

Projekt je financiran iz programa Erasmus+ / Ključna aktivnost 2 - Suradnja za inovacije i razmjena dobre prakse, Strateška partnerstva u obrazovanju odraslih (Europska komisija, EACEA).



Obrazovni program - Tehnički trening

Funded by



Partners



FINANCED BY THE EUROPEAN UNION. THE EUROPEAN COMMISSION SUPPORT FOR THE PRODUCTION OF THIS PUBLICATION DOES NOT CONSTITUTE AND ENDORSEMENT OF THE CONTENTS WHICH REFLECTS THE VIEWS ONLY OF THE AUTHORS AND THE COMMISSION CANNOT BE HELD RESPONSIBLE FOR ANY USE WHICH MAY BE MADE OF THE INFORMATION CONTAINED THEREIN

Sadržaj:

O projektu	4
1. Energetske politike EU-a i Energetska strategija 2050.	5
1.1. Plan energetske učinkovitosti.....	6
1.2. Zgrade gotovo nulte energije i pasivne kuće.....	7
2. Osnovna načela energije i topline.....	10
2.1. Definicije energije, različite vrste energije, energetske jedinice	10
2.2. Primarna i finalna energija	10
2.3. Energija u kućanstvima	13
3. Izmjena topline i svojstva materijala.....	14
3.1. Kondukcija	14
3.2. Konvekcija	14
3.3. Radijacija	14
3.4. Koeficijent prolaska topline.....	15
3.5. Ovojnica zgrade	16
3.6. Varijacije potrošnje energije ovisno o izolaciji zidova	17
3.7. Gubitci topline kroz zidove.....	20
3.8. Infiltracija i toplinski mostovi	20
3.9. Ostakljenje.....	21
4. Ugoda unutarnjeg prostora, unutarnja temperatura i zahtjevi vlažnosti.....	23
4.1. Ugoda i temperatura unutarnjeg zraka	24
4.2. Ugoda, vlažnost i ventilacija	25
5. Grijanje.....	27
5.1. Pregled različitih izvora toplinske energije.....	27
5.2. Upotreba toplinske energije u kućanstvima.....	28
5.3. Toplinske instalacije.....	29
6. Ventilacija i vlažnost.....	33
6.1. Odnos između vlažnosti i ventilacije	34
6.2. Odnos između vlažnosti i grijanja.....	34
6.3. Ventilacijske instalacije u kućanstvima	35
7. Električna energija.....	36
7.1. Upotreba električne energije u kućanstvima	37
7.2. Električni uređaji u kućanstvima	37

7.3.	Gubitci u stanju mirovanja	44
7.4.	Energetsko označivanje električnih uređaja.....	45
7.5.	Praćenje i izračun električne energije u kućanstvima	46
7.6.	Mjerenje električne energije	50
8.	Rasvjeta	51
8.1.	Uvod u rasvjetu u kućanstvima	51
8.2.	Različite vrste sijalica	53
8.3.	Zdravstvene implikacije rasvjete i odlaganja sijalica	57
8.4.	Kriteriji kod kupnje sijalica	58
8.5.	Detektori kretanja i prigušivači	59
9.	Upotreba vode u kućanstvima	60
9.1.	Potrošnja vode u kućanstvima	60
9.2.	Izračun potrošnje vode u kućanstvima.....	60
9.3.	Topla voda u kućanstvu	61
10.	Obnovljivi izvori energije.....	62
10.1.	Sunčeva energija	62
10.2.	FN instalacije za kućanstva	64
10.3.	Geotermalna instalacija	66
10.4.	Energija vode.....	68
10.5.	Biogoriva	69
10.6.	Energija vjetra	72
10.7.	Pohrana energije	73
11.	Emisije CO2	76
12.	Dobre prakse za energetska učinkovitost kućanstava.....	77

O projektu

Svrha projekta IDEA (Inovativni smjer u energetsom savjetovanju) jest razviti inovativnost u obrazovanju o energetsom siromaštvu. Glavni je cilj poboljšati postojeće i razviti nove inovativne obrazovne metode i materijale za obrazovanje odraslih o energetsom siromaštvu. Partnerstvo se sastoji od iskusnih organizacija strateški smještenih u regiji koja je najviše zahvaćena siromaštvom - u Bugarskoj, Hrvatskoj, Sloveniji i Cipru. Projekt provodi Sveučilište u Cipru, Društvo za planiranje održivog razvoja DOOR, Energetska agencija Plovdiv i Udruga za održivi razvoj Focus. Financira se iz programa Erasmus+.

1. Energetske politike EU-a i Energetska strategija 2050.

Na zgrade otpada oko 40 % potrošnje energije i 36 % emisija CO₂ u Europskoj uniji. U Uniji je trenutno oko 35 % zgrada starijih od 50 godina i oko 75 % energetske neučinkovitih zgrada, dok se njih samo 0,4-1,2 % (ovisno o zemlji) svake godine renovira. Dakle, intenzivnijim obnavljanjem zgrada mogle bi se postići značajne energetske uštede - potencijalno smanjenje ukupne potrošnje energije EU-a za 5-6 % i smanjenje emisija CO₂ za oko 5 %.

Poboljšanje energetske učinkovitosti zgrada može dovesti i do drugih gospodarskih, društvenih i ekoloških prednosti. Zgrade koje su energetske učinkovitije pružaju veću razinu ugođe i dobrobiti svojim stanarima te poboljšavaju zdravlje smanjujući učestalost bolesti uslijed loše klime unutarnjeg prostora. Uvelike povoljno utječe i na cijenu stambene jedinice i koncept energetske siromaštva. Poboljšanje energetske učinkovitosti stambenih jedinica i proizašle energetske uštede omogućile bi mnogim kućanstvima izlazak iz energetske siromaštva.

Direktiva o energetske učinkovitosti zgrada iz 2010. i **Direktiva o energetske učinkovitosti** iz 2012. najvažniji su zakonodavni instrumenti EU-a koji promiču poboljšanje energetske učinkovitosti zgrada unutar EU-a i pružaju stabilno okruženje za donošenje odluka o ulaganju.

Direktiva (2018/844/EU) o izmjenama i dopunama Direktive o energetske učinkovitosti zgrada izdana je 19. lipnja 2018. Revidirane odredbe uvedene su 9. srpnja 2018. Tom se revizijom uvode ciljane izmjene i dopune trenutnoj Direktivi s ciljem ubrzavanja troškovno učinkovite obnove postojećih zgrada, nastojeći postići gotovo nula energetske zgrade do 2050. i mobilizirati ulaganja.

Na temelju nove, revidirane Direktive o energetske učinkovitosti zgrada (EPBD):

- države članice EU-a morat će uspostaviti jače **dugoročne strategije obnove** u cilju dekarbonizacije postojećih zgrada na razini države do 2050., s čvrstom financijskom komponentom.
- uvodi se zajednički europski program za ocjenjivanje **pripremljenosti za pametne tehnologije** koji nije obavezan za države članice.
- nastavljaju se promicati **pametne tehnologije**, primjerice kroz uvjetovanje ugradnje automatizacije zgrada i kontrolnih sustava te uređaja kojima se regulira temperatura na razini sobe.
- podržava se **e-mobilnost** uvođenjem minimalnih zahtjeva za parkirališta za automobile određene veličine i ostalu minimalnu infrastrukturu za manje zgrade.
- države članice EU-a morat će predstaviti svoje **nacionalne zahtjeve energetske učinkovitosti** tako da je moguće provesti analizu između različitih država članica.
- **podržava se zdravlje i dobrobit korisnika zgrada**, tako da se, na primjer, više pažnje posvećuje kvaliteti zraka i ventilaciji.

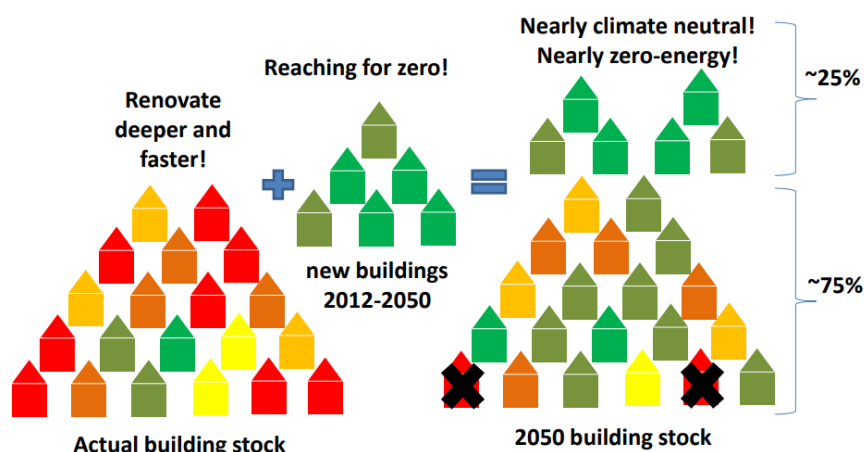
Na temelju važeće Direktive o energetske učinkovitosti zgrada:

- sve nove zgrade moraju biti **zgrade s gotovo nultom potrošnjom energije** do 31. prosinca 2020. (javne zgrade do 31. prosinca 2018.).

- **potvrde energetske učinkovitosti** izdaju se kad se zgrada prodaje ili iznajmljuje, i moraju biti uključene u svim oglasima za prodaju ili najam zgrada.
- države članice EU-a moraju uspostaviti **programe pregleda** sustava grijanja i klimatizacije ili mjere jednakog učinka.
- države članice EU-a moraju postaviti **troškovno optimalne minimalne zahtjeve energetske učinkovitosti** za nove zgrade, za velike obnove postojećih zgrada, i za zamjenu ili prilagodbu elemenata zgrade (sustavi grijanja i hlađenja, krovovi, zidovi, itd.).
- države članice EU-a moraju izraditi **popise nacionalnih mjera financiranja** za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrada.

EU si je zadala dugoročni cilj smanjenja emisija stakleničkih plinova za 80-95 % u usporedbi s razinama 1990., do 2050. Energetski plan do 2050. istražuje prijelaz energetskog sustava tako da bude kompatibilan s ovim ciljem smanjenja stakleničkih plinova istovremeno podižući konkurentnost i sigurnost opskrbe.

Za postizanje tih ciljeva treba izvršiti značajna ulaganja u nove tehnologije s niskom razinom ugljika, obnovljivu energiju, energetske učinkovitost i mrežnu infrastrukturu. Budući da se ulaganja izvršavaju na razdoblje od 20 do 60 godina, odmah treba početi s provedbom stabilne politike kojom se promiče stabilna poslovna klima i potiču ulaganja u tehnologije s niskom razinom ugljika.



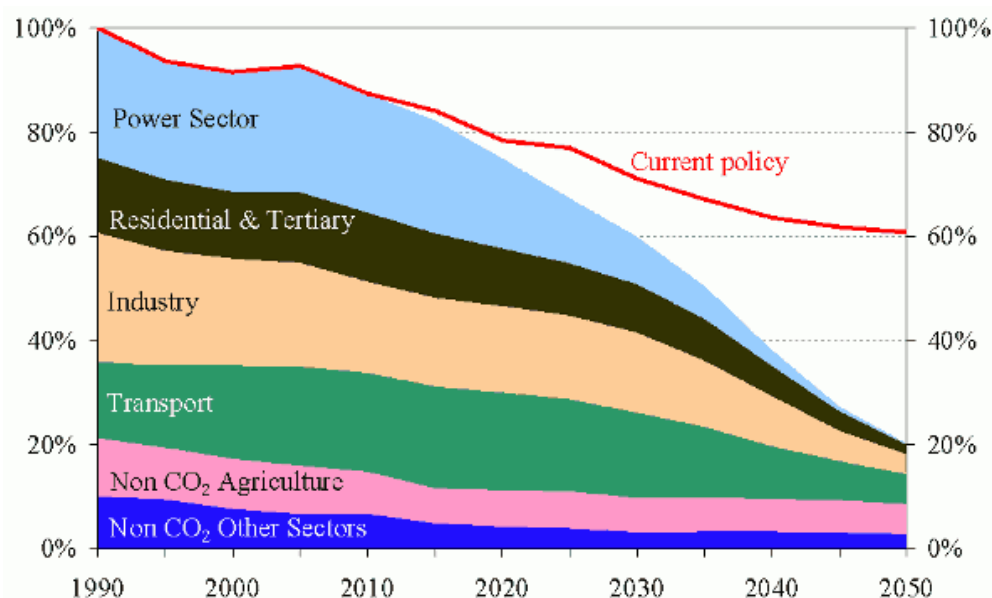
Slika 1. Ciljevi EU-a za postojeće zgrade do 2050.

1.1. Plan energetske učinkovitosti

U Planu energetske učinkovitosti Europske komisije do 2011. navedena su četiri glavna smjera do održivijeg, konkurentnijeg i sigurnog energetskog sustava 2050.: energetska učinkovitost, obnovljivi izvori energije, nuklearna energija te hvatanje i skladištenje ugljika. Ti su smjerovi kombinirani na različite načine da bi se izradilo i analiziralo sedam mogućih scenarija za 2050.

Zaključci analize:

- Dekarbonizacija energetskeg sustava tehnički je i ekonomski izvediva. Svi scenariji u kojima se postiže cilj smanjenja emisija dugoročno su jeftiniji od daljnje provedbe postojećih politika.
- Ključno je povećati udio obnovljivih izvora energije i učinkovitije upotrebljavati energiju, bez obzira na konkretno odabranu kombinaciju energije.
- Rana ulaganja u infrastrukturu manje koštaju, a većinu infrastrukture u EU-u izgrađenu prije 30 do 40 godina ionako treba zamijeniti. Ako se odmah zamijene zamjenskim rješenjima niske razine ugljika mogu se izbjeći skuplje zamjene u budućnosti. Prema Međunarodnoj energetskej agenciji, ulaganja u energetske sektor nakon 2020. koštala bi 4,3 puta više od onih do 2020.
- Očekuje se da će europski pristup rezultirati manjim troškovima i sigurnijom opskrbom energije u usporedbi s pojedinačnim nacionalnim programima. Uz zajedničko energetske tržište, energiju se može proizvoditi gdje je najjeftinije i isporučiti gdje je potrebna.



Slika 2. Energetski ciljevi EU-a do 2050.

1.2. Zgrade gotovo nulte energije i pasivne kuće

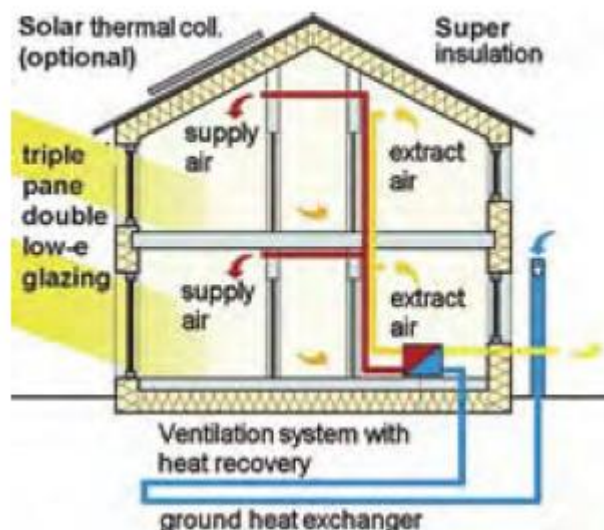
Zgrade gotovo nulte energije imaju vrlo visoku energetske učinkovitost. Niska razina energije koja je potrebna ovim zgradama uglavnom dolazi iz obnovljivih izvora.

Direktivom o energetskej učinkovitosti zgrada propisano je da sve nove zgrade moraju biti gotovo nulte energije do kraja 2020. Sve nove javne zgrade moraju biti gotovo nulte energije do 2018.

Pasivna kuća je zgrada u kojoj se ugodna sobna temperatura od oko 20 Celzijevih stupnjeva može postići bez klasičnih sustava grijanja i hlađenja. Takve se zgrade nazivaju „pasivnima“ jer se veći dio potreba za grijanjem nabavlja iz „pasivnih“ izvora, npr. izloženosti Suncu i otpadnog grijanja soba i

tehničkih uređaja. Toplina koja je i dalje potrebna može se u sobe dovesti kontroliranim ventilacijskim sustavom s oporabom energije.

Godišnja potreba za toplinom pasivne kuće vrlo je niska - prosjek za Europu je oko 15 kWh/m²/godišnje. Potreba za ukupnom primarnom potrošnjom energije ne bi trebala prijeći 120 kWh/m²/godišnje uključujući grijanje i hlađenje, toplu vodu za kućanstvo i električnu energiju za kućanstvo.



Slika 3. Energetska ravnoteža u pasivnoj kući

Osnovne značajke prema kojima se razlikuje gradnja pasivnih kuća su: kompaktni oblik i dobra izolacija; usmjerenost na jug i uzimanje sjena u obzir; dobra hermetičnost ovojnice zgrade; pasivno predgrijanje svježeg zraka; visokoučinkoviti povrat topline iz ispušnog zraka; upotreba izmjenjivača topline zrak-zrak; opskrba toplom vodom pomoću obnovljivih izvora energije; upotreba štednih kućanskih uređaja. Projektiranje pasivnih kuća holistički je postupak planiranja i realizacije. Može se primijeniti na projektiranje novih zgrada ili na energetska obnova postojećih.

Na prosječnoj kući, kroz prozore se izgubi 10 do 20 posto topline. Kod pasivnih kuća takvi su gubici smanjeni zahvaljujući ugradnji trostruko ostakljenih prozora. Prijenos topline komponenta zgrade iskazuje se njihovom takozvanom U vrijednošću, koja se mjeri u vatima po četvornom metru pri temperaturnoj razlici od jednog stupnja (K). Što je U vrijednost veća, to je njezina toplinska otpornost niža, što znači da više topline/energije prolazi kroz komponentu zgrade. Prosječni dvokrilni prozor ima U vrijednost od 2,9 W/m²K. S tri krila i dodatnim ostakljenjem za zaštitu od topline, U vrijednost može biti samo 0,7 W/m²K. Osim ostakljenja, i okvir se može projektirati na način da sprječava gubitak topline.

Izolacija pasivnih kuća puno je deblja od prosjeka. Kao i kod prozora, prijenos topline kroz zidove također se može izraziti kao U vrijednost. U vrijednost ovisi o svojstvu korištenog materijala, no, općenito, 10 cm-ski sloj izolacije ima U vrijednost od oko 0,4 W/m²K. Povećanjem debljine izolacije na 40 cm smanjuje se U vrijednost na 0,1 W/m²K, odnosno postiže se smanjenje od 75 %.

Budući da pasivne kuće moraju biti potpuno hermetične, građevinski radnici moraju otkriti i najmanje propuštanje zraka i uvjeriti se da su mjesta propuštanja zatvorena. Točke u kojima kabeli i cijevi prodiru kroz vanjske zidove zgrade moraju biti čvrsto zatvorene. Kad su radovi na zgradi završeni,

njezinu hermetičnost treba provjeriti metodom ispitivanja zrakopropusnosti toplinske ovojnice. Tijekom tog postupka, uvlači se zrak iz unutrašnjosti kuće pomoću ventilatora stvarajući malu razliku u tlaku između unutrašnjeg i vanjskog prostora. Ta razlika u tlaku potiskuje zrak kroz otvore i prolaze u ovojnici zgrade omogućavajući mjerenje hermetičnosti zgrade. U pasivnoj kući, izmjena zraka tijekom ispitivanja zrakonepropunosti toplinske ovojnice ne smije prekoračiti određenu razinu.



Slika 4. Oprema za provedbu ispitivanja zrakonepropusnosti toplinske ovojnice / Slika: W. Walter

2. Osnovna načela energije i topline

2.1. Definicije energije, različite vrste energije, energetske jedinice

Energija se definira kao kapacitet fizičkog sustava da izvršava rad koji proizvodi toplinu, svjetlost ili kretanje.

Energija postoji u više oblika, kao što su topline, kinetička ili mehanička energija, svjetlost, potencijalna energija i električna energija:

Toplina ili toplinska energija je energija iz kretanja atoma ili molekula. Može se smatrati energijom povezanom s temperaturom.

Kinetička energija je energija kretanja. Visak koji se njiše ima kinetičku energiju.

Potencijalna energija je energija koja proizlazi iz položaja predmeta. Na primjer, lopta koja leži na stolu ima potencijalnu energiju u odnosu na pod jer na nju djeluje gravitacija.

Mehanička energija je zbroj kinetičke i potencijalne energije tijela.

Svjetlo - fotoni su oblik energije.

Električna energija je energija iz kretanja čestica pod nabojem, kao što su protoni, elektroni ili ioni.

Magnetska energija - ovaj oblik energije rezultat je magnetskog polja.

Kemijska energija oslobađa se ili apsorbira kemijskim reakcijama. Proizvodi se raskidanjem ili stvaranjem kemijskih veza između atoma i molekula.

Nuklearna energija je energija iz interakcija s protonima i neutronima atoma. To se obično odnosi na snažnu silu. Primjeri su energija koja se otpušta fizijom i fuzijom.

Snaga je fizička magnituda (P) i predstavlja omjer prenesene energije (ili rada koji izvršava dana sila) tijekom određenog vremenskog intervala do magnitude tog raspona.

Snaga je jedan vat kad se energija džula (J) prenosi (ili snagom upravlja džul) jednu sekundu (s).

Jedinice energije

Jedinica energije prema SI sustavu je **džul (J)** ili **Newton-metar (N * m)**. Džul je također SI jedinica rada.

Džul (J) - energija za podizanje mase od 1 kg na 1 m

Kalorija (Cal) - vrijednost jednaka 4 180 J - energija potrebna za podizanje temperature 1 g vode s 14 °C na 15 °C pri tlaku od 1 atm.

Kilovat sat (kWh) - vrijednost jednaka $3,6 \times 10^6$ J ili 1 GJ = 277,777 kWh energije proizvedene ili potrošene u kilovat satima.

Tona ekvivalenta nafte (toe) - količina energije jednaka onoj proizvedenoj tijekom sagorijevanja 1 tone nafte - 41 868 kJ, odnosno oko 42 GJ. Ta je jedinica korisna ako se uspoređuju različita goriva.

1 toe = 11,63 MWh = 41,868 GJ

2.2. Primarna i finalna energija

Primarna energija je energija u prirodi koja nije prošla proces transformacije. Može biti obnovljiva i neobnovljiva energija. Primarnu je energiju teško proizvesti u njezinom prirodnom obliku (ugljen, drvo, nafta ili, na primjer, vjetar).

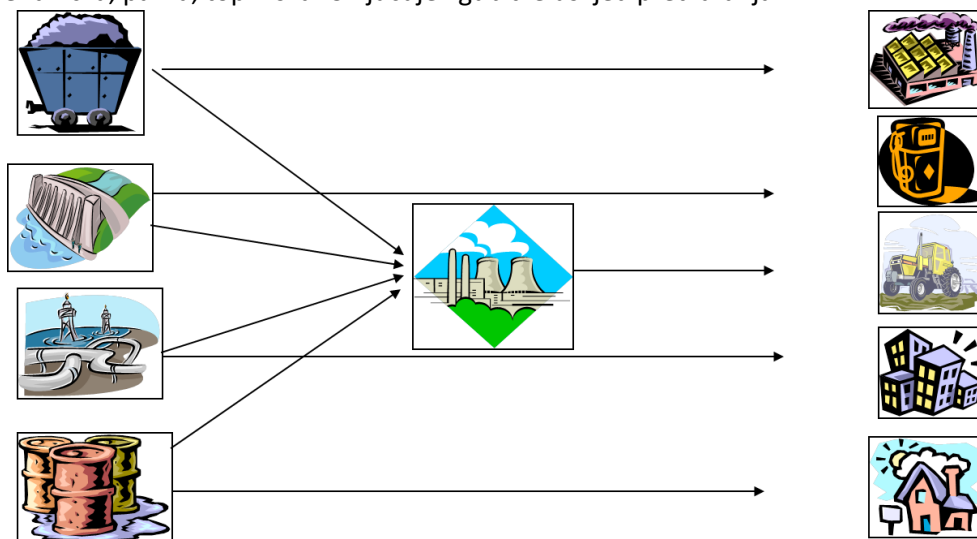
Ugljen nastaje iz mrtve organske biljne tvari pretvorene u treset. Industrijsku revoluciju 19. stoljeća omogućio je upravo ugljen. Ta se vrsta energenta najčešće koristi u cijelom svijetu, naročito za električnu energiju. Ostavlja visok stupanj onečišćenja jer se uglavnom sastoji od ugljika, točnije CO₂.

Nafta je tekuća ugljična stijena koja sadrži organske materijale zarobljene u stijeni. Nafta osigurava većinu tekuće energije poput goriva, dizela, benzina ili UNP-a. Drugi je najčešće korišten energent na svijetu.

Prirodni plin je organska plinovita tvar koja se prirodno nalazi u poroznim stijenama. Većina prirodnog plina nastaje djelovanjem dvaju mehanizama: biogenih i termogenih. Biogeni plin stvaraju metanogeni organizmi u močvarama, tresetištima, odlagalištima i plitkim naslagama. Dublje u tlu, pri većoj temperaturi i tlaku, zakopani organski materijal stvara termogeni plin. Plin je treći najčešće korišteni energent u svijetu.

Uranij je radioaktivni metal koji se nalazi duboko u tlu i zemljinoj kori. Nažalost, velik dio njegovih zaliha nije upotrebljiv. U posljednje se vrijeme sve više upotrebljava za proizvodnju električne energije, iako je tragedija u Fukushimi usporila taj razvoj. U postupku se primjenjuju niske razine CO₂, no radioaktivni otpad je problematičan. Ne postoji način da se izbjegne radioaktivnost u postupku, a otpad se zakopava bez potpunog jamstva sigurnosti. Poznata sredstva iscrpit će se do 2049.

Finalna energija predstavlja transformiranu primarnu energiju u drugom odgovarajućem obliku: električna, mehanička, parna, toplinska. Uključuje i gubitke uslijed pretvaranja.



Slika 5. Pretvorba energije

Energetska vrijednost različitih izvora energije.

Svaki izvor energije ima drugačiju energetska (kalorijsku) vrijednost.

Izvor energije	Energetska (kalorijska) vrijednost, Q
Prirodni plin (kg)	13,1 kWh/kg
Prirodni plin (m ³)	9,3 kWh/m ³
Ukapljeni prirodni plin (kg)	12,55 kWh/kg
Ukapljeni prirodni plin (l)	7,3 kWh/l
Nafta (kg)	11,75 kWh/kg
Nafta (l)	10 kWh/l
Drvo (kg)	3,88 kWh/kg
Crni ugljen (kg)	5,83 kWh/kg
Antracitni ugljen (kg)	8,58 kWh/kg
Smeđi ugljen (l)	2,9 kWh/l

Tablica 1. Energetska (kalorijska) vrijednost

Primjer izračuna energetske vrijednosti u kilovat satima prirodnog plina:

1.000 m³ prirodnog plina = 1.000 m³ * 9,3 kWh / m³ = 9.300 kWh

Emisije CO₂ iz različitih vrsta izvora energije

Vrsta izvora energije	Koeficijent transformacije	Ekološki ekvivalentni faktor fi
	–	g CO ₂ /kWh
Industrijsko plinsko ulje i dizel	1,1	267
Ulje za loženje	1,1	279
Prirodni plin	1,1	202
Propan-butan	1,1	227
Crni ugljen	1,2	341
Lignit / smeđi ugljen	1,2	364
Antracitni ugljen	1,2	354

Briket	1,25	351
Drveni peleti, briketi i drvo	1,05	43
Toplina iz centralnog sustava grijanja	1,30	290
Električna energija	3,0	819

Tablica 2. Ekološka ekvivalentnost

2.3. Energija u kućanstvima

Električna ili toplinska energija koju potroši jedno kućanstvo ili zgrada se mjeri i prijavljuje kao osnova za račun za električnu energiju. Na primjer, brojilo električne energije u kući mjeri potrošenu električnu energiju, a jedan toplotnomjer - toplinu koju je potrošio kolektor ili koja je elektronički prenesena, ako je dostupan „pametna“ mjerni uređaj.

Postoje postrojenja koja pretvaraju jednu vrstu energije u drugu: na primjer, prirodni plin u toplu vodu za grijanje. Najučinkovitije je centralno, a proizašla energija distribuira se po svim sobama u zgradi. Pretvorba energije može biti manje ili više učinkovita, ovisno o vrsti instalacije (bojleru) i distribucijskom sustavu - radijatori i cjevovodna mreža.

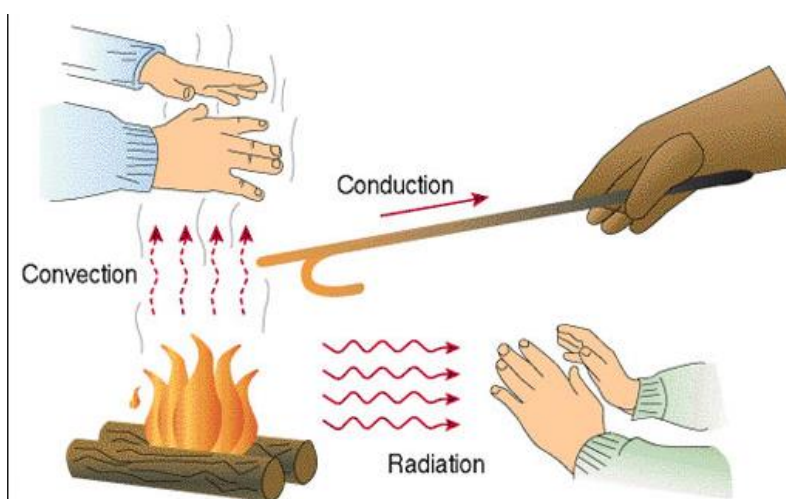
Mjere i značajne promjene koje se uvode u transformacijski sustavu ili sustav distribucije energije utječu na razinu potrošnje energije. Na primjer, ako se bojler zamijeni energetske učinkovitijim, tj. bojlerom veće učinkovitosti, i ako se distribucijska mreža izolira, potrošnja energije će se smanjiti. To se događa zbog manjeg gubitka energije, a ne zbog nižih sobnih temperatura ili zbog toga što ukućani koriste manje tople vode.

Kilovat sat (kWh) je mjerna jedinica za potrošnju energije. Da bi se moglo obraditi energiju koju su potrošili različiti potrošači, očitavanja moraju biti u istoj mjernoj jedinici. Litre, kilograme i kubne metre treba pretvoriti u kilovat sate.

3. Izmjena topline i svojstva materijala

Izmjena topline je proces kojim se odvija prijenos topline s toplijeg na hladnije tijelo. Izmjena topline odvija se putem:

- toplinskog vođenja ili kondukcije (krute tvari),
- toplinskog strujanja ili konvekcije (za tekućine),
- toplinskog zračenja ili radijacije.



Slika 6. Različite vrste izmjene topline

3.1. Kondukcija

Prijenos topline izravnim dodirnom dva fizička materijala. Neki materijali prenose toplinu bolje od drugih. Primjer: Ako je drška tave na štednjaku izrađena od bakra, bit će topla na dodir jer bakar provodi toplinu. Ako je drška od plastike, nećemo osjetiti toplinu jer plastika loše provodi toplinu.

3.2. Konvekcija

Konveksijski prijenos topline, koji se često naziva jednostavno „konvekcija“, je prijenos topline s jednog mjesta na drugo kretanjem tekućine. Konvekcija je obično dominantni oblik prijenosa topline u tekućinama i plinovima. Iako se obično o njemu govori kao o zasebnoj metodi prijenosa topline, konveksijski prijenos topline uključuje kombinirane procese nepoznate vodljivosti (difuzija topline) i advekcije (prijenos topline skupnim protokom tekućine). Primjer: Ako stavite ruku iznad vatre, osjećate toplinu jer plamen grije zrak.

3.3. Radijacija

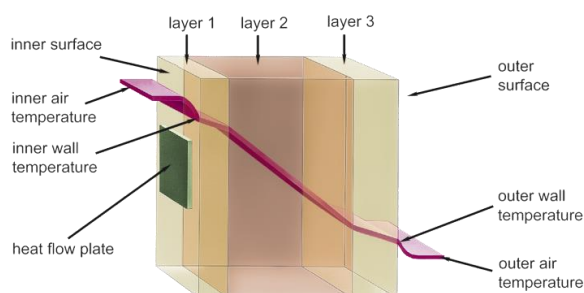
Prijenos topline elektromagnetskim valovima. Materijali manje ili više reflektiraju toplinsko zračenje koje prime. Drvo, na primjer, reflektira više zračenja od mramora. Zato je unutarnji prostor izrađen od

drveta topliji od mramornog. Primjer: Sunce emitira toplinsko zračenje. Kad sunce sja, osjećate toplinu na površini kože, no kad oblak zakloni sunce, više je ne osjećate.

3.4. Koeficijent prolaska topline

Koeficijent prolaska topline λ (lambda) izražava količinu topline koja prolazi kroz materijal - 1 m² površine, 1 sekunda, 1 m debljine, 1 stupanj razlike između temperatura s obje strane materijala koji se razmatra.

Ta značajka opisuje sposobnost svakog materijala da prenese toplinsku energiju u obliku topline. Specifična toplinska vodljivost je konstanta za sve vrste materijala, osim toplinskih izolacija. Što je niža vrijednost λ , to bolja termoizolacijska svojstva ima odgovarajući materijal. Na pakiranju građevinskih materijala često se navodi njihova toplinska vodljivost - λ .



Slika 7. Koeficijent prolaska topline kroz slojeve zida

Materijal	λ Bt/(m*K)	Materijal	λ Bt/(m*K)	Materijal	λ Bt/(m*K)
cryl	0,2	EPS (stiropor)	0,032 – 0,053	Mineralna vuna	0,032 – 0,050
Azbest, slobodno pakiranje	0,15	Stiropor	0,033	Najlon	0,25
Asfalt	0,75	Izolacija sijenom	0,09	Pamuk	0,03
Beton	2,1	Koža	0,14	Izolacija od pamučne vune	0,029
Voda	0,58	Plutena ploča	0,043	Staklena vuna	0,04
Val	0,04	Bakar	401	Izolacija niklom	0,048
Gips ili žbuka	0,48	Cigla	0,5 - 1,4	Pjenasto staklo	0,045
Granit	2,8	Papir	0,05	Čelik	48 - 58
Drvo	0,09 - 0,19	Polietilen	0,42-0,51	Staklo	1,05

Željezo	80,2	Polipropilen	0,10-0,22	Ekspandirani polistiren	0,03
Suhi pijesak	0,35	Gips, žbuka, mort	0,17	PVC	0,19
Rašpa	0,06	Iverica	0,15		
Šperploča	0,13	Štukatura	1,4		

3.5. Ovojnica zgrade

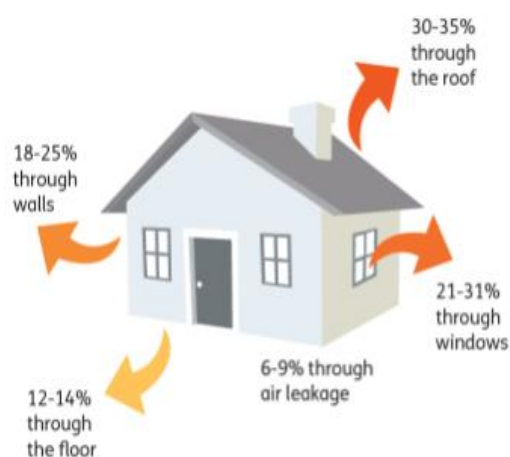
Glavni izvori gubitaka u neizoliranim zgradama

Gubitci topline u neizoliranim zgradama:

- Krov: oko 25 do 30 % gubitka topline;
- Zidovi: oko 20 do 25 % gubitka topline;
- Ventilacija i infiltracija: oko 20 do 25 % gubitka topline;
- Prozori: oko 10 do 15 % gubitka topline;
- Toplinski mostovi: oko 5 do 10 % gubitka topline.

Danas se, uz primjenu određenih arhitektonskih načela, postiže smanjenje gubitaka topline kroz ovojnicu zgrade, ovisno o lokalnoj klimi i lokalnim energetske potrebama, čime se također osigurava visoka energetska učinkovitost i visoki standard vizualne, toplinske i zdravstvene ugone u prostorima gdje ljudi obavljaju različite aktivnosti. Većina topline gubi se putem krova (više od 30 %) i kroz zidove (više od 20 %).

Heat Loss in an Uninsulated House



Slika 8. Gubitak topline u neizoliranoj kući

3.6. Varijacije potrošnje energije ovisno o izolaciji zidova

Najučinkovitija mjera uštede energije je optimizacija toplinske izolacije. U stambenim zgradama u Hrvatskoj većinski udio zgrada ne zadovoljava važeće propise o toplinskoj izolaciji. To je termoizolacija od čvrstih ploča, mehanički pričvršćenih za fasadne zidove. Staklena vuna ili druga mrežica postavlja se na toplinsku izolaciju, a površinski sloj je žbuka - silikat, polimer, itd.

Termoizolacijski materijali imaju sljedeće važne značajke:

- **Toplinska vodljivost (λ)** - svojstvena za kvalitetu materijala kao provodnik topline. λ je vrijednost neovisna o debljini i načinu primjene materijala. Koeficijent toplinske vodljivosti je W / mK i naznačuje koliko topline (W) provodi element debljine 1 m pri temperaturnoj razlici od 1 Kelvina (K). Što je niža toplinska vodljivost materijala, to je materijal bolji izolator.

- **Toplinski otpor** je vrijednost suprotna toplinskoj vodljivosti ($1 / K$) i mjeri se u mK/W . To je temperaturni otpor po jedinici debljine (po metru). Kad se tako utvrdi, taj razmjor ovisi o naravi i debljini materijala, pa je vrijednost specifična.

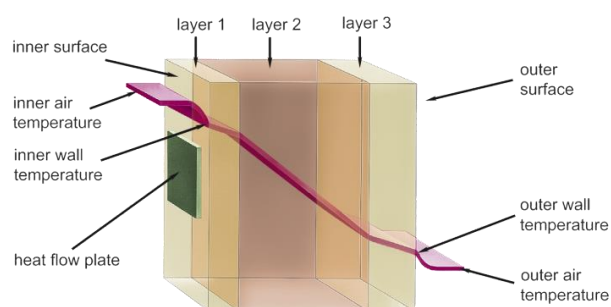
- **Koeficijent prolaska topline** (U -vrijednost) - količina gubitaka topline kroz element utvrđuje se koeficijentom prolaska topline U (U vrijednost). Opisuje količinu topline koja teče kroz $1m^2$ elementa kad je razlika u temperaturi između unutarnje i vanjske površine $1K$. Jedinica je W/m^2K .

$$U = \frac{1}{R_{si} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_{se}}, W / m^2 K$$

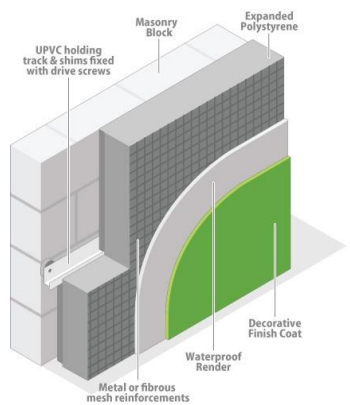
$$R = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}, m^2 K / W$$

Računa se uzimajući u obzir zasebno debljinu i koeficijent vodljivosti topline svih materijala od kojih su izgrađeni ti elementi. Što je niža U vrijednost, to su bolja termoizolacijska svojstva odgovarajućeg elementa.

Postojeći moderni standardi energetske učinkovitosti u zgradama zahtijevaju ugradnju minimalno 10 cm izolacije kako bi se postigao normativni koeficijent prolaska topline $<0,28 W / (m^2K)$.



Slika 9. Koeficijent prolaska topline kroz slojeve zida

Vrste višeslojnih elemenata	Ukupna debljina	Koeficijent U W / (m ² K)	
Vanjski zid - beton bez izolacije	30 cm	3,3	
Vanjski zid - cigla, bez izolacije	30 cm	1,40	
Vanjski zid - cigla s 5 cm EPS-a	35 cm	0,47	
Vanjski zid - beton s 5 cm EPS-a	35 cm	0,65	
Vanjski zid - cigla s 8 cm EPS-a	38 cm	0,33	
Vanjski zid - cigla s 10 cm EPS-a	40 cm	0,28	
Konstrukcija drvenog okvira s 22 cm izolacije	25 cm	0,19	

Različite vrste toplinske izolacije ovise o korištenim izolacijskim materijalima. Postoje razlike između pojedinačnih izolacijskih materijala i područja u kojima je njihova upotreba prikladna.

Neki od najčešće korištenih izolacijskih materijala su:

a) Ekspandirana polistirenska pjena (EPS)

Umjetni polimer sa zatvorenom rešetkastom strukturom zrakom punjenih okruglih čestica - mikroporozni umjetni organski materijal. 95 % obujma EPS-a je zrak zatočen u okruglim česticama polimerne mreže. EPS sustavi poznati su i kao stiropor koji se danas najčešće koristi u građevinarstvu. EPS izolacijski sustavi zadržavaju svoja fizička svojstva nepromijenjenima tijekom razdoblja od 15-20 godina pri radnim temperaturama od -20 °C do +50 °C i cikličkom zamrzavanju i otapanju.

Prednosti: čvrstoća, minimalna deformabilnost, ograničena paropropusnost i otpornost na požar (razred B1).

EPS se upotrebljava:

- za lijepljenu izolaciju vanjske fasade;
- za čelne pozadinsko prozračne fasade;
- kao srednji sloj u dvostrukim zidovima;
- za krovove: ravne, invertirane i kose;
- ispod podrumskih pločica i drugo.

EPS IZOLACIJSKI SUSTAVI			
Debljina, d, mm	Koeficijent prolaska topline	Debljina, d, mm	Koeficijent prolaska topline
	λ , W/(m*K)		λ , W/(m*K)
d < 20 mm	0.032	40 < d < 100 mm	0.032

	0.035		0.035
	0.040		0.040
	0.043		0.045
20 < d < 40 mm	0.032	d > 100 mm	0.050
			0.032
			0.035
			0.040
	0.040		0.053

b) Ekstrudirana polistirenska pjena-XPS

Ekstrudirana polistirenska ploča je termostvrdnjavajući materijal (XPS) koji se proizvodi iz polistirena i odgovarajućih pjenila postupkom kontinuirane ekstruzije u kojem se materijal ekstrudira ili povlači kroz boju željenog presjeka i kontinuiranu ploču željene debljine (20-100 mm).

Prednosti:

- snažna i dugotrajna izolacija;
- minimalna apsorpcija vode;
- visoka tlačna čvrstoća i dimenzijska stabilnost;
- teško zapaljiv, visoko kompatibilan s građevinskim materijalima kao što su cement, gips, vapno i pijesak, dobro prianja uz obloge od betona i morta te uz žbuku.

XPS se koristi za:

- toplinsku izolaciju pod temeljnim pločama;
- toplinsku izolaciju ispod maziva, industrijskih podova ili krovova
- toplinsku izolaciju sendvič zidova;
- unutarnju izolaciju zidova i dasaka;

XPS IZOLACIJA	
Vrsta	Koeficijent prolaska topline
	λ , W/(m*K)
Nepokriven	0.025
	0.030
	0.040
Proizvodi od pjene bez premaza	0.025
	0.030
	0.035
S vodootpornim premazom	0.025

	0.030
	0.035
	0.040

(c) Mineralna vuna:

Mineralna vuna je prirodan, neorganski i mineralni proizvod baziran na bazaltnim mineralima. Vlaknasta struktura mineralnoj vuni daje odlična termoizolacijska svojstva: visoki stupanj apsorpcije buke i manje odbijanja buke.

Prednosti primjene toplinske izolacije:

- veća udobnost tijekom ljetnih i zimskih mjeseci;
- niži računi za električnu energiju;
- ujednačena raspodjela temperature;
- bolja akustika i smanjenje vanjske buke;
- bolja vizualna kontrola;
- veća vrijednost imovine;
- smanjenje emisija u okoliš.

3.7. Gubitci topline kroz zidove

Energetska ravnoteža zgrade odnosi se na zbroj gubitaka topline (npr. topline koja izlazi kroz krov, vanjske zidove i prozore) koji je jednak zbroju toplinskih dobitaka (npr. pasivni solarni dobitci, interni dobitci i aktivno grijanje).

Toplinski gubitci utvrđuju se množenjem površine zida s koeficijentom prolaska topline i zatim s razlikom između unutarnje i vanjske temperature:

$$\theta_{T,i} = A * U * (\theta_{\text{int},t} - \theta_e), kW$$

Toplinski gubitci, kW

Površina, m²

Koeficijent prolaska topline, W/m²K

Unutarnja temperatura

Vanjska temperatura

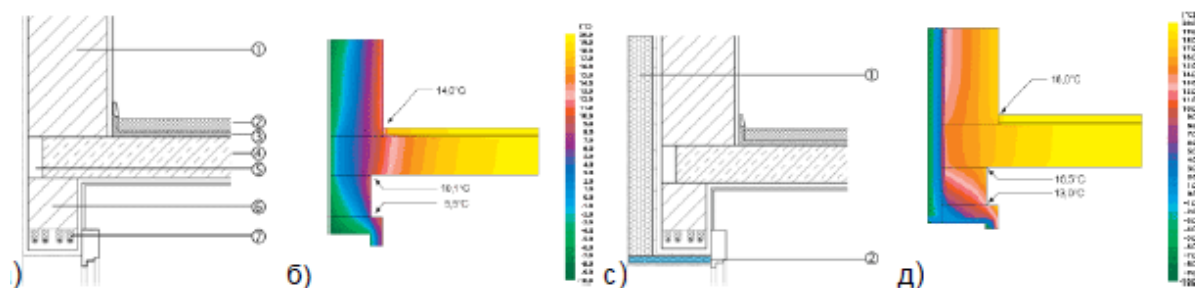
3.8. Infiltracija i toplinski mostovi

U konstrukciji koja zatvara svaku zgradu postoje elementi veće toplinske vodljivosti. Postavljaju se u fazi projektiranja ili se pojavljuju u postupku gradnje.

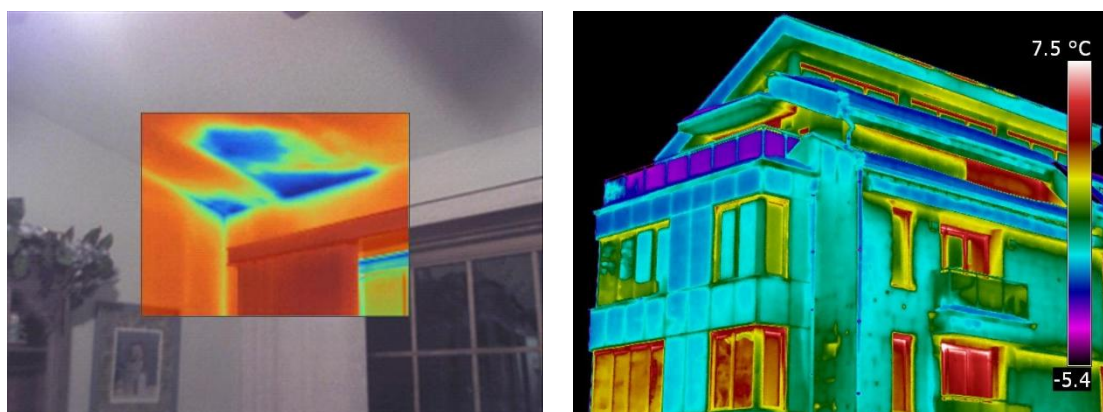
- Toplinski mostovi pojavljuju se: na uglovima i rubovima, spojevima između zidova i stropova, spojevima između dva zida ili spojevima između zidova i podova;
- Toplinski mostovi povećavaju troškove grijanja kao i štetne emisije u atmosferu;

- Povećavaju rizik od: kondenzacije, plijesni i gljivica; oštećenja konstrukcije; estetskih nedostataka;
- Toplinski gubitci: oko 5 do 10 % toplinskih gubitaka.

Toplinski mostovi nastaju kad materijali koji su loši izolatori dođu u dodir sa zrakom i omogućuju protok zraka kroz nastali zračni „put“. Toplinske mostove treba ukloniti profilima smanjenog presjeka, materijalima boljih izolacijskih svojstava ili umetanjem dodatnog izolacijskog elementa.



Slika 10. Elementi s termalnim mostovima



Slika 11. Infracrvena snimka toplinskih mostova i infiltracije

Infiltracijski zrak je namjeren nekontrolirani ulazak vanjskog zraka u zatvoreni prostor. Do infiltracije dolazi kroz pukotine u ovojnici zgrade zbog razlika u tlaku između unutarnjeg i vanjskog prostora. Vanjski zrak koji ulazi kroz otvorena vrata i prozore smatra se infiltracijom čak i ako je svrha otvaranja vrata ili prozora prozračivanje. Do infiltracije dolazi uglavnom zimi kad je vanjski zrak hladniji i teži od unutarnjeg. Ovisi o brzini vjetra, smjeru vjetra i zrakonepropusnosti ovojnice zgrade.

3.9. Ostakljenje

Površina prozora najčešće je 25 % površine stambenog prostora. Ako se tih 25 % prekrije energetske učinkovitim prozorima, temperatura u stambenom prostoru može porasti za 4-5 °C, a razina buke može se smanjiti za oko 40 dB. Prozori uvelike utječu na gubitak topline u stambenom prostoru. Površina stakla je između 70 % i 90 % površine prozora i njihova svojstva značajno utječu na sveukupne termo-tehničke parametre prozora. Pokrov stakla je od ključne važnosti. Staklo niske razine emisija (K staklo) sadrži naročito mikroskopski, praktički nevidljiv, premaz, koji smanjuje

koeficijent prolaska topline (U) i smanjuje toplinske gubitke kroz prozor na 20 %. To olakšava održavanje prostorija toplijima zimi i hladnijima ljeti.

Ako se plin niske toplinske vodljivosti stavi u hermetički zatvoreno ostakljenje, smanjuju se toplinski gubici kroz staklo na 10 %. Plin kojim se koriste proizvođači najčešće je argon. Ostali korišteni plinovi su ugljik dioksid (CO₂), kripton (Kr) i mješavina argona i kriptonu.

Ključna svojstva u pogledu energetske učinkovitosti zgrada:

- koeficijent prolaska topline (U);
- prijenos solarne energije (g);
- infiltracija zraka.

Toplinu koja prolazi kroz 1 m² površine stakla karakterizira U vrijednost, a količinu solarne energije koja prolazi kroz 1 m² predstavlja g (prijenos solarne energije). Što je niža vrijednost U, više solarne energije prolazi.

Vrste ostakljenja:

- jednostruko ostakljenje (U vrijednosti do 5,8 W/m²K) često je korištena opcija. Možemo ga naći u starim zgradama. Bilo bi korisno ugraditi dodatne prozore ili dvostruke prozore ili „zimske“ prozore s unutrašnje strane.
- energetski učinkovito ostakljenje sastoji se od dva ili tri sloja stakla odvojena slojem zraka. Toplinski gubici uslijed prolaska upola su manji u odnosu na jednostruko ostakljenje.
- visoko energetski učinkovito ostakljenje - U vrijednosti su između 0,4 i 1,6 W/m²K s izolacijskim svojstvima 50-60 % boljima od učinkovitog ostakljenja:
 - na unutarnjem sloju nalazi se vrlo tanki metalni film koji smanjuje prijenos topline reflektirajući dugovalne sunčeve zrake nazad u sobu i omogućavajući kratkovalnim zrakama da prođu kroz staklo;
 - razrijeđeni plin kojim je ispunjen prostor u staklenom oknu smanjuje toplinsku vodljivost. U većini slučajeva taj je plin argon.
- trostruko visokoučinkovito ostakljenje - trostruko ostakljenje s metalnim filmom na oba unutarnja sloja. Toplinski gubici kroz trostruko visokoučinkovito ostakljenje čine jednu osminu vrijednosti jednostrukog ostakljenja.

Vrste stolarije:

- **drveni prozori** - odlična izolacijska svojstva; među najboljim materijalima za očuvanje udobnosti doma; najjeftinija opcija - stolarija izrađena od crnogoričnog drva (bijeli bor ili smreka). Od drveća širokog lišća, najčešće se koriste hrast i jasen;
- **dvostruko ostakljeni drveni prozori** pružaju dvostruko bolju zvučnu i toplinsku izolaciju u usporedbi s tradicionalnom drvenom stolarijom i bez opasnosti od kondenzacije. Proizvodi se od troslojnih lamela što onemogućuje njihovo rolanje, skupljanje i pucanje;
- **aluminijaska stolarija** - osigurava trajnost i sigurnost, održavanje je lako i povoljno te ne zahtijeva redovno bojanje. Aluminij je kao materijal odličan provodnik topline zbog čega je toplinski gubitak kod ove vrste prozora veći. Kvalitetni aluminijски prozori zahtijevaju toplinske izolacijske mostove u profilima što dovodi do povećanja njihove cijene;

- **PVC (PVC) stolarija** - vrlo dobra toplinsko- i zvučno-izolacijska svojstva. Lako se održava. Materijal je otporan na hladnoću, toplinu, kemikalije. Veća i bolja energetska učinkovitost postiže se sa stolarijom s više unutarnjih komora;
- **kombinirana stolarija** - najskuplja opcija stolarije je kombinacija aluminijske i drvene. Drvo je zaštićeno od vanjskih utjecaja vanjskom aluminijskom oblogom na profilu. Najbolja svojstva dvaju materijala spojena su u estetskom i funkcionalnom smislu.

Važno:

- za prozore - g vrijednosti imaju veći utjecaj na smanjenje potrebe za hlađenjem od njihovih U vrijednosti;
- za izolaciju - moguće je da će izolacija povećati potrebu za hlađenjem kao rezultat toplinskih dobitaka zadržanih u zgradi;
- dodatni efekt izolacije na smanjenje potrebe za hlađenjem u danoj klimatskoj zoni najbolji je gdje su smanjene toplinske pričuve (npr. kroz vanjsku tendu, učinkovitu primjenu i učinkovitu ventilaciju);
- uz iznimku krova ili najvišeg kata, dodatni učinak izolacije na smanjenje potrebe za hlađenjem je zanemariv u umjerenim klimama.

4. Uгода unutarnjeg prostora, unutarnja temperatura i zahtjevi vlažnosti

Toplinska uгода ovisi o izmjenama topline između ljudskog tijela i njegove okoline.

Te izmjene ovise o šest čimbenika koji se svrstavaju u dvije skupine.

Ekološki čimbenik:	Pojedinačni čimbenici:
Temperatura zraka	Razina aktivnosti određene osobe
Brzina zraka	Toplinska otpornost odjeće
Vlažnost	
Temperatura zida	

4.1. Uгода i temperatura unutarnjeg zraka

Toplinska uгода ljudi definira se kao stanje uma koje iskazuje zadovoljstvo okolinom. Održavanje toplinske ugrade ukućana jedan je od najvažnijih ciljeva inženjera kad izrađuju projekte grijanja, ventilacije, klimatizacije i ovojnice zgrade. Čimbenici koji određuju toplinsku ugodu su: temperatura unutarnjeg i vanjskog zraka, kretanje zraka, relativna vlažnost, odjeća koju ukućani nose i razina aktivnosti kojom se bave.

Sobna temperatura utječe na ugodu. Da bi se postigla uгода unutar stambenog prostora, preporučuje se sljedeće:

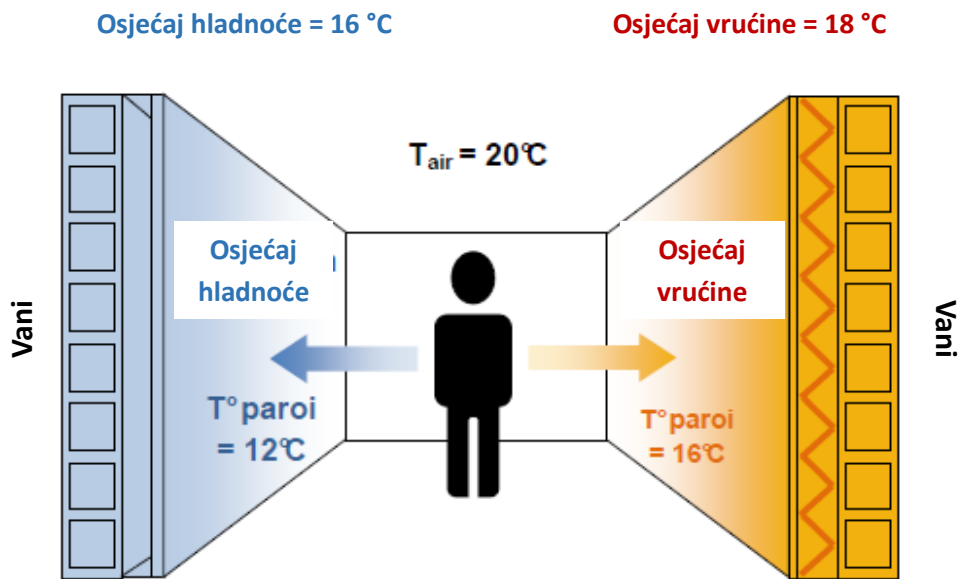
- 17 °C u spavaćim sobama za dobro spavanje;
- 19 °C u dnevnoj sobi, kuhinji i blagovaonici;
- 22 °C u kupaonici.

No, osjet ugrade varira ovisno o razlici u temperaturi između unutarnjeg zraka i vanjskog zida.

Velika razlika u temperaturi između vanjskog zida i unutarnjeg zraka obično znači da je toplinski otpor zida loš, odnosno da materijali od kojih je izrađen zid ne omogućuju učinkovito usporavanje toplinskog gubitka.

Posljedice visoke temperaturne razlike:

- osjećaj neugode (drhtanje),
- potreba za podizanjem temperature zraka pojačavanjem intenziteta grijalica da bi se postigla uгода.



Slika 12. Razlika osjeta između dobro izoliranog zida i loše izoliranog zida

Za postizanje kontroliranog osjeta ugone:

- temperaturna razlika između unutarnjeg zraka i vanjskog zida ne bi smjela prijeći 3 °C,
- temperaturna razlika između glave i stopala ne bi smjela prijeći 3 °C.

4.2. Uгода, vlažnost i ventilacija

Vlažnost je količina vodene pare u zraku. Izvori vode u zgradama su:

- zrak koji izdišu ljudi koji borave unutra (ovisno o razini tjelesne aktivnosti);
- namjena sobe (sušenje, kuhanje, rad, sport);
- „oslobođena voda“ koja ulazi u nove zgrade kroz građevinske materijale i postupak izgradnje same zgrade.

Izraz „relativna vlažnost“ koristi se za opisivanje količine vodene pare u zraku. Ljudi se osjećaju ugodno pri relativnoj vlažnosti zraka od oko 50 % (uz temperaturu zraka od 20 °C).

Zrak unutar stambenog prostora treba stalno obnavljati iz nekoliko razloga:

- dovod novog zraka i osiguravanje potreba za kisikom,
- filtriranje viška vlage (vodena para) koju proizvodimo svojim aktivnostima,
- filtriranje zraka koji sadrži mirise i onečišćujuće tvari.

Stoga je ventilacija apsolutno neophodna za osiguravanje zdravlja, sigurnosti i udobnosti u bilo kojem stambenom prostoru.

U prošlosti se ventilacija prirodno postizala otvaranjem prozora ili kroz zidove koji su bili slabo zrakonepropusni. U novije izgrađenim stambenim prostorima, tamo gdje su zidovi izolirani, ventilacija se postiže mehaničkim putem, putem dovoda zraka smještenima na vratima i prozorima i ekstrakcijskih jedinica postavljenima u određenim sobama - naročito u kupaonici i kuhinji.

U svakom slučaju, kako bi se osigurala izmjena, važno je ručno prozračivati stambeni prostor svakog dana, i ljeti i zimi, oko 5 minuta, otvaranjem prozora i isključivanjem grijanja.

Ugoda i brzina zraka

Kretanje zraka u stambenom prostoru utječe na osjet temperature zraka.

Stoga, što je brže kretanje zraka, to je viša sobna temperatura potrebna da bi se ukućani osjećali ugodno. Na primjer:

- kod kretanja zraka od 0,15 metara u sekundi (m/s), ugodna temperatura je 21 °C,
- Kod kretanja zraka od 1 metra u sekundi (m/s), ugodna temperatura je 25 °C.

Napomena: U starim zgradama, koje uglavnom nisu izolirane, ventilaciju je teže kontrolirati. Kretanje zraka stvara veći osjet neugode.

Ugoda i vlažnost

Unutarnji zrak ima razinu vlažnosti koja utječe na našu ugodu i zdravlje.

Glavni izvori vlažnosti u kući su: kućanske aktivnosti (tuševi / kupaonice, kuhinja, disanje, pranje i sušenje rublja, čišćenje kuće).

Na primjer, jedna osoba ispusti oko 0,5 litara vode dnevno, a sušenjem rublja ispusti se do 1 litra vode na sat dok se suši.

- Infiltracija kišnice kroz krov ili derutne zidove.
- Kapilarno: voda se diže iz vlažnog tla kroz zidove.

Sveukupno, od 10 do 20 litara vode ispušta se svakodnevno u zrak.

Problematici čimbenici:

- prekomjerna upotreba vode,
- neodgovarajuće grijanje,
- zakrčeni ulazi ili ventilacija,
- loš toplinski otpor zidova (kada je temperatura niska, zrak lakše kondenzira u dodiru s tim zidovima).

Posljedice:

- količina vlage u zraku mjeri se u postocima. Idealna količina vlage treba biti između 40 i 60 %.

Posljedice niske vlažnosti (ispod 30 %):

- povećanje statičkog elektriciteta (slabo električno pražnjenje u dodiru s metalnim predmetima),
- veća neugoda i teže podnošenje duhanskog dima (mirisi su zamjetniji),
- veća koncentracija prašine u zraku koja može sadržavati bakterije i utjecati na zdravlje (bolesti dišnih puteva).

Posljedice prevelike vlažnosti (iznad 70 %):

Vidljive posljedice u kućanstvu:

- voda koja curi po prozorima i ispod njih,

- propadanje zidova i nastanak plijesni (tapete koje se odljepljuju, plijesan i gljivice u kutovima zidova i na najhladnijim dijelovima),
- neugoda povezana s hladnim zidovima, prekomjerna potrošnja topline: neugoda, vidljiva oštećenja, dojam zaprljanja.

Vidljive posljedice na zdravlje:

- vlažnost je povoljna za grinje i žohare koji vole topla i vlažna mjesta,
- prisutnost gljivica i plijesni uzrokuje alergije (ekceme, rinitis, astmu, itd.),
- bebe i djeca naročito su osjetljivi na poteškoće s disanjem zbog slabijih pluća.

Suzbijanje vlažnosti

Kako ispravno postupiti:

- prozračiti prostor kako bi se uklonio višak vlage,
- ne zaklanjati ulaze i izlaze zraka koje treba redovno čistiti,
- ne sušiti rublje unutar kuće,
- prozračivati, naročito tijekom kuhanja, kupanja i ostalih aktivnosti uslijed kojih se ispušta vodena para,
- grijati na odgovarajući način.

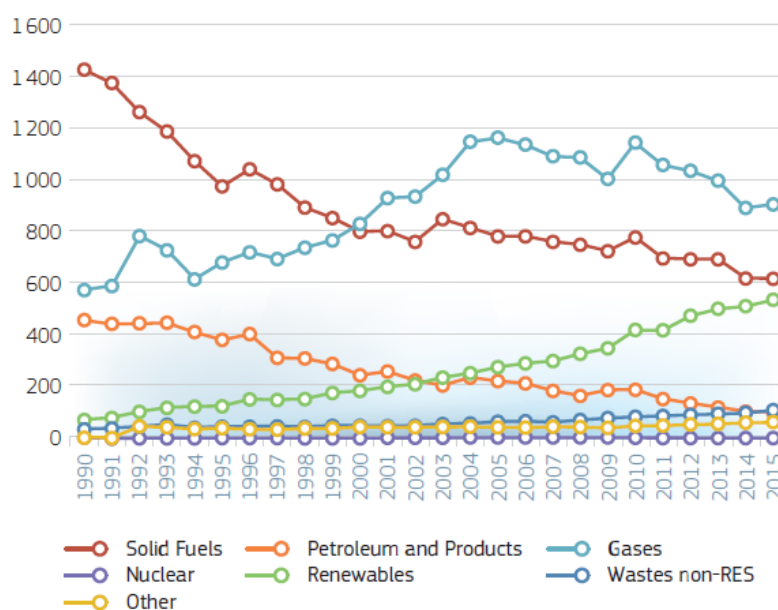
5. Grijanje

5.1. Pregled različitih izvora toplinske energije

Postoje različiti izvori iz kojih se može proizvesti toplinska energija, a najčešći su: kruta goriva, nuklearna energija, nafta, prirodni plin, obnovljivi izvori.

Iz dokumenata o statistici Europske komisije vidljivo je da je udio proizvodnje toplinske energije na razini EU-a iz obnovljivih izvora značajno porastao u razdoblju između 1990. i 2015. za razliku od ostalih izvora energije:

GROSS HEAT GENERATION – BY FUEL – 1990-2015 (PJ – GCV)



Slika 13. Bruto proizvodnja toplinske energije po gorivu (izvor: Energija EU-a u brojkama)

5.2. Upotreba toplinske energije u kućanstvima

Temeljem informacija iz Eurostata, 2016. godine na kućanstva ili stambeni sektor odnosilo se 25,4 % konačne potrošnje energije ili 17,4 % bruto potrošnje energije u kontinentalnom dijelu EU-a. Kućanstva koriste energiju u različite svrhe: grijanje prostora i vode, hlađenje prostora, kuhanje, rasvjeta i električni uređaji i druge krajnje primjene koje se uglavnom odnose na energiju koju kućanstvo upotrebljava izvan samog stambenog prostora.

U EU-u, kućanstva energiju uglavnom koriste za grijanje doma (64,7 % konačne potrošnje energije u stambenom sektoru). Udio goriva u konačnoj potrošnji energije u kućanstvu po vrsti krajnje upotrebe za 2016. u % prikazan je na sljedećoj tablici:

EU-28	Total Residential /Households	Space heating	Space cooling	Water heating	Cooking	Lighting and appliances	Other end uses
Electricity	24.4	3.6	0.3	2.8	2.7	13.8	1.2
Derived Heat	7.6	6.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0
Gas	36.9	28.1	0.0	7.0	1.8	0.0	0.0
Solid Fuels	3.4	3.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
Oil & Petroleum Products	11.8	9.6	0.0	1.5	0.7	0.0	0.0
Renewables and Wastes	16.0	14.3	0.0	1.4	0.2	0.0	0.1
Total	100.0	64.7	0.3	14.5	5.4	13.8	1.3

<https://ec.europa.eu/eurostat>

5.3. Toplinske instalacije

Sustavi grijanja podijeljeni su u dvije osnovne skupine, ovisno o izvoru grijanja: centralno i decentralizirano.

Decentralizirani sustavi grijanja mogu se dodatno svrstati u dvije različite skupine ovisno o lokaciji izvora topline - izravno i neizravno grijanje.

- Izravno grijanje

Kad je izvor grijanja u sobi koja se grije, uređaji za grijanje spadaju u skupinu izravnog grijanja. Postoje različite vrste izravnog grijanja: kamini, peći, radijatori od lijevanog željeza, kombinirane peći i drugo. U ovoj skupini uređaja za grijanje, dio topline prenosi se izravno u zrak ili vodu koja grije predmete u sobi. Izvor grijanja za ovu skupinu uglavnom je drvo, drveni peleti i ugljen ili električna energija za poznate električne radijatore.



Slika 14. Neučinkovita peć



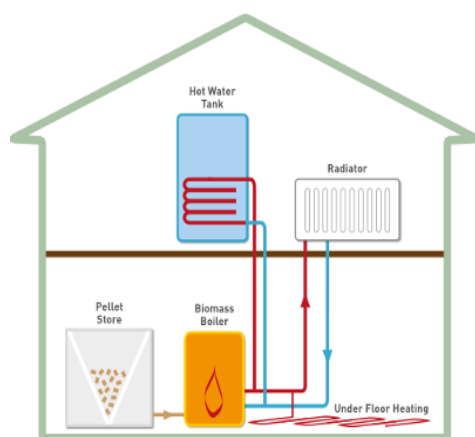
Slika 15. Moderni kamin

Druga skupina sustava grijanja uključuje različite vrste neizravnog grijanja. Izvor grijanja je izvan grijanih soba. Većina topline prenosi se na nosač topline (voda, para ili zrak) koji se prenosi u sobe gdje ga griju cjevovodi ili vodovi ili grijače jedinice kao što su radijatori i konvektori.

U prostoriji, medij za prijenos topline neizravno ili izravno prenosi dio topline koju provodi i vraća je u izvor topline. To su sustavi s kotlovima za grijanje, toplinskim pumpama, centralnim grijanjem.

- Bojleri na pelete

Jedna od najpopularnijih mogućnosti grijanja u kućama su drveni peleti kao izvor topline. Radi se o malim granulama izrađenima od piljevine, poljoprivrednih ili biljnih ostataka. Ti su bojleri najekološkiji uređaji za grijanje na kruta goriva. Gore učinkovitošću do 90 %. U smislu praktičnosti i čistoće, lakše ih je održavati i njima rukovati nego tradicionalnim kaminima. Istovremeno, zbog upotrebe peleta dolazi do smanjene emisije stakleničkih plinova. Jedina im je mana veliko početno ulaganje.



Slika 16. Shema toplinskih instalacija za bojler na pelete

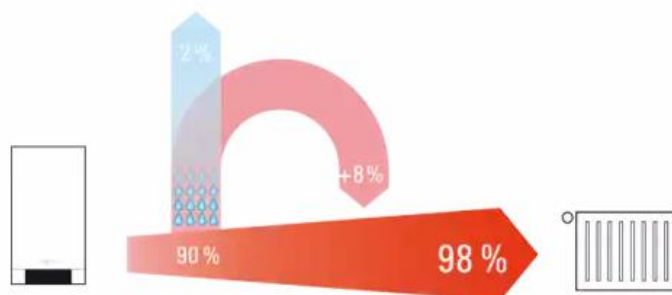
Od 1. siječnja 2022., referentnom Uredbom (EZ) 2015/1185, nameću se određeni zahtjevi specifični za ekološki dizajn za grijanje s obzirom na lokalne izvore grijanja, točnije:

- Sezonska energetska učinkovitost grijanja na lokalne izvore goriva sa zatvorenom komorom za izgaranje na pelete mora biti barem 79 %.
- Sezonska energetska učinkovitost znači odnos između toplinskog opterećenja koje se pokriva iz lokalnog izvora ogrjevnog goriva i godišnje potrošnje energije potrebne za pokrivanje tog opterećenja, izraženo u postotcima
- Kondenzacijski plinski bojleri

Kondenzacijski bojleri su grijači vode na plinski ili uljni pogon. Postižu visoku učinkovitost (najčešće veću od 90 % veće vrijednosti grijanja) kondenzirajući vodenu paru u ispušnim plinovima i postižući na taj način povrat latentne topline isparavanja koja inače ne bi bila iskorištena. Ta kondenzirana para ispušta se u tekućem obliku putem odvoda. U mnogim je državama obavezna upotreba kondenzacijskih bojlera ili se za njih isplaćuju financijski poticaji.

U klasičnom bojleru, gorivo sagorijeva i vrući plinovi prolaze kroz izmjenjivač topline u kojem se većina njihove topline prenosi u vodu i na taj način podiže temperatura vode. Jedan od vrućih plinova koji nastaju u postupku sagorijevanja je vodena para koja proizlazi iz gorenja vodika sadržanog u gorivu. Kondenzacijski bojler ekstrahira dodatnu toplinu iz otpadnih plinova kondenzirajući tu vodenu paru u vodu i postižući na taj način povrat latentne topline isparavanja. Učinkovitost se tipično povećava za čak 10-12 %. Iako učinkovitost kondenzacijskog postupka varira ovisno o temperaturi vode koja se vraća u bojler, uvijek je barem jednako učinkovit kao ne-kondenzacijski bojler.

Proizvođači ne-kondenzacijskih bojlera tvrde da se može postići do 98 % toplinske učinkovitosti, u usporedbi sa 70-80 % kod klasičnih dizajna (zahvaljujući višoj ogrjevnoj vrijednosti goriva). Tipični modeli nude učinkovitosti od oko 90 % što većinu brendova kondenzacijskih plinskih bojlera stavlja u najviše dostupne kategorije energetske učinkovitosti.



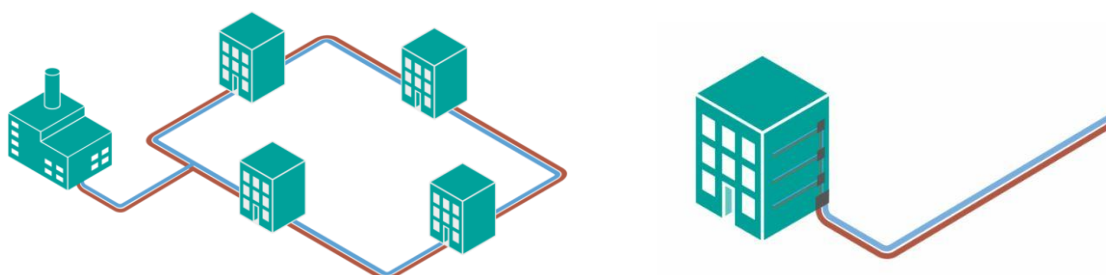
Slika 17. Učinkovitost kondenzacijskih plinskih bojlera (izvor: Viessman)

- Lokalno centralno grijanje

Lokalno grijanje je sustav za proizvodnju i distribuciju toplinske energije koja se proizvodi na središnjoj lokaciji (termoelektrana) kroz sustav izoliranih cijevi za potrebe stambenog i komercijalnog grijanja kao što su grijanje prostora i topla voda za kućanstva.

Mnoge elektrane na fosilna goriva, naročito one u naseljima, zapravo su kogeneracijske elektrane. Kogeneracija je tehnologija za centralnu simultanu proizvodnju električne energije i topline. Kod tradicionalnih metoda proizvodnje električne energije, velika količina korisne topline ispušta se u okoliš u obliku kondenzirane topline iz pare. Suprotno tome, kogeneracijska tehnologija koristi se tom „otpadnom“ toplinom i proizvodi i toplinu i električnu energiju u kombiniranom postupku većom učinkovitošću.

Kombinirana proizvodnja električne i toplinske energije ima dokazane prednosti i, u kombinaciji s najboljim suvremenim tehnikama, najučinkovitija je i ekološki najprihvatljivija metoda.



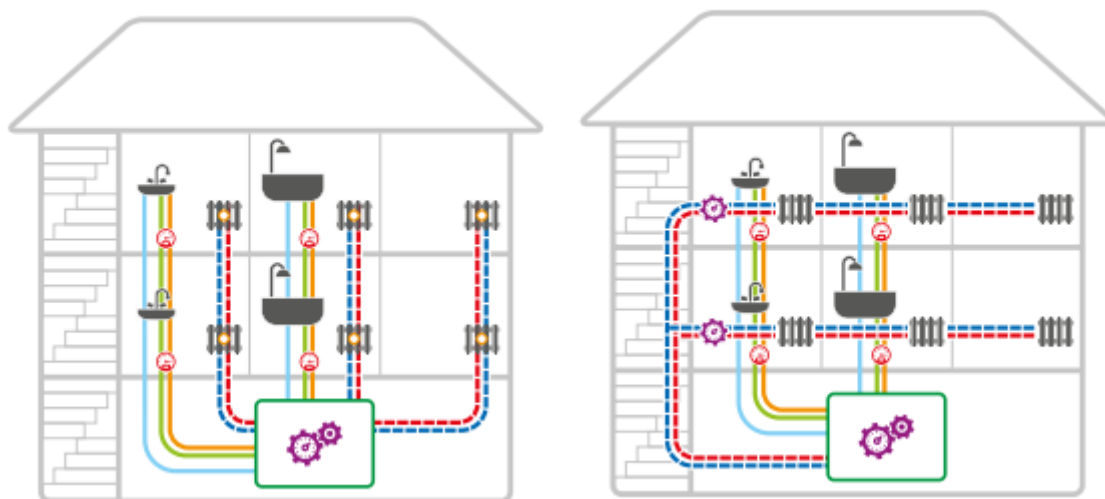
Slika 18. Shema centralnog grijanja

Objekti koji povezuju mrežu za prijenos topline s kućanskim instalacijama stambenih, upravnih i industrijskih zgrada zovu se trafostanice.

U stambenim zgradama izgrađenima prije 1990., ugrađene toplinske instalacije sadrže okomite cijevi koje prolaze kroz gotovo sve prostorije s postavljenim jedinicama za grijanje. U stan nije moguće ugraditi brojilo toplinske energije umjesto razdjelnika topline jer se toplina dovodi u stan putem nekoliko okomitih cijevi. Troškovi grijanja dijele se po razdjelnicima koji se montiraju na svako grijalo i, u skladu s njihovim očitanjem, taj omjer ukupne topline u zgradi troši predmetni potrošač. Takav način mjerenja podrazumijeva ugradnju iste vrste razdjelnika na sve radijatore u zgradi.

Toplinske instalacije s vodoravnim uzlaznim cijevima ušle su na tržište u posljednjih dvadeset i pet godina, nakon uvođenja polietilenskih cijevi s metalnim umetcima. U slučaju okomite uzlazne cijevi, izvodi se devijacija prema pojedinačnom objektu, ugrađuje se zaporni ventil i brojilo toplinske energije, a cijevi zatim dovode do radijatora u stropu stambene jedinice. Ova vrsta instalacije ima neupitne prednosti: veće je estetske vrijednosti i praktičnija - nema okomitih cijevi u sobama, računi su jednostavniji - u skladu s naznakama na brojilima centralnog i etažnog grijanja, a razlika čini energiju za instalacije zgrade i grijanje vode. Veliku prednost predstavlja mogućnost isključivanja grijanja pojedinačno u slučaju neplaćenih računa. Sustavi za opskrbu toplom vodom za obje vrste sustava izvode se okomitim uzlaznim cijevima.

U slučaju okomitih toplinskih instalacija, značajni dio topline ispušta se kroz uzlazne cijevi, i to se ne može izbjeći jer su cijevi fiksirane i ne mogu ih ukloniti službe koje nisu specijalizirane za centralno grijanje. Kod vodoravnih toplinskih instalacija, stanari imaju mogućnost sami regulirati vlastitu potrošnju toplinske energije.



Slika 19. Primjer starih okomitih i novih vodoravnih unutarnjih toplinskih instalacija zgrade (izvor: EVN)

- Grijanje na električnu energiju

Tradicionalni električni uređaji za grijanje:

- kaloriferi;
- radijatori: ulje, voda, suhi (zrak);
- akumulacijske peći;
- klimatizacijski uređaji (toplinske pumpe).

Električni uređaji za grijanje	Instalirana snaga, vat
Kalorifer	2000
Konvektor	2400

Električna grijalica	2000
Akumulacijska električna grijalica	3000
Klimatizacijski uređaj 9 000 btu	950
Klimatizacijski uređaj 12 000 btu	1250
Klimatizacijski uređaj 18 000 btu	1750
Klimatizacijski uređaj 24 000 btu	2600

Tablica: Instalirana snaga najčešćih električnih uređaja za grijanje

Klimatizacijski uređaji su moderni sustavi za grijanje koji troše 3 do 4 puta manje električne energije od energije koju dovode u grijanu / hlađenu sobu.

S druge strane, električne grijalice, akumulacijske električne grijalice, konvektori i kaloriferi troše jednaku količinu električne energije koliko proizvode toplinske.

6. Ventilacija i vlažnost

Stanje unutarnjeg prostora zgrade treba uvijek biti udobno za njezine stanare.

Higijenski minimum za ventilaciju u većini slučajeva osiguran je prirodnim protokom zraka kroz nezatvorene površine prozora i vrata. Prostorije treba obavezno povremeno provjetriti, najbolje nakratko i uz potpuno otvorene prozore.

Da bi se pojavila plijesan, potrebna je vlažnost od 65-85 %. Plijesan se obično javlja u podrumima, kupaćima, prozorskim okvirima, oko klimatizacijskih uređaja i na hladnim zidovima gdje se javlja kondenzacija. Toplinski mostovi pojavljuju se najčešće na hladnim zidovima. Toplinski mostovi mogu se pojaviti na mjestima gdje je snažan protok topline izvana, primjerice u kutovima, na terasama, prozorima i uglovima zgrada. Plijesan se može pojaviti i na mjestima gdje hladne zidove prekrivaju police koje sprečavaju izmjenu zraka.

Prosječno kućanstvo pridonosi ispuštanju oko 10 litara vode u okolni zrak svakog dana. Na kupanje i kuhanje otpada veliki udio; disanje pridonosi manjim dijelom. Drugi izvor vode u zraku je prisutnost biljaka u sobi. Voda koja se koristi za zalijevanje naposljetku se ispušta u zrak. Spore gljivica prisutne su u okolišnom zraku naročito tijekom ljeta. Crna plijesan ispušta velike količine spora u zrak, posebice tijekom suhog i vrućeg vremena. Nakon toga se u zraku unutarnjih prostorija redovno mogu naći spore. Na čistim strukturama stambenog prostora te normalne spore ne mogu preživjeti. Međutim, spore gljivica uspijevaju u povoljnim uvjetima unutarnjih prostorija i uzrokuju štetu na strukturi zgrade te ugrožavaju zdravlje stanara.

Da bi rasle, sporama plijesni potrebna je visoka relativna vlažnost (65-85 %). U unutarnjim prostorima mogu potencijalno infestirati podrum, kupatila, prozorske okvire, klimatizacijske uređaje, ovlaživače zraka i površine hladnih zidova na kojima dolazi do kondenzacije. Površine hladnih zidova uglavnom se povezuju s „toplinskim mostovima“. Toplinski mostovi pojavljuju se na mjestima gdje dolazi do značajnog protoka topline prema van, na primjer, spojevima s balkonima s kontinuiranim betonskim pločama, u blizini prozora ili u kutovima zgrade i naravno na mjestima gdje je toplinska izolacija neispravna ili nepostojeća. Plijesan može naročito rasti na mjestima gdje hladne zidne površine blokiraju ormari ili police s knjigama zbog čega ne može doći do izmjene zraka.

6.1. Odnos između vlažnosti i ventilacije

Zrak uvijek sadržava vodu ili vlagu. Mjera razine sadržane vode / vlage je relativna vlažnost. 0 % relativne vlažnosti znači da u zraku nema vodene pare. 100 % relativne vlažnosti znači da je zrak zasićen vodenom parom i da ne može uzimati više vode. To se događa, na primjer, s maglom, kada se čini da prave kapi vode padaju iz zraka. Kapacitet zraka da upija vodenu paru uvelike ovisi o temperaturi. Hladni zrak ima vrlo ograničeni kapacitet upijanja vode, a topli i suhi zrak ima vrlo visoki kapacitet. Zbog toga je ventilacija toliko važna kako bi izbacila nakupljenu vlažnost iz soba. Hladni zrak koji sadržava vrlo malo vodene pare grije se u stanu. Da nema izvora vlage u stanu, zrak bi bio vrlo suh i vrlo niske vlažnosti. Kada postoje izvori vlage, zagrijani i u međuvremenu osušeni zrak može bez problema upiti tu vodenu paru. Jedan kubni metar zraka može upiti oko 17 grama vodene pare prije nego što se zrak zasiti. Međutim, treba uzeti u obzir da se ne smije puno prekoračiti relativna vlažnost od 60 % jer se ta vrijednost smatra graničnom za zdravu klimu u prostoriji.

6.2. Odnos između vlažnosti i grijanja

Gubitci uslijed prozračivanja predstavljaju velik udio u ukupnim toplinskim gubitcima u kući. U starim zgradama ta je vrijednost oko 40 %, a u zgradama s niskom potrošnjom energije može

dosezati i do 60 %. Nerijetko se pola toplinske energije u prostoriji „baci kroz prozor“ zbog neodgovarajućeg prozračivanja.

No, nije točno zaključiti da nije potrebno prozračivati prostorije ili ih prozračivati što je rjeđe moguće. Vanjski zidovi zgrada nisu posve nepropusni na zrak i vodu. Zidovi ne dišu! Stoga treba osigurati zdravi zrak u prostorijama prozračivanjem na odgovarajući način. Istovremeno, vodena para i mirisi i štetne tvari koje se nakupljaju u stanu moraju se izbaciti prozračivanjem.

Umjetnost propisnog prozračivanja sastoji se, dakle, u prozračivanju koliko je potrebno i nimalo više od toga. U pasivnim kućama (vidjeti poglavlje 7.) to osigurava ventilacijski sustav s izmjenjivačem topline ili, u nekim kućama, bez optimizirane potrošnje energije, sustav ispuha zraka (bez povrata topline). Međutim, u većini stanova stanari moraju znati kako ispravno prozračiti prostorije.

Primjenjuje se, u načelu, pravilo da vlagu koja se nakuplja u stanu treba izbaciti što je učinkovitije moguće bez gubitka sve topline pohranjene u zidovima i bez „hlađenja“ stana. Tijekom razdoblja grijanja to ne bi trebalo činiti držanjem prozora stalno otvorenima, u položaju nagiba, već nasuprotnim prozračivanjem ili kratkim intenzivnim prozračivanjem uz širom otvorene prozore, no samo nekoliko minuta.

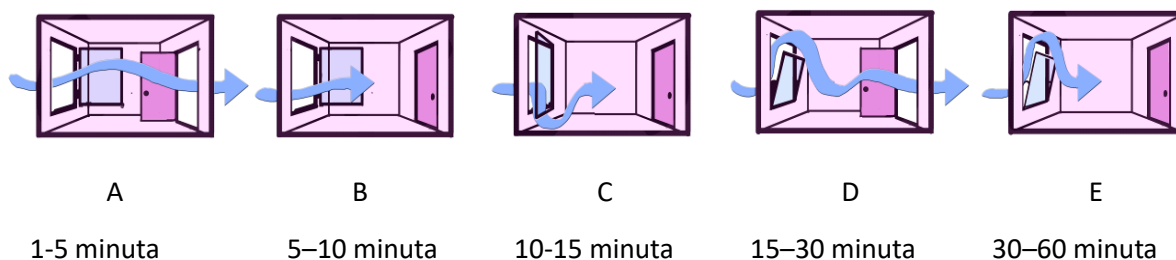
6.3. Ventilacijske instalacije u kućanstvima

Ovisno o načinu na koji se postiže, postoji prirodna i mehanička (prisilna) ventilacija.

Prirodna ventilacija također se naziva prozračivanje, a događa se pod utjecajem vjetrova ili temperaturne razlike. Vrijeme potrebno za odgovarajuću prirodnu ventilaciju i potpunu izmjenu zraka u sobi opisano je na slikama u nastavku. Trajanje ovisi o odabranoj metodi prozračivanja.

Izvedba dobre prirodne ventilacije uvelike ovisi o razmjeru temperaturnih razlika, prevladavajućem smjeru vjetrova i njegovoj prosječnoj brzini u odnosnom području te o razlikama u brzini i smjeru u određenom godišnjem dobu, kao i tijekom dana. Oblik zgrade i njezine okoline također utječe na prirodnu ventilaciju.

Odgovarajući raspored ventilacijskih otvora, prozora i prostora nužan je da bi se osiguralo kretanje zraka u pravom smjeru.



A - Ventilacija širom otvorenim prozorima i vratima;

B - Ventilacija širom otvorenim prozorima;

- C - Ventilacija kroz nekoliko otvorenih prozora;
- D - Ventilacija djelomično otvorenim prozorima i širom otvorenim vratima;
- E - Ventilacija samo djelomično otvorenim prozorima.

Mehanička ventilacija postiže se stvaranjem pritiska u sustavu pomoću ventilatora.

Ovisno o vrsti ventilacije, postoji lokalna, opća izmjena i miješana. Lokalna je ona koja se postavlja na izvoru primjerice neugodnih mirisa, prašine, itd. Najjednostavniji primjer lokalne ventilacije je kuhinjska napa. Kompletna ispušna ventilacija je ona koja dovodi i usisava zrak iz sobe. U svakoj ustanovi postoji ili mora postojati takva ventilacija. Miješana ventilacija je ventilacijski sustav s istovremenom zajedničkom i lokalnom ventilacijom u jednoj sobi.

Ključni čimbenik u upravljanju operativnim troškovima zgrada je postizanje ugodne mikroklimе uz istovremeno smanjenje potrošnje energije.

Povrat u ventilacijskim sustavima često se upotrebljava za povećanje učinkovitosti tih sustava i smanjenje troškova električne energije. Šteta za okoliš i operativni troškovi se smanjuju. Prednosti bolje mikroklimе za stanare neupitne su: povećava radni kapacitet, smanjuje učestalost bolesti i bolovanja, zbog čega pozitivno utječe i na ekonomski aspekt.

Povrat (rekuperacija - povrat, obnova) - povrat energije ili materijala za ponovnu upotrebu u istom tehnološkom procesu.



Slika 20. Načelo rekuperacije

Povrat je postupak u kojem se ispušni zrak upotrebljava za grijanje ili hlađenje svježeg zraka. Grijani ili hlađeni zrak prolazi kroz izmjenjivač topline i grije ili hladi svježi zrak. Time se smanjuju troškovi grijanja i hlađenja.

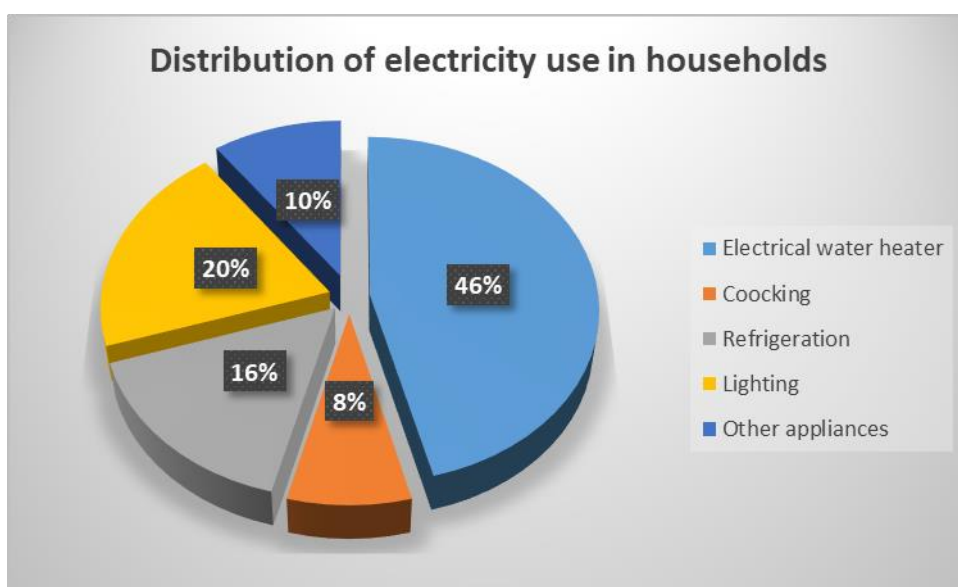
7. Električna energija

Električna energija kojom se koristimo je sekundarni izvor energije jer se proizvodi pretvaranjem primarnih izvora energije, primjerice ugljena, prirodnog plina, nuklearne energije, solarne energije i energije vjetra u električnu energiju. Naziva se i prijenosnikom energije, što znači da se može pretvoriti u druge oblike energije kao što je mehanička ili toplinska energija.

Na teritoriju RH ukupno instalirana snaga elektrana u vlasništvu HEP grupe je 3817 MW, od čega je 2136 MW hidroelektrana i 1681 MW termoelektrana. Instalirano je također i 210 MW industrijskih elektrana, a u sustav su integrirane i vjetroelektrane ukupne snage 93 MW.

7.1. Upotreba električne energije u kućanstvima

Raspodjela potrošnje električne energije u kućanstvima uglavnom ovisi o načinu grijanja. Ako je grijanje centralno, na prirodni plin, ugljen, drvo ili druga goriva, a ne električnu energiju, potrošnja električne energije je kako slijedi:



Slika 21. Raspodjela upotrebe električne energije u kućanstvima

Potrošnja električne energije u kućanstvima ovisi o:

- broju ukućana,
- upotrebi električnih grijalica u kućanstvu,
- grijanju vode pomoću električnog bojlera,
- načinu pripreme hrane,
- broju i vrsti rasvjetnih tijela,
- broju uređaja u stanju mirovanja (stand-by),
- starosti uređaja.

7.2. Električni uređaji u kućanstvima

Hladnjaci

Hladnjaci i zamrzivači neki su od najvećih potrošača energije u kućanstvu jer rade kontinuirano.

Prosječna temperatura unutar hladnjaka je između 2 °C i 8 °C. Smanjenjem temperature za jedan stupanj potrošnja energije povećava se za 6 %. Stoga unutarnju temperaturu ne bi trebalo podešavati

na razinu ispod 7 °C. Na taj se način štedi oko 30 % električne energije u usporedbi s podešenjem unutarnje temperature na 2 °C.

U pravilu, kućanstvo u kojem žive 4 osobe, u kojem se nalazi stari hladnjak ili kombinirani hladnjak i škrinja za duboko zamrzavanje, trošit će do 700 kWh godišnje samo za rashladne uređaje. Usporedbe radi, novi visoko-štedni kombinirani hladnjak i zamrzivač obujma hladnjaka većeg od 190 litara i komore za zamrzavanje od 92 litre troši samo oko 200 kWh godišnje. Odlučivši u korist kupnje štednih uređaja štedi se oko dvije trećine električne energije potrebne za hladnjak i zamrzivač.

U prosjeku, prije zamjene starih uređaja, kućanstva troše 720 kWh za potrebe rashlađivanja i dubokog zamrzavanja. Nakon kupnje novih uređaja, prosječna električna energija koju ta kućanstva troše na rashlađivanje i duboko zamrzavanje iznosi samo 160 kWh godišnje.

Rashladna oprema troši puno električne energije prvenstveno zbog sljedećeg:

Velika potrošnja zbog:	Razlog:
Slaba toplinska izolacija	Stari uređaj
Nezatvorena vrata	Amortizacija
Visoka vanjska temperatura	Loša lokacija (sunčeva svjetlost, peć, itd.)
Preniska temperatura	Neodgovarajuće podešenje
Rasipanje topline	Nedovoljna ventilacija
Zaleđeni zamrzivač	Slaba potpora

Kriteriji za kupnju novog uređaja

Prije kupnje treba analizirati zahtjeve: Isplati li se kupiti zamrzivač ili škrinju za duboko zamrzavanje ili je dovoljan hladnjak s pretincem za zamrzavanje ili pak kombinacija hladnjaka i zamrzivača?

Ako je stari hladnjak ili zamrzivač premalog kapaciteta, bolje je kupiti veći uređaj, a stari staviti van upotrebe, nego kupovati drugi uređaj. Hladnjak s dvostruko većom korisnom zapremninom troši puno manje električne energije od dva uređaja. Kada se neučinkoviti stari uređaj također zamijeni, unatoč većoj korisnoj zapremnini, ušteda energije može biti veća od 50 %.

U slučaju da su doista potrebna dva uređaja treba, po mogućnosti, pronaći hladniju lokaciju za jedinicu zamrzivača. Hladnjak u kuhinji ne bi trebalo izlagati izravnoj sunčevoj svjetlosti niti postavljati blizu radijatora ili peći (negrijana smočnica idealno je mjesto).

Ako već postoji zamrzivač, može se odabrati hladnjak bez pretinca za zamrzavanje. Hladnjaci bez pretinca za zamrzavanje zahtijevaju puno manje električne energije od onih s pretincem za zamrzavanje ili s pretincem za zamrzavanje s četiri zvjezdice.

Uređaje sa sustavom bez zaleđivanja koji se danas na tržištu nazivaju „no-frost“ jedinicama nisu dobar odabir. U prvi mah se čini da su ti uređaji praktični jer ih nije potrebno odleđivati budući da se

ne stvara led na unutarnjim stijenkama i zamrznutoj robi. Međutim, takve jedinice u pravilu troše između 10 i skoro 20 posto više električne energije od običnih „low-frost“ jedinica.

Treba ozbiljno razmisliti je li potrebno kupiti zamrzivač ili škrinju za duboko zamrzavanje. Priprema duboko zamrznutih proizvoda zapravo je brza i jednostavna; međutim, priprema svježih namirnica s tržnice ili izravno od proizvođača preporučuje se radi zaštite klime. Osim toga, duboko zamrznuti proizvodi zahtijevaju veliku potrošnju energije za skladištenje i prijevoz. Kod kupnje svježih namirnica prednost treba dati onima koji su označeni kao regionalni proizvodi.

Odlaganje hladnjaka

Hladnjaci koji se koriste u kućanstvu funkcioniraju po načelu kompresora. Rashladna sredstva bazirana na CFC-u koja se dugo koriste kao rashladno sredstvo problematična su jer uvelike pridonose uništavanju ozonskog omotača i na taj način nanose štetu klimi.

Dakle, hladnjak smiju odložiti samo stručnjaci putem stanica za prikupljanje opasnog otpada ili putem distributera. Tijekom uklanjanja potrebno je paziti da ne dođe do oštećenja rashladnih linija.

Od polovice 1990-ih, noviji hladnjaci uglavnom sadrže druga rashladna sredstva, primjerice butan ili R134a. U međuvremenu, CFC-ovi su zabranjeni u cijeloj EU.

Perilice i sušilice za rublje

Oko 5 % električne energije koja se potroši u kućanstvu potrebno je za pranje rublja. Najveći dio toga odnosi se na grijanje vode.

Perilici rublja treba mali dio energije (10 do 20 % ovisno o programu pranja) za okretanje pri pranju, a veći dio služi za grijanje zapjenjene vode.

Energetske potrebe za ciklus pranja povećavaju se s količinom vode i temperaturom pranja. Količina vode koja je potrebna za ciklus pranja ovisi o perilici, ali i o odabranom programu pranja. Prije je kroz perilicu teklo više od 100 litara vode za standardni program pranja na 60 °C. Danas je potrebno nešto manje od 40 do 50 litara za pet ili čak šest kilograma rublja. To je moguće jer se danas rublje više ne „kupa“ već takoreći „tušira“.

Godina proizvodnje	Električna energija			Voda		
	Niska razina potrošnje	Umjerena potrošnja	Visoka razina potrošnje	Niska razina potrošnje	Umjerena potrošnja	Visoka razina potrošnje
2010.	0,75 kWh	0,9 kWh	1,33 kWh	35 litara	44 litre	55 litara
2005.	0,8 kWh	0,94 kWh	1,35 kWh	35 litara	45 litara	65 litara
1999.	0,89 kWh	1,08 kWh	1,45 kWh	39 litara	57 litara	90 litara

Tablica: Usporedba potrošnje električne energije i vode za svaku upotrebu kod perilica od 5 kg koje se pune sprijeda (standardni program na 60 °C). Izvor: Naročito štedni uređaji, Energetska agencija Sjeverne Rajne - Vestfalije

Potrošnja električne energije standardne stare perilice rublja ne ovisi o razini punjenja; odnosno, ako je samo napola puna i radi na normalnom programu pranja, perilici je potrebna jednaka količina električne energije kao i kad je bubanj potpuno pun.

Ako u vašem kućanstvu nije moguće izbjeći pokretanje djelomično napunjene perilice rublja, najekonomičnije su one perilice rublja koje prilagođavaju količinu vode količini rublja. Kod novih perilica rublja takozvano automatsko podešavanje kapaciteta već je standardna funkcija.

Međutim, napola puna perilica rublja i dalje troši puno više električne energije po kilogramu rublja nego manja, ali puna perilica rublja.

Temperatura pranja

Potrošnja energije po ciklusu pranja uvelike ovisi o temperaturi pranja.

Temperatura pranja	Električna energija potrebna po svakoj upotrebi	Trošak po upotrebi
Pranje na 30 stupnjeva	0,35 kWh	0,84 €
Pranje na 40 stupnjeva	0,50 kWh	1,20 €
Pranje na 60 stupnjeva	0,95 kWh	2,28 €
Pranje na 95 stupnjeva	1,7 kWh	4,08 €

Tablica: Potrošnja i troškovi po ciklusu pranja ovisno o temperaturi pranja po cijeni od 0,24 Euro-centa / kWh električne energije

Potrošnja ovisi o odabiru najprikladnijeg programa pranja ovisno o vrsti materijala i stupnju zaprljanja. U pravilu, pretpranje nije potrebno niti kod jako zaprljanog rublja. Ako se rublje pere na 95 stupnjeva bez pretpranja, štedi se oko 40 % električne energije potrošene uz pretpranje. S obzirom na učinkovitost kojom peru današnje perilice rublja, program na 60° dovoljan je za bijelo rublje (donje rublje, ručnici). Program od 95 °C troši gotovo dvostruko više energije od programa na 60°.

Štedni programi

Različiti dodatni programi, kao što je kratki program, štedni program ili optimizacija brzine centrifuge, mogu uštedjeti energiju. Uz štedne programe koristi se dugotrajnije namakanje umjesto visokih temperatura pranja. U korisničkom priručniku provjerite koliko traju određeni programi pranja. Ponekad ispadne da takozvani štedni program troši više električne energije nego, na primjer, kratki program za malo zaprljano rublje.

Kako sušilice rublja troše električnu energiju?

Električne sušilice rublja troše puno električne energije. U svakom slučaju, jeftinije je sušiti rublje na svježem zraku ili u prostoriji za pranje i sušenje rublja.

Čak se i zimi rublje može sušiti u prostoriji za pranje i sušenje rublja uz vrlo nisku potrošnju energije, u podrumu ili u drugoj odgovarajućoj prostoriji na staklu za rublje, ako je potrebno, pomoću ventilatora (25 vati, cijena oko 10 EUR) koji se usmjeri tako da zrak puše između komada rublja kako bi se pomicali na zračnoj struji. Rublje koje se suši na svježem zraku unosi vodu u zrak koji protječe pored njega. Ako primijenite ovaj trik, dobro iscentrifugirano rublje osušit će se u roku od jednog dana ili čak nekoliko sati. Ugodna nuspojava: Zbog stalnog kretanja rublja ono postaje meko i glatko, kao da je osušeno u sušilici.

Sušilice su dostupne u tri osnovna različita dizajna:

Ventilacijske sušilice unose okolni zrak, griju ga i raspuhaju kroz rublje tako da upija vlagu. Zatim se vlažni vrući zrak izbacuje van. Za to je potrebna dobro prozračena soba i cijev za ispušni zrak koja vodi van kako bi ulazni zrak bio relativno suh, a ne vlažan, i kako ne bi došlo do štete na konstrukciji zgrade zbog vlažnog zraka. Plinske ventilacijske sušilice troše tek oko pola primarne potrošnje električnih ventilacijskih sušilica.

Kondenzacijske sušilice raširenije su od ventilacijskih i za njih je potreban tek jedan priključak na dovod električne energije. Vlažni vrući zrak hladi se u jednom dijelu uređaja, vlaga se kondenzira i prikuplja u spremniku ili odmah izbacuje kao otpadna voda.

Zrak koji se na ovaj način suši i hladi ponovno se zagrijava i puše kroz rublje. Najčešće se sobni zrak crpi kroz cijev kroz vrući zrak sušilice, grije i ponovno izbacuje u sobu kako bi zagrijavao okolinu sušilice. Druga su mogućnost vodeni rashladni sustavi. Zbog načina na koji su projektirani, tim uređajima treba oko 10 posto više energije nego ventilacijskim sušilicama da bi postigli isti učinak. Kondenzacijske sušilice s toplinskom pumpom rade na niskim temperaturama vrućeg zraka kao standardne kondenzacijske sušilice. Toplina iz postupka sušenja se oporablja. Uz te se sušilice može uštedjeti čak 50 % potrošnje električne energije, ovisno o uređaju s kojim se uspoređuje. Kabineti za sušenje rublja, koji suše pomoću hladnog zraka, imaju najnižu potrošnju električne energije od svih, ali sušenje traje jako dugo.

Posebna vrsta sušilice je perilica-sušilica. Ti su uređaji perilice rublja koje mogu i sušiti rublje. Standardni modeli mogu npr. oprati 5 kg rublja i osušiti 2,5 kg rublja po ciklusu pranja. Odnosno, nakon pranja potrebno je ukloniti pola rublja i osušiti preostali dio. Ovdje opisani uređaji suše rublje koristeći se tehnikom kondenzacije vode. Zagrijani suhi zrak provodi se pored vodom hlađene površine na kojoj se vodena para kondenzira i otječe u obliku vode. Tim je uređajima za grijanje potrebna i voda (za hlađenje). Perilice-sušilice namijenjene su manjim kućanstvima u koje se ne može ugraditi zasebna sušilica i gdje nema mogućnosti vješanja rublja na užetu za sušenje rublja.

Presudni čimbenik za vrijeme i energiju potrebnu za sušenje je količina vode koja se dovodi do rublja. Ako se rublje centrifugira na 1.400 umjesto na 800 okretaja u minuti, potrošnja energije kondenzacijske ili ventilacijske sušilice smanjuje se za oko 30 %. Sušilice najbolje rade kad su potpuno napunjene.

	Perilica-sušilica	Ventilacijska sušilica	Kondenzacijska sušilica (bez toplinske pumpe)	Uže za sušenje rublja
--	-------------------	------------------------	---	-----------------------

		(električna)		
Neučinkoviti uređaj	750 €	660 €	675 €	0 €
Novi učinkoviti uređaj	380 €	400 €	510 €	0 €
Ušteda	370 €	250 €	165 €	0 €
Godišnja ušteda na troškovima električne energije	75 €	50 €	30 €	0 €

Tablica: Operativni troškovi za perilice-sušilice u četveročlanom kućanstvu (150 upotreba godišnje, trošak električne energije od 20 euro-centa/kWh). Izračuni autora.

Električna energija i voda koju troše perilice posuđa

Perilicama posuđa potrebna je električna energija za grijanje vode. Taj dio predstavlja oko dvije trećine potrošnje po ciklusu pranja. Ako se temperatura pranja posuđa smanji sa 60 na 50 stupnjeva, perilica će trošiti oko 30 % manje električne energije.

Kad je potpuno napunjena, velika perilica za posuđe kapaciteta za 10 do 14 kompleta posuđa ekonomičnija je u smislu potrošnje električne energije od manjih perilica posuđa kapaciteta za 7 do 9 kompleta posuđa.

Najčešće postoje programi za različite stupnjeve ostataka hrane koji se razlikuju po temperaturi pranja (40 – 70 °C), trajanju pranja (oko 30 – 120 minuta) i potrošnji energije.

Međutim, gotovo svaka perilica posuđa ima posebne postavke programa, a vrijeme trajanja programa može biti vrlo različito.

Koristeći se štednim programima pri upotrebi tih uređaja postižu se jednako dobri rezultati uz duže pranje na nižim temperaturama, uz manje potrošnje energije, kao i uz kraće pranje na višim temperaturama.

Temperatura	Opis	Potrošnja električne energije	Trajanje programa	Potrošnja vode
35 stupnjeva	„brzo“	0,7 kWh	oko 30 minuta	10 l
40 stupnjeva	„blago“	0,9 kWh	oko 75 minuta	15 l
50 stupnjeva	„eco“	1,05 kWh	oko 140 minuta	15 l
65 stupnjeva	„normalno“	1,6 kWh	oko 140 minuta	19 l
70 stupnjeva	„intenzivno“	1,7 kWh	oko 150 minuta	20 l

Tablica: Primjeri potrošnje električne energije i vode kod moderne perilice posuđa (kapaciteta 12 kompleta posuđa, puna)

Potrošnja električne energije za kuhanje

Prosječna snaga električnog štednjaka je 1000 do 1500 vati (manja električna ploča) do 2200 vati (velika električna ploča) po električnoj ploči u upotrebi. Snaga pećnice je oko 2 kW. Dakle, kuhanjem u trajanju od 1 sata na velikoj električnoj ploči troši između 2 i 2,2 kWh električne energije.

U smislu potrošnje električne energije, plin je povoljniji za kuhanje jer se izbjegava cijeli lanac koji vodi do pretvaranja energije (npr. ugljen) u električnu. Budući da je cijena plina također manja od cijene električne energije (6 do 8 euro-centi/kWh u usporedbi s 19 do 21 euro-centi/kWh), cjenovna prednost je više od 30 %.

Veličina kućanstva	Godišnja potrošnja električne energije za kuhanje
1 osoba	200 kWh
2 osobe	390 kWh
3 osobe	450 kWh
4 osobe	580 kWh

Tablica: Prosječna potrošnja električnog štednjaka. Izvor: VDEW

Učinkovitost ovisi o vrsti ploče za kuhanje. Što je veća učinkovitost, to je veća količina topline koja se izravno dovodi do hrane koja se kuha u posudi za kuhanje, a ne samo do električne ploče. Zagrijavanje na potrebnu temperaturu troši između 70 i 80 % utrošene električne energije, što znači da 20 do 30 % otpada na daljnje kuhanje, naročito kad se stupanj električne ploče smanji na vrijeme.

Električna energija za grijanje

Najčešći uređaji u kućanstvima za grijanje na električnu energiju:

- klima uređaji,
- kaloriferi,
- radijatori: ulje, voda, suhi (zrak),
- skladišni grijači.

Najveći udio potrošnje električne energije otpada na upotrebu uređaja za grijanje tijekom zimskog razdoblja.

Koliko će električne energije potrošiti električni uređaji ovisi o instaliranoj snazi uređaja i trajanju upotrebe.

Klima uređaji za hlađenje

Po učinkovitosti, klima uređaji se dijele na:

- konvencionalne - klima uređaji koji ne mijenjaju izlaznu snagu;
- inverterske - mijenjaju snagu bez smetnji, što im omogućuje rad na optimalni način;

- DC inverterske - radi se o varijaciji inverterskih klima uređaja s vrlo učinkovitim kompresorom, što se održava u podizanju učinkovitosti cijelog uređaja i manjoj potrošnji električne energije.

Potrebna instalirana snaga klima uređaja za prostorije različitog obujma koji treba grijati:

Prostorija i dimenzije	Potrebna snaga
Do 50 m ³	2,0 kWh
50-60 m ³	2,7 kWh
60-90 m ³	3,5 kWh
90-120 m ³	5,0 kWh
120-170 m ³	7,0 kWh

7.3. Gubitci u stanju mirovanja

Način rada u mirovanju (stand-by) je način u kojem se troši najmanje električne energije, korisnik ga ne može isključiti (ne može utjecati na njega) i može trajati neograničeno vrijeme kad se uređaj spoji na dovod električne energije, ako se upotrebljava u skladu s uputama proizvođača.

Način rada u mirovanju obično je neoperativni način kad se uspoređuje s primarnom namjenom uređaja. Mjerenje potrošnje energije i radni učinak uređaja tijekom drugih načina rada ili predviđene namjene uglavnom se navodi u odgovarajućim standardima proizvoda i nije predviđeno obuhvatiti ga ovim standardom.

Gubitci tijekom stanja mirovanja električnih uređaja proizlaze iz činjenice da uređaji nisu u potpunosti isključeni, već su u stanju mirovanja i troše električnu energiju. Stanje mirovanja uglavnom povezujemo s televizorima. Nalaze se u stanju mirovanja kako bi bilo moguće uključiti i isključiti ih daljinskim upravljačem. U tom načinu rada televizori mogu trošiti jednako električne energije kao u radnom stanju.

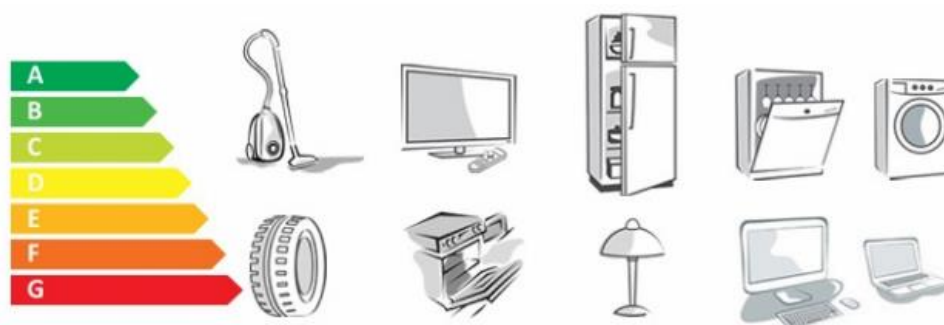
Europska komisija usvojila je 1. prosinca 2008. direktivu o ekološkom dizajnu za električne uređaje u kojoj se navode novi zahtjevi za poboljšanje energetske učinkovitosti. Uključuju i zahtjev za maksimalno 0,5-2 vata potrošnje električne energije u stanju mirovanja, što će se postupno smanjivati. To vrijedi za sve nove uređaje.

Uređaj	Potrošnja u stanju mirovanja, u	Prosječno vrijeme u stanju mirovanja na dan, u satima
--------	---------------------------------	---

	vatima	
LCD TV, 80 - 94 cm	1	20
Stari TV prijamnik	6	20
DVD	10	20
Hi-Fi sustav	8	22
Radio	2	20
Osobno računalo s monitorom i pisačem	10	20
Modem + router	7	20
Telefon	2	23
Aparat za kavu	3	23

7.4. Energetsko označivanje električnih uređaja

Energetske oznake EU-a pomažu potrošačima u odabiru energetski učinkovitih proizvoda. Proizvodi se trenutno označuju na ljestvici od A+++ (najučinkovitiji) do G (najmanje učinkoviti). Međutim, zbog razvoja sve više energetski učinkovitih proizvoda, proizvodi će se postupno drugačije označiti uvođenjem jednostavnije ljestvice od A do G.



Većina velikih kućanskih uređaja mora biti označena EU oznakom. Energetska oznaka EU-a mora biti jasno vidljiva s prednje ili gornje strane svakog uređaja u prodajnom ili izložbenom prostoru. Koji uređaji moraju biti označeni na ovaj način definirano je nacionalnim zakonom o označivanju energetske potrošnje.

Trenutačno je označivanje propisano za:

- hladnjake i zamrzivače
- perilice za rublje
- perilice-sušilice

- sušilice za rublje
- perilice za posuđe
- električne pećnice
- sobne klima uređaje
- svjetiljke.

7.5. Praćenje i izračun električne energije u kućanstvima

Nije naročito teško izračunati potrošnju električne energije. Većina uređaja ima naljepnicu na kojoj je navedena instalirana snaga uređaja ili potrošnja u vatima.

Postoje jednostavni koraci za izračun potrošnje električne energije u kućanstvima:

Korak 1. Vati na dan

Za izračun troškova potrošnje električne energije jednostavno se pomnoži snaga jedinice u vatima s brojem sati kako bi se dobio broj vat-sati potrošenih svaki dan. Na primjer, uzmimo slučaj televizora od 125 vati koji radi tri sata dnevno. Množenjem snage u vatima s brojem sati upotrebe na dan dobije se rezultat potrošnje od 375 vat-sati dnevno.

$$125 \text{ vati} \times 3 \text{ sata} = 375 \text{ vat-sati na dan}$$

Korak 2. Pretvaranje u kilovate

Međutim, električna energija se iskazuje u kilovat satima na vašem računu za struju. Budući da znamo da je 1 kilovat jednak 1000 vati, potrošnja određenog uređaja u kWh jednostavno se izračunava dijeljenjem s 1000.

$$375 \text{ vat-sati na dan} / 1000 = 0,375 \text{ kWh na dan}$$

Korak 3. Mjesečna i godišnja upotreba

Da biste saznali koliko će to zapravo iznositi na vašem računu za struju, morat ćete jednadžbu dodatno razraditi. Prvo ćete morati izračunati koliko kWh televizor troši mjesečno.

$$\begin{aligned} 375 \text{ vat-sati dnevno} \times 30 \text{ dana} &= 11,25 \text{ kWh mjesečno} \\ 11,25 \text{ kWh mjesečno} \times 12 &= 135 \text{ kWh godišnje} \end{aligned}$$

Korak 4. Izračun troška

Sljedeće što trebate učiniti je izvaditi posljednji račun za struju i vidjeti koliko plaćate po kWh. Cijena električne energije u Bugarskoj je 0,18 BGN po kWh. Da biste saznali koliko vas vaš TV košta mjesečno, pomnožite cijenu električne energije s kWh godišnje koji ste izračunali kako je prethodno navedeno.

$$135 \text{ kWh godišnje} \times 0.18 \text{ po kWh} = 25 \text{ BGN godišnje}$$

U tablici u nastavku naveden je primjer za izračun godišnje potrošnje električne energije i troškova struje za tipične kućanske uređaje, ovisno o energetske razredu:

Električni uređaj	Instalirana snaga [vat]			Jedinice	Sati rada dnevno [h/d]	Mjeseci rada [mjeseci/godina]	Vaša potrošnja električne energije [kWh/godina]		
	G - E	D - B	A - A++				G - E	D - B	A - A++
Grijač za vodu	3000	2200	1800	1	1	12	1080	792	648
Štednjak	3500	3000	2500	1	1	12	1260	1080	900
Grill	2100	1800	1000	1	0,06	12	45	39	22
Sijalice	80	40	10	10	3	12	86	43	11
Električni prekrivač	120	80	60	1	2	4	29	19	14
Električna grijalica	4000	1200	0	1	3	4	1440	432	0
Kuhalo za vodu	1800	1500	1200	1	0,3	12	194	162	130
Aparat za kavu	1000	200	60	1	0,1	12	36	7	2
Klima uređaj	0	1800	1200	2	3	6	0	972	648
Računalo	300	150	60	1	2	12	216	108	43
Svjetiljka u dnevnoj sobi	100	50	12	1	3	12	108	54	13
Mikrovalna	1000	800	600	1	0,1	12	36	29	22
Noćno svjetlo	100	50	12	2	1	12	36	18	4
Perilica za rublje							250	220	150
Player	80	50	10	1	1	12	29	18	4
Usisavač	2400	1800	1400	1	0,2	12	173	130	101
Router	8	7	6	1	24	12	69	60	52
Sušilo za kosu	2000	1500	1000	1	0,05	8	24	18	12
Sušilica za rublje				1			649	581	235
Perilica za posuđe	1800	1200	800	1	0,5	12	324	216	144
Televizor	500	125	60	1	3	12	540	135	65
Toster	1000	800	600	1	0,05	12	18	14	11

Stereo sustav	600	200	100	1	1	12	216	72	36
Zamrzivač				1			431	323	157
Hladnjak				1		12	520	200	80
Glačalo	1200	1000	800	1	0,1	12	43	36	29

Tablica za izračun potrošnje električne energije različitih uređaja u kućanstvu

7.6. Mjerenje električne energije

Uređaj za mjerenje električne energije omogućuje najjednostavnije mjerenje potrošnje električne energije i potrošnje električne energije električnih uređaja. Uređaji za mjerenje električne energije dostupni su na tržištu u različitim dizajnima. Za upotrebu u kućanstvu, u pravilu je dovoljan jednostavan uređaj za mjerenje maksimalno 4 kW. Treba poštivati maksimalno opterećenje uređaja.

Na što treba paziti pri kupnji novog mjernog uređaja?

Raspon mjerenja treba početi od 0,5 vati jer se u suprotnom gubitci u stanju mirovanja i gubitci zbog pseudo isključenog stanja mogu mjeriti tek vrlo neprecizno ili uopće ne. Nažalost, veliki trgovački lanci često prodaju jeftine mjerene uređaje koji ne zadovoljavaju upravo taj kriterij! Uređaj za mjerenje električne energije treba biti što precizniji, imati jasno vidljivi zaslon i biti jednostavan za upotrebu. Trebalo bi biti moguće očitati potrošnju električne energije izravno u vatima.

Jednostavniji i jeftiniji uređaji, koji mjere s manjom preciznošću, mogu se upotrijebiti za mjerenje potrošnje hladnjaka. Osim prikaza snage struje, nužna je i funkcija spremanja podataka radi dugoročnog mjerenja potrošnje hladnjaka! Interni mjerni uređaj mjeri vrijeme i potrošnju energije od ugradnje uređaja. Uvijek provjerite je li memorija podešena na nulu na početku mjerenja. Također treba biti moguće ponovno očitati pohranjene podatke o „vremenu“ i „potrošnji energije“ nakon uklanjanja mjernog uređaja.

Na većini mjernih uređaja prikazuju se i troškovi električne energije koji proizlaze iz izmjerene potrošnje energije. Osnovna cijena električne energije obično je unaprijed podešena, no može se i ručno unijeti.



Slika 22. Primjer uređaja za mjerenje električne energije preciznosti mjerenja od 1 vat, po cijeni od 30 EUR. Izvor: www.no-e.de



Slika 23. Primjer uređaja za mjerenje električne energije preciznosti mjerenja od 0,2 vata, po cijeni od 50 EUR. Izvor: www.no-e.de

8. Rasvjeta

8.1. Uvod u rasvjetu u kućanstvima

Na rasvjetu u prosječnom kućanstvu otpada oko 10 % cjelokupne potrošnje energije. Na rasvjeti se može puno uštedjeti. Štedne sijalice mogu upola smanjiti godišnju potrošnju - s 200 kWh na 100 kWh ne umanjujući ugodu.

Razni pojmovi koji se upotrebljavaju u vezi s rasvjetom mogu biti zbunjujući. U ovom se poglavlju stoga sažeto navode najvažniji pojmovi za provjeru uštede energije i objašnjava njihovo značenje.

Svjetlosni tok

Svjetlosni tok odnosi se na količinu svjetlosti koju proizvodi rasvjetno tijelo. Svjetlosni tok mjeri se u lumenima (lm). Što je veći broj lumena koji proizvodi rasvjetno tijelo, to je svjetlost koju daje jača. Od 2010., izlazna snaga štednih rasvjetnih tijela u lumenima mora biti navedena i već se nalazi na većini pakiranja.

Osvjetljenje

Osnovni parametar za planiranje rasvjetnih sustava je potrebno osvjetljenje. Osvjetljenjem se iskazuje količina svjetla koja pada na površinu. Mjerna jedinica je lux (lx) - lumen po kvadratnom metru.

Minimalna osvjetljenja za radna mjesta različito se navode se ovisno o namjeni. Variraju od 50 lux u hodnicima i 200 do 500 lux u tipičnim radnim prostorima, do 1500 lux u odjelu za kontrolu kvalitete. Na površini stola operacijske dvorane potrebno je osvjetljenje između 20000 i 100000.

Svjetlosna učinkovitost

Takozvana svjetlosna učinkovitost sijalice opisuje količinu svjetla koje se proizvodi u odnosu na potrebni unos energije. Izračunava se kao omjer svjetlosnog toka (lumeni) i ulazne električne energije (vati).

Svjetlosna učinkovitost = lumeni po vatu

Veća vrijednost lumena po vatu (lm/W) znači veću energetska učinkovitost sijalice. Stoga je ta vrijednost mjera učinkovitosti sijalice.

Tablica u nastavku prikazuje svjetlosnu učinkovitost raznih sijalica:

Vrsta sijalice	Svjetlosna učinkovitost = lumeni po vatu
Klasična sijalica (sijalica sa žarnom niti)	12
Halogena sijalica	15-25
LED sijalica visokih performansi	80

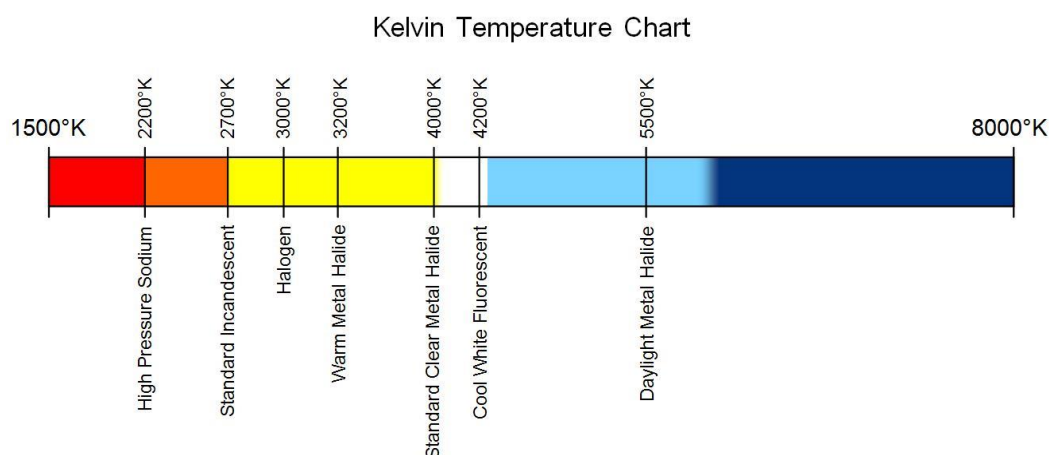
Štedna sijalica	60-70
Fluorescentna sijalica (hladno svjetlo)	100

Boja svjetlosti

Boja svjetlosti je rezultat spektralne kompozicije svjetlosti koju proizvodi izvor svjetlosti. Boju svjetlosti stvaraju ili određene pojedinačne boje određene valne duljine ili mješavina nekoliko valnih duljina ili područja valnih duljina u određenom spektru.

Svijeće, klasične sijalice i Sunce najvažniji su izvori svjetlosti. Jedna stvar im je zajednička: boja svjetlosti ovisi o temperaturi. Zagrijani predmet prvo svijetli crveno, a kako se grije, svjetlost prelazi iz žute u bijelu pa u plavu.

Temperatura svjetlosti izražava se u Kelvinima (K).



Slika 24. Prikaz temperature u Kelvinima

Na tablici u nastavku prikazane su temperature boja različitih izvora svjetlosti. Kao što možete vidjeti, klasična sijalica ima nižu temperaturu boje od fluorescentne. Što je vrijednost temperature boje veća, to je svjetlost „hladnija“.

Izvor svjetlosti	Temperatura boje
Svijeća	1 500 K
Klasična sijalica (60 W)	2 680 K
Halogena sijalica	3 000 K
Fluorescentna sijalica	4 000 K
Jutarnje / popodnevno sunce	5 000 K
Lijeno sunce na oblačnom nebu	5 500-5 800 K

Dnevna svjetlost - puni spektar	6 500 K
Oblačno nebo	6 500-7 500 K
Magla	7 500-8 500 K
Nebo netom prije ili nakon izlaska ili zalaska sunca	9 000-12 000 K
Vedro sjeverno nebo	15 000-27 000 K

8.2. Različite vrste sijalica

Sijalice sa žarnom niti (klasične sijalice)

Sijalicu sa žarnom niti izumio je i patentirao Thomas Edison prije više od 125 godina (1879.), tada s karboniziranom bambusovom ili ugljičnom niti. Još uvijek se prodaju milijuni takvih sijalica koje još uvijek rade na istom principu: električna energija zagrijava savijenu volframovu nit do bijele svjetlosti i pritom emitira - između ostalog - vidljivu svjetlost, ali nažalost i toplinu. 95 % ulazne snage pretvara se u toplinu.

U normalnom okruženju, uslijed prisutnosti kisika i visokih radnih temperatura, nit bi odmah sagorjela u volframov oksid. Zbog toga se upotrebljava staklena žarulja koja štiti nit od okolnog zraka. Budući da metal kontinuirano isparava iz niti tijekom rada, veličina niti u osnovi ovisi o materijalu žice. Klasične sijalice sa žarnom niti i sijalice sa žarnom niti visoke snage moraju se nalaziti u staklenoj žarulji kako bi se talog mogao rasporediti po većoj površini bez značajnog utjecaja na transparentnost staklene žarulje tijekom životnog ciklusa sijalice.



Slika 25. Sijalice sa žarnom niti

Sijalice sa žarnom niti daju svjetlost snage oko 12 do 15 lm/W (lumena po watu). Učinkovitost rasvjete podiže se zajedno s temperaturom. No, na taj se način smanjuje životni vijek sijalica. Na 2700 Kelvina, sijalice sa žarnom niti mogu svijetliti oko 1000 sati, no na 3400 Kelvina (studijske sijalice), svijetle tek nekoliko sati.

Prodaja sijalica sa žarnom niti zabranjena je u nekim državama (uključujući EU) radi uštede energije i zaštite klime.

Halogene sijalice

Halogene sijalice predstavljaju dodatno razvijene sijalice sa žarnom niti u kojima halogeni plin okružuje nit. Uz radnu temperaturu od oko 3000 K, postižu svjetlosnu učinkovitost od oko 25 lm/W (za usporedbu, sijalica sa žarnom niti postiže oko 15 lm/W, a štedna sijalica oko 60 lm/W). To znači da su 20 - 30 % učinkovitije od sijalica sa žarnom niti. Njihov je korisni vijek oko 2000 sati rada.

Dostupne su i poboljšane, takozvane IRC halogene sijalice, kod kojih je unutrašnjost staklene žarulje obložena posebnim infracrvenim slojem koji reflektira infracrveno zračenje lampe nazad u nit. Zbog tog učinka, IRC halogene sijalice postižu svjetlosnu učinkovitost za oko 30 % veću od one klasične halogene sijalice. Imaju i znatno duži korisni vijek od oko 4000 sati. Unatoč tome, čak niti IRC halogene sijalice nisu niti upola učinkovite kao standardne štedne sijalice.



Slika 26. Halogena sijalica

Uz visokonaponske halogene sijalice koje se napajaju standardnim naponom od 230 volti, postoje i niskonaponske halogene sijalice koje rade pod naponom od 12 ili 24 volta. Opremljene su transformatorom koji smanjuje napon na potrebnu razinu niskog napona. Uz te je sustave potrebno uvjeriti se da prekidač za uključivanje / isključivanje odvaja i transformator od dovoda struje jer bi inače došlo do konstantnih gubitaka u stanju mirovanja.

Halogene sijalice postižu boju usporedivu s onom klasičnih sijalica sa žarnom niti.

Istrošene halogene sijalice odlaze se u običan komunalni otpad.

Napomena: Budući da je emitirano UV zračenje opasno za očnu spojnicu i može izazvati čak i opekline od sunca, halogene sijalice moraju uvijek biti prekrivene staklom. Više temperature koje nastaju u halogenoj sijalici predstavljaju i opasnost od požara ako se ne poštuju minimalne udaljenosti.

Fluorescentne sijalice

Strukturu fluorescentne sijalice čini staklena cijevčica punjena plinom s elektrodom na svakom kraju. Obično se naziva neonskom cijevi iako se u njoj nalazi živina para i, kao inertni plin, češće rabljeni i jeftiniji argon umjesto neona. Za uključivanje je potreban početni napon kako bi se ioniziralo plinsko punjenje fluorescentne sijalice. Plin zatim postaje električni provodljiv i proizvodi svjetlost, djelomice u nevidljivom ultraljubičastom spektru. Kako bi se pojačala proizvodnja vidljive svjetlosti, unutrašnjost odvodne cijevi obložena je fluorescentnim materijalom (iz kojeg je izveden naziv „fluorescentna sijalica“).

Fluorescentna sijalica mora imati prigušnicu koja ograničava protok struje kroz sijalicu. Prigušnica se opisuje kao balast i nalazi se u svim fluorescentnim sijalicama. Ovdje treba razlikovati uobičajene balaste, balaste s niskom razinom gubitka - dodatni razvijen tradicionalni balast - i elektroničke balaste koji se danas upotrebljavaju. Potonji imaju najveću učinkovitost, a prepoznatljivi su po tome što sijalice ne trepte kad se upale.

Ovisno o dizajnu, svjetlosna učinkovitost je između 45 i 100 lumena po vatu (za usporedbu, sijalica sa žarnom niti proizvodi oko 10-15 lm/W), što znači da ima visoku razinu energije. U usporedbi sa sijalicama sa žarnom niti, fluorescentnim sijalicama potrebno je 70-85 % manje energije.

Promjer cijevi fluorescentnih sijalica je standardiziran. Promjer u osminama inča ($25,4 \text{ mm}/8 = 3.175 \text{ mm}$) navodi se nakon slova „T“ (za „cijev“). Stoga, na primjer, cijev T5 ima promjer od $5/8$ inča ili približno 16 mm.

Standardne fluorescentne sijalice (T8) sa standardnim balastom imaju koristan vijek od 6000 do 8000 sati. Moderna fluorescentna sijalica (T5) s elektroničkim balastom postiže korisni vijek od 25000 sati, a posebne verzije čak do 80000 sati!

Fluorescentne sijalice treba odložiti u stanicu za prikupljanje otpada (reciklažni centar).

Štedne sijalice koje se koriste za provjeru uštede energije također spadaju u kategoriju fluorescentnih sijalica. Štedne sijalice su kompaktne fluorescentne sijalice! Budući da igraju važnu ulogu u provjeri uštede energije, temi štednih sijalica posvećen je zasebni dio.



Slika 27. Fluorescentne sijalice

Najveći nedostatak fluorescentnih sijalica je možda to što, za razliku od sijalica sa žarnom niti, ne proizvode kontinuirani spektar boja. Tropojasne fluorescentne sijalice predstavljaju značajno poboljšanje u odnosu na rezultat boje i svjetlosni tok. Kod tih sijalica, fluorescentna obloga sastoji se od mješavine tri fluorescentna materijala koji proizvode svjetlost u crvenom, zelenom i plavom području vidljivog spektra. Najbolji rezultat boje daju takozvane fluorescentne sijalice punog spektra - s kojima dolazi do najmanjih izobličenja boje. Spektar je sličan dnevnom svjetlu i podjednako

kontinuiran. To se postiže pomoću barem četiri različita fluorescentna materijala (peteropojasne fluorescentne sijalice).

Diode koje emitiraju svjetlost (LED)

Dioda koja emitira svjetlost (skraćeno LED) je poluvodička elektronička komponenta. Kada struja teče u smjeru provođenja zrači svjetlost ovisno o materijalu. Ta je svjetlost praktički monokromatska (tj. sadrži jednu boju).



Slika 28. Diode koje emitiraju svjetlost

Da bi se dobila bijela svjetlost, ili se miješaju pojedinačne diode različitih boja ili se LED kombinira s foto-luminiscentnim materijalom, sličnim fluorescentnoj sijalici. Za potrebe osvjetljenja gotovo uvijek se koristi potonje jer je jeftinije.

Mnoge LED sijalice dostupne na tržištu imaju svjetlosnu učinkovitost od 30 do 60 lumena/vat. Stoga su LED sijalice učinkovitije od sijalica sa žarnom niti i halogenih sijalica, no djelomično manje učinkovite od fluorescentnih i štednih sijalica.

Vrijednost lumena uvelike ovisi o boji svjetlosti i, kod LED sijalica koje daju toplu svjetlost, puno je manja nego kod LED sijalica hladne bijele boje. Dodatni parametar je izlazna snaga po jedinici: što je veća izlazna snaga jedne LED sijalice, to je manja njezina učinkovitost.

U pravilu, diode koje emitiraju svjetlost postupno slabe, ne prestanu raditi odjednom. Životni vijek (smanjenje kvalitete svjetlosti) LED sijalice je vrijeme nakon kojeg svjetlosna učinkovitost padne na pola svoje početne vrijednosti. Za LED sijalice niskofrekventne struje, korisni vijek može biti do 100000 sati. Visoke temperature (obično zbog visokofrekventnih struja) drastično smanjuju životni vijek LED sijalica. Trenutačno dostupne LED sijalice visoke izlazne snage imaju životni vijek od 15000 do 30000 sati. LED sijalice koje su dostupne na tržištu u obliku sijalica sa žarnom niti već imaju životni vijek od više od 10000 sati.

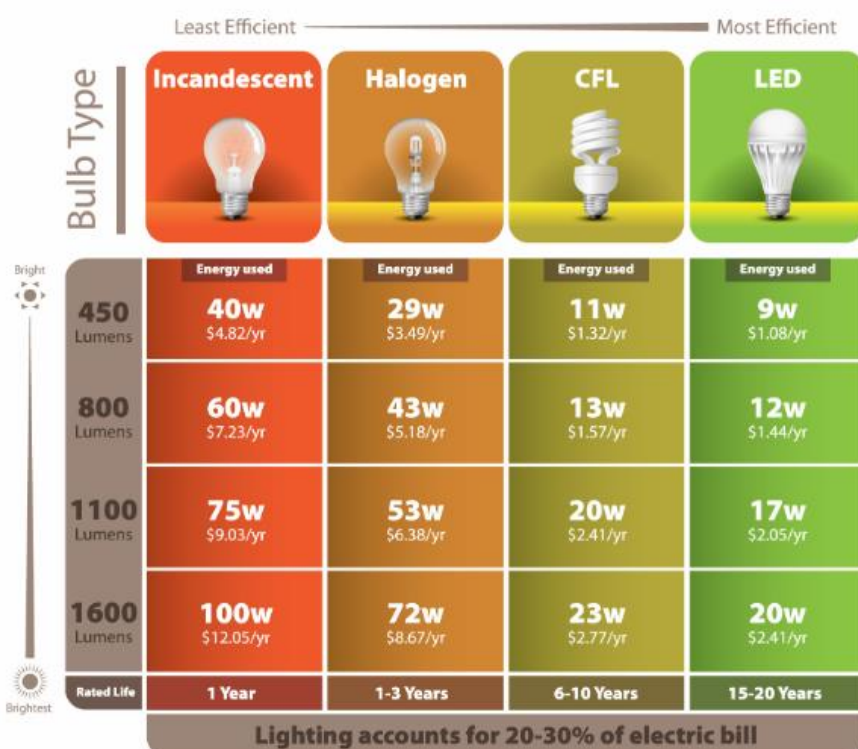
Zbog svojeg dugog životnog vijeka, neosjetljivosti na udarce i emitiranja svjetlosti u snopovima, LED sijalice su naročito prikladne za primjene kao što su automobilska svjetla, prometni signali, vanjska rasvjeta i svjetlosni efekti. Osim toga, sve je više interesa za njihove druge primjene.

Od 2007., LED sijalice sve su prisutnije na tržištu za standardno prisutne baze za sijalice za žarnom niti E27 i E14. Međutim, zasad većina njih proizvodi svjetlost usporedivu tek s onom tradicionalne 20-vatne sijalice sa žarnom niti.

LED sijalice trenutačno su najekonomičnije rješenje na tržištu. Imaju vrlo dugačak životni vijek od 20000 do 50000 sati rada. Na LED sijalice ne utječe njihovo često paljenje i gašenje. Prosječni povrat na uloženo kod LED sijalice iznosi manje od 1 godine uz upotrebu svakog dana po 5 sati.



Slika 29. LED reflektor od 2,5 vata s postoljem za sijalicu GU10 i E27, otprilike odgovara 20-vatnoj sijalici od 20 vata, po cijeni od 19 eura. Izvor: ELV elektronika



Slika 30. Učinkovitost različitih vrsta sijalica

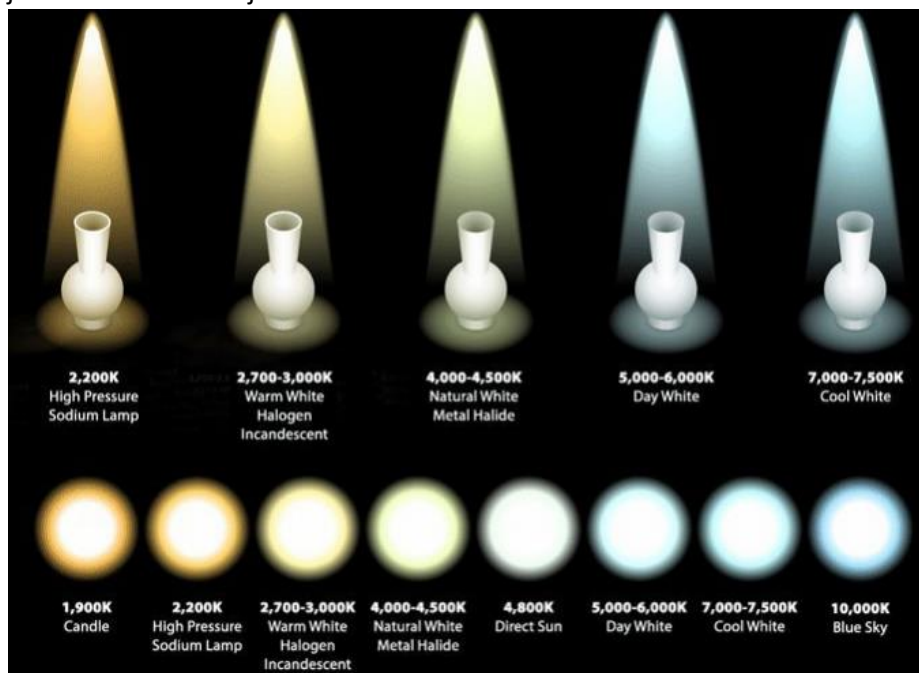
8.3. Zdravstvene implikacije rasvjete i odlaganja sijalica

Različite temperature boja utječu na naš osjet ugone i našu sposobnost djelovanja. Stoga ima smisla imati različite temperature boja u dnevnoj sobi, prema potrebi: „hladno“ ili „plavo“ svjetlo doživljava

se kao poticajno i osnažujuće. S druge strane, „toplo svjetlo“ (crvenkasto) doživljava se kao opuštajuće i uspavljajuće.

U terapiji svjetlom, hladno svjetlo uvodi se za liječenje zimske depresije. Osim toga, poboljšava 3D vidljivost i usklađenost očiju i ruku, te pojačava kontraste. Hladnija svjetlost (4000 do 8000 K) stoga je primjerena za radno mjesto, dok je topla svjetlost (≈ 2700 K) prikladnija za dnevne sobe i naročito spavaće sobe.

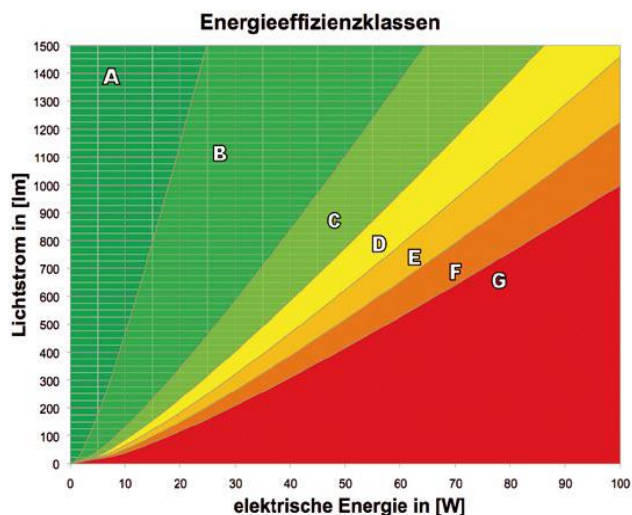
Dnevne sijalice pune duljine proizvode svjetlost sličnu onoj koja dolazi od Sunca tijekom dana (6500 K) i preporučuju se za dobro zdravlje.



Slika 31. Usporedba štednih sijalica različitih temperatura boje

8.4. Kriteriji kod kupnje sijalica

Rasvjeta se prema učinkovitosti razvrstava prema snazi i svjetlosnom toku. Obične sijalice sa žarnom niti spadaju u energetske razrede D, E, F i G. Niskonaponske halogene sijalice koje se obično napajaju 12-voltnom strujom, često su u energetske razredima B i C. Visokonaponske halogene sijalice koje se izravno napajaju 230-voltnom strujom, samo su kompaktnije, no često nisu svjetlije niti štedljivije od običnih sijalica sa žarnom niti. Zbog toga su razvrstane u energetske razrede između D i F. LED sijalice i štedne sijalice spadaju u energetske razred A.



Najvažniji kriteriji za kupnju novih sijalica su:

- radni vijek,
- učinak svjetlosti (veće, bolje),
- rezultat boje (indeks kvalitete boje svjetlosti),
- svjetlina nakon uključivanja,
- broj paljenja prije nego što sijalica prestane raditi,
- sadržaj žive.

8.5. Detektori kretanja i prigušivači

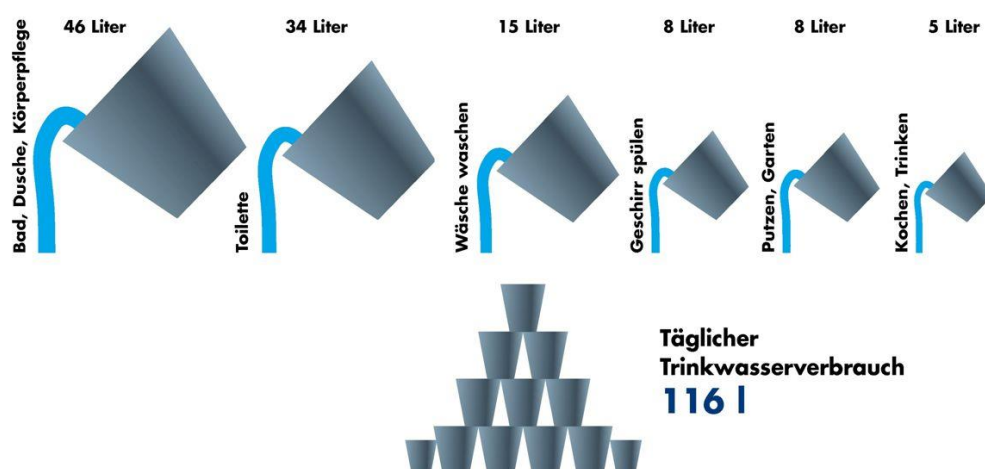
Detektori kretanja i prigušivači dio su sustava upravljanja rasvjetom. Sustavi za upravljanje rasvjetom važan su čimbenik koji utječe na smanjenje razine, energiju koju troši rasvjeta i istovremeno poboljšava ugodu i produktivnost stanara. Upravljanje rasvjetom osigurava fleksibilnu kontrolu nad rasvjetom u prostorijama i pomaže pri uštedi energije jer se smanjuje količina energije ili vrijeme tijekom kojeg je rasvjetni sustav u upotrebi.

9. Upotreba vode u kućanstvima

9.1. Potrošnja vode u kućanstvima

Prosječno tročlano kućanstvo troši oko 360 litara vode dnevno. Prosječna potrošnja po osobi dakle iznosi oko 120 litara dnevno, odnosno 40 kvadratnih metara godišnje.

Gotovo polovina potrošene vode u kućanstvu odnosi se na kupanje, tuširanje i ispiranje zahodskih školjki. Oko jedna četvrtina potrošnje vode odnosi se na pranje rublja i posuđa u perilicama. Tek manji dio - oko 5 % - služi za kuhanje i piće.



Slika 32. Potrošnja vode po osobi. Izvor: Energetska agencija Sjeverne Rajne - Vestfalije

Velik dio potrošene vode nije nužan; odnosno, ista razina upotrebe mogla bi se postići s manjom količinom vode. Da bi se potrošnja vode smanjila za oko 30 % dovoljno je upotrebljavati je savjesnije i izvršiti neka manja ulaganja. Što se tiče tople vode, to donosi dvostruke uštede: na taj se način mogu smanjiti i troškovi energije za grijanje vode.

Slična dvostruka korist zbog ušteda na toploj vodi odnosi se i na perilice rublja i posuđa: niska potrošnja vode donosi manje potrošnje električne energije za grijanje vode u predmetnom uređaju.

9.2. Izračun potrošnje vode u kućanstvima

Primjer izračuna: Ušteda na troškovima vode u kućanstvu

Uz potrošnju vode od oko 120 litara po osobi na dan, četveročlana obitelj potroši 480 litara na dan, odnosno oko 175000 litara ili 175 kubnih metara godišnje. Koliki su troškovi same vode (ne uzimajući u obzir energiju za pripremu tople vode)?

Pod pretpostavkom da je ukupna cijena 4 eura po kubnom metru (uključujući trošak otpadnih voda) četveročlana obitelj ima trošak od 700 eura. Savjesnijim upravljanjem vodom postiže se ušteda od 30 % po osobi tako da četveročlana obitelj može uštedjeti ukupno 210 eura svake godine.

9.3. Topla voda u kućanstvu

Bilo da se kućanstvo koristi električnim grijalom vode, centralnim grijanjem, plinskim bojlerom za opskrbu svojeg kućanstva toplom vodom, opskrba kućanstva toplom vodom drugi je najveći trošak za energente svakog kućanstva.

Grijanje vode iz termoelektrane praktično je za kućanstva jer nema ograničenja količine tople vode koju mogu potrošiti. Međutim, nepotrebno trošenje prirodnih resursa ugrožava obiteljski budžet i šteti okolišu u kojem živimo.

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 33. Vakuumski cijevni solarni kolektori

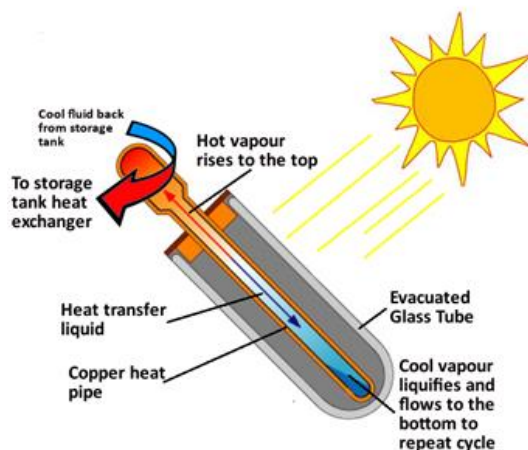


Slika 34. Solarni kolektori u obliku ravnih ploča (panel kolektori)

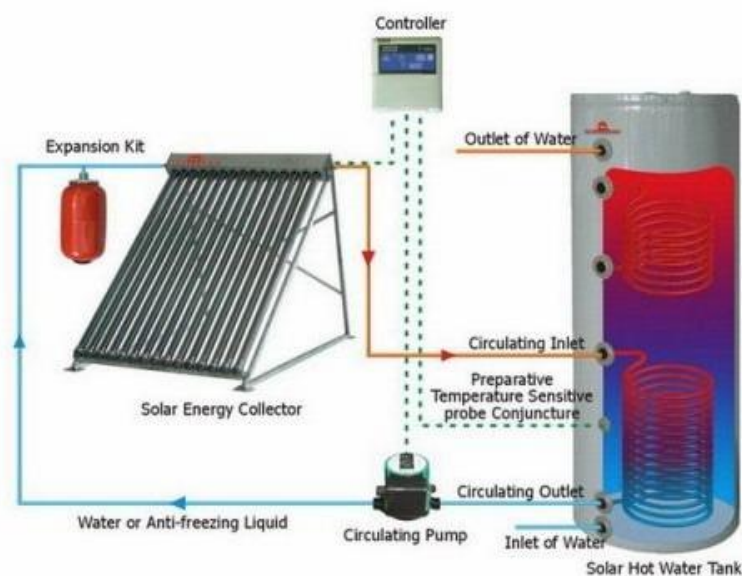
Vakuumski cijevni solarni kolektori sastoje se od dva sloja stakla između kojih se nalazi vakuum. Vanjski sloj solarne cijevi izrađen je od borosilaktnog stakla koje sadrži niski udio željeza i omogućuje prolazak 98 % svjetlosne energije kroz drugi unutarnji sloj koji je također posebno obložen. Zahvaljujući 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 vakuumске cijevi s toplinskom cijevi - princip rada:

1. Apsorpcija sunčevog zračenja: solarna toplinska energija apsorbira se u vakuumске 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 35. Vakuumski cijevni solarni kolektori - načelo izmjene topline (izvor: emde-solar)



Slika 36. Komponente instalacije za solarno grijanje

Može se ugraditi solarni spremnik za toplu vodu zapremnine 80 do 200 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 elementa 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 37. 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

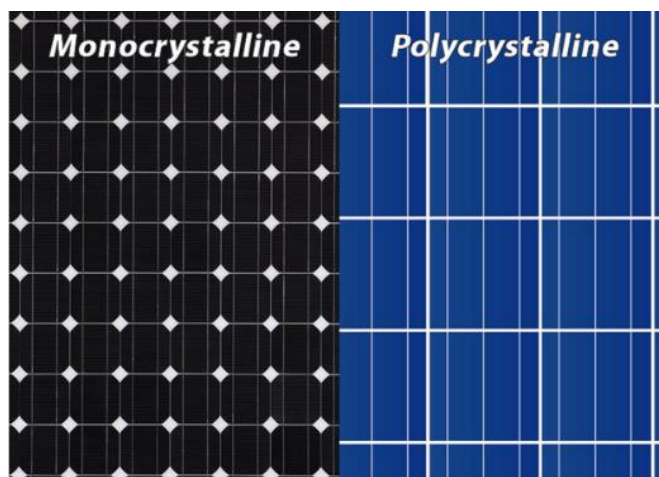
Izrađene su od jednog kristala visoke čistoće, cilindričnog su oblika koji je izrezan u tanke ploče debljine 0,2-0,3 mm.

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

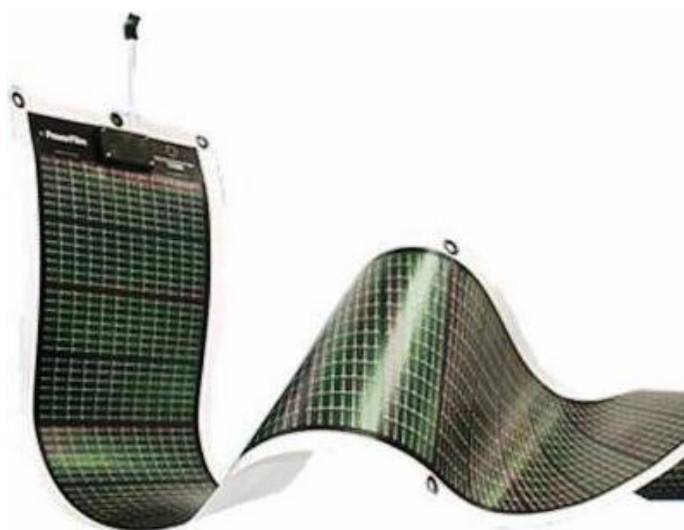
Izrađuju se lijevanjem, hlađenjem u kalupu i, nakon što očvrstnu, čine nepravilne poli/multikristalne strukture. Njihova je površina sjajna, karakteristične su plave boje. Plava boja ima najbolja optička svojstva i apsorbira najveće količine svjetlosti. Četvrtasti silikonski blok reže se na ploče debljine 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.

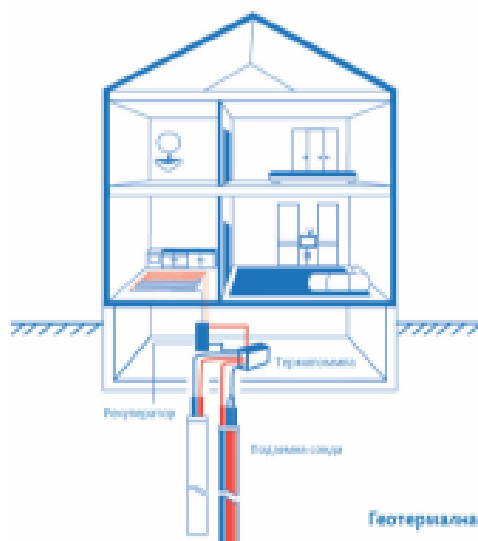
10.3. Geotermalna instalacija

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 38. 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 39. 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.

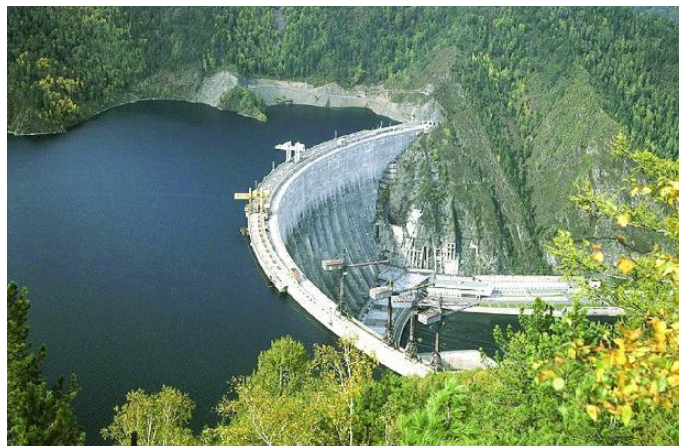
Zahtjevi prije instalacije geotermalne toplinske pumpe.

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 potrebn 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 energetskeg 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 40. 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 41. Drvni briketi

Drvna sječka - proizvod koji nastaje mehaniziranim sjeckanjem drva.

Drvna 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. Drvna sječka glavna je sirovina za proizvodnju papira i rebrastog kartona, a u posljednje se vrijeme uglavnom koristi kao energetska sirovina. Ovisno o vrsti drva, drvna sječka može se izraditi iz tvrdog drva (bukva, hrast, grab, itd.) ili mekog drva (bor, jela, topola, itd.). Razlika u sječcima 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

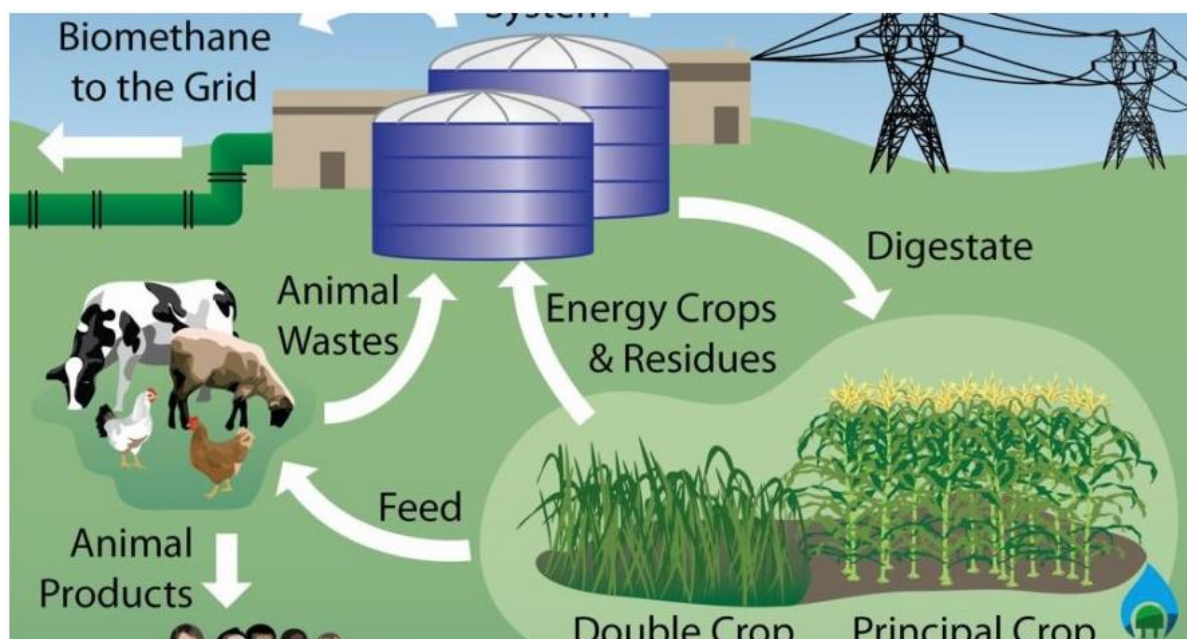


Slika 42. Drvna sječka

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).
 - bioplin - zapaljivi plin (uglavnom metan) koji se ispušta tijekom raspada biomase, a koji se koristi za proizvodnju energije.



Slika 43. Instalacija bioplina

10.6. Energija vjetra

Energija vjetra je korištenje protoka zraka kroz vjetroturbine 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 vjetroturbine 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.

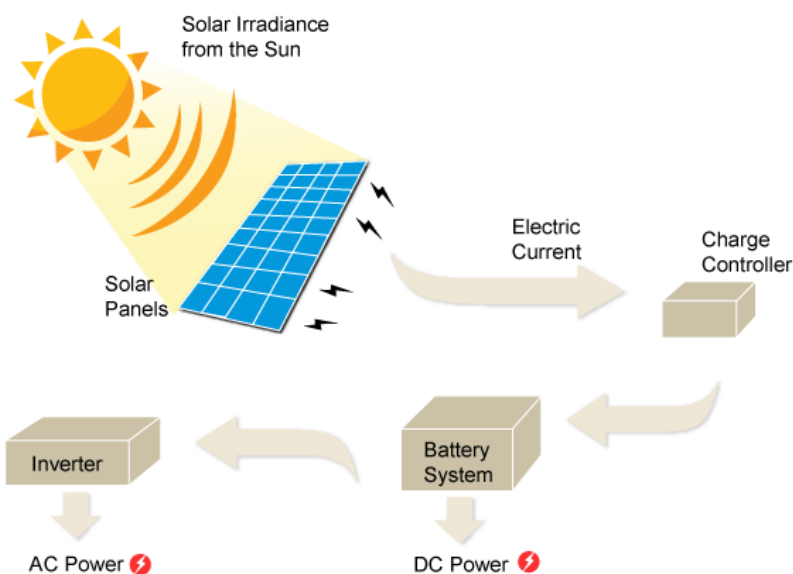


Slika 44. Samostojeće turbine

10.7. Pohrana energije

Prema NZEB konceptu koji je prvi put uveden u izmijenjenom izdanju Direktive o energetskej 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 45. 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 46. Olovni akumulator*

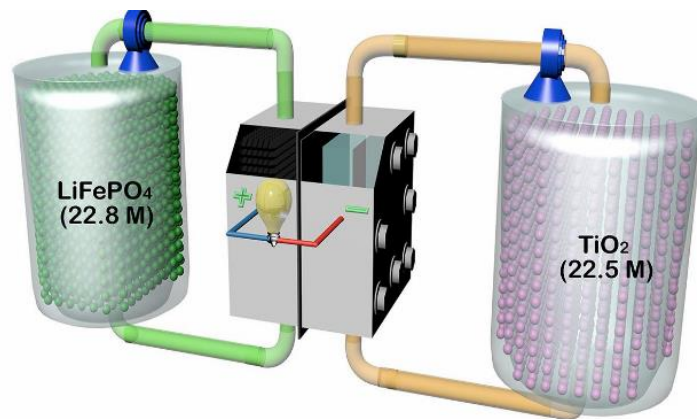
Litij-ionski akumulator

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 47. 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 48. Protočni akumulator

11. Emisije CO₂

Energetska učinkovitost zgrade (godišnja potrošnja energije) ima ekološki ekvivalent emisija ugljikovog dioksida (CO₂) koji se određuje formulom:

$$E_C P = \left(\sum_{i=1}^m Q_i f_i \right) \cdot 10^{-6}$$

Gdje je:

- EcP količina emisija CO₂ (tone);
- Qi - količina energetske resursa/energije u godišnjoj potrošnji energije (kWh);
- fi - koeficijent ekološkog ekvivalenta vrste energetske resursa/energije (g/kWh) u skladu s istim:

Vrsta izvora energije	Koeficijent transformacije	Ekološki ekvivalentni faktor fi
	–	g CO ₂ /kWh
Industrijsko plinsko ulje i dizel	1,1	267
Ulje za loženje	1,1	279
Prirodni plin	1,1	202
Propan-butan	1,1	227
Crni ugljen	1,2	341
Lignit / smeđi ugljen	1,2	364
Antracitni ugljen	1,2	354
Briket	1,25	351
Drveni peleti, briketi i drvo	1,05	43
Toplina iz centralnog sustava grijanja	1,30	290
Električna energija	3,0	819

12. Dobre prakse za energetske učinkovitost kućanstava

Trenutačni obrasci potrošnje energije nisu održivi: svijet koristi previše energije, a izvori neobnovljive energije ubrzano se iscrpljuju. Energija se može očuvati na više načina, a odabir energetski učinkovitih proizvoda jedan je od njih.

Potrošači moraju moći donositi educirane odluke prilikom kupnje električnih uređaja. Informacije o energetskom certifikatu i sustavima označivanja Europske unije mogu biti korisne prilikom donošenja tih odluka. Također je važno da članovi kućanstva znaju koliko energije stvarno troše njihovi uređaji. Postoji velik broj dostupnih alata za izračun potrošnje energije i provedbu rješenja kojima se štedi energija.

Postoje primjeri dobrih praksi za smanjenje potrošnje energije u kućanstvima:

- **Analiza trenutačne potrošnje energije i izračun troškova izradom popisa električnih uređaja (naročito energetski učinkovitih) u kućanstvu:**

Neobnovljivi izvori energije kao što su sirova nafta, prirodni plin i ugljen doseći će opasno niske razine zaliha tijekom našeg životnog vijeka. Njihova sve veća cijena jedan je od puno razloga zbog kojih moramo mijenjati svoje stavove. Općenito, rasipamo energiju, trošimo više nego što nam je stvarno potrebno i na taj način ugrožavamo zalihe energije naše i budućih generacija. Postoji puno različitih alata za mjerenje trenutačnog i budućeg utjecaja potrošnje energije. Osim što svijest o problemima može pomoći potrošaču da štedljivo troši energiju i na taj način smanji utjecaj klimatskih promjena, može mu osigurati i financijsku uštedu.



- **Pametna brojila i utičnice**

Potrošači trenutačno ne koriste energiju štedljivo zbog nedostatka informacija. Nedostatak informacija predstavlja prepreku na dvije razine: nedovoljna informiranost potrošača o potrošnji energije njihovih kućanskih uređaja, kao i o načinu na koji se ta potrošnja može smanjiti. Ako se koriste opremom s pametnim utičnicama i prate povratne informacije o obrascima potrošnje njihovih uređaja, potrošači mogu na jednostavan način saznati koliko energije troše njihovi uređaji. Pametne utičnice potrošačima omogućuju praćenje razmjera uštede energije kroz promjenu ponašanja prilikom upotrebe pojedinačnih uređaja. Uviđanje tog trenutačnog učinka jedan je od najizglednijih načina za promjenu ponašanja.



• Ugradnja programabilnog termostata

Termostat je uređaj koji automatski reagira na promjene u temperaturi okoline uključivanjem ili isključivanjem rashladnog sustava kako bi trajno održao zadanu željenu temperaturu u ograničenom prostoru.

Najveća korist od upotrebe termostata odnosi se na mogućnost podešavanja različitih temperatura za održavanje dnevne, noćne i ne-sobne temperature. Kada se optimizira rad sustava ili uređaja za grijanje ili hlađenje, dugoročno se koristi puno manje energije, što zauzvrat značajno (do 30 %) smanjuje iznose računa za energiju.

Kontrola temperature - moguće je podesiti nižu temperaturu (grijanje) tijekom vremena u danu (posao, škola, obveze) kad nismo kod kuće i istovremeno ih programirati (na digitalnim termostatima) da postignu i održavaju ugodnu temperaturu kad se vratimo kući. To znači štednju energije tijekom našeg izbivanja od kuće, ali i istovremeno udoban i topao dom koji nas čeka po povratku.

Veća udobnost - programabilni termoparovi omogućuju veću ugodu tijekom zimskih jutara. Podešavanje nižih temperatura tijekom noći omogućuje značajne uštede. S druge strane, nema boljeg od topline koja nas dočeka kad se izvučemo iz toplog kreveta. Temperatura i vrijeme kada je treba postići i održavati programiraju se u termostatu koji radi prema programu.

