

KURS ZA ENERGETSKI AUDIT

Upotreba solarne energije i biomase u toplotne svrhe

Dr Dečan Ivanović

Solarna energija



Sunčeva energija je obnovljiv i neograničen izvor energije od kojeg, direktno ili indirektno, potiče najveći dio drugih izvora energije na Zemlji.

Izvor energije koji je neiscrpan i slobodan, podseća na džinovski nuklearni reaktor koji je 93 miliona milja udaljen od Zemlje

Većina oblika energije nastala je ili nastaje djelovanjem zračenja Sunca. Sunce obezbeđuje energiju u vidu svjetlosti i toplote koja se koristi za grijanje i dobijanje električne energije.

Dotok energije Sunčevim zračenjem naziva se solarna konstanta, koja je $1400\text{W}/\text{m}^2$ pri srednjoj udaljenosti Zemlje od Sunca, uz upadni ugao od 90 stepeni zanemarujući djelovanje atmosfere apsorpcije. Prosečna vrijednost iznosi $920\text{W}/\text{m}^2$.

Energija zračenja Sunca koja dolazi do Zemljine površine iznosi, dakle, oko 109TWh godišnje. Ta je energija oko 170 puta veća nego energija u ukupnim rezervama uglja u svijetu.

Pod pojmom iskorišćenja Sunčeve energije u užem smislu se misli samo na njeno neposredno korišćenje, u izvornom obliku, a ne posredno, kao, na primjer kroz energiju vjetra ili fosilnih goriva. Sunčeva energija se pri tome može koristiti:

aktivno ili pasivno

Energija zračenja koja dopire do površine Zemlje zavisi u prvom redu od trajanja insolacije (trajanja sijanja Sunca, odnosno vremena u toku kog se Sunce nalazi iznad horizonta)

Trajanje insolacije zavisi od geografske širine i od godišnjeg doba.

Razlika između vremena izlaska i vremena zalaska Sunca daje vrijeme trajanja insolacije.

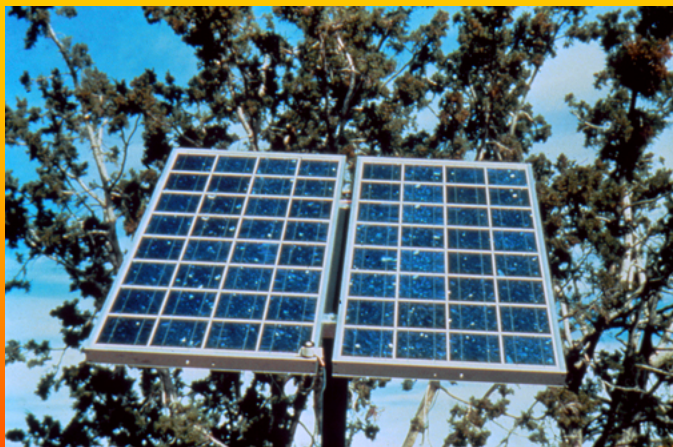
Stvarna energija zračenja koja dođe do površine znatno je manja od potencijalne zbog pojave oblaka, vlage i zagađenosti atmosfere. U primorju Crne Gore je ona oko 4kWh/m² dnevno.

Mogućnosti transformacije



Postoje dve mogućnosti za energetska iskorišćavanje Sunčevog zračenja:

pretvaranje solarne energije u toplotnu (SOLARNI KOLEKTORI)

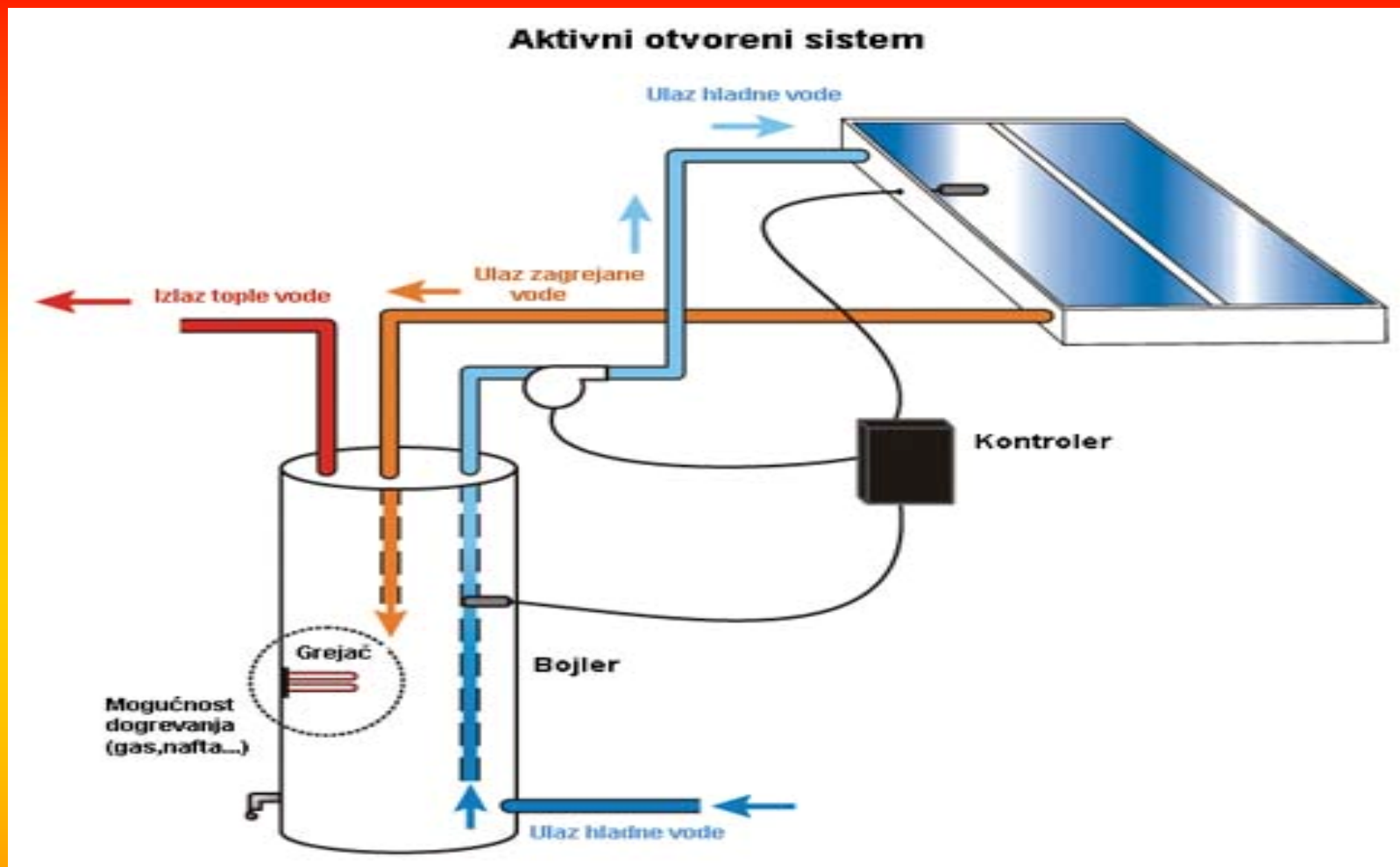


direktno pretvaranje u el.energiju (FOTONAPONSKE ĆELIJE).

SOLARNI KOLEKTORI



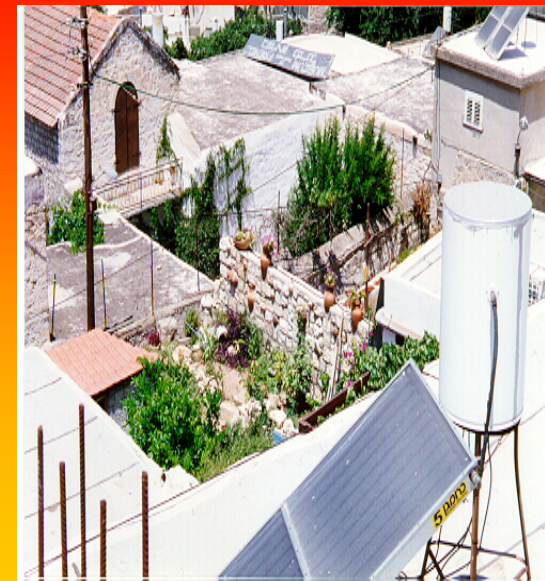
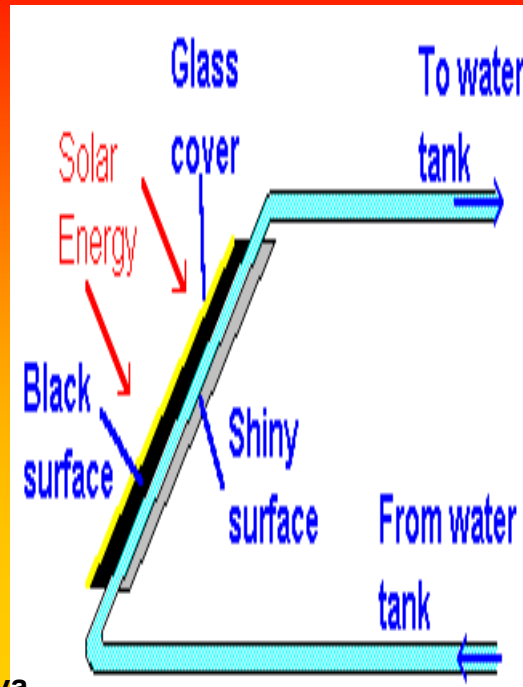
- ***Koriste se za grijanje vode u domaćinstvima, zgradama, bazenima itd. i predstavljaju najjednostavniju tehnologiju u primjeni solarne energije. Prave se od materijala koji imaju osobine crnog tijela (potpuno apsorbuju sunčevu energiju).***
- ***Stepen korisnog dejstva pri pretvaranju solarne energije u toplotnu je od 60 do 70%.***
- ***Sastavni dijelovi kolektora su:***
 - 1. kućište (od Al profila)***
 - 2. termoizolacija (mineralna vuna debljine 50mm)***
 - 3. apsorber (od Al lemela kroz koje su provučene bakarne cevi)***
 - 4. stakleni pokrivač debljine 4mm***
 - 5. ram kolektora (od Al profila)***



Za grijanje stana od 60m² na solarnu energiju potrebne su investicije od 1 do 1.5 hiljada €, a za toplu vodu oko 500 €. Procjene su da bi solarna energija mogla podmiriti oko 5% energetske potrebe naše zemlje.



Šema korišćenja sistema za grijanje domaćinstva preko sunčeve energije



Selo u Izraelu – na krovovima kuća postavljeni su solarni kolektori za grijanje vode.



Novi solarni energetski sistem – “Solarni energetski krov” – je ugrađen u krovnu konstrukciju jednog sportskog centra u Norveškoj. Postavljen je 1994. i grije dva bazena.

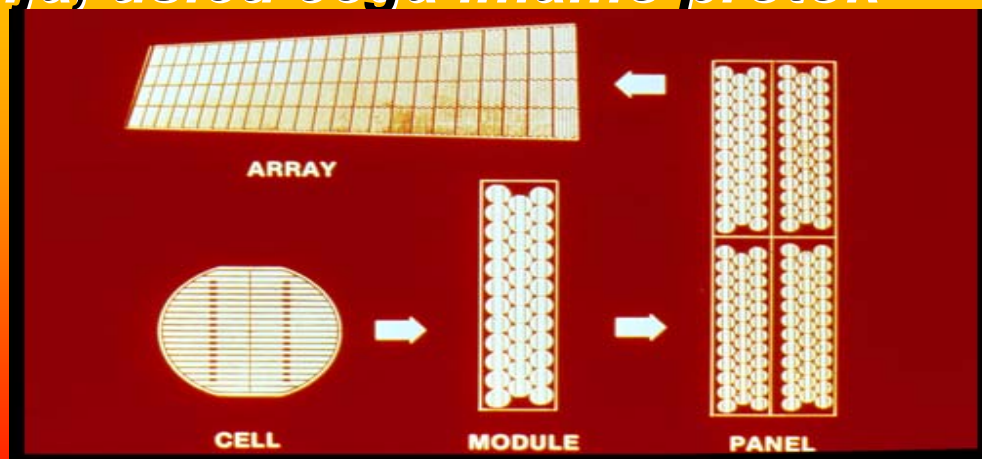


1300 domaćinstava u jednom gradiću u Danskoj grije se sistemom daljinskog grijanja pomoću sunčevog kolektora površine 3000 m². Pored toga koristi i otpadnu toplotu iz gradske termoelektrane

FOTONAPONSKE ČELIJE



- Fotonaponske ćelije pretvaraju direktno sunčevu energiju u električnu sa veoma malim stepenom korisnog dejstva (oko 15%).
- Rade na principu fotoelektričnog efekta.
- Vrlo tanke pločice kristala silicijuma sa primjesom arsena izložene zračenju Sunca ponašaju se kao poluprovodnički spoj. Čestice svetlosti, fotoni, atomima silicijuma izbijaju elektrone i kao rezultat imamo da se na jednoj strani poluprovodničkog spoja stvara višak negativnog, a na drugoj višak pozitivnog naelektrisanja, usled čega imamo protok struje.



Glavni dio fotonaponskog sistema je solarna ćelija

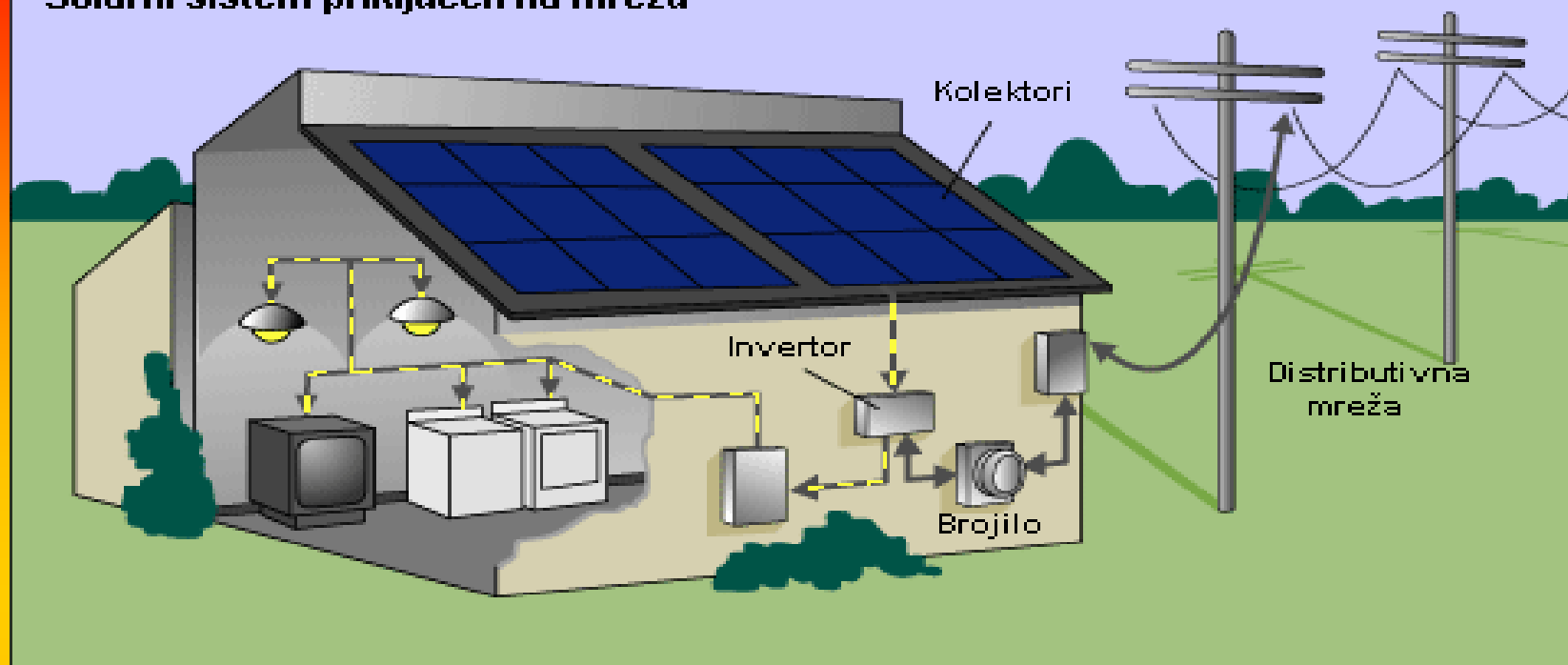
Solarne ćelije se pakuju u module, panele, nizove



Sistem fotonaponskih ćelija smeštenih u niz snage 900 W sa ispravljačima i baterijama snabdijeva el. energijom oko 60 domaćinstava u ruralnim oblastima Španije

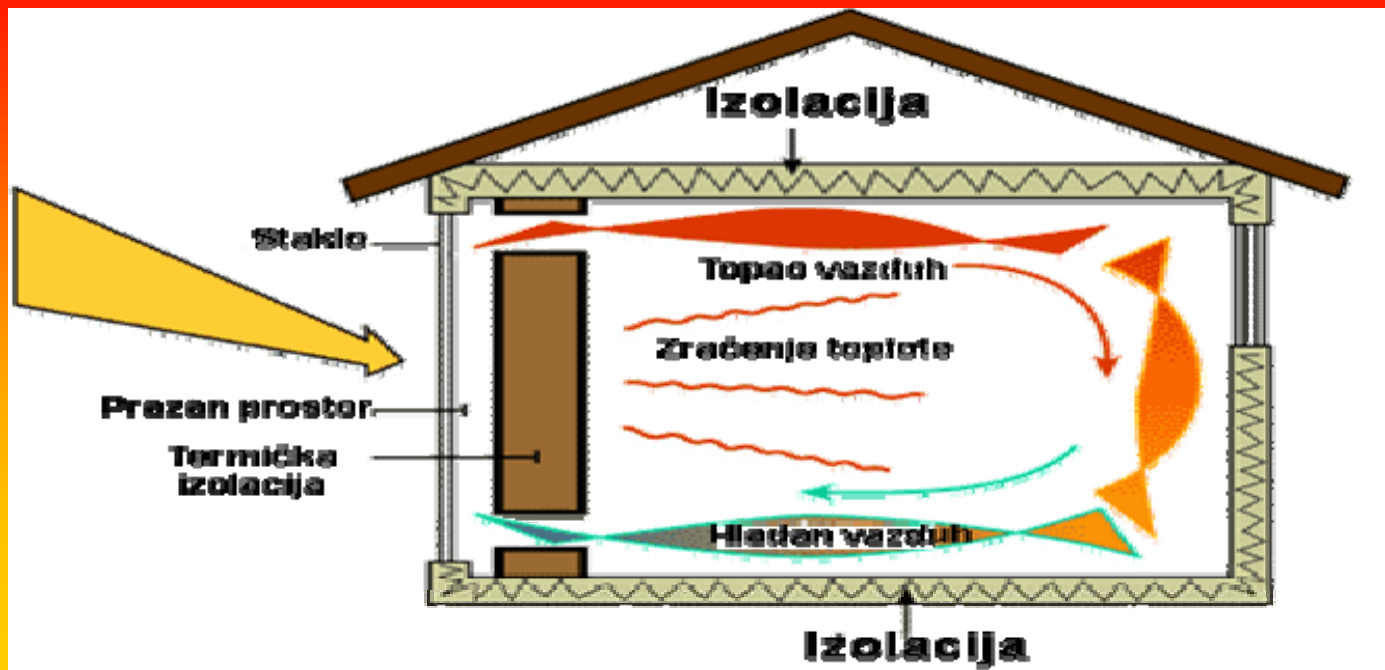
Švajcarska Vlada je još 1987. godine pokrenula program postavljanja fotonaponskih ćelija na autoputevima.

Solarni sistem priključen na mrežu

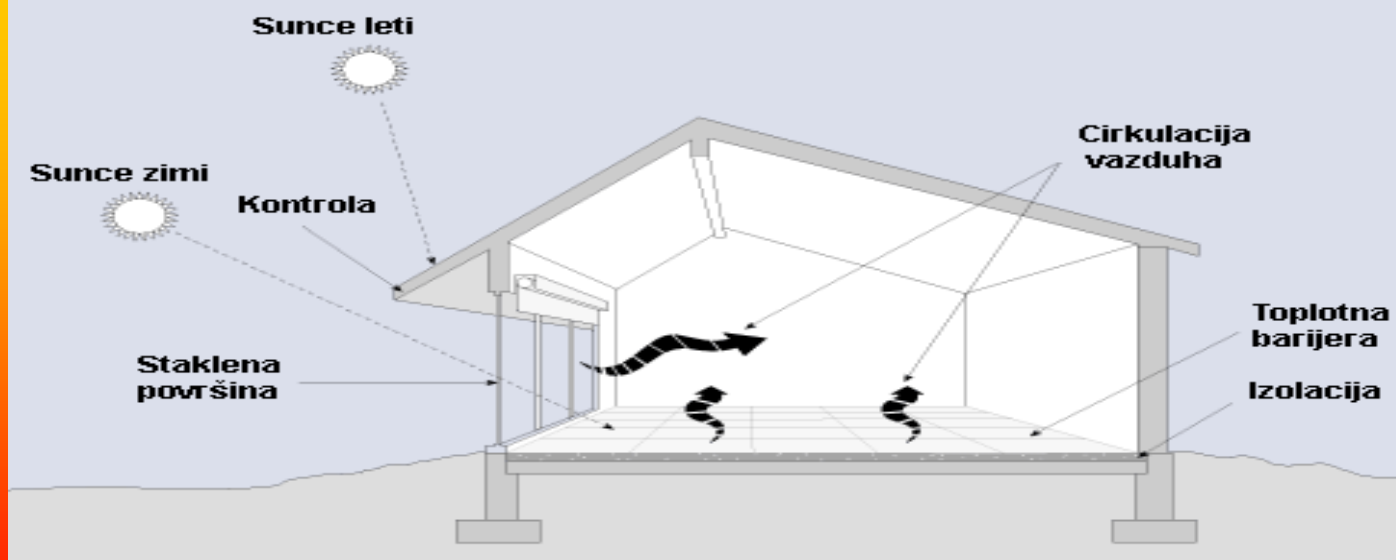


Pasivna primjena Sunčeve energije

- Pasivna primjena sunčeve energije se zasniva na primjeni tako izvedenih građevinskih elemenata i materijala koji trebaju optimalno, a ne samo estetski da budu oblikovani i funkcionalno povezani u kompaktnu cjelinu.
- Geometrijski oblik, veličina i visina zgrade, toplotni kapacitet zidova i prostorija, toplotna izolacija zgrade i njenih specifičnih delova, zastakljenost, zaštita od vjetrova, kiše, vlage, ali i od Sunca ljeti, fizička svojstva korišćenih materijala, kvalitet gradnje u energetskom smislu značajno utiču na udobnost boravka u takvim zgradama ali i na njihovu ukupnu energetske potrošnje u toku čitave godine, uz ostale vidove potrošnje, uključujući grijanje zimi i hlađenje ljeti.



Elementi pasivnog-solarnog dizajna objekata



SOLARNE ELEKTRANE

FOKUSIRANJE SUNČEVE ENERGIJE



Sa njima vršimo posrednu konverziju energije Sunca u elektr. energiju

- Primjenom ogledala koncentrišemo energiju Sunca na kolektor kako bi zagrijali radni medij u njemu. Ako na taj način postizemo temperature manje od 100C, tada se u izmjenjivaču toplote koristi freon, koji isparava i pokreće turbinu. Ako postizemo znatno veće temperature, tada se predaje toplota vodi, koja se pretvara u paru, koja pokreće parnu turbinu.

- Postoje dva sistema za solarne elektrane (SE):

1. za manje SE: DCS-Distributed Collectors System, kod kojeg radni medij teče kroz cijevi oko kojih su postavljena parabolična ogledala, koja fokusiraju zrake na cijev, prenoseći na taj način toplotu na radni medij

2. za veće SE: CRS-Central Reciver System, sa centralnim prijemnikom, na koji se ogledalima prenosi celokupna energija.



"Power tower" sistem fokusiranja.



"Dish" sistem fokusiranja

Najveća CRS elektrana u svijetu je SE "Solar one", u Kaliforniji, snage 10MW. Troškovi izgradnje iznosili su 142 miliona USD, što daje specifične investicije od 14.2USD/W

Prednosti upotrebe solarne energije

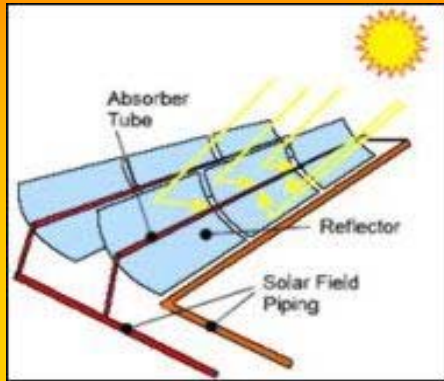
- Besplatan izvor energije***
- Obnovljiv***
- Koristan za područja koja nijesu priključena na glavnu mrežu odn. ruralna područja***
- Ne emituje gasove sa efektom staklene bašte***

Mane

- Ne funkcioniše dobro za vrijeme oblačnih dana, a noću nikako***
- Solarni generatori su skupi i zahtijevaju veliki prostor***

S obzirom na raznolikost između ogledala u cjelokupnoj izradi sistema možemo ih podijeliti na sljedeće kategorije:

Parabolični kolektori



Solarni tornjevi



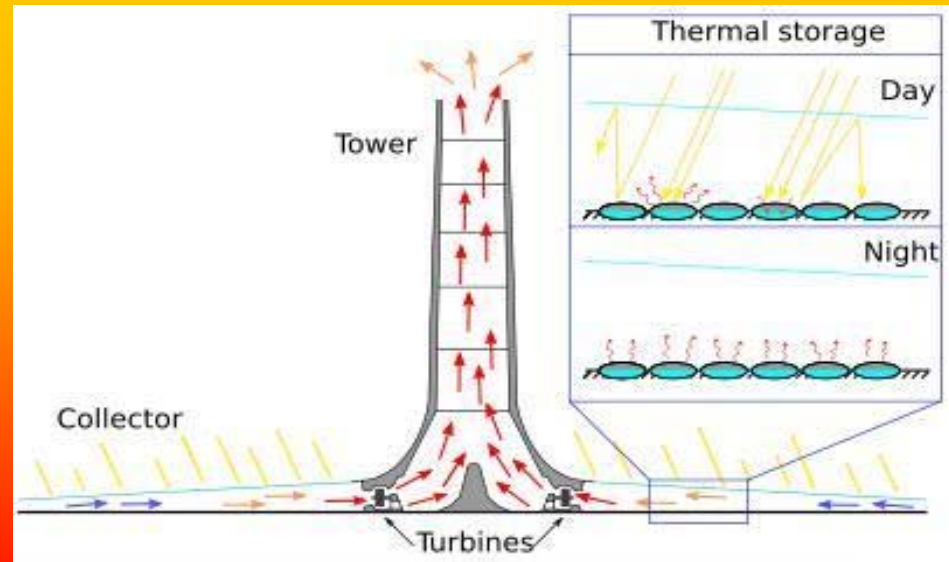
Solarni tanjiri



Fresnel kolektori



Solarne uzgonske elektrane





Biomasa



Biomasa je gorivo koje se dobiva od biljaka ili dijelova biljaka kao što su drvo, slama, stabljike žitarica, ljuštore itd. Biomasa je obnovljivi izvor energije, a može se podijeliti na drvnu, nedrvnu i životinjski otpad, unutar čega se mogu razlikovati: drvna biomasa, drvna uzgojena biomasa (brzorastuće drveće), nedrvna uzgojena biomasa (brzorastuće alge i trave), ostaci i otpaci iz poljoprivrede životinjski otpad i ostaci, biomasa iz otpada.

Drvna biomasa

Ostaci i otpad nastao pri sječenju, brušenju, blanjanju, ... Često je to otpad koji opterećuje poslovanje drvno-prerađivačkog preduzeća. Služi kao gorivo u vlastitim kotlarnicama, sirovina za proizvode, brikete, palete. Jeftinije je i kvalitetnije gorivo od šumske biomase.

Ostaci i otpaci iz poljoprivrede

Slama, kukuruzovina, stabljike, koštice, ljuske,...

To je heterogena biomasa različitih svojstava

Ima nisku ogrjevnu vrijednost zbog visokog udjela vlage i različitih primjesa

Prerađuje se presovanjem, baliranjem, peletiranjem

Danska: instalirana je elektrana na ostatke žitarica od 450 MW!

Životinjski otpad i ostaci

Anaerobna fermentacija (izmet –sve vrste životinja + zelena masa)

Spaljivanjem (stelja, lešine –peradarske farme)

Bioplin (60% metana, 35% CO₂, 5% smješe vodonika, azota, amonijaka, sumporvodonika, CO, kiseonika i vodene pare)

Biomasa iz otpada

Zelena frakcija kućnog otpada

Biomasa iz parkova i vrtova s urbanih površina

Mulj iz kolektora otpadnih voda

OTPAD KAO IZVOR ENERGIJE

Spaljivanje otpada je jedna od tehnologija koja nam omogućuje dobivanje energije iz otpada. Proces se događa na visokim temperaturama, a dobivena toplotna energija može se iskoristiti za dobivanje električne energije, zagrijavanje vode za grijanje stambenih objekata i slično.

Velika prednost ove tehnologije je da se njome može spaljivati opasan i medicinski otpad, koji ako se odlaže u okolinu, može biti otrovan i opasan za zdravlje živih bića.

Moderna postrojenja za spaljivanje otpada su znatno drugačija od onih od prije samo 10 ili 20 godina; prvo se vrši razdvajanje otpada na onaj koji se može reciklirati i na onaj koji se baš mora spaliti, a nakon toga se vrši spaljivanje.

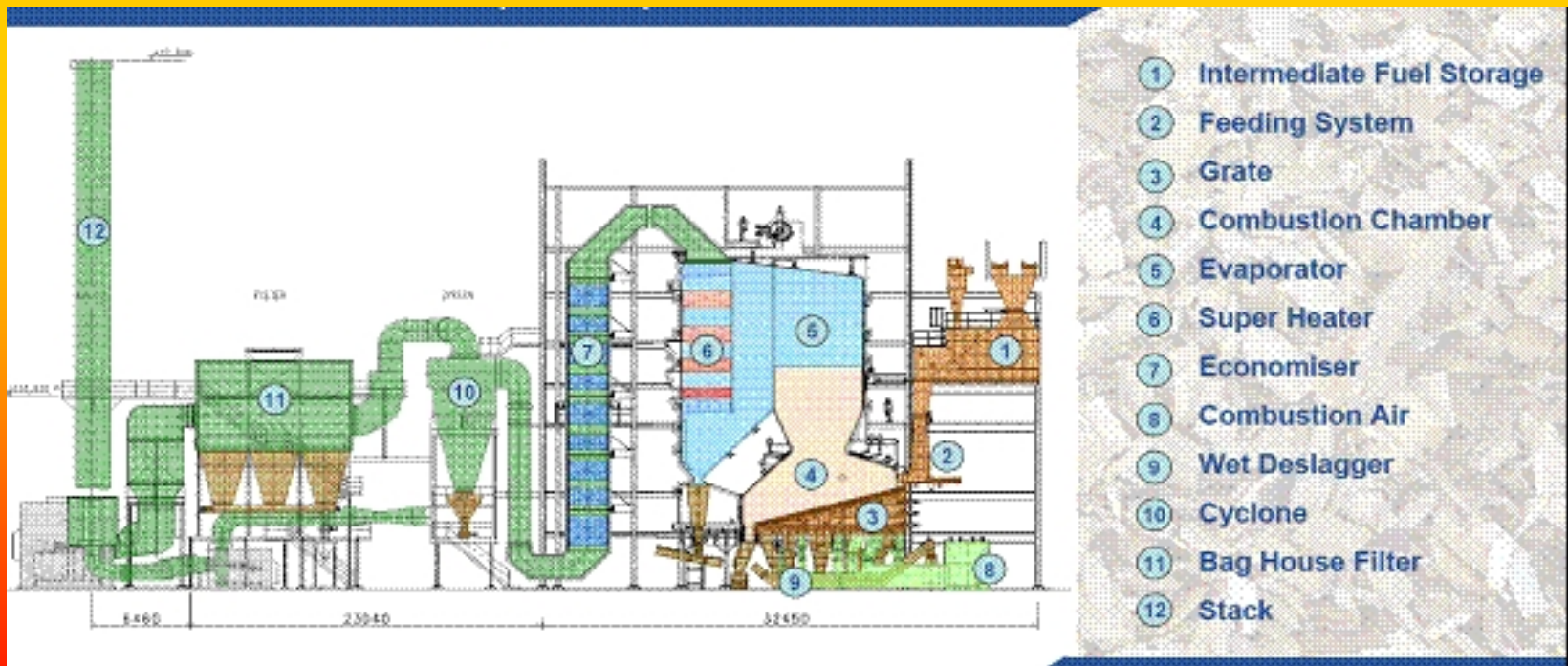
Zemlje koje najviše koriste ovu tehnologiju su Japan, Švedska i Danska.

ELEKTRANE NA BIOMASU I OTPAD

Svako termoenergetsko postrojenje sastoji se od 4 glavna dijela:

kotla, turbine, kondenzatora i pumpe. Kao gorivo u kotao ulazi biomasa i otpad.

Tehnologija sagorijevanjem pretvara biomasu u toplotnu energiju, a iz nje se određenim postupcima pretvara u različite oblike potrebne energije: električna energija, topli vazduh, topla voda i para. Sagorijevanje može biti u fluidiziranom sloju i na rešetci.



Kako na lokalnom tako isto i na globalnom planu sazrijeva ideja o korisnosti dobijanja toplotne energije iz biomase. Drvna biomasa ima najširu primjenu.



Zatvoreni ciklus ugljendioksida u prirodi

Količina drvne mase koja se troši Kao gorivo mora biti kontinuirano nadomještena istom količinom rastuće biomase.

Sa 11 000 ha se može dobiti drvne mase za pogon 30MW elektrane koja može da opskrbi električnom energijom naselje od 30 000 kuća.

Karakteristike biomase:

1. Vlaga (od 10% do 70%)

2. Sadržaj pepela (drvo do 0.5%; slama žitarica od 5-10%)

3. Sastav (ugljenik C-44-51%, kiseonik O41-50%, vodonik H-5-6%), azot N-0.2%

Karakteristike drvene mase kao goriva

-2.5 kg drvene mase (20% vlage)= 1 lit. Loživog ulja

-1 ha šume apsorbuje količinu CO₂ koja nastaje sagorijeva njem 88 000 lit. Loživog ulja.



1 prostorni metar (prm) sirovog drveta	1 prostorni metar drveta sušenog na zraku w=15%
1500 kWh	2100 kWh
cca 800 kg	cca 500 kg
1,9 kWh/kg	4,2 kWh/kg

Drvena biomasa kao gorivo

Godišnji troškovi grijanja		
	Domaćinstvo A	Domaćinstvo B
god. potrošnja	4.000 lit. EL	23 prm drva
cijena	0,6 EUR/lit.	35 EUR/prm
ostali troškovi	-	15 EUR/prm, piljenje
UKUPNO	2340 EUR	1150 EUR

Prikaz troškova grijanja za lož. ulje i drvo

Karakteristike drvene biomase

	količina	EUR	H _d kWh	η kotla	EUR/MWh
Bjelogorica	1prm2	40	2070	80%	24,00
Crnogorica	1 prm	30	1570	80%	23,80
Sjeckano drvo	1 prm	17	900	85%	28,30
Prešano drvo	100 kg	20	510	90%	43,50
EL loživo ulje	1lit.	0,60	10	95%	66,60
Zemni plin	1m ³	0,40	10	95%	44,40
El. energija	1 kWh	0,09	1	100%	90,00

Cijene različitih goriva na EU tržištu

Dobivanje toplotne energije iz drveta:

- Sagorijevanje u pećima i kaminima
- Sagorijevanje u kotlovima
- Dobivanje tečnog goriva, gasa i toplote pirolizom



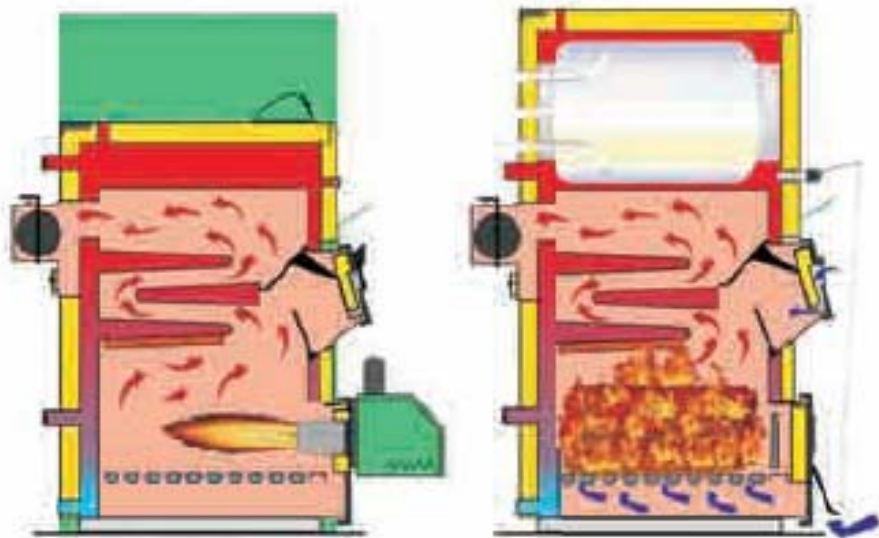
Peći, kamini i štednjaci



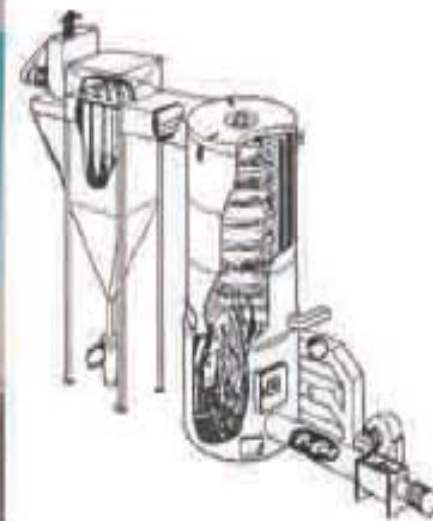
Pirolitički toplovodni kotao na drva



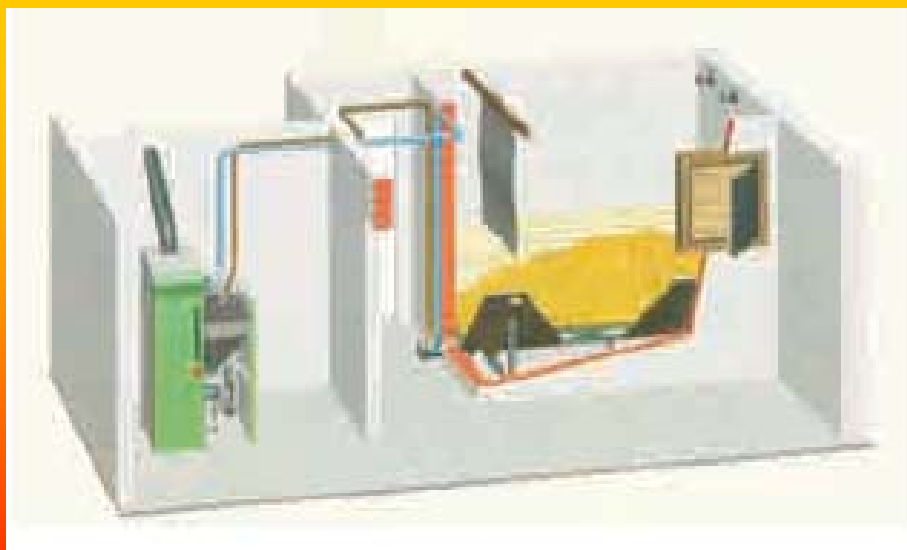
Peć na piljevinu



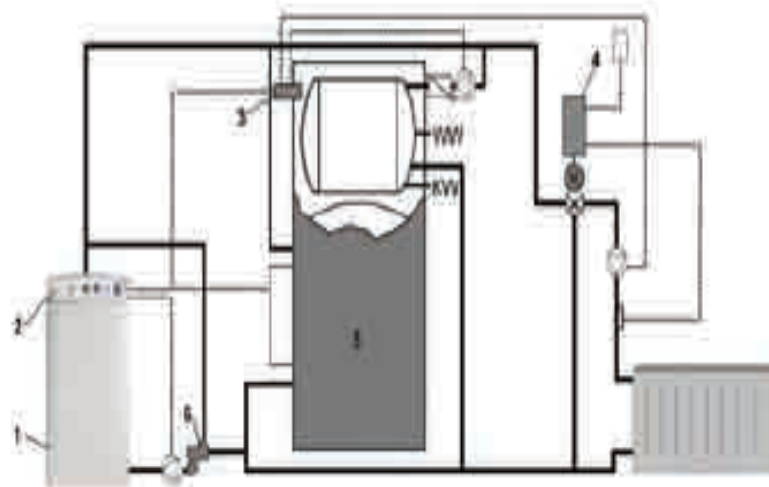
Sanitarni kotao na kruto gorivosa pelet Plamenikom - ložen peletima i kotao na kruto gorivo sa ugrađenim inox spremnikom za sanitarnu vodu



Veliki toplovodni kotlovi na biomasu



Sistem za grijanje biomasom (peleti i sječka)



Šema spajanja kotla na biomasu

Cijepano drvo se izrađuje u dužinama 25, 33, 50 i 100cm.
Najviše se koriste bukva, hrast i grab.
Poželjno je da vlaga bude ispod 25%.

Drvena sječka je energent koji nastaje usitnjavanjem drveta u mašinama za izradu sječke. Dobija se usitnjavanjem šumskih drvnih ostataka, ogrijevnog drveta, ostataka iz drvne industrije i drugog otpadnog drveta.



Drvena sječka



Mobilna mašina za proizvodnju drvene sječke

Drvni briketi predstavljaju goriva dobijena od usitnjenog materijala koji se pod određenim pritiskom pretvara u kompaktnu formu velike zapreminske mase koja je pogodna za dalje korišćenje.

Najčešće je biomasu potrebno pored usitnjavanja dosušiti vještačkim putem, poslije čega se dovodi u presu za briketiranje. Granulacija je 20x20x5mm. Energetskoj vrijednosti 1 tone odgovara 4m³ ogrijevnog drveta. Najčešće dimenzije briketa na tržištu su prečnika 5-9cm, a dužina 25-33cm. Prosječna cijena je oko 120Eur/toni.



Puni drvni briketi



Šuplji drvni briketi

Drvne palete su vrsta gorivakoji nastaje presovanjem usitnjene drvne mase (drvnog brašna) pod visokim pritiskom.

Karakteristike su: cilindrični oblik, prečnik 6-12mm; dužina 10-30mm; sadržaj vlage 8-10%; energetska vrijednost od 4.3-5.1kwh/kg; sadržaj pepela od 0.5-1.5%.

Najvažnija karakteristika drvnih paleta jeste da je potrošnja energije za njihovu proizvodnju veoma niska u odnosu na energiju koja se dobija iz jedinice proizvedene količine.



Drvni paleti



Peć za drvni palet

Elementi proizvodnje drvnih paleta

Prva faza je usitnjavanje drvnog ostatka u sjekiromašini, poslije koje nastaje drvena sječka dimenzija 30x30mm do 50x50mm. Zatim se ona transportuje u silos za vlažni materijal. Iz silosa sječka odlazi u sušaru na sušenje, jer materijal treba da ima vlažnost od 13-13.5% prije dolaska u presu. Poslije sušenja materijal se transportuje u mlinove za dodatno usitnjavanje suvog materijala do 3-5mm. Ovako pripremljen materijal se transportuje do silosa za suvi materijal. Odatle ide do miksera u koji je smješten vlagomjer koji kontroliše vlagu prije ulaska u presu.



Sjekiromašina za usitnjavanje drvene mase

Rotaciona sušara

Fluidna sušara

U presama se pod visokim pritiskom usitnjeni materijal sabija i kroz otvore na matricama izlazi palet prečnika od 6mm za domaćinstva ili 8-12mm za industriju. Na izlasku iz matrice nalaze se noževi koji odsijecaju palet na željenu dužinu. Po izlasku iz prese paleti se odvoze u hladnjak a nakon toga u silos za palet. Potom se palet transportuje na pakirnicu u kojoj se pakuje u vrećice od 15kg.



Vertikalna presa za palet



Presa za palet



Pakirnica za palet



Hladnjak za palet

Kogeneracija

- Kogeneracija je proces korišćenja primarne energije goriva za proizvodnju dvije vrste korisne energije od kojih je jedna toplotna, a druga električna.
- Primjer jednog kogeneracijskog uređaja je motor sa unutrašnjim sagorijevanjem koji proizvodi električnu energiju sa efikasnošću od 30%, koristeći istovremeno razvijenu otpadnu toplotu za zagrijavanje potrošne tople vode (PTV) i grijanje prostora. Time se ukupna efikasnost uređaja podiže na 90%, čime je postignuta značajna ušteda goriva u odnosu kada bi se el. Energija i toplota za PTV proizvodili u posebnim uređajima, jer bi tada odnos ukupno dobivene korisne energije i ukupno uložene energije iz goriva bio oko 60%.
- Interesantna su individualna postrojenja koja omogućavaju snabdijevanje objekata poput jedne ili više domaćinskih kuća jeftinom el. i toplotnom energijom. Postoje mikrogeneracijski uređaji el. snage oko 5kW koji se satoje od gasnih motora sa vodenim hlađenjem, kod kojeg je moguće priključivanjem kruga hlađenja na ramenjivač toplote rezervoara PTV (i dalje kruga grijanja), iskoristiti još 18kW toplotne energije za zagrijavanje PTV, kao i grijanje prostora.

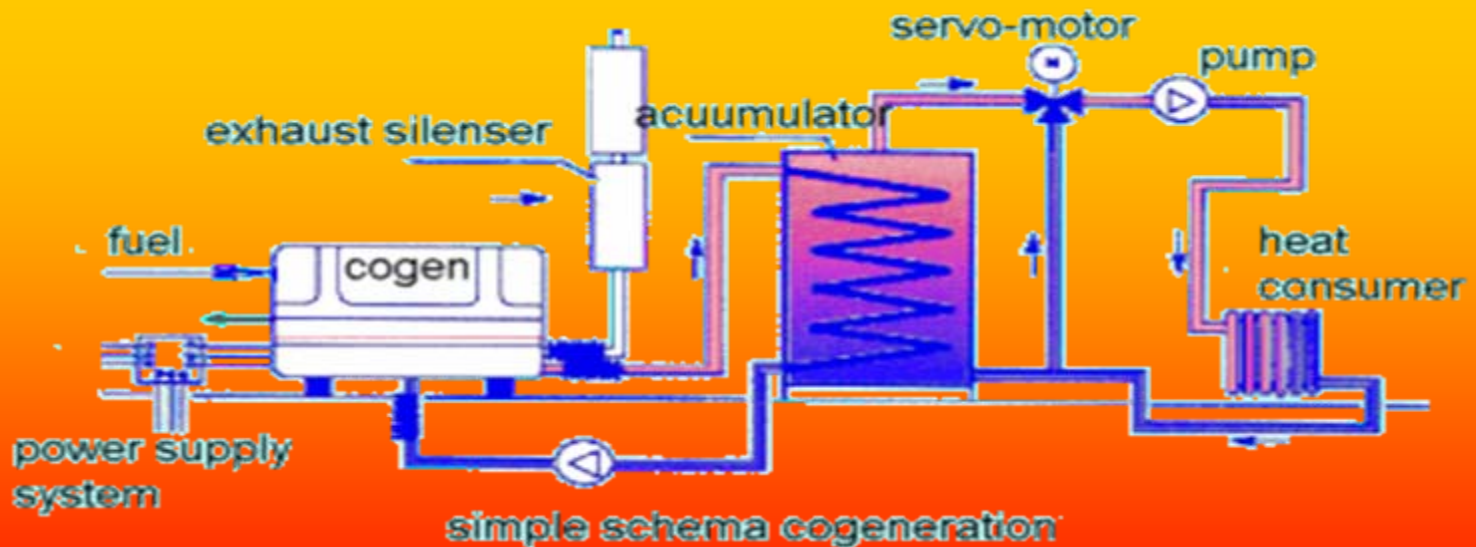
-Ovakvi su uređaji prikladni za objekte koji nemaju priključak na el.mrežu, a kao energent može da se koristi tečni naftni gas, ukoliko ne postoji priključak za gasnu mrežu.

-Svi vodom hlađeni generatori el. energije na gas i dizel se mogu pretvoriti u kogeneracijske uređaje jednostavnim preusmjeravanjem kruga hlađenja prema rezervoaru PTV.



Gasni kogeneracijski uređaj

Veliki gubici koji nastaju u energetskim postrojenjima, odnosno termoelektranama natjerali su nas da počnemo razmišljati kako povećati ukupnu iskoristivost postrojenja. U nekakvoj prosječnoj termoelektrani na ugalj efikasnost postrojenja se kreće od 35-40%. Dakle više od polovine energije nepovratno trošimo, što kroz hlađenje i kondenzaciju, što kroz gubitke u samom sistemu. Energija koja se gubi u kondenzatoru predstavlja najveći dio ukupne izgubljene energije. Da bismo nekako iskoristili tu energiju, odnosno eksergiju goriva, primjenjujemo tzv. kogeneracijska postrojenja. Kogeneracija (Combined Heat and Power ili CHP) je sekvencijalno korištenje primarne energije goriva za proizvodnju dvaju korisnih energetskih oblika: toplotne energije i mehaničkog rada. Pritom se dobiveni mehanički rad najčešće koristi za dobivanje električne energije, dok se toplotna energija može koristiti u raznim tehnološkim procesima, procesima grijanja i hlađenja. Kao gorivo može se koristiti prirodni gas, biomasa, drvna građa ili vodonik (u slučaju gorivnih ćelija). Efikasnost iznosi od 70-85% (od 27-45% električne energije i od 40-50% toplotne energije, dok je kod konvencionalnih elektrana efikasnost od 30-51% (električne energije).



HVALA NA PAŽNJI