

10. Obnovljivi izvori energije

10.1. Sunčeva energija

Sunčeva toplinska energija nastaje pretvaranjem sunčevog zračenja u toplinu. Ta se energija zasad može iskoristiti izravno za grijanje ili neizravno za električnu energiju proizvodnjom pare koja pokreće generatore. Glavna namjena solarnih kolektora je grijanje vode za potrebe kućanstva.

Dvije su vrste solarnih kolektora: cijevni vakuumski kolektori i panel kolektori, s time da su cijevni vakuumski kolektori oduvijek bili najučinkovitiji sustav proizvodnje energije. Unatoč rastućoj potražnji za solarnim kolektorima, moderne proizvodne tehnike dovele su do uštede na troškovima tako da vakuumaska tehnologija donosi najveći povrat na uloženo u usporedbi s drugim solarnim sustavima.



Slika 1. Vakuumski cijevni solarni kolektori



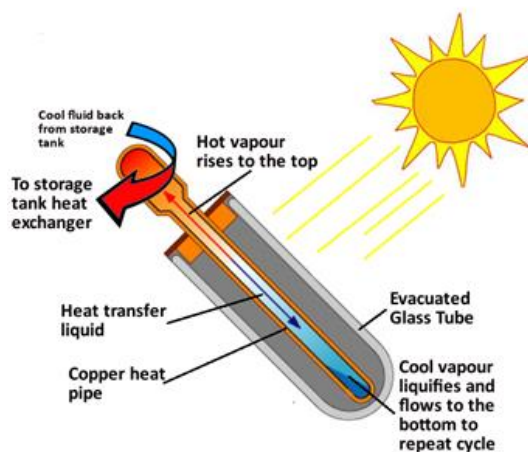
Slika 2. Solarni kolektori u obliku ravnih ploča (panel kolektori)

Vakuumski cijevni solarni kolektori sastoje se od dva sloja stakla između kojih se nalazi vakuum. Vanjski sloj solarne cijevi izrađen je od borosilaktnog stakla koje sadrži niski udio željeza i omogućuje prolazak 98 % svjetlosne energije kroz drugi unutarnji sloj koji je također posebno obložen. Zahvaljujući tim oblogama i naprednoj tehnologiji takvi solarni kolektori imaju bolje termalne parametre od bilo kojeg drugog kolektora na tržištu. Posebna selektivna obloga mijenja kratkovalno

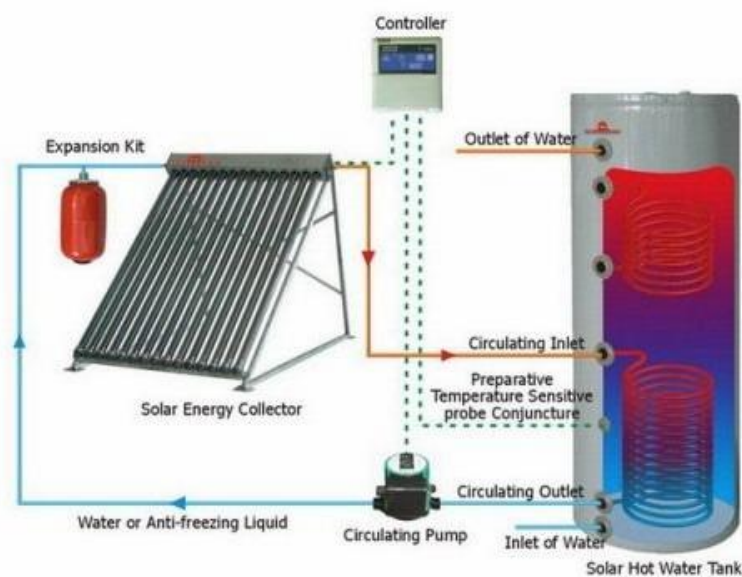
sunčevo zračenje u dugovalno učinkovitošću od skoro 94 %, pri čemu se gubi samo 6 % solarne energije.

Tehnologija vakuumske cijevi s toplinskom cijevi - princip rada:

1. Apsorpcija sunčevog zračenja: solarna toplinska energija apsorbira se u vakuumske cijevi i pretvara u iskoristivu koncentriranu toplinu.
2. Prijenos topline Sunca: toplinske cijevi izrađene su od bakrenih cijevi koje su ispunjene plinom za prijenos topline kako bi prenosile toplinu iz solarne cijevi do glavne bakrene cijevi.
3. Pohrana topline Sunca: toplinska ekspanzija plina prenosi otopinu (vodu ili drugu tekućinu) iz cijevi i pumpa je u glavnu bakrenu cijev. Kako otopina kruži kroz bakrenu cijev, temperatura raste za 5,10 °C / 18,9 °F.



Slika 3. Vakuumski cijevni solarni kolektori - načelo izmjene topline (izvor: emde-solar)



Slika 4. Komponente instalacije za solarno grijanje

Može se ugraditi solarni spremnik za toplu vodu zapremnine 80 do 20 litara tople vode, ovisno o odabranom modelu. Obično se spaja na klijentov postojeći sustav opskrbe vodom. Nakon što topla voda u spremniku postane vruća, grijači elementi postojećeg spremnika ne bi trebali raditi. Mogu se upotrijebiti kad želimo imati toplu vodu rano ujutro, na primjer, kad je potrošen cjelokupan sadržaj bojlera prethodnu večer.

Povezivanjem kolektora i spremnika u sustav koji se sastoji od ventila, kontrolera i pumpe postiže se kompletna instalacija za pumpanje tople vode koja ima moderan sustav upravljanja i kontrolne mehanizme.

Prednosti solarnih sustava:

- smanjenje iznosa računa za skoro 50 %,
- osiguravanje 100 % potreba za toplom vodom tijekom ljetnih mjeseci,
- osiguravanje 40 do 70 % godišnje potrošnje tople vode,
- mogućnost rada tijekom oblačnog vremena,
- jednostavno planiranje instalacije.

10.2. FN instalacije za kućanstva

Fotonaponska solarna energija nastaje pretvaranjem svjetlosti u električnu energiju pomoću poluvodiča. Solarna baterija, koja se naziva i solarnom ćelijom, ili fotoćelijom, fotoelektrični pretvarač, je poluvodički uređaj koji pretvara svjetlosnu u električnu energiju. Ovo je jedan od najekološkijih načina proizvodnje električne energije. Proizvedena električna energija može se upotrijebiti odmah ili pohraniti u solarnim baterijama. Tipični fotonaponski sustav sastoji se od solarnih panela koji sadrže niz solarnih ćelija koje proizvode električnu energiju. Fotonaponske instalacije mogu se postaviti u tlo, na krov ili na zid. Instalacija može biti fiksna ili pratiti kretanje Sunca nebom.



Slika 5. Primjena FN panela na fasadi zgrade

Solarne ćelije mogu se izraditi od desetak različitih materijala. Većina dosad proizvedenih bila je izrađena od kristalnog silicija.

Ćelije od monokristalnog silicija

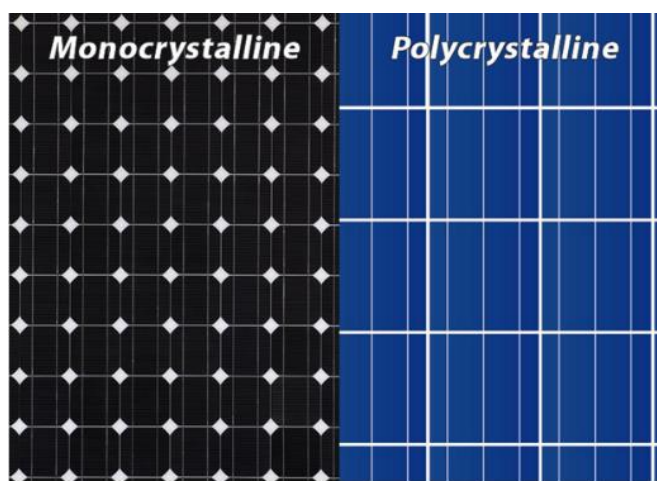
Izrađene su od jednog kristala visoke čistoće, cilindričnog su oblika koji je izrezan u tanke ploče debljine 0,2-0,3 mm.

Dobivaju se okrugle ploče koje se, radi učinkovite upotrebe rubova, izrezuju i oblikuju u osmerokut.

Najčešća veličina ćelije je 100 mm. Masovno proizvedene monokristalne ćelije imaju učinkovitost od oko 23 % i modul od 13-17 %. To su najskuplje ćelije koje zasad proizvode najviše energije.

Ćelije od polikristalnog (multikristalnog) silicija

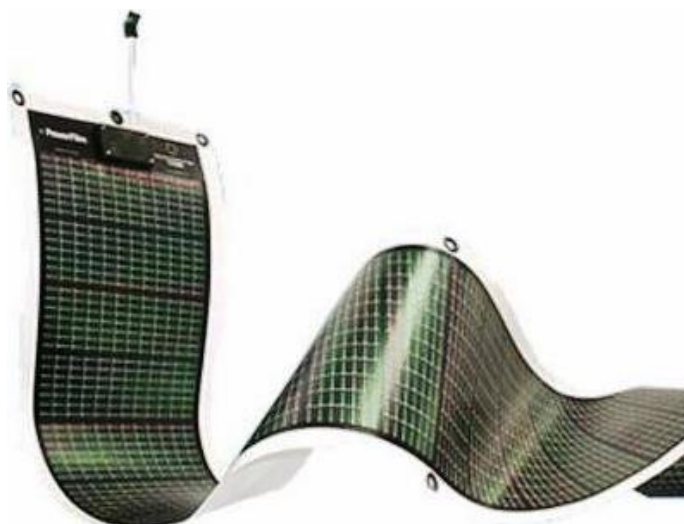
Izrađuju se lijevanjem, hlađenjem u kalupu i, nakon što očvrsnu, čine nepravilne poli/multikristalne strukture. Njihova je površina sjajna, karakteristične su plave boje. Plava boja ima najbolja optička svojstva i apsorbira najveće količine svjetlosti. Četvrtasti silikonski blok reže se na ploče debljine 0,3 mm. Učinkovitost ćelije je oko 17 % a modula 11-15 %. Polikristalne ćelije obično su veličine 100x100 mm. Takvih na tržištu ima najviše.



Slika 39. Različiti pogledi na monokristalne i polikristalne fotonaponske panele

Solarne ćelije tankog filma - tehnologije tankog filma s oblogama od bakra-indija sa selenid i kadmij teluritom - obećavajuća su alternativa siliciju. Manje su učinkovite ali otporne su na visoke temperature i sjene visokih temperatura, te omogućuju niže troškove proizvodnje.

Debljina filma varira od nekoliko nanometara (nm) do desetine mikrometara (μm), što je puno tanje od konkurentne tehnologije tankog filma, a to je klasična solarna ćelija prve generacije od kristalnog silicija (c-Si) koja primjenjuje *wafere* od do 200 μm . To omogućuje fleksibilnost ćelija tankog filma i njihovu manju masu. Koriste se u fotonaponskim sustavima ugrađenima u zgrade i kao polu-prozirni materijal za ostakljenje fotonaponskih sustava koji se može laminirati na prozore. Ostale komercijalne primjene odnose se na krute solarne panele tankog filma (stisnute između dva staklena krila) u nekim od najvećih svjetskih fotonaponskih elektrana.



Slika 40. Solarni panel tankog sloja

Nominalna snaga FN instalacija

Maksimalna količina energije koju može proizvesti ćelija (modul) naziva se nominalnom / vršnom snagom (Wp).

Općenito, količina proizvedene električne energije razmjerna je količini svjetla koja pada na ćeliju: najveća je izravno zračenje - jaka sunčeva svjetlost bez oblaka. Vršna snaga definira se u standardnim ispitnim uvjetima: 1000 W / m² sunčeve svjetlosti i temperatura ćelije od 25 °C.

Površina potrebna za proizvodnju 1 kWp za različite vrste ćelija je kako slijedi: monokristalna 7-9 m², polikristalna 8-9 m², bakar tankog filma 11-13 m², amorfni silicij 16-20 m².

Utjecaj temperature na radni učinak ćelije

Učinkovitost ćelije smanjuje se s povećanjem temperature. Proizvodnja energije pada za 0,5 % uz svako povećanje temperature od 0,5 %. Na 30 °C smanjuje se za 15 %. Kristalne ćelije osjetljivije su od tankih filmova. Kod amornog silicija produktivnost se smanjuje za 0,2 % za svaki stupanj povećanja temperaturnog raspona. Temperatura modula može dosegnuti 40-70 °C ljeti.

Zbog toga module treba držati što je hladnijima moguće!

Hlađenje je vrlo važno! Zapravo, na sunčan zimski dan, vršna proizvodnja može biti veća od one na vrući ljetni dan.

Ostali čimbenici koji utječu na učinkovitost ćelije:

- gubitak refleksije - dio zračenja reflektira površina ćelija - smanjuje se s antireflektirajućom oblogom;
- zračenje se ne unosi - dio zračenja nema dovoljno energije za emitiranje elektrona s atoma;
- zračenje je prejako - ako zračenje ima više energije za izbacivanje elektrona, višak energije se gubi - ćelije se griju; temperatura, sjena, prerana rekombinacija prije postizanja tranzicije P / N, električni gubitak.

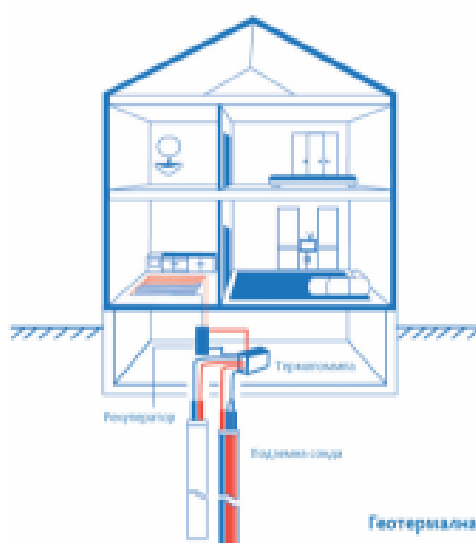
10.3. Geotermalna instalacija

Da bi se došlo do geotermalne ili „topline tla“ potrebno je napraviti bušotine. Dubina bušenja ovisi o temperaturi. Kod plitkog bušenja, temperatura je preniska da bi se mogla izravno upotrijebiti za grijanje. Zatim je potrebna toplinska pumpa za podizanje temperature.

Geotermalne toplinske pumpe upotrebljavaju se uglavnom na mjestima gdje nema puno sunčeve svjetlosti, kao alternativa solarnom sustavu. Geotermalna instalacija funkcionira suprotno načelu hladnjaka. Dovodi tlačnu snagu u kompresor koji komprimira rashladno sredstvo koje pak apsorbira toplinu isparavanjem u okoliš.

Dva su načina ekstrakcije geotermalne energije:

Najčešće se primjenjuje ugradnja svrdla:



Slika 6. Izbušena geotermalna toplinska pumpa

Na jedan izbušeni metar sonda proizvodi do 80 vati energije. Tlo i podzemne vode imaju ključnu ulogu u smanjenju produktivnosti; u suhim područjima može pasti na manje od 20 vati na metar.

Različita tla i proizvodnja topline u vatima po metru:

- Suho, pjeskovito: 20 W / m
- Mokro, pjeskovito: 40 W / m
- Mokro, stjenovito: 60 W / m
- Podzemne vode: 80 W / m

Druga mogućnost je ravni kolektor:



Slika 7. Geotermalna toplinska pumpa s ravnim kolektorom

Ravni kolektor zauzima dosta mjesta pa je dobro planirati njegovo postavljanje od početka projekta. Taj se sustav sastoji od cijevi koje se polažu na najviše metar i pol dubine. Za kuću u kojoj živi jedna obitelj potrebna je površina između 200 i 400 četvornih metara površine kolektora u suhom glinastom tlu. Ugrubo, dimenzije sustava kolektora moraju biti barem dvostruko veće od površine kuće.

Za optimalnu upotrebu najprikladnije je vlažno tlo i redovna sunčeva svjetlost jer se većina proizvedene energije pohranjuje u tlu.

Tlo i kapacitet ekstrakcije ravnog kolektora:

- Suho, pjeskovito tlo: 15 W / m
- Mokro, pjeskovito tlo: 20 W / m
- Suho, glinasto tlo: 25 W / m
- Mokro, ilovasto tlo: 30 W / m
- Tlo iznad podzemne vode: 35 W / m

Prednosti primjene instalacije geotermalne toplinske pumpe:

- jedinična cijena sustava grijanja s ovom vrstom sustava je 4-5 puta niža od cijene standardnog grijanja na struju i oko 2-3 puta niža od cijene ostalih goriva;
- ako se za grijanje ne upotrebljavaju goriva - nema ovisnosti o cijeni odnosnih goriva;
- na sustav ne utječu atmosferski uvjeti;
- nema emisija;
- izvor energije uvijek je dostupan;
- jednostavno održavanje i rad.

Zahtjevi prije instalacije geotermalne toplinske pumpe.

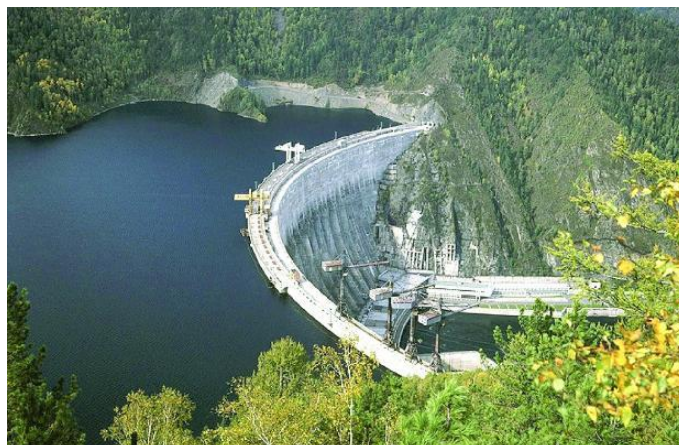
Studije prije ugradnje predmetne vrste instalacije:

- potrebni protok vode – pumpanje 24-satnog uzorka iz bunara;
- temperatura vode - na dubini od 20 m, temperatura je oko 10 °C. Velika odstupanja od te vrijednosti znak su propuštanja površinske vode ispod zemlje;
- fizikalno-kemijski sastav vode - analiza u ovlaštenom laboratoriju;

- određivanje potrebnog broja bunara i njihove lokacije kako bi se osigurao potrebni protok vode.

10.4. Energija vode

Energija vode: voda teče izravno u hidroelektranu ili se prenosi u pogon turbine. Obično brana zadržava vodu i, nakon što je dovoljno napunjena, voda pokreće turbine koje proizvode električnu energiju. Više od 16 % (500 TWh) električne energije u Europi proizvodi se u hidroelektranama.



10.5. Biogoriva

Biogoriva su najstariji izvor energije koja se koristi za grijanje, kuhanje ili proizvodnju električne energije. Smatraju se obnovljivim izvorom ako prinos materijala ne premašuje stopu rasta biomase.

Biogoriva su općenit pojam koji obuhvaća više vrsta goriva.

Te vrste uključuju drvo iz usjeva za biomasu, poljoprivredne i šumarske ostatke, bio-dizel, etanol i metanol, te bioplin iz procesa anaerobne razgradnje.

Bioenergija se može proizvesti iz:

- drveća i usjeva koji se mogu uzgajati posebno radi njihovog energetskog sadržaja ili mogu preostati od druge aktivnosti (npr. ostatci drva nakon sječe šume).
- biomasa u otpadnim proizvodima koji nastaju u industrijskim, komercijalnim poljoprivrednim i kućanskim aktivnostima (npr. stočno gnojivo, životinjska mast i kruti komunalni otpad). Bojleri na biomasu i kogeneracijske elektrane dvije su vrste tehnologije koje se mogu koristiti za proizvodnju bioenergije.

Različite vrste bioenergije mogu se koristiti u različite svrhe, uključujući:

- energiju drva - energija iz drvenih peleta ili drvnih ostataka koji se koriste za industrijsko ili komercijalno grijanje i/ili proizvodnju električne energije.

Drvni peleti - proizvode se iz suhog i mljevenog otpada, prešanog pod visokim tlakom i visokom temperaturom, u obliku malih cilindara. Ne sadrže adhezivne tvari. Lignin koji se nalazi u biljnom

tkivu na temperaturama iznad 100 °C omekšava i omogućuje materijalu da zadobije odgovarajući oblik, u kojem se pojavljuje, kao prirodno ljepilo koje podržava oblik peleta.

Osnovni parametri drvnih peleta:

- sadržaj pepela: zbog činjenice da je prirodnog podrijetla, biomasa ima određenu količinu nezapaljive mineralne mase osnovnih parametara koja se prirodno apsorbira ili mehanički enkapsulira u konačni proizvod. Drvni peleti proizvode se iz jezgre drveta. Kada u njih uđe kora, sadržaj pepela se povećava, a njihova kvaliteta smanjuje. Sadržaj pepela drvene biomase manji je od onog u usjevima žitarica.
- sadržaj vlage: Sadržaj vlage uglavnom je 8 ÷ 10 % što jamči mehaničku otpornost goriva;
- mehanička otpornost. Taj parametar označava njegovu otpornost na mrvljenje tijekom prijevoza. Visoka mehanička otpornost peleta jamči niži stupanj mrvljenja peleta i neometani rad dovodnih mehanizama. Različita oprema ima različite zahtjeve u odnosu na mehaničku otpornost i to treba uzeti u obzir prilikom kupnje goriva.



Slika 8. Drvni peleti za grijanje

Drvni briketi - proizvod sličan peletima (dobivaju se na isti način kao drvni peleti) no velikog promjera (40-80 mm). Za njihovu proizvodnju mogu se koristiti različite sirovine. Ovisno o sirovini, briketi mogu biti od listopadnog drveta (hrast) ili zimzelenog drveta (bor), itd.

Kao i kod peleta, postupak proizvodnje drvnih briketa uključuje nekoliko faza: drobljenje sirovine, sušenje i prešanje.

Osnovni parametri:

- Sadržaj pepela je < 1,5 %.
- Kalorijska vrijednost ~ 4500 kcal / kg



Slika 9. Drvni briketi

Drvena sječka - proizvod koji nastaje mehaniziranim sjeckanjem drva.

Drvena sječka je sirovina koja se dobiva od lošijeg otpadnog drva (drvne pulpe), unaprijed izrezanih cjepanica i/ili drva za sječu koje nije prikladno za daljnju obradu. Drvena sječka glavna je sirovina za proizvodnju papira i rebrastog kartona, a u posljednje se vrijeme uglavnom koristi kao energetska sirovina. Ovisno o vrsti drva, drvena sječka može se izraditi iz tvrdog drva (bukva, hrast, grab, itd.) ili mekog drva (bor, jela, topola, itd.). Razlika u sječkama dobivenima iz različitih vrsta drva (meko i tvrdo) uglavnom se odnosi na njihovu gustoću, a time i energetska vrijednost.

Parametri:	Sječke od mekog drva	Sječke od tvrdog drva
Energetska vrijednost*: (uz vlažnost od oko 20 %)	4 kW/kg (14.4 MJ/kg; 3439 kcal/kg)	4,1 kW/kg (14.76 MJ/kg; 3512 kcal/kg)
Vlaga:	20-60%	20-60%
Gustoća:	172 kg/m ³	232 kg/m ³
Dimenzije:	30 x 15 x 3 mm	30 x 15 x 3 mm
Sadržaj pepela:	3-5 %	3-5 %
Mjerna jedinica	t	t

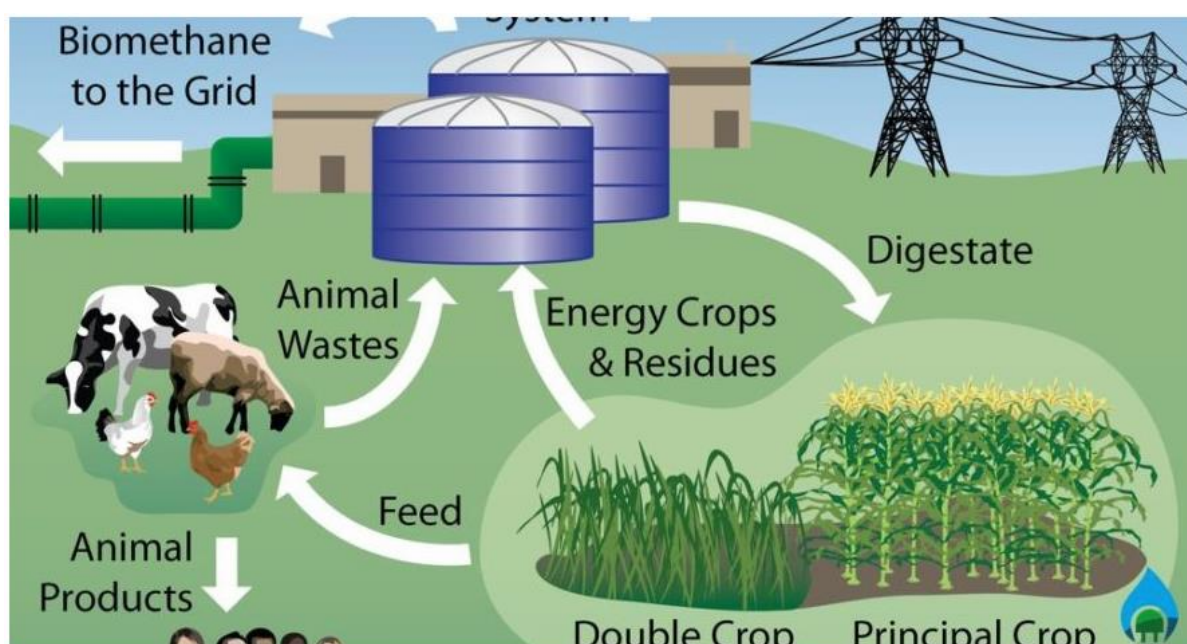


Slika 10. Drvena sječka

Suncokretovi peleti - proizvod izrađen od sekundarne sirovine. Dobivaju se iz sjemenki suncokreta kao otpada tvornica koje proizvode ulje i onih koje proizvode orašaste plodove (pržene oguljene sjemenke suncokreta). Tehnologija izrade peleta iz sjemenki suncokreta slična je onoj izradi drvnih peleta. Razlika je u manjem postotku vlage suncokretovih ljuski (10-15 % suncokreta koristi se za proizvodnju suncokretova ulja ili orašastih proizvoda).

Osnovni parametri:

- Energetska vrijednost: 5,1 kW / kg (14,76 MJ / kg, 3525 kcal / kg)
 - Vlaga: 10-15 %
 - Gustoća: 350 kg/m³
 - Dimenzije: Ø 6 mm x 10-25 mm
 - Sadržaj pepela: 5%
 - Mjerna jedinica: t (tona)
 - Pakiranje: Rasuto ili velike vreće (1,2 x 1,2 x 2 m).
- biogorivo - energija iz biljnih ili životinjskih tvari (često pomiješanih s benzinom ili dizelom) koja se koristi za gorivo za grijanje ili prijevoz (npr. bioetanol se koristi u komercijalnim vozilima).
 - bioplina - zapaljivi plin (uglavnom metan) koji se ispušta tijekom raspada biomase, a koji se koristi za proizvodnju energije.



Slika 11. Instalacija bioplina

10.6. Energija vjetra

Energija vjetra je korištenje protoka zraka kroz vjetro turbine radi stvaranja mehaničke snage za okretanje električnih generatora. Energije vjetra, kao alternative fosilnim gorivima, ima u izobilju, obnovljiva je, posvuda prisutna, čista, ne proizvodi emisije stakleničkih plinova tijekom rada, ne troši vodu i ne zahtijeva veliku površinu zemljišta. Neto učinci na okoliš puno su manje problematični od učinaka koje imaju neobnovljivi izvori energije.

Energija vjetra proizvodi se pomoću turbina koje hvataju prirodnu snagu vjetra za pokretanje generatora. Velike vjetroelektrane koje se mogu vidjeti u okolišu uglavnom dovode električnu energiju u nacionalnu mrežu. Međutim, dostupnost raznih vrsta i veličina turbina znači da možete proizvoditi vlastitu zalihu električne energije za upotrebu na licu mjesta. Energija vjetra obično se ne smatra primjerenom za upotrebu u zgradama, no sve se više razmatraju vjetro turbine u urbanim okruženjima.

Dvije glavne vrste turbina koje su dostupne su:

- samostojeće turbine koje su dostupne u više veličina i mogu se koristiti pojedinačno ili u grupama. Male samostojeće turbine već se koriste u poduzećima diljem Europe.
- turbine koje se postavljaju na zgrade, najčešće na krovove. Trenutačno njihova upotreba nije raširena, no postoji nekoliko primjera (mikro vjetroturbine koje su manje od 5 kW).

Općenito, male vjetroturbine najprikladnije su za ruralna okruženja koja su izložena snažnom i stalnom vjetru, gdje objekti nisu priključeni na električnu mrežu.

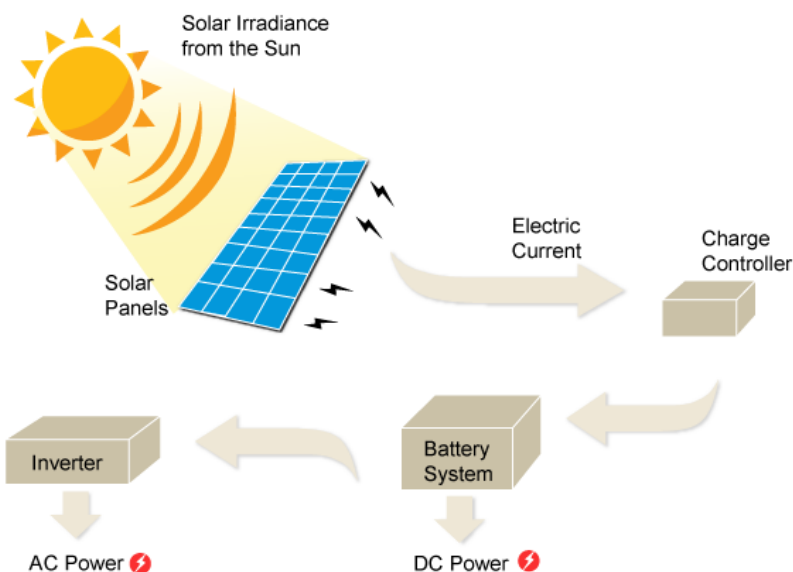


Slika 12. Samostojeće turbine

10.7. Pohrana energije

Prema NZEB konceptu koji je prvi put uveden u izmijenjenom izdanju Direktive o energetske učinkovitosti zgrada **Error! Reference source not found.** većina potreba zgrade za toplinskom i električnom energijom mora biti pokrivena lokalno koristeći se obnovljivim izvorima energije. Najprikladnija RES tehnologija za integraciju u zgrade je fotonaponska (FN), uglavnom zbog njezine modularne strukture i malih potreba za prostorom. Zbog toga se sljedećih godina očekuje priključivanje velikog broja FN sustava na elektrodistribucijsku mrežu.

Visoke razine propusnosti FN sustava mogu za posljedicu imati neprihvatljivo naprezanje električnih mreža tijekom sati visoke proizvodnje solarne energije. Glavni tehnički problemi koji mogu proizaći uključuju prenapon, preopterećenje mrežne opreme **Error! Reference source not found.** i probleme sa zaštitom od ispada. Zbog toga operateri distribucijskog sustava mogu ograničiti instalirani kapacitet kod određenih pritoka gdje se očekuje nastanak takvih problema. Ti tehnički problemi mogu se učinkovito riješiti pomoću sustava za pohranu energije koji lokalno pohranjuju energiju koja se ne potroši tijekom razdoblja visoke proizvodnje.



Slika 13. Shema pohrane energije FN sustava

Trenutačno postoje tri različite vrste akumulatorskih sustava za pohranu energije za kućanstva:

- Olovni akumulatori
- Litij-ionski akumulatori
- Protočni akumulatori

Olovni akumulatori

Ta se vrsta akumulatora koristi već desetljećima u sklopu sustava za pohranu obnovljive energije, a najčešće kad ljudi pokušaju prijeći na život bez struje. Najjeftinija su vrsta akumulatora trenutačno dostupna na tržištu; međutim, ograničeni su po broju ciklusa punjenja koje mogu podnijeti prije nego što ih je potrebno zamijeniti. Olovnim akumulatorima također je potrebno više održavanja nego litijским ili protočnim akumulatorima.



Slika 14. Olovni akumulator

Litij-ionski akumulator

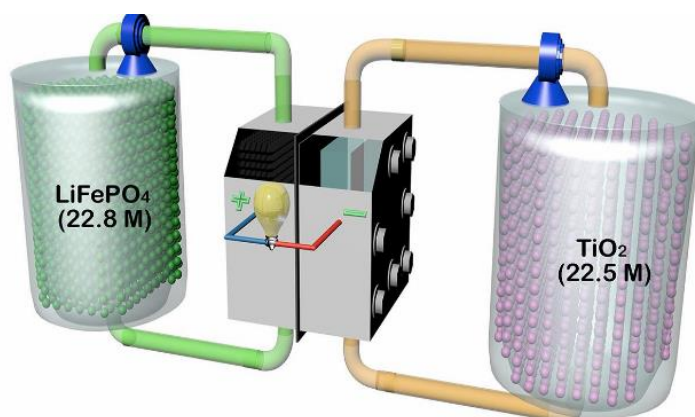
Litij-ionski akumulatori trenutačno su favorit mnogih proizvođača akumulatora. Ti su akumulatori tek nešto skuplji od olovnih, no mogu se puniti i prazniti puno više puta, što znači da duže traju. Litij-ionski akumulatori zauzimaju puno manje mjesta od olovnih i autonomni su pa se mogu bez problema postaviti u unutrašnji prostor, na zid ili izvan područja kretanja - u načelu ih uopće nije potrebno održavati.



Slika 15. Litij-ionska baterija

Protočni akumulatori

Temelje se na najnovijoj tehnologiji i mogli bi zapravo biti budućnost jer ih se može puniti i prazniti teoretski neograničeni broj puta. Uz protočne akumulateure povezuju se dva problema - prvo, skupi su - oko dvostruko skuplji od litij-ionskih akumulatora. Drugo, vrlo su složeni i često zahtijevaju pomoćnu opremu kao što su pumpe, senzori, kontrolne jedinice i sekundarne posude. To naravno povećava trošak, ali znači i da zauzimaju velik prostor.



Slika 16. Protočni akumulator