika med (sedanjo) fizijo in fuzijo (v prihodnosti) je v naravnih zalogah snovi; zaloge U^{235} so omejene, medtem ko so količine devterija (lahko ga ločimo iz oceanskih voda) in tritija (proizvedemo ga iz litija) praktično neomejene. Ker pa trajno zlivanje lahko poteka le pri zelo visokem tlaku in temperaturi nad $100.000\text{ }^{\circ}\text{C}$, sta to nepremostljivi oviri, zaradi katerih na Zemlji še ne deluje noben fuzijski reaktor. Edina znana trajna fuzijska reakcija poteka v Soncu.

4.1.1 KLASIČNE TERMOELEKTRARNE

V klasičnih termoelektrarnah uporabljamo fosilna goriva, s katerimi v kotlu (1) segrejemo in uparimo vodo; imenujemo jih parne termoelektrarne. Nastala para ekspandira v turbini (2) in proizvede delo ter poganja generator električne energije (3). Energetsko izrabljeno paro nato kondenziramo v kondenzatorju (4). Tako odvzeto toploto prenesemo na okolico v hladilnih stolpih (v termoelektrarni v Šoštanju) ali pa v vodotok (v reko Savo iz jedrske elektrarne Krško). Kondenzat (vodo) nato visokotlačna črpalka (5), imenujemo jo tudi napajalna črpalka, potiska nazaj v kotel. V termodinamiki imenujemo ta proces parni delovni proces. Termoelektrarne (TE) so najpomembnejše proizvajalke električne energije v številnih deželah, tudi v Sloveniji. Imajo dolgo življenjsko dobo, povprečen izkoristek (med 35 in 43 %) in so primerne za uporabo vseh vrst fosilnih goriv. So drage pri izgradnji in imajo številne negativne vplive na okolje (emisije plinov, pepel, sadro).

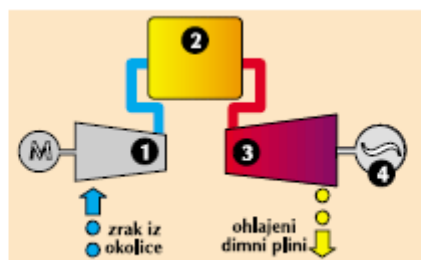
V Sloveniji imamo sedem javnih parnih termoelektrarn – štiri v Šoštanju, eno v Trbovljah in dve v Ljubljani – s skupno nazivno močjo 960 MW.



Slika 7: Shema parne termoelektrarne
(Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, 2000)

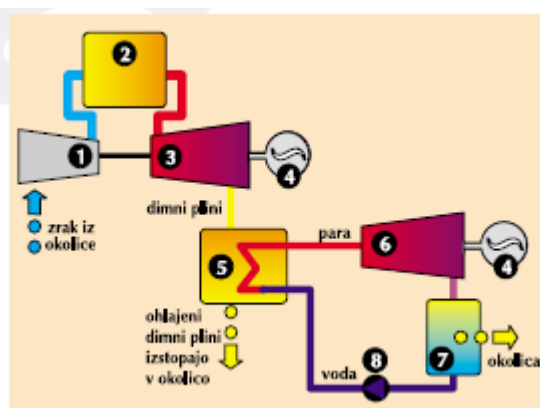
4.1.2 PLINSKE TERMOELEKTRARNE

V njih vstopa zrak iz okolice v kompresor (1) in nato z visokim tlakom v zgorevalno komoro (2). V zgorevalno komoro dovajamo fosilno gorivo, ki ob prisotnosti kisika (zraka) zgore. Vroči dimni plini preidejo v turbino (3), v njej ekspandirajo in se sprostitjo v okolico. Turbina poleg generatorja električne energije (4) poganja tudi kompresor. Ta termodinamični proces imenujemo plinski delovni proces. Za pogon kompresorja se porabi med 40 in 60 % dela turbine, medtem ko za napajalno črpalko pri parnih procesih porabimo le 1 do 2 % proizvedenega dela.



Slika 8: Shema plinske termoelektrarne
(Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, 2000)

Plinske toplotne elektrarne so cenejše od parnih, vendar lahko v njih sežigamo le najkvalitetnejša fosilna goriva (plin ali kurilno olje). Značilno zanje je, da so pri enaki moči nekajkrat manjše od parnih termoelektrarn in imajo zelo kratek zagonski čas – le 10 do 20 minut. Zato jih uporabljamo predvsem kot dopolnilne elektrarne, ki delujejo ob konicah porabe električne energije. V novejšem času se vedno bolj uporabljajo tudi kot elektrarne za osnovno proizvodnjo elektrike, saj je plin konkurenčno gorivo in odpadejo drage čistilne naprave, emisija CO₂ je majhna. Učinkovitost plinskih elektrarn ni bistveno različna od parnih. Ker je temperatura plinov na izstopu iz plinske turbine zelo visoka (okoli 500 °C), lahko uporabimo to toploto za proizvodnjo pare. Združimo torej dva procesa zaporedno; tako dobimo plinsko-parno termoelektrarno. Ob tem pridobimo kar 60 % več elektrike pri enaki porabi goriva kot v primeru povprečne parne elektrarne na premog. S tem se zmanjšuje toplotna obremenitev okolja in količina plinov na izpustu. V Sloveniji imamo dve plinsko-parni elektrarni – Brestanica in Trbovlje.



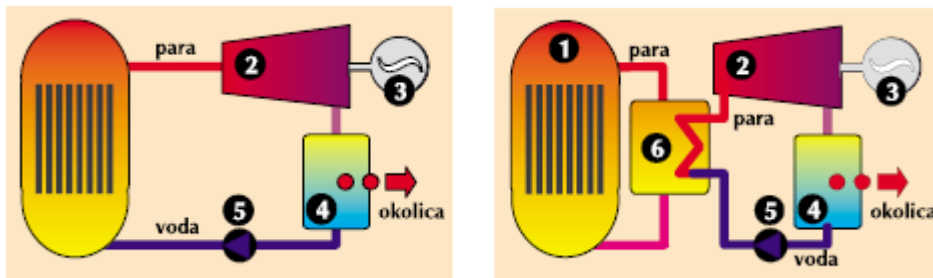
Slika 9: Plinsko-parna termoelektrarna (PPE);
1 – kompresor, 2 – zgorevalna komora, 3 – plinska turbina, 4 – generator električne energije, 5 – uparjalnik, 6 – parna turbina, 7 – hladilni stolp, 8 – črpalka
(Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, 2000)

Pri delovanju termoelektrarne nastajajo vplivi na okolje, ki so povezani z emisijami okolju škodljivih snovi v ozračje, segrevanjem ozračja ali rečnih voda ter odlaganjem trdnih ostankov zgorevanja (pepel) in čiščenja dimnih plinov (sadra). V primerjavi s termoelektrarnami, v katerih kurimo premog, v plinskih elektrarnah ne nastaja pepel. Ker uporabljamo naravni plin, je tudi emisija CO₂ na enoto proizvedene električne

energije več kot za polovico manjša. Ker naravni plin ne vsebuje žvepla, so tudi emisije SO_2 zanemarljive. Visoke temperature zgorevanja pa povzročajo visoke vsebnosti NO_x (100 do 300 ppm). Pri uporabi tekočih goriv v plinskih elektrarnah so emisije CO_2 in predvsem SO_2 večje, vendar precej manjše kot pri kurjenju premoga.

4.1.3 JEDRSKE ELEKTRARNE (JE)

Kot že vemo, se pri razcepu težkega atomskega jedra sprosti tudi veliko energije. V različno zasnovanih jedrskih reaktorjih spremenimo kinetično energijo delcev, ki nastajajo pri cepitvi jeder, v toploto. Jedrski reaktorji so posode, v katerih se cepijo težka jedra in se sprošča veliko energije. V jedrskih reaktorjih elektrarn se za hlajenje reaktorja uporablja voda. Obenem je voda tudi moderater. Če se moderater v reaktorju upari in uporablja kot delovno sredstvo v turbini, kjer ekspandira ter se po kondenzaciji vrne v reaktorsko posodo (slika levo), ga imenujemo vrelovodni reaktor. Če se moderater le segreje in ostane v tekočem stanju ter nato v uparjalniku drugo vodo upari, tak reaktor imenujemo tlačnovodni. V JE Krško je vgrajen tlačnovodni reaktor, ki je varnejši od drugega.



Slika 10: Shema JE z vrelovodnim in tlačnovodnim reaktorjem (Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, 2000)

Jedrske elektrarne imajo slab termodinamični izkoristek (okoli 27 %). To je posledica nizkih temperatur in tlaka uparjene vode v reaktorju. Ker pri gradnji in obratovanju niso vključeni zunanji stroški, veljajo JE za gospodarne. Imajo dolgo življenjsko dobo delovanja in nizke stroške za gorivo, zato delujejo kot osnovne elektrarne. Vendar je delovanje jedrskih elektrarn problematično zaradi jedrskih odpadkov. Okolje onesnažujejo tudi s toploto, ki jo odvajajo v okolico. Tako ob nizkem pretoku vodo reke Save JE Krško segreje za 3 do 4 °C, če obratuje z nazivno močjo; ob zelo nizkem pretoku vključijo hladilne stolpe.

Avtorji številnih študij navajajo, da je radiativnost okolice JE primerljiva z naravno radioaktivnostjo okolice in ne ogroža prebivalstva v okolici. Nizko radioaktivni odpadki nastanejo pri vzdrževalnih delih (zaščitna oblačila, oprema in orodje, ki jih uporabljajo v radiološko onesnaženih prostorih); stisnejo jih v kovinske sode.

Srednje radioaktivni odpadki nastanejo v reaktorju in se nabirajo v posebnih filterih; tudi te odpadke shranjujejo v kovinskih sodih. Nizko in srednje radioaktivnih odpadkov nastane v elektrarni v Krškem okoli 180 m³ ali v pričakovani življenjski dobi elektrarne

okoli 15.000 m³. Kovinske sode shranjujejo v površinskem vodotesnem skladišču, kjer bodo zaradi naravnega razpada postali v 300 letih okolju nenevarni. Visoko radioaktivni odpadki so ostanki jedrskega goriva; vsako leto jih tako v Krškem nastane 24 ton ali okoli 7 m³. Zaradi visoke aktivnosti in dolgega razpadnega časa izotopov ostajajo nevarni več tisočletij. Iz izrabljenega goriva se sprošča tudi "zaostala" toplota, zato elemente skladiščijo v bazenih z vodo. Po nekaj desetletjih bi se "zaostala" toplota tako zmanjšala, da bi izrabljeno gorivo lahko odložili. Toda še nikjer ni zgrajeno ustrezno odlagališče. Jedrska elektrarna v Krškem (z nazivno močjo 632 MW) je bila v letu 2000 posodobljena, vgrajena sta bila dva nova uparjalnika. Energijski učinki prenove so veliki. Letna razpoložljivost znaša 85 % in proizvodnja električne energije bo lahko 25 % večja. Leta 1998 je JEK proizvedla 4787 GWh električne energije, ki je del izvažala, decembra 2000 pa so v ugodnih razmerah (pretok in temperatura vode) dosegli na pragu elektrarne celo visoko dnevno srednjo moč 682 MW.

4.2 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE

Definicija: OVE so viri energije, ki se obnovljajo iz tokov energije naravnih procesov, pri čemer njihova obnovljivost sledi njihovi potrošnji. Nasprotje obnovljivim virom energije so fosilna goriva, iz katerih v kratkem času izčrpamo energijo, ki se je shranjevala tisoče ali milijone let.

Pravimo jim obnovljivi viri energije, saj se v naravi obnovljajo, njihovo trajanje pa je za časovna merila človeštva praktično neomejeno. Čeprav med njimi po količini prevladuje energija Sonca, to ni edini naravni vir. Obnovljive vire tako glede na izvor delimo na:

- sončno sevanje, ki ga oddaja Sonce in ga lahko spremenimo v toploto ali elektriko, v naravi pa povzroča nastanek vetra, valov, vodne energije in biomase;
- težnostna sila Lune in Sonca skupaj s kinetično energijo Zemlje povzročata periodično nastajanje plime in oseke;
- toploto, ki iz notranjosti Zemlje, kjer nastaja z radioaktivnim razpadom snovi v jedru, prehaja proti površju in jo imenujemo geotermalna energija.

Obnovljive vire z napravami pretvorimo v druge oblike energije, ki jih potrebujemo v vsakdanjem življenju - toploto, svetlobo, električno energijo, mehansko delo in podobno. Sončno sevanje lahko spremenimo v toploto za ogrevanje stavb s pasivnimi solarnimi sistemi, to je z elementi, ki so integrirani v konstrukcijski ovoj stavbe; najbolj poznani elementi so okna, sončni zidovi, in stekleniki; ali z aktivnimi solarnimi sistemi, to so naprave, ki s sprejemniki sončne energije absorbirajo sončno obsevanje, in ga v obliki toplote oddajo krožeči tekočini; ker se navadno razpoložljiva energija sončnega obsevanja časovno ne pokriva s potrošnjo, toploto shranjujemo v hranilnikih toplote.

Biomasa je trenutno najbolj izkoriščani obnovljivi vir. Sodobna uporaba biomase vključuje poleg sežiga v prilagojenih napravah tudi uplinjanje in izdelavo tekočih goriv, na primer etanola, metanola in biodizla. Biomasa je sicer obnovljiv vir, vendar je poraba v mnogih nerazvitih deželah, kjer je les osnovni vir, energije tako velika, da je narava že

trajno prizadeta in so ogrožena življenja ljudi. Lesa primanjkuje celo za pripravo hrane. Ponekod klasična kurišča zato zamenjujejo s cenejšimi sončnimi kuhalniki.

Proizvodnja elektrike in procesne toplote je mogoča le z visoko koncentracijo sončnega sevanja; za to uporabljamo velika in optično kvalitetna, a draga zrcala; z visoko koncentracijo sončnega sevanja teoretično dosežemo temperaturo, ki je enaka temperaturi površine Sonca (~578 °K). Električno energijo lahko brez toplotne pretvorbe sončnega obsevanja proizvajamo s sončnimi celicami. To so polprevodniške naprave, najpogosteje narejene iz silicija. Uvrščamo jih med najprimernejše tehnologije za oskrbo manjših naprav v oddaljenih in neelektrificiranih krajih. Zaradi povečevanja učinkovitosti in zniževanja cene sončne celice vse bolj uporabljamo tudi v urbaniziranih naseljih in stavbah tako, da oddajajo električno energijo v javno omrežje.

Električno energijo lahko proizvajamo še z dvema obnovljivima viroma, ki sta posledica sončnega obsevanja – z napravami, ki pretvarjajo kinetično energijo vetra in jih imenujemo vetrnice ter z vodnimi elektrarnami, ki izkoriščajo kroženje vode v naravi. Čeprav vse vodne elektrarne izkoriščajo ta obnovljiv vir, velja dogovor, da pri oceni rabe obnovljivih virov upoštevamo le elektrarne manjših moči (do ~ 100 kW). Imenujemo jih male vodne elektrarne.

Oceani so tudi veliki hranilniki energije v obliki toplote, potencialne in kinetične energije valov in bibavice. Potencialno in kinetično energijo valov pretvorimo v električno energijo z različnimi pnevmatskimi in mehanskimi napravami, energijo bibavice pa z pretočnimi vodnimi elektrarnami z zbiralnim jezerom, ki se napolni ob plimi. Toplota je v oceanih shranjena na dveh temperaturnih nivojih – v od sonca segretem površinskem sloju (globokem do 100 m) in v hladnem v večjih globinah; ta naravni pojav lahko izkoristimo v oceanskih toplotnih elektrarnah.

Toploto, ki nastaja in je shranjena v notranjosti Zemlje, imenujemo geotermalna energija; izkoriščamo jo lahko neposredno z zajemom pare ali vroče vode, ki iz naravnih vrelcev ali izdelanih vrtin prihaja na površje ali tako, da hladimo segrete kamenine globoko pod površjem; geotermalno energijo lahko uporabljamo v prilagojenih geotermalnih toplotnih elektrarnah, ali z njo ogrevamo naselja, rastlinjake, zdravilišča.

4.2.1 SONČNE ELEKTRARNE IN CELICE

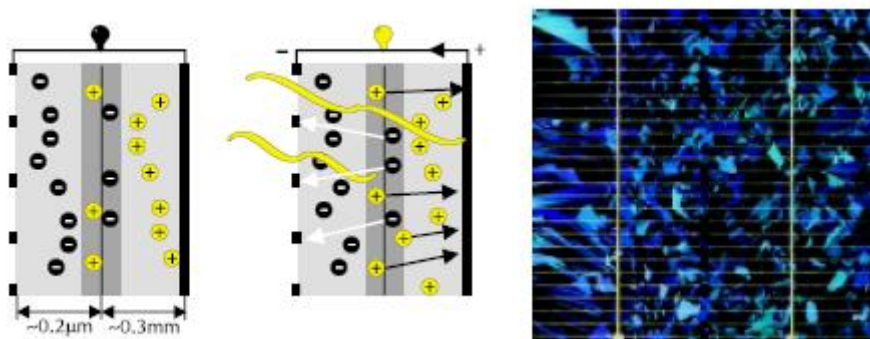
Sončno energijo lahko pretvorimo v električno s toplotnimi elektrarnami ali sončnimi celicami. Toplotne elektrarne uporabljajo enak termodinamični proces kot TE ali JE, le vir toplote je sončno sevanje in ne fosilno ali jedrsko gorivo. Pri sončnih celicah sončno sevanje neposredno pretvarjamo v električno energijo s t. i. fotovoltaičnim pojavom. Visoke temperature, ki so potrebne za delovanje toplotne sončne elektrarne, se doseže le z zgoščevanjem (koncentracijo) sončnega sevanja z različno oblikovanimi zrcali. Pri tem je zelo pomembna stopnja zgoščevanja (C), to je razmerje med površino zrcal in velikostjo sprejemnika, na katerega zrcala usmerjajo sončno sevanje.

Največja sončna elektrarna na svetu deluje v Kaliforniji (ZDA), ki z elektriko oskrbuje okoli 300.000 prebivalcev Los Angelesa. V jeklenih ceveh v žarišču vrtečih se paraboličnih korit se segreje olje na 400 °C in v prenosnikih toplote nato uparja vodo. Para poganja dvostopenjsko turbino in generator, za dogrevanje uporabljajo zemeljski plin, s katerim v povprečju proizvedejo 1/3 električne energije sončne elektrarne.

Električno energijo lahko brez pretvorbe sončnega sevanja v toploto pridobivamo tudi s sončnimi celicami. Sončne celice so iz polprevodnih snovi, kot so silicij (Si), germanij (Ge), kadmijev sulfid (CdS), kadmijev telurid (CdTe) in drugo. Sončni žarki s primerno energijo (valovno dolžino) povzročijo, da elektroni potujejo k dvema elektrodama, in če je tokokrog med njima sklenjen, nastane električni tok.

Monokristalne in polikristalne silicijeve sončne celice, ki so danes najbolj razširjene, so izdelane iz kristalov silicija, narezani so na tanke rezine, ki jih primerno obdelajo. Silicij lahko v vakuumskih komorah naparijo na ustrezno podlago, na primer na steklo. Tako dobimo amorfne sončne celice. Izkoristki sončnih celic so med 5 % pri amorfni in 17,5 % pri monokristalnih silicijevih sončnih celicah. Za sončne celice je značilno, da dajejo enosmerni tok nizke napetosti (0,5 do 0,7 V). Ker so celice krhke in majhnih dimenzij, jih med seboj povežemo v module in vložimo v ohišje, najpogosteje med dva sloja toplotno in mehansko odpornega stekla.

Moduli so lahko tudi fleksibilni ali izdelani kot strešniki oziroma elementi, ki nadomestijo stekleno fasado. S poljubno gosto razporeditvijo kristalnih celic, ali uporabo amorfni prosojnih celic lahko stavbe primerno naravno osvetlimo ali senčimo.



Slika 11: Prikaz delovanja sončne celice in njen izgled
(Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, 2000)

Poleg takega načina lahko vgrajujemo sončne celice tudi na strehe objektov ali na samostojne konstrukcije. Same sončne celice so le del sistema, ki omogoča njihovo uporabo. Ker je sončno sevanje nestalno, jih moramo povezati z akumulatorjem, s katerim izravnavamo ta nihanja. V kolikor želimo pridobiti izmenično napetost, moramo v sistem vključiti še razsmernike, ki enosmerni tok pretvorijo v izmeničnega, in transformatorje, ki zagotavljajo ustrezno napetost. Običajno je to 220 V pri majhnih napravah in 380 V pri velikih napravah. V Sloveniji so vse gorske kočice v Triglavskem narodnem parku že opremljene s solarnimi sistemi (PV sistemi) z akumulatorji. V

Sloveniji deluje večje število manjših PV sistemov s skupno nazivno močjo okoli 200 kW.

4.2.2 VETRNE ELEKTRARNE IN VPLIVI NA OKOLJE

Veter je posebna oblika sončne energije, ki nastane zaradi temperaturnih razlik zraka, ki se nad kopnim segreva drugače kot nad morjem. Nastalo gibanje zračnih mas lahko izkoristimo za pogon vetrnic, ki kinetično energijo zraka pretvorijo v mehansko delo in prek generatorja v elektriko. Poznamo več tipov vetrnic, vendar imajo največji izkoristek vetrnice z vodoravno osjo vrtenja. Da bi bile čimbolj izpostavljene zračnemu toku, jih postavljamo na visoke stebre. Vetrnice gradimo na osnovi podatkov o hitrosti vetra. Če je hitrost vetra majhna, uporabljamo počasi tekoče vetrnice, ki imajo 8 ali več lopatic in so primerne za pogon vodnih črpalk ali pri sistemih, ki imajo dinamo in električni akumulator.

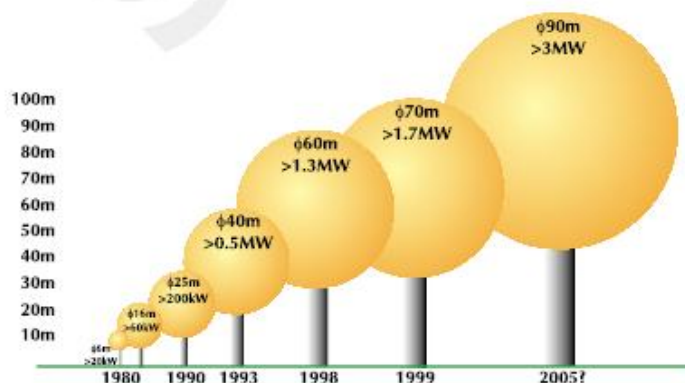
Hitro tekoče vetrnice pričnejo delovati pri hitrosti vetra med 4 in 5 m/s in pri hitrostih vetra okoli 10 m/s dosežejo nazivno moč. Pri hitrosti 25 m/s se vetrnica zaustavi, da ne nastopijo mehanske preobremenitve. Med vetrnicami prevladujejo take z dvo- ali trolistnim rotorjem.

Prednost dvolistnih rotorjev je nižja cena in lažja namestitev rotorja na stolp. Izkušnje kažejo, da so vetrnice s trolistnim rotorjem zaradi enakomernejše obremenitve stebra in enakomernejšega vrtenja rotorja vizualno sprejemljivejše. Zato so se pri večjih vetrnicah uveljavili predvsem trolistni rotorji.



Slika 12: Tipična večlistna počasna vetrnica za črpanje vode (Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, 2000)

Vetrnica lahko deluje kot samostojni z akumulatorji opremljeni sistem, pri katerem je delovanje električnih porabnikov neodvisno od trenutne hitrosti vetra. Lahko deluje tudi kot integrirani sistem za proizvodnjo elektrike, v katerem so združeni: vetrnice, sončne celice in/ali dizel agregat. Tak sistem omogoča od vremena neodvisno oskrbo z elektriko ter istočasno varčevanje s fosilnimi gorivi in zmanjšanje emisij. V zadnjem desetletju se je povečalo število in velikost vetrnih elektrarn zlasti v pokrajinah ob morju.



Slika 13: Zgodovinski razvoj velikosti vetrnic
(Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, 2000)

V zadnjih desetletjih gradijo na osnovi izkušenj in uporabe novih materialov vse večje vetrnice do višine 90 m in 3 MW moči.

Izkoriščanje energije vetra je povezano z nekaterimi motečimi pojavi v okolju: vizualni izgled, šumnost, vpliv na ptice. Na Švedskem je tako dovoljena jakost hrupa 45 dB(A) na oddaljenosti 400 m od vetrnice ali pri najbližji zgradbi. Da bi postale vetrnice čimmanj vidne, uporabljajo ustrezno barvo, ki se prilagaja pokrajini. Po dosedanjih izkušnjah vetrnice ne predstavljajo nevarnosti za ptice, saj se jim le-te izognejo. Imajo pa vetrnice velik pozitiven vpliv na okolje, saj proizvajajo elektriko brez dodatnih emisij v okolje. Ta prednost v veliki meri odtehta slabe vplive. Da bi bili vplivi na okolje čim manjši, so pričeli graditi vetrne elektrarne na morju, nekaj km od obale. Dansko mesto Koebenhaven je zgradilo 40 MW vetrno elektrarno na morju tik pred mestom. S tem so rešili problem zemljišča, hrupa in nevarnosti za ptice.

4.2.3 PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE Z VODNIMI ELEKTRARNAMI (HE)

Kroženje vode v naravi, ki je posledica sončnega sevanja, imenujemo hidrološki krog. Ocenjujejo, da se za delovanje hidrološkega kroga porabi okoli 23 % sončnega obsevanja površja Zemlje. Zato uvrščamo vodne elektrarne, ki izkoriščajo potencialno energijo vode v hidrološkem krogu, med naprave, ki izkoriščajo obnovljiv vir energije. Glede na pretok vode ločimo različne tipe vodnih, tj. hidroelektrarn:

- pretočne, pri katerih voda teče skozi turbino brez zadrževanja, presežek vode pa odteka neizkoriščen prek jezua; pretočne elektrarne so primerne za osnovno

preskrbo z električno energijo, gradimo pa jih na vodotokih s stalnim letnim pretokom;

- akumulacijske hidroelektrarne, ki za jezom zadržujejo vodo vsaj za nekajdnevno delovanje, kot je to značilno za vodne elektrarne na reki Dravi ali celoletno delovanje elektrarn z dolinskimi pregradami v alpskih predelih;
- črpalno-akumulacijske hidroelektrarne, pri katerih se voda zbira v dveh zbiralnikih na različnih nadmorskih višinah; posebne vodne turbine delujejo kot turbine in črpalke, vendar ne ob istem času. Ko je električne energije dovolj, postane generator motor in z elektriko iz omrežja poganja turbino, ki črpa vodo v višje ležeči zbiralnik, ob konicah porabe električne energije pa voda iz tega visokega zbiralnika teče skozi turbino in poganja generator električne energije.

V Sloveniji deluje na Dravi 8 vodnih elektrarn (z nazivno močjo 532 MW), na Savi 4 (79 MW) in na reki Soči 3 (82 MW). Tako je izkoriščeno nekaj več kot 35 % tehnično razpoložljive vodne energije v Sloveniji. Nadaljuje se izgradnja celotne savske verige HE, rekonstrukcija dravskih in soških hidroelektrarn, predvidene pa so tudi HE na Muri in Idrijci. Pri tem bo treba poiskati optimalne rešitve med vplivom na okolje in uporabo obnovljivih virov energije.

Poleg velikih rečnih vodnih elektrarn so postale pomembne elektrarne na manjših vodotokih. Imenujemo jih male vodne elektrarne (MHE), katerih gradnja se je zelo povečala konec osemdesetih let.

Izgradnja vodnih elektrarn je mogoča le ob velikih in trajnih posegih v okolje. Izgubimo obdelovalna tla, lahko se pojavi megla, zniža se vsebnost kisika v vodi. Po drugi strani pa prinašajo zaježitve tudi prednosti: omogočajo učinkovitejše namakanje, preprečujejo poplave in omogočajo nove transportne poti prek reke. Pri gradnji in delovanju MHE se srečujemo z nekaterimi specifičnimi vplivi na okolje malih vodotokov, ki imajo majhen pretok. Povzročijo lahko znižanje gladine v strugi in s tem nivoja ali zalog podtalnice v okolju pod elektrarno, tudi upočasnitev toka vode ter povečano odlaganje proda in mulja ali obremenitev vodotoka z odpadnimi vodami in nabiranjem plavja nad jezovi. Vplivajo tudi na mikroklimo, vsebnost kisika v vodi, spremembo favne in flore ob vodovju ter ovirajo migriranja rib.

Posebno pomembno je ohranjanje minimalnega stalnega pretoka v delu vodotoka, ki teče mimo vodne elektrarne po stari strugi. Imenujemo ga biološki minimum. Tako ohranimo ekosistemske pogoje življenja v vodotoku in ob njem. Ob jezovih je praviloma treba graditi t. i. ribje steze zaradi migracije rib ob drstitvi in vračanja po ujmah.

4.2.4 GEOTERMALNE ELEKTRARNE IN VPLIVI NA OKOLJE

Toploto, ki je v notranjosti Zemlje, imenujemo geotermalna energija. Nastala je predvsem iz gravitacijske energije, katere del se je v času oblikovanja delcev v zemeljsko oblo, pred okoli 4.5 milijardami let, spremenil v začetno toplotno energijo. Do nedavnega so menili, da je vir geotermalne energije le shranjena toplota, toda danes vemo, da je poleg shranjene toplote drugi glavni vir radiogena toplota. Ta nastaja ob

razpadu naravnih radioaktivnih izotopov z dolgo razpolovno dobo, predvsem urana (U^{235} in U^{238}), torija (Th^{232}) in kalija (K^{40}). Ocenjujemo, da se je do sedaj na tak način sprostil približno 1/3 toplote, 2/3 pa jo bo z radioaktivnimi razpadi še nastalo. S to energijo sevanja živimo. Toplota prehaja iz Zemljinega jedra s prevodom, konvekcijo in z magmo pri izbruhih vulkanov. V neprepustnih kamninah prevladuje prevod toplote, vendar je zaradi majhnih toplotnih prevodnosti kamnin na površju majhen. Toplota prehaja na površju tudi s konvekcijo tekočin, kot so magma in geotermalne vode. Te vode so pravzaprav meteorne padavine, ki prodirajo v porozne kamnine in se segrejejo v vodonosnikih – poroznih plasteh ali nestrjenih usedlinah, ki se nahajajo med neporoznimi sloji kamnin.

Možnost izkoriščanja geotermalne energije je na ozemlju Slovenije zaradi raznolike geološke sestave tal različna. Geotermalno najbogatejša in tudi najbolj raziskana območja so Panonska nižina v SV Sloveniji, Krško-Brežiško območje, Rogaško-Celjsko območje in območje Ljubljanske kotline.



Slika 14: Geotermalna karta Slovenije na globini okoli 600 m (Energija in okolje, 2000)

Zasnova elektrarn, ki izkoriščajo geotermalno energijo vročih vodonosnikov, je odvisna od temperature, količine geotermalne vode in njene kemične sestave. Največ je geotermalnih elektrarn z zaprtim parnim in binarnim termodinamičnim procesom. Zaprti parni termodinamični proces je podoben tistim v klasičnih parnih termoelektarnah; izkoristek naprav je zaradi nizke temperature vode (130 do 200 °C) le okoli 10 %. Delno ga lahko izboljšamo z izkoriščanjem kinetične energije plinov v plinski turbini, ki se nahajajo v geotermalni vodi pod visokim tlakom (na primer CO_2). Binarni termodinamični proces uporabljamo takrat, ko iz proizvodne vrtine dobimo toplo vodo s temperaturo pod 85 °C; v teh sistemih uporabljamo namesto vode snov, ki se uparja pri nižjih temperaturah – na primer izobutan C_4H_{10} ali amoniak NH_3 . Učinkovitost take geotermalne elektrarne je le 2,8 do 5,5 %. Lahko pa kombiniramo oba procesa in pri višjih temperaturah uporabljamo vodno paro, pri nižjih izobutan. S tem povečamo izkoristek elektrarne na 14 do 16 %. Zaradi varovanja okolja se danes gradijo geotermalne naprave tako, da se tekočini, ki pride iz proizvodne vrtine, odvzame le toplota in koristni plini (metan), in se nato v drugi vrtini, ki je oddaljena od prve nekaj km, vrne nazaj v vodonosnik. Sistem je tako v celoti zaprt in ne povzroča nobenih emisij

v okolje. To seveda ni primer pri uporabi vroče vode iz zdravilnih vrelcev, ki se zaradi onesnaženosti le redko vrača v vodonosnik.

Tehnično izkoriščanje geotermalne energije je lahko povezano z nekaterimi škodljivimi vplivi na okolje. Ker geotermalni vrelci vsebujejo tudi različne pline, onesnažene so tudi termalne vode iz zdravilišč in razne organske snovi, ki se izločajo pri odprtih procesih, predstavljajo onesnaženost okolja.



Slika 15: Geotermalna elektrarna s hladilnimi stolpi in dovodnim omrežjem (Energija in okolje, 2000)

4.2.5 BIOMASA

Pomemben vir akumulirane sončne energije v Sloveniji je biomasa, ki jo predstavljajo predvsem gozdovi. Slovenija je bogata z gozdovi, saj le-ti poraščajo 56 % površja. V njih je veliko lesne mase, ki se že uporablja v industriji in delno za kurjavo. Od povprečno 269 m³/ha lesne zaloge znaša letni prirastek 6,61 m³/ha. Skupni letni posek je 3,242 milij. m³, od tega se nameni za drva okoli 788.000 m³, od katerih se dvanajstina izvozi. Poraba drv je razpršena, ker je nad četrto milijona lastnikov gozdnih parcel večinoma nekmetov; gozdov v državni lasti je vse manj. Lesna industrija v Sloveniji za pridobivanje toplote in pare uporablja skoraj vse lesne odpadke, le ponekod tudi elektrike. Z ozirom na obliko površja in predvideni razvoj slovenskega kmetijstva ne pričakujemo večje proizvodnje biomase. Za uporabo v energetiki jo moramo pripraviti tako, da bo lahko konkurenčna z drugimi gorivi.

Kot sodobna trdna goriva iz gozdne biomase ali kmetijskih pridelkov se uveljavljajo sekanci ter briketi in peleti iz stisnjenega lesa. Prednost tako oblikovanega goriva je v lažjem transportu, boljšem izkoristku kurilnih naprav in v nižjih emisijah snovi, ki nastanejo pri kurjenju. Tudi ostanke kmetijskih rastlin, zlasti slamo in koruznico, je mogoče uporabiti v prilagojenih napravah za sežiganje.

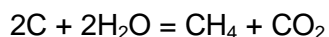
S fermentacijo rastlin, ki vsebujejo sladkor, škrob ali celulozo, pridobivajo bioetanol. S pirolizo lesne mase se pridobiva biometanol (lesni alkohol). S predelavo rastlinskih olj (za to je primerna oljna ogrščica oz. oljna repica) se pridobiva biodizel gorivo. V Sloveniji pridobivamo v digesterjih bioplino iz živalskih in rastlinskih odpadkov na večjih farmah in čistilnih napravah za odpadno vodo. Z biološkim procesom anaerobnega

vrenja, v katerem bakterije razgradijo raztopino organskih odpadkov brez prisotnosti kisika, nastaneta metan (od 50 do 90 %) in ogljikov dioksid. Ta vir bi mogli pri razviti živinoreji in strokovno urejenem ravnanju z živalskimi odpadki, pa tudi na deponijah odpadkov, v Sloveniji še veliko bolje izkoristiti. Na Danskem so znani primeri, da so kmetje investirali v elektrarno na bioplin, prijazno krajevemu okolju. Z vseh kmetij dovažajo gnojevko, iz katere se pridobiva metan, s katerim poganjajo motor z generatorjem. S pridobljeno električno energijo zadovoljujejo potrebe cele vasi, kmetije pa dobivajo ob nadaljnji obdelavi še trdno gnojilo. V vasi je čisto okolje, domovi so lepi, živinoreja pa uspešna dejavnost. Seveda mora tako investicijo podpirati država, ker je začetna naložba zelo visoka.

4.2.6 BIOPLIN

Bioplin je zmes plinov, ki nastane pri anaerobnem vrenju (brez prisotnosti kisika) v napravi, ki jo imenujemo digestor oz. fermentor. Razkroj biomase in živalskih odpadkov poteka s pomočjo razkrojnih organizmov, kot so bakterije in plesni.

Osnovna enačba anaerobne razgradnje biomase se glasi:

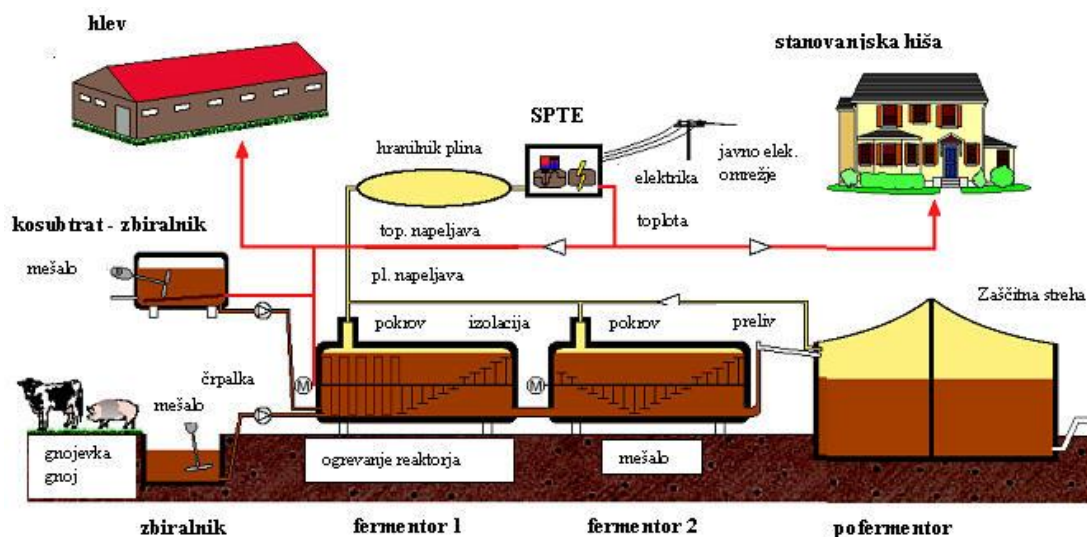


Anaerobni organizmi v procesu razgradijo ogljikovodike na molekule metana CH₄ (50–75 %), ogljikovega dioksida CO₂ (10–40 %), ter druge snovi (H₂, H₂S, N₂, NH₄ ...) odvisno od vrste substrata. Proces anaerobne razgradnje je štiristopenjski, pri katerem v zadnji stopnji nastajata metan in ogljikov dioksid. Začne se s hidrolizo biopolimerov do sladkorjev, aminokislin, glicerina in maščobnih kislin. V naslednjem koraku se produkti hidrolize razgradijo do H₂, CO₂, etanola in predvsem hlapnih maščobnih kislin (HMK). V pomembnem tretjem koraku, acetogenezi, se HMK razgrade do očetne kisline, H₂ in CO₂. V četrti stopnji se proces nadaljuje v metanogenezo.

Poleg digestorja so za pridobivanje in uporabo bioplina potrebne še nekatere druge naprave, kot so: hranilniki substrata in kosubstrata, hranilnik digestata ali pofermentor, hranilnik plina, črpalke, mešala, plinski motor, generator itd.

Plinski hranilnik – večinoma predviden za sprejem od 6- do 16-urne produkcije plina, za boljše pokrivanje dnevnih konic porabe elektrike. Običajno so v obliki nekakšnih balonov iz folije iz umetnih snovi.

Slika prikazuje shematski prikaz običajnega postrojenja za pridobivanja bioplina s kofermentacijo iz živalskih odpadkov in organskih ostankov z dvostopenjsko fermentacijo.

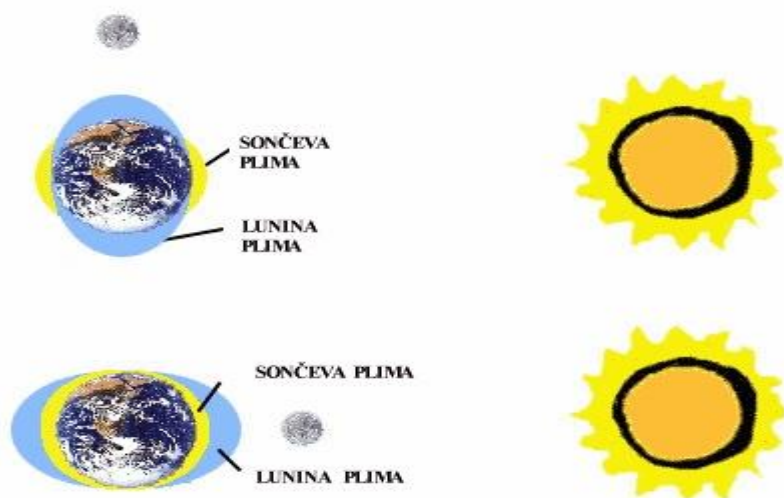


Slika 16: Postrojenje za pridobivanje bioplina

(<http://www.se-f.si/uploads/vA/vz/vAvzCtXpEUI9OGMpWC6TFg/bioplina.pdf>)

4.2.7 ENERGIJA PLIMOVANJA

Plimovanje je periodično odzivanje trdne zemeljske skorje, ozračja in vodovja na motnje v težnostnem polju, ki jih povzročata privlačni sili Lune in Sonca. Torej je plimovanje pojem, ki v bistvu ne zajema samo vseh svetovnih voda, marveč tudi Zemljino skorjo in celo ozračje. Ker pa so v skorji in ozračju te anomalije zelo majhne, jih v večini primerov zanemarimo. Nasprotno temu je plimovanje morja zelo pomembno za plovbo in obmorske prebivalce, poleg tega vplive plimovanja občutijo tudi ob večini izlivov veletokov (Amazonka, Nil, tudi Temza ...). Oblika Zemlje se zaradi privlačne sile Lune nekoliko spreminja. Kot smo že omenili, so temu vplivu najbolj podvrženi oceani (oziroma svetovna vodovja), ki pri tem dajo Zemlji obliko žoge za ragbi. Ker Luna potuje okrog Zemlje (in z njo v bistvu tudi plimski val), se po celem svetu izmenjavata plima in oseka. Ta dva pojava nista povsem monotona, torej vedno enaka. Spreminjata se tako interval menjavanja kot tudi višina amplitude plimovanja. Slednja je odvisna od dveh stvari. Prva je eliptična pot Lune, kar pomeni, da bo plimovanje imelo večjo amplitudo, ko bo Luna bližje Zemlji. Druga je, da povzroča plimovanje tudi Sonce. Le-to je sicer zelo oddaljeno od našega planeta, vendar je zaradi izredno velike mase prav tako pomemben dejavnik pri plimovanju. Njegova učinkovitost dosega sicer bistveno manjši delež od Luninega delovanja. Ko so Sonce, Luna in Zemlja v isti liniji, bo prišlo do tako imenovane visoke plime, ko je Luna pravokotno na smer Zemlja–Sonce, pride do nizke oseke. Res je, da vplivata na Zemljsko plimovanje tudi Zemlji najbližja planeta, Mars in Venera, vendar je njun učinek zanemarljivo majhen in se porazgubi v stalnem valovanju morja. Razlike v amplitudi plimovanja so po svetu zelo različne.

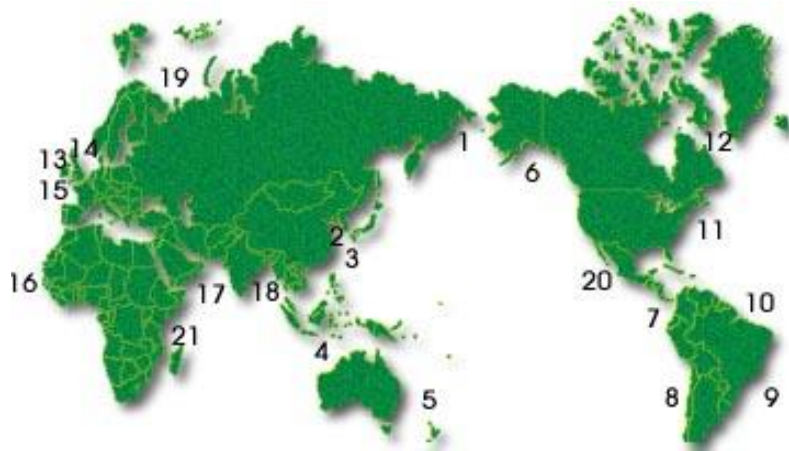


Slika 17: Vpliv Lune in Sonca na plimovanje

(<http://www.greenhouse.gov.au/renewable/reis/technologies/ocean/tidal.html>)

Tako je na primer na vzhodni obali Kanade (Nova Škotska) razlika med plimo in oseko tudi 14 metrov in več, v Rokavskem prelivu do 10 metrov, na Aljaski in v severozahodni Avstraliji 6 metrov. Na drugi strani lahko že v Jadranskem morju vidimo, da so razlike precej manjše. V Koprju je razlika pod 1 m. V južnem Jadranu je razlika med plimo in oseko ponekod le 30 cm, v severnem Jadranu pa okrog 60 cm. V svetovnem povprečju znaša amplituda plimovanja 2 do 3 metre, najmanjše razlike med plimo in oseko so okrog ekvatorja. Do tega pride zaradi nagiba Lunine krožnice glede na Zemljin ekvator (23 stopinj). Razloge za tako velike razlike gre iskati v že omenjenem nagibu področij glede na Lunino ekliptiko, pa tudi v velikosti morij, oblikovanosti morskega dna in položaju ter oblikovanosti kopnega, če naštejemo le pomembnejše dejavnike. Ponekod, kjer je morje plitvo in se počasi spušča proti velikim globinam odprtega morja, se voda ob oseki odmakne daleč od obale, potem pa ob plimi z veliko hitrostjo privre nazaj. (Pentland Firth severno od Škotske; voda ob plimi prihaja s hitrostjo 14 km/h.)

Največje amplitude plimovanja tako najdemo tam, kjer so ozki preliv ali zalivi povezani z globokimi odprtimi morji, oceani. To je seveda logično, saj plimski tok prinaša velike količine vode v zaliv (ali preliv). Kjer bi se drugače voda porazdelila po večjih območjih, v tem primeru nima kam, razen v višino. Takšne lokacije so primerne za izgradnjo elektrarn, ki *izkoriščajo energijo plimovanja*. Po sedaj znanih raziskavah je teh lokacij kar nekaj, vidimo 21 primernih lokacij za izkoriščanje energije plimovanja.



Slika 18: Najprimernejše lokacije za postavitev elektrarn na plimovanje
(<http://tidalelectric.com/projects/sites/index.html>)

Najlažja izvedba je, da zaliv pregradimo in izkoriščamo razliko med nivojema plime in oseke. Zaliv za pregrado je neke vrste akumulacijski bazen.



Slika 19: Primer pregrajenega zaliva obratujoče elektrarne v Franciji
Pregrada povezuje obe strani zaliva.
(<http://popularmechnics.com/popmech/sci/tech/9712TUENTM.html>)

V bistvu izkoriščamo potencialno energijo vode, ki znaša $W = mg\Delta h$. Torej je teoretična moč take elektrarne:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mg\Delta h}{t}$$

Maso vode nadomestimo z znanimi podatki, površino jezera A , višinsko razliko Δh in gostoto vode ρ , sledi:

$$P = \frac{\rho A \Delta h g \Delta H}{t}$$

Vstavimo konstante in uredimo enačbo:

$$P = 0,23 A \Delta h^2 [\text{kWh/leto}]$$

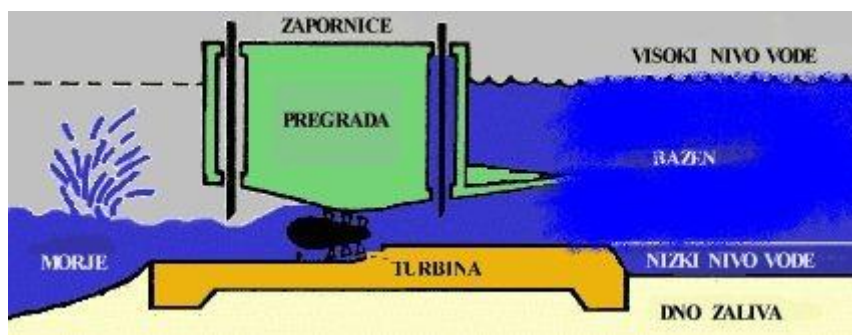
Za orientacijo izračunajmo primer s površino bazena 1km^2 in povprečno razliko plimovanja 10 m :

$$P = 0,23 \cdot 1\text{km}^2 \cdot 10^2 = 23 \cdot 10^6 [\text{kWh/leto}]$$

Osnovni princip delovanja elektrarn na plimovanje smo že razložili. V praktični izvedbi se poleg omenjenega enosmernega delovanja uporablja še dvosmerni način, ki mora imeti dva bazena. Pri enosmerni izvedbi pregrada zapira vhod v široko ustje reke ali zaliva. Model take elektrarne smo izdelali, da si lažje predstavljamo delovanje. V jezu so nameščene turbine in generatorji, ki so različne glede na konstrukcijo jezu. Pretvorba je možna, ko ob plimi zajeto vodo spuščajo v morje ob oseki. Možna je tudi pretvorba ob plimi.

Obratovanje poteka v štirih fazah:

- V prvi se bazen polni v času plime.
- V drugi fazi ostaja najvišji možni nivo v bazenu ob zaprtih zapornicah.
- V tretji fazi obratujejo turbine, voda odteka skozi jezo v morje, dokler ni dosežen najmanjši padec, ob katerem še lahko turbina deluje.
- Zapornice ostanejo v četrti fazi zaprte, dokler se gladina v bazenu ne izenači z gladino morja, nakar sledi polnjenje.



Slika 20: Primer enosmerne izvedbe

(www.greenhouse.gov.au/renewable/reis/technologies/ocean/tidal.htm)

Drugi pristop, dvosmerni, je mnogo dražji, z izgradnjo dveh bazenov pa omogoča stalno proizvodnjo električne energije. Zgornji bazen napolnijo približno med srednjo višino vode in plimo, spodnji bazen pa praznijo med srednjo višino in oseko. Pretvorba je v turbinah, ki so nameščene med obema bazenoma. Izvedenih je več variant te osnovne zamisli, vse do prečrpavanja v času malih višinskih razlik. Vendar te elektrarne delujejo s polovico moči.

Elektrarna v Franciji v La Rance je prva delujoča elektrarna na plimovanje, saj je začela delovati že leta 1966. Kot vse novosti, so tudi ta projekt na začetku obrekovali

in govorili, da gre za fantazijski projekt. Na tem mestu moramo poudariti, da izraba energije, ki jo dajeta plima in oseka, nikakor ni izum zadnjih desetletij, saj so Francozi že v 12. stoletju na obalah Bretanije gradili mline na plimovanje. Izvedba je bila preprosta: z jezom so zagradili manjši zaliv, ki se je med naraščajočo plimo polnil. Ko je bila plima najvišja, so zaprli zapornice in voda, ki je iztekala, je poganjala mlinsko kolo. Sedaj poznamo tudi način izkoriščanja v obeh smereh.

Pri prej omenjeni elektrarni Rance sega umetno jezero 20 km po reki navzgor in zadržuje 184 milijonov m³ vode, pri vsakem ciklu plima – oseka proizvede 800 MWh električne energije. Umetno jezero na ustju reke zapira 750 m dolga pregrada med rtoma Briantais in Brebis v bližini Saint Maloja na obali Rokavskega preliva. Kar 24 turbin z instalirano močjo 240 MW je v 170.000 urah delovanja vsako leto proizvedlo 600 milijonov kWh električne energije. Ta številka za današnje jedrske ali termoelektrarne ne pomeni nič posebnega, za elektrarno, ki jo poganja morje, pa je to svetovni rekord. Pomembno je tudi, da se je velikanska investicija, ki je znašala 3,5 milijona frankov (kar je 50 % več kot izgradnja jedrske elektrarne podobne moči), že amortizirala in sedaj je cena električne energije na pragu elektrarne za 18 % nižja od povprečne vrednosti v Franciji.

Vendar moramo na tem mestu omeniti, da je po treh desetletjih obratovanja elektrarna potrebovala temeljit pregled, kjer so ugotovili obrabo delov v korozivnem okolju in si tako tudi nabrali dragocene izkušnje za nadaljnje projektiranje podobnih naprav. Nekateri dele se bo dalo obnoviti, druge bodo zamenjali z novimi. Če vemo, da vsaka turbinska lopatica meri približno tri metre in tehta 2,7 tone, si lahko predstavljamo, kakšno delo je to.

Kljub temu da takšne elektrarne prištevamo med ekološko neoporečne, se vendarle pokažejo nekatere stvari, ki ekološko niso ustrezne. Gradnja elektrarne na reki Rance je trajala šest let in v tem času je bil rečni izliv kar tri leta ločen od voda Rokavskega preliva. V tem času sta – po poročilu raziskovalcev pomorskega laboratorija iz naravoslovnega muzeja v Dinardu – skoraj popolnoma izginila morsko rastlinstvo in živalstvo, za kar je bilo več vzrokov: v vodi pri ustju je padla koncentracija kisika, močno je nihala slanost, ribe niso mogle več drstiti nad jezom ... Ponovna kolonizacija rečnega izliva je bila počasna in je trajala kar od 10 do 15 let, preden je bilo vzpostavljeno ravnotežje, ki pa je bilo drugačno kot pred začetkom gradnje. Sodelavci muzeja so v svojem poročilu zapisali, da so se ciplji, rakovice in druge ribe vrnili, nekaterih bolj "plemenitih", kot sta jegulja in morski list, pa ju ob bregovih Rance ni bilo več. Kaže, da so turbinski kanali za nekatere vrste rib prehuda ovira, poleg tega je prejšnje peščine in plitvine, kjer so se drstile ribe in kjer so ribje mladice imele idealno gojišče oziroma skrivališče, prekrila plast blatnih usedlin. Pestrost živalskih vrst v ustju se je sicer zmanjšala, ribja populacija je v primerjavi s sosednjimi zalivi celo narasla – na veliko veselje ptic, ki jih rahla sprememba jedilnika prav nič ne moti. Že prej omenjene usedlin, ki pomenijo največjo oviro, se je v treh desetletjih delovanja nabralo za skoraj poldrugi milijon kubičnih metrov. Vsaka nova gradnja v rečnem koritu, pa naj bo to jez, nasip, pomol ali podporni steber mostu, spremeni vodni tok in zmoti transport drobnih sedimentov, ki se začnejo nabirati nad ali pod oviro. Pri elektrarni Rance preizkušajo nekakšne pasti za naplavine, ki jih na obeh straneh jezua naredijo z manjšo poglobitvijo dna. Jama na rečnem dnu zvrtniči vodni tok in na mestih, ki so

dosegljiva s čistilnimi bagri, povzroči nastajanje sipin. Ta tehnika se je odlično obnesla, saj so na ta način iz reke v enem samem letu odstranili 40.000 kubičnih metrov naplavin.

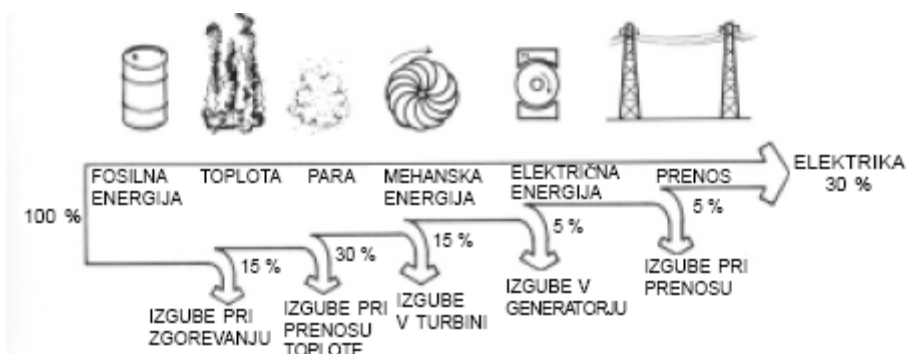
Ena izmed največjih ovir povečane uporabe energije plimovanja je cena za postavitev take elektrarne. Ocenjena vrednost investicije za izgradnjo elektrarne v Angliji (Severn), je okrog 15 bilijonov dolarjev. Obratovalni in vzdrževalni stroški so nizki, če gledamo s stališča porabljenega goriva, čeprav so celotni stroški proizvedene elektrike še vedno zelo visoki. Ključni faktor pri določanju cenovne učinkovitosti lege za tako elektrarno so velikost zaježitve, ki jo potrebujemo, in razlika v višini med visoko in nizko plimo. Te faktorje izrazimo v t. i. "Gibrat" razmerju. Gibrat razmerje je razmerje med dolžino pregrade v metrih in letno proizvodnjo elektrike v kWh. Manjše je to razmerje, tem bolj je ta lega primerna. Primeri tega razmerja za La Rance je razmerje 0,36 in za Severn je 0,87. Moč plime ima potencial, da proizvaja pomembno količino elektrike na določenih položajih po svetu. Čeprav vseh potreb po elektriki ne moremo zagotoviti samo z močjo plime, je lahko dragocen vir obnovljive energije električnega sistema. Negativni vplivi jezov pri takih elektrarnah so verjetno bistveno manjši od drugih virov elektrike, ampak do zdaj te stvari še niso dobro pojasnjene. Tehnologija, potrebna za pretvorbo energije plimovanja v električno, je dobro razvita in glavna ovira uporabe ostaja v stroških konstrukcije. Stroški ostalih virov elektrike v prihodnosti in skrbi glede njihovih vplivov na okolje bodo nazadnje določili, ali bo človeštvo široko izkoriščalo naravne danosti energije, kot je gravitacijska moč Lune, ali ne.

5 PROIZVODNJA ENERGIJE

Poudarili smo, da je zaradi izgub, najbolje, da ne pretvarjamo ene vrste energije v drugo. Glede na različne lokacije med proizvodnjo in potrošnjo je najbolj univerzalna elektrika.

Elektrika – tudi električna energija – je sekundarna oblika energije, ki jo lahko pridobimo iz skoraj večine drugih virov energije. Najpomembnejši način je s pomočjo generatorjev ali alternatorjev, ki pretvarjajo mehansko energijo, pridobljeno s toplotnimi procesi ali hidravličnimi (vodnimi, vetrnimi) turbinami v elektriko. Električni tok je gibanje elektronov. V večini primerov je to energija, ki se pretaka po mreži. Ker njen transport ni povezan s premikanjem mas, je zelo učinkovit. Pretežni del elektrike se danes proizvaja centralno, zato ostanejo tudi vsi odpadki pri njeni proizvodnji na mestu proizvodnje, medtem ko jih na mestu uporabe ni.

Zanesljiva oskrba z elektriko je zaradi njene vsestranske uporabnosti še posebej pomembna, ker jo lahko pretvorimo v vse druge oblike energij (toploto, svetlobo, mehansko delo) z enostavnimi in poceni napravami. Elektrike ni mogoče shranjevati, zato morata biti proizvodnja in poraba vsak trenutek usklajeni. Za proizvodnjo elektrike s parnimi in plinskimi procesi, s katerimi danes v glavnem proizvajamo elektriko v termoelektrarnah in jedrski elektrarni, je značilen nizek izkoristek pri pretvorbi goriv v elektriko. Izgube, ki pri tem procesu nastajajo, so shematsko prikazane na sliki:



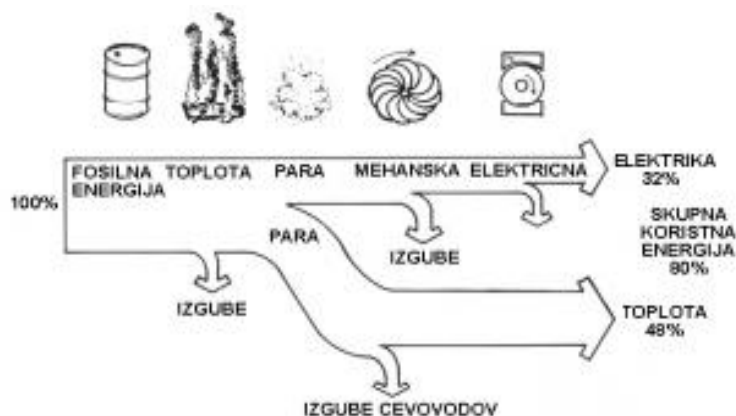
Slika 21: Tok energije skozi elektrarno in v prenosu do uporabnikov (Energija in okolje, 2000)

Pod pojmom izgube razumemo zmanjšanje kakovosti energije (npr. znižanje temperature pri prenosu toplote) in oddajo toplote na okolico (tok toplote v kondenzator in hladilni stolp).

Kako lahko koristno uporabimo izgube, ki nastajajo pri toplotnih elektrarnah?

Velike količine toplote pri nizki temperaturi, ki jih toplotne elektrarne odvajajo v okolico (med 55 in 65 %), lahko koristno uporabimo za ogrevanje naselij ali rastlinjakov. Tako izkoriščanje energije goriv imenujemo sproizvodnja ali s tujko kogeneracija, naprave pa toplarne ali pogosto tudi termoelektrarne – toplarne (TE-TO). Sočasna proizvodnja električne energije in toplote je smotrna, če obstajajo stalni in veliki ter ne preveč

oddaljeni porabniki toplote, ki jih oskrbujemo z ostankom toplote po proizvodnji elektrike. Kot primer navedimo TE-TO v Ljubljani, kjer je izkoristek pri proizvodnji elektrike okoli 30 %. Ker pa deluje kot toplarna in oskrbuje mesto z daljinsko toploto celo zimo, je celoletni izkoristek primarne energije nekaj nad 55 %. Seveda tega izkoristka ne smemo zamenjati z izkoristkom zgorevanja v kotlu elektrarne, ki je v obeh primerih zelo visok in dosega vrednosti nad 85 %.



Slika 22: Prikaz poteka pretvarjanja primarne energije v termoelektrarni – toplarni (Energija in okolje, 2000)

V Ljubljani je 45.000 stanovanj ogrevanih z daljinskim ogrevanjem iz termoelektrarne – toplarne Moste in toplarne Šiška. Celotni sistem obsega 156 km dolgo dvocevno vročevodno omrežje in deluje celo leto, 24 ur na dan. Porabljena toplota se meri v vsaki stavbi, saj je kar 95 % odjemalcev opremljenih s toplotnimi števci. Zgrajen je tudi manjši parovod dolžine 9 km, po katerem toplarna v Mostah oskrbuje bližnje industrijske obrate.

5.1 VODIK KOT GORIVO PRIHODNOSTI?

Tako kot je elektrika najbolj univerzalna energija, pa bi lahko rekli za vodik, da je najbolj okolju prijazno gorivo. Vodik kot gorivo ima nekatere sprejemljive prednosti. Pri zgorevanju ne nastajajo škodljivi plini – CO₂, CO, SO₂ in hlapljivi ogljikovodiki, ki nastajajo pri zgorevanju fosilnih goriv. Edini produkti zgorevanja vodika so vodna para in male količine NO_x. Vodik je nevarnejši od zemeljskega plina, ker je v zmesi z zrakom eksploziven v zelo širokem razponu koncentracij od 4 do 75 % (zemeljski plin je vnetljiv le pri koncentraciji v zraku od 5 do 15 %). Ker vodik gori zelo hitro in z nevidnim plamenom, bi bil odprt plamen zelo nevaren. Danes vodik v velikih količinah proizvajamo iz naravnega plina za tehnološke potrebe v industriji, pri tem nastaja ogljikov dioksid, ki je toplogredni plin in škodljiv za okolje.

Takšno pridobivanje vodika torej ni obetavno. Toda vodik lahko proizvajamo tudi brez nastajanja CO₂, z obnovljivimi viri energije. Znani sta dve tehnologiji: z elektrolizo vode (električni tok loči vodik in kisik) ter s toplotno disociacijo, pri kateri tudi razpade voda na

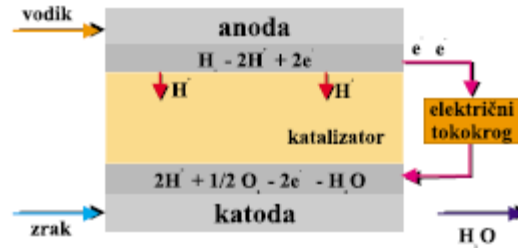
vodik in kisik. Tako kot za vsako drugo gorivo so potrebne zaloge vodika. Lahko ga skladiščimo v plinastem agregatnem stanju v nizko- in visokotlačnih rezervoarjih, utekočinjenega v zelo dobro izoliranih rezervoarjih pri temperaturi pod vreliščem (manj kot $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$), saj se volumen vodika zmanjša za 800-krat v primerjavi z vodikom v plinskem stanju in ga utekočinjenega lahko transportiramo na velike razdalje; in adsorbiranega v trdnih kovinskih zlitinah, na primer železa in titana (FeTi) ali magnezija in niklja (Mg_2Ni), ki jih imenujemo hidridi. Vodik lahko uporabljamo kot gorivo v napravah, v katerih vodik zgoreva s plamenom podobno kot fosilna goriva, v motorjih z notranjim zgorevanjem (po zasnovi podobnim Ottovim), v plinskih turbinah pri letalih, v vodikovem parnem kotlu, kjer vodik in kisik kemično reagirata (zgorita) pri visokih temperaturah in za pogon električnih cestnih vozil s pomočjo gorivnih celic.



Slika 23: Gorivna celica v avtomobilu
(Energija in okolje, 2000)

Gorivne celice (FC) neposredno pretvarjajo kemično energijo goriva v električno energijo. Podobne so baterijam, vendar jim med delovanjem stalno dovajamo gorivo. Poznamo več vrst gorivnih celic, ki delujejo pri različnih temperaturah in tudi z različnimi gorivi. Kot gorivo običajno uporabljajo vodik in kisik oziroma zrak. V gorivni celici poteka obratna reakcija kot pri elektrolizi vode, ko nastane tok elektronov in s tem elektrika, vodna para in toplota.

Gorivne celice se hitro razvijajo. Posebno pomemben je razvoj nizkotemperaturnih gorivnih celic, primernih za uporabo v avtomobilih in gospodinjstvih. Z njimi bo lahko imelo vsako gospodinjstvo soproizvodnjo elektrike in toplote. Odpadno toploto, ki nastane pri delovanju gorivne celice, je mogoče uporabiti za pripravo tople vode, za ogrevanje ali v absorpcijskem hladilnem stroju za hlajenje. Ker je težava v pridobivanju čistega vodika, so s posebnim postopkom in ustreznimi katalizatorji uspešno preizkusili tudi uporabo naravnega plina, metanola in kurilnega olja za pridobivanje čistega vodika.



Slika 24: Princip delovanja gorivne celice
(Energija in okolje, 2000)

Poleg tega se v svetu zelo intenzivno ukvarjajo s tehnologijami za uplinjanje premoga, biomase ter odpadkov iz nje. Uplinjanje premoga je zaradi velikih zalog premoga na svetu ena najpomembnejših tehnologij za okolju neškodljivo uporabo fosilnih goriv v prehodnem obdobju k novemu energetskega sistemu.

6 KAKO LAHKO KOT POSAMEZNIKI PROIZVAJAMO ENERGIJO?

Za udobno življenje bi v osnovi potrebovali troje vrst energije:

- toploto za ogrevanje prostorov,
- sanitarno toplo vodo,
- elektriko.

Izhajati moramo iz razmer, v katerih živimo in iz pogojev, ki bi jih radi izpolnjevali. Živimo sami ali nas je v družini več, stanujemo v bloku, kjer je poskrbljeno za to ali imamo na razpolago tudi prostore namenjene gretju, streho v svoji lasti, ali celo nekaj zemlje.

Najbolj tradicionalno je bilo včasih, da je vsakdo imel svoje skladišče drv (biomasa) in sam kuril v bivalnih prostorih. Napredek je bilo centralno ogrevanje s kotlovnico.

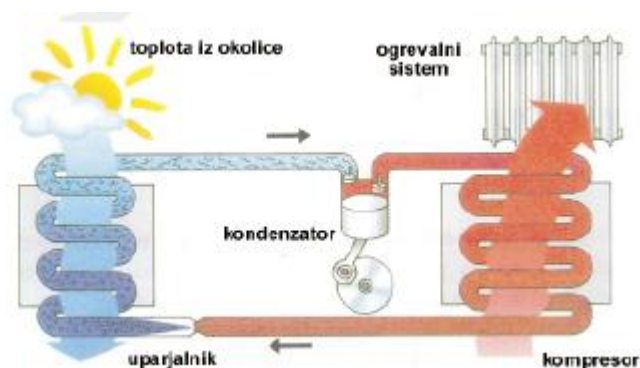
Če nimamo prostora za kotlovnico, smo odvisni od načrtovanih načinov, tako ogrevanja kot tople vode in seveda elektrike. Toda že tukaj lahko nekaj storimo za zmanjšanje stroškov. Vgradimo lahko toplotno črpalko (TČ) zrak-zrak, ki deluje v obe smeri. Greje prostor in hladi okolico, ali obratno. Če imamo prostor ali kotlovnico, ki ga lahko ohlajamo, vgradimo za segrevanje sanitarne vode TČ sistema zrak-voda in tako prihranimo veliko električne energije. Če imamo na razpolago talno vodo (vrtino), ali dovolj zemljišča, da po njem razporedimo sonde, lahko s TČ ogrevamo celo hišo.

Če smo lastniki strehe, pod katero živimo, lahko na njej izkoriščamo energijo sonca kot toploto v aktivnih solarnih sistemih za ogrevanje sanitarne vode, ali kot sevanje s sončnimi celicami in si sami delno ali v celoti pokrivamo potrebe po električni energiji.

Lahko izdelamo tudi poslovni načrt za postavitve lastne sončne elektrarne na lastni strehi, in ob presežkih elektriko celo prodajamo.

6.1 TOPLOTNE ČRPALKE

Toplotna črpalka (TČ) omogoča prevzemanje toplote iz okolice v ogrevalni sistem stavbe. Elementi toplotne črpalke so prikazani na sliki 25:



Slika 25: Shematski prikaz delovanja toplotne črpalke
(Energija in okolje, 2000)

Predpostavimo, da prihaja v uparjalnik tekočina (hladiivo) z zelo nizkim tlakom, zato se upari že pri nizki temperaturi. Potrebno toploto za uparjanje hladiivo črpa iz različnih naravnih virov: iz talne vode ali tal, iz zraka v okolju ali iz sprejemnikov sončne energije. S kompresorjem povečamo uparjenemu hladiivu tlak in ga segrejemo. Stisnjeno hladiivo se utekočini pri višji temperaturi in toplota se prenese v ogrevalni sistem oz. stavbo. Tlak utekočinjenega hladiiva pred povratkom v uparjalnik zmanjšamo z ekspanzijskim ventilom. Delovni proces je zaključen in se lahko ponovi. Pri manjših napravah kompresor po navadi poganja elektromotor, pri večjih pa motor z notranjim zgorevanjem. Za delovanje toplotne črpalke je potrebna električna energija ali fosilno gorivo. Za razliko od drugih ogrevalnih naprav, ki elektriko pretvarjajo v toploto, je toplotna črpalka zelo varčna. Za proizvodnjo 5 kWh toplote namreč porabi le 1,5 kWh električne energije. To razmerje imenujemo grelna število toplotne črpalke. Toda s TČ lahko segrejemo grelni medij v ogrevalnem sistemu le do temperature okoli 40 °C. To pomeni, da mora biti ogrevalni sistem prilagojen razmeroma nizkim temperaturam grelnega medija.

Pri načrtovanju za vgradnjo toplotne črpalke je ključnega pomena vir toplote. Grelna število toplotne črpalke je namreč odvisno od temperature, pri kateri črpamo toploto. Pri tem je potrebno upoštevati temperaturni režim ogrevanja, letne energetske potrebe objekta, zahtevan odstotek kritja energetskih potreb objekta s toplotno črpalko in če je toplotna črpalka predvidena za novogradnjo ali obstoječi objekt. Med najpogostejše vire sodijo zunanji zrak, odpadni zrak prezračevalnih sistemov, površinske vode, podtalnica, zemlja ter energetske vrtine. Tu dajemo poudarek na zraku in vodi kot viru toplote, čeprav se lahko tudi koristno izrabita toplota zemlje. Sloji zemlje imajo namreč na globini 15 m skoraj konstantno temperaturo približno +15 °C. Toplota zemlje se koristi tako, da se v izkopani kanal položi kolektor zaprtega sistema. V ceveh kroži delovno sredstvo, ki ga zemlja ogreje za nekaj stopinj. Sistem je izveden tako, da izkoriščanje toplote ne vpliva na floro. Podoben sistem se vgradi za izkoriščanje toplote kamenin – energetske vrtine. Ta vir toplote je zanesljiv, vendar drag. Globina in premer ene ali več energetskih vrtin sta odvisna od potrebe objekta po ogrevanju in moči vgrajene toplotne črpalke.

6.2 SOLARNI SISTEMI ZA PRIPRAVO SANITARNE VODE

Izkoriščanje sončne energije je poleg biomase najbolj izkoriščen vir. Poznamo pasivne in aktivne solarne sisteme. Pasivni solarni sistemi se zaradi visoke cene še vedno uporabljajo sorazmerno redko, uporaba aktivnih solarnih sistemov pa raste iz dneva v dan. Na področjih z več sončnimi dnevi na leto se sistemi uporabljajo tako za pripravo sanitarne vode, kakor tudi ogrevanje, medtem ko se na področjih z manj sončnimi dnevi na leto uporablja predvsem za pripravo sanitarne vode. Uporaba je smotrna predvsem med mesecem aprilom in oktobrom. Glede na posledice globalnega segrevanja je tudi v celinski Sloveniji vedno več sončnih dni. Notranjost Slovenije spada v III. klimatsko cono. To pomeni, da je globalno sončno sevanje med 1000 in 1100 kWh na kvadratni meter na leto oz. 2,7 in 3,0 kWh na kvadratni meter na dan.

6.2.1 AKTIVNI SOLARNI SISTEMI

Aktivni solarni sistem je sestavljen iz naslednjih sklopov:

- sprejemnik sončne energije (SSE), skupna površina je odvisna od števila porabnikov;
- zbiralnik za toplo vodo, velikost je odvisna od števila porabnikov in površine SSE, vendar minimalno 200 l;
- povezovalnih cevi z obtočno črpalko, sistemom varovanja, ventili, odzračevalnimi lončki, termostati, manometrom in avtomatiko za regulacijo sistema.

Prednosti aktivnih solarnih sistemov so brezplačna energija, nizki obratovalni stroški in čista energija. Slabosti aktivnih solarnih sistemov so višja investicija, nezanesljivost vira energije, časovna omejenost vira energije, potrebna je večja akumulacijska sposobnost za primer slabega vremena.

7 MOJ POGLED NA EKOLOGIJO IN ENERGETIKO

Vedno znova se pri naši nalogi vračamo na izhodišče, da bi radi proizvedli električno energijo, ki je najbolj vsestransko uporabna in to na okolju čim bolj prijazen način.

Najlažje je, da izhajamo iz domačega primera. Mi smo že pri izdelavi kurilnice vgradili toplotno črpalko, ki je vgrajena v sklopu z bojlerjem tople vode. Tako nismo izgubili na prostoru, saj je toplotna črpalka le nadgradnja zalogovnika, ki ga v vsakem primeru potrebujemo. S tem prihranimo veliko električne energije, saj je njeno grelno število 2,7 - 3,3. V primerjavi z električnim ogrevanjem porabimo samo od 1/4 do 1/3 elektrike. Prostor se v poletnih mesecih (uporabljamo jo od aprila do novembra) ohlaja in iz zraka se kondenzira voda. S tem se zrak razvlaži in nam dodatno suši drva, ki jih kurimo pozimi.

Ekonomski plat nakupa v pravem času pa se kaže takole. TČ smo kupili v letu 2002 in nas je stala 253,769 tolarjev. Agencija za varčno rabo energije je izplačevala subvencije v višini 35 % nakupne vrednosti. Tako nas je nakup stal prav toliko, kot če bi kupili običajen bojler za toplo vodo z električnim grelcem in toplotnim izmenjevalcem.

Hišo smo zgradili na mestu stare hiše, v kateri je bil izkopan vodnjak za uporabo pitne vode. Zaradi intenzivnega kmetijstva ta voda ni uporabna niti za zalivanje vrta, kaj šele za pitje. Pitna je bila še leta 1962. Pri gradnji so izgradili tudi odvodni kanal, ki se konča v ponikalnici, oddaljeni 15 m od hiše. V lanskem letu smo naročili raziskavo, ki bi pokazala, če ima voda dovolj visoko temperaturo in pretok za potrebe toplotne črpalke sistema voda-voda, ki bi ogrevala hišo. Vse skupaj smo opustili zaradi velike podražitve elektrike.

Zato smo se lotili novega načina ekološkega pridobivanja energije za našo hišo. Vsesplošno znano je, da je fotovoltaičen način pridobivanja elektrike najbolj ekološko primeren tudi za male proizvajalce.

7.1 FOTOVOLTAIKA

Vedno znova se pri naši nalogi vračamo na izhodišče, da bi radi proizvedli električno energijo, ki je najbolj vsestransko uporabna in to na okolju čim bolj prijazen način.

Na strehi naše hiše bi montirali sončne celice, ki bi proizvajale elektriko. Hiša stoji na sončni legi južnega dela naselja Lipica. Sama vas leži na 336 metrih nadmorske višine, 46°9'53.06" severne geografske širine in 14°20'25.31" vzhodne geografske dolžine. Leži na sončnem pobočju in nič ne zakriva njenega sončnega obsevanja. V zimskem, pozno jesenskem ter zgodno pomladnem času se rada zadržuje megla, predvsem dopoldne.

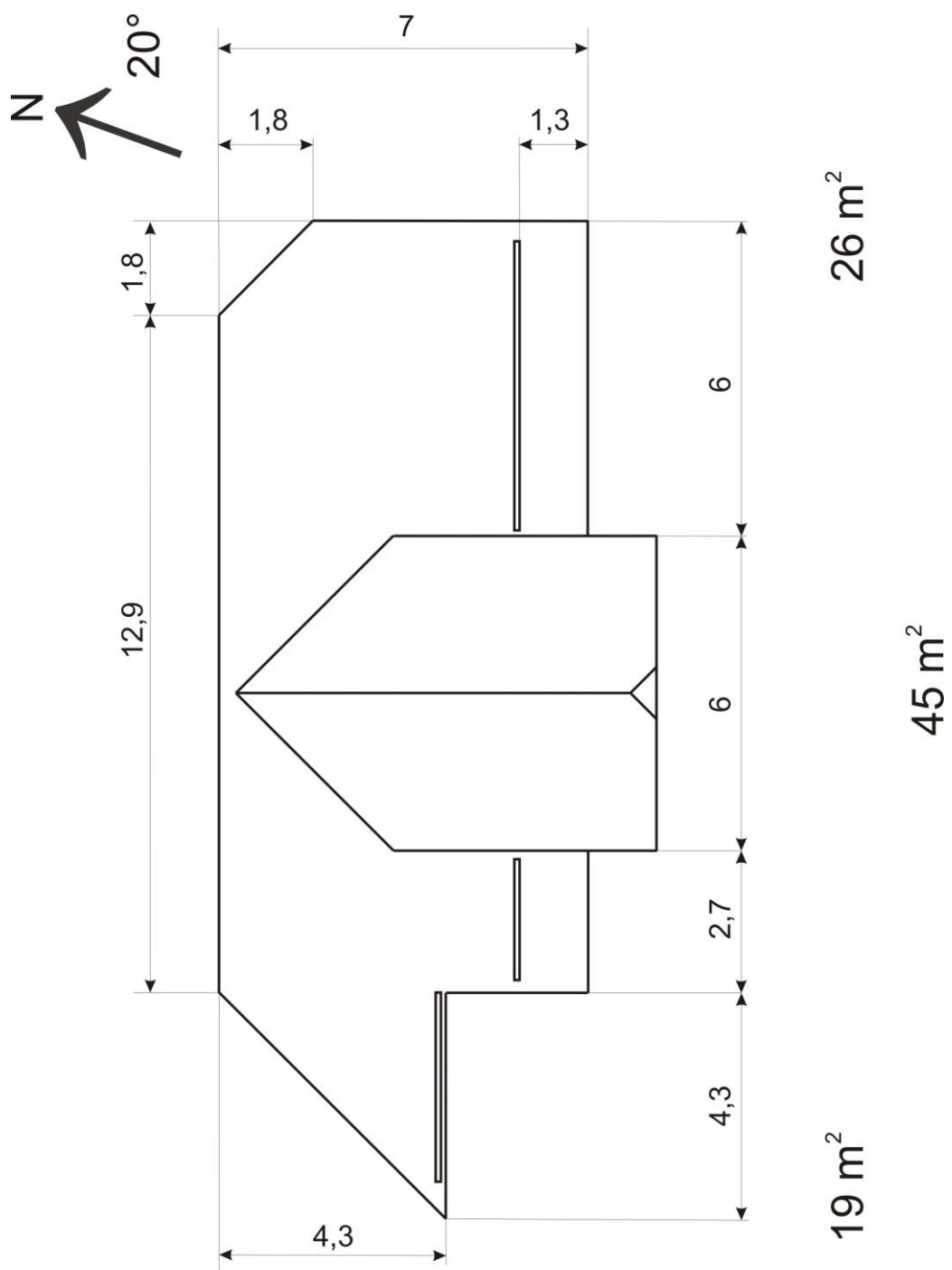
Južni del strehe, na katerega bi postavili sončne celice, je dolg 19 m. Tramovi so dolgi 7 metrov, vendar njihovo uporabno dolžino skrajšujejo okroglice, ki služijo kot snegobrani.

Streha ima naklon 42° , in je zamaknjena 20° proti zahodu. Na strehi je dvokapna frčada, ki jemlje dobršni del površine in je ovira zaradi senčenja.

Hiša ima 3x25 A varovalke in dnevno porabimo 14 KW/h. To pomeni, da lahko izkoriščamo maksimalno 30 KW moč.

Elektrarno bi uporabljali za lastne potrebe, morebitni presežek bi prodali javnemu distributerju.

Z zbranimi podatki bomo sami poizkusili izračunati stroške investicije in s tem točko preloma v poslovnem načrtu ter podatke posredovali ponudniku, da nam izračuna ponudbo.



SKICA STREHE M 1:100

Slika 26: Skica strehe
(lastna izdelava, 2009)

7.1.1 KAKO SE LOTIMO TEGA PROJEKTA?

Pri poševnih strehah so najprimernejše tiste s slemenom v smeri vzhod-zahod in z naklonom od 30 do 35 stopinj.

Kakšna površina strehe je potrebna za kilovat energije iz sončne elektrarne, je odvisno od osončenja, senčenja in vrste modulov. Za približek lahko vzamemo, da je za kilovat energije potrebne $7,5 \text{ m}^2$ strešne površine. Koncentriranje svetlobe z zrcali, da bi pridobili večje količine električne energije, odsvetujemo. Večina proizvajalcev sončnih modulov izrecno navaja, da garancije in jamstva za delovanje v tem primeru ne veljajo. Moduli namreč niso predvideni za takšno uporabo.

V našem primeru imamo na razpolago malo površine za elektrarno, zato je vprašanje, kakšne module uporabiti. Monokristalne, tankoplastne ali polikristalne? Tankoplastni moduli so uporabni za investitorje, ki imajo na voljo velike površine strehe in jim ni pomembna moč, ki jo bodo pridobili na takšni površini. Izkoristki takšnih modulov na površino so namreč zelo majhni, poleg tega je zaradi velike površine ustrezno večji tudi strošek vodnikov in pomožnega materiala. Mono- in polikristalni moduli so zaradi zahtevnejše tehnologije izdelave navadno dražji, vendar vrsta modula še ne pove dovolj. Pomembnejši je podatek o nazivni moči, prostorskem izkoristku in jamstvu na dolgoročno delovanje ter drugi tehnični podatki. Načelno imajo monokristalni moduli večje izkoristke, vendar je treba biti pazljiv: dobri polikristalni moduli dosegajo boljše rezultate od slabih monokristalnih. Zato je treba za vsak objekt poiskati optimalne module in druge komponente ter doseči optimalno razmerje med vloženim kapitalom in pričakovanimi prihodki. Nizka cena modulov še zdaleč ne pomeni, da bo zato dolgoročno ekonomika investicije ugodna.

Kakšne vrste fotovoltaične celice poznamo?

Fotovoltaični modeli iz polikristaliničnega silicija so najbolj razširjeni in cenovno najugodnejši. Znani so modeli, kot jih proizvajajo npr. BP SX, Sharp, Kyocera, Evergreen ... Cena se giblje od 8.5 do 9.5 USD/ watt. Učinkovitost pretvorbe sončne energije v električno se giblje med 12 in 12.5 %, to pomeni, da lahko na 1 m^2 površine panelov proizvedemo 120 do 125 W električne energije.

Kot vsak fotovoltaični panel, so tudi ti podvrženi zmanjšanju kapacitete v odvisnosti od temperature na površini panela. Višja, ko je temperatura, slabša je pretvorba v električno energijo. Zmanjšanje znaša lahko od 14 do 23 %.

Monokristalinični fotovoltaični paneli se uporabljajo že preko 20 let, ponavadi v zahtevnejših tehnologijah, kot npr. v telekomunikacijah. Znani modeli so BP in Siemens. Cena panelov se giblje med 10 in 11 \$ na proizvedeni watt. Pretvorba sončne energije v električno je identična kot pri polikristaliničnih panelih, ni neke bistvene prednosti (12 do 13 %)

Najpomembnejša razlika je nekoliko manjša občutljivost na temperaturo površine solarnih celic.

Amorfni silicij se že preko 20 let uporablja v prenosnih napravah, kot so npr. kalkulatorji, prenosne naprave ... Šele od 1998 se le-ta uporablja za izdelavo fotovoltaičnih panelov, primernih za postavitve na prosto. Najbolj znan proizvajalec takih panelov je npr. UniSolar. Cena se giblje pribl. 10 \$ na watt. Paneli so priljubljeni zato, ker niso občutljivi na povišane temperature, morda celo proizvedejo nekoliko več, če se temperatura poviša. Je pa njihova pretvorba iz sončne energije v električno približno za polovico nižja od monokristaliničnih, kar pomeni, da potrebujemo dvakrat večjo površino strehe za enako proizvodnjo energije.

Kaj nam pove podatek o izkoristku celic in modulov?

Definicija prostorskega izkoristka oziroma učinkovitosti pretvorbe sončne energije v električno je precej zapletena. Poenostavljeno povedano, večji je prostorski izkoristek, več bo pridobljene električne energije iz enake površine. Nazivna moč je pravzaprav rezultat izkoristka – pri slabem izkoristku bo za enako nazivno moč modula potrebna večja površina. Tudi pri prostorskem izkoristku modula je treba biti pazljiv. Ločiti je treba podatke o izkoristku celice, ki je vedno višji od podatka o izkoristku modula.

Kakšna je razlika med fiksnimi in sledilnimi sistemi?

Fiksni sistemi: gre za sončne elektrarne, kjer so moduli na nosilni konstrukciji pritrjeni fiksno pod določenim kotom in v določeni smeri, čimbolj proti jugu. To so običajno sistemi na strehah. Optimalno orientirani so v osrednjem delu dneva, kjer je tudi največ sonca. Odlikujejo jih nižji investicijski stroški, nizki stroški vzdrževanja in manjša izpostavljenost vremenskim nepravilnostim (vihar, neurje).

Sledilni sistemi: nosilne konstrukcije omogočajo, da se moduli preko dneva premikajo bodisi enoosno bodisi po dveh oseh in tako sledijo soncu. S sledilnimi sistemi proizvedemo več električne energije predvsem zgodaj zjutraj in pozno popoldne, ko sicer fiksni moduli niso optimalno orientirani. Če so izpolnjeni naslednji pogoji:

- nadpovprečno veliko sončnih dni v letu,
- idealna lega brez okoliških senčenj v vseh letnih časih,
- brez jutranje megle,
- velik delež direktne svetlobe (manjši delež difuzijske svetlobe), takrat je večji strošek investicije v sledilnik ekonomsko upravičen.

Pri projektiranju sledilnih sistemov je potrebno upoštevati:

- k stroškom moramo šteti tudi višje stroške vzdrževanja,
- natančno pozicioniranje na zemljišču (študija senčenja) v izogib izgubam zaradi medsebojnega senčenja v določenih delih dneva ali letnem času,
- ustrezno projektiranje statike (večja izpostavljenost vremenskim obremenitvam (vihar ipd.),
- spoštovanje proizvajalčevih navodil o maksimalni dovoljeni obremenitvi posameznega sistema.

Ni naključje, da je največ sledilnih sistemov v Španiji in na Portugalskem, v nasprotju z Nemčijo, kjer je največ fiksnih sončnih elektrarn. Pred odločitvijo moramo preveriti vse dejavnike za našo lokacijo in primerjati glavne kazalnike za fiksne in sledilne sisteme za naš primer. V obeh primerih pa še dodatna informacija: v Nemčiji so odkupne cene elektrike za sončne elektrarne, ki niso na strehah, nižje. Do podobne uredbe lahko v prihodnje pride tudi pri nas. Na ta način želijo prioriteto stimulirati postavitev sončnih elektrarn na obstoječe objekte in obvarovati proste površine, ki se lahko uporabijo še v druge namene.

Sama investicija in prihodki iz elektrarne so odvisni od kakovosti vgrajenih komponent in bi investicija izvedbe na ključ stala okrog 26.000 € + DDV. Letni prihodek po zgoraj predstavljenih cenah bi bil odvisno od ugodnosti lege in kakovosti komponent okrog 2.100 €. Predstavljeni podatki so zgolj informativni in so delno prirejeni za naš primer. Moč elektrarne je 5 kW.

Pri obravnavi osončenja moramo biti pozorni na številčne podatke, a fizikalno različne količine. Povprečno sončno obsevanje na površinsko enoto je v Sloveniji približno 1242 kWh/m². Letni energijski donos je v Sloveniji povprečno 1050 kWh/kWp (koliko kWh proizvedemo iz instaliranega kW moči pri povprečnem letnem sončnem obsevanju). Sicer je energijski donos v Sloveniji od 950 kWh/kWp, za slabše lege do 1150 kWh/kWp za odlične lege. Nekateri namreč pri izračunu upoštevajo napačne vrednosti in zato dobijo napačne, nerealne visoke vrednosti predvidene proizvodnje elektrike.

Za oceno »na palec« je treba pomnožiti zgoraj naveden povprečni energijski donos 1050 kWh/kWp z inštalirano močjo elektrarne. Tako dobimo letno proizvodnjo električne energije v kWh. Za natančnejšo oceno izračuna pridobljene električne energije uporabljamo računalniški program, ki upošteva desetletna povprečja osončenja za posamezne kraje, upošteva tudi nadmorsko višino, način vezave in izkoristke uporabljenih tipov modulov in razsmernikov. Upoštevati je treba senčenje iz okolice in lego objekta. Tako je lahko mogoče realno napovedati pridobivanje električne energije za vsak konkreten primer.

Za optimalno postavitev elektrarne je treba naročiti izdelavo študije izvedljivosti. Strošek je v primerjavi s prihodkom zanemarljiv, ki ga je mogoče dolgoročno pridobiti s kakovostno projektiranim sistemom. Strošek strokovne študije je odvisen od zahtevnosti, velikosti sončne elektrarne in obdelanih različic. Rezultati nam bodo v pomoč pri izbiri optimalne različice in bodo pokazali ekonomsko upravičenost investicije za vsak konkreten primer. Strošek izvedbe je že vključen v ceni elektrarne na ključ, tako da s tem ni dodatnih stroškov. Lahko pa seveda naročimo samo študijo izvedljivosti in se izvedbe lotimo sami.

Z upoštevanjem vseh rokov za pridobivanje ustreznih dovoljenj in izvedbo upravnih postopkov bo odločitve za postavitev sončne elektrarne do prvega izstavljenega računa za pridobljeno elektriko potrebna vsaj pol leta.

Trenutne razmere na trgu kažejo, da se nam proizvedene elektrike ne izplača porabljati za lastne potrebe, ampak jo je bolje prodajati distributerju. Ekonomika naložbe je v tem, da pridobljene elektrike ne uporabimo za svojo rabo, ampak jo prek ločenega števca

oddajamo v omrežje. Cena, po kateri jo oddajamo, je namreč približno štirikrat višja od cene, ki jo plačujemo kot uporabniki. Razliko v ceni subvencionira država. Če uporabljamo elektriko samo za lastno preskrbo (brez uporabe javnega omrežja), smo upravičeni samo do 30-odstotne premije. Letno premijo, ki je dodatek na tržno ceno, določa država. Vsako pridelano kilovatno uro iz naše elektrarne prodate elektrodistribucijskemu podjetju po ceni, ki je sestavljena iz letne premije in tržne cene. Letna premija je 0,34719 €/kWh (Uradni list RS št. 65/2008). Skupaj je cena 0,34719 + tržna cena. Zdaj je najnižja skupna cena za kilovatno uro elektrike iz sončne elektrarne 0,41319 €. Zakaj najnižja? Tržna cena je namreč stvar pogajanja in je recimo od 0,066 €/kWh do 0,089 €/kWh. To je odvisno od distributerja in konkretnega projekta. Pri izračunih za povprečje vzamemo tržno ceno 0,082685 €/kWh, kar prinese skupno odkupno ceno 0,429875 €/kWh + DDV. Gre za konkreten primer tržne cene, dosežene v oktobru 2008. Pomembno je tudi, da ločimo dva sistema subvencioniranja: enotno letno ceno in enotno letno premijo. Naj nas višji znesek pri enotni letni ceni ne zavede. Pri enotni letni ceni znesku ne smete dodajati še tržne cene.

Odkupna cena ni stalna. Po petih letih se zniža za pet odstotkov, po 10 letih pa za deset. Kot kvalificiran proizvajalec električne energije lastnik elektrarne podpiše pogodbo za deset let. V pripravi je bolj stimulatívna zakonodaja. V najslabšem primeru bo lastnik sončne elektrarne po poteku pogodbe lahko elektriko prodajal po tržni ceni, ki se bo še precej povečala.

Na podlagi podpisane pogodbe elektrodistribucijskemu podjetju izda račun, na katerem prikaže proizvedene kilovatne ure ter posebej zaračuna premijo in tržno ceno. Če je lastnik davčni zavezanec, mora zgornjim odkupnim cenam dodati DDV.

Če sončno elektrarno naložbenik postavi kot fizična oseba, plača pri nakupu elektrarne z montažo le 8,5-odstotni DDV, kar je bolj ugodno samo navidezno. Slaba stran je, da gre prihodek od prodane elektrike v dohodninsko osnovo. Če naložbenik postavlja elektrarno kot pravna oseba, ki je davčni zavezanec, dobi povrnjen 20-odstotni DDV. V tem primeru mora podjetje registrirati dejavnost proizvodnje električne energije. Sončna elektrarna je lahko tudi dodatna dejavnost na kmetiji, kar v našem primeru ni mogoče.

Pri pridobivanju soglasij potrebujemo zemljiškoknjižni izpisek z dokazili o lastništvu, lokacijsko informacijo, mapno kopijo v merilu 1:1000 v papirni in digitalni obliki (format dxf), redni izpisek iz sodnega registra za gospodarske družbe ali potrdilo o registraciji za samostojne podjetnike. Upravne postopke, vezane na postavitve sončne elektrarne, lahko na podlagi pooblastila uredi tudi podjetje, ki vodi projekt postavitve sončne elektrarne, saj gre za dolgotrajne in zapletene postopke, katerih se nekateri investitorji, ki se urejanja dokumentacije lotijo sami, pogosto prestrašijo.

Pri pridobivanju soglasij moramo biti pozorni še na:

- Postavitve sončnih modulov kot investicijsko vzdrževalna dela, za katera ni potrebna pridobitev gradbenega dovoljenja. Uredba o vrstah objektov glede na zahtevnost (Uradni list RS, št. 37/2008) v 22. členu določa, da se določena dela lahko izvajajo kot investicijsko vzdrževalna dela, brez gradbenega dovoljenja.

Med takšna dela se uvrščajo tudi dela na objektu ali za potrebe objekta in vključujejo izvedbo popravil, gradbenih, inštalacijskih in obrtniških del ter izboljšav, ki sledijo napredku tehnike, z njimi pa se ne posega v konstrukcijo objekta in se ne spreminja njegova zmogljivost, velikost, namembnost in zunanji videz, mednje pa spada tudi namestitev sončnega zbiralnika ali sončnih celic.

- Sončna elektrarna, za katero je potrebno pridobiti gradbeno dovoljenje. To so samostojne sončne elektrarne, katerih gradnjo ni mogoče razvrščati med investicijsko vzdrževalna dela, ker ne gre za izvedbo del, vezanih izključno na gradnjo za potrebe že obstoječega objekta, poleg tega pa je takšno gradnjo običajno potrebno izvesti tudi kot samostojni priključek na elektroenergetsko omrežje. Podlaga za izdajo vsakega gradbenega dovoljenja izhaja iz namenske rabe zemljišč občinskega prostorskega načrta. Gradbenega dovoljenja za gradnjo določenega objekta ni mogoče izdati, če tega ne dovoljuje prostorski akt.

Zakonodaja, ki pokriva to področje, je:

Uradni list RS št. 65 z dne 30. 6. 2008: Slep o cenah in premijah za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije, Uradni list RS št. 71, 7. 8. 2007: Uredba o pogojih za pridobitev statusa kvalificiranega proizvajalca električne energije, UL št. 25 z dne 22. 3. 2002, str. 2025: Uredba o pravilih za določitev cen in za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije (ta odredba je starejša, v tej je bila še razlika med močjo 36 kW in nad 36 kW, kar je spremenjeno v Uradnem listu RS št. 75/2006).

Pomembna sta tudi:

- Uradni list RS, št. 27/07 in 70/08: Energetski zakon (EZ-UPB2) ter
- Uradni list RS, št. 02/04 in 126 /07: Zakon o graditvi objektov.

Pri pridobivanju nepovratnih sredstev moramo najprej vedeti naslednje: V Uredbi o pravilih za določitev cen in za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije (Uradni list RS, št. 25 / 22. 3.2 002 na str. 2026 14. člen) piše: "Kvalificiranim elektrarnam, ki dobijo nepovratno državno subvencijo, se za vsakih 10 % prejete nepovratne državne subvencije glede na višino investicije, enotna letna cena oz. enotna letna premija zmanjša za 5 %". Pri tem bi želeli opozoriti, da obstaja verjetnost, da se bo uredba spremenila tako, da se bo za vsakih 10 % prejete nepovratne državne subvencije glede na višino investicije, enotna letna cena in enotna letna premija zmanjša za 10 %. Vendar te uredbe še ni. Sicer pa se trenutno pripravljajo nove uredbe, ki bodo usklajene z novim Energetskim zakonom (Uradni list RS, št. 70/2008 z dne 11. 7. 2008).

Če se ne bomo odločili za ustanovitev podjetja, lahko kot občani zaprosimo za kredit Ekološkega sklada:

Javni razpis za kreditiranje okoljskih naložb občanov 39OB08A (več informacij najdemo na spletni strani www.ekosklad.si.) Predmet razpisa je ugodno kreditiranje občanov za

naložbe na območju Republike Slovenije, med drugim tudi za namestitev naprav za pridobivanje električne energije iz sončne energije z nazivno močjo do 50 kWp. Pravne osebe lahko zaprosijo za kredit Ekološkega sklada, Javni razpis za kreditiranje okoljskih naložb pravnih oseb in samostojnih podjetnikov 40PO08A – več informacij najdemo na spletni strani www.ekosklad.si.

7.1.2 KAKO BOMO RAVNALI?

V našem primeru bi naklon strehe lahko spremenili za približno 10° in tako dobili idealen kot. Lego strehe pa ne moremo obrniti proti zahodu do idealne lege. Sledilnega sistema ne bomo vgradili zaradi premalo ur obsevanja in megle. Čeprav je površina naše strehe brez frčade približno 45 m^2 , bi zaradi senčenja le-te, celice na zahodni strani pomaknili na skrajni levi rob in tako pridobili boljše pogoje, a uporabno površino zmanjšali na slabih 40 m^2 , kar zadostuje za 5 kW sončne elektrarne.

Predvidevamo, da bi v našem primeru vgradili mono- ali polikristalne module, ki imajo boljši izkoristek na enoto površine modula.

Ker nimamo kmetijskih zemljišč, s katerim bi lahko koristili status kmeta, in s tem dopolnilne dejavnosti na kmetiji, nimamo namena ustanoviti podjetja samo v ta namen, bomo nastopali kot fizična oseba pri gradnji elektrarne in črpanju sredstev. Vso pridobljeno elektriko bomo prodajali distributerju. Od njega bomo tudi kupovali elektriko za lastne potrebe. Trenutni pogoji so za nas ugodni.

Ker nam finančni položaj ne dopušča izgradnje z lastnimi sredstvi, se bomo posluževali tako subvencij kot kreditov iz sklada.

Vse to je plod našega raziskovanja, vendar nismo strokovnjaki na tem področju. Zato bomo posredovali osnovne podatke večjemu številu ponudnikov, se z njimi posvetovali, in na podlagi izbire izvajalca, oblike elektrarne, njenega donosa, časa amortizacije in ostalih okoliščin izdelali podjetniški načrt. Ta pa bo osnova za vse sledeče dejavnosti in odločitve.

Če na grobo izračunamo, bi nas stala elektrarna cca. 26.000 € in imamo letni prihodek 2.100 €, bi bila točka preloma nekje po 12 letih in petih mesecih.

7.1.3 PONUDBA

Vse dosedanje delo je bilo moje, poiskano v različnih virih in zato nestrokovno. Taki so bili izhodiščni pogoji (lega hiše, opazovanje megle in obsevanja), izbira materialov, izračun števila in lege modulov, kot posledično tudi finančni izračun. V izdelavo sem dal ponudbo z istimi izhodiščnimi podatki, kot sem jih sam uporabil.

IZRAČUNI MFE LIPICA 6,67 kWp

Location: 46°10'9" North, 14°19'46" East, Elevation: 356 m a.s.l,

Nearest city: Skofja Loka, Slovenia (0 km away)

Nominal power of the PV system: 6.7 kW (crystalline silicon)

Inclination of modules: 42.0°

Orientation (azimuth) of modules: -10.0°

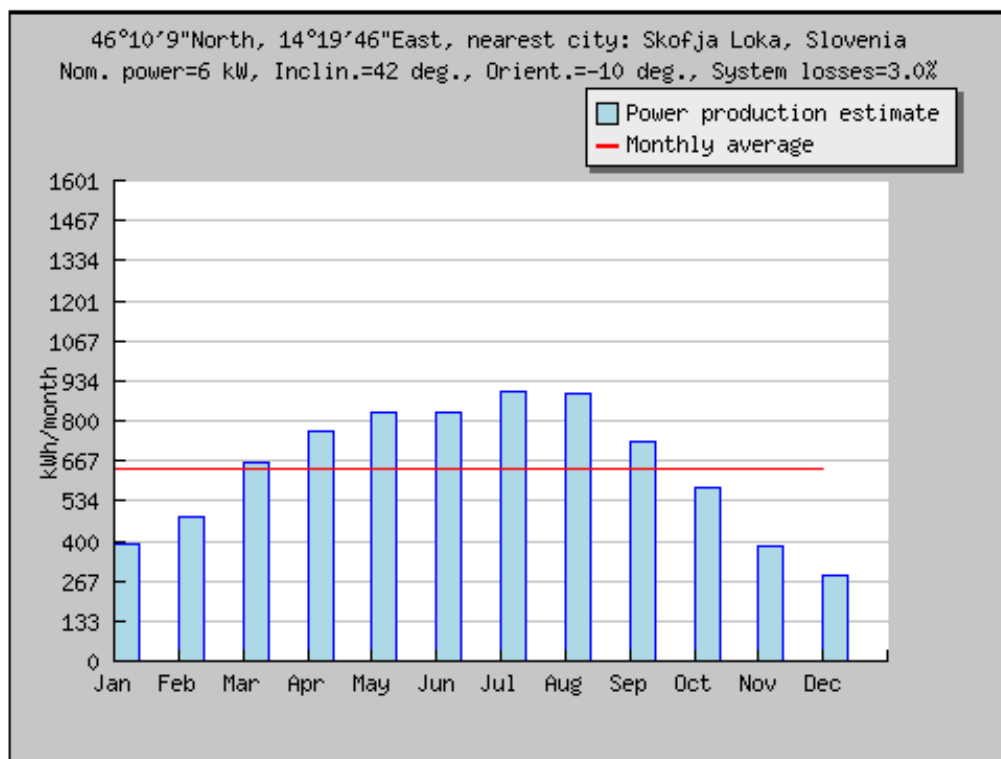
Estimated losses due to temperature: 7.0 % (using local ambient temperature data)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.8 %

Other losses (cables, inverter etc.): 3.0 %

Combined PV system losses: 12.8 %

Spodnji graf prikazuje pričakovano proizvedeno električno energijo po mesecih, katero lahko pričakujete glede na vnesene vhodne podatke.



<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/pvest.php>

Slika 27: Pregled proizvodnje električne energije po mesecih

(www.e-bajt.si/fotovoltaika/.html, 2009)

MFE Lipica

Odkupna cena 1 kWh = 0,399 EUR

Nazivna moč: 6,67 kWp

Naklon 42°, Usmerjenost jug -10°		
Mesec	Mesečna proizvodnja (kWh/mes)	Mesečni prihodek
Jan	393	157 EUR
Feb	479	191 EUR
Mar	659	263 EUR
Apr	768	306 EUR
Maj	831	332 EUR
Jun	828	330 EUR
Jul	901	359 EUR
Aug	888	354 EUR
Sep	729	291 EUR
Okt	574	229 EUR
Nov	381	152 EUR
Dec	283	113 EUR
Letno	7.714	3.078 EUR

Slika 28: Pregled prihodkov

(www.e-bajt.si/fotovoltaika/.html, 2009)

MOČ ELEKTRARNE	6,67 kWp
-----------------------	-----------------

Zap. št.	Opis	Količina	EM	Cena	DDV	Znesek brez DDV
1	Sunways Solarni modul SM215MA64 230 Wp dim.1680x990x50 mm Made in Germany	29	kos	776,00	8,50%	22.504,00
2	Omrežni pretvornik Sunways AT 3600	2	kos	1.649,00	8,50%	3.298,00
3	DC zbiralke in zaščita	2	kos	278,00	8,50%	556,00
4	Vodnik Lappterm SOLAR SR 1X4 0,6/1kV čr	180	m	0,98	8,50%	176,58
5	Montažni sistem	29	kos	59,00	8,50%	1.711,00
6	Projektna dokumentacija (PID, POV)	1	kompl	820,00	8,50%	820,00
7	Delo (montaža, el. povezave)	1	kompl	3.129,23	8,50%	3.129,23
8	Elektro omarica (števec, GSM komunikator, prenapetostna zaščita, glavne varovalke, katodni odvodniki, kontaktor, drobn material)	1	kompl	2.486,00	8,50%	2.486,00
9	Ozemljitev elektrane do merilnih sponk	1	kompl	567,00	8,50%	567,00
10	Ozemljitve - izkopi, valjanec	1	kompl	1.635,00	8,50%	1.635,00
Skupaj brez DDV						36.882,81
DDV 20,00% od osnove						
DDV 8,50% od osnove						3.135,04

Slika 29: Predračun

(www.e-bajt.si/fotovoltaika/.html, 2009)

7.1.4 DRUGA PONUDBA

TAVČAR BORIS LIPICA 8

Opis blaga ali storitve	Količina EM	Cena brez DDV	R %	DDV %	Vrednost brez DDV
PV modul mano SCHUCO SMY 175 Wp set –2 kosa	17,50 KOS	2.100,00	44	20	36.750,00
RAZSMERNIK SMA-SB 3300-TL	2,00 KOS	2.422,00	15	20	4.844,00
POVEZOVALNI KABEL 20/5 M	3,00 KOS	140,00	0	20	420,00
MONTAŽA KONSTRUKCIJA NA STREHO – SIDRA	1,00 KOS	2.266,00	0	20	2.266,00
MONTAŽ IN NADZOR	1,00 KOS	2.142,00	0	20	2.142,00
TEHNIČNA DOKUMENTACIJA ZA SONČNO ELEKTRARNO	1,00 KOS	680,00	0	20	680,00
MERILNO LOČILNO MESTO	1,00 KOS	1.817,57	0	20	1817,57

Skupaj: 48.919,57
 Popust: 16.896,60
 DDV: 6.404,59
 Za plačilo: EUR 38.427,56

PONUDBA ZA SONČNO ELEKTRARNO NAZIVNE-VRŠNE MOČI 6,12 kWp

Rok dobave: od 2–5 mesecev, odvisno od razpoložljivih zalog v centralnem skladišču in vrste modula. Plačilni pogoji: 10 % ob naročilu, 90 % pred montažo.

Pariteta: FCO kupec

Garancija:

Na modul: 5 let

Na celice v modulu: 25 let, da zagotavljajo 80 % nazivne moči. Montažni sistem: 5 let.

Razsmernik: 5 let, možnost doplačila za dodatnih 5 let garancije. Montaža: 3 leta.

Cena montaže zajema:

Namestitev in priklop fotovoltaičnih modulov.

Namestitev in priklop fotovoltaičnih razsmernikov v oddaljenosti največ 10 m od modulov in 10 m do merilno-ločilne omare.

Ureditev merilno-ločilnega mesta po zahtevah upravljavca distribucijskega omrežja (namestitev nove oz. ureditev obstoječe merilne omarice, namestitev digitalnega merilnika električne energije z vgrajenim GSM komunikatorjem, namestitev AC in DC

od klopnih stikal, električne meritve, izdaja ustreznih merilnih protokolov in nastavitve zaščitnih naprav).

7.1.5 PRIMERJAVA

Mi smo podatke o lokaciji vasi in hiše dobili na svetovnem spletu. Kot lege hiše, glede na sever, sem izmeril z busolo (kompas). Podatki obeh ponudnikov se v osnovi veliko razlikujejo od naših. Mi smo zmanjšali število modulov na strehi v prid boljšega izkoristka. Prvi ponudnik je vzel maksimalno površino strehe. Na površini 49,3 m² je dobil moč 6,67 kWp. Drugi ponudnik je uporabil površino 44,68 m², in s tem dobil moč elektrarne 6,12 kWp.

Naši izračuni in ugotovitve:

Izhajamo iz 37,5 m² uporabne površine zaradi izogibanja frčadi in snegobranom.

Nazivna moč – 5 kW.

Letni prihodek – 2100 €.

Investicija – 26 000 € + DDV.

Točka preloma (primerjalno) – 12 let 5 mesece.

Prvi ponudnik:

Uporabna površina – 49,3 m²

Nazivna moč – 6,67 kW

Letni prihodek – 3078 €

Investicija – 36 882 € + DDV

Točka preloma (primerjalno) – 12 let

Drugi ponudnik:

Uporabna površina – 44,68 m²

Nazivna moč – 6,12 kW

Letni prihodek – 2697 €

Investicija – 32023 € + DDV

Točka preloma (primerjalno) – 11 let 11 mesecev

Vse tri primerjave so okvirne, zato davek še ni določen. Čeprav izhajamo iz različnih podatkov, so dobe do točke preloma skoraj enako dolge.

Razlika v višini investicije med ponudnikoma in lastno režijo je velika, kar je lahko posledica napake, ali samo komercialna poteza. Odgovor prvega ponudnika na očitke je, da so stroški izdelave, ozemljitve, priklopa na javno omrežje in dokumentacija enaki ne glede na moč elektrarne, zato je treba stremeti k čim večji kapaciteti. To pa poveča začetni vložek. Glede osnovnih podatkov pa je ponudnik izjavil, da jih je črpal iz spletne dokumentacije občine.

Drugi ponudnik ponuja poleg montaže boljše garancije ter šolanje osebja za vzdrževanje in upravljanje.

Vsekakor bo za uresničitev te zamisli potrebno nabrati še več ponudb in s tem izkušenj. Že pri samem povpraševanju bi bilo dobro izvedeti, kdo in za koliko bi naredil študijo glede izkoristka zaradi megle in morebitnega senčenja. Od izvajalca študije se zahteva, da jamči za rezultate.

Na podlagi tega se moramo odločiti, katerega izvajalca bomo izbrali, glede na vse okoliščine.

Na koncu ne smemo obupati v raziskavah in se truditi čim bolj ekološko živeti, čeprav bi se ta projekt izkazal za neekonomično potezo. Ekonomska plat je pomembna, zato moramo biti vztrajni, natančni, podjetni, da bomo našli ugodno rešitev za naše razmere. Čeprav nam morda ne uspe v fotovoltaiki, bomo morda našli možnosti za vetrno elektrarno ali malo hidroelektrarno. Če nam ne uspe nikjer, da bi sami proizvajali energijo, bomo pa izboljšali hišo in tako privarčevali pri potrošnji energije ali pa zbirali deževnico, z njo zalivali vrt ali jo uporabljali za splakovanje in tu prihranili vsaj cent, z občutkom, da smo naredili nekaj dobrega tako za svoj denar kot tudi za naravo.

8 ZAKLJUČEK

V nalogi smo opisovali različne načine pridobivanja energije glede na obnovljivost virov. Namen naše naloge je naravovarstvena opredelitev. Tukaj ne moremo biti tako ostro opredeljeni. Ni ga načina pridobivanja energije, ki ne bi posegal v naravo in s tem vsaj delno podiral ekosistema. Zato moramo vsak posamezni primer posebej proučiti, kako vpliva na okolje.

Čeprav bi lahko rekli, da je elektrika kot energija najbolj univerzalna, v smislu, da jo je najlažje transportirati, ali jo pretvarjati v druge vrste energije ter sama po sebi ne onesnažuje okolja, pa obstajata dva problema. Prvi je nezmožnost shranjevanja v večjih količinah, drugi pa, kako jo proizvesti na okolju čim manj škodljiv način.

Pri sežiganju ogljikovodikov nastajajo strupene snovi. Pline, ki povzročajo onesnaženje zraka (npr. kisel dež), se da prefiltrirati, če njihova koncentracija le ni prevelika. S tem podražimo pridobivanje energije. Ostaja pepel, ki je tudi obremenitev za naravo. In na koncu še CO₂, ki mu včasih nismo namenjali pozornosti in je toplogredni plin. Dobra stvar iz okoljevarstvenega vidika je omejenost večine teh goriv, saj nam zaloge počasi pojemajo. Razen biomase in bioplina, katerih zaloge ne pojemajo, sta tudi manj nevarna naravi.

Jedrske elektrarne so za naravo breme zaradi ohlajanja hladilne vode, ki bi jo lahko uporabljali tudi za segrevanje bližnjih objektov. Ostajajo tudi radioaktivni odpadki, katerih odlaganje je velik problem. Če se spomnimo Černobila, pa vemo, da že sama elektrarna po naravni poti predstavlja grožnjo, kaj šele v primeru ekološkega terorizma.

Tudi izkoriščanje obnovljivih virov energije predstavlja onesnaženje okolja. Hidroelektrarne same po sebi ne predstavljajo velike škode naravi. Upoštevati moramo biološke zahteve glede vodnega življenja. Vendar pa z racionalizacijo delovanja in s tem z zaježitvijo vode, vplivamo na ravnovesje podtalnice, spremembo vremena, spremembo okolja, rastlinski in živalski svet.

Vetrne elektrarne preprečujejo in spreminjajo selitvene poti pticam. Elektrarne na plimovanje spreminjajo morsko floro in favno.

Idealnega načina pridobivanja energije praktično ni. Zato je potrebno, preden načrtujemo, proučiti, kateri način bi določenemu okolju najbolj ustrezal, tako z ekonomskega kot tudi ekološkega vidika.

Primeri so lahko:

- Zakaj ne bi vetrnih elektrarn postavljali na odprta morja?
- Zgradili več malih elektrarn s konstantnejšim vodotokom.
- Zakaj ne bi poleg živinorejskih farm postavili elektrarn na bioplin, ki tako ali tako uhaja v ozračje?
- Zakaj ne bi zgradili čistilne naprave in z nastalim bioplinom proizvajali elektriko?

- Zakaj ne bi objektov oblikovali tako, da bi lahko pridobivali elektriko s fotovoltaike ...

Izkoriščanje virov energij, ki so bolj primerni za »male proizvajalce«, je treba spodbujati, jim pomagati – tudi finančno, da ljudje sami investirajo. Tu mislimo predvsem na toplotne črpalke, fotovoltaične elektrarne, vetrne elektrarne, male hidroelektrarne. Vsekakor pa je potrebno to izvajati načrtno in imeti nadzor, da je urejeno po predpisih in s tem izpolnjen namen – čistejša in bolj zdrava narava.

Tudi na državni ravni je podobno. Skupnosti držav bi se morale spodbujati, ustanovljati sklade za subvencioniranje, sprejemati zakone, postopoma prevzemati čistejše tehnologije. Vodilne, ekonomsko močne države bi morale imeti močan vpliv, tako med seboj kot tudi na manj razvite države, za doslednost spoštovanja zakonov in predpisov. Tako kot se pri posameznih ljudeh najde izjema, je tudi z državami, da jim trenutni ekonomski dobiček pomeni največ. Primer so ZDA z neupoštevanjem Kjotskega sporazuma.¹

Ustvariti dobiček je bistvo našega gospodarstva. Toda če se ustvarja na škodo narave, je to gledano na dolgi rok poguba. Najbolj hudo je, da onesnaženost ne pozna meja držav. Nastajanje ozonske luknje se seli po atmosferi, vodni in zračni tokovi spreminjajo smer, zato moramo biti kritični do vseh onesnaževalcev.

Sedaj v času, ko smo vsi povezani in se čuti vsak vpliv na cel svet, bi bilo dobro, da bi pod okriljem Združenih narodov z močno ekonomsko gospodarsko podporo vseh članic, ustanovili organizacijo, ki ne bi samo spodbujala in pospeševala okoljevarstva, ampak tudi nadzirala ali celo sankcionirala kršitelje. Ne vem, če je to mogoče, ker se interesi kapitala velikokrat križajo z naravovarstvom, vendar pa bi bilo zelo dobro.

V času recesije – svetovne ekonomske krize, ki traja ravno sedaj, ko se prestrukturira gospodarstvo, ko mora politika pomagati tako finančnim ustanovam kot gospodarstvu, je čas, da se pomaga bolj okoljevarstveno naravnanim organizacijam. Na primer: vsa avtomobilska industrija ne bo preživela te krize. Zakaj ne bi bili mednarodne finančne pomoči deležni samo okolju prijazni proizvodi? Tudi v energetiki bi lahko ravnali tako.

Namen našega primera izgradnje fotovoltaične elektrarne ni, da bi slepo verjeli, da se izplača vlagati v ekološko neoporečno pridobivanje energije, temveč spodbuditi razmišljanje vsakega posameznika, kako bi lahko prispeval k bolj zdravemu okolju. Velika večina nas je takih, nekateri imajo ekonomski vidik za prioriteto, so pa tudi taki, ki se držijo reka: »Dan po moji smrti je lahko veseljni potop.«

Takojšnje izboljšave so nujno potrebne, saj lovimo zadnji vlak, da si izborimo daljši čas okrevanja naše matere Zemlje. Ker če nam ne uspe, bomo na koncu mi ljudje plačali ta davek. Izjava »Za samo Zemljo se ni treba bati, saj se bo nekaj tisoč let po izumrtju človeka verjetno obnovila.«, je lahko zelo realna, vendar nekaterim ljudem da veliko misliti.

¹ Kjotski sporazum je listina o načrtnem zmanjševanju izpusta toplogrednih plinov v ozračje.

9 LITERATURA IN VIRI

KNJIGE:

- Dr. Peter Novak, Dr. Sašo Medved: Energija in okolje, Izbira virov in tehnologij za manjše obremenjevanje okolja; Svet za varstvo okolja republike Slovenije, Ljubljana, 2000.
- Dr. Peter Novak, Dr. Sašo Medved: Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, Univerza v Ljubljani – Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2000.
- Sašo Medved: Solarni inženiring, Univerza v Ljubljani – Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 1993.

ELEKTRONSKO GRADIVO (CD):

- Sašo Medved, Energija Ekologija multimedija, Univerza v Ljubljani – Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 1995.

SPLETNE STRANI:

- <http://www2.arnes.si/~gljsentvid10/plima.htm>
- <http://www2.arnes.si/~rmurko2/plimovanje.htm>
- <http://www.ape.si>
- http://spletnik.si/matjaz/solarni_sistemi.html
- <http://www.arhem.si>
- <http://www.e-bajt.si/fotovoltaika/.html>
- <http://www.solarna-tehnologija.si/>
- <http://www.se-f.si/uploads/vA/vz/vAvzCtXpEUI9OGMpWC6TFg/bioplan.pdf>
- <http://www.stat.si/letopis/>
- <http://www.uradni-list.si/>

10 KAZALO SLIK

SLIKA 1: SHEMATSKI PRIKAZ DELOVANJA CIKLONA, ELEKTROSTATIČNEGA IN VREČASTEGA FILTRA.....	5
SLIKA 2: SHEMA NASTAJANJA FOTOKEMIČNEGA SMOGA V OZRAČJU ZARADI NO _x -OV..	6
SLIKA 3: GEIGERJEV ŠTEVEC	8
SLIKA 4: TEMPERATURE PO VIŠINI ZEM. ATMOSFERE V °C, VSEBNOST OZONA IN SLOJI OZRAČJA	9
SLIKA 5: SHEMATSKI PRIKAZ DELOVANJA TOPLE GREDE.....	10
SLIKA 6. PONAZORITEV NEPOSREDNIH IN ZUNANJIH STROŠKOV PRI UPORABI FOSILNIH GORIV	12
SLIKA 7: SHEMA PARNE TERMoeLEKTRARNE	16
SLIKA 8: SHEMA PLINSKE TERMoeLEKTRARNE	17
SLIKA 9: PLINSKO–PARNA TERMoeLEKTRARNA (PPTE);.....	17
SLIKA 10: SHEMA JE Z VRELOVODNIM IN TLAČNOVODNIM REAKTORJEM	18
SLIKA 11: PRIKAZ DELOVANJA SONČNE CELICE IN NJEN IZGLED.....	21
SLIKA 12: TIPIČNA VEČLISTNA POČASNA VETRNIC ZA ČRPANJE VODE	22
SLIKA 13: ZGODOVINSKI RAZVOJ VELIKOSTI VETRNIC.....	23
SLIKA 14: GEOTERMALNA KARTA SLOVENIJE NA GLOBINI OKOLI 600 M.....	25
SLIKA 15: GEOTERMALNA ELEKTRARNA S HLADILNIMI STOLPI IN DOVODNIM OMREŽJEM	26
SLIKA 16: POSTROJENJE ZA PRIDOBIVANJE BIOPLINA	28
SLIKA 17: VPLIV LUNE IN SONCA NA PLIMOVANJE	29
SLIKA 18: NAJPRIMERNEJŠE LOKACIJE ZA POSTAVITEV ELEKTRARN NA PLIMOVANJE	30
SLIKA 19: PRIMER PREGRAJENEGA ZALIVA OBRATUJOČE ELEKTRARNE V FRANCIJI ..	30
SLIKA 20: PRIMER ENOSMERNE IZVEDBE	31
SLIKA 21: TOK ENERGIJE SKOZI ELEKTRARNO IN V PRENOSU DO UPORABNIKOV	34
SLIKA 22: PRIKAZ POTEKA PRETVARJANJA PRIMARNE ENERGIJE V TERMoeLEKTRARNI – TOPLARNI	35
SLIKA 23: GORIVNA CELICA V AVTOMOBILU	36
SLIKA 24: PRINCIP DELOVANJA GORIVNE CELICE.....	37
SLIKA 25: SHEMATSKI PRIKAZ DELOVANJA TOPLOTNE ČRPALKE	39
SLIKA 26: SKICA STREHE	43
SLIKA 27: PREGLED PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PO MESECIH	50
SLIKA 28: PREGLED PRIHODKOV.....	51
SLIKA 29: PREDRAČUN	51