



CE51 TOGETHER

D.T1.2.1 Transnacionalni tehnički materijal
za obuku. Energetska učinkovitost i OIE u
javnoj infrastrukturi.

Verzija 1
5.2017



PP3 - Sveučilište u Mariboru

Izrada: Sveučilište u Mariboru (PP3)

- Franjo Pranjić, MSc
- Franc Rihl, MSc
- Assoc. prof. Peter Vrtič, PhD
- Assist. prof. Rebeka Kovačič Lukman, PhD

Sadržaj

1. ENERGETSKA UČINKOVITOST U ZGRADAMA	1
2. KAKO UČINKOVITIJE KORISTITI ENERGIJU (MALE TEHNIČKE INTERVENCIJE)	3
3. OSNOVNE ZNAČAJKE UŠTEDE ENERGIJE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4. ENERGETSKI PREGLED I ENERGETSKI CERTIFIKAT	7.
4.1. PREGLED OBILASKOM	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.2. ANALIZA TROŠKOVA KOMUNALNIH USLUGA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.3. STANDARDNI ENERGETSKI PREGLED	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.4. DETALJNI ENERGETSKI PREGLED	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
5. PROIZVODI KOJI KORISTE ENERGIJU	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6. ENERGETSKA NADOGRAĐNJA ZGRADE (MODERNIZACIJA UNUTARNJIH INSTALACIJA, PROMJENA IZVORA GRIJANJA, KUPNJA ENERGETSKI UČINKOVITE OPREME)	15
6.1. KONSTRUKCIJA ZGRADE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.2. GRIJANJE I HLAĐENJE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.2.1. SUSTAV PROTOKA ZRAKA	17
6.2.2. SUSTAVNA UPORABA KONTROLE – SREDIŠNJI KONTROLNI SUSTAV	18
6.2.3. POGON ZA HLAĐENJE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.2.4. KOTLOVNICA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.2.5. PROTOK HLADNE I TOPLE VODE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.2.6. POSTROJENJE OPĆENITO	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.2.7. KUĆNA TOPLA VODA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.3. RASVJETA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.4. UREĐAJI	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
7. UPORABA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
7.1. SUNČEVA ENERGIJA	28
7.1.1. SUNČEVA ENERGIJA	29
7.1.2. FOTONAPONSKI SUSTAVI (PV)	31
7.1.3. SUNČEVA TOPLINSKA ENERGIJA	33
7.1.4. SUNČEVA ENERGIJA U JAVNIM ZGRADAMA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
7.2. GEOTERMALNA ENERGIJA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
7.2.1. TOPLINSKE PUMPE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
7.3. BIOMASA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
7.3.1. POTENCIJAL ZA ISKORIŠTAVANJE BIOMASE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
7.4. SNAGA VJETRA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
7.5. HIDROENERGIJA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
8. ODABIR OPTIMALNOG SCENARIJA POBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ZA ODREĐENU ZGRADU	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
9. MEĐUSOBNA INTEGRACIJA TEHNIČKIH MJERA I INTEGRACIJA TEHNIČKIH MJERA S DRUGIM VRSTAMA RJEŠENJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	52
10. STUDIJE SLUČAJA I VJEŽBE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
10.1. ENERGETSKI PREGLED I ENERGETSKI CERTIFIKAT	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
10.1.1. STUDIJA SLUČAJA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
10.1.2. VJEŽBA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
10.2. ENERGETSKO UNAPREĐENJE ZGRADE	55
10.2.1. STUDIJA SLUČAJA	55
10.2.2. VJEŽBA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
10.3. PROMJENA NAČINA GRIJANJA	58
10.3.1. STUDIJA SLUČAJA	58
10.3.2. VJEŽBA	58
10.4. UPORABA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE	58
10.4.1. STUDIJA SLUČAJA	58
10.4.2. VJEŽBA	58



10.5. MODERNIZACIJA UNUTRAŠNJIH INSTALACIJA ZGRADE, UKLJUČUJUĆI RASVJETU	60
10.5.1. STUDIJA SLUČAJA	60
10.5.2. VJEŽBA	60
10.6. KUPNJA ENERGETSKI UČINKOVITE OPREME	61
10.6.1. STUDIJA SLUČAJA	61
10.6.2. VJEŽBA	61
10.7. ODABIR OPTIMALNOG SCENARIJA POBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ZA ODREĐENU ZGRADU	62
10.7.1. STUDIJA SLUČAJA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
10.7.2. VJEŽBA	62
10.8. MEĐUSOBNA INTEGRACIJA TEHNIČKIH MJERA I INTEGRACIJA TEHNIČKIH MJERA S DRUGIM VRSTAMA RJEŠENJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	68
10.8.1. STUDIJA SLUČAJA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
10.8.2. VJEŽBA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
10.9. UKLJUČIVANJE KORISNIKA ZGRADA U TEHNIČKU INTERVENCIJU ZA POSTIZANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	69
10.9.1. STUDIJA SLUČAJA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
10.9.2. VJEŽBA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
PRILOG 1	69
PRILOG 2	71
LITERATURA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.



1. Energetska učinkovitost u zgradama

Ušteda energije i njena učinkovita uporaba započinju podizanjem svijesti o činjenici da se energija ne smije uzimati zdravo za gotovo i da nije dostupna u neograničenim količinama. Proizvodnja energije zahtijeva relativno visoke troškove i ima velik utjecaj na okoliš. Treba uzeti u obzir da promišljena i planirana upotreba energije ne utječe samo na obiteljski proračun, već i na cijelo gospodarstvo, javni sektor i okoliš.

Većina javnih zgrada, prije svega starije zgrade, imaju veliki potencijal za učinkovito korištenje energije. Smanjenje potrošnje energije za 10 % moglo bi se postići bez većih investicija, uz racionalnije korištenje energije i bolju organizaciju. To se uglavnom odnosi na energiju potrebnu za grijanje prostora, električnu energiju i vodu. Daljnjih 5 % potrošnje energije može se uštedjeti boljom organizacijom posla i boljom osviještenosti krajnjih korisnika.

Prema procjenama, odgovarajuće mjere tehničkih investicija mogu dovesti potencijal učinkovitog korištenja energije do 30 %.

Potrošnja energije ovisi o vanjskim čimbenicima kao što su promjenjivi vremenski uvjeti i oscilacija temperature, cijena energenata te broj, struktura i mentalitet korisnika. Svijest potrošača o učinkovitoj upotrebi energije, obnovljivim izvorima energije i ekologiji također ima velik utjecaj na potrošnju energije. Uvođenje redovnog praćenja tekuće potrošnje i troškova energije u zgradama predstavlja veliko poboljšanje. Praćenje se može provesti revizijom i provjerom računa za pojedine energetske izvore ili računalno potpomognutim energetske knjigovodstvom.

- Komisija poduzima prima facie i provjere sukladnosti za države članice koje su je obavijestile o prenesenim mjerama.
- Za izvješća o zgradama gotovo nulte energije (NZEB) i troškovno optimalne izračune, status se temelji na tome jesu li izvješća zaprimljena, a ne na cjelovitosti izvješća. Komisija provodi analizu zaprimljenih izvješća.



Tablica 1.: Energetska učinkovitost: prijenos energetske učinkovitosti zgrada, Direktiva (2010/31/EU od 19. svibnja 2010.), datum prijenosa u nacionalno zakonodavstvo: 9. srpnja 2012.

Member State	Energy performance of buildings directive*		
	Transposition	NZEB** report	Cost-optimal calculations
Austria			
Belgium			
Bulgaria			
Cyprus			
Czech Republic			
Denmark			
Estonia			
Finland			
France			
Germany			
Greece			
Hungary			
Ireland			
Italy			
Latvia			
Lithuania			
Luxembourg			
Malta			
Netherlands			
Poland			
Portugal			
Romania			
Slovakia			
Slovenia			
Spain			
Sweden			
United Kingdom			

Status prijenosa temelji se na prijenosu koji su deklarirale države članice

Zeleno: u potpunosti;

Narančasto: djelomično;

Crveno: ne

KONTROLNI POPIS:

- Koja je najjeftinija mjera za smanjenje potrošnje energije? (racionalnije korištenje energije i bolja organizacija)
- Ovisi li potrošnja energije o vremenskim uvjetima? (da)
- Utječe li ponašanje korisnika na potrošnju energije u zgradi?



2. Kako učinkovitije koristiti energiju (male tehničke intervencije)

Organizacija posla: (do 10 % mogućih ušteda)

- konstantnim praćenjem i mjerenjem potrošnje
- energetske knjigovodstvom
- podizanjem svijesti korisnika
- drugim organizacijskim mjerama (razmatranje nižih tarifa, vremenska koordinacija aktivnosti)

Grijanje:

- odgovarajućom i učinkovitom izolacijom (15 % do 25 % mogućih ušteda, velika i dugoročna investicija)
- izolacijom potkrovlja, što dovodi do smanjenja gubitka prijenosa (do 50 kWh/m² ušteda, srednja i srednjoročna investicija)
- visokokvalitetnim prozorima i vratima (10 % do 60 % mogućih ušteda),
- brtvljenjem prozora, što omogućuje niži gubitak ventilacije (do 15 % ušteda),
- odgovarajućim raspoređivanjem jedinica za grijanje i sekundarnog kruga grijanja, uz uporabu termostatskih ventila (do 10 % ušteda, niska ili srednja i kratkoročna investicija)
- hidrauličkim balansiranjem cijevi za grijanje (do 8 % ušteda, niska ili srednja i kratkoročna investicija)
- uvođenjem automatskog reguliranja temperature ovisno o vanjskoj temperaturi (do 7 % ušteda, srednja i kratkoročna investicija),
- odgovarajućom i racionalnom organizacijom posla
- uvođenjem obnovljivih izvora energije

Potrošnja električne energije:

- korištenje suvremenih uređaja/aparata za uštedu energije
- korištenjem moderne rasvjete, štednim žaruljama i iskorištavanjem dnevnog svjetla (20 % do 40 % uštede, srednja i kratkoročna investicija),
- naknadom reaktivne energije, praćenjem i regulacijom vršne električne energije (do 10 % uštede, srednja i kratkoročna investicija)
- redovitim održavanjem



Potrošnja vode:

- promišljenom upotrebom vruće i hladne vode (do 20 % uštede, niska i kratkoročna investicija),
- redovitim održavanjem i pregledima uređaja
- uporabom štedljivih perilica za rublje i perilica za posuđe

KONTROLNI POPIS:

- U kojim područjima možemo smanjiti potrošnju?
- Navedite bar pet malih zahvata za smanjenje potrošnje energije za grijanje!



3. Osnovne značajke uštede energije

Postoje različiti oblici energije. Energetski parametri mogu se mjeriti snagom, potrošnjom, izolacijskim svojstvima materijala, učinkovitošću itd.

Ušteda energije u kućanstvima

Postavlja se pitanje je li moguće ostvariti takve uštede s obzirom na to da su nam potrebni ugodan stambeni prostor, vruća voda, određeni uvjeti za pripremu hranu itd. Na prvi se pogled čini da organizacija modernih kućanstava ne dopušta učinkovito korištenje energije. Međutim, slabo zabrtvljeni prozori i vrata, slabo izolirani zidovi, curenje tople vode i svjetla uključena kada nisu nužna predstavljaju mogućnost za uštedu energije u kućanstvu.

Grijanje i učinkovito korištenje energije

Toplina koja je potrebna za prostorno grijanje dolazi iz raznih izvora energije: drvo, ugljen, lož ulje, plin, električna energija, centralno grijanje. Prostorno grijanje je naknada gubitka topline, a iznosi 70 % ukupne potrošnje energije kućanstva. Gubitak topline usko je povezan s različitim čimbenicima koji se mogu smanjiti (ali ne i spriječiti) s pomoću jednostavnih tehničkih rješenja koja donose uštedu energije i smanjenje troškova grijanja.

Voda

Ključna je svijest o tome da je čista nezagađena voda za piće neprocjenjiva. Ušteda vode nije samo energetski izazov nego i ekološka potreba. Pri korištenju tople vode u obzir treba uzeti i korištenje energije. U prosjeku kućanstva troše 10 % do 20 % ukupne količine energije za pripremu tople vode. Različite navike i različite vrste grijača vode jako utječu na potrošnju energije za pripremu tople vode u kućanstvu.

Rasvjeta

Prilično velika količina električne energije koristi se za unutarnju i uličnu rasvjetu. Troškovi električne energije često su visoki zbog neodgovarajuće i neoprezne uporabe svjetla. Osvjetljivanje prazne sobe ili štedna žarulja u sobi koja se rijetko koristi nisu dobar izbor.

Novi trendovi u području učinkovitog korištenja energije

U budućnosti će se poduzimati mjere u sljedećim područjima:

- energetski učinkovito ostakljenje i prozori
- kogeneracija topline i električne energije
- sustavi regulacije topline u stanovima i većim javnim zgradama
- ciljano praćenje učinkovite uporabe energije u industriji i javnom sektoru sa središnjim sustavima nadzora / informacijskim sustavom za energetske knjigovodstvo
- drvena biomasa kao neiskorišteni domaći izvor energije
- plinska goriva i uređaji za grijanje



KONTROLNI POPIS:

Ukratko opišite značajke uštede energije koje se odnose na grijanje.

Navedite loš primjer koji se odnosi na rasvjetu.

4. Energetski pregled i energetski certifikat

Pojam „energetski pregled“ široko se koristi i može imati različita značenja ovisno o društvu koje pruža usluge koje se odnose na energiju. Energetski pregled zgrada može se izvršiti u rasponu od kratkog obilaska objekta do detaljnih analiza s računalnom simulacijom po satima. Općenito razlikujemo četiri vrste energetskih pregleda:

- pregled obilaskom
- analiza troškova komunalnih usluga
- standardni energetski pregled
- Detaljni energetski pregled

4.1. Pregled obilaskom

Ovaj se pregled sastoji od kratkog obilaska objekta na licu mjesta kako bi se identificirala područja gdje jednostavne i jeftine radnje mogu osigurati neposredne uštede u potrošnji energije ili operativnim troškovima. Neki inženjeri ove vrste radnji nazivaju mjerama za rad i održavanje (O&M). Primjeri mjera za rad i održavanje uključuju podešavanje temperature zagrijavanja na zadanu temperaturu, zamjenu neispravnih prozora, izolaciju izloženih cijevi za vruću vodu ili paru i podešavanje omjera gorivo-zrak na kotlovima.

Izveštavanje o pregledu obilaskom

Pregled obilaskom može biti samostalan zadatak ili dio standardnog energetskog pregleda. Obično je ova vrsta pregleda dovoljna za male zgrade s jednostavnim energetskim sustavima, uključujući stambene zgrade i komercijalnu niskogradnju. Osnovni zadatci koji se provode tijekom pregleda obilaskom uključuju:

- Opis osnovnih energetskih sustava zgrade uključujući konstrukciju, mehaničke i električne sustave zgrade. Opažanja iz obilaska, kao i specifikacije iz arhitektonskih, mehaničkih i električnih shemi mogu se koristiti za opisivanje građevinskih značajki.
- Provedbu osnovnih ispitivanja i mjerenja za procjenu učinkovitosti različitih energetskih sustava. Ta mjerenja mogu ovisiti o vrsti zgrade i njezinim sustavima, kao i o vremenu koje revizor ima na raspolaganju. Za stambene zgrade vrlo je preporučljivo izvršiti ispitivanje tlačenja i odtlačivanja s pomoću posebnog pribora za ispitivanje protočnosti. U svim vrstama građevina, točkasto mjerenje i, po mogućnosti, praćenje unutarnje temperature zraka i relativne vlažnosti zraka unutar prostora u trajanju od najmanje jedan dan, korisno je za procjenu postavki unutarnje temperature i identifikaciju ili provjeru mogućih problema u odnosu na udobnost.
- Upoznavanje i razgovor sa stanarima zgrade ili operaterima kako bi se identificirale eventualne poteškoće u odnosu na udobnost i izvori gubitka energije unutar zgrade. Ovaj zadatak često je koristan za definiranje mogućih mjera za rad i održavanje, kao i mjera za očuvanje energije,
- Identifikaciju potencijalnih mjera za rad i održavanje i mjera za očuvanje energije, kao i mjera koje su potrebne za poboljšanje udobnosti. Navedite pojedinosti o provedbi i trošak provedbe (pokušajte potražiti izravne ponude cijena lokalnih izvođača/trgovina).



- Procjenu uštede energije (ili zahtjeve ako su potrebne mjere za poboljšanje udobnosti) s pomoću pojednostavljenih metoda analize prikazanih u ovoj knjizi. Usporedite rezultate između dva pristupa i komentirajte točnost oba pristupa.
- Izvršenje analize troškova na temelju metode razdoblja povrata uloženog kako bi se utvrdila isplativost identificiranih mjera za rad i održavanje i mjera za očuvanje energije. Trebali biste napraviti odgovarajuće pretpostavke i, ako je potrebno, procijeniti uštede troškova energije. Pružite preporuke na temelju ekonomskih analiza. Podatci o troškovima trebaju se temeljiti na stvarnim procjenama izvođača radova. Ti podatci o troškovima bit će na raspolaganju.

4.2. Analiza troškova komunalnih usluga

Glavna svrha ove vrste pregleda je pažljiva analiza operativnih troškova objekta. Obično se procjenjuju podatci o komunalnim uslugama tijekom nekoliko godina kako bi se utvrdili načini korištenja energije, vršna potražnja, vremenski učinci i potencijal za uštedu energije. Za provedbu ove analize preporučuje se da energetske revizore provede pregled obilaskom kako bi se upoznao s objektom i njegovim energetskim sustavima.

Važno je da energetske revizore jasno razumije strukturu komunalnih stopa koje se odnose na objekt iz više razloga, uključujući:

- provjeru troškova komunalnih usluga i osiguravanje točnog izračuna • mjesečnih računa. Doista, strukture komunalnih stopa za komercijalne i industrijske objekte mogu biti prilično složene s penaliziranim obračunima i kaznama za faktor snage.
- Utvrđivanje najdominantnijih troškova u računima za komunalne usluge. Na primjer, naplate vršnih potraživanja mogu činiti značajan dio računa za komunalne usluge, posebno kada se primjenjuju tarifne stope. Zatim se mogu predložiti mjere za smanjenje količine energije kupljene od komunalnog poduzeća tijekom sati vršne potražnje kako bi se smanjili troškovi te potražnje.
- Utvrđivanje može li objekt imati koristi od korištenja drugih struktura komunalnih stopa za kupnju jeftinijeg goriva i smanjenje operativnih troškova. Ova analiza može omogućiti značajno smanjenje računa za komunalne usluge, naročito s primjenom električne deregulacije i pojavom struktura stopa u realnom vremenu (RTP).

Štoviše, analizom podataka o komunalnim troškovima energetske revizore može utvrditi je li objekt kandidat za projekte energetske nadogradnje. Doista, korištenje energije objekta može se normalizirati i usporediti s indeksima (npr. potrošnja energije po jedinici površine - za komercijalne zgrade - ili po jedinici proizvoda - za industrijske objekte).

4.3. Standardni energetske pregled

Standardni pregled pruža sveobuhvatnu energetske analizu za energetske sustave objekta. Pored aktivnosti opisanih za pregled obilaskom i analizu troškova komunalnih usluga, standardni energetske pregled uključuje razvoj osnovice za korištenje energije objekta i procjenu uštede energije i ekonomičnosti odgovarajuće odabranih mjera za očuvanje energije. Pristup „korak po korak“ standardnog energetske pregleda sličan je detaljnom energetskom pregledu opisanom u sljedećem odjeljku.



Obično se u standardnom energetsom pregledu koriste pojednostavljeni alati za razvoj osnovnih energetskih modela i predviđanje mjera za očuvanje energije. Među tim alatima su metode stupanj-dan i modeli linearne regresije (Fels, 1986.). Osim toga, općenito se provodi jednostavna analiza razdoblja povrata uloženog kako bi se utvrdila isplativost mjera za očuvanje energije. Primjeri standardnih pregleda nalaze se u Poglavlju 17.

Izveštavanje o standardnom pregledu

Izvešće o standardnom pregledu svobuhvatnije je od izvješća za prethodno naveden pregled obilaskom. Standardni pregled, kao što je navedeno u Poglavlju 1., uključuje dodatne zadatke i zahtijeva više vremena i napora. Ova vrsta pregleda obično je pogodna za velike zgrade kao što su zgrade sa složenim energetske sustavima. Štoviše, računi za komunalne usluge za velike zgrade, kao što su komercijalne i institucionalne zgrade, vrlo su visoki i opravdavaju razinu detalja koje zahtijeva standardni pregled. Osim zadataka opisanih za pregled obilaskom, u okviru standardnog pregleda mogu se provesti sljedeći zadaci:

- provedba detaljnog pregleda rasvjetne i električne opreme. Glavni cilj ovog zadatka je procijeniti gustoću snage rasvjetne i opreme u različitim prostorima zgrade.
- identifikacija sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije (HVAC) i raspored njihova rada. Ovaj je zadatak često ključan jer energija koju koriste sustavi HVAC čini značajan dio ukupne energije koja se troši u velikim zgradama.
- utvrđivanje glavnih neudobnosti i pritužbi stanara s pomoću dobro osmišljenog upitnika. Ispitivanje stanara često pruža važne informacije o izvedbi zgrade i njezinih energetskih sustava tijekom cijele godine.
- prikupljanje i analiza podataka o komunalnim uslugama u zadnje tri godine. Podatci o komunalnim uslugama za jednu godinu često nisu dovoljni za procjenu povijesne energetske učinkovitosti zgrade. U nekim slučajevima, određeni uvjeti kao što su posebni događaji ili ekstremni vremenski uvjeti mogu uzrokovati neravnotežu u potrošnji energije u zgradi.
- provedba svih relevantnih mjerenja kao što su razina rasvjetne, infracrvene fotografije, unutarnje temperature, protok zraka u uređajima za klimatizaciju te krajnji korisnici električne energije, kao i pokazatelji kvalitete električne energije.
- Modeliranje postojeće zgrade s pomoću alata za detaljnu simulaciju energije. Provjerite je li simulacijski model dobro kalibriran i koristi li podatke o komunalnim uslugama. Obično je za povećanje razine pouzdanosti u predviđanjima modela za simulaciju energije u zgradi potrebna mjesečna kalibracija u okviru 10 posto.
- Izračuni za procjenu uštede energije iz potencijalnih mjera za očuvanje energije s pomoću kalibriranog modela za simulaciju energije i pojednostavljenih postupaka za izračun navedenih u ovoj knjizi.
- provedba ekonomske analize s pomoću metoda jednostavnog povrata uloženi sredstava, neto sadašnje vrijednosti ili analize troškova na temelju životnog ciklusa (LCC) za sve mjere za očuvanje energije. Potrebno je navesti detalje i troškove za svaku mjeru.
- odabir mjera za očuvanje energije čija se provedba predlaže. Osim toga, navedite dodatne prednosti svake mjere (kao što je poboljšanje toplinske ili vizualne udobnosti), troškove provedbe i sve informacije koje klijentu mogu pomoći u provedbi tih mjera.

Izvrješće standardnog energetskeg pregleda treba sažeti rezultate svih izvršenih zadataka. U nastavku se nalazi preporučeni obrazac za izvrješće standardnog energetskeg pregleda. Treba napomenuti da se isti obrazac može upotrijebiti za izvrješćivanje o nalazima detaljnog energetskeg pregleda.

4.4. Detaljni energetskeg pregled

Ovo je najsveobuhvatnija vrsta pregleda koja oduzima najviše vremena i zahtijeva najveći napor. Detaljni energetskeg pregled uključuje uporabu instrumenata za mjerenje potrošnje energije za cijelu zgradu ili za neke energetske sustave u zgradi (na primjer, krajnju uporabu: sustava za rasvjetu, uredske opreme, ventilatora, rashladnih uređaja itd.). Osim toga, sofisticirani računalni programi za simulaciju obično se koriste za detaljne energetske preglede kako bi se procijenile i preporučile energetske prilagodbe objekta.

Dostupne su razne tehnike za obavljanje mjerenja u energetskeg pregledu. Tijekom posjeta lokaciji mogu se koristiti ručni i prijenosni instrumenti za utvrđivanje odstupanja određenih parametara zgrade kao što su unutarnja temperatura zraka, razina osvijetljenosti i uporaba električne energije. Kada su potrebna dugoročna mjerenja, obično se koriste senzori povezani sa sustavom za prikupljanje podataka kako bi se izmjereni podatci pohranili i bili dostupni na daljinu. Nedavno su predložene tehnike za neinvazivno praćenje opterećenja (NILM) (Shaw et al., 2005.). Tehnikom NILM može se odrediti potrošnja energije značajnih električnih opterećenja u stvarnom vremenu u objektu s pomoću jedinstvenog skupa senzora na ulazu u objekt. Minimalni napor povezan s korištenjem tehnike NILM u usporedbi s tradicionalnim pristupom individualiziranog mjerenja (koji zahtijeva zaseban skup senzora za praćenje potrošnje energije za svaku krajnju uporabu) čini NILM vrlo atraktivnom i jeftinom tehnikom za praćenje opterećenja za tvrtke koje pružaju energetske usluge i vlasnike objekata.

Računalni programi za simulaciju koji se koriste u detaljnom energetskeg pregledu obično mogu predvidjeti distribuciju potrošnje energije po vrsti opterećenja (odnosno potrošnju energije za rasvjetu, ventilatore, rashladne uređaje, kotlove itd.). Često se temelje na dinamičkoj toplinskoj izvedbi energetskeg sustava zgrade i obično zahtijevaju visoku razinu stručnosti i obuke. Ti simulacijski programi kreću se od onih koji se temelje na bin - metodi (Knebel, 1983.) do onih koji mjere toplinska i električna opterećenja po satu kao što je DOE-2 (LBL, 1980.).

U detaljnom energetskeg pregledu općenito se provodi stroža ekonomska procjena mjera za očuvanje energije. Naime, troškovna učinkovitost energetskeg prilagodbi može se odrediti s pomoću analize troškova na temelju životnog ciklusa (LCC) umjesto analizom jednostavnog povrata uloženi sredstava. Analiza troškova na temelju životnog ciklusa uzima u obzir niz ekonomskih parametara kao što su kamate, inflacija i porezne stope. Poglavlje 3 opisuje neke od osnovnih analitičkih alata koji se često koriste za procjenu projekata energetske učinkovitosti.

Opći postupak za detaljni energetskeg pregled

Za obavljanje energetskeg pregleda obično se provodi više zadataka ovisno o vrsti pregleda te veličini i funkciji pregledavane zgrade. Neke od zadataka možda će biti potrebno ponoviti, smanjiti u opsegu ili čak eliminirati na temelju nalaza iz drugih zadataka. Stoga je izvršenje energetskeg pregleda često linearni proces koji se često ponavlja. Međutim, može se odrediti opći postupak za većinu zgrada.

1. korak: Analiza podataka o zgradi i komunalnim uslugama

Glavna svrha ovog koraka je procjena karakteristika energetskeg sustava i obrazaca korištenja energije za zgradu. Karakteristike zgrade mogu se prikupljati iz arhitektonskih/mehaničkih/električnih shema ili iz razgovora s građevinskim operatorima. Obrasci korištenja energije mogu se utvrditi iz prikupljenih računa za komunalne usluge za nekoliko godina. Analiza povijesne varijacije komunalnih računa omogućuje energetskeg revizoru da utvrdi postoje li sezonski i vremenski utjecaji na potrošnju energije u zgradi. Neki od zadataka koji se mogu provesti u ovom koraku prikazani su u nastavku, a bilježe se očekivani ključni rezultati iz svakog zadatka:



- prikupljanje podataka o računima za komunalne usluge iz najmanje tri godine (za utvrđivanje obrasca povijesnog korištenja energije).
- utvrđivanje korištenih vrsta goriva (električna energija, prirodni plin, ulje itd. kako bi se odredila vrsta goriva s najvećom potrošnjom energije).
- određivanje obrazaca korištenja goriva po vrstama goriva (za utvrđivanje vršne potražnje za potrošnju energije po vrstama goriva).
- razumijevanje strukture komunalnih stopa (stope potrošnje i potražnje energije; za procjenu je li zgrada kažnjavana za vršnu potražnju i može li se nabaviti jeftinije gorivo).
- analiziranje utjecaja vremena na potrošnju goriva (kako bi se utvrdile moguće varijacije u potrošnji energije u odnosu na ekstremne vremenske uvjete).
- analiza komunalne potrošnje energije po vrsti i veličini zgrade (može se odrediti indeks zgrade uključujući potrošnju energije po jedinici površine: za usporedbu s karakterističnim indeksima).

2. korak: Anketa tijekom obilaska

U ovom koraku treba identificirati potencijalne mjere za uštedu energije. Rezultati iz ovog koraka važni su jer određuju nalaže li određena zgrada daljnje energetske preglede. Neki od zadataka koje je potrebno izvršiti u ovom koraku su:

- utvrđivanje zabrinutosti i potreba klijenata.
- provjera trenutačnih procedura za rad i održavanje.
- utvrđivanje postojećih uvjeta rada glavne opreme koja troši energiju (rasvjeta, sustav HVAC, motori itd.).
- procjena iskorištenosti, opreme i rasvjete (gustoća potrošnje i sati rada).

3. korak: Osnovica za potrošnju energije zgrade

Glavna svrha ovog koraka je razviti osnovni model koji predstavlja postojeću uporabu energije i uvjete rada za zgradu. Ovaj model koristi se kao referenca za procjenu uštede energije koja proizlazi iz odgovarajućih odabranih mjera za očuvanje energije. Glavni zadaci koji se trebaju izvršiti tijekom ovog koraka su:

- ishođenje i pregled arhitektonskih, mehaničkih, električnih i kontrolnih shemi.
- provjera, testiranje i procjena opreme zgrade s obzirom na učinkovitost, izvedbu i pouzdanost.
- ishođenje svih rasporeda rada opreme (uključujući rasvjetu i sustav HVAC).
- razvoj osnovnog modela za potrošnju energije zgrade.
- kalibriranje osnovnog modela s pomoću podataka o komunalnim uslugama ili izmjerenih podataka.



4. korak: Procjena mjera za uštedu energije

U ovom se koraku određuje popis troškovno učinkovitih mjera za uštedu energije s pomoću analize uštede energije i ekonomske analize. Za postizanje tog cilja preporučuju se sljedeći zadatci:

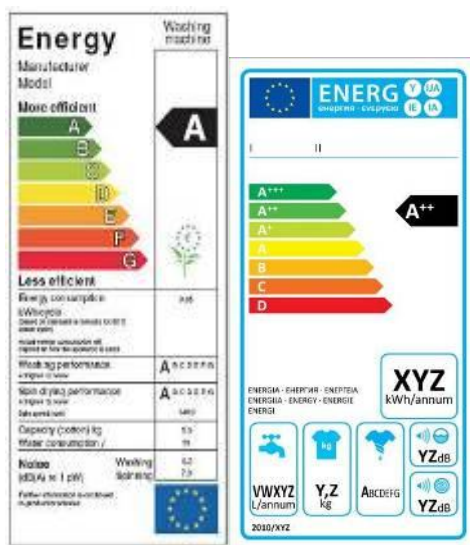
- priprema sveobuhvatnog popisa mjera za očuvanje energije (koristeći informacije prikupljene u anketi tijekom obilaska).
- određivanje uštede energije kroz razne mjere za očuvanje energije koje se odnose na zgradu, s pomoću osnovnog modela za simulaciju potrošnje energije uspostavljenog u koraku 3.
- procjena početnih troškova koji su potrebni za provedbu mjera za očuvanje energije.
- procjena isplativosti svake mjere za očuvanje energije s pomoću metode za ekonomsku analizu (jednostavni povrat uložених sredstava ili analiza troškova na temelju životnog ciklusa).

KONTROLNI POPIS:

- Koji je prvi korak u energetsom pregledu (koja vrsta pregleda)?
- Ukratko opišite korake općeg postupka za detaljni energetski pregled.

5. Proizvodi koji koriste energiju

Proizvodi koji koriste energiju, kao što su električni i elektronički uređaji ili oprema za grijanje, predstavljaju velik dio potrošnje prirodnih resursa i energije te značajno utječu na okoliš. U tom je kontekstu EU objavila Direktivu 2005/32/EZ o uspostavi okvira za utvrđivanje zahtjeva za ekološki dizajn proizvoda koji koriste energiju.



Slika 5.1.: Stara (lijevo) i nova (desna) oznaka za energetska klasu perilice rublja

Nova energetska oznaka sadrži:

- informacije o energetskej učinkovitosti proizvoda (sedam klasa koje se razlikuju po bojama),
- potrošnju energije i vode,
- performanse (volumen, punjenje, razinu jačine zvuka).

Ekološki dizajn je preventivni pristup koji je osmišljen za optimizaciju utjecaja proizvoda na okoliš uz zadržavanje njegovih funkcionalnih svojstava. Direktiva izravno ne uvodi obvezujuće zahtjeve za određene proizvode, ali kroz naknadne provedbene mjere definira uvjete i kriterije za utvrđivanje zahtjeva u odnosu na karakteristike proizvoda koje su relevantne za okoliš i omogućuje njihovo brzo i učinkovito poboljšanje. Konkretno, ova Direktiva promiče poboljšanje energetske učinkovitosti proizvoda.

Proizvodi koji koriste energiju, a posebice kućanski aparati (tzv. bijela tehnika) već su obilježeni oznakama i standardnim informacijama o potrošnji energije. To je potaknula Direktiva 92/75/EEZ. Cilj energetske oznake je da informiraju i uvjere kupce da donesu ekološki prihvatljivije odluke o energetskej učinkovitosti prilikom kupnje kućanskih aparata. Energetske oznake daju informacije o ekonomskom utjecaju odluke o ulaganju pokazujući da se veći početni troškovi isplate zbog nižih troškova za potrošnju energije tijekom cijelog životnog vijeka uređaja.

Prilikom kupnje nove opreme preporučljivo je odabrati učinkovitiju opremu. Ona je najbolja i troši manje energije. Također je poželjna zamjena stare opreme novom i učinkovitijom, ali u tom slučaju možda će biti potrebna tehničko-ekonomska analiza kako bi se ulaganje ispravno procijenilo.



Energetska učinkovitost u EU ocijenjena je u razinama od A ++ (energetski najučinkovitije) do G (manje učinkovito). Osim klasifikacije po bojama, na energetske oznake nalaze se i druge informacije kao što su informacije o potrošnji vode ili jačini buke. Slične oznake predviđaju se za cijelu zgradu, u skladu s Direktivom o energetske učinkovitosti zgrada (EPBD - 2003/30/EZ). Izrađen je i niz internetskih alata koji korisnicima olakšavaju odabir energetski učinkovitijih uređaja kao što je Top ten (www.topten.info). To je online alat za pretraživanje usmjeren na korisnike, koji predstavlja najbolje uređaje u različitim kategorijama proizvoda. U javnim institucijama, osim oznaka energetske učinkovitosti, vrijede i Uredbe o zelenoj javnoj nabavi (2004/17/EZ i 2004/18/EZ). Te Uredbe uključuju aspekte zaštite okoliša u postupak odabira, kriterije dodjele i klauzule o uvjetima izvršenja ugovora za javnu nabavu. U sljedećoj tablici prikazane su druge oznake energetske učinkovitosti i zaštite okoliša koje su također u upotrebi u EU i širom svijeta.

Vrlo važan aspekt proizvoda koji koriste energiju, osobito elektroničke opreme, je da oni koriste električnu energiju čak i kada su u stanju mirovanja ili isključeni zbog nekih električnih uređaja koje takvi proizvodi sadrže. U kućanstvima se može potrošiti mnogo wata po satu zbog stanja mirovanja ili isključenog stanja uređaja. Proizvođači unapređuju opremu i pokušavaju smanjiti tu potrošnju, tako da se kod kupnje nove opreme moraju analizirati tehnička svojstva kako bi se odabrala oprema s malom potrošnjom u stanju mirovanja

(tipične vrijednosti, zajedno s potrošnjom uređaja kada je on uključen, prikazane su u tablici u Prilogu 1).

KONTROLNI POPIS:

Kako su označeni energetski učinkoviti proizvodi? (Kojim slovom?)

U kojim se jedinicama mjeri potrošnja električne energije?

6. Energetska nadogradnja zgrade (Modernizacija unutarnjih instalacija, Promjena izvora grijanja, Kupnja energetski učinkovite opreme)

6.1. Konstrukcija zgrade

Konstrukcija zgrade, poznata i pod nazivom građevinska konstrukcija, sastoji se od krova, zidova, podova, prozora i vrata zgrade. Čak će i ispravno konstruirana i dobro održavana zgrada gubiti toplinu kroz sve navedene konstrukcijske komponente, koji mogu iznositi i do 10-15 % ukupnog računa za gorivo kao što prikazuje slika.



Slika 6.1.: Toplinski gubitci zgrade

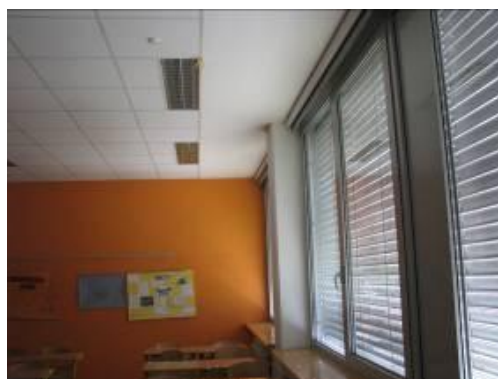
Neki od uobičajeno preporučljivih ECM-a za poboljšanje toplinske izvedbe konstrukcije zgrade su:

- Izolacija krova smanjuje potrebu za grijanjem zimi i hlađenjem ljeti te čini zgradu ugodnijim mjestom za boravak. Toplina koja zrači iz neizoliranog krova stanarima izaziva neugodnost i oni će pri nižoj temperaturi uključivati klimatizaciju, kao protumjeru ovom problemu. Ako zgrada uopće nije izolirana, izolacija krova je troškovno učinkovitija u odnosu na izolaciju podova ili zidova.
- Mnoge su zgrade izgrađene na neizoliranim položenim pločama. U hladnijim klimama ovo će vjerojatno stanarima uzrokovati osjećaj hladnoće u stopalima. Izolacija ploče poboljšat će udobnost stanara no općenito je troškovno manje učinkovita u odnosu na izolaciju krova.
- Izolacija zidova također će smanjiti potrebu za grijanjem i hlađenjem u zgradi. Troškovna učinkovitost izolacije zidova ovisi o vanjskoj površini zida, omjeru površina zida i prozora te odabiru vrste izolacije. Općenito, izolacija zidova troškovno je slabije učinkovita u odnosu na izolaciju poda ili krova.



Slika 6.2.: Toplinska izolacija za sprečavanje toplinskih mostova

- **Povećanje prozorske zaštite od svjetla:** Za zaštitu od svjetla dostupna su unutarnja i vanjska sjenila i rolete. Unutarnja sjenila manje su djelotvorna u toplinskoj zaštiti od vanjskih. Unutarnja sjenila stanarima donekle omogućuju kontrolu svjetla i temperature u okruženju. Na istočnim i zapadnim stranama uspravne rolete mogu biti djelotvornije u odnosu na vodoravne, koje su djelotvornije na sjeveru i jugu.



Slika 6.3.: Verzija prozorske zaštite od svjetla uporabom sjenila

- **Poboljšanje izolacije posebnim staklom:** Zrak zarobljen između staklenih slojeva djeluje kao izolator. Dakle, dodatni sloj stakla smanjuje potrebu za grijanjem kad je vani hladno i za hlađenjem kad je vani toplo. No naknadna ugradnja stakla je skupa i ne nužno troškovno učinkovita kao mjera očuvanja energije.
- **Poboljšanje izolacijskih okvira:** Toplina se može prenositi u zgradu (ili iz nje) kroz prozorski okvir. Toplinski odvojeni aluminijski okviri sadrže izolacijski sloj između unutarnjih i vanjskih slojeva aluminijske i provode manje topline u odnosu na standardne aluminijske okvire. Drvo je slabiji vodič u odnosu na aluminij. Iako je zamjena prozora skupa, bitno je pri ugradnji novih prozora ili odabira novog prostora u obzir uzeti materijal od kojega su načinjeni okviri.
- **Ugrađivanje reflektirajuće svjetlosne police:** To je vodoravna polica na približno dvije trećine visine prozora. Polica ima dvostruku namjenu zaštite stanara koji su blizu prozora od odblesaka i raspodjele dnevnog svjetla stanarima koji sjede daleko od prozora. Svjetlo se odbija od police na strop i dublje u ured.
- **Ugradnja svjetlosne police** uključuje skupu preinaku konstrukcije, a daje značajne uštede samo ako za umjetno dnevno svjetlo postoji automatska kontrola.
- **Promjena boje krova:** Tamnije boje krova upijati će više sunčeve topline dok će svjetlije boje krova odbijati više svjetla, smanjujući zagrijavanje zgrade. Sprečavanje pregrijavanja osobito je važno za uredske zgrade.

- **Promjena boje zidova:** Vanjski zidovi svjetlijih boja odbijati će više sunčeva svjetla u odnosu na tamno obojane i mogu smanjiti vrućinu koju zgrada upija. Svjetliji unutarnji zidovi osvijetlit će radne prostore unutarnjim odbijanjem svjetla.

6.2. Grijanje i hlađenje

Iako se zgrada može grijati i/ili hladiti na ugodnu razinu, to ne znači da se grije i/ili hladi učinkovito. U zgradama se može upotrebljavati nekoliko sustava grijanja, provjetravanja i klimatizacije (HVAC). Kotlovi, kompletni sustavi za grijanje, pojedinačni grijači prostora, peći ili toplane samo su neki od primjera grijućeg dijela sustava HVAC. Prema tome, pri poboljšanju energetske izvedbe primarnih i sekundarnih sustava HVAC-a u obzir se može uzeti niz mjera, od koji su neke navedene u nastavku.



Slika 6.4.: Primjeri opreme za grijanje i hlađenje

6.2.1. Sustav protoka zraka

Rešetkasti usmjerivači mogu se postaviti ili prilagoditi tako da se ne postiže učinkovita raspodjela zraka kroz popunjen prostor. Ovo se može poboljšati premještanjem ili prilagodbom rešetkastih usmjerivača za opskrbu zrakom.

Uklonite prepreke protoku zraka: U cijevima za protok zraka mogu se stvoriti djelomične ili potpune prepreke protoku, zbog nakupljanja prašine ili pojave čvrstih predmeta (stanari ponekad postavljaju karton ili krpe te tako izmijene raspodjelu zraka prema vlastitom ukusu).

Rezultat je sustav koji ne radi kako bi trebao, s mogućim smanjenjem energetske učinkovitosti.

Čišćenje filtera za zrak: zračni filtri koriste se za uklanjanje čestica prašine i zagađivača od ulaska u zgradu ili sprečavanje njihova širenja kroz zgradu. Mora ih se redovno čistiti ili će višak čestica zarobljen u filtru smanjiti protok zraka i smanjiti učinak ventilatora. .



6.2.2. Sustavna uporaba kontrole - središnji kontrolni sustav

Instalirajte optimizirane kontrole, koje će uključivati i isključivati HVAC tako da će se zgrada održavati na željenoj temperaturi dok je zgrada napušćena. Kontrolni sustav bilježi vanjske i unutarnje temperature zraka i određuje koliko će zgradi biti potrebno za ugrijavanje ili hlađenje uključujući i isključujući klimatizaciju prema potrebi.

Smanjite planirane sate rada: Vremenski raspon rada jednostavno postavite ponovo na nulu i tako ograničite vrijeme rada sustava HVAC. Blago podizanje ili pad temperature na kraju radnih sati nije problem, a energetska prednost ovako malene prilagodbe, osobito u vršnim razdobljima, može biti značajna.

Smanjite efekte uporabe izvan radnog vremena Smanjenjem temperature na kojoj se uključuje grijanje, odnosno povećanjem temperature na kojoj se uključuje hlađenje za razdoblje izvan radnih sati, uporaba energije sustava HVAC značajno će se smanjiti. Smanjite potrebe za opskrbu područja izvan radnog vremena: Rad sustava HVAC možda je potreban samo za manji dio zgrade izvan radnih sati. Prema tome, možda je moguće ograničiti rad sustava samo u tom izoliranom dijelu izvan radnih sati.

6.2.3. Pogon za hlađenje

Značajne uštede energije mogu se postići zamjenom postojećeg rashladnog uređaja primjerenijim ili novijim.

Poboljšani profil prilagodbe opterećenju: Različiti modeli rashladnih uređaja učinkovitije rade pri različitim opterećenjima tako da se profil opterećenja u instalaciji može prilagoditi najprimjerenijem modelu radi optimiziranja energetske učinkovitosti.

Ispravak prilagodbe kontrole rada rashladnih uređaja u nizu važan je za učinkovit rad sustava, osobito tamo gdje postoji mnogo rashladnih uređaja.

Ventilatori rashladnih tornjeva promjenjivom brzinom rada smanjuju potrošnju struje.

Voda iz kondenzatora može se ponovo uporabiti za grijanje kućne tople vode ili prostora.

Kompresor hladnjaka: Ovisno o veličini i vrsti instalacije, određuje se najučinkovitija vrsta kondenzatora u sustavu.

Zamijenite rashladne tornjeve: Postojeći rashladni tornjevi mogu raditi neučinkovito pa se ušteda energije može postići tako da ih se zamijeni novim uređajima.

Kontrolni sustav hladne vode, kao i potrebna vrijednost za vodu iz kondenzatora, mogu se prilagoditi radi boljeg učinka u odnosu na potrebe opterećenja, čime se postiže poboljšana energetska učinkovitost.

6.2.4. Kotlovnica

Značajne uštede energije mogu se postići zamjenom postojećeg kotla primjerenijim ili novijim.

Poboljšani profil prilagodbe opterećenju: Energetska učinkovitost može se optimizirati usklađivanjem veličine i broja kotlova koji rade pri određenom opterećenju.

Manje prilagodbe postavki kotla i kalibriranje mogu poboljšati učinkovitost.

Ispravne prilagodbe kontrola uključivanja i isključivanja kotla, u skladu s promjenama u opterećenju grijanjem, bit će važne za učinkovit rad sustava za grijanje.

Prilagodite potrebne vrijednosti za toplu vodu: Kontrolni sustav tople vode može se prilagoditi radi boljeg učinka u odnosu na potrebe opterećenja, čime se postiže poboljšana ukupna energetska učinkovitost.

Kontrola senzora nagomilavanja: automatske kontrole kotla mogu se prilagoditi tako da povećaju brzinu vrtnje ventilatora, u skladu s viškom zraka koji se registrira u dimnjaku kotla. Ovime se postiže poboljšana učinkovitost kotla.

6.2.5. Protok hladne i tople vode

- Decentralizirajte proizvodnju hladene i grijane vode: Centralizirane instalacije za grijanje i hlađenje mogu sadržavati dugačke cjevovode na kojima su i gubici značajni. Veća. Energetska učinkovitost može se postići uporabom brojnih manjih rashladnih uređaja/kotlova, postavljenih u blizini opterećenja.
- Centralizirajte proizvodnju hladene i/ili grijane vode: Ako postoji nekoliko manjih rashladnih uređaja/kotlova postavljenih međusobno relativno blizu a ovisno o profilu opterećenja, energetske uštede moguće su uporabom jedne centralizirane jedinice za hlađenje ili kotla. Tako se postižu i uštede na održavanju.



Slika 6.5.: Suvremeni distributer tople vode

- Motorni pogoni s promjenjivom brzinom: Uporaba motornih pogona promjenjive brzine za cirkulacijske pumpe uređaja za hlađenje/kotlova može uvelike poboljšati energetska učinkovitost instalacije.
- Smanjena količina u cirkulaciji: Moguće je da veća količina ohlađene/ugrijane vode nego što je potrebno cirkulira po zgradi u vrijeme vršnog opterećenja. Ponovno uravnoteženje sustava omogućit će smanjenje količine protoka.
- Smanjenjem kapaciteta pumpi radi smanjenja opterećenja može se postići energetska ušteda i produljiti radni vijek pumpe.



- Prilagodba temperature u cirkulaciji radi usklađivanja s potražnjom: Moguće je smanjenje radne temperature, s posljedičnim uštedama u toplini izgubljenoj u distribucijskom cjevovodu.
- Smanjite broj sati protoka: Mnogi sustavi rade dulje nego što je to potrebno. Skraćivanjem radnog vremena pumpi, smanjit će se i potrošnja energije.
- Poboljšajte izolaciju cijevi: Ako je izolacija cijevi u lošem stanju ili nije dovoljno debela, korisno je izolaciju zamijeniti novom i tako smanjiti energetske gubitke.
- Poboljšajte ugradnju ventila: Izolacija oko ventila s vremenom puca. Ako je zamijenite fleksibilnijom vrstom, smanjit će se gubici na ventilima.
- Smanjite duljinu cijevi: Kapacitet pumpe, kao i energetske gubici cjevovoda, povezani su s duljinom cjevovoda. Možda je moguće preusmjeriti cjevovod tako da mu se smanji duljina.

6.2.6. Postrojenje općenito

- Zamijenite pumpu / motor pumpe / pogon: Oprema koja je pri kraju svojeg radnog vijeka najvjerojatnije neće raditi učinkovito. Zamjenom opreme povećat će se ukupna učinkovitost, a postići će se energetske uštede i smanjenje troškova.
- Prilagodba opterećenju: Kad se u postrojenje ugrađuje nova stavka, važno je da veličinom odgovara potrebama. Smanjenjem kapaciteta opreme, radi prilagodbe opterećenju, poboljšat će se djelotvornost opreme, omogućujući uštede i njezin dulji radni vijek.
- Ugradite ekonomski ciklus: Ekonomski ciklus zraku omogućuje cirkulaciju tijekom razdoblja kad svjež zrak nije potreban. Ovo će rezultirati smanjenjem nepotrebnog grijanja ili hlađenja vanjskog zraka i, posljedično, energetske uštedama.
- Ako se zrak ne može ponovo ubaciti u cirkulaciju, oprema za zračnu izmjenu topline omogućit će prenošenje topline između ulaznih i ispušnih zračnih struja. Ovo će rezultirati smanjenjem nepotrebnog grijanja/hlađenja i, posljedično, energetske uštedama.
- Ugradite izmjenjivač topline rashladnog uređaja: On upotrebljava toplinu koja se oslobađa u atmosferu iz rashladnog uređaja za zagrijavanje vode za grijanje prostora ili kućnu toplu vodu. Ukupan rezultat je energetska ušteda.

6.2.7. Kućna topla voda

Kućna topla voda (DHW) može se proizvesti bojlerima, sustavima obnovljivih energetske izvora ili u toplani. Odabir između njih ovisi o dostupnosti energetske izvora, potrebama, sigurnosti i ekonomskim faktorima. Postoje četiri osnovna načina za smanjenje računa za toplu vodu: upotrebljavajte manje tople vode, smanjite vrijednost na termostatu grijača vode, izolirajte grijač vode ili kupite nov, učinkovitiji model.

Jednostavne mjere koje mogu pomoći u pružanju tople vode uz manji utrošak energije su:

- Smanjite temperaturu pohrane: Ako je temperatura pohranjene tople vode više nego što je to potrebno, smanjenjem temperature smanjit će se i toplinski i energetske gubitci. No temperatura se ne smije smanjiti ispod 60 oC, jer je ispod ove granice vjerojatniji razvoj bakterije Legionella (koja uzrokuje legionarsku bolest).

- Smanjite temperaturu cirkuliranja KTV-a Ako je temperatura distribuirane tople vode viša nego što je to potrebno, smanjenjem temperature smanjit će se i toplinski gubitci u distribucijskom cjevovodu. No distribucijska temperatura ne smije biti niža od 55 oC.
- Smanjite protok kroz slavine: Ugradnjom uređaja za ograničenje protoka prije slavine, uporaba tople vode može se značajno smanjiti bez utjecaja za korisnika.



Slika 6.6.: Kombinacija spremnika za toplu i hladnu vodu, kotlova i reverzibilne toplinske pumpe u toplinskom razdjelnom postrojenju

- Smanjite protok kroz tuš: Ugradnjom uređaja za ograničenje protoka prije tuša ili zamjenom ručice za tuširanje, uporaba tople vode može se značajno smanjiti bez utjecaja za korisnika. Decentralizirajte proizvodnju kućne tople vode: Centralizirane instalacije za grijanje vode mogu sadržavati dugačke mreže cjevovoda povećavajući toplinske gubitke na njima. Bolja energetska učinkovitost može se postići uporabom brojnih manjih uređaja za grijanje vode, postavljenih u blizini mjesta njezine uporabe.
- Centralizirajte proizvodnju KTV-a: Tamo gdje postoje brojni manji uređaji za stvaranje tople vode, koji su relativno međusobno blizu, i ovisno o tome kakav je profil opterećenja toplom vodom, moguće je povećati energetska učinkovitost uporabom centraliziranog sustava stvaranja tople vode.
- Koordinacija proizvodnje kućne tople vode / tople vode iz toplane: Topla se voda u zgradi može upotrebljavati za mnogobrojne namjene. Koordiniranjem uporabe tople vode u različite svrhe i u različitim vremenima moguće je smanjiti zahtjeve za pohranom tople vode ili najveću istodobnu potražnju. Ovo može rezultirati smanjenjem postrojenja za stvaranje kućne tople vode, s posljedičnim smanjenjem ukupnih energetske troškova.

6.3. Rasvjeta

Osvjetljenje zgrade zahtijeva energiju i novac, ne samo zbog potrošnje električne struje, već i zbog održavanja sustava rasvjete. Energetske uštede mogu biti rezultat kombiniranja različitih vrsta

svjetiljki, s njihovim podupirućim komponentama (kao što su armature i prigušnice) i načinima svakodnevne primjene sustava za rasvjetu. Učinkovitost osvjetljenja može se poboljšati poduzimanjem mjera predstavljenih u nastavku.

Dizajn

- Reflektirajuće površine armatura moraju se održavati čistima. Čišćenje armatura neće samo uštedjeti energiju, već će poboljšati razinu osvjetljenja pri jednakoj potrošnji energije.
- Zamjena svjetiljki onima visoke energetske učinkovitosti: Standardne monofosforne 26 mm fluorescentne cijevi 10 % su učinkovitije u odnosu na njihove 38 mm prethodnike. Štedne svjetiljke (kompaktne fluorescentne žarulje - CFL) približno su 4 puta učinkovitije u odnosu na ekvivalentne obične žarulje sa žarnom niti.



Slika 6.7.: Suvremeno fluorescentno osvjetljenje s DALI kontrolom (digitalno sučelje za automatizaciju)

- Ako razina osvjetljenja nadilazi standardn ili nedovoljno odgovara korisničkim potrebama (pogledati Dodatak 2), energiju je moguće uštedjeti uklanjanjem nepotrebnih svjetiljki i odgovarajućim označavanjem armatura bez cijevi.
- Selektivna zamjena cijevi, tj. zamjena monofosfornih fluorescentnih cijevi koje slabije osvjetljavaju snažnijim, trifosfornim fluorescentnim cijevima. Energetske uštede poduzimanjem ove mjere pojavljuju se u selektivnoj komponenti - manje cijevi je dovoljno za jednako ukupno osvjetljenje.
- Ugradnja automatskih transformatora pruža alternativni način za smanjenje potrošnje energije i osvjetljenje iz instalacije. Automatski transformatori naglo smanjuju napon u ožičenju osvjetljenja, smanjujući tako svjetlo i uporabu energije.
- Zamjenom difuzora može se povećati energetska učinkovitost ako se istodobno uklone nepotrebne cijevi.
- Smanjenje broja armatura može smanjiti općenite probleme s osvjetljenjem i tako povećati udobnost korisnicima i energetska učinkovitost. Premještanje armatura u odnosu na radni



prostor korisnika može smanjiti potreban broj armatura, smanjiti probleme s odbljescima i poboljšati razinu osvjetljenja.

- Neke energetske uštede mogu se postići i zamjenom prigušnica u fluorescentnim armaturama.
- U nekim je slučajevima troškovno učinkovitije obnoviti stare armature u odnosu na nabavu novih. Njihova zamjena može biti troškovno učinkovitija, ovisno o tome koja se vrsta armatura zamjenjuje.

Kontrola rasvjete

- Poboljšana uporaba prekidača od strane korisnika: najučinkovitiji način za osiguranje da je svjetlo isključeno je određivanje jedne osobe u svakom radnom području za provjeru jesu li svjetla isključena na kraju radnog dana.
- Poboljšanje uporabe prekidača od strane čistača i zaštitara: čistači su poznati po tome da osvijetle čitavu zgradu, a zatim postupno isključuju svjetla kad očiste određeno područje. Zgradu moraju osvjetljavati samo kat po kat.
- Poboljšanje zoniranja uporabe prekidača:
 - Odgovarajući obrasci uporabe: samo jedan prekidač za upravljanje svjetlom na čitavom katu iznimno je neučinkovito, osobito u doba kad je u zgradi tek nekoliko osoba. Prilagodba rasporeda prekidača pojedinim zonama uporabe u zgradi znatno je učinkovitija.
 - Prilagodba dostupnosti dnevnog svjetla: prilagodba skupine prekidača dostupnosti dnevnog svjetla znači da se ne uključuju svjetla tijekom dnevnog radnog vremena, dok svjetla ostaju uključena u dijelovima zgrade koji nisu prirodno osvijetljeni.
 - Poboljšana dostupnost: Premještanje i označavanje prekidača radi poboljšanja njihove dostupnosti konačno donosi energetske uštede.
- Poboljšano održavanje kontrola: automatizirano upravljanje osvjetljenjem korisno je samo ako dobro radi. Iskustvo pokazuje da je vjerojatnost korisničkog upletanja u automatsko upravljanje osvjetljenjem jednako znatno učestalo. Važno je ovakve upravljačke sustave redovno provjeravati i osigurati da rade učinkovito.
- Automatski upravljački sustavi na osnovi prisutnosti koriste senzore pokreta za određivanje je li potrebno uključiti osvjetljenje. Uvođenje automatskog upravljanja na osnovi prisutnosti ponekad može uštedjeti energiju zbog smanjenog broja sati rada. Mora se voditi briga o tome da upravljački sustav radi u korist, a ne na štetu korisnika.
- Upravljanje na osnovi dnevnog svjetla može sačuvati energiju smanjenjem broja sati rada osvjetljenja. Automatski upravljački sustavi sadrže senzore svjetla koji isključuju neka ili sva svjetla u području gdje je razina osvjetljenja dovoljno visoka. Ako su svjetiljke opremljene prigušnicom sa smanjivačem svjetline, svjetla se mogu prigušiti prema uvjetima u okolišu. Poželjno je upotrijebiti stalno promjenjiv sustav umjesto običnih prekidača za prilagodbu razine osvjetljenja jer korisnike smeta uključivanje i isključivanje svjetla.



Slika 6.8.: Senzor prisutnosti i osvjetljenja; ormarić za upravljanje osvjetljenjem s 4 kombinacije

6.4. Uređaji

Uređaji u kući

Hladnjaci i zamrzivači koriste električnu struju za proizvodnju hladnoće. Nekoliko jednostavnih mjera može pomoći u postizanju značajnih ušteda energije:

- Oprema prikuplja toplinu iz sustava i ispušta je van sustava. Što je topliji zrak oko opreme, ona će biti manje učinkovita. Stoga ispravno postavljanje opreme čini veliku razliku u njezinoj učinkovitosti.
- Provjerite opremu kako biste provjerili da ne hladi ispod preporučenih temperatura: povećanje temperature hlađenog prostora za samo 1 °C moglo bi smanjiti potrošnju energije za 2 % (preporučena temperatura rada hladnjaka: 3 °C do 5 °C i zamrzivača: -15 °C).
- Pazite da vrata ne ostaju otvorena dulje nego što je potrebno: punjenje i pražnjenje činite što je brže moguće.
- Razmislite o rashlađivanju umjesto hlađenja: neki će proizvodi ostati svježiji uz vrlo lagano rashlađivanje, to jest ne zahtijevaju aktivno hlađenje.
- Povremeno provjerite postavke upravljanja kako biste osigurali da su postavljene na optimalnim razinama.
- Vanjske kondenzatore održavajte čistim i bez blokada.
- Redovito uklanjajte led s isparivača.



- Zamjenom izolatora, kada je to potrebno, osigurajte odgovarajuću izolaciju.
- Pridržavajte se proizvođačevih uputa za održavanje.
- Hranu čuvajte u zatvorenim prostorima: izmjena vode između hrane i zraka troši energiju.
- Izbjegavajte spremanje hrane toplije od 35-40 °C (preporuča se da hranu najprije ohladite izvan hladnjaka pa dovršite odmrzavanje u hladnjaku kako bi se u njemu oslobodila hladnoća).
- Kada nisu potrebni, isključite hladnjake, posebice za vrijeme odmora izvan prostora u kojem boravite.
- Izbjegavanjem prekomjernog punjenja hladnjaka omogućit ćete kruženje zraka.
- Hranu grupirajte ovisno o njezinim potrebama za hladnoćom (najhladnije mjesto u hladnjaku su njegovi najniži pretinci).

Peći i štednjaci koriste energiju za proizvodnju topline za kuhanje hrane. Toplina se može generirati električnim otporom, izgaranjem plina ili zračenjem (mikrovalovi).

Savjeti koji vam mogu pomoći u uštedi energije:

- prije kuhanja, pećnicu zagrijavajte kraće nego što je preporučeno,
- korištenjem svjetla i mjerača vremena za vrijeme kuhanja možete izbjeći otvaranje pećnice,
- korištenjem ventilatora osigurat ćete bolje kruženje topline i brže kuhanje,
- pećnicu isključite 15 minuta prije završetka kuhanja: upotrijebit će se preostala topline,
- koristiti staklene ili keramičke lonce jer zadržavaju više topline,
- što je češće moguće koristite mikrovalnu pećnicu,
- pećnicu i štednjake redovito čistite.

U svakom slučaju, kao i kod bilo koje vrste kućanskih uređaja, važno je odabrati opremu s obzirom na energetske učinkovitost (to jest, opremu s klasifikacijom najvišeg razreda energetske učinkovitosti). Na tržištu je trenutačno dostupno bezbroj mogućnosti kućanskih uređaja s izvrsnim rezultatom energetske učinkovitosti. Osim toga, svaki bi put trebalo odabrati kapacitet koji odgovara potrebama korisnika.

Uredska oprema

U uredsku opremu uglavnom ubrajamo: računala, monitore, telefaks uređaje, fotokopirne uređaje, pisače, telefone, mobilne telefone, modeme itd. Iako dugoročnu uštedu energetske troškova u ovom području možemo ostvariti kupnjom energetske učinkovite opreme, u nastavku slijedi nekoliko savjeta za veću uštedu energije:

- Opremu isključite tijekom noći: isključivanje uredske opreme noću jednostavna je mjera kojom možete značajno uštedjeti energiju. Na primjer, računala troše 100-150 W snage, a uredske ih zgrade i škole koriste na stotine. Odredite osobe zadužene za isključivanje opreme i pokrenite trajnu kampanju za promoviranje isključivanja opreme.



- Opremu isključite kada nije u uporabi: motivirajte osoblje da isključi opremu na svojim radnim mjestima prije odlaska na ručak ili sastanak. Ako želite izbjeći dulje vrijeme pripreme za rad koje je potrebno fotokopirnim ili telefaks uređajima, koristite stanje pripravnosti. Ako ne želite čekati da računalo pokrene sustav, samo isključivanje zaslona može smanjiti potrošnju energije za više od polovice.
- Aktivirajte opcije sustava Energy Star: Najsuvremenija uredska oprema dolazi s opcijama za uštedu energije u sklopu programa Energy Star, no te se opcije najčešće moraju zasebno aktivirati.



Slika 6.9.: Pisač, zvučnik...

KONTROLNI POPIS:

- Nabrojite najmanje 3 mjere za poboljšanje vanjskog omotača zgrade.
- Navedite barem jednu mjeru koja se odnosi na vodu (na primjer u području protoka vode).
- Što možemo poboljšati u području rasvjete?

7. Uporaba obnovljivih izvora energije

To je odabir za naš planet. Kako bi barem očuvali sadašnje prirodne uvjete, Slovenija je počela provoditi mjere energetske učinkovitosti i uporabe obnovljivih izvora energije. Za iskorištenje potonjeg, dostupan je velik broj različitih tehnologija.

Postoje razne mogućnosti uporabe obnovljivih izvora energije u zgradama, od solarnih svjetla za vanjsku rasvjetu do kupovine obnovljive energije lokalnog pružatelja komunalnih usluga pa čak i do proizvodnje električne energije uporabom fotonaponskih (PV) ćelija u kućanstvima.

Savjeti

- Nova zgrada pruža najbolju priliku za osmišljavanje i položaj koji će najbolje iskoristiti prednosti sunčevih zraka. Dobro orijentirana zgrada propušta niskokutno zimsko sunce kako bi se smanjili računi za grijanje i odbija visoko ljetno sunce kako bi se smanjili računi za hlađenje.
- Mnogi potrošači diljem EU-a kupuju električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora poput sunca, vjetra, vode, biomase i unutarnje topline Zemlje. Ta se moć ponekad naziva i „zelena energija“.
- Kupnja zelene energije iz ponude pružatelja komunalnih usluga jedan je od najlakših načina uporabe obnovljivih izvora energije bez ulaganja u opremu i dodatnog održavanja.



Slika 7.1.: Portal za obnovljivu energiju Wikipedije

Glavnu uporabu Sunčeve energije predstavlja grijanje vode. Solarni sustavi za grijanje vode ekološki su prihvatljivi (jedan solarni bojler tijekom dvadesetogodišnjeg razdoblja može izbjeći više od 50 tona emisije CO₂), a danas se mogu postaviti na bilo koji krov kako bi se stopili s arhitekturom zgrade. Osim toga, ako se koristi bazen ili hidromasažna kada, uporabom Sunčeve energije mogu se smanjiti troškovi grijanja vode. Troškovi većine solarnih sustava za grijanje bazena konkurentni su konvencionalnim.

Pogledajte: IRENA- Our - World Runs on Energy

<http://www.youtube.com/watch?v=hwVJoVW4MN>

Savjeti za dugoročnu uštedu

- Ako usprkos činjenici da je zgrada izgrađena da bude što je više moguće energetske učinkovita nastaju vrlo visoki računi za struju, iako ima dobar izvor Sunčeve energije, trebalo bi razmotriti mogućnost generiranja vlastite struje s pomoću fotonaponskih ćelija. Dostupni su novi proizvodi koji fotonaponske ćelije integriraju s krovom, čineći ih mnogo manje vidljivima od starijih sustava. Međutim, donošenje odluke o ulaganju u fotonaponski sustav potrebno je dodatno istražiti.
- Postoje i drugi sustavi koji iskorištavaju mogućnosti lokalnih obnovljivih izvora energije, poput sustava biomase za grijanje zgrada (drva za ogrjev, briketi ili peleti), zemne toplinske pumpe koje se koriste za zagrijavanje zgrade zimi i hlađenje tijekom ljeta itd. Odluka o ugradnji jednog od navedenih sustava treba se temeljiti na odgovarajućoj analizi izvedivosti.

Prirodni će resursi s vremenom postati previše skupi za prikupljanje, ljudi će morati pronaći druge izvore energije. Zaštita prirodnih resursa od iznimne je važnosti.

Najznačajniji obnovljivi izvori energije koji se primjenjuju u građevinarstvu su Sunčeva i geotermalna energija te biomasa.

7.1. Sunčeva energija

Sunčeva energija je pretvorba sunčeve svjetlosti u električnu energiju. Sunčeva se svjetlost se u električnu energiju može pretvarati izravno, s pomoću fotonaponskog sustava (PV), ili neizravno, koncentracijom Sunčeve energije (CSP), koja najčešće usredotočuje energiju Sunca za vrenje vode koja se zatim koristi za snabdijevanje energijom, odnosno drugim tehnologijama, poput Stirlingovog motora s dva cilindra koji Stirlingov ciklus motora koristi za napajanje generatora.

Fotonaponski se sustav prvotno koristio za napajanje manjih i srednje velikih aplikacija, od kalkulatora koje je napajala samo jedna solarna ćelija do kućnih energetske sustava izvan mreže koji se napajaju fotonaponskim nizom. Jedini je značajniji problem sa Sunčevom energijom trošak ugradnje. No Sunčeva se energija može se kombinirati s drugim izvorima energije kako bi se osiguralo neprestano napajanje.





Slika 7.2.: Karta potencijala iskoristivosti solarne električne energije u Europi

Izvor: Solar Radiation Map of Europe: Global Horizontal Irradiance Map of Europe, Solar GIS 2011

7.1.1. Sunčeva energija

Sunčeva energija ima potencijal zauzeti prvo mjesto među obnovljivim izvorima energije. Sunce oslobađa elektromagnetsko zračenje, dio kojeg dopire do Zemlje. Zemlja se grije Sunčevim zračenjem koje se pretvara u druge oblike energije - u kinetičku energiju vjetra i, kako također utječe na gibanje i strujanje voda, potencijalnu te kinetičku energiju vodotoka. Bez Sunčevog zračenja ne bi bilo fotosinteze, a time ni biomase (Medved i Arkar, 2009.).

U mjerenju Sunčeve energije koriste se dvije mjere:

- Sunčevo zračenje - snaga površinskog ozračenja po jedinici površine u $[W/m^2]$
- Sunčeva ozračenost - energija koju je određena površina zaprimila tijekom određenog vremena u $[Wh/m^2]$.

Sunčeva ozračenost predstavlja najveći protok energije na površini Zemlje i njezinoj atmosferi. Gustoća protoka na gornjoj granici atmosfere u prosjeku iznosi $1367 W/m^2$ (solarna konstanta). Energija Sunčeve ozračenosti može se mjeriti na različite načine: ukupno ili raspršeno, to jest izravnim zračenjem. Ukupna Sunčeva ozračenost definira se kao ukupna suma sunčevog zračenja koje pada na vodoravnu površinu. Na njega utječe pet čimbenika:

- astronomski čimbenik: orbita Zemlje oko Sunca,
- aktivnost Sunca,
- meteorološki čimbenici: oblačnost, vlažnost,
- propusnost atmosfere, i
- reljef: nadmorska visina, oblik površine.



Slika 7.3.: Različite tehnologije za uporabu Sunčeve energije

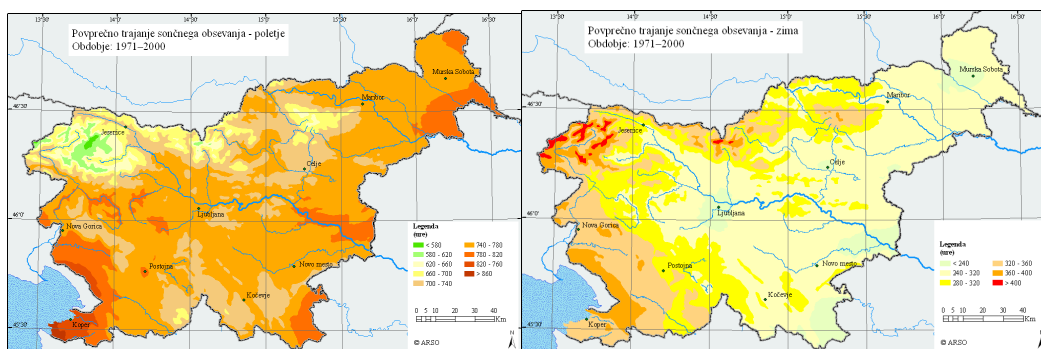
Raspršena ozračenost predstavlja izravnu i reflektiranu Sunčevu svjetlost koju molekule i čestice raspršuju u atmosferi. Za vrijeme vedrog vremena raspršeno i reflektirano zračenje niže je od izravnog, no postaje značajno kod oblačnog vremena, kada nema izravnog zračenja.

Energija Sunčevog zračenja mjeri se s pomoću radiometara. Oni mjere razliku u temperaturi između izoliranih crnih i bijelih tijela te izračunavaju primljeni protok energije. Točnost senzora iznosi otprilike 5-10 %. Za mjerenje ukupnog i raspršenog zračenja koristimo piranometar i solarimetar, a za mjerenje izravnog zračenja pirheliometar. Senzor za raspršeno zračenje jednak je senzoru za mjerenje ukupnog zračenja, uz dodatak prstena sjene. Kod mjerenja dijelova spektra (UVB zračenje, infracrveno zračenje), Sunčeva svjetlost mora biti filtrirana (Meteorološka mjerenja: mjerenje Sunčevog zračenja, 2005.).

Godišnja količina topline i električne energije koju proizvode solarni sustavi ovisi o učinkovitosti ugradnje i godišnjoj količini Sunčeve ozračenosti na određenom mjestu. Pri planiranju ugradnje bilo kojeg sustava potrebno je razmotriti preporuke za odabir komponenti sustava i podatke o Sunčevoj svjetlosti. Konačno, potrebno je osigurati kvalitetnu ugradnju.

Iz slika koje prikazuju godišnju razinu prosječnog Sunčevog zračenja od 1971. do 2000. godine možemo vidjeti kako se Sunčevo zračenje mijenja kroz različita godišnja doba. Primorska regija prima najviše Sunčeve svjetlosti. Detaljnije karte mogu se pronaći na web stranicama Agencije za zaštitu okoliša i na internetskim stranicama Državne geodetske uprave Republike Slovenije.

Podatci iz tih karata mogu se tumačiti kao potencijal iskorištavanja Sunčeve energije u Sloveniji. Budući da količina primljene Sunčeve svjetlosti varira, pri analizi i usporedbi podataka moramo biti oprezni. Da bismo dobili približnu ideju o trajanju Sunčevog zračenja i potencijalu njegovog iskorištavanja, primjenjuju se podatci o prosječnim vrijednostima tijekom duljih razdoblja.



Slika 7.4.: Prosječno trajanje Sunčevog zračenja tijekom ljeta i zime u razdoblju od 1971.-2000. godine)

(Izvor: ARSO, <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/maps>, 10.06.2011.)

7.1.1. Fotonaponski sustavi (PV)

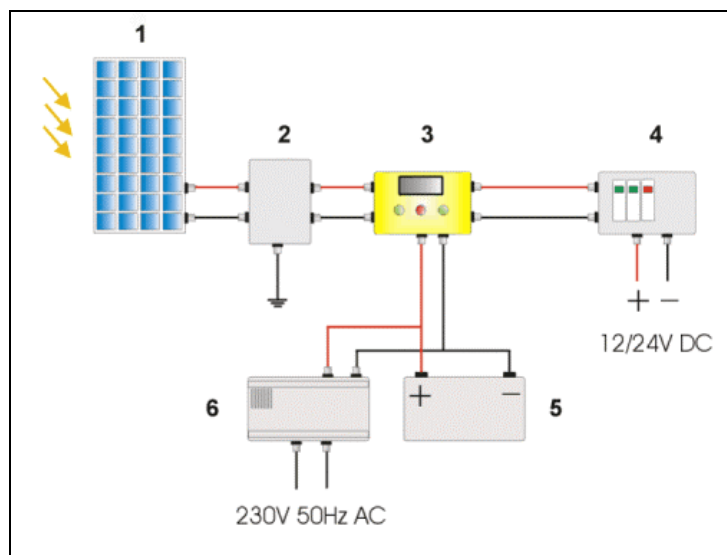
Sunce je izvor energije u obliku Sunčeve svjetlosti za solarne module. Oni svjetlost izravno pretvaraju u električnu energiju. Snaga uređaja za izravno pretvaranje elektromagnetskih valova u električnu energiju ovisi o energetskim zahtjevima sustava i raspoloživoj Sunčevoj svjetlosti. Moduli su izrađeni od solarnih ćelija različitih materijala (monokristalne ili polikristalne silicijske ćelije, galijev arsenid, amorfni silicij i tako dalje.).



Slika 7.4.: Europsko udruženje industrije fotonapona, <http://www.epia.org>)

Kod samostalnih sustava i sustava koji nisu spojeni na distribucijsku mrežu, baterija sustava pohranjuje energiju koju proizvode solarne ploče za razdoblje kada Sunčeva zračenja nisu dovoljno jaka. Solarni regulator namijenjen je povezivanju solarnog modula, baterije i korisnika. Istodobno štiti bateriju od prekomjernog punjenja i/ili pražnjenja. Korisnicima smatramo električne uređaje koji rade unutar sustava. Izravni korisnici moraju biti visoko učinkoviti, a trebaju širok raspon ulaza. Pretvarači su namijenjeni pretvaranju izravne struje baterije u izmjeničnu. Zbog uporabe pretvarača mogu se koristiti obični električni uređaji koji funkcioniraju korištenjem mrežnog napona/struje. Mrežni pretvarači koriste se za solarne sustave koji rade usporedno s javnom električnom mrežom, a koriste se za pretvaranje izravne struje solarnog generatora u izmjeničnu struju mreže i sinkronizaciju. Pomoćni generator u samostalnim sustavima ponekad ima ulogu pomoćnog izvora električne energije. U

kombinaciji s punjačima baterije koristi se za dopunu baterija u slučaju veće potrošnje. (http://lab.fs.uni-lj.si/opet/knjiznica/pv_v_stavbah.pdf, 28.05.2011)

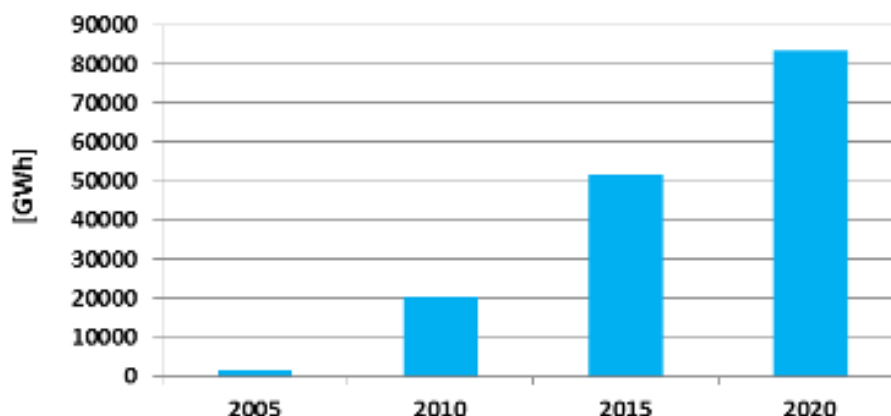


- 1 - fotonaponski modul
- 2 - zaštita od previsokog napona
- 3 - regulator
- 4 - kutija za osigurače
- 5 - baterija
- 6 - pretvarač

Slika 7.5.: Shema fotonaponskog sustava

(Izvor: http://lab.fs.uni-lj.si/opet/knjiznica/pv_v_stavbah.pdf, 28.05.2011)

Samostalni fotonaponski sustavi za izmjeničnu struju: električna energija iz solarnih modula pohranjena je u baterijama za vrijeme kada je Sunčevo zračenje previše slabo za rad sustava (noću, u slučaju lošeg vremena). Solarni regulator štiti bateriju od prekomjernog punjenja i/ili pražnjenja. Korisnici rade na 230 V pretvorenih iz izravne struje baterije s pomoću pretvarača.



Slika 7.7.: Projekcije proizvodnje fotonaponske električne energije u Europi za razdoblje 2005.-2020. godine [ECN 2011]

Nakon otkrića fotonaponskog učinka 1839. godine, broj fotonaponskih primjena povećava se već niz godina, s naglim povećanjem uporabe u većim postrojenjima od početka 21. stoljeća. Na temelju Nacionalnog akcijskog plana za obnovljive izvore energije europskih država članica, električna energija

proizvedena iz fotonaponskih sustava u Europi će se povećati s 1470 GWh zabilježenih 2005. godine na 83.375 GWh u 2020. godini (slika 7.7).

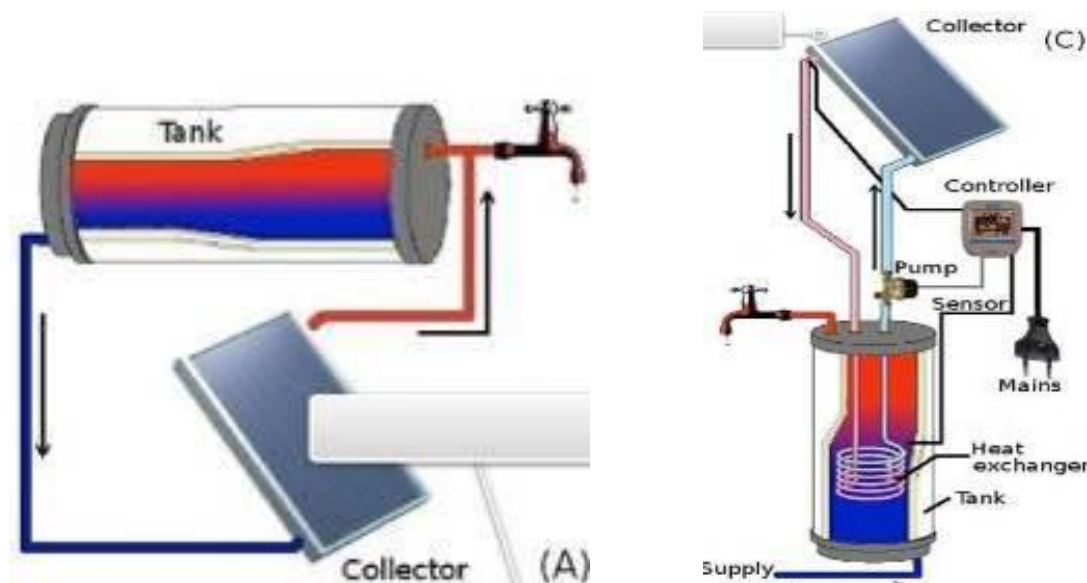
7.1.2. Sunčeva toplinska energija

Sunčeva toplinska energija predstavlja drugi način iskorištavanja najbogatijeg energetskeg resursa, Sunca. Radno načelo Sunčeve toplinske energije vrlo je jednostavno: Sunčeva energija zahvaća apsorber kolektora smještenog na krovu zgrade. Apsorber Sunčevo zračenje pretvara u toplinu koja se zatim otprema u medij za prijenos topline - poput tekućine ili zraka. Skladištenje vode provodi se u Sunčevim toplinskim sustavima jer je vodu zagrijanu Sunčevom energijom potrebno pohraniti za noć i razdoblja s manje ozračenosti.

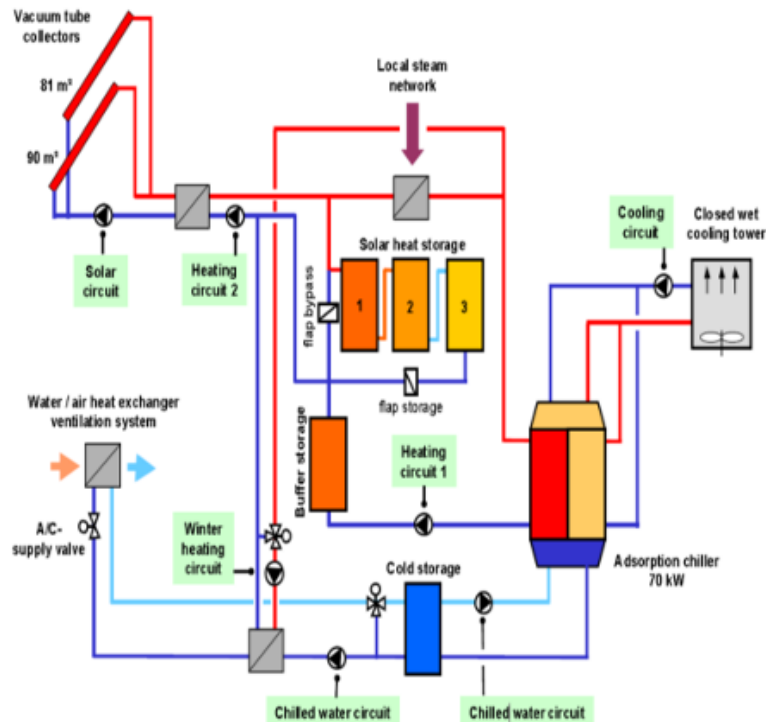


Slika 7.6.: Internetski portal za Sunčevu toplinsku energiju: <http://solarprofessional.com/>

Sunčev toplinski sustav može se ugraditi za široki raspon toplinskih zahtjeva, od manjih postrojenja do većih toplinskih sustava. Ovisno o namijenjenoj primjeni, Sunčeva se energija često koristi za pripremu potrošne tople vode ili za pomoćno zagrijavanje. Zbog varijabilnosti Sunčeve ozračenosti tijekom dana i godine, Sunčevi toplinski sustavi grade se kao dvostruki sustavi grijanja. To znači da je u tehnologiju sustava osim pohrane Sunčeve energije uvijek uključen i drugi izvor topline, poput kondenzacijskog kotla. U nastavku su prikazane različite vrste iskorištavanja Sunčeve toplinske energije.



Slika 7.7.: Jednostavan izravan sustav pasivnog grijanja i neizravno aktivno grijanje



Slika 7.8.: Shema složenog sustava grijanja i hlađenja Sunčevom energijom s apsorberom

Osnovne tehničke značajke sustava grijanja i hlađenja s apsorberom:



Centralna jedinica za klimatizaciju

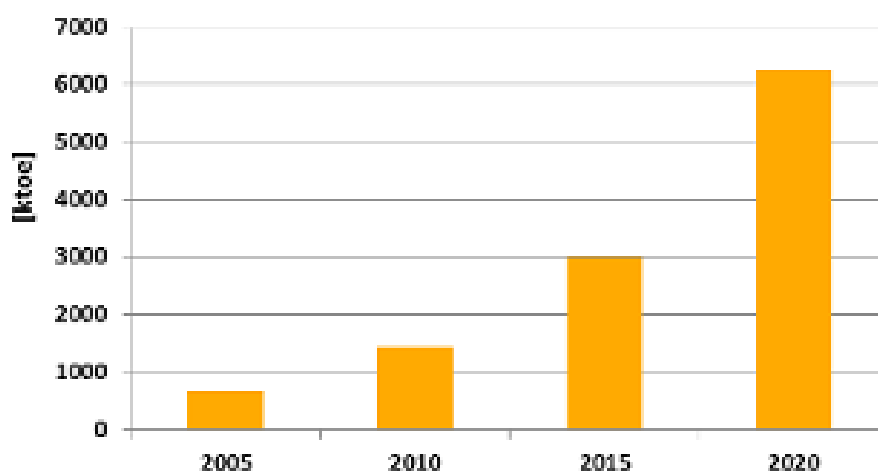
Tehnologija	zatvoreni krug
Nazivni kapacitet	70 kW _{hlađenje}
Vrsta zatvorenog sustava	apsorpcijski
Robna marka jedinice za rashlađivanje	Nishiyodo NAK 20/70
Primjena rashlađene vode	opskrba hladnim zrakom
Odvlaživanje	povremeno
Sustav odbijanja topline	zatvoreni toranj za mokro hlađenje

Sunčeva toplinska energija

Vrsta kolektora	vakuumske cijevi
Robna marka kolektora	Seido 2-16
Površina kolektora	apertura, 167 m ²
Kut nagiba, orijentacija	30° i 45°, južna
Tekućina u kolektorima	voda i glikol
Uobičajena radna temperatura	pogonka temperatura rada uređaja za rashlađivanje od 75 °C

Konfiguracija

Spremnik topline	voda, 6 m ³
Spremnik za hlađenje	voda, 2 m ³
Pomoćna jedinica za grijanje	izmjenjivač topline kondenziranom parom kojeg pokreće parna mreža bolnice
Uporaba pomoćnog sustava grijanja	pomoćni izvor za pogon uređaja za rashlađivanje, pomoćni izvor opskrbe zraka za grijanje tijekom zime
Pomoćni uređaj za rashlađivanje	ne



Slika 7.11.: Projekcije proizvodnje Sunčeve toplinske energije u Europi za razdoblje 2005.-2020. godine [ECN 2011]

Povećanje površina prekrivenih kolektorima u europskim državama i Švicarskoj, prema podacima Europskog udruženja industrije solarnih toplinskih kolektora (ESTIF), je 2008. godine iznosilo približno



60 % više nego u 2007. godini³. Na temelju Nacionalnog akcijskog plana za obnovljive izvore energije europskih država članica, broj solarnih toplinskih postrojenja u državama EU-a dodatno će se povećati kako bi se zadovoljili obvezujući ciljevi nacionalnih planova pojedinih država članica.

7.1.3. Sunčeva energija u javnim zgradama

I fotonaponski i Sunčevi toplinski sustavi pogodni su za ugradnju u javne zgrade. Prije ugradnje postrojenja Sunčeve energije treba razmotriti dvije stvari:

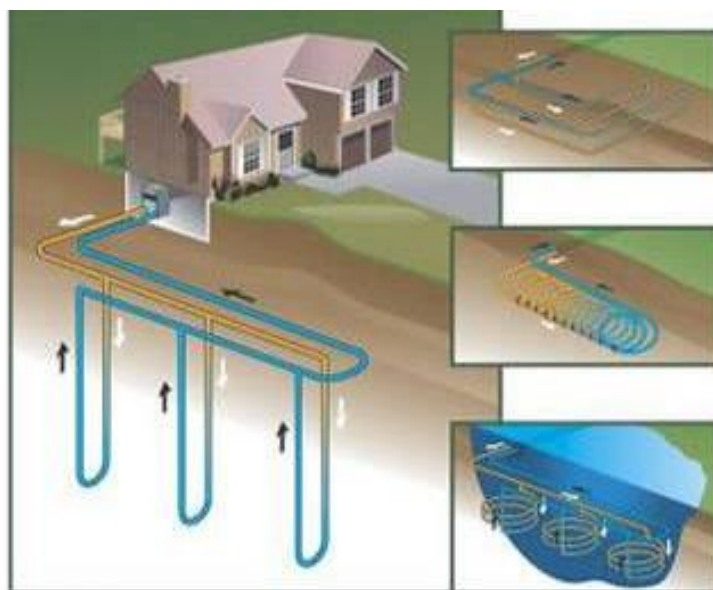
- količinu Sunčevog zračenja, i
- prikladnost krova zgrade.

Sunčevo zračenje na određenom području može se provjeriti uporabom online alata i mjerenjima. Mjerenja su, naravno, obvezna, jer područje za koje se razmatra solarni sustav ne smije biti u sjeni. Online alati to ne pokazuju (na primjer, iako mjesto na kojem se nalazi zgrada statistički dobiva mnogo Sunčevog zračenja, krov odabrane zgrade može biti u sjeni susjedne, više zgrade).

Ako su mjerenja Sunčevog zračenja prikladna, treba provjeriti krov zgrade. Jedan modul od 250 W s nosivom strukturom teži približno 20 kg pa je potrebno provjeriti statičku strukturu krova, a budući da je radna temperatura modula viša od 50 °C treba provjeriti izolaciju krova. Isto vrijedi i za Sunčeve toplinske sustave.

7.2. Geotermalna energija

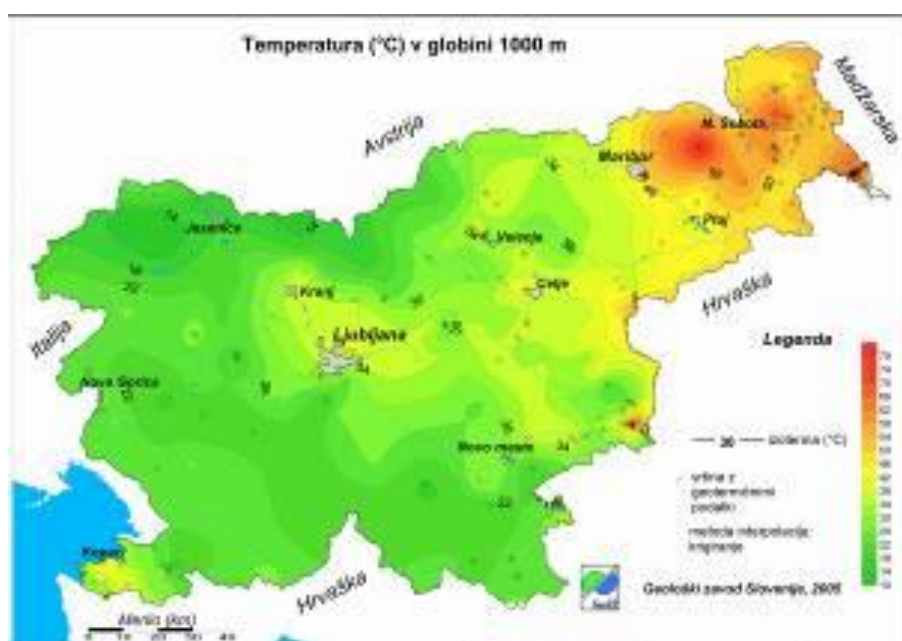
Geotermalna energija je obnovljivi izvor energije, a pohranjena je u obliku topline pod površinom zemlje. Geotermalna energija je energija dobivena izvlačenjem toplinske energije same Zemlje, uobičajeno iz dubine od nekoliko kilometara unutar Zemljine kore. Izgradnja geotermalne elektrane je skupa, ali ima niske radne troškove pa na odgovarajućim lokacijama rezultira niskim troškovima za energiju. Ova vrsta energije, u konačnici, potječe od topline Zemljine jezgre. Postoje tri vrste elektrana koje se koriste za generiranje snage iz geotermalne energije: sa suhom parom, isparavanjem i binarnim ciklusom. Postrojenja geotermalnih elektrana sa suhom parom izvlače paru iz prijeloma u tlu i koriste je izravno, za pogon turbine koja pokreće generator. Postrojenja geotermalnih elektrana sa isparavanjem iz tla izvlače vruću vodu, najčešće pri temperaturama višim od 200 °C. Vruća voda tijekom podizanja na površinu vrije, a postrojenje zatim odvaja fazu isparavanja u separatorima pare/vode pa paru provodi kroz turbinu. Vruća se voda u postrojenjima s binarnim ciklusom propušta kroz izmjenjivače topline pri čemu organsku tekućinu koja vrti turbinu dovodi do vrenja. Kondenzirana para i preostala geotermalna tekućina iz sve tri vrste postrojenja ubrizgavaju se natrag u vruće naslage stijena kako bi prikupile više topline.



Slika 7.9.: Uporaba geotermalne energije za grijanje stambenih zgrada
Izvor: <http://www.geotech.si/sl/geotermalna-energija>)

Primjer: Tijekom 2005. godine 24 države generirale su ukupno 56.786 GWh (204 PJ) električne energije iz geotermalne energije. U 2007. godini globalni je kapacitet iznosio 10 GW.

Geotermalni izvori koji su bliže površini mogu se koristiti za grijanje i hlađenje zgrada s pomoću toplinskih pumpi. To su niske razine entalpije. Toplinske pumpe omogućuju izravno zagrijavanje zgrade ili ispuštanje topline u mrežu s više korisnika (Barometar geotermalne energije, 2007).



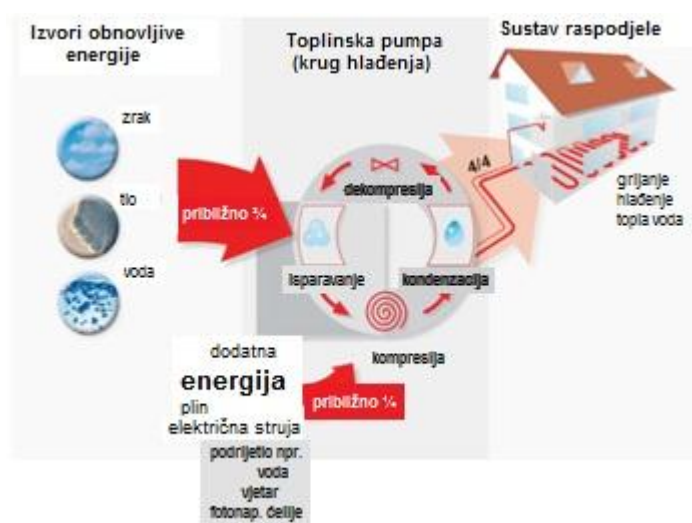
Slika 7.10.: Geotermalna karta Slovenije

(Izvor: http://www.geo-zs.si/UserFiles/File/geoterm_karta.jpg, 01.07.2011)

Iskorištavanje geotermalne energije u Sloveniji uglavnom se provodi u obliku toplinskih pumpi u svrhu grijanja. Nedavno je dodano i područje hlađenja. Slika 4.13. predstavlja geotermalni potencijal - temperaturne uvjete na dubini od 1000 m i sugerira da su najviše temperature (do 78 °C) na dubini od 1 km ispod površine na sjeveroistoku države.

7.2.1. Toplinske pumpe

Toplinska pumpa je univerzalno rješenje za grijanje, kao i aktivnosti hlađenja, a može se koristiti za cijeli niz potreba klimatizacije u kućanstvima i poslovnim prostorima. Toplinsku pumpu treba razlikovati od toplinske pumpe tople vode. Dok se toplinska pumpa, prije svega, koristi u svrhu grijanja (ili hlađenja), može se koristiti i za grijanje vode.



Slika 7.11.: Načelo rada toplinske pumpe

Izvor: Europsko udruženje za toplinske pumpe (EHPA) / Alpha Innotec)

Većina klasičnih aktivnosti grijanja i hlađenja može se obavljati s pomoću besplamene tehnologije toplinskih pumpi, na učinkovit i ekološki prihvatljiv način. Uporabom manje količine pogonske energije (električna energija, gorivo ili visoka temperatura otpadne topline), toplinske pumpe mogu prenijeti energetske potencijal iz prirodnih izvora topline u okolinu (poput ambijentalnog i ispušnog zraka, tla i podzemne vode) ili iz umjetnih izvora topline (poput otpada iz kućanstva) u zgrade (slika 4.14.). S pomoću toplinske pumpe moguće je dobiti 75 % potrebne energije iz okoline, to jest uporabom 25 % električne energije može se proizvesti 100 % iskoristive energije. Posebice rasprostranjen način uporabe toplinskih pumpa predstavlja kombinacija s konceptima oporavka energije iz niskotemperaturnih izvora i drugih koncepata obnovljivih izvora energije.

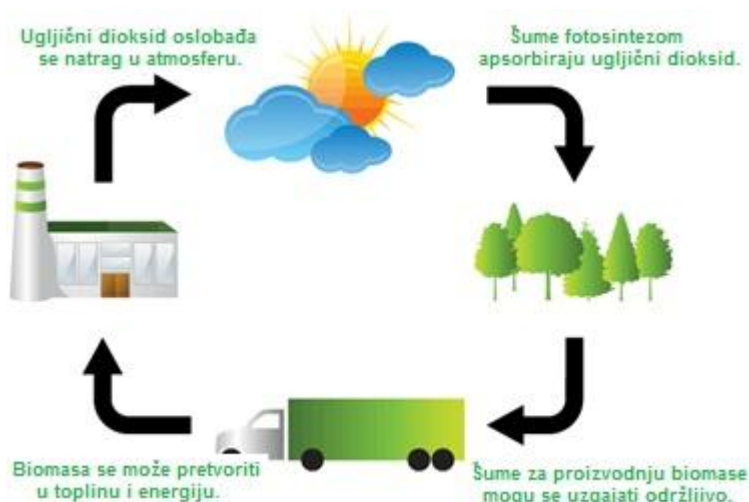


Slika 7.12.: Europsko udruženje za toplinske pumpe, <http://www.ehpa.org/>)

7.3. Biomasa

Biomasa se stvara fotosintezom koja pretvaranjem Sunčeve energije, uz CO₂, vodu i hranjive tvari, omogućuje rast biljaka. Pojam biomasa odnosi se na žive i mrtve biljke. Može se koristiti za izravno izgaranje, čiji je rezultat toplinska energija, ili može - uporabom raznih tehnoloških postupaka - biti pretvorena u tekuće ili plinovite ugljikovodike koji se koriste kao goriva (takozvan bioplin u biodizelu).

Za dobivanje goriva iz biomase, potonji se mora pravilno obraditi. Primjenjuju se razni postupci poput spaljivanja, anaerobne razgradnje, termokemijske pretvorbe i rasplinjavanja. Pravilno obrađena biomasa predstavlja različite vrste goriva, koje klasificiramo u tri skupine: čvrsta biomasa (drvo, energetske i poljoprivredne usjevi), tekuća goriva iz biomase (bioetanol, biometanol, biodizel), i plinovi iz biomase (bioplin, plinovi iz otpada) (Medved i Arkar, 2009.).



Slika 7.13.: Ciklusi biomase



7.3.1. Potencijal za iskorištavanje biomase

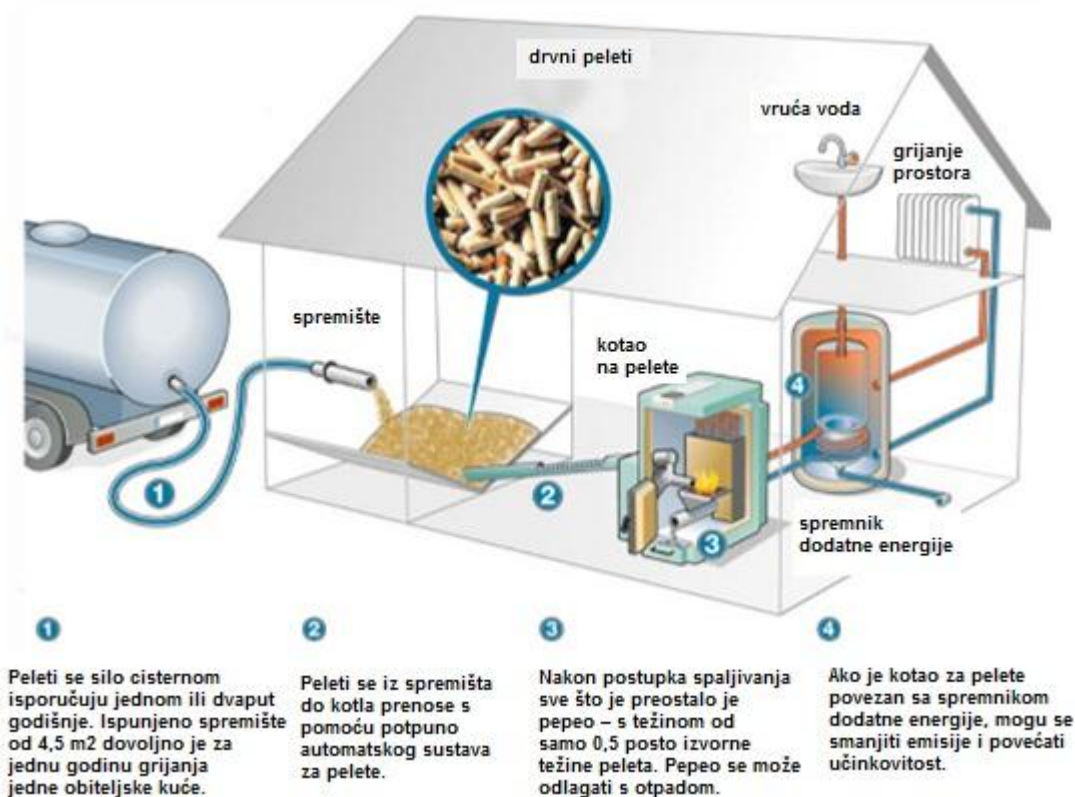
Biomasa se može definirati kao bilo koji organski materijal koji se smatra primarnim izvorom energije. Pojam biomasa podrazumijeva:

- drvo i drvene ostatke (drvena biomasa),
- poljoprivredne ostatke,
- nedrvenaste biljke prikladne za proizvodnju energije,
- ostatke industrijske proizvodnje usjeva,
- razvrstan/odvojen otpad iz kućanstava,
- talog ili sediment i organski dio komunalnog otpada te otpadne vode prehrambene industrije.

U procjeni potencijala biomase u Sloveniji najčešće se raspravlja o biomasi drva. Naime, Slovenija je jedna od najšumovitijih država Europe. Međutim, ne bi trebalo zanemariti ni ostale izvore biomase. U postupku prikupljanja podataka, podatci su često neprimjereno prikupljeni i nepotpuni. Ostaci poljoprivrednih biljaka teoretski su izvor biomase za iskorištavanje u energetske svrhe, ali je u Sloveniji utvrđena praksa da se takvi ostaci ili kompostiraju i ostavljaju na oranicama kako bi povećali sadržaj organskih tvari u tlu ili odnose i koriste u druge svrhe (stelja za stoku i slično). Razmatranjem ili predviđanjem teoretskih izvora sve većeg uzgoja energetskih usjeva trebaju se poduzeti posebne mjere opreza jer se zbog samodostatnosti u području hrane javlja sve veća zabrinutost.

Potencijal drvene biomase uključuje:

- drvo iz šuma,
- drvo s površina u fazi uzgoja,
- drvo podrijetlom iz poljoprivrednih i gradskih površina,
- drvni ostaci primarne i sekundarne obrade drva, te
- otpadno (nekontaminirano) drvo.



Slika 7.17.: Sustav grijanja kotlom na pelete, <http://www.unendlich-viel-energie.de>

Stvarni potencijal biomase uključuje kako slijedi:

- drvena biomasa dobivena šumarskim i zaštitnim radovima,
- drvena biomasa dobivena regeneracijom/isušivanjem grmovitih područja,
- drvena biomasa dobivena radovima održavanja novih građevina ili infrastrukture u šumskom području (krčenje šuma radi izgradnje cesta i zimskih putova, održavanje električnih instalacija itd.)

Bioplin se proizvodi anaerobnom razgradnjom s anaerobnim bakterijama ili fermentacijom biorazgradivih materijala poput gnojiva, kanalizacijskog otpada, komunalnog otpada, zelenog otpada, biljnog materijala i usjeva. To je prije svega metan (CH₄) i ugljični dioksid (CO₂), a može sadržavati i manje količine sumporovodika (H₂S), vlage i siloksana. Više informacija o bioplinu dostupno je na internetskoj stranici: <http://en.wikipedia.org/wiki/Biogas>



Slika 7.18.: EUBIA, Europsko udruženje industrije biomase (<http://www.eubia.org/>)

7.4. Snaga vjetra

Vjetar je dostupan gotovo svugdje na Zemlji, iako postoje velike razlike u snazi vjetra. Ukupni resurs je ogroman, a procjenjuje se na oko milijun GW za ukupnu pokrivenost na svjetskoj razini. Ako bi se iskoristio samo 1 % tog područja, uz ustupak za niže faktore opterećenja vjetroelektrana (15-40 %, u usporedbi s 75-90 % za toplane), dobiveni bi iznos i dalje ugrubo odgovarao ukupnom svjetskom kapacitetu svih elektrana u trenutačnoj uporabi. Snaga vjetra je pretvorba energije vjetra u korisni oblik energije poput korištenja vjetroturbina za proizvodnju električne energije, vjetrenjača za mehaničku snagu, vjetropumpa za crpljenje ili odvodnju vode, odnosno jedra za pokretanje brodova. Veće vjetroelektrane sastoje se od stotina pojedinačnih vjetroturbina koje su povezane s mrežom za prijenos električne energije.



Slika 7.14.: Vanjska svjetiljka s vjetroturbinom i fotonaponskim ćelijama te vjetroelektrana



Slika 7.20.: Shema otočne vjetroelektrane (<http://www.vetrna-energija.si>)

7.5. Hidroenergija

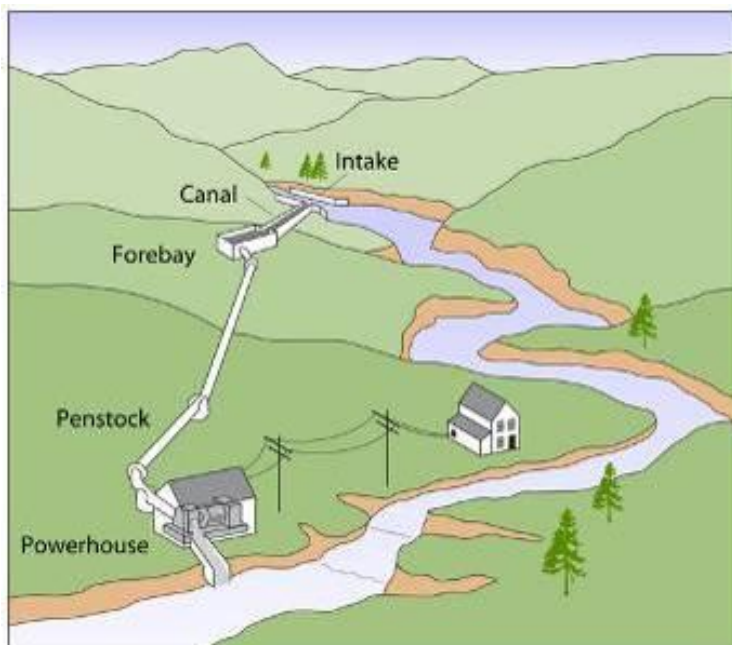
Hidroenergija je tijekom 2013. godine osigurala značajnu količinu energije diljem svijeta, a koristi se u više od 100 država, zauzimajući približno 15 % svjetske proizvodnje električne energije. Najvećih 5 tržišta za hidroenergiju, u smislu kapaciteta, su Brazil, Kanada, Kina, Rusija i Sjedinjene Američke Države. Kina znatno premašuje druge države, zauzimajući 24 % instaliranih kapaciteta na svjetskoj razini.

Hidroenergija se prvenstveno koristi za proizvodnju električne energije. Okvirne kategorije uključuju:

- konvencionalne hidroelektrane, odnosno akumulacijske hidroelektrane s branama,
- protočne hidroelektrane koje iskorištavaju kinetičku energiju rijeka ili potoka, bez korištenja brana,
- male hidroenergetske projekte za 10 megavata ili manje, koji najčešće ne koriste umjetne rezervoare,
- mikro hidroenergetske projekte koji proizvode od nekoliko kilovata do nekoliko stotina kilovata, a namijenjeni su izoliranim kućama, selima ili manjim industrijskim pogonima,
- cijevni hidroenergetski projekti koji koriste preusmjerenu vodu koja je već bila u uporabi drugdje, na primjer u komunalnom sustavu za vodu,
- vodoopskrbna skladištenja hidroenergije koja pohranjuju vodu pumpanu u razdobljima niske potražnje koja se zatim ispušta za proizvodnju za vrijeme visoke potražnje.

Mikro hidroelektrana je vrsta hidroelektrane koja uglavnom proizvodi do 100 kW električne energije uporabom prirodnog protoka vode. Takva postrojenja električnom energijom opskrbljuju izolirane kuće ili manje zajednice, a ponekad se povezuju s mrežama električne energije. Diljem svijeta postoji mnoštvo takvih postrojenja, posebice u državama u razvoju, jer predstavljaju ekonomični izvor energije bez potrebe za kupnjom goriva. Mikro hidroelektrane nadopunjuju fotonaponske sustave Sunčeve energije, jer je u mnogim područjima protok vode, a time i raspoloživa hidroenergija, najznačajniji zimi, kada je raspoloživa Sunčeva energija na najnižoj razini. Mikro hidroelektrane često

koriste Peltonovu turbinu za vode visoke dobavne visine i slabog protoka. Postrojenje je najčešće samo malen bazen s branom na vrhu slapa, s nekoliko stotina metara cijevi koje vode do kućišta malih generatora.



Slika 7.21.: Vrsta hibridne mikro hidroelektrane, voda se preusmjerava tlačnim cjevovodom. Neki se generatori mogu postaviti izravno u tok

(Izvor: http://en.wikipedia.org/wiki/Micro_hydro#mediaviewer)



Slika 7.22.: Europsko udruženje malih hidroelektrana (ESHA) (Izvor: <http://www.esha.be/>)

KONTROLNI POPIS:

- Navedite vrste obnovljivih izvora energije.



- Ugradnja kojih obnovljivih izvora energije ovisi o veličini krova zgrade i sjeni?
- Navedite vrstu uređaja koji koristi geotermalnu energiju.
- Može li se energija vjetra koristiti za napajanje uličnih svjetiljki?

8. Odabir optimalnog scenarija poboljšanja energetske učinkovitosti za određenu zgradu

Donosimo kratak sažetak odabira optimalnog scenarija. Detaljan opis svakog od navedenih scenarija dostupan je u elektroničkoj verziji Kataloga „scenarija optimizacije“ za učinkovito donošenje odluka u uspostavi učinkovitog programa upravljanja energijom iz listopada 2014.

Postoji nekoliko kategorija optimizacije, a opisane su u nastavku:

1. Ventilacija

Uporaba alarma razine CO₂ za iniciranje ručnog otvaranja prozora

- Kako bi se olakšao kretanje zraka unutar prostora, ili niza prostora, kroz otvor (ručno ili mehanički) vanjskih okvira. U mnogim školama, svjež zrak mijenja se prečesto ili previše rijetko, što dovodi do gubitka topline ili stvaranja CO₂. Korištenje jednostavnih alarmnih sustava razine CO₂ u učionicama, zajedno s jasnim pravilima ponašanja o otvaranju prozora i vrata, može pomoći u uštedi energije i optimizaciji udobnosti.
- Ovaj je scenarij naročito učinkovit za škole u vrućim i vlažnim klimatskim i temperaturnim područjima tijekom ljetnog razdoblja, jer se smanjenjem postotka vlage i povećanjem brzine zraka smanjuje potreba za mehaničkom klimatizacijom.
- Najbolje ga je primjenjivati u učionicama velikih škola, osobito nakon poboljšanja nepropusnosti zraka. U tom se slučaju svjež zrak mijenja prečesto, što dovodi do gubitka topline, ili previše rijetko, što dovodi do gomilanja CO₂.

Raspored otvaranja prozora/vrata može se objavljivati po tjedanoj osnovi, ovisno o vrsti sustava kontrole CO₂.

1. korak: procjena trenutnog stanja. S voditeljima škola potrebno je provjeriti postoji li raspored otvaranja za korisnike: ako ne postoji, provjerite razinu udobnosti i mišljenja korisnika škole kako biste mogli procijeniti trenutne uvjete korisnika.

2. korak: ugradnja sustava kontrole CO₂. Kada se odaberu prostorije u kojima je potrebna poboljšana kakvoća zraka, tamo gdje je to potrebno se ugrađuje sustav kontrole CO₂. Za odabir broja i položaja senzora savjetujte se s voditeljom škole i tehničarom.

3. korak: utvrđivanje određenog broja unaprijed definiranih otvaranja za odabrane prostorije. Voditelj škole može provjeriti broj oglašavanja alarma tijekom tjedan dana te na temelju tih podataka utvrditi unaprijed definirani broj otvaranja prostorije/vrata kako bi se osigurao broj izmjena zraka koje će jamčiti odgovarajuću kakvoću zraka.

Poboljšanje održavanja postojećeg mehaničkog ventilacijskog sustava

Postojeći sustav mehaničke ventilacije u školama često nije pravilno održavan, a to dovodi do ukupne neučinkovitosti koja može jako utjecati na potrošnju energije.

Cilj je izbjeći gubitak energije zbog neispravnosti, lošeg održavanja i trošenja elemenata. Provjera rade li sustavi HVAC u skladu s namjenom, pomažu li u sprečavanju neučinkovitog korištenja energije i smanjuje li se rizik od kvara i prekomjernog trošenja. Na taj način redovito održavanje opreme i kontrola predstavljaju dobru poslovnu praksu.

KORACI PROVEDBE:

1. korak: procjena tehnologije i postrojenja.

Dubinsku analizu sustava HVAC, električnih uređaja i sve opreme koja se koristi u školi obavlja kvalificirani tehničar, kako bi se stvorila jasna slika sustava koji zahtijevaju održavanje.

2. korak: raspored održavanja.

Voditelj škole, zajedno s tehničarima, mora osigurati raspored plana održavanja prema postrojenjima, opremi i proračunu. Važno je odrediti prioritetne aktivnosti kako bi se zajamčila ne samo ušteda energije, nego i udobnost korisnika škole.

Ugradnja kontrole otvora (vrata, prozori) na temelju razina topline i CO₂

Kako bi se poboljšala kakvoća zraka koja uzrokuje minimalne smetnje obrazovnim aktivnostima i ograničio energetska otpad, za otvaranje okvira ili zračnih rešetki ugrađuju se elektronički aktuatori. Aktuatori su spojeni na odgovarajuće senzore, smještene unutar pojedine učionice, za detekciju količine CO₂ prisutnog u zraku.

Kroz program Sustava upravljanja energijom u zgradama (BEMS) postavlja se potrebna razina koja održava optimalnu mješavinu zraka za svakodnevne aktivnosti u učionicama.



Slika 8.1: Kontrola otvaranja

Ovaj je scenarij naročito učinkovit za škole u vrućim i vlažnim klimatskim i temperaturnim područjima tijekom ljetnog razdoblja, jer se smanjenjem postotka vlage i povećanjem brzine zraka smanjuje potreba za mehaničkom klimatizacijom.



Detektori mjere koncentraciju CO₂ u zraku u pravilnim intervalima, osiguravajući otvaranje prozora ili ventilacijskih rešetki, ili aktiviranje sustava mehanički kontrolirane ventilacije.

Aktuator je uređaj koji omogućava automatsko otvaranje i zatvaranje prozora ili otvaranje s pomoću rotirajuće ručke. Predstavlja opremu koja se postavlja na prozor te gura i povlači prozor u otvoren i zatvoren položaj umjesto ručnog upravljanja prozorom.

Automatizacija prozora uglavnom se koristi u svrhu prirodne ventilacije i ventilacije dima.

Cijene automatskih aktuatora za prozore kreću se od 50 EUR do 100 EUR, ovisno o vrsti prozora, okvira i aktivatora.

U obzir treba uzeti nekoliko čimbenika, poput: visine ventilacijskog otvora, širine ventilacijskog otvora (točke zaključavanja i rad u odnosu na vremenske uvjete), materijala (plastika, aluminij, drvo), rasporeda šarki, težine [sila = hod/visina x težina/2], udaljenosti koju ventilacijski otvori trebaju za otvaranje i potrebnu slobodnu površinu.

Moglo bi biti korisno da se, na primjer, unutar škole ograniči otvaranje prozora u određenim vremenskim razdobljima, što se vrlo jednostavno postiže s pomoću 7-dnevnog mjerača vremena.

KORACI PROVEDBE

Raspored otvaranja prozora/vrata može se objavljivati po tjedanoj osnovi, ovisno o vrsti sustava kontrole CO₂.

1. korak: procjena trenutnog stanja.

S voditeljima škola potrebno je provjeriti postoji li raspored otvaranja za korisnike: ako ne postoji, provjerite razinu udobnosti i mišljenja korisnika škole kako biste mogli procijeniti trenutne uvjete korisnika.

2. korak: ugradnja sustava kontrole CO₂.

Kada se odaberu prostorije u kojima je potrebna poboljšana kakvoća zraka, tamo gdje je to potrebno se kupuje i ugrađuje sustav kontrole CO₂. Za odabir broja i položaja senzora savjetujte se s voditeljom škole i tehničarom.

3. korak: utvrđivanje određenog broja unaprijed definiranih otvaranja za odabrane prostorije.

Voditelj škole može provjeriti broj oglašavanja alarma tijekom tjedan dana te na temelju tih podataka utvrditi unaprijed definirani broj otvaranja prostorije/vrata kako bi se osigurao broj izmjena zraka koje će jamčiti odgovarajuću kakvoću zraka.

2. Klimatizacija

Provjerite jesu li prigušivači dobro zabrtvljeni

Voditelj škole /vlasnik mora osigurati provođenje pravilnog održavanja prigušivača i osigurati da se inspekcije provode u skladu s propisanim zahtjevima utvrđenima lokalnim zakonima i propisima.

Obvezno se uvijek oslanjati na ovlaštene stručnjake koji su kvalificirani za pravilno pregledavanje i održavanje prigušivača.

Svakih 6 mjeseci: ispitivanje ciklusa (otvoreno i zatvoreno) svih motoriziranih prigušivača vatre i dima, ispitivanje svih namjenskih sustava upravljanja dimom.

Svaki 12 mjeseci: ispitivanje svih nenamjenskih sustava upravljanja dimom.

Svaka 24 mjeseca: vizualni pregled svih prigušivača vatre, stropne prigušivače zračenja, prigušivače dima i kombinacije protupožarnih dimnih prigušivača.

Svaki 48 mjeseci: ručno ispitivanje rada (otvaranje i zatvaranje) svih prigušivača vatre i stropnih prigušivača zračenja s osiguračima.

Oslonite se na ovlaštene stručnjake koji su kvalificirani za pravilno pregledavanje i održavanje prigušivača.

TOČKE PROVJERE: uklanjanje osigurača (gdje je to primjenjivo), ručno ispitivanje rada svih prigušivača kako bi se provjerilo jesu li u potpunosti zatvoreni, provjera, ako postoji, sigurnosne kopče, podmazivanje pomičnih dijelova prema potrebi, provjera osigurača i njihovo vraćanje ili zamjena, ako je potrebna.

Poboljšanje filtriranja zraka u sustavu HVAC

Održavanje filtera čistima ima nekoliko prednosti: bolja i čišća raspodjela zraka, smanjenje buke, održavanje opreme za centralno grijanje/hlađenje čistom i učinkovitom, mogućnost filtriranja vanjskog zraka prije ulaska u prostor u kojem se boravi, mogućnost držanja prostora u kojem se boravi pod pozitivnim pritiskom kako bi se smanjio prodor zagađenja, manje potrebnog održavanja od većine jedinica koje se upotrebljavaju u objektu, veća isplativost od prijenosnih jedinica tijekom uporabe na većim područjima.

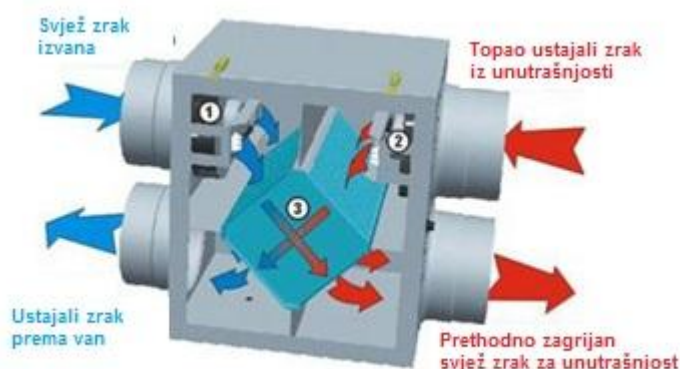
Izolacija kanala za zrak ventilacije / HVAC sustava

Kanali za zrak HVAC izoliraju se kako bi se smanjilo propuštanje zraka kroz kanale HVAC-a, kako bi sustav HVAC bio maksimalno učinkovit i radi uštede energije i novca. Propuštanje zraka može se otkriti provođenjem ispitivanja propuštanja zraka. Propuštanje zraka znači da zagrijani ili ohlađeni zrak koji prolazi kroz kanale sustava HVAC izlazi iz sustava grijanja ili hlađenja te time smanjuje učinkovitost sustava klimatizacije i povećava potrebe za toplinskom energijom i količinom zraka potrebnom za zagrijavanje ili hlađenje zgrade. Nadalje, čak i kad je sustav grijanja i hlađenja isključen, prisutnost propuštanja u kanalima povećava brzinu ventilacije zgrade, a time i potrebu za grijanjem.

Provjera izolacije cijevi postavljenih u dvojnem sustavu

Sve cijevi za vruću vodu i centralno grijanje koje su postavljene izvan grijanih prostora zgrade predstavljaju potencijalni izvor gubitka topline. Iz tog se razloga preporučuje provjera kvalitetne izolacije, posebice oko veza i ventila, kako bi se osigurala maksimalna učinkovitost cijelog sustava grijanja i ušteda energije.

- Poboljšanje ukupne učinkovitosti sustava HVAC spajanjem upravljačke sklopke promjenjive frekvencije s višestrukim senzorima temperature.
- Ugradnja sustava za povrat topline (oporavak topline iz ispušnog zraka mehaničkih ventilacijskih sustava)



Slika 8.1: Sustav za povrat topline

- Poboljšanje sustava upravljanja HVAC-om uporabom senzora za kontrolu razine CO₂: sprječavanje gubitaka energije uslijed pretjerane ventilacije uz istovremeno održavanje kakvoće zraka u zatvorenom prostoru. Senzori razine CO₂ smatraju se naprednom tehnologijom, a u ponudi su svih većih tvrtki za upravljanje i opremanje sustava HVAC.
- Ugradnja ekonomizera u sustav jedinice za obradu zraka (AHU) u svrhu smanjenja uporabe mehaničkog sustava hlađenja radi uštede energije.
- Obnova jedinice za obradu zraka u svrhu poboljšanja učinkovitosti sustava.

3. Električna oprema

- Utvrdite pravila ponašanja koja će omogućiti uštedu energije (podsjetnik na isključivanje nekorištenih uređaja, zatvaranje prozora kada je sustav HVAC uključen itd.).
- Povećajte faktor snage.
- Zatražite izvođače da zamijene neučinkovite automate za prodaju hrane i pića.
- Pregledajte ugovor s obzirom na potrošnju energije.

4. Grijanje

- Koristite ventilatore kako biste smanjili zadržavanje slojeva topline u velikim prostorijama.
- Izvršite osnovna poboljšanja radijatora i terminala.
- Provjerite provodi li se održavanje jedinice za grijanje u skladu s postojećim zakonima.
- Izolirajte spremnik kotla za toplu vodu.
- Ugradite kompenzator vanjske temperature za jedinicu grijanja.
- Postavite termostatske ventile na radijatore.
- Ugradite sustav mjerenja toplinskih zona i utvrdite sustav raspodjele troškova.
- Nadogradite jedinicu za grijanje uporabom kontrola za plamenike.



- Nadogradite jedinicu za grijanje uporabom uređaja za povrat dimnih plinova / nagomilane topline.
- Zamijenite jedinicu za grijanje.

5. Rasvjeta

- Pobrinite se da je rasvjeta učinkovita.
- Postavite kontrolu rasvjete koja funkcionira na temelju boravka u prostoriji.
- Postavite kontrole prigušavanja rasvjete.
- Ugradite pokretni sustav za nadziranje kako biste mogli prilagoditi svjetlinu.
- Podijelite električne svjetlosne sklopove.

6. Strategije za postavljanje sustava

- Optimizirajte zadane točke postavljanja termostata tijekom dana održavajući ga na najnižoj dopuštenoj razini (na primjer na 20 °C umjesto na 21 °C).
- Optimizirajte zadane točke postavljanja termostata za periode kada se ne boravi u školi (kompromis između održavanja na najnižoj razini i isključivanja sustava).
- Noćno odzračivanje: ljeti otvorite prozore kako biste poropustili svjež zrak.
- Namjestite brojila za optimiziranje uključivanja sustava grijanja prije boravka.
- Uvedite sustav daljinskog upravljanja radijatorima (utvrđivanje zona prema prostorijama) s opcijom utvrđivanja rasporeda rada.

7. Elementi zgrade

- Ugradite automatski sustav za zatvaranje vanjskih vrata ili predvorja.
- Smanjite propuštanje zraka iz zgrade.
- Postavite film za kontrolu Sunčevog zračenja na prozore.
- Zamijenite vanjske prozore izoliranim staklenim blokom.
- Koristite hladne krovne otopine (bijela šindra, bijela plastika, reflektirajući premazi).
- Izolirajte toplinske mostove.
- Zamijenite prozore i stakla.
- Ugradite vanjsku fiksnu ili pokretnu zaštitu od Sunca.
- Izolirajte vanjski omotač zgrade škole.

8. Prostorno uređenje



- Osigurajte hlad sađenjem drveća ili postavljanjem zaštita od vjetra.

9. Sportski sadržaji

- Bazen - ugradite regulator vlažnosti za kontrolu temperature bazena.
- Bazen - utvrdite rasporedite filtriranja protoka.
- Bazen - upotrebljavajte bazenske prekrivače.
- Bazen - ugradite solarni sustav grijanja vode.
- Dvorana - zamijenite metalhalogene žarulje.
- Dvorana - zamijenite stari sustav grijanja.

10. Obnovljivi izvori energije

- Ugradite Sunčevo toplinsko postrojenje.
- Povećajte uporabu Sunčevog toplinskog postrojenja.
- Ugradite fotonaponski (PV) sustav.
- Povećajte uporabu fotonaponskog sustava.
- Ugradite kotao za biomasu.
- Povećajte uporabu kotla za biomasu.
- Ugradite manju vjetroturbinu.
- Povećajte uporabu manje vjetroturbine.
- Ugradite sustav za uporabu toplinske energije po godišnjim dobima (STES).
- Ugradite zemnu toplinsku pumpu (GSHP).
- Povećajte uporabu zemne toplinske pumpe.

11. Upravljanje - ponašanje

- Izvršite analizu rasvjete.
- Izvršite analizu HVAC sustava.
- Izvršite analizu ostalih električnih uređaja i opreme.
- Uvedite obilaske za nadzor potrošnje energije.
- Educirajte osoblje, učenike i profesore.
- Utvrdite mjere provođenja i integrirajte uštedu energije u nastavni plan i program.



- Osigurajte gašenje svjetla tijekom odmora i nakon škole.
- Pribavite energetske certifikate Display Energy Certificate (DEC).
- Omogućite učenicima i osoblju davanje prijedloga za uštedu energije.
- Objavite veličinu i vrijednost uštede u terminima novca, energije i CO₂.
- Komunicirajte s osobljem.
- Komunikacija prema učenicima.
- Pazite na sadržaj ugovora o opskrbi energijom, uključujući ugovor o pružanju općih usluga.

Izvor: Katalog „scenarija optimizacije“ za učinkovito donošenje odluka u uspostavi učinkovitog programa upravljanja energijom”

9. Međusobna integracija tehničkih mjera i integracija tehničkih mjera s drugim vrstama rješenja energetske učinkovitosti

Različite tehničke mjere mogu se međusobno integrirati. Moguća su dva načina:

- kombinacija tehničkih mjera za smanjenje potrošnje električne energije, i
- kombinacija tehničkih mjera za smanjenje potrošnje toplinske energije.

Sve su mjere opisane u prethodnim poglavljima, a ovdje donosimo objašnjenja dva primjera mogućnosti njihove kombinacije.

Za obje moguće kombinacije, prvi korak predstavlja pregled uporabe energije obilaskom u svrhu prepoznavanja „slabih točaka“ i područja optimizacije potrošnje/učinkovitosti.

1. korak: pregled uporabe energije obilaskom.
2. korak: odabir područja za poboljšanje (električna struja ili toplina).
3. korak: provedba tehničkih mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti.

Kao primjer ćemo uzeti električnu energiju. Zamjena stare neučinkovite opreme s novom, energetske učinkovitom opremom (žarulje predstavljaju najjeftiniju mjeru) smanjit će potrošnju električne energije. Ako to kombiniramo s primjenom obnovljivih izvora energije (fotonaponske elektrane), uporabom mjera energetske učinkovitosti smanjit ćemo potrošnju električne energije, a budući da će elektrana proizvoditi električnu energiju možemo postići višak električne energije za čije vraćanje u električnu mrežu možemo dobiti novac (prodaja viška energije).

Isto načelo vrijedi za toplinsku energiju. Postoje razne kombinacije koje ovise o dostupnom proračunu. One uključuju:

- promjenu kotla i nadogradnju izolacije zgrade,
- zamjenu ventila i kupnju učinkovitijih radijatora,



- ugradnju toplinskih pumpi ili solarnih kolektora i zamjenu brtvi prozora,
- ostale mjere.

Ako proračun (i specifičnosti zgrade) to dopuštaju, sve se tehničke mjere mogu na neki način kombinirati.

Jednostavan primjer prikazan je u sljedećem poglavlju.

10. Studije slučaja i vježbe

10.1. Energetski pregled i energetski certifikat

10.1.1. Studija slučaja

10.1.2. Vježba

Pregled obilaskom zgrade

Pregled obilaskom omogućuje prikupljanje osnovnih podataka o vanjskom omotaču zgrade (prozori, zidovi i vrata), rasvjetnim tijelima, uređajima i opremi sustava HVAC. Tijekom pregleda obilaskom vlasnicima i korisnicima zgrade treba postavljati pitanja u svrhu utvrđivanja problematičnih područja zgrade, a koja se odnose na toplinsku udobnost i energetske učinkovitosti. Glavna je svrha pregleda obilaskom pružiti preporuke za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrade istraživanjem odabranih radnih mjera i mjera za održavanje te mjera energetske učinkovitosti (EEM) s kratkim razdobljima povrata ulaganja.

Izvještavanje o pregledu obilaskom

Pregled obilaskom može biti samostalni zadatak ili dio standardnog energetskog pregleda. Obično je ova vrsta revizije dovoljna za male zgrade s jednostavnim energetskim sustavima, uključujući stambene zgrade i komercijalnu niskogradnju. Osnovni zadatci koji se provode tijekom pregleda obilaskom uključuju:

1. zadatak Opis osnovnih energetskih sustava zgrade uključujući fasadu, mehaničke i električne sustave zgrade. Opažanja iz obilaska, kao i specifikacije iz arhitektonskih, mehaničkih i električnih shemi mogu se koristiti za opisivanje građevinskih značajki.

2. zadatak Provedbu osnovnih ispitivanja i mjerenja za procjenu učinkovitosti različitih energetskih sustava. Ta mjerenja mogu ovisiti o vrsti zgrade i njezinim sustavima, kao i o vremenu koje revizor ima na raspolaganju. Za stambene zgrade vrlo je preporučljivo izvršiti ispitivanje tlačenja i odtlačivanja s pomoću posebnog pribora za ispitivanje protočnosti. U svim vrstama građevina, točkasto mjerenje i, po mogućnosti, praćenje unutarnje temperature zraka i relativne vlažnosti zraka unutar prostora u trajanju od najmanje jedan dan, korisno je za procjenu postavki unutarnje temperature i identifikaciju ili provjeru mogućih problema u odnosu na udobnost.

3. zadatak Upoznavanje i razgovor sa stanarima zgrade ili operaterima kako bi se identificirale eventualne poteškoće u odnosu na udobnost i izvori gubitka energije unutar zgrade. Ovaj zadatak često je koristan za definiranje mogućih mjera za rad i održavanje, kao i mjera za očuvanje energije.



4. zadatak Identifikaciju potencijalnih mjera za rad i održavanje i mjera za očuvanje energije, kao i mjera koje su potrebne za poboljšanje udobnosti. Navedite pojedinosti o provedbi i trošak provedbe (pokušajte potražiti izravne ponude cijena lokalnih izvođača/trgovina).

5. zadatak Procjenu uštede energije (ili zahtjeve ako su potrebne mjere za poboljšanje udobnosti) s pomoću pojednostavljenih metoda analize prikazanih u ovoj knjizi. Usporedite rezultate između dva pristupa i komentirajte točnost oba pristupa.

6. zadatak Izvršenje analize troškova na temelju metode razdoblja povrata uloženog kako bi se utvrdila isplativost identificiranih mjera za rad i održavanje i mjera za očuvanje energije. Trebali biste napraviti odgovarajuće pretpostavke i, ako je potrebno, procijeniti uštede troškova energije. Pružite preporuke na temelju ekonomskih analiza. Podatci o troškovima trebaju se temeljiti na stvarnim procjenama izvođača radova.

Izvješće o pregledu uporabe energije obilaskom može biti kratko, ali treba obuhvatiti barem osnovne preporuke za ekonomičan rad i održavanje te mjere za očuvanje energije, odnosno rezultate iznad opisanog 6. zadatka. Međutim, preporuča se da se izradi detaljnije izvješće kako bi se dokumentirali nalazi i zapažanja dobiveni izvršenjem zadataka. Izvješće bi, prije svega, trebalo opisati osnovne značajke pregledane zgrade, kao i sva moguća problematična područja utvrđena tijekom obilaska. Štoviše, za preporučene mjere za očuvanje energije treba sastaviti izračun za procjenu potrošnje energije i uštede troškova. Osim toga, treba navesti reference i specifikacije za provedbu preporučenih aktivnosti rada i održavanja te mjera za očuvanje energije. Konačno izvješće za pregled uporabe energije obilaskom može sadržavati odjeljke navedene u nastavku:

1. Čitljive i potpune sheme koje prikazuju tlocrt i barem dva pogleda odozgo.
2. Kratak opis arhitektonskih značajki zgrade (vrsta gradnje, orijentacija, solarni sustavi itd.).
3. Analiza komunalnih računa za procjenu intenziteta uporabe energije, bistabilno zaključavanje zgrade, uravnotežena temperatura i opterećenja osnove. Korisno je izvršiti taj zadatak prije posjeta zgradi.
4. Opis bilo kojeg ispitivanja ili mjerenja provedenih tijekom pregleda obilaskom, uključujući temperaturu i propuštanje zraka. Za ispitivanje propuštanja zraka navedite sve relevantne pojedinosti ispitivanja i analize proračuna, uključujući sve pretpostavke. Pobrinite se da navedete područje propuštanja zraka, kao i brzine infiltracije (u broju promjena zraka po satu) u referentnim uvjetima (to jest, $\Delta P = 4 \text{ Pa}$) i za prosječne vremenske uvjete (godišnji prosjek i prosjek u sezoni grijanja).
5. Rasprava o zadacima pregleda obilaskom i njihovi ishodi. Zasebno istaknite sve brige i pritužbe korisnika te sve utvrđene moguće aktivnosti rada i održavanja te mjera za očuvanje energije.
6. Opišite pojedinosti izračuna kako biste procijenili potrošnju energije i uštede troškova za razmatrane aktivnosti rada i održavanja te mjera za očuvanje energije. U izvješću treba navesti reference za provedene izračune, uključujući sve pretpostavke za provođenje procjena.
7. Raspravite o rezultatima ekonomske analize. Zasebno navedite opći postupak i trošak provedbe svake mjere za očuvanje energije.
8. Klijentu pružite konkretne preporuke za smanjenje računa komunalnih usluga i poboljšanje unutrašnjeg okružja zgrade.
9. Snimite nekoliko fotografija kako biste istaknuli neke od značajki i problematična područja zgrade.

10.2. Energetsko unapređenje zgrade

10.2.1. Studija slučaja

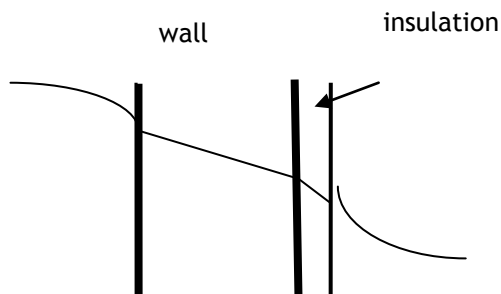
10.2.2. Vježba

PRIJENOS TOPLINE

Kada se toplina prenosi iz jedne u drugu tekućinu (bez obzira radi li se o zraku, vodi i sl.) kroz zid, govorimo o prijenosu topline.

Za ravni krov:

$$\dot{Q} = k \cdot A \cdot \Delta T \quad [W]$$



Prijenos topline provodi se prijenosom kroz unutrašnji zid te zid i vanjski sloj (izolacija).

Značenje simbola:



protok topline [W]

k koeficijent prijenosa topline [W/m² K] - naziva se i vrijednost U

A površina [m²]

q gustoća protoka topline [W/m²]

ΔT temperaturna razlika (unutrašnja temperatura - vanjska temperatura) [K]

T temperatura [°C]

Za izračunavanje koeficijenta prijenosa topline „k“ upotrebljavamo koeficijent prijenosa topline unutrašnjeg i vanjskog zida. Za tekućinu koja omogućava kretanje, primjerice zraka: α = α_k + α_s, a za tekućine koje ne dopuštaju kretanje, primjerice vodu: α = α_k.

Za ravni krov:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_o} + \frac{\sum d_i}{\lambda_i}$$

α_i koeficijent prijenosa topline unutrašnjeg zida

α_o koeficijent prijenosa topline vanjskog zida

d debljina sloja (debljina jednog materijala)

Pretpostavimo da unutrašnji zid ima konstantnu vrijednost $\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (uobičajena vrijednost), a vanjski zid $\alpha_o = 25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (prema standardu za izračun grijanja - DIN 4701).

$d_{\text{zid1}} = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$ $\lambda_{\text{opeka1}} = 0,75 \text{ W/m K}$ (bez cementa)

Tražimo vrijednost koeficijenta prijenosa topline k .

Usporedite vrijednosti:

$\lambda_{\text{opeka2}} = 0,6 \text{ W/m K}$, $d_2 = 0,3 \text{ m}$

$\lambda_{\text{izolacija}} = 0,75 \text{ W/m K}$, $d_3 = 7,3 \text{ m}$

$$\text{Izračun: } \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_o} + \frac{d_{\text{wall1}}}{\lambda_{\text{wall1}}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{25} + \frac{0,6}{0,75} = 0,965 \Rightarrow k = 1,04 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}} \right]$$

Takav je izračun potrebno izvršiti za svaki zid. Iako je sam izračun jednostavan, poteškoću predstavlja činjenica da su podatci za izračun navedeni u dokumentaciji građevinskih planova (projektnoj dokumentaciji), ako su potrebni podaci uopće dostupni. Ponekad su zgrade vrlo stare pa nema podataka o materijalima i debljinama zidova. Izračuni su točni do određene mjere, a uglavnom se koriste za nove zgrade ili zgrade u izgradnji. Za starije zgrade preporučamo mjerenje koeficijenta prijenosa topline uređajem poput TESTO 635.





Vježba: mjerenje koeficijenta prijenosa topline zida s pomoću uređaja TESTO 635.

1. Elemente za mjerenje topline postavite na unutrašnji zid, kako je prikazano na slici ispod.



2. Na vanjski zid postavite bežičnu sondu, na približnu visinu kao i elemente za mjerenje topline.

Više informacija dostupno je u videozapisu:

<https://www.youtube.com/watch?v=QJ0bK4HrRp4>

10.3. Promjena načina grijanja

10.3.1. Studija slučaja

10.3.2. Vježba

Promjenu načina grijanja najbolje je prepustiti stručnjacima. Mnogo je činjenica koje treba uzeti u obzir prije određivanja najprikladnije vrste energije za način grijanja ili hlađenja.

Pravilan odabir vrste toplinske energije za željeni način grijanja

Ako samo kupimo izvor grijanja koji koristi jednaku vrstu energije kao i prethodni, to bi bio loš odabir. Bez projekta grijanja i izračuna toplinskih mogućnosti nije moguće odrediti najbolju vrstu energije za željeni način grijanja.

Različiti načini grijanja u većini slučajeva imaju vrlo velike dimenzije, preveliku instaliranu snagu i rade s vrlo niskom učinkovitošću. Stoga je prije kupnje novog kotla potrebno provjeriti njegovu snagu. Te aktivnosti treba izvesti projektant centralnog grijanja.

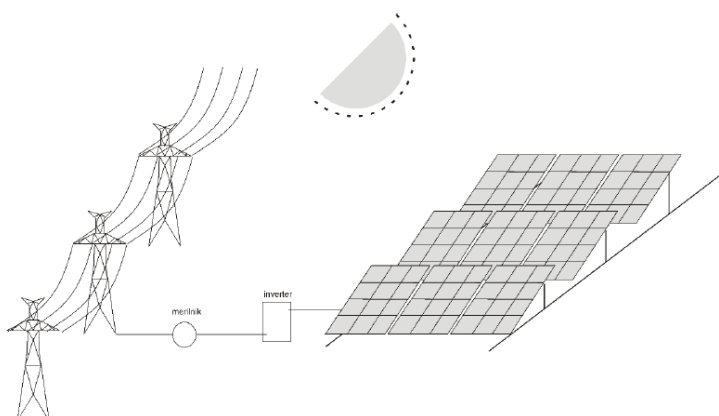
10.4. Uporaba obnovljivih izvora energije

10.4.1. Studija slučaja

10.4.2. Vježba

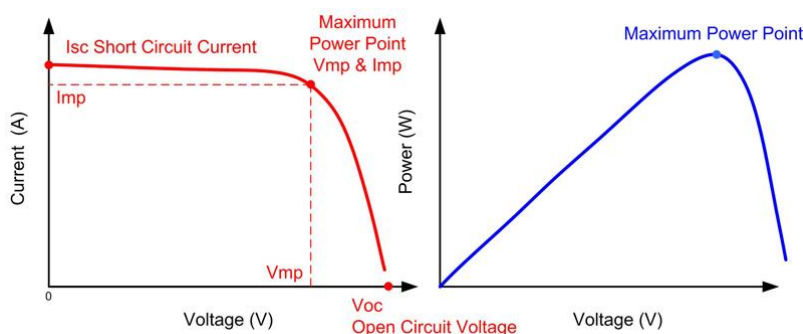
Recimo da krov javne zgrade ima 150 m² površine prikladne za postavljanje fotonaponskog postrojenja. Izračunajte približnu instaliranu snagu i godišnju proizvodnju fotonaponske elektrane ako fotonaponski modul od 250 W zauzima 2 m².

Solarne ćelije posredno pretvaraju Sunčevu energiju u električnu energiju. Uobičajen sklop prikazan je na slici ispod. Značajke solarne ćelije predstavlja krivulja koja povezuje odnos između električne struje i napona pri različitim otporima električnog strujnog kruga koji povezuje elektrode solarne ćelije.



Slika 10.4.1: Uobičajen sklop fotonaponske elektrane

Za bolju usporedbu između solarnih ćelija utvrđeni su međunarodni standardi za ispitivanje solarnih ćelija koje nazivamo referentni uvjeti rada. To su intenzitet Sunčevog zračenja od 1000 W/m² i temperatura okoline od 25 °C.



Slika 10.4.2: Značajke fotonaponske ćelije

Maksimalnu vrijednost snage nazivamo nazivnom snagom modula (W_p). Učinkovitost proizvodnje električne energije ovisi o Sunčevom zračenju i temperaturi okoline, a može se izračunati uporabom sljedeće jednadžbe:

$$\eta_{PV} = \eta_r \left[1 - \frac{\beta_{PV}}{100} (T_{PV} - T_r) \right]$$

Pri tome η_{PV} označava učinkovitost solarne ćelije, η_r učinkovitost fotonaponske ćelije u referentnim uvjetima, β_{PV} koeficijent temperature ($\%/^{\circ}\text{C}$), T_{PV} temperaturu solarnih ćelija, T_r referentnu temperaturu.

Referentna učinkovitost fotonaponske ćelije računa se uporabom sljedeće jednadžbe:

$$\eta_r = \frac{W_p}{G_r A_{PV}} 100\%$$

Pri tome W_p označava vršnu snagu solarne ćelije u referentnim uvjetima (W_p), G_r referentnu razinu Sunčevog zračenja (W/m^2) i površinu (A_{PV}) fotonaponskih ćelija (m^2).

Godišnju proizvodnju fotonaponske elektrane računamo jednadžbom:

$$Q_{el,PV} = A_{PV,cel} \eta_{PV} H_{\beta}$$

Pri čemu $Q_{el,PV}$ označava proizvodnju električne energije s pomoću fotonaponskog sustava ($\text{W}/\text{godišnje}$), A_{PV} ukupnu površinu fotonaponskih ćelija (m^2), a H_{β} godišnju razinu Sunčevog zračenja na površini fotonaponskog sustava (kWh/m^2 godišnje).

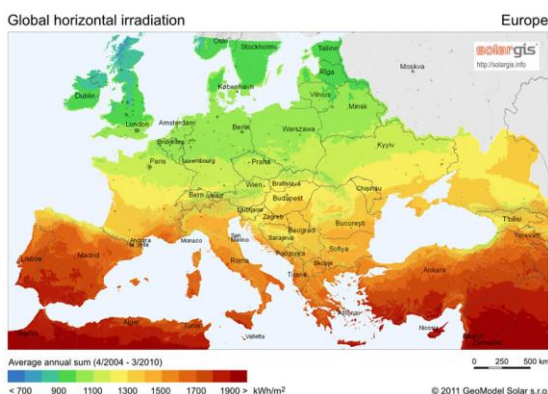
Broj fotonaponskih modula:

$$N = 150 \text{ m}^2 / 2 \text{ m}^2 = 75 \text{ fotonaponskih modula}$$

$$\text{Instalirana snaga: } W_p = 75 \cdot 250 \text{ W} = \mathbf{18750 \text{ W ili } 18,75 \text{ kW}}$$

$$\eta_r = \frac{W_p}{G_r A_{PV}} 100 = \frac{18750}{1000 \cdot 150} 100\% = 12,5\%$$

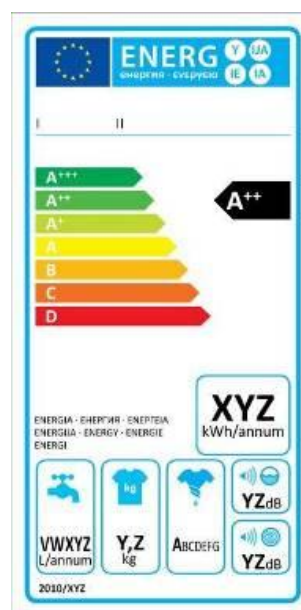
Kako bi se izračunala približna godišnja proizvodnja fotonaponske elektrane potrebno je znati godišnju razinu Sunčevog zračenja na površini fotonaponskog sustava. Taj je podatak dostupan putem brojnih online alata i slika. Primjer je prikazan na slici 10.4.3.



Pretpostavimo da je fotonaponska elektrana smještena u Berlinu. Iz slike 8.3. možemo vidjeti da se Berlin nalazi u području obojanom zeleno, što znači da godišnja razina Sunčevog zračenje iznosi približno 1000 kWh/m²

Slika 10.4.3: Godišnja razina Sunčevog zračenja

$$Q_{el,PV} = A_{PV,cel} \eta_{PV} H_{\beta} = 150 \cdot 12,5 \cdot 1000 = 1875000 \text{ W / year} \quad \text{ili} \quad 1875 \text{ kW/godišnje.}$$



10.5. Modernizacija unutrašnjih instalacija zgrade, uključujući rasvjetu

10.5.1. Studija slučaja

10.5.2. Vježba

Studentska dom ima 10 katova, a svaki kat ima 10 studentskih soba. Svaka soba ima 2 žarulje od 100 W s osvjetljenjem od 1600 lm. Izračunajte uštedu energije ako se žarulje zamijene s LED žaruljama od 15 W jednakog osvjetljenja. Pretpostavimo da su žarulje upaljene 5 sati dnevno, a da cijena za 1 kW iznosi 0,1 EUR.

Instalirana snaga za rasvjetu u sobama:

$$P = 10 \text{ katova} \cdot 10 \text{ soba} \cdot 2 \cdot \text{žarulje od } 100 \text{ W} = 20000 \text{ W}$$

Dnevna potrošnja energije:

$$t = 5 \text{ h}, P = 20000 \text{ W}, W = P \cdot t = 20000 \cdot 5 = 100000 \text{ Wh ili } 100 \text{ kWh}$$



Cijena energije po danu:

$$C = W * \text{cijena} = 100 \text{ kWh} * 0,1 \text{ EUR} = 10 \text{ EUR/dan}$$

Ista jednadžba za LED žarulje:

$$P = 10 \text{ katova} * 10 \text{ soba} * 2 * \text{žarulja od } 15 \text{ W} = 3000 \text{ W}$$

Dnevna potrošnja energije:

$$t = 5 \text{ h}, P = 3000 \text{ W}, W = P * t = 3000 * 5 = 15000 \text{ Wh ili } 15 \text{ kWh}$$

$$\text{Cijena energije po danu: } C = W * \text{cijena} = 15 \text{ kWh} * 0,1 \text{ EUR} = 1,5 \text{ EUR/dan}$$

Klasične žarulje	LED žarulje
t = 5 h,	t = 5 h,
P = 20000 W	P = 3000 W
W = P * t = 100000 Wh ili 100 kWh	W = P * t = 3000 * 5 = 15000 Wh ili 15 kWh
C = W * cijena = 100 kWh * 0,1 EUR = 10 EUR/dan	C = W * cijena = 15 kWh * 0,1 EUR = 1,5 EUR/dan
	UŠTEDA od 85 %

10.6. Kupnja energetski učinkovite opreme

10.6.1. Studija slučaja

10.6.2. Vježba

Energetski učinkovita oprema može se saznati iz energetskog razreda uređaja. Slika prikazuje energetski razred i godišnju potrošnju uređaja. Ovisno o uređaju, za izračun potrošnje energije jednog ili više uređaja može se koristiti jednostavna jednadžba.

Jednadžba za procjenu potrošnje energije

Potrošnju energije u uređaju možete procijeniti s pomoću sljedeće jednadžbe:

$$(\text{snaga u W} \times \text{sati korištenja po danu} \div 1000 = \text{dnevna potrošnja u kilovat satima (kWh)})$$

$$(1 \text{ kilovat (kW)} = 1000 \text{ W})$$



Kako biste izračunali godišnju potrošnju, pomnožite dobiven rezultat s brojem dana korištenja uređaja tijekom godine. Nakon toga, množenjem broja kWh godišnje po cijeni lokalnih komunih usluga po potrošenom kWh možete izračunati godišnji trošak rada uređaja.

Primjeri:

Ventilator za prozore:

$$(200 \text{ W} \times 4 \text{ sata/dan} \times 120 \text{ dana/godišnje}) \div 1000 = 96 \text{ kWh} \times 8,5 \text{ centi/kWh} = 8,16 \text{ USD/godišnje}$$

Osobno računalo i monitor:

$$(120 + 150 \text{ W} \times 4 \text{ sata/dan} \times 365 \text{ dana/godišnje}) \div 1000 = 394 \text{ kWh} \times 8,5 \text{ centi/kWh} = 33,51 \text{ USD/godišnje}$$

10.7. Odabir optimalnog scenarija poboljšanja energetske učinkovitosti za određenu zgradu

10.7.1. Studija slučaja

10.7.2. Vježba

Ventilacija

Voditelj škole mora osigurati otvaranje prozora po unaprijed utvrđenom rasporedu kako bi se omogućio ulazak vanjskog zraka u prostorije u kojima se odvijaju aktivnosti. Kako bi se povećala brzina zraka, a time i njegova potpuna izmjena, poželjno je odabrati sustave unakrsne ventilacije koji se temelje na otvorima smještenim na suprotnim zidovima iste prostorije (na primjer, zatvaranje i djelomično zatvaranje).

Voditelj škole i tehničar posebnu pozornost moraju obratiti na:

- područja podložna utjecaju onečišćenja zraka i buke, čak i unutra,
- relativnu orijentaciju otvora i zaštita od Sunca,
- moguće nastajanje štetnih zračnih struja unutar učionica.

Poboljšanje održavanja postojećeg mehaničkog ventilacijskog sustava

Primjeri održavanja opisani su u točkama koje slijede:

- Redovito održavanje za optimalnu izvedbu

Elemente sustava HVAC treba održavati čistima od prljavštine i drugih prepreka kako bi učinkovito funkcionirali. Cjelokupni sustav treba jedamput godišnje servisirati tehničar za održavanje ili profesionalni izvođač radova. Redovito održavanje treba provoditi redovito kako bi se mogući problemi utvrdili što ranije.

- Održavanje kotlova



Kotlove treba redovito servisirati renomirana tvrtka. Plinski bojleri trebaju biti servisirani jednom godišnje, a kotlovi na ulje dva puta godišnje. Redovito servisirani kotao može uštedjeti čak 10 % godišnjih troškova grijanja.

- Provjera kondenzatora

Kondenzatori su najčešće smješteni na vanjskoj strani zgrade, a odbacuju toplinu koju je rashladni sustav uklonio iz unutrašnjosti zgrade. Osigurajte da su uređaji za kondenzaciju i isparavanje čisti i dobro održavani. Provjerite da kondenzatori nisu začepljeni, primjerice opremom ili okolnim biljem.

- Provjerite klimatizaciju i ugodnu razinu hlađenja

Osigurajte redovito održavanje postrojenja za hlađenje kako biste izbjegli rad na smanjenoj razini učinkovitosti. Zamijenite izolaciju na rashladnim cijevima jer njihovo loše stanje utječe na temperaturu rashladnog sredstva koje teče kroz sustav i tako za održavanju potrebne temperature troši više energije. Obratite posebnu pozornost na cjevovode koji se nalaze izvan zgrade. Provjerite napunjenost i moguće istjecanje rashladnog sredstva. Ako vaše postrojenje za rashlađivanje sadrži više od 3 kg rashladne tekućine, tada propisi za plin razreda F navode da morate imati raspored redovitih pregleda za moguće istjecanje plina.

- Očistite ventilatore, filtre i zračne kanale kako biste učinkovitost poboljšali do 60 %

Nema smisla imati učinkovit sustav ako je uvjetovani zrak zaustavljen čvrstim zidom prije nego što dosegne radni prostor. Blokade u sustavima HVAC vrlo su česte, a povećavaju troškove rada, stoga se pobrinite da su filtri redovito provjeravani. Razmotrite montažu mjerača tlaka kako biste naznačili kada je potrebna zamjena filtara.

Odabir optimalnog scenarija za određenu zgradu ovisi (između ostalog) o raspoloživom proračunu.

Za odabir optimalnog scenarija s ograničenim proračunom potrebno je analizirati potrošnju zgrade, odnosno provjeriti račune za električnu i toplinsku energiju (energiju za toplinu i toplu vodu).

Tablice u nastavku donose nekoliko primjera:

Optimizacija uporabe toplinske energije	
Status vanjskog omotača zgrade	Status vanjskog omotača zgrade
Ako zgrada nije izolirana, neće biti puno učinka kod zamjene kotlova i izvora grijanja (visoki gubici). Ako vam to proračun dopušta, izolirajte zgradu.	
Proračun	
VISOK	NIZAK



Ako je to moguće, zamijenite izolaciju zgrade.	<ul style="list-style-type: none"> - Izolirajte cijevi za vruću vodu, zamijenite prozorske brtve i koristite učinkovitu zaštitu za sjenu (kada je sunčano upotrebljavajte zaštitu za sjenu kako biste smanjili potrebu za klimatizacijom, a kada je to moguće koristite Sunčevu svjetlost kako biste smanjili uporabu rasvjete. - Koristite termostatske ventile na radijatorima. - Zatvorite prozore kada su radijatori u uporabi, a radijatorske ventile zatvorite kada otvarate prozore kako biste prozračili prostor. - Prostorije prozračite više puta dnevno, u kratkim trajanjima (radijator se neće ohladiti, a potrebna temperatura će se postići s manje ulazne energije).
Replace the heating source (biomass boilers, heat pumps, and solar collectors).	

Optimizacija uporabe električne energije	
Status opreme zgrade	Status opreme zgrade
Proračun	
VISOK	NIZAK
Opremu zgrade zamijenite energetski učinkovitom opremom (razred A ili više, A + itd.).	Učinkovita uporaba postojeće opreme postiže se sljedećim aktivnostima.
Ugradite fotonaponske elektrane (neto mjerenje – energija koju proizvodi fotonaponska elektrana i potrošena energija u zgradi uspoređuju se na kraju	<ul style="list-style-type: none"> - Opremu isključite kada nije u uporabi (stariji uređaji imaju visoku potrošnju u stanju pripravnosti).



<p>mjeseca, a razlika se isplaćuje, odnosno prima uplata, kada proizvedete više nego što ste potrošili).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Izolirajte grijače za vodu (dulje ostaju topli i smanjuje se učestalost uporabe električnih grijalica za vodu). - Zamijenite postojeće s LED žaruljama. - Postavite senzore pokreta u hodnike. - Postavite brojila električne energije za svaki kat (tako ćete utvrditi najveću potrošnju i moći ciljati određeni kat umjesto cijele zgrade).
--	--

Projektiranje zgrada i opskrba energijom - grijanje

Za zgrade u gusto izgrađenim područjima sa zajedničkim grijanjem ili zajedničkim centralnim grijanjem za više jedinica stambenih zgrada najbolje i najjeftinije rješenje predstavljaju ako se koriste s obnovljivim izvorom energije. Razlozi: nema potrebe za kotlom, za svaku zgradu osiguran je dimnjak za goriva.

- Oprema za centralno grijanje je učinkovitija i uzrokuje manje opterećenje za
- okoliš nego pojedinačni sustavi u svakom prostoru.
- Udobnost.

Za zgrade u rijetko izgrađenim područjima. Bio-solarno grijanje (biomasa + solarno): kombinirano korištenje Sunčeve energije i biomase predstavljaju najbolje rješenje za naše klimatske uvjete.

U slučaju geotermalnog izvora topline, prednost zajedničkog grijanja još je veća!!

Projektiranje zgrada i opskrba energijom - hlađenje, ventilacija

Klimatske promjene dovele su do porasta prosječne temperature i vrijednosti najviših temperatura u ljetnim mjesecima. Ako se u zgradu uvede isključivo mehaničko hlađenje, trošak hlađenja za vrijeme ljeta može čak 2 do 3 puta biti viši od troškova grijanja zimi. Međutim, ako zgrada zahtijeva hlađenje, znači da je loše osmišljena i planirana. U nastavku su navedene potrebne mjere:

1. Zaštita od Sunca za sjenu.
2. Pasivno hlađenje - uporabom ventilacije noću (to jest otvaranjem prozora).

To je najučinkovitije kada je zgrada dobro izolirana, a građevinska konstrukcija zadržava toplinu, što rezultira time da učinak hlađenja traje cijeli dan.

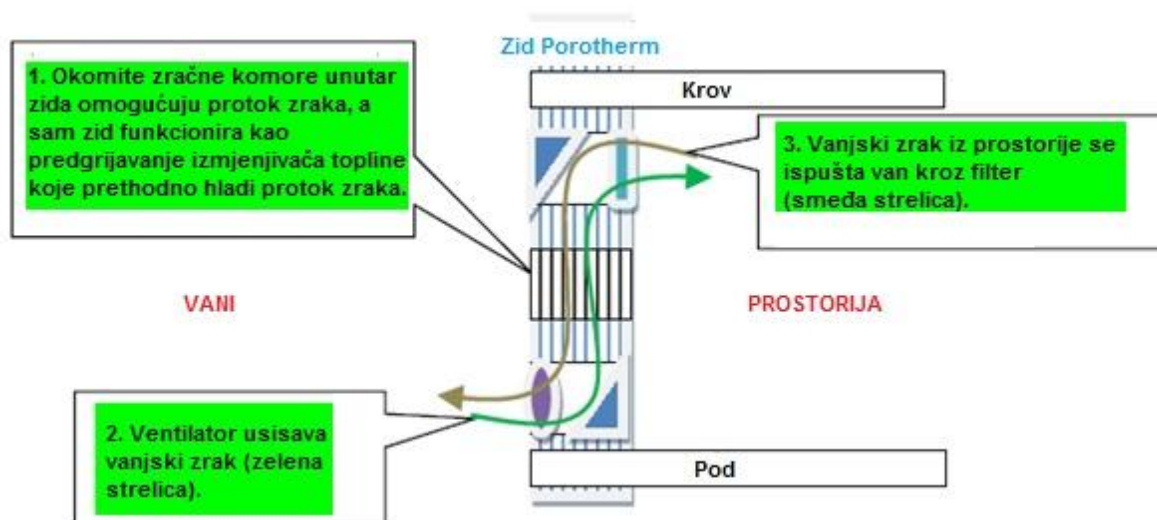
3. Primjena pasivnih tehnologija ventilacije

To su suvremeni oblici tradicionalnih rješenja ventilacije temeljeni na gravitaciji, filtraciji i novim rješenjima nastalim u obliku daljnjih poboljšanih verzija solarnih dimnjaka i odvoda za vjetar

podrijetlom iz arapskog svijeta. Najvažniju svrhu pasivne ventilacije danas predstavlja privremena ili konačna zamjena mehaničke ventilacije kako bi se smanjile potrebe za energijom.

4. Primjena mehaničkih ventilacijskih sustava

- Napredni tehnološki sustavi su zapravo izmjenjivači topline i toplinske pumpe. Svježi zrak ulazi kroz cjevovod postavljen ispod površine zemlje. Takav sustav pomaže u zimskom zagrijavanju, a također se primjenjuje i u hlađenju, zbog čega ljeti nije potreban uređaj za klimatizaciju.
- Dobro osmišljena i jeftina verzija sustava za oporavak topline je sustav Fluctuvent, čije je način rada prikazan na slici ispod:



Razvoj - građevinski inženjering i energetika

Osnovno načelo opskrbe električnom energijom: budući da je proizvodnja električne energije skupa, električna bi se energija trebala koristiti samo za namjeravanu svrhu, a njezina uporaba smanjiti na najmanju moguću mjeru.

NAPOMENA: trenutna potrošnja električne energije može se smanjiti širenjem svijesti o električnoj energiji (na primjer, isključivanjem svjetla kada se ne boravi u prostoriji).

Neovisna proizvodnja električne energije moguća je na sljedeće načine:

- solarne ćelije (fotonaponski elementi, solarne ćelije),
- generator pogonjen vjetrom ili hidroenergijom,
- kogeneracija biogorivom (proizvodnja topline i električne energije istodobno naziva se kogeneracija (toplina + električna struja) ili trostruka generacija (toplina + struja + hlađenje)).

Ako se energija generira, ali nije potrebna za upravljanje zgradom, mora se pohraniti u nekom obliku. Dostupne su mogućnosti koje slijede:



- Rješenje smart grid - povratak energije u središnji energetska sustav, predstavlja moguće rješenje isključivo kada pružatelj energije tu mogućnost učini dostupnom.
- Lokalna pohrana energije obavlja se uporabom baterija, ali postoje i neka inovativna rješenja poput pretvaranja električne energije u gravitaciju ispuštanjem vode na veće visine i omogućavanjem njihovog protjecanja tijekom niske razine kroz hidrogenerator. To je rješenje prilično skupo kada je malih razmjera.
- Kada se u obzir uzmu i drugi energetska izazovi (na primjer mobilnost), sustavi prijenosa energije iz mreže u vozilo (V2G) i iz kuće do vozila (V2H) omogućuju zajedničku primjenu ostvarenu između vozila i zgrade te električne mreže. Automobili na parkiralištima uglavnom provode 90 % od 24 sata dnevno. U takvim se slučajevima električni automobili spajaju na električnu mrežu. Tako preuzimaju napon iz mreže, ali mogu dobiti i povratnu informaciju o električnoj energiji.

Razvoj - osmišljavanje vanjskog i unutrašnjeg dijela zgrade - zaštita za sjenu

Ugradnja ostakljenih struktura bez odgovarajućeg sjenila hrabar je čin. Stakleni prozori vrlo su korisni tijekom zime, pomažu u iskorištavanju Sunčeve energije kao toplinske zamke, no ljeti mogu uzrokovati dodatnu potrebu za hlađenjem.

Prilikom planiranja postavljanja zaštita za sjenu potrebno je uzeti u obzir najvažnije značajke kretanja Sunca i teorije oblikovanja sustava sjenila. S obzirom na sustave sjenila, važno je razmotriti jednostavno načelo objašnjeno u nastavku:

- Svjetlost koja prolazi kroz staklo pretvara se u toplinu i zagrijava unutrašnjost. Na taj način uređaji za sjenu montirani izvana osiguravaju zaštitu od zagrijavanja s većom učinkovitošću od konstrukcija postavljenih u području prozora ili iznutra.

Vrste sjenila

- Fiksni sustavi sjenila (fiksne lamele, tende, verande i slično).
- Pokretni sustavi sjenila (pomična sjenila, proizvodi Reluxa i Vanish te rolete i slično).
- Zaštita od sunca biljkama - kada je zgrada manjih razmjera, sadnja listopadnih stabala kao izvora sjene predstavlja najbolju mogućnost. U razdoblju vegetacije, lišće stabala i okolnog bilja osigurava sjenu, dok zimi „golo“ bilje propušta Sunčevu svjetlost. Između svih ostalih vrsta izvora sjene, vegetacija jedina isparava, proizvodeći kisik.

Razvoj - osmišljavanje vanjskog i unutrašnjeg dijela zgrade - vrata, prozori

S obzirom na energiju, ostakljena vrata i prozori tradicionalno predstavljaju najslabiju konstrukciju u zgradi. Međutim, te su se konstrukcije tijekom proteklih godina značajno razvile, a u slučaju dobre instalacije mogu funkcionirati kao „grijači“.

- Prva inovacija bila je uvođenje dvostrukog sloja toplinske izolacije.
- Drugi veliki korak naprijed bio je pojavljivanje sloja za refleksiju topline (LOW-E).
- Treći korak naprijed bio je troslojno ostakljenje s raspršivanjem naboja plina za učinak koncepta pasivne kuće.

Vrata i prozori - kupiti nove ili obnoviti?



Govoreći o vratima i prozorima, važno je razjasniti mogućnosti obnove postojećih vrata i prozora. Uglavnom se može odabrati između četiri mogućnosti koje slijede:

1. Obnova vrata i prozora u prvobitno stanje, pri čemu se obnova izvornog statusa može opravdati isključivo za zgrade zaštićene baštine pod visokim prioritetom zaštite, a kako povijesna vrata i prozori nisu energetske učinkoviti, i njihova je obnova skupa!
2. Poboljšanje tehničke kvalitete uporabom dodatnih struktura predstavlja najjeftinije rješenje za poboljšanje nepropusnosti zraka, primjenom gumene brtve na određenim sekcijama.
3. Poboljšanje tehničkih svojstava djelomičnom zamjenom jeftinija je alternativa potpunoj zamjeni.
4. Potpuna zamjena vrata i prozora najbolja je mogućnost s obzirom na aspekte energije, ali je i skupa.

10.8. Međusobna integracija tehničkih mjera i integracija tehničkih mjera s drugim vrstama rješenja energetske učinkovitosti

10.8.1. Studija slučaja

10.8.2. Vježba

Kombinirajte učinke uporabe obnovljivih izvora energije i tehničkih mjera za smanjenje potrošnje električne energije. Ako u obzir uzmemo vježbe 10.1.2., 10.4.2., 10.5.1. i 10.6.2., omogućit ćemo:

- jednostavan pregled uporabe energije,
- kupnju učinkovite opreme za rasvjetu,
- zamjenu opreme za rasvjetu,
- uporabu obnovljivih izvora energije.

Učinci na zgradu opisanu u vježbi 10.5.2. i krov iz vježbe 10.4.2.:

- smanjenje potrošnje električne energije za 85 kWh dnevno, i
- proizvodnja električne energije od 1875 kW/godišnje.

Ako pretpostavimo da bi ušteda u 252 radnih dana (kao tijekom 2016. godine) uz zamjenu opreme za rasvjetu iznosila $252 * 85 \text{ kWh} = 21420 \text{ kWh}$ (ušteda od 85 % po radnom danu), a električna energija proizvedena fotonaponskom elektranom 1875 kWh godišnje, to bi značilo da smo potrošili tek 5 % električne energije potrebne za rasvjetu u usporedbi s potrošnjom prije primjene navedenih mjera.



10.9. Uključivanje korisnika zgrada u tehničku intervenciju za postizanje energetske učinkovitosti

10.9.1. Studija slučaja

10.9.2. Vježba

Nažalost, većina ljudi ne ugasi svoju opremu nakon što završi svoj radni dan pa ni oni nisu svjesni da njihova oprema još uvijek troši energiju. Uobičajena potrošnja u stanju pripravnosti za različite uređaje prikazana je u Prilogu 1., pri čemu stanje pripravnosti kod računala troši 10 W, monitora 5 W, a kod pisača 15 W. Izračunajte suvišnu dnevnu potrošnju tih uređaja za srednju školu. Pretpostavimo da je oprema u uporabi 6 sati dnevno, a 18 sati dnevno u stanju pripravnosti.

Škola ima 30 računala i 30 monitora.

Potrošnja računala: nakon radnog vremena.

Stanje pripravnosti za sva računala: $P = 15 \times 10 \text{ W} = 150 \text{ W}$, za monitore: $P = 15 \times 15 \text{ W} = 225 \text{ W}$ i za pisače: $P = 3 \times 15 \text{ W} = 45 \text{ W}$.

Ukupna potrošnja tijekom stanja pripravnosti: $P = 150 + 225 + 45 = 420 \text{ W}$

Dnevna potrošnja energije: $W = P \times t = 420 \text{ W} \times 18 = 7560 \text{ Wh}$ ili 7,56 kWh dnevno.

Trošak dnevne potrošnje energije (uz pretpostavku da cijena po kWh iznosi 0,1 EUR): $C = 7,56 \times 0,1 = 0,756 \text{ EUR}$

Ta se količina možda ne čini velikom, ali predstavlja gubitak energije i novca po radnom danu i tako 22 dana mjesečno. U izračun ćemo zatim uključiti broj vikenda tijekom mjeseca.

4 vikenda mjesečno: $4 \times 2 \times 24 = 192 \text{ sata}$

Suvišna potrošnja energije vikendom: $W = P \times t = 420 \text{ W} \times 192 = 80640 \text{ Wh}$ ili 80,64 kWh

Suvišna potrošnja energije za sve radne dane: $W = 7,56 \text{ kWh} \times 22 \text{ dana} = 166,32 \text{ kWh}$

Ukupna količina suvišne potrošnje energije: $W = 80,64 + 166,32 = 246,96 \text{ kWh}$

Mjesečni trošak: $C = 246,96 \times 0,1 = 24,7 \text{ EUR/mjesečno}$

PRILOG 1

Potrošnja uobičajenih električnih/elektroničkih uređaja u stanju pripravnosti i njihova prosječna potrošnja (u W).

Uređaji	Uobičajena potrošnja u stanju pripravnosti	Prosječna potrošnja u W



mikrovalna pećnica	7	800
štednjak	5	130
TV	5	70-120
plazma TV	1-18	350-700
uređaj za reprodukciju video kaseta	5	35
punjač za mobilni telefon	6	
bežični telefon	8	
telefonska sekretarica	8	
stereo uređaj	10	400
digitalni dekoder	15	
perilica rublja	2	350-500
osobno računalo	10	120
pisač	15	
računalni monitor	5	150



PRILOG 2

Preporučene razine osvjetljenja prema prostoru i uporabi

Prostorija	Osvjetljenje (lumen/m ² = lux)
vanjski prostori opće namjene, ruralne ceste	7-12
dvorišta, industrijske zone	15-25
ulice, autoceste	30-50
ulazi, parkirališta	50
panoramski prostori na otvorenom, trgovine, recepcija, hodnici, stubišta, sanitarne prostorije, prostorije za opću uporabu	150
blagavaonice, javni prostori	200
sobe za sastanke, praonice rublja, uredi, hotelske sobe, zadatci koji zahtijevaju preciznost	300
radne stanice, velike trgovine, laboratoriji	500
čitanje, crtanje, učionica, kuhinja, zadaci koji uključuju detalje	750
izlozi trgovina	1000-3000



LITERATURA

- Beggs, C., 2002. Energy: Management, Supply and Conservation. Butterworth-Heinemann, Elsevier Science.
- EI-education, 2008. EI-Education guidebook on energy intelligent retrofitting. Available at ei-education.aarch.dk, consulted on 12.12.08.
- European Commission, Directorate General XII, (1995). Energy Management System.
- EnerBuilding, 2008. Energy efficiency in households Guide. Enerbuilding.eu Project, May.
- EU, 2008. The EU Energy Label. Available at <http://www.energy.eu/#energy-focus>, consulted on 9/12/08.
- EU TopTen, 2006. Available at <http://www.topten.info/>, consulted on 12/12/08.
- GREENBUILDING, 2008. GreenBuilding Guidelines and Technical Modules. Available at <http://www.eu-greenbuilding.org>, consulted on 12/12/08.
- GreenLabelsPurchase, 2006. GreenLabelsPurchase: making a greener procurement with energy labels. Available at www.greenlabelspurchase.net, consulted on 12/12/08.
- ISO, 2008. Building environment design - Guidelines to assess energy efficiency of new buildings - ISO 23045:2008. International Organization for Standardization, Switzerland.
- Krarti, M., 2000. Energy Audit of Building Systems - An Engineering Approach. CRC Press.
- Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2009 and inventory report 2011, EEA, Copenhagen, 2011 (citirano 1. 6. 2011). Available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2011>.
- BP Statistical Review of World Energy 2010, British Petroleum (1. 6. 2011)
- A Catalogue of "Optimization Scenarios" to enhance decision-making in establishing an efficient energy management programme, Electronic Version, October 2014".