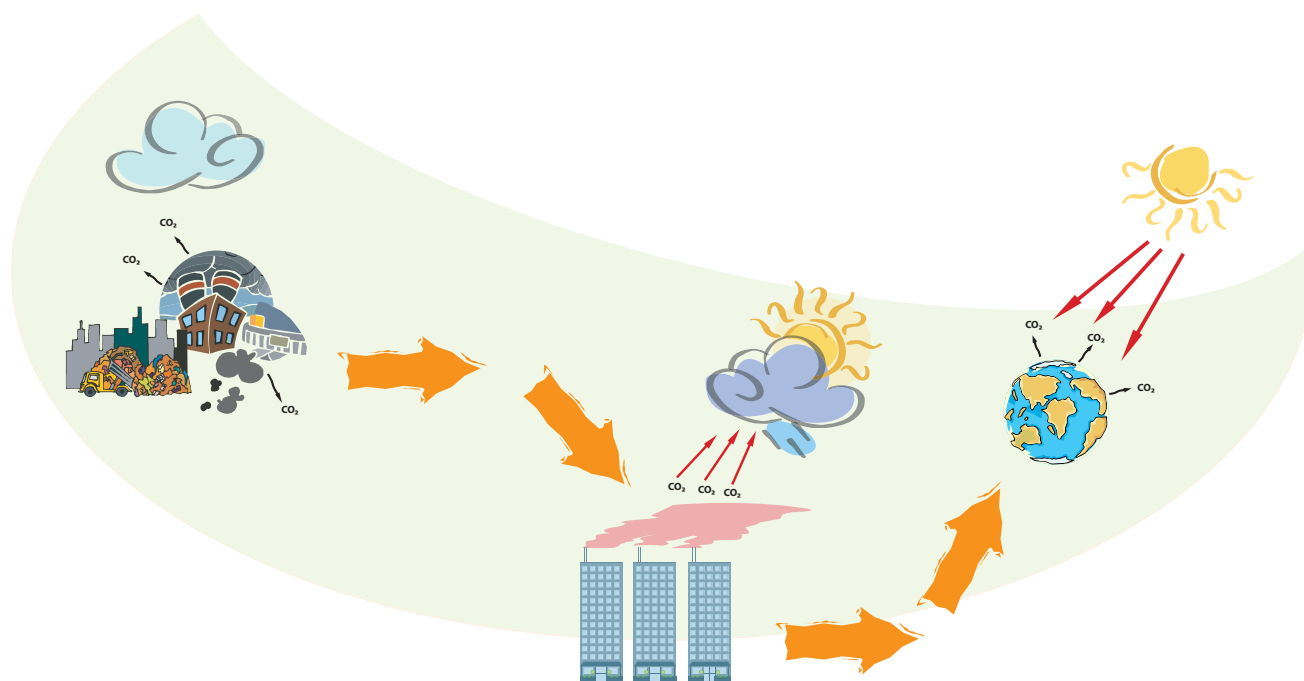


ENERGETSKA UČINKOVITOST U ZGRADARSTVU

VODIČ ZA SUDIONIKE U PROJEKTIRANJU,
GRADNJI, REKONSTRUKCIJI I
ODRŽAVANJU ZGRADA



PREDGOVOR

Ovaj priručnik namijenjen je svim sudionicima u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada, kao podsjetnik na značaj upravljanja energijom u zgradama i moguće energetske, ekonomske i ekološke uštede primjenom mjera energetske učinkovitosti. Njime smo željeli ukazati na važnu ulogu struke u stvaranju suvremene održive arhitekture i očuvanju okoliša u kojem živimo. Priručnik je rezultat suradnje multidisciplinarnе grupe stručnjaka Energetskog Instituta Hrvoje Požar i HEP Toplinarstva na sustavnoj analizi bitnih odrednica koje utječu na energetski učinkovitu održivu gradnju.

Značaj sustavnog projektiranja i upravljanja energijom u zgradama danas nije potrebno posebno naglašavati. Nedostatak energije i nesigurnost u opskrbi energijom, uz stalan rast cijena energije i energenata, te klimatske promjene i zagađenje okoliša zbog neracionalne potrošnje energije, problemi su s kojima je Hrvatska danas suočena više nego ikada prije. Porastom standarda života, raste i potrošnja kako toplinske energije za grijanje, tako i energije za hlađenje, posebno masovnim uvođenjem klimatizacije u zgrade. Energija koja se potroši u zgradama čini 41,30 posto ukupne finalne potrošnje energije u Hrvatskoj i u stalnom je porastu.

Povećanje energetske učinkovitosti u zgradama danas je apsolutni prioritet svih aktivnosti na području energetike u Europskoj uniji. Direktive koje se donose jasno upućuju na hitnu potrebu smanjenja potrošnje energije u sektoru zgradarstva kao najvećem energetskom potrošaču. Posebno se ističe važnost uključivanja svih sudionika u projektiranje, gradnju, rekonstrukciju i održavanje zgrada u kreiranje suvremene održive arhitekture i okoliša. Suvremena arhitektura danas, uz kreativni doprinos i doprinos kvaliteti života, mora uključiti u promišljanje i cijeli niz mjera za upravljanje potrošnjom energije, racionalno korištenje fosilnih goriva te primjenu obnovljivih izvora energije u zgradama, gdje god je to funkcionalno izvedivo i ekonomski opravdano. Zadovoljavanje 3E-forme - energija, ekonomija, ekologija - novi je zahtjevn i zadatak koji se postavlja pred projektante i graditelje. Da bi današnja arhitektura postala kulturnim nasljeđem budućnosti, ona mora naći svoje mjesto u tom vrlo kompleksnom globalnom kontekstu održivog razvoja. Zato možemo reći da je danas veliko umijeće moći i znati sustavno projektirati, graditi, rekonstruirati i održavati zgrade koje su u skladu s održivim razvojem.

Nadamo se da će ovaj priručnik pridonijeti promjeni razmišljanja i rada struke u sektoru zgradarstva, te usmjeriti arhitekturu prema održivom razvoju za buduće generacije.

U Zagrebu, 21. svibnja 2007.

Željka Hrs Borković

SADRŽAJ

1	UVOD	7
2	ENERGETSKI POTENCIJAL SEKTORA ZGRADARSTVA	11
3	PREGLED ZAKONODAVNOG OKRUŽENJA U PODRUČJU TOPLINSKE ZAŠTITE I UŠTEDE ENERGIJE U RH	17
	TEHNIČKI PROPIS O UŠTEDI TOPLINSKE ENERGIJE I TOPLINSKOJ ZAŠTITI U ZGRADAMA (NN 79/2005)	
	PRAVILNIK O OZNAČAVANJU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI KUĆANSKIH UREĐAJA (NN 133/05)	
	ZAKON O PROIZVODNJI, DISTRIBUCIJI I OPSKRBI TOPLINSKOM ENERGIJOM (NN 42/05) I RELEVANTNI PODZAKONSKI AKTI	
	PODZAKONSKA REGULATIVA ZA KOGENERACIJU I OBNOVLJIVE IZVORE	
	HRVATSKE OBVEZE PREMA OKVIRNOJ KONVENCIJI UJEDINJENIH NARODA O PROMJENI KLIME (UNFCCC) I PROTOKOLU IZ KYOTA	
4	PREGLED BITNIH EU DIREKTIVA U PODRUČJU TOPLINSKE ZAŠTITE I UŠTEDE ENERGIJE U ZGRADAMA	29
	EU DIREKTIVA O ENERGETSKIM ZNAČAJKAMA ZGRADA 2002/91/EC	
	DIREKTIVA 2006/32/EC O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI I ENERGETSKIM USLUGAMA	
	EU DIREKTIVA O PROMOCIJI KOGENERACIJE BAZIRANE NA KORISNIM TOPLINSKIM POTREBAMA NA UNUTRAŠNJEM TRŽIŠTU ENERGIJE 2004/8/EC	
	EU DIREKTIVA O OBAVEZNOM OZNAČAVANJU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI KUĆANSKIH UREĐAJA 92/75/EEC I DRUGE	
	DIREKTIVA 2003/87/EC O USPOSTAVI SUSTAVA TRGOVANJA DOZVOLAMA ZA EMITIRANJE STAKLENIČKIH PLINOVA UNUTAR EU	
	DIREKTIVA 2004/101/EC O USPOSTAVI SUSTAVA TRGOVANJA DOZVOLAMA ZA EMITIRANJE STAKLENIČKIH PLINOVA S OBZIROM NA PRIMJENU MEHANIZAMA PROTOKOLA IZ KYOTA	
	DIREKTIVA 2001/77/EC O PROMOCIJI ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORANA UNUTRAŠNJEM TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE	
	AKCIJSKI PLAN EUROPSKE KOMISIJE O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI - UŠTEDA ZA 20 % DO 2020. GODINE	
5	PREGLED ENERGETSKO-EKONOMSKI OPTIMALNIH MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U ZGRADAMA	39
	OSNOVNA NAČELA I MJERE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U ZGRADAMA	
	OPĆE PREPORUKE ZA POVEĆANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI POSTOJEĆIH I NOVIH ZGRADA	
	PROZORI, STAKLENE STIJENE I VANJSKA VRATA	
	TOPLINSKA IZOLACIJA VANJSKOG ZIDA	
	TOPLINSKA IZOLACIJA KROVA ILI STROPA PREMA NEGRIJANOM PROSTORU	
	TOPLINSKA IZOLACIJA PODA NA TLU ILI PODA PREMA NEGRIJANOM PROSTORU	
	TOPLINSKI MOSTOVI	
	ZAŠTITA OD SUNCA I PASIVNA SUNČANA ARHITEKTURA	
	OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U ZGRADAMA	
	SUSTAVI GRIJANJA, VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE	
	CENTRALNI TOPLINSKI SUSTAVI I CENTRALNI SUSTAVI HLAĐENJA (CTS/CSH)	
	SUSTAV RASVJETE I ENERGETSKA TROŠILA	
	ENERGETSKI PREGLED (AUDIT) ZGRADE KAO METODA U IMPLEMENTACIJI MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	
	METODE MJERENJA I KONTROLE POTROŠNJE ENERGIJE U ZGRADAMA	

6	PRIKAZ NEKO LIKO KARAKTERISTIČNIH PRIMJERA DOBRE PRAKSE POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI PRI REKONSTRUKCIJI POSTOJEĆIH I GRADNJI NOVIH ZGRADA	85
	STAMBENA ZGRADA MOJ DVOR, ZAGREB KLINIČKI BOLNIČKI CENTAR ZAGREB - REBRO ENERGETSKI INSTITUT HRVOJE POŽAR, ZAGREB DJEČJE JASLICE IVANČICA, OSIJEK	
7	MEHANIZMI I NAČINI FINANCIRANJA PROJEKATA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	93
	INTERNACIONALNI MEHANIZMI FINANCIRANJA NACIONALNI MEHANIZMI FINANCIRANJA ESCO KONCEPT	
8	UTJECAJ EU DIREKTIVA I NJIHOVE IMPLEMENTACIJE U ZAKONODAVSTVO RH NA SUDIONIKE U PROJEKTIRANJU, GRADNJI, REKONSTRUKCIJI I ODRŽAVANJU ZGRADA	99



UVOD

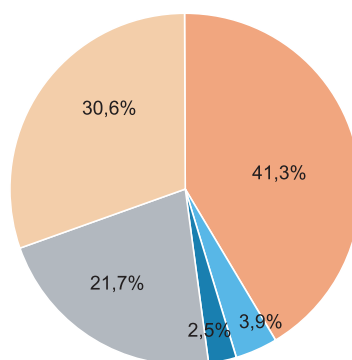


1. UVOD

Energetska učinkovitost u zgradarstvu prepoznata je danas kao područje koje ima najveći potencijal za smanjenje ukupne potrošnje energije, čime se direktno utječe na ugodniji i kvalitetniji boravak u zgradi, duži životni vijek zgrade te doprinosi zaštiti okoliša i smanjenju emisija štetnih plinova.

Mjere energetske učinkovitosti u zgradarstvu uključuju cijeli niz različitih područja mogućnosti uštede toplinske i električne energije, uz racionalnu primjenu fosilnih goriva te primjenu obnovljivih izvora energije u zgradama, gdje god je to funkcionalno izvedivo i ekonomski opravdano.

Zgrade su najveći pojedinačni potrošač energije i veliki izvor štetnih emisija stakleničkih plinova, posebno CO₂. Ukoliko promatramo potrošnju energije u najvećem sektoru potrošnje - sektoru opće potrošnje, u kojem su najveći potrošači stambene i nestambene zgrade, možemo primijetiti stalan porast potrošnje finalne energije. Energija koja se potroši u stambenim i nestambenim zgradama danas čini 41,30 posto ukupne finalne potrošnje energije u Hrvatskoj.



■ STAMBENE I NESTAMBENE ZGRADE
■ POLJOPRIVREDA
■ GRAĐEVINARSTVO
■ INDUSTRIJA
■ PROMET

Udio potrošnje finalne energije u zgradarstvu u ukupnoj potrošnji finalne energije u Republici Hrvatskoj 2005. godine / Izvor: EIHP

Svijet, pa tako i Hrvatska, se danas suočava s dva velika problema vezano uz energiju: nedostatak energije i nesigurnost u opskrbi energijom s jedne strane, te zagađenje okoliša i klimatske promjene zbog prevelike i neracionalne potrošnje energije s druge strane. Proizvodnja, distribucija i potrošnja energije su djelatnosti koje direktno ili indirektno utječu na sva područja ljudskog djelovanja, kao i na socijalni i gospodarski napredak neke zemlje. Ekološke posljedice energetske potrošnje su tema koja je predugo vremena bila zapostavljena, a iako se, generalno gledano, i dalje ne vodi dovoljno računa o socijalnim, ekološkim, ekonomskim i sigurnosnim aspektima korištenja energije radi zadovoljenja sve većih energetske potrebe, danas je ipak prepoznato i u velikom broju, prvenstveno razvijenih zemalja, prihvaćeno da je dosadašnji, nekontrolirani pristup potrošnji energije neodrživ.

Održivoj potrošnji energije treba dati prioritet racionalnim planiranjem potrošnje, te implementacijom mjera energetske učinkovitosti u sve segmente energetskog sustava neke zemlje.

Cijene energije i energenata će, zbog globalnih i lokalnih razloga, u narednom razdoblju i dalje rasti - što će utjecati na porast troškova života i poslovanja.

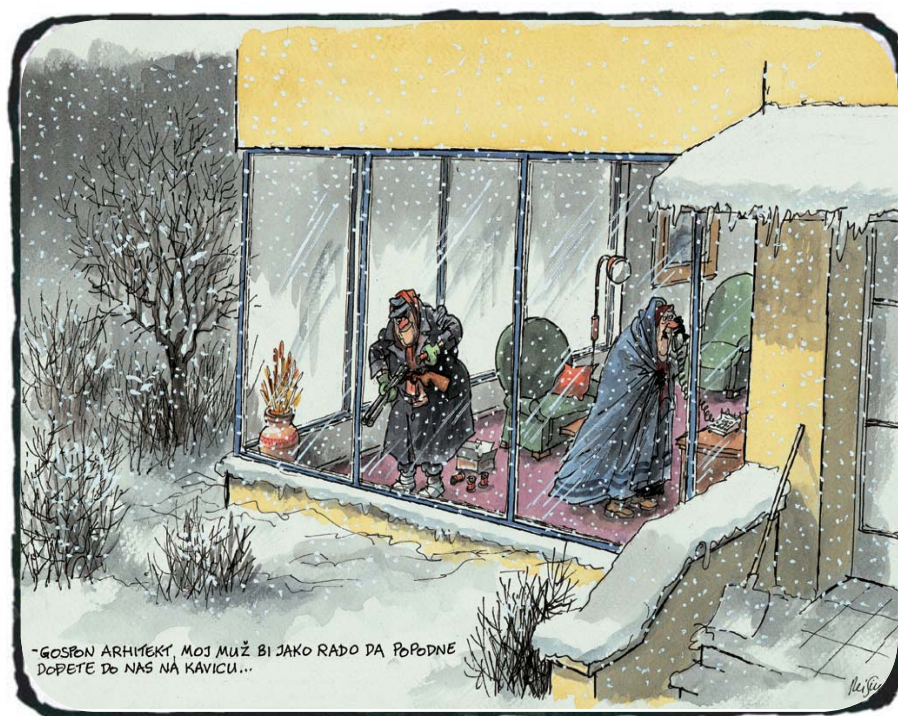
Zato je potrebno dobro poznavati energetiku u smislu tehničkih mogućnosti i troškova, te biti u stanju njome upravljati.

U budućnosti će važnu ulogu u upravljanju energijom u zgradama imati, kako korisnici tako i svi sudionici u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada. Ovaj priručnik namijenjen je onima koji žele nešto naučiti ili dopuniti i obnoviti svoje znanje o projektiranju, gradnji, obnovi i održavanju zgrada na energetski i ekološki optimalan način te svojim djelovanjem pridonijeti stvaranju suvremene održive arhitekture i očuvanju okoliša u kojem živimo.



2

ENERGETSKI POTENCIJAL SEKTORA ZGRADARSTVA



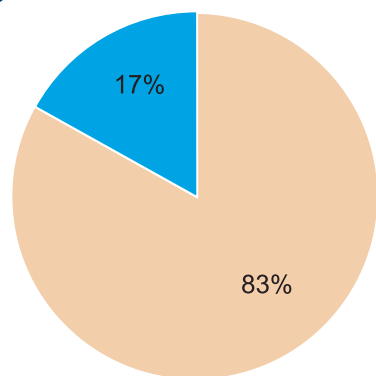
2. ENERGETSKI POTENCIJAL SEKTORA ZGRADARSTVA

Glavni cilj energetske učinkovitosti u zgradarstvu je uspostaviti mehanizme koji će trajno smanjiti energetske potrebe pri projektiranju, izgradnji i korištenju novih zgrada, kao i rekonstrukciji postojećih, te ukloniti barijere uvođenju mjera energetske učinkovitosti u postojeći i novi stambeni i nestambeni fond zgrada.

Uspješna implementacija mjera energetske učinkovitosti u zgradarstvu temelji se na:

- promjeni zakonodavnog okruženja i usklađivanju s europskom regulativom na području toplinske zaštite i uštede energije te primjene obnovljivih izvora energije
- povećanju toplinske zaštite postojećih i novih zgrada
- povećanju učinkovitosti sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije
- povećanju učinkovitosti sustava rasvjete i energetskih trošila
- energetske kontroli i upravljanju energijom u postojećim i novim zgradama
- propisivanju ciljane vrijednosti ukupne godišnje potrošnje zgrade po m^2 ili m^3
- uvođenju energetskog certifikata kao sistema označavanja zgrada prema godišnjoj potrošnji energije i
- stalnoj edukaciji i promociji mjera povećanja energetske učinkovitosti

Postojeće zgrade predstavljaju veliki potencijal energetskih i ekoloških ušteda zbog visokog postotka zgrada s nezadovoljavajućom toplinskom zaštitom. Ako se postojeće zgrade izgrađene nakon donošenja zahtjeva u pogledu toplinske zaštite zgrada u okviru norme HRN U.J5.600: Toplinska tehnika u građevinarstvu, tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada iz 1987. godine, prihvate kao uvjetno zadovoljavajuće sa stajališta toplinske zaštite i uštede energije, čak i u tom slučaju oko 83 posto naseljenih zgrada u Hrvatskoj ima nezadovoljavajuću toplinsku zaštitu, s prosječnom potrošnjom energije za grijanje prostora od 150 do 200 kWh/ m^2 .



- Nezadovoljavajuća toplinska zaštita
- Toplinska zaštita koja zadovoljava norme i propise iz 1987. godine

Zastupljenost postojeće izgradnje nezadovoljavajuće toplinske zaštite u Hrvatskoj / Izvor: EIHP

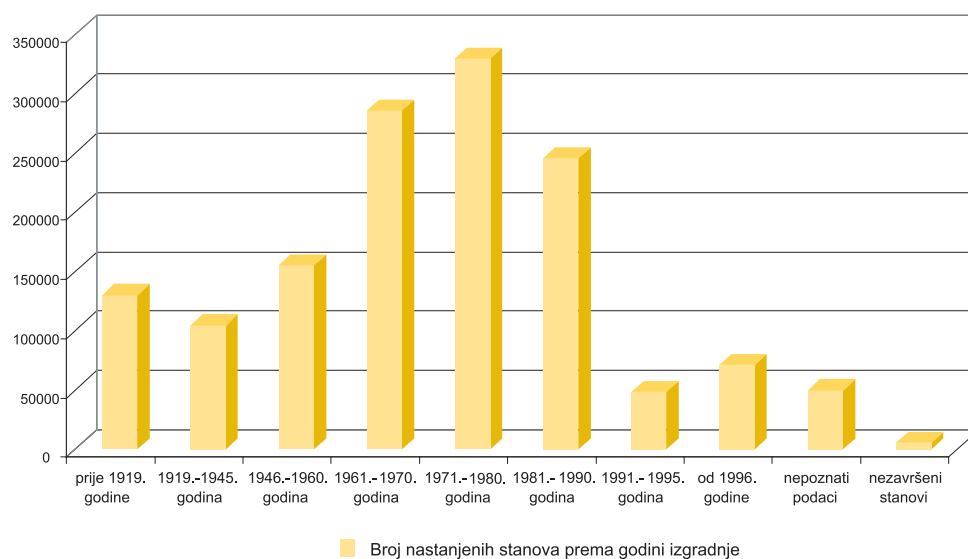
Jedna od karakteristika velikog dijela stambenog i nestambenog fonda zgrada u Hrvatskoj je neracionalno velika potrošnja svih tipova energije, prvenstveno energije za grijanje, ali porastom standarda sve više i za hlađenje zgrada.

Stambeni fond Republike Hrvatske je prema popisima stanovništva 1971. godine iznosio ukupno 1,19 milijuna stanova. Godine 1981. broj stanova je porastao u odnosu na 1971. za 16,2 posto, ili u prosjeku 1,6 posto godišnje. Godine 1991. registrirano je 1,58 milijuna stanova, što čini porast u odnosu na 1981. za 14,1 ili 1,4 posto godišnje. U razdoblju između dva posljednja popisa stanovništva, 1991.-2001. godine, ukupni stambeni fond Hrvatske, prema dostupnim podacima, porastao je za 19,1, odnosno prosječni godišnji porast iznosio je 1,9 posto.

Ukupan broj stanova u Hrvatskoj, prema zadnjem popisu stanovništva iz 2001. godine, iznosi 1,88 milijuna, ili 133,3 milijuna kvadratnih metara stambene izgradnje. Prosječna površina stana je 2001. godine iznosila 71 m², 1991. 67 m², 1981. 62 m², a 1971. godine 53 m². Možemo uočiti stalni porast prosječne površine stana, a time i standarda stanovanja. Prosječna površina stana po osobi, također konstantno raste, te je 2001. godine iznosila 27,3 m², dok se istovremeno broj osoba po stanu smanjuje, te iznosi 2,6 osoba po stanu. Porastom standarda raste i potrošnja energije u zgradama.

Sa stajališta energetske potrošnje, razdoblje izgradnje je izuzetno zanimljiv parametar. Podjela stambenog fonda, u ovisnosti o karakteristikama stambene izgradnje, je područje kojem nije posvećena dovoljna pažnja i o kojem će, u budućnosti, trebati puno više voditi računa. Zbog karakteristika gradnje i nedostatka propisa o toplinskoj zaštiti, u razdoblju najveće stambene izgradnje od 1950. do 1980. godine, izgrađen je niz stambenih i nestambenih zgrada koje su danas veliki potrošači energije, s prosječnom potrošnjom energije za grijanje od preko 200 kWh/m².

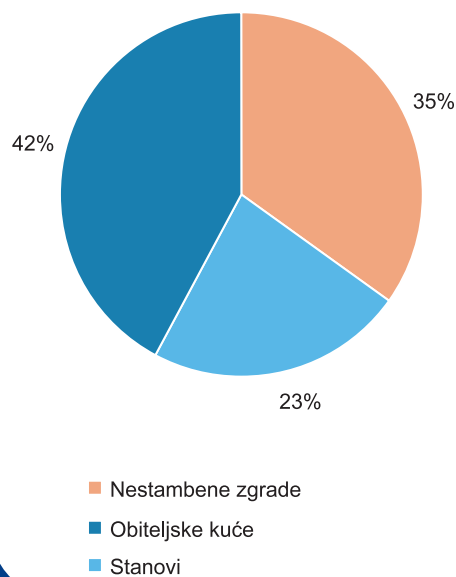
Podjela nastanjenih stanova prema godini izgradnje / Izvor: EIHP



Ako pretpostavimo da su stambene zgrade s jednim ili dva stana ustvari obiteljske kuće, udio obiteljskih kuća u stambenoj gradnji iznosi prosječno 65 posto.

Nestambene zgrade ili zgrade javne namjene nisu tako dobro evidentirane kao stambene zgrade. Podaci o današnjoj nestambenoj izgradnji, dostupni su putem izdanih građevnih dozvola, pa možemo analizirati samo odnos novoizgrađenog stambenog i nestambenog fonda zgrada. U razdoblju od 2000. do 2004. godine zabilježen je pad broja izdanih dozvola za stambene zgrade i porast broja izdanih građevinskih dozvola za nestambene zgrade, pa je prosječni odnos 65 posto stambena i 35 posto nestambena izgradnja.

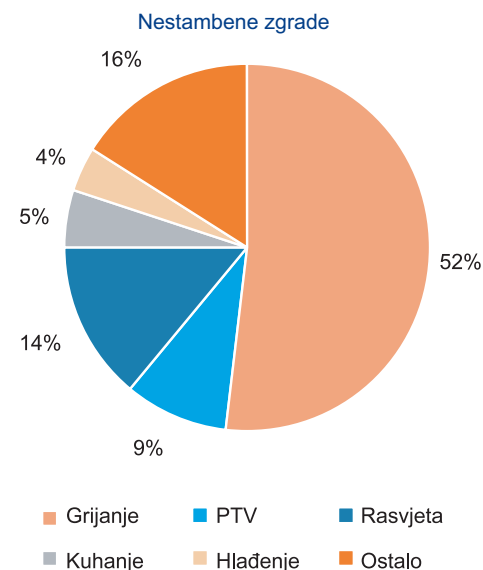
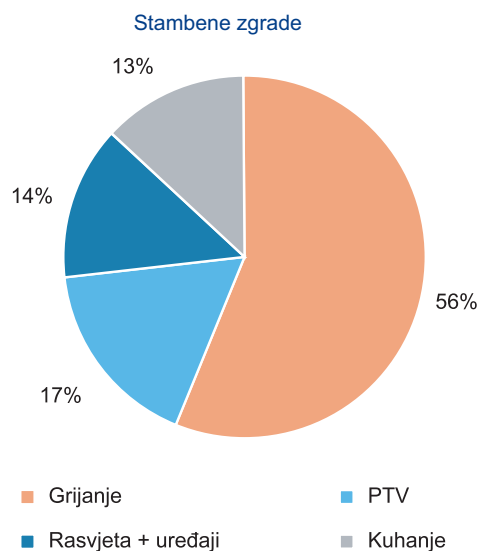
Sektor zgradarstva u Republici Hrvatskoj



Odnos stambene i nestambene izgradnje u Hrvatskoj 2000.-2004. godine / Izvor: EIHP

Energetski potencijal u smislu uštede energije i zaštite okoliša u sektoru zgradarstva izuzetno je velik. U zgradama se energija koristi za različite potrebe, a ovisno o tipu zgrade te se potrebe kreću od energije za rasvjetu, preko energije za grijanje, pa do tehnoloških potreba poput pranja ili sterilizacije u bolnicama.

Energetska potrošnja namijenjena za grijanje, pripremu tople vode i kondicioniranje zraka predstavlja najznačajniji dio energetske potrošnje u zgradama.



Prosječna potrošnja finalne energije u stambenim i nestambenim zgradama u RH / Izvor: EIHP

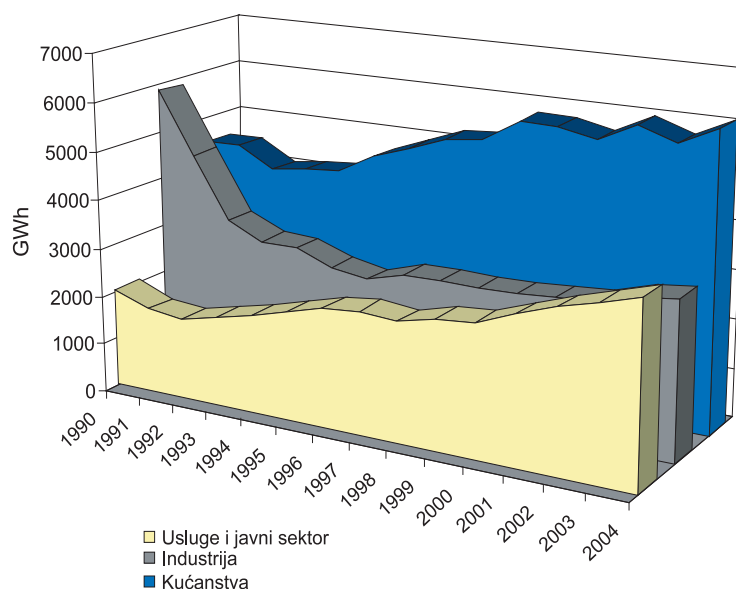
Potrošnja energije za grijanje u prosječno toplinski izoliranim zgradama danas u Hrvatskoj iznosi od 40 do 60 posto ukupne potrošnje energije, za pripremu potrošne tople vode od 15 do 35 posto, a za kuhanje od 5 do 15 posto. Možemo zaključiti da potrošnja za toplinske potrebe predstavlja od 80 do 90 posto ukupnih energetske potrebe zgrade. Potrošnja energije za rasvjetu i za ostale netoplinke potrebe (npr. električna energija za računala, TV i sl.) iznosi od 10 do 20 posto ukupne potrošnje energije. Iako to bitno ovisi o objektu i klimatskim prilikama, hlađenje danas predstavlja manji dio ukupne godišnje energetske potrošnje i to gotovo isključivo u obliku potrošnje električne energije. No već u slijedećih desetak godina, podizanjem standarda korištenja prostora, očekuje se kontinuirani porast značaja hlađenja u ukupnim energetskim potrebama stambenih i nestambenih zgrada.

Na potrošnju energetskih procesa grijanja zgrade prvenstveno utječe trajanje sezone grijanja i zahtijevana temperatura prostora, što ovisi o klimatskim uvjetima i standardu korištenja prostora. Značajan utjecaj na potrošnju energije za grijanje prostora ima izbor sustava grijanja, omjer grijane i ukupne površine zgrade te sastav vanjske ovojnice zgrade, odnosno toplinska zaštita. Za hlađenje objekta slični su prethodno navedeni utjecajni čimbenici, no ovdje je osnovni energent najčešće električna energija.

Ukupna potrošnja energije u Hrvatskoj raste u prosjeku od 4 do 5 posto godišnje, dok se ukupna proizvodnja primarne energije smanjuje. Cijene energenata su u konstantnom porastu. Tijekom proteklog desetogodišnjeg razdoblja vlastita opskrbljenost energijom postupno se smanjivala s približno 65 na manje od 50 posto. Ako promatramo emisije onečišćujućih tvari u zrak iz energetskog sektora,

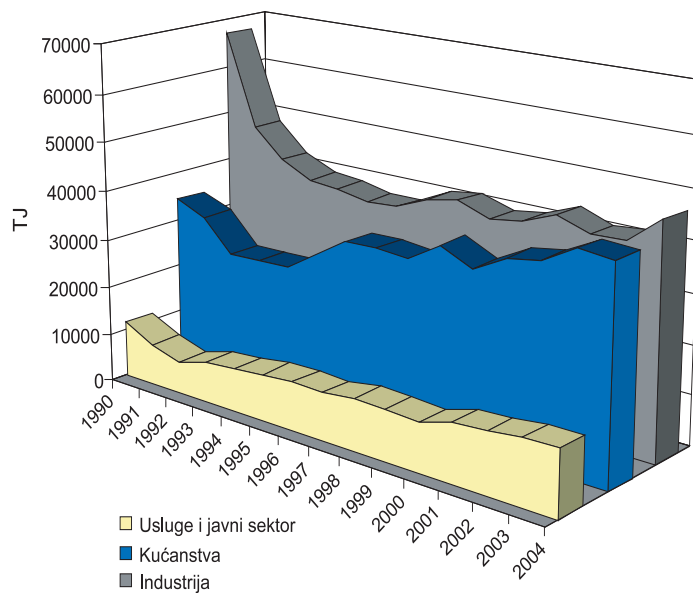
možemo primijetiti zabrinjavajući rastući trend emisija CO₂ uzrokovan povećanom potrošnjom fosilnih goriva. Ukoliko se izdvojeno promatra samo najznačajniji staklenički plin CO₂ i ako se trenutna obveza iz Kyoto protokola proporcionalno raspodjeli po pojedinim stakleničkim plinovima, emisija CO₂ u 2003. godini je već premašila limit iz Kyoto protokola. Kako gotovo 35 posto CO₂ emisija proizlazi iz energetske potrošnje u zgradama, ekološka odgovornost projektanata teško se može zaobići. Sve to ukazuje na važnost implementacije mjera energetske učinkovitosti u svim sektorima energetske potrošnje, a posebno u najvećem od njih, sektoru zgradarstva.

El. energija 1990-2004 kod važnijih potrošačkih skupina



Potrošnja električne energije – najveći udio i rast u stambenim zgradama u RH / Izvor: EIHP

Toplinska energija 1990-2004 kod važnijih potrošačkih skupina



Potrošnja toplinske energije - najveći udio i rast u stambenim zgradama u RH / Izvor: EIHP

3

PREGLED ZAKONODAVNOG OKRUŽENJA U PODRUČJU TOPLINSKE ZAŠTITE I UŠTEDE ENERGIJE U RH



3. PREGLED ZAKONODAVNOG OKRUŽENJA U PODRUČJU TOPLINSKE ZAŠTITE I UŠTEDE ENERGIJE U RH

Republika Hrvatska ratificirala je **Ugovor o Energetskoj povelji** čija je svrha utemeljenje pravnog okvira za unaprjeđenje dugoročne suradnje na području energetike, zasnovane na dopunjavanju i uzajamnoj koristi (NN-Međunarodni ugovori, br. 15/97). Donesen je i Zakon o potvrđivanju izmjena i dopuna trgovinskih odredbi Ugovora o energetskoj povelji (NN-Međunarodni ugovori, br. 6/03).

Energetska povelja uređuje sljedeća pitanja: trgovinu energetskim materijalima i proizvodima, tržišno natjecanje, tranzit energetskih materijala i proizvoda temeljem otvorenog i objektivnog pristupa, prijenos energetske tehnologije, pristup tržištu kapitala, promicanje i zaštitu investicija, suverenitet nad energetskim dobrima, zaštitu okoliša, transparentnost zakona i podzakonskih provedbenih propisa te rješavanje sporova. Između ostaloga, člankom 19. se navodi da će svaka Ugovorna strana na gospodarski učinkovit način nastojati smanjiti štetne utjecaje na okoliš koji se javljaju, bilo unutar, bilo izvan njenog područja, a na temelju svih djelatnosti u okviru energetskog ciklusa na njenom području, uzimajući u obzir pri tome vlastitu sigurnost i vodeći računa o troškovima. Ugovorne strane će problematiku okoliša tretirati kroz oblikovanje i primjenu energetske politike te promicati formiranje tržišno usmjerenih cijena, kao i jači utjecaj troškova i dobiti u okviru energetskog ciklusa vezano uz okoliš. Osobito treba: raditi na poboljšavanju energetske učinkovitosti, razvijati i koristiti obnovljive energetske izvore, promicati uporabu čišćih goriva i primjenjivati tehnologije i tehnološka sredstva koja smanjuju zagađivanje.

Vlada Republike Hrvatske je donijela i Uredbu o potvrđivanju **Protokola Energetske povelje o energetskoj učinkovitosti i pripadajućim problemima okoliša** (NN-Međunarodni ugovori, br. 7/98), koji promovira energetska učinkovitost i dosljedno smanjivanje negativnih utjecaja energetskih sustava na okoliš te potiče suradnju na području energetske učinkovitosti.

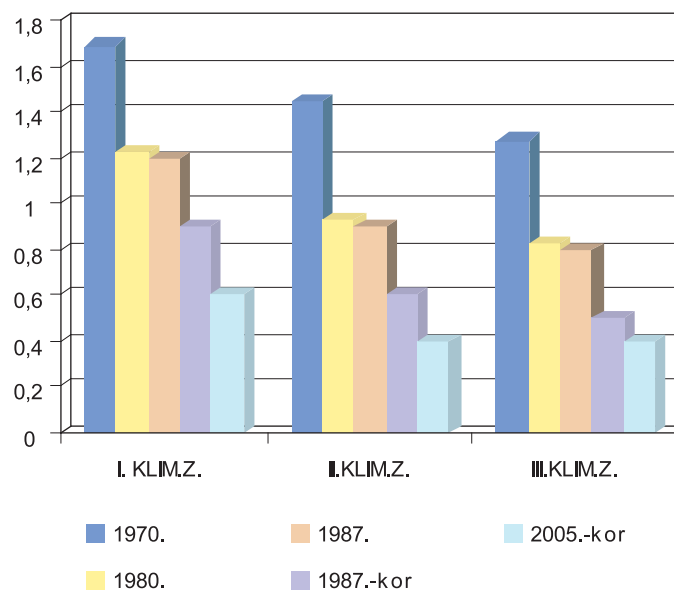
Relevantni zakoni iz područja uštede energije i toplinske zaštite u Republici Hrvatskoj su:

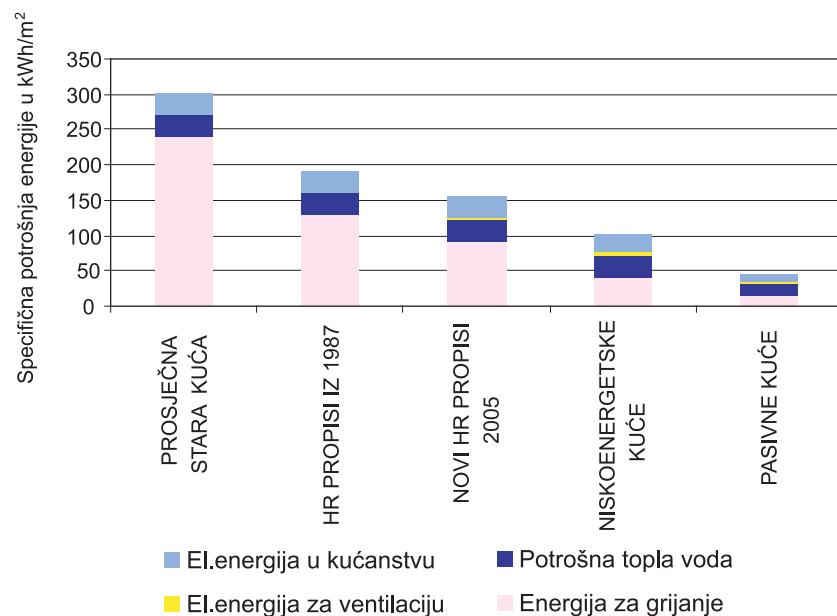
- **Zakon o gradnji (NN 175/03, 100/04)** određuje da je ušteda energije i toplinska zaštita jedan od šest bitnih zahtjeva za građevinu
- **U Zakonu o energiji (NN 68/01)** je prvi put izražen pozitivan stav države prema učinkovitom korištenju energije i jasno naglašeno da je učinkovito korištenje energije u interesu Republike Hrvatske
- **Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o energiji (NN 42/05)**
- **Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom (NN 42/05)** određuje sve bitne elemente u proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom, te otvara mogućnost individualnog mjerenja i regulacije toplinske energije za izgrađene objekte prije stupanja na snagu ovog zakona
- **Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o komunalnom gospodarstvu (NN 128/99)** donosi obavezu individualnog mjerenja i regulacije toplinske energije objekata vezanih na CTS
- **Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost (NN 107/03)** potencira: očuvanje, održivo korištenje, zaštitu i unaprjeđivanje okoliša te energetska učinkovitost i korištenje obnovljivih izvora energije

Razvoj zakonodavnog okruženja igra veliku ulogu u kontroli potrošnje energije u zgradama. Prvi propisi o toplinskoj zaštiti zgrada u Hrvatskoj doneseni su 1970. godine (Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za toplinsku zaštitu zgrada - Službeni list SFRJ 35/70). U njemu je određena podjela državnog teritorija na tri građevinsko klimatske zone. Za svaku zonu su propisane najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline $U(k)$ za pojedine elemente vanjske ovojnice zgrade.

Godine 1980. su doneseni novi zahtjevi u pogledu toplinske zaštite zgrada u okviru norme JUS U.J5.600: Toplinska tehnika u građevinarstvu i tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada kojima su vrijednosti dopuštenih koeficijenata prolaska topline $U(k)$ smanjene za cca 30 posto. Novo, pooštreno i dopunjeno izdanje doneseno je 1987. godine pod nazivom HRN U.J.5.600. Osim ove norme u primjeni su i slijedeće norme iz područja toplinske tehnike u građevinarstvu: HRN U.J5.510 (1987), HRN U.J5.520 (1980), HRN U.J5.530 (1980). Važno je naglasiti da je bitna novost u Propisima iz 1987. godine u ograničavanju toplinskih gubitaka, ne samo kroz pojedine elemente vanjske ovojnice već i za zgradu kao cjelinu. Da bi se to zadovoljilo koeficijenti U moraju biti i znatno manji od dopuštenih.

Dozvoljeni i korigirani zadovoljavajući koeficijenti prolaska topline W/m^2K za vanjski zid ovisno o zakonodavnom okruženju /
Izvor: EIHP





Potrošnja energije u zgradama ovisno o zakonodavnom okruženju i usporedba s potrošnjom u niskoenergetskim i pasivnim zgradama / Izvor: EIHP

TEHNIČKI PROPIS O UŠTEDI TOPLINSKE ENERGIJE I TOPLINSKOJ ZAŠTITI U ZGRADAMA (NN 79/05)

1. srpnja 2005. godine usvojen je novi Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 79/05) s obaveznom primjenom od 1. srpnja 2006. godine. Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama predstavlja veliki napredak u toplinskoj zaštiti zgrada, a obuhvaća i novogradnje i rekonstrukcije postojećih zgrada.

U Tehničkom propisu je definirano sljedeće:

- tehnički zahtjevi u pogledu uštede toplinske energije i toplinske zaštite koje treba ispuniti pri projektiranju novih i rekonstrukciji i adaptaciji postojećih zgrada koje se griju na unutarnju temperaturu višu od 12°C
- sadržaj projekta zgrade u odnosu na uštedu toplinske energije i toplinsku zaštitu
- iskaznica potrebne topline za grijanje zgrade
- održavanje zgrade u odnosu na uštedu toplinske energije i toplinsku zaštitu
- zahtjevi na građevne proizvode
- drugi tehnički zahtjevi u pogledu uštede toplinske energije i toplinske zaštite.

Propis definira maksimalno dozvoljenu godišnju potrošnju za zgrade u kWh/m², odnosno kWh/m³, koja je vezana uz faktor oblika zgrade, tj. odnos površine oplošja grijanog prostora zgrade i volumena koji taj prostor zatvara ($f_0 = A/V_e$ (m⁻¹), gdje je A-oplošje - zbroj površina pročelja, poda i stropa, a V-volumen grijanog prostora). Koeficijent prolaska topline za prozore i balkonska vrata kod zgrada koje se griju na temperaturu 18°C i više, ograničen je na maksimalno $U = 1,80$ W/m²K.

Ušteda energije osigurava se propisivanjem najveće dozvoljene godišnje topline za grijanje. Godišnja potrebna topline za grijanje zgrade je računski određena količina topline koju sustav grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu da bi se održavala unutarnja projektna temperatura, a čini je zbroj mjesečno potrebnih topline za sve mjesece kada je prosječna vanjska temperatura niža od projektne temperature.

Energetska bilanca zgrade, prema HRN EN 832:2000 + HRN EN 832/AC:2004 uključuje:

- **transmisijske toplinske gubitke i toplinske gubitke zbog provjetravanja iz unutarnjeg prema vanjskom prostoru**
- **transmisijske toplinske gubitke i toplinske gubitke zbog provjetravanja ili toplinske dobitke sa susjednim zonama**
- **iskoristive unutarnje toplinske dobitke od unutarnjih izvora topline**
- **iskoristive toplinske dobitke od Sunca**
- **toplinske gubitke u sustavu grijanja**
- **energiju dovedenu u sustav grijanja**

Mjesečna energetska bilanca proračunski izgleda ovako:

$$Q_{h,mj} = Q_{l,T} + Q_{l,V} - h(Q_s + Q_i)$$

$$Q_h = \sum Q_{h,mj}$$

- $Q_{l,T}$ transmisijski toplinski gubici
- $Q_{l,V}$ toplinski gubici zbog provjetravanja
- Q_s toplinski dobici od Sunca
- Q_i unutarnji toplinski dobici
- h faktor iskorištenja

Zahtjevi za ograničenje godišnje potrebne topline ne primjenjuju se za zgrade koje:

- najmanje 70 posto potrebne energije za grijanje podmiruju iz individualnih obnovljivih izvora energije (sunčeva energija, topline iz okoliša, topline zemlje i biomasa, bez ogrjevnog drva)
- više od polovice toplinskih gubitaka nadoknađuju unutarnjim izvorima topline iz tehnološkog procesa

Propisano je obvezatno izdavanje iskaznice o potrebnoj toplini za grijanje zgrade. Iskaznica sadrži iskaz potrebne topline za grijanje koji izrađuje projektant glavnog projekta u odnosu na uštedu toplinske energije i toplinsku zaštitu te izvođač radova. Iskaz potrebne topline za grijanje sadrži podatke iz glavnog projekta zgrade u odnosu na uštedu toplinske energije i toplinsku zaštitu. Izjava izvođača radova potvrđuje da su radovi na zgradi, odnosno dijelu zgrade izvedeni sukladno tehničkim rješenjima i uvjetima za građenje iz glavnog projekta zgrade u odnosu na uštedu toplinske energije i toplinsku zaštitu projekta i odredbama Tehničkog propisa o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama. Izjavu izvođača radova potpisuje glavni inženjer gradilišta.

Iskaznica se prilaže ostaloj dokumentaciji potrebnoj pri tehničkom pregledu zgrade odnosno dijela zgrade, a sastavni je dio dokumentacije o održavanju i unapređivanju bitnih zahtjeva za građevinu te mora biti dostupna na uvid kupcima, najmoprimcima i drugim ovlaštenim korisnicima zgrade ili njezina dijela. Ovo možemo smatrati prvim korakom prema budućoj energetskej certifikaciji zgrada.

Tehnički zahtjevi u pogledu uštede toplinske energije i toplinske zaštite zgrada / Izvor: Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 79/05)

ZGRADE KOJE SE GRIJU NA TEMPERATURU 18 °C I VIŠE		
f ₀ Faktor oblika zgrade	Stambena zgrada	Nestambena zgrada
	Q _h " (kWh/m ² a) Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade	Q _h ' (kWh/m ³ a) Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade
f ₀ ≤ 0,20	Q _h " = 51,31	Q _h ' = 16,42
0,20 < f ₀ < 1,05	Q _h " = (41,03 + 51,41 f ₀)	Q _h ' = (13,13 + 16,45 f ₀)
f ₀ ≥ 1,05	Q _h " = 95,01	Q _h ' = 30,40
TEMPERATURA		
Srednja mj.temp. vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji	H _T ' = H _T /A (W/m ² K) Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade	H _T ' = H _T /A (W/m ² K) f >30% (udio ploštine prozora u ploštini pročelja)
> 3 °C	H _T ' = 0,45 + 0,15/f ₀	H _T ' = 0,45 + 0,24/f ₀
≤ 3 °C	H _T ' = 0,30 + 0,15/f ₀	H _T ' = 0,35 + 0,24/f ₀

PRAVILNIK O OZNAČAVANJU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI KUĆANSKIH UREĐAJA (NN 133/05)

U skladu s EU Direktivom o obaveznom označavanju energetske učinkovitosti kućanskih uređaja donesen je i Pravilnik kojim se određuju kućanski uređaji koji moraju biti označeni oznakom energetske učinkovitosti, te propisuje oblik i sadržaj oznake o energetske učinkovitosti kućanskih uređaja. Također se navode i mjerni postupci za dobivanje podataka koje sadrži oznaka energetske učinkovitosti, a provode se u skladu s hrvatskim normama. Označavanje energetske učinkovitosti uređaja predstavlja moćan alat za uklanjanje neučinkovitih uređaja s tržišta, edukaciju kupaca i značajan preokret tržišta.

U skladu s EU direktivama, u pripremi je cijeli niz podzakonskih akata i provedbenih propisa vezano na energetske učinkovitost, opskrbu toplinskom energijom i korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije. Jedan od ključnih uvjeta za razvoj tržišta i povećano korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije je definiranje kvantitativnih ciljeva, odnosno veličine njihova budućeg tržišta u nadolazećem srednjoročnom razdoblju. Međutim, obnovljivi izvori energije i kogeneracija još uvijek su uglavnom nekonkurentni fosilnim gorivima ako se u njihovu proizvodnju cijenu ne uključe troškovi zaštite okoliša, te je za povećano korištenje obnovljivih izvora energije potrebno uvesti neke oblike poticajnih mehanizama.

ZAKON O PROIZVODNJI, DISTRIBUCIJI I OPSKRBI TOPLINSKOM ENERGIJOM (NN 42/05) I RELEVANTNI PODZAKONSKI AKTI

Donošenjem Zakona o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom (NN 42/05) zaključena je prva faza - normativna aktivnost oko uređenja toplinarskih djelatnosti u hrvatskom pravnom sustavu. Ona je započela donošenjem Zakona o energiji (NN 68/01) koji je člankom 39. predvidio donošenje posebnog Zakona za djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom. Nastavljena je usvajanjem Zakona o izmjenama i dopuna Zakona o komunalnom gospodarstvu (NN 82/04) u čijim se odredbama propisuje brisanje opskrbe toplinskom energijom kao komunalne djelatnosti, čim stupi na snagu zakon kojim će se urediti djelatnost proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom.

Druga faza podrazumijeva izradu podzakonskih akata od čega je do danas donesen Tarifni sustav (metodologija) za usluge energetske djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom, bez visine tarifnih stavki (NN 57/06, 88/06, 105/06, 116/06). Ovim Tarifnim sustavom za energetske djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom utvrđuje se metodologija za izračun tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije (s iznimkom povlaštenih kupaca), distribuciju toplinske energije i opskrbu toplinskom energijom (s iznimkom povlaštenih kupaca). Također, daje se matrica tarifnih modela i elementi za određivanje reguliranog maksimalnog prihoda, te se propisuju tablice za praćenje normaliziranih troškova, formula za izračun ukupnog prihoda putem tarifnih stavki i postupak promjene visine tarifnih stavki.

Nadalje, dovršenje podzakonskih akata uključuje izradu ili dovršenje slijedećih propisa: (1) Tarifne stavke u tarifnim sustavima, (2) Opće uvjete za opskrbu toplinskom energijom koje donosi Vlada RH, (3) Posebne uvjete glede proizvodnje i distribucije toplinske energije koje utvrđuje ured državne uprave u županiji, tj. upravno tijelo Grada Zagreba nadležno za poslove energetike, (4) Pravilnik o tehničkim uvjetima za energetske objekte za proizvodnju toplinske energije koji donosi ministar nadležan za energetiku, (5) Pravilnik o uvjetima za stjecanje statusa povlaštenog proizvođača toplinske energije koji donosi ministar nadležan za energetiku, (6) Uredbu o parametrima za utvrđivanje udjela povlaštenog proizvođača toplinske energije koju donosi Vlada Republike Hrvatske i (7) Pravilnik o načinu raspodjele i obračunu troškova za isporučenu toplinsku energiju koji donosi ministar nadležan za energetiku.

Općim uvjetima za opskrbu toplinskom energijom, koji su u pripremi, uređuju se bitna provedbena pitanja vezana uz organiziranje i razvoj toplinarstva kao djelatnosti, koja proizlaze iz Zakona o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom. Opći uvjeti će obuhvatiti: (1) postupak izdavanja termoenergetske suglasnosti i stvaranja uvjeta za priključenje na distribucijsku mrežu, (2) uvjete za priključenje, isporuku i opskrbu toplinskom energijom i korištenje mreže, (3) praćenje sigurnosti opskrbe i kvalitete, (4) međusobne ugovorne odnose između energetskih subjekata i korisnika mreže, (5) prava i dužnosti energetskih subjekata i korisnika mreže, (6) uvjete mjerenja, obračuna i naplate isporučene toplinske energije, (7) uvjete za primjenu postupaka ograničenja ili obustave isporuke toplinske energije te (8) postupaka utvrđivanja i obračuna neovlaštene potrošnje toplinske energije.

Uz ove i prethodno navedene propise koji uređuju sve bitne elemente obavljanja djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom, normativni okvir sektora toplinarstva čine: Zakon o vlasništvu i drugim stvarnim pravima, Zakon o obveznim odnosima, Zakon o općem upravnom postupku, Zakon o zaštiti potrošača, Zakon o državnim potporama, Zakon o gradnji, Zakon o prostornom planiranju, Zakon o zaštiti okoliša, Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost i drugi. Kako se odredbama tzv. energetskih zakona u hrvatsko energetske pravo ugrađuju relevantne direktive Europske Unije, može se reći da je normativni okvir energetskog, odnosno toplinarskog sektora usklađen s *acquis communautaire*-om, te da je u tom području zakonodavac zadovoljio obvezu koja proizlazi iz odredbe članka 69. Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju između Republike Hrvatske i zemalja članica Europske unije (NN– međunarodni ugovori broj 14/01).

PODZAKONSKA REGULATIVA ZA KOGENERACIJU I OBNOVLJIVE IZVORE

Korištenje obnovljivih izvora energije (OIE) i kogeneracije ima široku načelnu potporu u strateškim dokumentima razvitka energetskeg sektora i zaštite okoliša u Republici Hrvatskoj (Strategija energetskeg razvitka Republike Hrvatske, NN 38/02 i Nacionalna strategija zaštite okoliša, NN 46/02). Poseban položaj obnovljivih izvora energije i kogeneracije utvrđen je i Zakonom o energiji koji eksplicitno izražava pozitivan stav Hrvatske prema obnovljivim izvorima energije i kogeneraciji. Podzakonska regulativa definira bitna područja za organiziranje i razvoj kogeneracije i primjenu obnovljivih izvora energije, od definiranja ciljeva preko poticanja proizvodnje električne energije do statusa povlaštenosti ovakve proizvodnje električne energije.

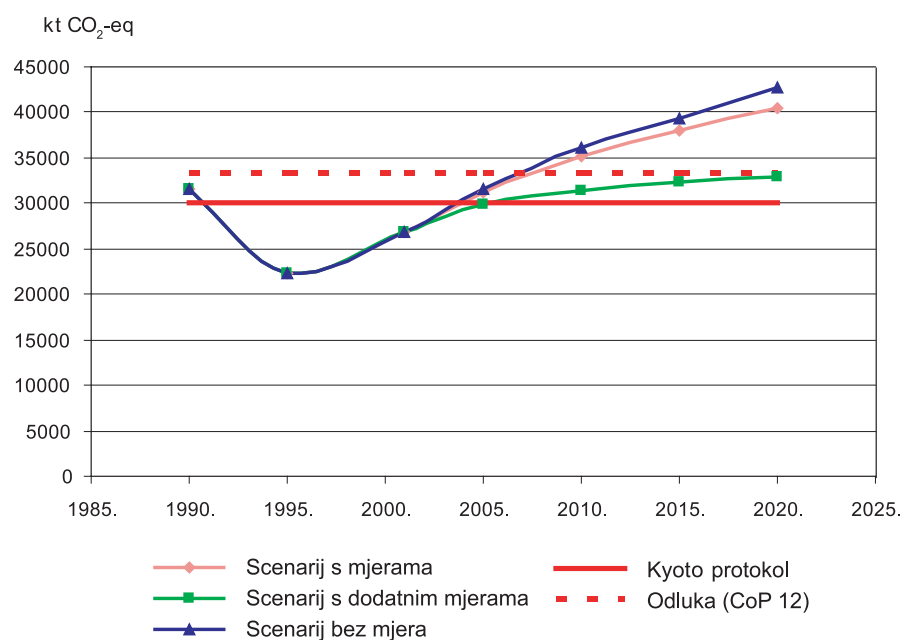
Ostvarenje interesa Republike Hrvatske za primjenom kogeneracije i obnovljivih izvora energije te definiranje cilja nacionalne politike izvedeno je putem odluke o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora i kogeneracije u ukupnoj potrošnji električne energije, a čija se proizvodnja potiče na način i pod uvjetima utvrđenim posebnim propisima. Ova Uredba ne primjenjuje se na električnu energiju proizvedenu u hidroelektranama instalirane snage veće od 10 MW te na električnu energiju proizvedenu u kogeneracijskim postrojenjima u kategoriji javnih toplana. Vezano uz poticanje proizvodnje, Uredbom o naknadama za poticanje određuje se način korištenja, visina, obračun, prikupljanje, raspodjela i plaćanje naknade za poticanje ovakve proizvodnje električne energije sukladno strateškim interesima Hrvatske. Sredstva naknade za poticanje koriste se za isplatu poticajne cijene povlaštenim proizvođačima za isporučenu električnu energiju prema odredbama tarifnog sustava za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije.

Pravilnikom o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije propisani su uvjeti za stjecanje statusa povlaštenog proizvođača električne energije, odnosno određene su vrste i grupe postrojenja čijim korištenjem energetski subjekt može steći status povlaštenog proizvođača, postupak za stjecanje statusa povlaštenog proizvođača te sadržaj i opseg prava koja iz tog statusa proizlaze. Razmatrajući tehno-ekonomske specifičnosti primjene i gospodarsku opravdanost, kogeneracijska postrojenja koja mogu steći status povlaštenog proizvođača dijele se na: mikro-kogeneracije ($\leq 50\text{kW}$), male kogeneracije ($50\text{ kW} + 1\text{ MW}$), srednje kogeneracije ($1 + 35\text{ MW}$) i velike kogeneracije ($> 35\text{ MW}$). Pravilnikom o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije se: određuju obnovljivi izvori energije koji se koriste za proizvodnju energije, propisuju uvjeti i mogućnosti njihova korištenja te utvrđuju ostala pitanja od značaja za korištenje obnovljivih izvora energije, te slično i za kogeneraciju.

HRVATSKE OBVEZE PREMA OKVIRNOJ KONVENCIJI UJEDINJENIH NARODA O PROMJENI KLIME (UNFCCC) I PROTOKOLU IZ KYOTA

Hrvatska je, temeljem odluke Sabora o ratifikaciji (NN – Međunarodni ugovori, 2/96), postala stranka Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) od 1996. godine, preuzevši opseg svoje odgovornosti u okviru Priloga 1 UNFCCC konvencije. Hrvatska je 27. travnja 2007. godine ratificirala i Kyotski protokol, prema kojem proizlazi obveza smanjenja emisije stakleničkih plinova iz antropogenih izvora za 5 posto, u razdoblju od 2008. do 2012. godine, u odnosu na referentnu 1990. godinu.

Službene nacionalne projekcije emisija stakleničkih plinova, izrađene u okviru dokumenta „Projekcije i ukupni efekti politike i mjera za potrebe Drugog nacionalnog izvješća Republike Hrvatske prema UNFCCC konvenciji“, jasno prikazuju poteškoće u ispunjavanju obveza definiranih u okviru Protokola iz Kyota prema svim razmatranim scenarijima.



Projekcije emisija stakleničkih plinova / Izvor: EIHP

Očekivane poteškoće u ispunjenju obveza definiranih u okviru Protokola iz Kyota uzrokovane su veoma malom emisijom CO₂ referentne godine u usporedbi s drugim članicama Konvencije (UNFCCC). Mala emisija je posljedica sljedećih čimbenika: značajnog učešća hidroenergije i prirodnog plina u proizvodnji električne energije, velikog uvoza električne energije, kogeneracijske proizvodnje električne i toplinske energije, malog broja energetski intenzivnih industrijskih objekata te male potrošnje energije po stanovniku.

Na 12-toj konferenciji stranaka Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime u kenijском glavnom gradu Nairobiju, u studenom 2006. godine (CoP 12), Hrvatska je nakon više od tri godine intenzivnih pregovora uspjela dobiti traženu fleksibilnost prema članku 4.6. Konvencije. Usvojena je odluka kojom se Hrvatskoj dopušta povećanje emisije referentne godine u iznosu od 3,5 mil. tona ekvivalentne emisije CO₂, a za potrebe provođenja svojih obveza prema članku 4.2. Konvencije. Nakon usvajanja navedene odluke, čini se da bi se obveze definirane Protokolom iz Kyota mogle ispuniti uz pretpostavku realizacije „Scenarija s dodatnim mjerama“. Treba reći da je „Scenarij s dodatnim mjerama“ vrlo optimističan u pogledu primjene odgovarajuće politike i mjera za smanjenje emisije na svim područjima, što se u energetici prije svega odnosi na povećanje energetske učinkovitosti i korištenje obnovljivih izvora energije. Prema tome, potrebno je intenzivno raditi na pripremanju i implementaciji projekata koji imaju za cilj povećanje energetske učinkovitosti i korištenje obnovljivih izvora energije.



4

PREGLED BITNIH EU DIREKTIVA U PODRUČJU TOPLINSKE ZAŠTITE I UŠTEDE ENERGIJE U ZGRADAMA



4. PREGLED BITNIH EU DIREKTIVA U PODRUČJU TOPLINSKE ZAŠTITE I UŠTEDE ENERGIJE U ZGRADAMA

Ključni dokumenti energetskeg sektora Europske unije na kojima se baziraju energetske strategije zemalja članica su:

Bijela knjiga: Energetska politika Europske unije (White Paper: An Energy Policy for the European Union, COM (95) 682 final, 1995.)

Bijela knjiga o obnovljivim izvorima energije (Energy for the Future: Renewable Sources of Energy, White Paper for a Community Strategy and Action Plan, COM(97)599 final, 1997.)

Zelena knjiga: Prema Europskoj strategiji za sigurnost energetske opskrbe (Green Paper: Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply, COM(2000) 769 final)

Zelena knjiga Energetska učinkovitost ili kako učiniti više s manje (Green Paper on Energy Efficiency or Doing More with Less, COM(2005) 265 final)

Akcijski plan za energetske učinkovitost / ACTION PLAN FOR ENERGY EFFICIENCY: Realising the potential - Saving 20% by 2020

Važne direktive Europske unije koje reguliraju područje energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije su sljedeće:

Direktiva 2002/91/EC o energetske značajkama zgrada / Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings (Official Journal L 001,04/01/2003)

Direktiva 2006/32/EC o energetske učinkovitosti i energetske uslugama / Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on energy end-use efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC Official Journal L 114 , 27/04/2006 P. 0064 – 0085

Direktiva 2004/8/EC o promociji kogeneracije bazirane na korisnim toplinske potrebama na unutrašnjem tržištu energije / Directive 2004/8/EC of the European Parliament and of the Council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC (Official Journal L 52/50, 21/02/2004)

Direktiva 89/106/EEC o usklađivanju zakonske i upravne propisa država članica o građevnim proizvodima / Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products (Official Journal L40/12of1989-02-11)

Direktiva 92/75/ECC o označavanju energetske učinkovitosti kućanskih uređaja, Commission Directive 2003/66/EC of 3 July 2003 amending Directive 94/2/EC implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of

household electric refrigerators, freezers and their combinations (Official Journal L 170, 09/07/2003 P. 0010 – 0014)

Direktiva 93/76/EEC o ograničavanju emisija ugljičnog dioksida kroz povećanje energetske učinkovitosti / Council Directive 93/76/EEC of 13 September 1993 to limit carbon dioxide emissions by improving energy efficiency (SAVE) (Official Journal L 237, 22/09/1993)

Direktiva 2003/87/EC o uspostavi sustava trgovanja dozvolama za emitiranje stakleničkih plinova unutar EU / Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC (Official Journal L 275/32, 25/10/2003)

Direktiva 92/75/EEC o obveznom energetsom označavanju električnih kućanskih uređaja /Council Directive 92/75/EEC of 22 September 1992 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by household appliances(Official Journal L 297, 13/10/1992)/

Direktiva 2004/101/EC o uspostavi sustava trgovanja dozvolama za emitiranje stakleničkih plinova, s obzirom na primjenu mehanizama Protokola iz Kyota / Directive 2004/101/EC of the European Parliament and of the Council of 27 October 2004 amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms (Official Journal L 338/18, 13/11/2004)

Direktiva 2001/77/EC o promociji električne energije iz obnovljivih izvora na unutrašnjem tržištu električne energije / Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market (Official Journal L 283/33, 27/10/2001)

EU DIREKTIVA O ENERGETSKIM ZNAČAJKAMA ZGRADA 2002/91/EC

Direktiva o energetske značajke zgrada vrlo je važna za sektor zgradarstva i donosi velike promjene za sve sudionike u projektiranju i gradnji. Direktivu je krajem 2002. godine donio Europski parlament, čime je jasno nametnuo obvezu štednje energije u zgradama EU kao i zemljama kandidatima. Novu EU Direktivu zemlje članice morale su integrirati u svoje zakonodavstvo do 4. siječnja 2006. godine. Od ukupno 40 posto doprinosa sektora zgradarstva na energetske potrošnje u EU, ova Direktiva trebala bi doprinijeti smanjenju emisije CO₂ od 8 posto do 2010. godine, prema Protokolu iz Kyota. To bi se trebalo ostvariti iz povećanja energetske učinkovitosti i standarda gradnje novih zgrada, te iz povećanja energetske učinkovitosti pri rekonstrukciji postojećih zgrada korisne površine preko 1000 m².

Direktiva 2002/91/EC ističe pet bitnih elemenata:

- ~ **uspostava općeg okvira za metodu proračuna energetske značajke zgrada**
- ~ **primjenu minimalnih zahtjeva energetske učinkovitosti za nove zgrade**
- ~ **primjenu minimalnih zahtjeva energetske učinkovitosti za postojeće zgrade prilikom većih rekonstrukcija (korisne površine iznad 1000 m²)**
- ~ **energetsku certifikaciju zgrada**
- ~ **redoviti pregled kotlova za grijanje i sustava za kondicioniranje zraka u zgradama**

Metodologija proračuna energetske karakteristika zgrada u skladu s Direktivom obuhvaća:

- toplinske značajke zgrada
- sustav za grijanje i pripremu potrošne tople vode
- sustav klimatizacije
- sustav ventilacije
- instalirani sustav rasvjete
- položaj i orijentaciju zgrade uključujući vanjske klimatske uvjete
- pasivni sunčani sustavi i naprave za zaštitu od sunca
- prirodnu ventilaciju
- klimatske uvjete unutrašnjeg prostora zgrade

Sve zgrade koje se grade, prodaju ili iznajmljuju u budućnosti će biti certificirane i takvi energetski certifikati s podacima o godišnjoj potrošnji za grijanje zgrade bit će izloženi ili dani na uvid svim zainteresiranim strankama. Jednostavna usporedba energetske značajke zgrada omogućit će građevinskoj industriji da

koriste te podatke kao sredstvo marketinga. Uvođenjem energetske iskaznice za zgrade i certificiranjem zgrada, dobro izolirane zgrade s niskom potrošnjom energije znatno će dobiti na vrijednosti na tržištu nekretnina, dok će neizoliranim zgradama vrijednost pasti. Sve to trebalo bi pokrenuti tržište u smjeru povećanja energetske učinkovitosti.

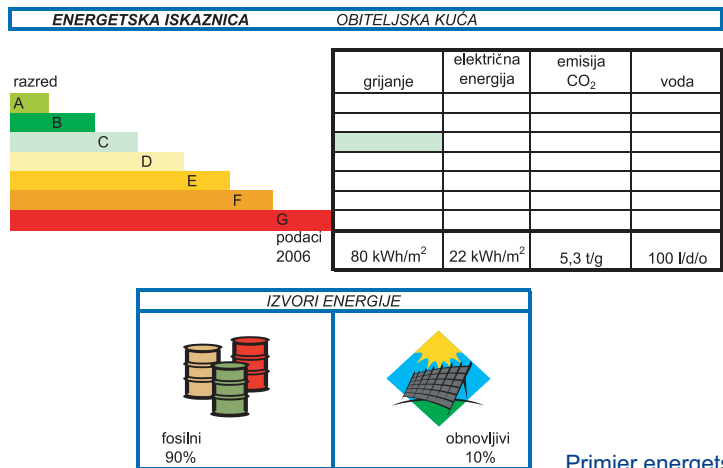
Direktiva od zemalja članica za postojeće zgrade, s korisnom površinom većom od 1000 m² koje će se obnavljati, traži poboljšanje minimalnih energetske svojstava koliko god je to tehnički, funkcionalno i ekonomski izvedivo. U Direktivi je, također, određeno da zemlje članice moraju osigurati ovlaštene stručnjake za postupak certificiranja zgrada, nadzor sustava za grijanje i prozračivanje, te sastavljanje pratećih preporuka za poboljšanja tih sustava u smislu uštede energije i emisije štetnih tvari. Osnovni je cilj Direktive 2002/91/EC o energetskim značajkama zgrada obvezati zemlje članice na nužnost smanjenja potrošnje svih vrsta energije u cjelokupnom fondu budućih i postojećih zgrada. Uzimajući u obzir dugi životni vijek zgrada (od 50 do više od 100 godina) najveći je, kratkoročni i srednjoročni, energetski potencijal u postojećem fondu zgrada.

Nove zgrade moraju biti građene tako da udovoljavaju zadanim minimalnim energetskim uvjetima. Za nove zgrade s površinom većom od 1000 m² mora se razmotriti mogućnost primjene decentraliziranih energetske sustava baziranih na obnovljivim izvorima energije, kogeneraciji, daljinskom grijanju, toplinskim crpkama i sl.

Također, zemlje članice moraju uvesti obavezne inspekcije kotlova na fosilna goriva izlaznih snaga od 20 kW do 100 kW. Kotlovi snage veće od 100 kW kontrolirati će se svake dvije godine. Za plinske kotlove taj se period može produžiti na četiri godine. Kod kotla starijeg od 15 godina potrebna je inspekcija cijelog sustava.

Isto tako, kako bi smanjili potrošnju energije i reducirali emisiju CO₂, zemlje članice će kontrolirati rashladne sustave snage veće od 12 kW. Inspekcija će uključivati i ocjenu učinkovitosti klima uređaja. Zemlje članice moraju osigurati da sve navedene inspekcije, kao i energetske audite izvrše nezavisni energetski stručnjaci.

Republika Hrvatska, odnosno nadležno Ministarstvo upravo je osnovalo povjerenstvo i započelo implementaciju ove Direktive u hrvatsko zakonodavstvo.



JEDNOSTAVNA RJEŠENJA	POBOLJŠANJA	TEHNIČKA RJEŠENJA
Isključiti grijanje kad nitko ne boravi u kući, sniziti temperaturu u prostoru kroz noć		Zamjena sustava grijanja, toplinska zaštita vanjske ovojnice i proizvodnja tople vode sunčanim kolektorima smanjuje potrebu za toplinskom energijom za 57%
Zatvoriti prozore i vrata, za prozračivanje kratko vrijeme otvoriti sve prozore		Korištenje električne opreme i aparata visokog energetskeg razreda, te tople vode za perilice
Isključiti rasvjetu i električnu opremu i aparate kada se ne koriste		Korištenje energetski efikasnih rasvjetnih tijela (štedne žarulje)
Postaviti štedni vodokotlić		

Primjer energetskog certifikata za zgrade / Izvor: EIHP

DIREKTIVA 2006/32/EC O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI I ENERGETSKIM USLUGAMA

17. svibnja 2006. godine na snagu je stupila Direktiva 2006/32/EC o energetskej učinkovitosti i energetskeim uslugama. Direktiva je usmjerena na poboljšanje učinkovitosti neposredne potrošnje energije, a kao takva se smatra instrumentom poboljšanja sveukupne sigurnosti opskrbe energijom, smanjenja ovisnosti o uvozu energenata, smanjenja emisija CO₂ iz energetskeg sektora, ali i povećanju konkurentnosti europskeg gospodarstva u skladu s Lisabonskom strategijom. Zemlje članice dužne su Direktivu integrirati u svoje zakonodavstvo najkasnije do 17. svibnja 2008. godine, s izuzetkom članaka 14(1), (2) i (4) koji se odnose na izradu i predaju nacionalnih akcijskih planova za energetskej učinkovitost, a za koje je određen poseban datum prijenosa u nacionalno zakonodavstvo 17. svibanj 2006. godine.

Svrha Direktive je povećati isplativost povećanja energetske učinkovitosti u zemljama članicama EU-a na način da donesu potrebne ciljeve kao i mehanizme, inicijative, financijske i zakonske okvire za uklanjanje prepreka koje utječu na učinkovitost u korištenju energije. Naglašava se potreba izrade nacionalnih akcijskih planova o energetskej učinkovitosti svake 3 godine te provedba planova s ciljem ukupnog smanjenja potrošnje energije za 9 posto u roku od devet godina, ili 1 posto godišnje. Sve članice će donijeti isplative, praktične i razumne mjere u svrhu ostvarivanja tog cilja.

Kako bi poslužile svojim primjerom, članice moraju osigurati primjenu donesenih mjera prvenstveno u javnom sektoru, fokusirajući se na najisplativije mjere koje donose najveće uštede u energiji i najbrži povrat investicije.

EU DIREKTIVA O PROMOCIJI KOGENERACIJE BAZIRANE NA KORISNIM TOPLINSKIM POTREBAMA NA UNUTRAŠNJEM TRŽIŠTU ENERGIJE 2004/8/EC

Direktiva 2004/8/EC o unaprjeđenju kogeneracije na temelju potrošnje korisne energije na unutrašnjem tržištu energije pokrenuta je s ciljem povećanja energetske učinkovitosti i poboljšanja sigurnosti opskrbe energijom putem kreiranja okvira za unaprjeđivanje i razvoj visoko-učinkovite kogeneracije toplinske i električne energije temeljene na korisnoj toplinskoj potrošnji i uštedi primarne energije na unutrašnjem tržištu, uzimajući u obzir specifične nacionalne okolnosti s naglaskom na klimatskim i ekonomskim uvjetima.

U Direktivi su strogo definirani produkti kogeneracije (kogeneracijska električna i toplinska energija, kogeneracijsko gorivo), visoko-učinkovitu kogeneraciju i potrebne energetske uštede. S druge strane, Direktiva zahtijeva od zemalja članica stvaranje uvjeta koji će omogućiti certifikaciju visoko-učinkovite kogeneracije (Garancija o porijeklu, zakonski i regulatorni okvir), analiziranje nacionalnih potencijala za visoko-učinkovitu kogeneraciju, koncipiranje strategije za ostvarivanje potencijala, uključujući i mehanizme podrške, reguliranje pristupa mreži u smislu prava pristupa i transparentnosti postupka, te tarifa za isporuku, rezervu energiju (back-up) i vršne potrebe (top-up), publiciranje izvještaja s rezultatima analize i evaluacije te dostavljanje statistike o proizvodnji električne i toplinske energije u kogeneracijama.

Donošenjem ove Direktive, kogeneracija je prepoznata kao jedna od glavnih tehnologija za postizanje bolje energetske učinkovitosti budući da su ušteda primarne energije, izbjegnuti mrežni gubici i smanjene emisije, priznate dobrobiti kogeneracije. Učinkovito iskorištavanje energije u kogeneracijskim postrojenjima doprinosi i sigurnosti opskrbe i poboljšava tržišnu poziciju EU i njenih članica, pa je promocija učinkovite kogeneracije, koja se temelji na potrebama za korisnom toplinskom energijom, prioritet svake zajednice. Kratkoročno, Direktiva će služiti kao sredstvo konsolidacije postojećih i gdje je moguće poticanja novih kogeneracijskih instalacija visoke iskoristivosti. Da bi se stvorili izjednačeni uvjeti za razvoj potrebna je regulatorna sigurnost i financijska potpora. To je posebno važno tijekom prijelazne faze liberalizacijskog procesa, gdje interno energetske tržište nije u potpunosti razvijeno i eksterni troškovi nisu uključeni u cijenu energije. Dugoročno, Direktiva će biti sredstvo preko kojeg će se stvoriti neophodni zakonodavni okvir za osiguranje učinkovite kogeneracije uz druge ekološki povoljne načine opskrbe energijom.

EU DIREKTIVA O OBAVEZNOM OZNAČAVANJU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI KUĆANSKIH UREĐAJA 92/75/EEC I DRUGE

Temeljna Direktiva o označavanju energetske učinkovitosti kućanskih uređaja, 92/75/EEC koja točno definira kućanske uređaje koji trebaju biti označeni oznakom energetske učinkovitosti, te detaljno propisuje oblik i sadržaj energetske oznake usvojena je 22. rujna 1992. godine.

Odredbe Direktive 92/75/ECC primjenjuju se na sljedeće skupine uređaja:

1. Hladnjake i ledenice, te njihove kombinacije
2. Perilice i sušilice rublja, te njihove kombinacije
3. Perilice posuđa
4. Električne pećnice
5. Klimatizacijske uređaje
6. Električne izvore svjetla

Odredbe Direktive ne primjenjuju se na uređaje koji koriste autonomne izvore energije, na uređaje čija je proizvodnja prestala prije stupanja na snagu Direktive te na rabljene uređaje.

Dobavljač je dužan uz uređaj koji isporučuje distributeru dostaviti oznaku energetske učinkovitosti te tehničku dokumentaciju koja potvrđuje i ujedno daje opširnija objašnjenja o podacima na oznaci. U skladu s EU Direktivom o obaveznom označavanju energetske učinkovitosti kućanskih uređaja donesene su i posebne direktive za sve najzastupljenije kućanske uređaje.

DIREKTIVA 2003/87/EC O USPOSTAVI SUSTAVA TRGOVANJA DOZVOLAMA ZA EMITIRANJE STAKLENIČKIH PLINOVA UNUTAR EU

Cilj ove Direktive je uspostava sustava trgovanja dozvolama za emitiranje CO₂ unutar Europske unije. Razlog uspostave takvog sustava je ekonomično smanjenje emisije stakleničkih plinova. Preduvjeti za uspostavu sustava trgovanja emisijskim dozvolama su izrada nacionalnog alokacijskog plana i uspostava registra emisijskih dozvola. Primjenom ove Direktive osigurat će se slobodna trgovina dozvolama za emitiranje unutar Europske unije.

DIREKTIVA 2004/101/EC O USPOSTAVI SUSTAVA TRGOVANJA DOZVOLAMA ZA EMITIRANJE STAKLENIČKIH PLINOVA S OBZIROM NA PRIMJENU MEHANIZAMA PROTOKOLA IZ KYOTA

Cilj ove Direktive je povezati mehanizme Protokola iz Kyota -zajednička provedba (eng. Joint Implementation - JI) i mehanizam čistog razvoja (eng. Clean Development Mechanism - CDM) sa sustavom trgovanja dozvolama za emitiranje unutar Europske unije. Direktivom se priznaje jednakost certifikata smanjenja emisije u okviru JI i CDM projekata s dozvolama za emitiranje u sklopu sustava trgovanja dozvolama za emitiranje Europske unije.

DIREKTIVA 2001/77/EC O PROMOCIJI ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA NA UNUTRAŠNjem TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Uz promociju električne energije iz obnovljivih izvora, svrha ove Direktive je i stvaranje baze za budući zakonodavni okvir po kojemu će se koristiti obnovljivi izvori energije. Važnost ovakvog načina proizvodnje el. energije istaknuta je već u Bijeloj knjizi o obnovljivim izvorima energije zbog više razloga, a to su :

- sigurnost
- proširivanje izvora dobave energije
- zaštita okoliša
- socijalna i ekonomska povezanost

Ovom Direktivom potrebno je dobiti podršku javnosti u smislu povećanja korištenja obnovljivih izvora, kako bi se povećanom potrošnjom smanjili troškovi proizvodnje i distribucije.

Vrlo je važan i globalni cilj, a to je ostvarivanje udjela od 12 posto iz obnovljivih izvora energije od bruto nacionalne potrošnje energije do 2010. godine, a posebno povećanje udjela električne energije iz obnovljivih izvora na 22,1 posto od ukupne potrošnje električne energije u Europskoj uniji.

AKCIJSKI PLAN EUROPSKE KOMISIJE O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI - UŠTEDA ZA 20 % DO 2020. GODINE

Europska komisija donijela je krajem 2006. godine i akcijski plan o energetskej učinkovitosti pod naslovom „Ušteda za 20% do 2020. godine“ jer je utvrđeno da se unatoč sve skupljim energentima, sve težim posljedicama za okoliš te sve većoj ovisnosti o nabavi fosilnih goriva van granica Europske unije, najmanje 20 posto energije troši nepotrebno.

Akcijski plan sadrži paket prioriternih mjera koje pokrivaju ekonomski isplative i energetske učinkovite inicijative, koje uključuju akcije u područjima: učinkovitosti kućanskih uređaja, energetske učinkovitosti u zgradarstvu s naglaskom na promociju niskoenergetskih i pasivnih zgrada, energetske učinkovitosti u prometu, energetske učinkovite proizvodnje i distribucije energije, prijedloge mehanizama financiranja energetske učinkovitosti, te promociju i podizanje svijesti o energetskej učinkovitosti. U planu se ističe značaj energetske učinkovitosti za EU, te se naglašava da ukoliko se odmah krene s primjenom predloženih mjera do 2020. bi se mogla smanjiti potrošnja za 100 milijardi eura godišnje, a emisija CO₂ pala bi za 780 milijuna tona. Plan bi trebao biti implementiran u državne zakone članica EU-a u sljedećih 6 godina.

511

PREGLED ENERGETSKO-EKONOMSKI OPTIMALNIH MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U ZGRADAMA



5. PREGLED ENERGETSKO-EKONOMSKI OPTIMALNIH MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U ZGRADAMA

OSNOVNA NAČELA I MJERE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U ZGRADAMA

Održivoj potrošnji energije treba dati prioritet racionalnim planiranjem potrošnje, te implementacijom mjera energetske učinkovitosti u sve segmente energetskog sustava neke zemlje. Održiva gradnja je svakako jedan od značajnijih segmenata održivog razvoja koji uključuje:

- uporabu građevnih materijala koji nisu štetni po okoliš
- energetske učinkovitost zgrada
- gospodarenje otpadom od gradnje i rušenja građevina

Energetski i ekološki održivo graditeljstvo teži:

- smanjiti gubitke topline iz zgrade poboljšanjem toplinske zaštite vanjskih elemenata i povoljnim odnosom oplošja i volumena zgrade
- povećati toplinske dobitke u zgradi povoljnom orijentacijom zgrade i korištenjem Sunčeve energije
- koristiti obnovljive izvore energije u zgradama (biomasa, sunce, vjetar i dr.)
- povećati energetske učinkovitost termoeenergetskih sustava.

Cilj sveobuhvatne uštede energije, a time i zaštite okoliša je stvoriti preduvjete za sustavnu sanaciju i rekonstrukciju postojećih zgrada te povećati obaveznu toplinsku zaštitu novih zgrada. Prosječne stare kuće godišnje troše 200-300 kWh/m² energije za grijanje, standardno izolirane kuće ispod 100, suvremene niskoenergetske kuće oko 40, a pasivne 15 kWh/m² i manje. Energijom koja se danas potroši u prosječnoj kući u Hrvatskoj, možemo zagrijati 3 – 4 niskoenergetske kuće ili 8-10 pasivnih kuća.



1x160 kWh/m²



4x40 kWh/m²



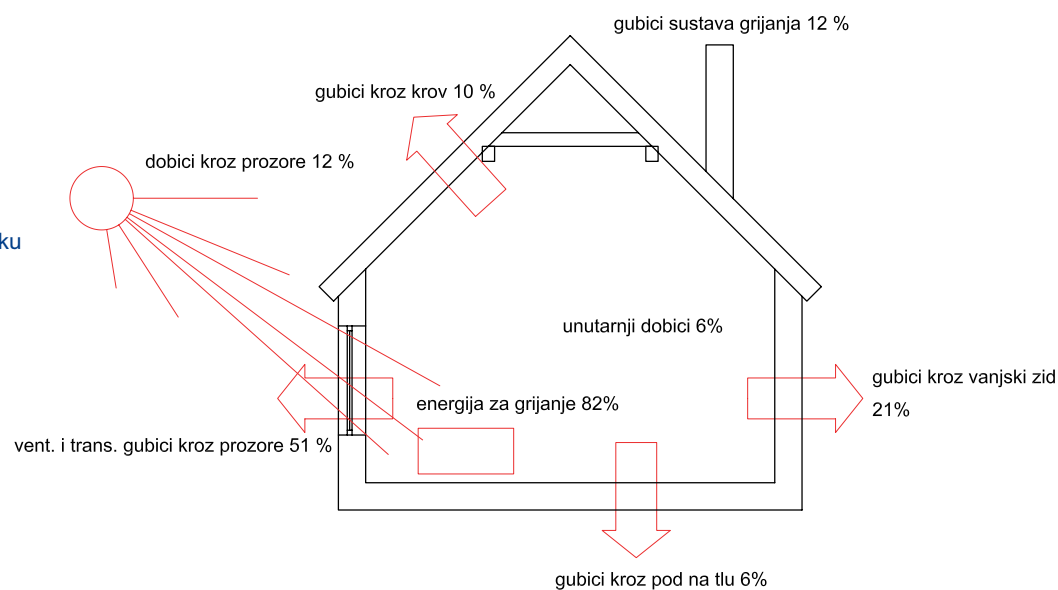
10x15 kWh/m²

Nedovoljna toplinska izolacija dovodi do povećanih toplinskih gubitaka zimi, hladnih obodnih konstrukcija, oštećenja nastalih kondenzacijom (vlagom) te pregrijavanja prostora ljeti. Posljedice su oštećenja konstrukcije te neudobno i nezdravo stanovanje i rad. Zagrijavanje takvih prostora zahtjeva veću količinu energije što dovodi do povećanja cijene korištenja i održavanja prostora, ali i do većeg zagađenja okoliša. Poboljšanjem toplinsko izolacijskih karakteristika zgrade moguće je postići smanjenje ukupnih gubitaka topline građevine za prosječno od 40-80 posto.

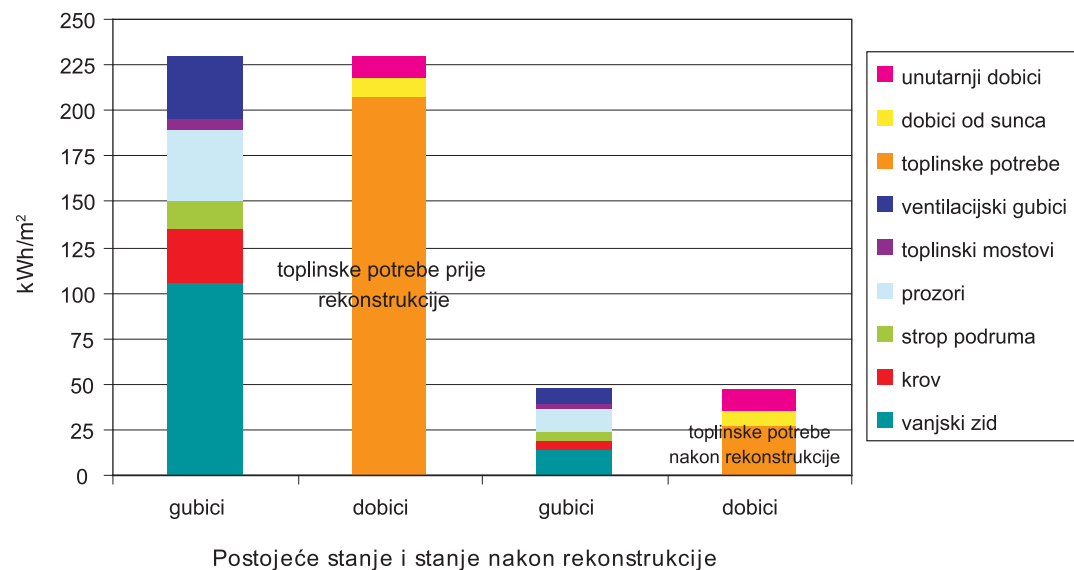
Dobro poznavanje toplinskih svojstava građevinskih materijala jedan je od preduvjeta za projektiranje energetski učinkovitih zgrada. Toplinski gubici kroz građevni element ovise o sastavu elementa, orijentaciji i koeficijentu toplinske provodljivosti. Bolju toplinsku izolaciju postizemo ugradnjom materijala niske toplinske provodljivosti, odnosno visokog toplinskog otpora. Toplinski otpor materijala povećava se s obzirom na debljinu materijala. Koeficijent prolaska topline U je količina topline koju građevni element gubi u 1 sekundi po m^2 površine kod razlike temperature od 1K, izraženo u W/m^2K . Koeficijent U je bitna karakteristika vanjskog elementa konstrukcije i igra veliku ulogu u analizi ukupnih toplinskih gubitaka (kWh/m^2), a time i potrošnji energije za grijanje.

Što je koeficijent prolaska topline manji, to je toplinska zaštita zgrade bolja.

Primjer ukupne energetske bilance za obiteljsku kuću / Izvor: EIHP



Energetskom obnovom starih kuća i zgrada, naročito onih građenih prije 1980. godine, moguće je postići uštedu u potrošnji toplinske energije od preko 60 posto. Osim zamjenom prozora, najveće uštede mogu se postići izolacijom vanjskog zida. Dodatna ulaganja u toplinsku izolaciju pri obnovi već dotrajale fasade kreću se u ukupnoj cijeni sanacije fasade 20-40 posto, što daje povoljne ekonomske rezultate u usporedbi s dugoročnim uštedama koje se postižu.



Energetska bilanca prosječne zgrade građene 70-tih godina, prije rekonstrukcije i bilanca nakon rekonstrukcije primjenom standarda niskoenergetske i pasivne gradnje – rekonstrukcija s faktorom 10 / Izvor: EIHP

Kod gradnje nove kuće važno je već u fazi idejnog projektiranja u suradnji s projektantom predvidjeti sve što je potrebno da se dobije kvalitetna i optimalna energetska zgrada. Zato je potrebno:

- analizirati lokaciju, orijentaciju i oblik kuće
- primijeniti visoki nivo toplinske izolacije cijele vanjske ovojnice i izbjegavati toplinske mostove
- iskoristiti toplinske dobitke od sunca i zaštititi se od pretjeranog osunčanja
- koristiti energetska učinkovit sustav grijanja, hlađenja i ventilacije te ga kombinirati s obnovljivim izvorima energije

Ogrjevne vrijednosti različitih vrsta goriva u Hrvatskoj / Izvor: EIHP

Vrsta goriva	Jedinica	kcal	MJ	Ogrjevna vrijednost, H _u (kWh/jedinici)
Kameni ugljen	kg	5800-7000	24,28 – 29,31	6,7 – 8,1
Kameni ugljen za koksiranje	kg	7000	29,31	8,1
Mrki ugljen	kg	4000 - 4500	16,75 – 18,84	4,7 – 5,2
Lignit	kg	2300 - 3000	9,63 – 12,56	2,7– 3,5
Koks	kg	6300 - 7000	26,38 – 29,31	7,3 – 8,1
Ogrjevno drvo	dm ³	2150	9,00	2,5
Prirodni plin	m ³	8120-8570	34 – 35,88	9,4 - 10
Sirova nafta	kg	10127	42,40	11,8
Ukapljeni plin	kg	11200	46,89	13
Ekstralako loživo ulje	kg	10200	42,71	11,9
Dizelsko gorivo	kg	10200	42,71	11,9
Loživo ulje	kg	9600	40,19	11,2
Rafinerijski plin	kg	11600	48,57	13,5
Etan	kg	11300	47,31	13,1
Koksni plin	m ³	4278	17,91	5,0
Gradski plin	m ³	5128	21,47	6,0
Visokopećni plin	m ³	860	3,6	1
Električna energija	kWh	860	3,6	1

Toplinska svojstva nekih toplinsko izolacijskih materijala / Izvor: EIHP

TOPLINSKO IZOLACIJSKI MATERIJALI	GUSTOĆA ρ (kg/m ³)	TOPLINSKA PROVODLJIVOST λ (W/mK)	POTREBNA DEBLJINA (cm) ZA U=0,30-0,35 W/m ² K	FAKTOR OTPORA DIFUZIJI VODENE PARE μ	RELAT. TROŠAK ZA U=0,30- 0,35W/m ² K
KAMENA (MIN.) VUNA	10 - 200	0,035 - 0,045	9-11	1	1,0
STAKLENA VUNA	12 - 100	0,035 - 0,045	9-11	1	1,0
EKSPANDIRANI POLISTIREN	15 - 30	0,035 - 0,040	9-10	60	0,8
TVRDA POLIURETANSKA PJENA	>30	0,020 - 0,040	8	60	8-10
DRVENA VUNA	360 - 480	0,065 - 0,090	18-20	3/5	5-6
PLUTO	100-200	0,045-0,060	11-13	5 - 20	2-3
SLAMA		0,090 – 0,130	23-33		
TRANSPARENTNA TOPLINSKA IZOLACIJA	Toplinska izolacija (polikarbonat i sl.) koja omogućava prijem Sunčeve energije i prijenos u zgradu, a istovremeno sprječava kao i obična toplinska izolacija gubitke topline iz zgrade. Posebno je korisna za izoliranje južnog fasadnog zida. Presjek materijala transparentne izolacije sadrži sitne kapilarne cijevi koje idu poprečno s jedne na drugu stranu ploče. Postavljanjem u presjek vanjskog zida stvara se gusta mreža kanala koji omogućuju prodor sunčevih zraka i time grijanje masivnih dijelova zidova. Na ovaj način akumulirana toplina koristi se za zagrijavanje prostora, pri čemu se učinak može dodatno pojačati postavljanjem izo stakla i toplinske rolete u zračni sloj ispred transparentne izolacije.				
VAKUUMSKA TOPLINSKA IZOLACIJA	Kod konvencionalne toplinske izolacije se dobra izolacijska svojstva postižu uz pomoć zraka koji se nalazi u poroznom materijalu. Ako odstranimo zrak iz materijala, izolacijska svojstva se povećavaju zbog vakuuma. Za to se koriste stisnuta staklena vlakna, polistirenska pjena i sl. Vakuumska izolacija radi se u modularnim panelima, a zbog izuzetnih izolacijskih svojstava potrebne su znatno manje debljine od konvencionalne toplinske izolacije za ista toplinska svojstva. Ova je izolacija još uvijek vrlo skupa i primjenjuje se najviše kod sanacija objekata gdje nije moguće ugraditi veće debljine izolacije zbog npr. spomeničke vrijednosti objekta.				

OPĆE PREPORUKE ZA POVEĆANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI POSTOJEĆIH I NOVIH ZGRADA

Jednostavne mjere povećanja energetske učinkovitosti, bez dodatnih troškova, uz trenutne uštede su sljedeće:

- ugasi grijanje ili hlađenje noću i onda kada nema nikoga kod kuće
- noću spustiti rolete i navući zavjese
- izbjegavati zaklanjanje i pokrivanje grijaćih tijela zavjesama, maskama i sl.
- vremenski optimirati grijanje i pripremu tople vode
- u sezoni grijanja smanjiti sobnu temperaturu za 1°C
- u sezoni hlađenja podesiti hlađenje na minimalno 26°C
- koristiti prirodno osvjetljenje u što većoj mjeri
- isključiti rasvjetu u prostoriji kad nije potrebna
- perilice za rublje i posuđe uključivati samo kad su pune, najbolje noću.

Mjere za povećanje energetske učinkovitosti uz male troškove i brzi povrat investicije (do 3 godine) su:

- zabrtviti prozore i vanjska vrata
- provjeriti i popraviti okove na prozorima i vratima
- izolirati niše za radijatore i kutije za rolete
- toplinski izolirati postojeći kosi krov ili strop prema negrijanom tavanu
- reducirati gubitke topline kroz prozore ugradnjom roleta, postavom zavjesa i sl.
- ugraditi termostatske ventile na radijatore
- redovito servisirati i podešavati sustav grijanja i hlađenja
- ugraditi automatsku kontrolu i nadzor energetike kuće
- ugraditi štedne žarulje u rasvjetna tijela
- zamijeniti trošila energetski učinkovitijim - energetske klase A.

Mjere za povećanje energetske učinkovitosti uz nešto veće troškove i duži period povrata investicije (više od 3 godine) su sljedeće:

- zamijeniti prozore i vanjska vrata toplinski kvalitetnijim prozorima (preporuka U prozora 1,1-1,8 W/m²K)
- toplinski izolirati cijelu vanjsku ovojnicu kuće, dakle zidove, podove, krov te plohe prema negrijanim prostorima
- izgraditi vjetrobran na ulazu u kuću
- sanirati i obnoviti dimnjak
- izolirati cijevi za toplu vodu i spremnik
- analizirati sustav grijanja i hlađenja u kući i po potrebi ga zamijeniti energetski učinkovitijim sustavom te ga kombinirati s obnovljivim izvorima energije.

Ove mjere najbolje je izvoditi istovremeno s nužnim mjerama rekonstrukcije.

PROZORI, STAKLENE STIJENE I VANJSKA VRATA

Prozor je element vanjske ovojnice zgrade koji omogućava dnevnu rasvjetu prostora, pogled u okolicu, propuštanje Sunčeve energije u zgradu i prozračivanje prostora. Prozor je najdinamičniji dio vanjske ovojnice zgrade, koji istovremeno djeluje kao prijemnik koji propušta Sunčevu energiju u prostor, te kao zaštita od vanjskih utjecaja i toplinskih gubitaka.

Prozori i vanjski zid igraju veliku ulogu u toplinskim gubicima zgrade jer zajedno čine i preko 70 posto ukupnih toplinskih gubitaka kroz ovojnicu zgrade. Gubici kroz prozore dijele se na transmisijske gubitke te na gubitke ventilacijom, tj. provjetravanjem. Ako zbrojimo transmisijske toplinske gubitke kroz prozore i gubitke provjetravanjem, ukupni toplinski gubici kroz prozore predstavljaju više od 50 posto toplinskih gubitaka zgrade. Gubici kroz prozore obično su deset i više puta veći od onih kroz zidove, pa je jasno koliku važnost igra energetska efikasnost prozora u ukupnim energetskim potrebama zgrada. U skladu s novim Tehničkim propisom, koeficijent prolaska topline za prozore i balkonska vrata može iznositi maksimalno $U = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dok se na starim zgradama koeficijent U prozora kreće oko $3,00\text{--}3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ i više (gubici topline kroz takav prozor iznose prosječno $240\text{--}280 \text{ kWh/m}^2$ godišnje), europska zakonska regulativa propisuje sve niže i niže vrijednosti i one se danas kreću u rasponu od $1,40\text{--}1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Na suvremenim niskoenergetskim i pasivnim kućama taj se koeficijent kreće između $0,80\text{--}1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$. Preporuka za gradnju suvremene energetski učinkovite zgrade je koristiti prozore s koeficijentom $U < 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

U ukupnim toplinskim gubicima prozora sudjeluju staklo i prozorski profili. Prozorski profili, neovisno o vrsti materijala od kojeg se izrađuju, mora osigurati: dobro brtvljenje, prekinuti toplinski most u profilu, jednostavno otvaranje i nizak koeficijent prolaska topline. Stakla se danas izrađuju kao izolacijska stakla, dvoslojna ili troslojna, s različitim plinovitim punjenjem ili premazima koji poboljšavaju toplinske karakteristike.

U slučaju ventilokonvektorskog grijanja i hlađenja preporuča se korištenje tzv. mikroprekidača na prozorima, povezanih s ventilokonvektorima, koji automatski isključuju grijanje ili hlađenje prostorije prilikom otvaranja prozora te na taj način dodatno štede energiju i sprječavaju rasipanje toplinske ili rashladne energije u okoliš.



Mikroprekidač na prozoru prilikom otvaranja radi ventilacije isključuje sustav grijanja i hlađenja i tako štedi energiju / Izvor: EIHP

Na niski U-faktor stakla utječu sljedeći čimbenici:

► Debljina i broj međuprostora

U-faktor smanjujemo većim brojem međuprostora i čim većom širinom tih međuprostora. Dakle manji U-faktor možemo postići upotrebom dvoslojnih ili troslojnih izo stakla. Npr. 4+10+4+10+4, što znači 3 stakla debljine 4 mm na razmacima od 10 mm.

► Punjenje međuprostora

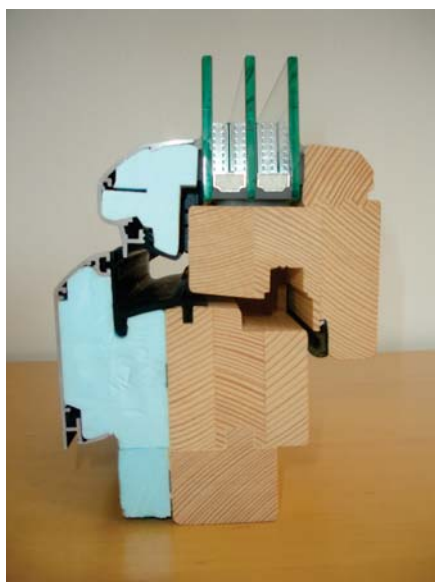
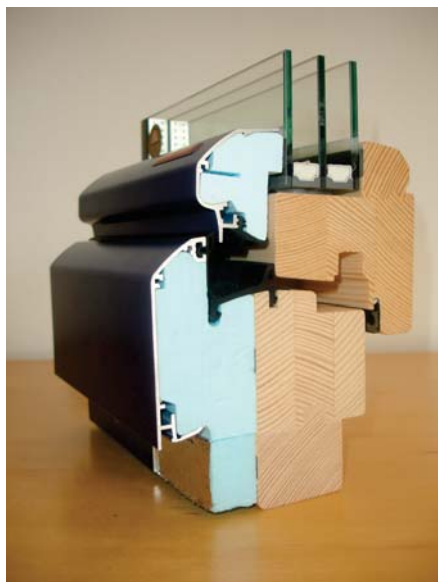
Napunimo li međuprostor izo stakla nekim od već spomenutih plinova (argon, kripton, xenon ili SF₆) U-faktor će se bitno smanjiti.

► Odabir stakla

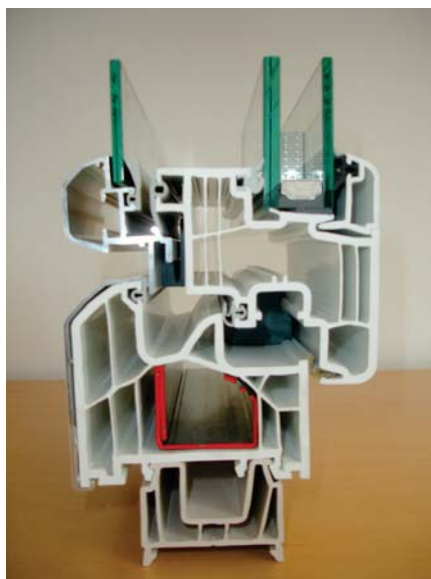
Debljina stakla vrlo malo utječe na U-faktor, ali ga zato upotreba stakla niske emisije (Low-e staklo) značajno smanjuje. Low-e stakla premazana su sa strane koja dolazi u međuprostor izo stakla posebnim metalnim filmom koji propušta zračenja kratke valne duljine (sunčeva svjetlost), a reflektira zračenja dugih valnih duljina (IC zračenja).

Vrste i toplinske karakteristike stakla
/ Izvor: EIHP

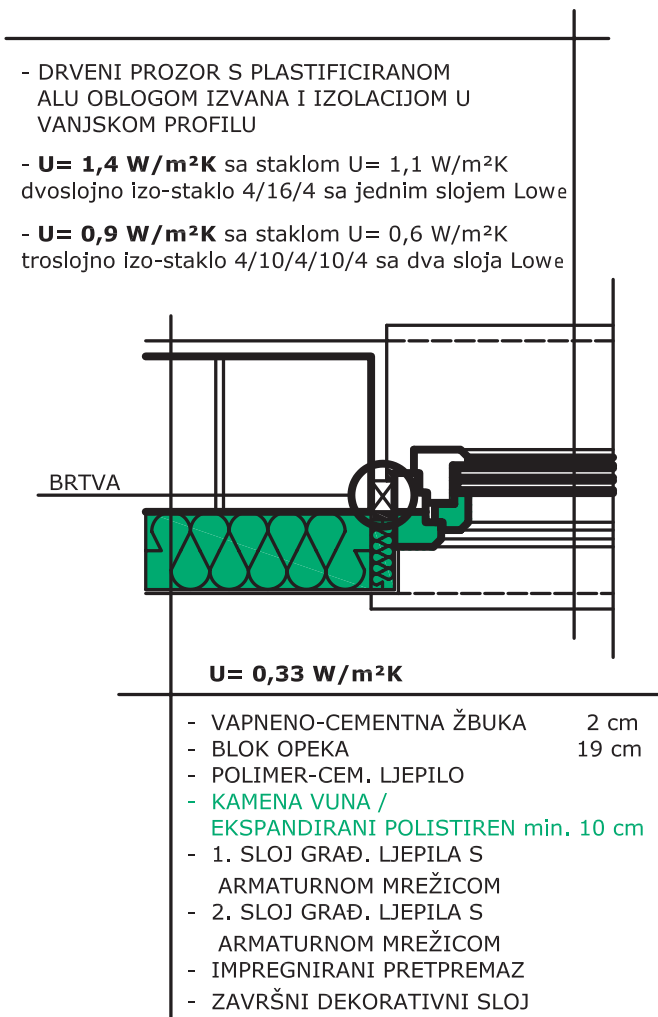
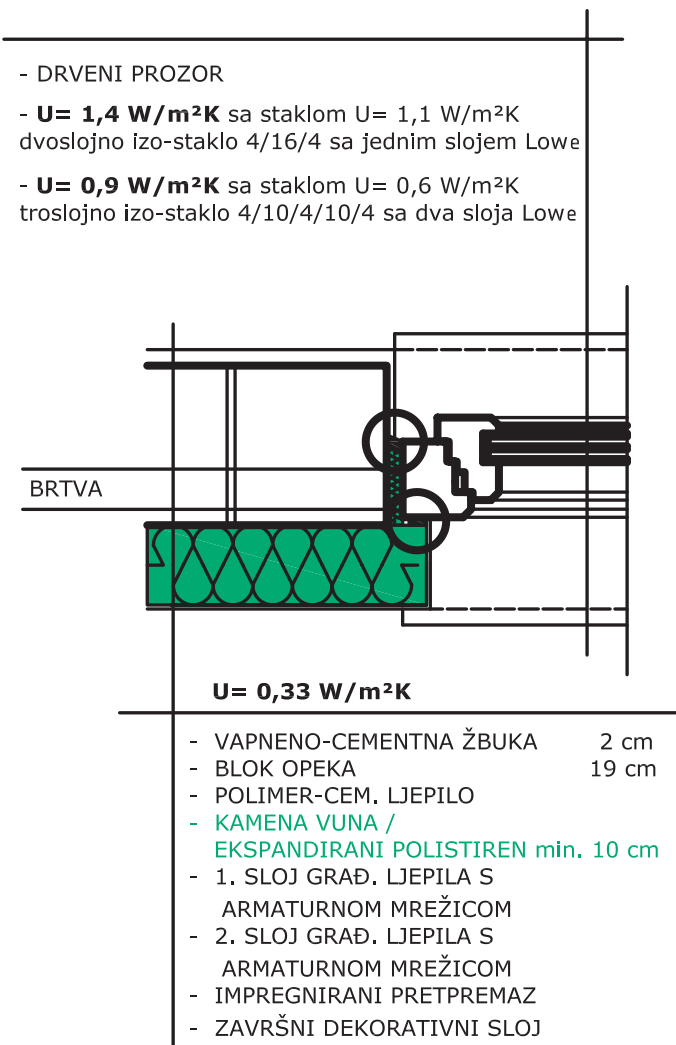
Jednostruko staklo 4 mm	IZO staklo 4+12+4 mm punjeno zrakom	IZO staklo 4+12+4 mm Low-e punjeno argonom
VANI -10°C UNUTRA 20°C T stakla -2,3°C	VANI -10°C UNUTRA 20°C T stakla 9,0°C	VANI -10°C UNUTRA 20°C T stakla 15,0°C
U(k) = 5,9 W/m ² K	U(k) = 2,9 W/m ² K	U(k) = 1,1 W/m ² K



Toplinski kvalitetni profili od drva, PVC-a i aluminija
/ Izvor: EIHP



Dodatno poboljšanje toplinskih karakteristika prozora može se postići s toplinskom izolacijom u profilu i/ili ugrađenim trostrukim izo staklom / Izvor: EIHP



Dobro brtvljenje prozorskog profila kao i postava toplinske izolacije vanjskog zida u odnosu na profil prozora igraju veliku ulogu u smanjenju ukupnih toplinskih gubitaka kroz prozore / Izvor: EIHP

Prozorski okviri danas se najviše izrađuju od drveta, PVC-a, aluminijskog, čelika i kombinacije navedenih materijala. U navedene okvire danas se ugrađuje dvostruko ili trostruko izo staklo. Daljnji razvoj prozorskih okvira ide u smjeru povećanja toplinske zaštite uključivanjem toplinsko izolacijskih materijala u sam okvir. Ugradnjom dvostrukog ili trostrukog izo stakla s plinovitim punjenjem, takav prozor dostiže vrijednosti $U < 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Poboljšanje toplinskih karakteristika prozora i drugih staklenih površina moguće je postići na sljedeće načine:

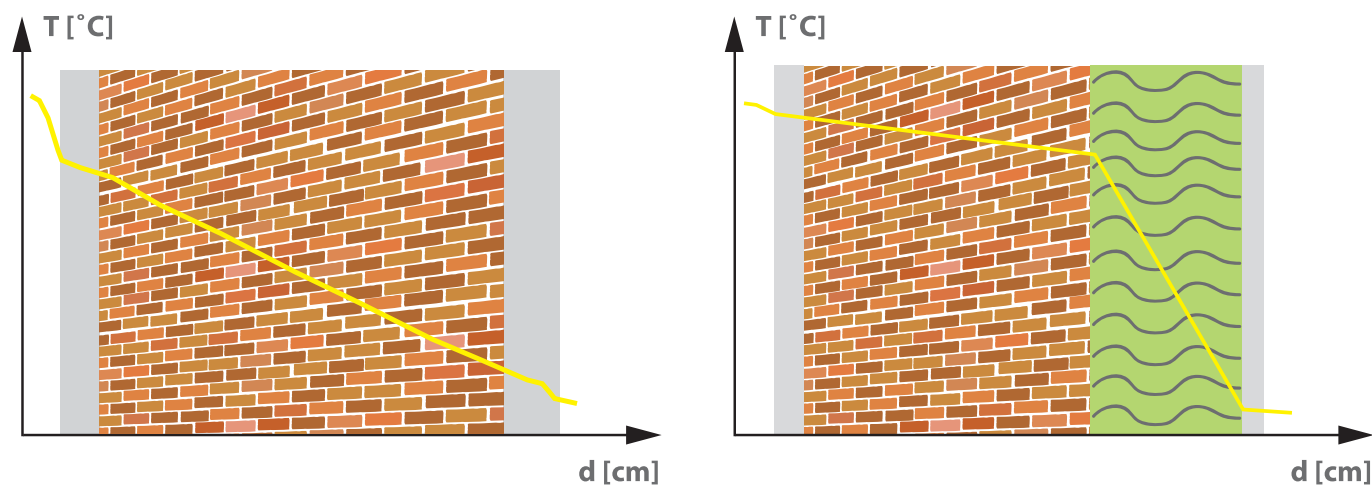
- zabrtviti prozore i vanjska vrata
- provjeriti i popraviti okove na prozorima i vratima
- izolirati niše za radijatore i kutije za rolete
- reducirati gubitke topline kroz prozore ugradnjom roleta, postavom zavjesa i sl.
- zamijeniti prozore i vanjska vrata toplinski kvalitetnijim prozorima (preporuka $U < 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$).

TOPLINSKA IZOLACIJA VANJSKOG ZIDA

Toplinsku izolaciju vanjskog zida, u pravilu, treba izvoditi dodavanjem novog toplinsko-izolacijskog sloja s vanjske strane zida, a iznimno s unutarnje strane zida. Izvedba toplinske izolacije s unutarnje strane zida nepovoljna je s građevinsko-fizikalnog stajališta, a često je i skuplja zbog potrebe dodatnog rješavanja problema difuzije vodene pare, strožih zahtjeva u pogledu sigurnosti protiv požara, gubitka korisnog prostora i dr. Postava toplinske izolacije s unutarnje strane zida je fizikalno lošija, jer iako postižemo poboljšanje izolacijske vrijednosti zida, značajno mijenjamo toplinski tok u zidu i osnovni nosivi zid postaje hladniji. Zbog toga posebnu pažnju treba posvetiti izvedbi parne brane kako bi se izbjeglo nastajanje kondenzata i pojava plijesni. Također, toplinski treba izolirati i dio pregrada koje se spajaju s vanjskim zidom. Sanacija postojećeg vanjskog zida izvedbom izolacije s unutarnje strane izvodi se iznimno kod zgrada pod zaštitom, kada se žele izbjeći promjene na vanjskom pročelju zgrade zbog njezine povijesne vrijednosti.

Kod izvedbe toplinsko-izolacijskog sloja s vanjske strane zida moguća su dva rješenja završnog sloja koji štiti toplinsko-izolacijski sloj i ostatak zida od vanjskih atmosferskih utjecaja. Prvo rješenje karakterizira izvedba vanjskog zaštitnog sloja punoplošnim lijepljenjem na toplinsko-izolacijski sloj (tzv. kompaktna fasada). Kod drugog rješenja zaštitni je sloj u obliku pojedinačnih elemenata učvršćenih na odgovarajuću podkonstrukciju na način da između zaštitne obloge i sloja toplinske izolacije ostane sloj zraka koji se ventilira prema van (tzv. ventilirana fasada). Industrija građevinskih materijala nudi mnogo varijanti cjelovitih sustava ovih dvaju načina toplinske izolacije zidova, pri čemu za oba rješenja debljina toplinsko-izolacijskog sloja ne bi trebala biti manja od 10 do 12 cm, čime bi se vrijednost koeficijenta prolaska topline U_{zida} smanjila na od cca 0,25 do 0,35 $\text{W/m}^2\text{K}$.

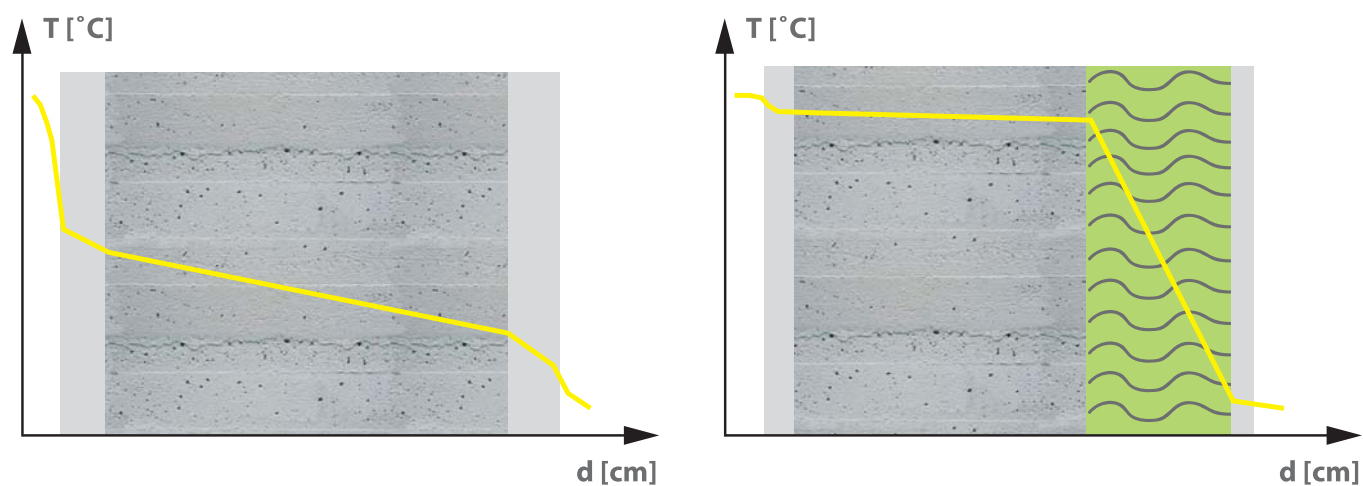
Temperaturne krivulje za neizolirani i izolirani zid od opeke (TI 10 cm s vanjske strane zida) / Izvor: EIHP



U slučaju neizoliranog zida od šuplje opeke debljine 19 cm,
 $U=1,67$ [W/m²K], toplinski gubici iznose okvirno 134 kWh/m² zida

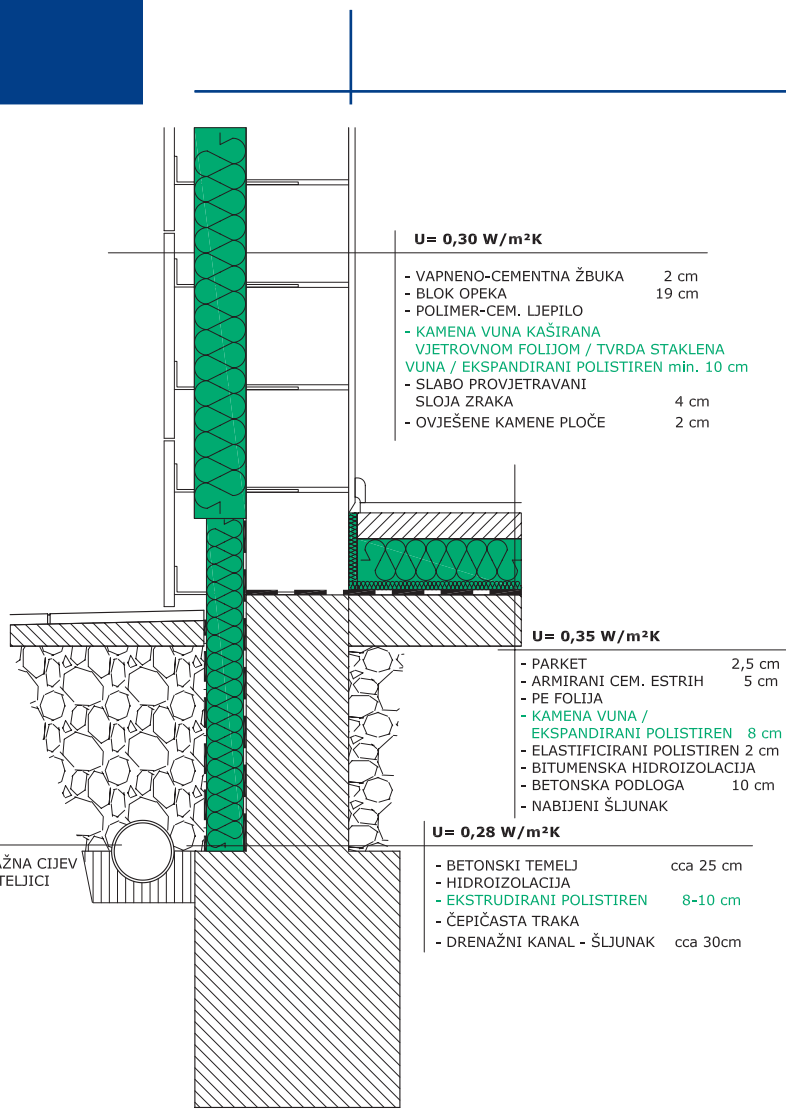
U slučaju izolacije zida od opeke 19 cm sa 10 cm kamene vune,
 $U=0,32$ [W/m²K], toplinski gubici iznose okvirno 26 kWh/m² zida

Temperaturne krivulje za neizolirani i izolirani AB zid (TI 10 cm s vanjske strane zida) / Izvor: EIHP

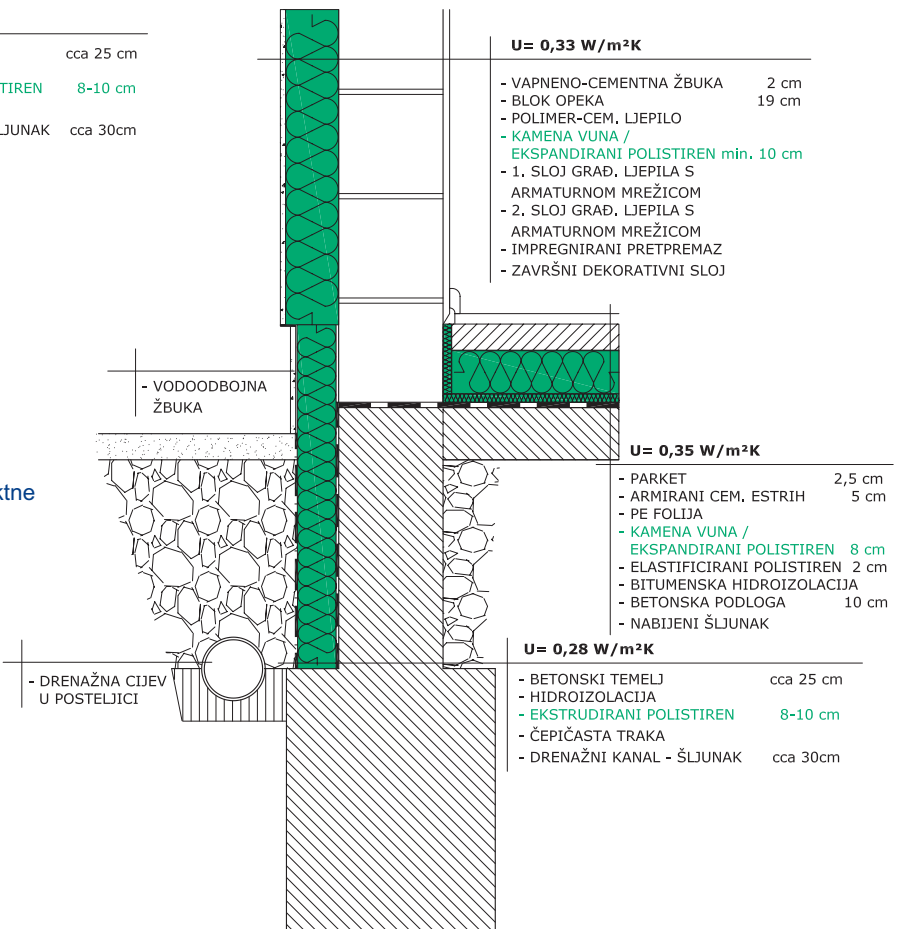


U slučaju neizoliranog AB zida debljine 20 cm,
 $U=3,20$ [W/m²K] toplinski gubici iznose okvirno 256 kWh/m² zida

U slučaju izolacije AB zida sa 10 cm kamene vune,
 $U=0,35$ [W/m²K] toplinski gubici iznose okvirno 28 kWh/m² zida



Pravilna izvedba toplinske izolacije vanjskog zida kod ventilirane fasade / Izvor: EIHP



Pravilna izvedba toplinske izolacije vanjskog zida kod kompaktne fasade / Izvor: EIHP

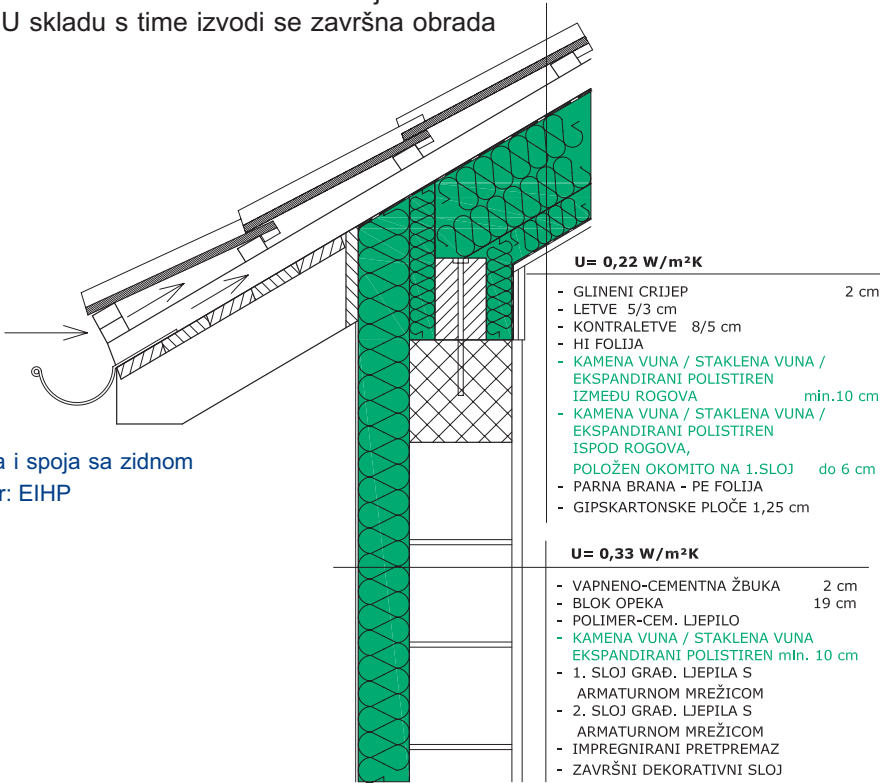
TOPLINSKA IZOLACIJA KROVA ILI STROPA PREMA
NEGRIJANOM PROSTORU

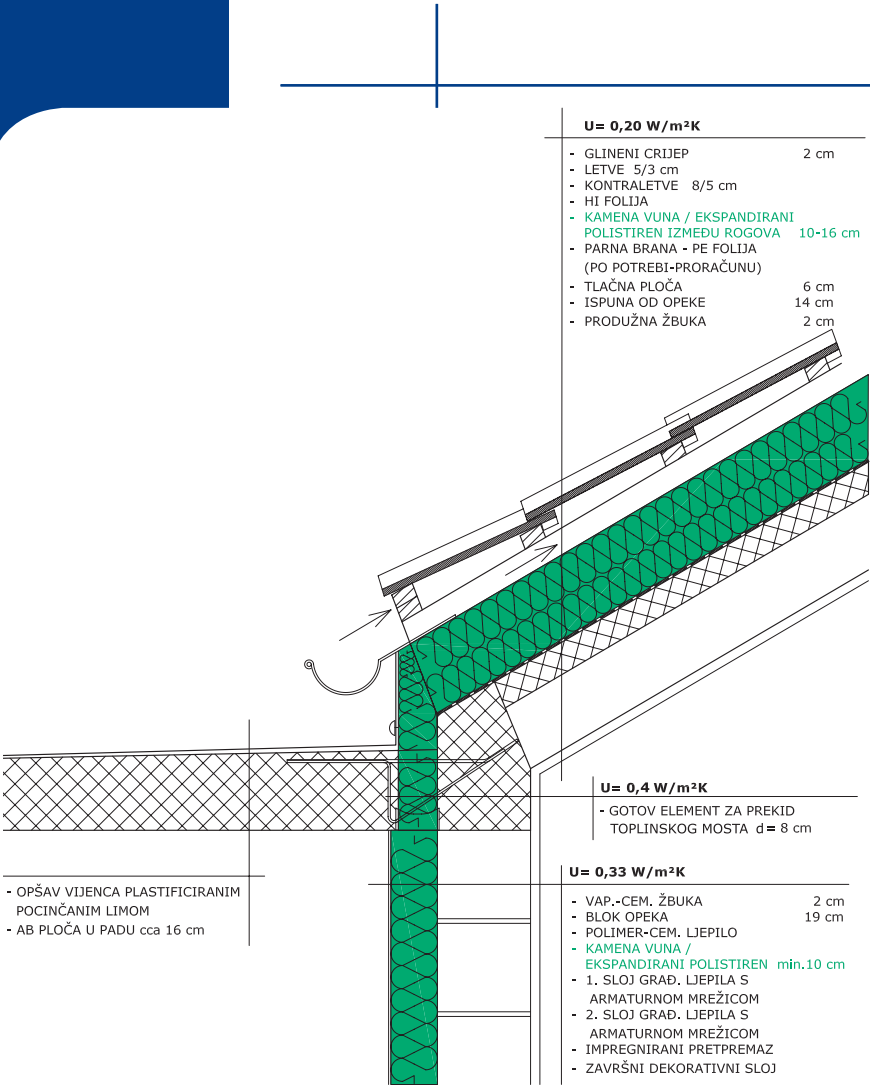
Iako je udio krova zastupljen sa svega oko 10-20 posto u ukupnim toplinskim gubicima u kući, krov ima posebno važnu ulogu u kvaliteti i standardu stanovanja. On štiti kuću od kiše, snijega, hladnoće i vrućine. Najčešći oblik krova na obiteljskim i manjim stambenim zgradama je kosi krov. Vrlo često se prostor ispod kosog krova namjenjuje za stanovanje iako nije adekvatno toplinski izoliran. Kod takvih situacija pojavljuju se veliki toplinski gubici zimi, ali i još veći problem pregrijavanja ljeti. Ako krov nije toplinski izoliran, kroz njega može proći i 30 posto topline. Naknadna toplinska izolacija krova je jednostavna i ekonomski vrlo isplativa, jer je povratni period investicije od 1 do 5 godina. Za toplinsku izolaciju kosih krovova treba koristiti nezapaljive i paropropusne toplinske izolacijske materijale, kao što je npr. kamena vuna. Detalj spoja toplinske izolacije vanjskog zida i krova treba riješiti bez toplinskih mostova. Ako prostor ispod kosog krova nije grijan, tj. nije namijenjen za stanovanje, toplinsku izolaciju treba postaviti na strop zadnje etaže prema negrijanom tavanu.

Preporučljiva debljina toplinske izolacije na kosom krovu iznosi 16-20 cm. Izolaciju treba postaviti u dva sloja; jedan sloj između rogova, a jedan sloj ispod rogova kako bi se spriječili toplinski mostovi. Toplinsku izolaciju s donje strane najčešće zatvaramo knauf pločama ili drvetom.

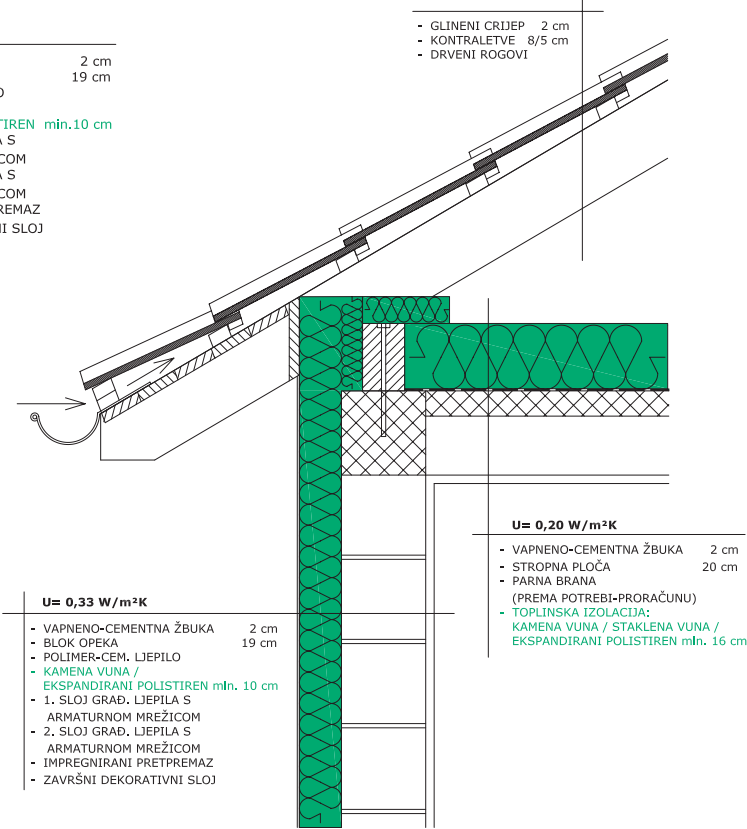
Ravni krovovi su najviše izloženi atmosferskim utjecajima od svih vanjskih elemenata zgrade. Zato je važno kvalitetno ih izolirati i toplinskom i hidroizolacijom, te pravilno riješiti odvodnju oborinskih voda. Ravni krov može biti riješen kao prohodni, neprohodni ili tzv. zeleni krov. U skladu s time izvodi se završna obrada krova.

Pravilna izvedba toplinske izolacije kosog krova i spoja sa zidnom izolacijom kod lagane krovne konstrukcije / Izvor: EIHP



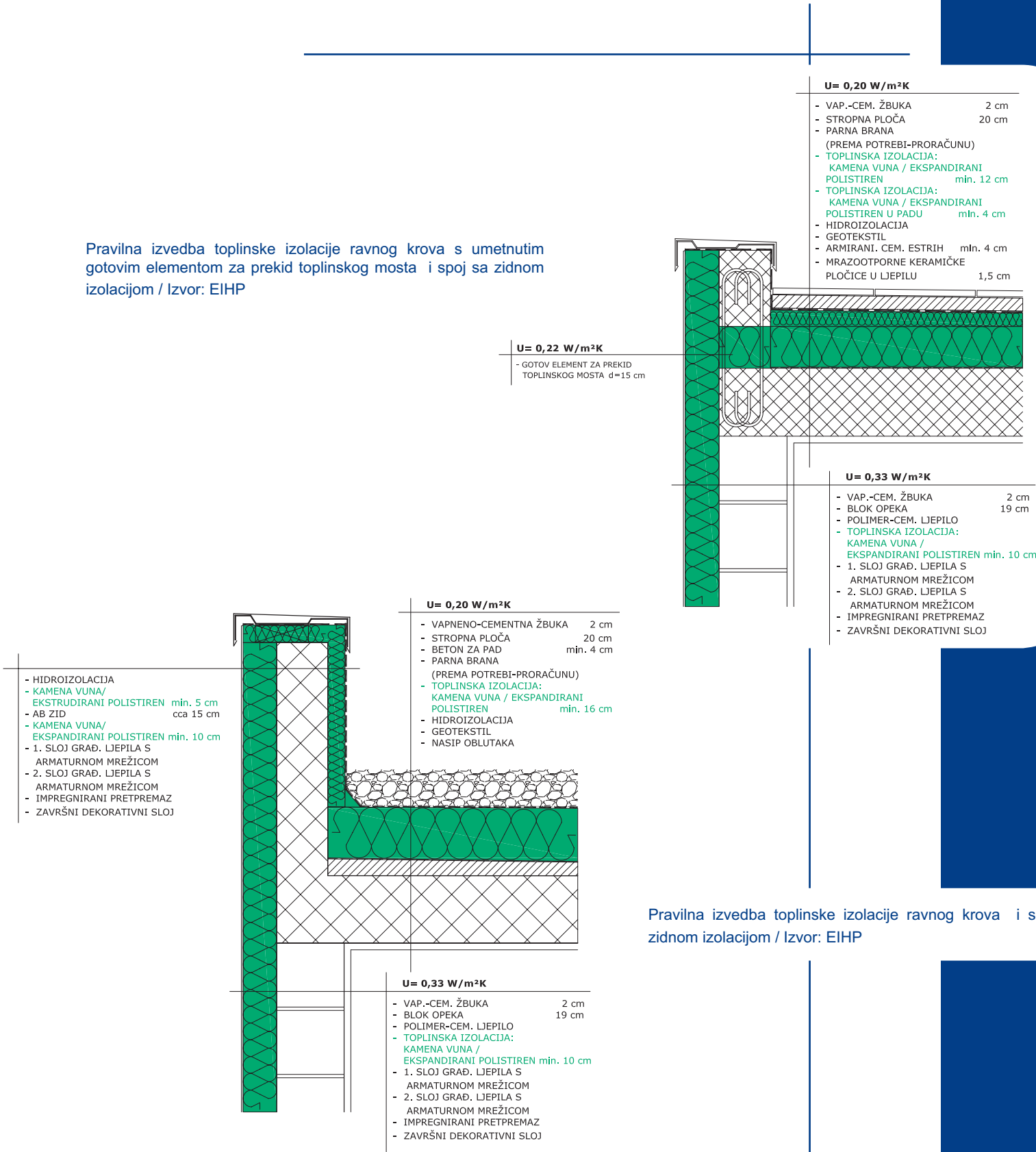


Pravilna izvedba toplinske izolacije kosog krova i spoja sa zidnom izolacijom kod masivne krovne konstrukcije / Izvor: EIHP



Pravilna izvedba toplinske izolacije stropa prema negrijanom tavanu i spoja sa zidnom izolacijom / Izvor: EIHP

Pravilna izvedba toplinske izolacije ravnog krova s umetnutim gotovim elementom za prekid toplinskog mosta i spoj sa zidnom izolacijom / Izvor: EIHP



Pravilna izvedba toplinske izolacije ravnog krova i spoja sa zidnom izolacijom / Izvor: EIHP

TOPLINSKA IZOLACIJA PODA NA TLU ILI PODA PREMA NEGRIJANOM PROSTORU

Konstrukcije poda na tlu razlikuju se od podnih konstrukcija prema negrijanom prostoru po nosivoj betonskoj podlozi i hidroizolaciji.

Toplinski gubici prema terenu iznose do 10 posto ukupnih toplinskih gubitaka. Kod novogradnji se pod na terenu treba toplinski izolirati što većom debljinom toplinske izolacije, dok je kod postojećih zgrada takva mjera uglavnom ekonomski neisplativa, zbog većih građevinskih zahvata koji je prate. Međutim, ekonomski vrlo isplative mjere su toplinska izolacija stropne konstrukcije prema negrijanom tavanu, te podne konstrukcije prema negrijanom podrumu. Također, potrebno je toplinski zaštititi i podne konstrukcije iznad otvorenih prolaza. Kod postave toplinske izolacije važno je toplinski izolirati cijelu vanjsku ovojnici bez prekida izolacije, kako bi se utjecaj toplinskih mostova smanjio na minimum.

TOPLINSKI MOSTOVI

Energetska učinkovitost zgrade i potrošnja energije u zgradi, osim visokog nivoa toplinske zaštite ovise i o izbjegavanju odnosno smanjenju toplinskih mostova na minimum. Toplinski most je manje područje u omotaču grijanog dijela zgrade kroz koje je toplinski tok povećan radi promjene materijala, debljine ili geometrije građevnog dijela. Zbog smanjenog otpora toplinskoj propustljivosti u odnosu na tipični presjek konstrukcije, temperatura unutarnje površine pregrade na toplinskom mostu manja je nego na ostaloj površini, što povećava opasnost od kondenziranja vodene pare. Jednoličan toplinski otpor vanjske ovojnice zgrade može se promijeniti uslijed:

- ▶ potpunog ili djelomičnog prodora ovojnice zgrade materijalima drugačijih svojstava toplinske provodljivosti
- ▶ promjene debljine građe
- ▶ razlike između unutarnje i vanjske površine, kao što se događa na spojevima zida, poda, stropa

Posljedice toplinskih mostova su:

- ▶ promjene u toplinskim gubicima
- ▶ promjene unutarnje površinske temperature

Zbog manjeg otpora toplinskoj propustljivosti, nego tipični presjek pregrade, temperatura unutarnje površine pregrade na toplinskom mostu manja je nego na preostaloj površini, što povećava potencijalnu opasnost kondenziranja vodene pare na ovim mjestima. Najbolji način izbjegavanja toplinskih mostova je postavljanje toplinske izolacije s vanjske strane cijele vanjske ovojnice, bez prekida te dobro brtvljenje reški i spojeva.

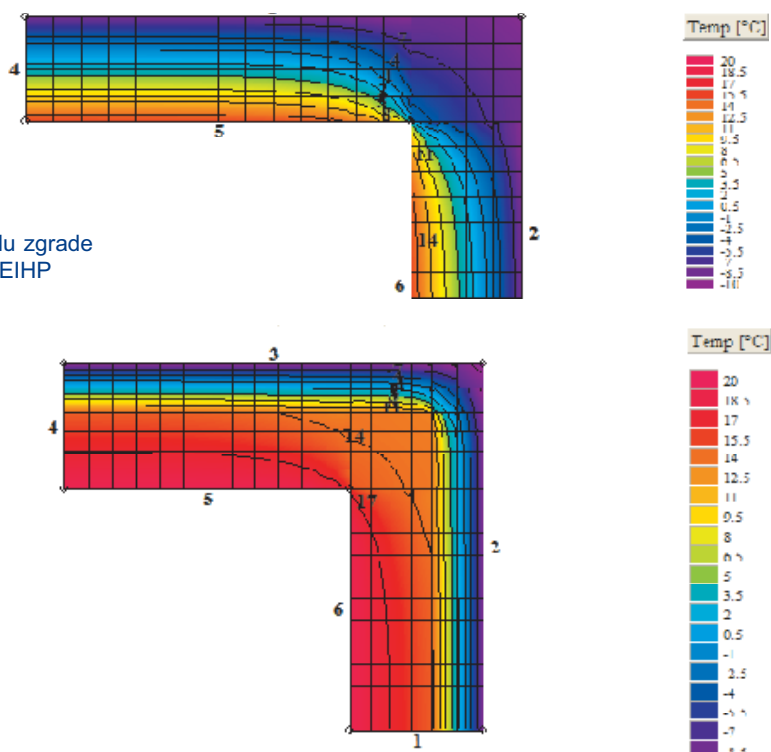
Termografskim snimanjem zgrade vrlo se lijepo mogu uočiti tipični toplinski mostovi.

Karakteristični primjeri toplinskih mostova na neizoliranim zgradama snimljeni termografskom kamerom /
Izvor: EIHP



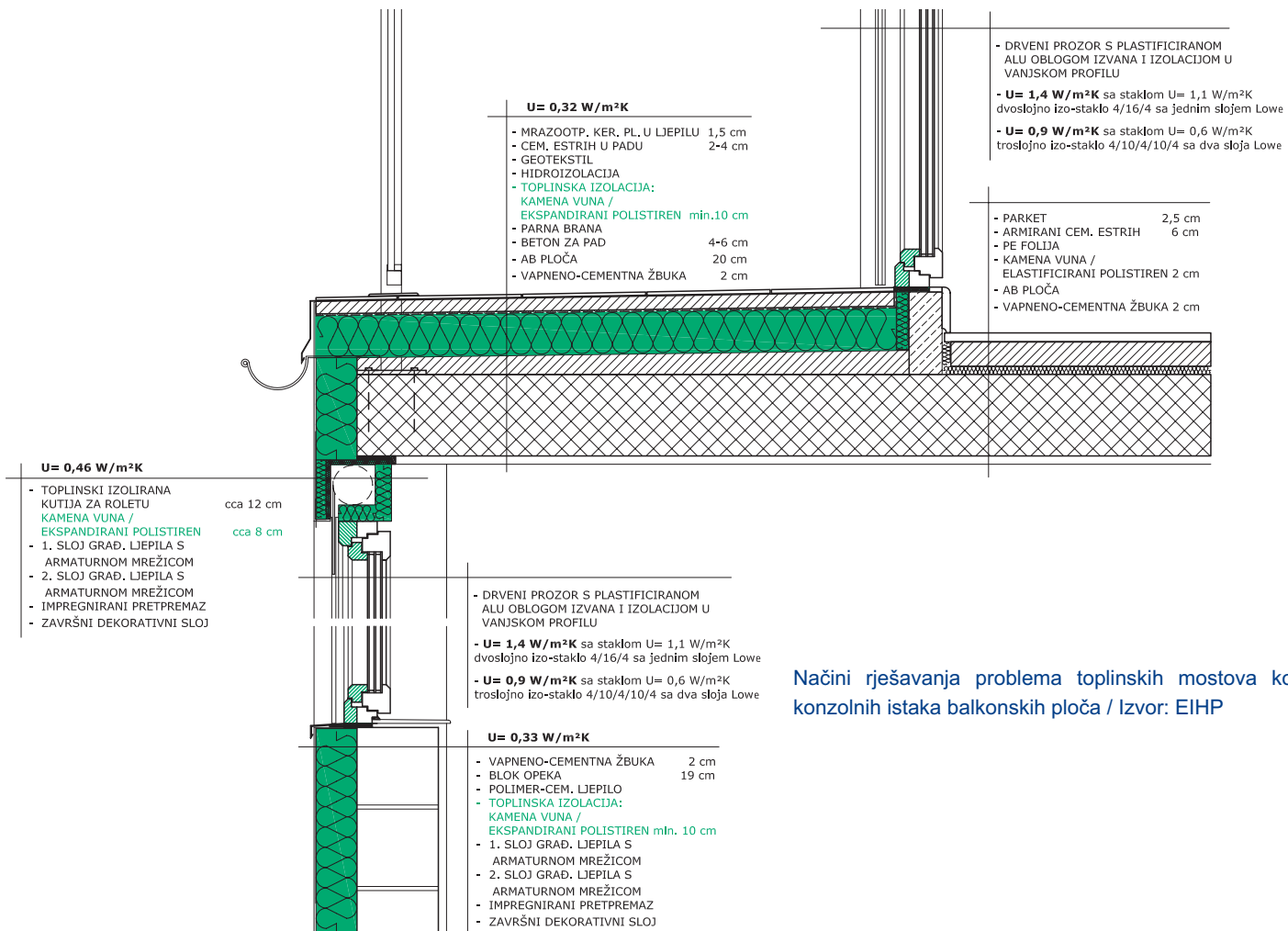
Na tržištu danas postoje sustavi za otklanjanje ili smanjenje utjecaja toplinskih mostova koji prekidaju kontinuiranu armaturu unutarnje i vanjske betonske konstrukcije kod izvedbe stropnih ploča balkona, te umeću tvornički izrađene elemente u kombinaciji visokovrijednog čelika i sloja toplinske izolacije kroz koju prolazi armatura. Armatura takvog gotovog elementa spaja se s armaturom stropne ploče. Vrijednost toplinskih mostova kod takvih rješenja svedena je na točkaste prijelaze topline na mjestima prolaska armature kroz toplinsku izolaciju.

Proračun toplinskog mosta na neizoliranom uglu zgrade
te isti nakon izvedbe toplinske izolacije / Izvor: EIHP

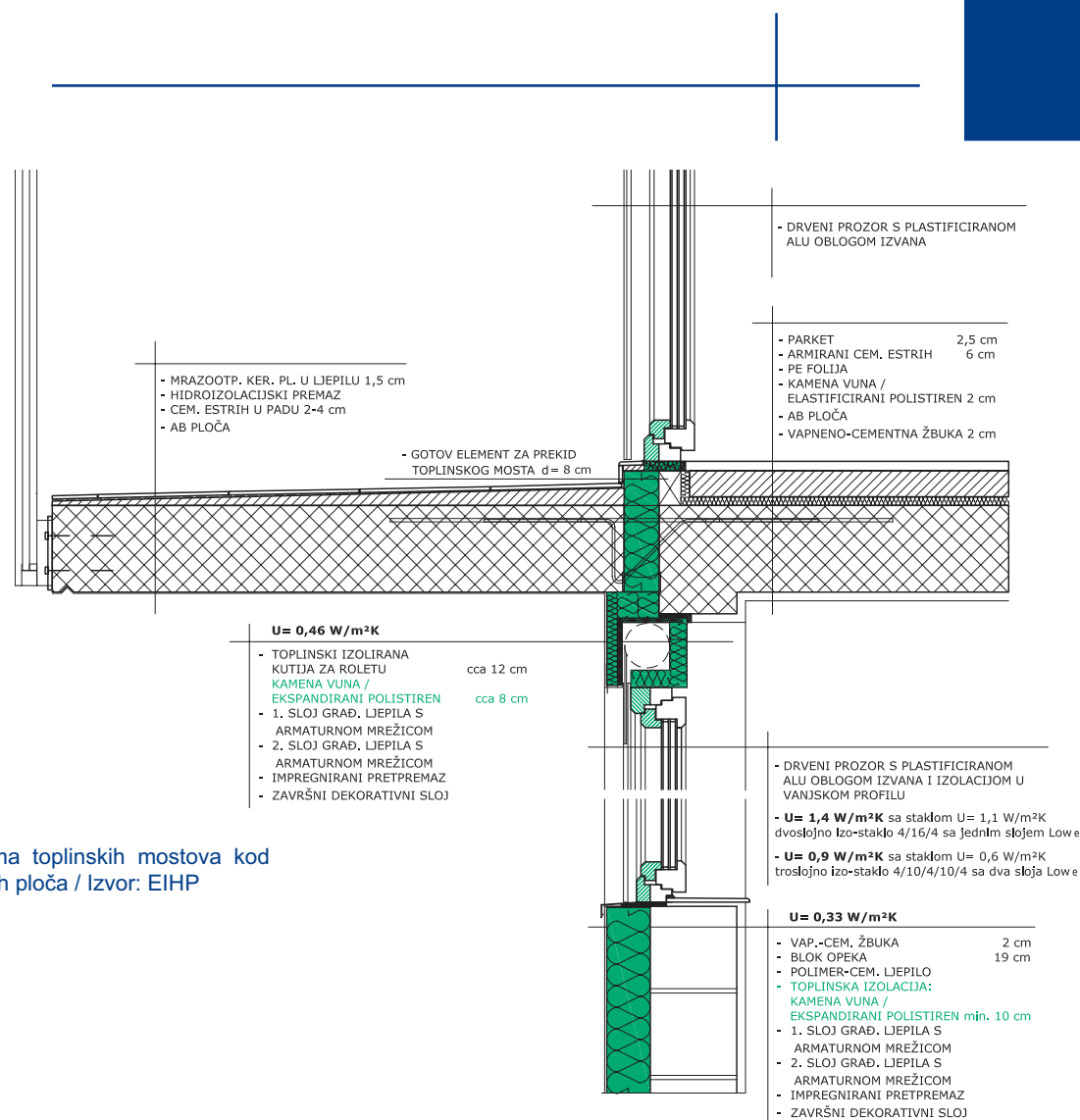


Na gornjim se slikama jasno može vidjeti koliko je temperatura niža na unutarnjoj strani zida na uglu AB serklaža od ostatka zida od opeke kod toplinski neizoliranog zida, te situacija s raspodjelom temperature nakon izvedbe toplinske izolacije.

Izgraditi zgradu bez toplinskih mostova gotovo je nemoguće, ali uz pravilno projektirane detalje toplinske zaštite utjecaj toplinskih mostova možemo smanjiti na minimum. Potencijalna mjesta toplinskih mostova su konzolne istake balkona, istake streha krovova, spojevi konstrukcija, spojevi zida i prozora, kutije za roletu, niše za radijatore, temelji i drugo. Zato na njih, pri rješavanju konstruktivnih detalja, treba obratiti posebnu pažnju. Preporuča se u glavnom i izvedbenom projektu razraditi sve bitne detalje, osobito mjesta potencijalnih toplinskih mostova, u skladu s Tehničkim propisom o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama. Prozore treba ugraditi tako da su barem dijelom u nivou toplinske izolacije, kutija za roletu mora biti toplinski izolirana, toplinsku izolaciju zida treba povući do temelja, a po potrebi treba izolirati i temelj. Po završetku izgradnje, kvalitetu gradnje i toplinske zaštite moguće je dodatno provjeriti termografskim snimanjem.



Načini rješavanja problema toplinskih mostova kod konzolnih istaka balkonskih ploča / Izvor: EIHP



Načini rješavanja problema toplinskih mostova kod konzolnih istaka balkonskih ploča / Izvor: EIHP

ZAŠTITA OD SUNCA I PASIVNA SUNČANA ARHITEKTURA

U ukupnoj energetske bilanci kuće važnu ulogu igraju i toplinski dobici od Sunca. U suvremenoj arhitekturi puno pažnje posvećuje se prihvatu Sunca i zaštiti od pretjeranog osunčanja, jer se i pasivni dobici topline moraju regulirati i optimizirati u zadovoljavajuću cjelinu. Suvremeni tzv. „daylight” sustavi koriste optička sredstva kako bi potakli refleksiju, lomljenje svjetlosnih zraka, ili za aktivni ili pasivni prihvata svjetla. Suvremeni sustavi kontrole prolaska svjetla i upravljanja dnevnim osvjetljenjem novi su doprinosi energetske učinkovitosti i održivom razvoju. Ti sustavi se danas uključuju u arhitekturu još u fazi najranijeg projektiranja. Pretjerano zagrijavanje ljeti treba spriječiti sredstvima za zaštitu od Sunca, usmjeravanjem dnevnog svjetla, zelenilom, prirodnim provjetravanjem i sl. Zbog djelotvorne zaštite od preintenzivnog osvjetljenja primjenjuju se sljedeća rješenja:

- ▶ arhitektonska geometrija: zelenilo, trijemovi, strehe, nadstrešnice, balkoni i dr.
- ▶ elementi vanjske zaštite od sunca: razni pokretni i nepokretni brisoleji, vanjske žaluzine, rolete, tende, inteligentna pročelja, suvremena ostakljenja i dr.
- ▶ elementi unutarnje zaštite od sunca: rolete, žaluzine, roloi, zavjese i dr.
- ▶ elementi unutar stakla za zaštitu od sunca i usmjeravanje svjetla - holografski elementi, reflektirajuća stakla i folije, staklo koje usmjerava svjetlo, staklene prizme i dr.

Bez obzira na vrstu zaštite od sunca treba nastojati ugraditi maksimalno učinkovita sredstva. Ukoliko se radi o klasičnim roletama, posebnu pažnju treba obratiti na toplinsku izolaciju kutija za rolete, te na mogućnost ugradnje dodatno toplinski izoliranih lamela plastičnih ili aluminijskih roleta.



Vanjska zaštita od sunca kao element arhitekture / Izvor: Hunter Douglas

Suvremene pasivne kuće danas se definiraju kao građevine bez aktivnog sustava za zagrijavanje konvencionalnim izvorima energije. Popularno se nazivaju i kuće bez grijanja ili jednolitarske kuće jer se energetska potrošnja takve kuće može izraziti samo jednom litrom lož ulja ili 1 m³ plina po m² godišnje. Standard pasivne kuće podrazumijeva smanjiti toplinske gubitke kroz ovojnicu zgrade na minimalnu mjeru, maksimalno povećati toplinske dobitke i osigurati kvalitetnu ventilaciju. Da bi se stambena kuća mogla izgraditi bez aktivnog konvencionalnog sustava grijanja ukupne potrebe za grijanjem prostora treba smanjiti ispod 15 kWh/m² godišnje. Predviđeni cilj energetske potrošnje moguće je postići odabirom prosječnog koeficijenta prolaska topline $U=0,10 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ i niže, za prozore i druga ostakljenja $U<0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ te uz broj izmjena zraka na sat manji od 0,6.

U pasivnoj kući energetske potrebe za zagrijavanje prostora pokrivene su već opisanim standardom gradnje. Sve ostale energetske potrebe - za zagrijavanjem potrošne tople vode i električnom energijom - mogu se pokriti Sunčevom energijom, tj. aktivnim toplinskim i fotonaponskim sustavima te u kombinaciji s drugim obnovljivim izvorima energije, ili kogeneracijom uz odgovarajuću ventilaciju prostora.

Pasivna kuća arhitektonskim elementima i oblikovanjem ne odstupa posebno od konvencionalnih zgrada. Raznolikost ovakve izgradnje je svakim danom sve izraženija, a uspješnim projektom smatra se onaj koji principe pasivne arhitekture ne postavlja kao ograničenja nego ih shvaća kao nove elemente oblikovanja.

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U ZGRADAMA

Obnovljivi izvori su oni izvori energije koji su sačuvani u prirodi i obnavljaju se u cijelosti ili djelomično. Posebno su istaknuti: energija vodotoka, vjetra, Sunčeva energija, biogoriva, biomasa, bioplin, geotermalna energija, morskih mijena i morskih valova.

Najčešće korišteni obnovljivi izvori energije u zgradama su biomasa, sunce i vjetar.

Biomasu je moguće pretvoriti u razne oblike korisne energije: toplinu, električnu energiju te tekuća goriva za upotrebu u prijevozu. Tehnologije pretvorbe biomase mogu se podijeliti na primarne (konačni proizvod je toplina, odnosno para te tekuća i plinovita goriva) i sekundarne (konačni proizvod je električna energija, toplina za kućanstva/industriju te goriva za korištenje u prijevozu). Proizvodnja toplinske energije uobičajen je način korištenja biomase, posebno ogrjevnog drva u raznim oblicima (briketi, peleti, drvena sječka, cjepanice). Peći za izgaranje peleta i drvene sječke, posebice one manje snage za primjenu u kućanstvima i područnom grijanju zgrada i manjih naselja, dostigle su visoki stupanj tehnološke i komercijalne zrelosti.



Načini iskorištavanja energije iz obnovljivih izvora u zgradama

Sunčeva energija je neiscrpan izvor energije koji u zgradama možemo koristiti na tri načina:

1. pasivno - za grijanje i osvjtljenje prostora
2. aktivno - sustav sa sunčanim kolektorima i spremnikom tople vode
3. fotonaponske sunčane ćelije za proizvodnju električne energije

U pasivnoj sunčanoj arhitekturi koristimo sva tri načina iskorištavanja Sunčeve energije. Korištenjem Sunčeve energije možemo potrebe za energijom u kućama smanjiti za 70-90 posto. Sunčani kolektori pretvaraju Sunčevu energiju u toplinsku energiju vode (ili neke druge tekućine).

Fotonaponske ćelije su poluvodički elementi koji direktno pretvaraju energiju Sunčeva zračenja u električnu energiju, a mogu se koristiti kao samostalni ili kao dodatni izvor energije.

Proizvodnja električne energije iz vjetra i sunca preporuča se u uvjetima gdje ne postoji mogućnost priključka na elektroenergetsku mrežu. Vjetroturbine zahtijevaju lokaciju izloženu vjetru i montažu na relativno visok stup, ali je cijena proizvedene energije znatno manja uz veću raspoloživost sustava. Raspoloživost sustava se značajno povećava kombinacijom sunčanih ćelija i vjetroturbine, zbog sezonskog nepodudaranja proizvodnje. Za domaćinstva su vrlo interesantne male vjetroturbine snage do nekoliko desetaka kW. One se mogu koristiti kao dodatni ili kao primarni izvor energije u udaljenim područjima.



SUSTAVI GRIJANJA, VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

U zgradama se energija koristi za različite potrebe, a ovisno o tipu zgrade te se potrebe kreću od električne energije za rasvjetu, preko energije za grijanje pa do energije za zadovoljavanje tehnoloških potreba, npr. poput pranja ili sterilizacije u bolnicama. Općenito se energetske potrebe zgrada mogu razvrstati kao:

- električna energija za rasvjetu
- električna energija za različite električne uređaje
- električna energija za pogon dizala, eskalatora i sl.
- električna energija za pogon motornih pogona u sustavima ventilacije, klimatizacije i sl.
- potrošna topla (sanitarna) voda
- toplinska energija za grijanje
- rashladna energija za hlađenje
- sekundarne upotrebe toplinske energije za praonicu, kuhinju, sterilizaciju i sl.

Pri tome, energetska potrošnja namijenjena za grijanje, ventilaciju i kondicioniranje zraka predstavlja najznačajniji dio energetske potrošnje u zgradama.

Koncepcija cjelovitog ili integralnog energetski učinkovitog građenja podrazumijeva istovremeno razmatranje svih aspekata građevine, od arhitekture, pročelja i funkcije, preko konstrukcije, protupožarne zaštite, akustike, pa do potrošnje energije i ekološke kvalitete zgrade. Osnovne metode projektiranja energetski učinkovite zgrade uključuju tri bitna elementa: (1) smanjenje potreba za energijom (energetske uštede), (2) maksimiziranje korištenja obnovljivih izvora energije te (3) korištenje fosilnih goriva na optimalan način u pogledu zaštite okoliša.

Osnovni elementi projektiranja energetski učinkovite zgrade
/ Izvor: IEA ECBCS Annex 44, Integrating Environmentally Responsive Elements in Buildings



Smanjenje energetskih potreba predstavlja projektantima zahtjeve: da optimiziraju zgradu u pogledu forme i položaja, da primjene poboljšane mjere toplinske zaštite i energetski učinkovitu rasvjetu i opremu, da u pogledu GVK sustava primjene učinkovitu rekuperaciju topline otpadnog zraka iz sustava ventilacije, da osiguraju male padove tlaka i smanjenje gubitaka topline u razvodu te smanjenje potrošnje svih podsustava (tzv. „parazitske“ potrošnje) i druge primjenjive mjere.

U pogledu korištenja obnovljivih izvora energije projektom se mora omogućiti optimalno pasivno korištenje sunčeve energije, daylighting, prirodna ventilacija, noćno hlađenje te korištenje topline tla. Uz to je potrebno razmotriti optimalno korištenje sunčanih kolektora, geotermalne energije, biomase i sličnih izvora.

Naposljetku, kada su iscrpljene sve ekonomski opravdane mogućnosti uštede energije i korištenja obnovljivih izvora, treba odabrati takav konvencionalni sustav s korištenjem fosilnih goriva koji će vršiti najučinkovitiju pretvorbu energije goriva u korisnu energiju. U tom pogledu treba razmatrati korištenje kogeneracijskih jedinica, visokoučinkovitih kotlova, dizalica topline i slično. Učinkovita upotreba fosilnih goriva, također, podrazumijeva inteligentno upravljanje i regulaciju svim energetske podstavima, što uključuje upravljanje zahtjevima za grijanje, ventilaciju i rasvjetu te upravljanje energetskom opremom.

Glavna dobrobit ovdje pojednostavljeno opisane metode projektiranja energetski učinkovite zgrade je isticanje važnosti smanjenja energetskih opterećenja prije nego se dodaju sustavi za opskrbu energijom. Na taj način se potiče kompaktno rješenje s najnižim mogućim opterećenjem energetskih sustava i okoliša

Dakle, izbor odgovarajućeg sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije u zgradama treba prilagoditi potrebama lokacije, funkciji zgrade i tehničkim mogućnostima te dakako mogućnostima, ali i željama investitora. Poštujući opisani model integralnog, energetski učinkovitog projektiranja, prilikom projektiranja GVK sustava najvažnije je odabrati optimalni sustav, kako sa stanovišta primarnog kruga - proizvodnje (transformacije) toplinske i rashladne energije (energent, toplinski kapacitet i drugo), tako i sa stanovišta predaje energije kranjem korisniku - sekundarni krug (ogrjevnja tijela, instalacije, upravljanje potrošnjom i drugo). Pri tome treba imati na umu da je učinkovitost sustava umnožak učinkovitosti izvora energije, razvoda energije od izvora do ogrjevnih (rashladnih) tijela te regulacije sustava:

$$\eta_{sustava} = \eta_{izvora} \cdot \eta_{razvoda} \cdot \eta_{regulacije}$$

Preporuka za energetske-ekonomski optimalni odabir načina grijanja u zgradi je sustav sa što višom ukupnom učinkovitošću, pri čemu je ukupna učinkovitost sustava, a time i odabir optimalnog sustava bitno određen „najslabijom karikom“ u gornjem nizu.

Sustavi centralnog grijanja i hlađenja

Općenito se može utvrditi da je za nadoknadu transmisijских gubitaka u prostorima zgrada preporuka korištenje sustava centralnog grijanja i prema potrebi centraliziranog hlađenja. Često isti sustav može pružati grijanje i hlađenje. Medij za grijanje i hlađenje (prijenosnik energije) je najčešće voda ili zrak, dok se ogrjevnja tijela odabiru prema namjeni i zahtjevu uređenja interijera.

Sustavi s vodom kao nositeljem energije su najčešći kod stambenih zgrada, pri čemu valja paziti da se koristi toplinska izolacija cijevi i da cjevovodi za razvod energije budu što kraći, kako bi se smanjili gubici. U slučaju hlađenja toplinska izolacija je nužna u svim razvodima, a u slučaju grijanja minimalno kroz sve prostore koji se ne griju ili su unutar konstrukcije. Učinkovitost ovakvih sustava

razvoda (η_{razvoda}) kreće se od 95 do 98 posto. Kod sustava sa zrakom mora se paziti na odabir odgovarajućih kanala i tijela za istrujavanje zraka, te je posebno potrebno voditi računa o kvaliteti zraka koji prolazi kroz sustav i mogućoj kontaminaciji mikroorganizmima.

Predaja toplinske i rashladne energije u prostorima se vrši putem ogrjevnih (rashladnih) tijela i/ili površina. Preporuka je pri projektiranju težiti tzv. nisko-eksergetskim sustavima, odnosno sustavima grijanja ili hlađenja koji, u pogledu izvora energije, omogućuju korištenje energije „niskih parametara“. U praksi ovo podrazumijeva sustave koji pružaju grijanje ili hlađenje na temperaturi približnoj onoj sobnoj.

U stambenim zgradama, u tradicionalnom pristupu, ogrjevna tijela su najčešće radijatori koji predaju toplinu zračenjem i prirodnom konvekcijom (visokotemperaturni sustavi, $60\div 90^{\circ}\text{C}$), a po tipu se razlikuju člankasti, pločasti, cjevasti, valoviti i drugi. U boravišnim prostorijama radijatori su često obloženi kako bi se spriječio direktan kontakt, no treba imati u vidu da je time smanjena njihova učinkovitost za 10 do 15 posto.

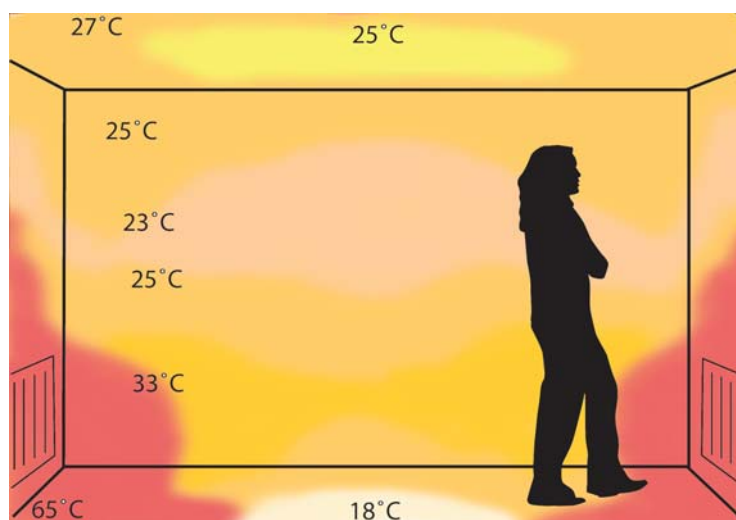
Druga moguća ogrjevna tijela su konvektori, najčešće ventilokonvektori, koji predaju toplinu konvekcijom, koja je najčešće prisilna (srednje-temperaturni sustavi, $45\div 60^{\circ}\text{C}$). Bitna prednost ventilokonvektora je činjenica da se ista jedinica može koristiti i za grijanje i za eventualno hlađenje prostorija.

Stoga se kod novogradnji s višim standardom ugone stambenih prostora, grijanje i hlađenje glavnih boravišnih prostora (dnevni boravak, blagovaonice) izvodi ventilokonvektorskim sustavom koji treba biti dimenzioniran tako da u potpunosti pokrije gubitke, odnosno dobitke topline u ovim prostorima. S obzirom na predviđeni standard i mogućnost prenamjene pojedinih soba, često je preporuka da i spavaće sobe uđu u ventilokonvektorski sustav grijanja i hlađenja, no u ovom pogledu treba razmotriti namjeru investitora i arhitekta te prema potrebi pojedine spavaće sobe isključiti iz ovakvog sustava grijanja i hlađenja. Također je preporuka ugradnja ventilokonvektora predviđenih za rad s optočnim uzduhom kako bi se izbjegla eventualna potreba za izvođenje zaštite od smrzavanja, a pri čemu treba odvojeno osigurati ventilaciju prostora. Za nadoknadu transmisivskih gubitaka u prostorima sanitarnih čvorova i kupaonica, kuhinja, hodnika i ostalih prostora u stanovima preporuka je korištenje centralnog radijatorskog grijanja. Centralno radijatorsko grijanje se, također, koristi za nadoknadu transmisivskih gubitaka u svim sobama koje nisu uključene u sustav ventilokonvektorskog grijanja i hlađenja. Ogrjevna tijela (model) treba odabrati prema zahtjevu uređenja interijera.

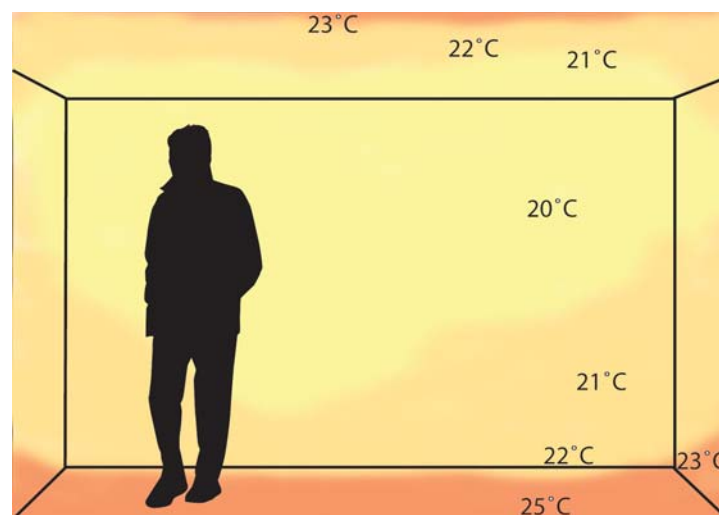
Danas se sve češće koriste grijače površine koje predaju toplinu zračenjem i prirodnom konvekcijom (sustavi površinskog grijanja), a koje se ugrađuju u stropove, stjenke (zidove) i najčešće u podove (tzv. podno grijanje). Izvode se ili kao električni ili toplovodni sustavi, pri čemu se koriste niže temperature ogrjevnog medija (niskotemperaturni sustavi, $30\div 45^{\circ}\text{C}$). Ovdje treba istaknuti da je ideja integralnog, energetski učinkovitog projektiranja aktivno korištenje konstrukcijskih elemenata građevine za prijenos topline, svjetla i zraka. To znači da se konstrukcijski elementi poput podova, zidova, temelja i slično, logično i racionalno kombiniraju i integriraju u sustave grijanja, hlađenja, ventilacije i pohrane energije. Stoga kao alternativu radijatorskom grijanju, prvenstveno u kupaonicama, kuhinjama, hodnicima,

koridorima i slično, treba razmotriti mogućnost korištenja podnog grijanja. Dakako, preporuka je razmatranje korištenja nisko-temperaturnih sustava i u ostalim prostorima, ali je potrebno osigurati da ogrjevne plohe ostanu otvorene kako bi se omogućila nesmetana predaja topline i time projektirana nadoknada transmisivskih gubitaka.

Ovakvi nisko-temperaturni sustavi najčešće se kombiniraju u tradicionalnom i inovativnom pristupu, odnosno kombiniraju sustave različitih temperaturnih razina u istoj građevini kako bi postigli optimalno iskorištavanje energije. Sustav grijanja ventilokonvektorima često je potrebno prilagoditi parametrima sustava radijatorskog grijanja s obzirom na obvezu korištenja odvojenih izvora energije po stanovima (bilo individualnih toplinskih podstanica bilo kotlova), pa je u tom slučaju preporuka temperaturni režim 70/60°C, uz prethodno fiksno podešenu recirkulaciju povratne vode za ventilokonvektore. Preporuka za hlađenje je predvidjeti temperaturni režim 9/13°C kako bi se omogućila maksimalna učinkovitost pogona i odabir rashladnih uređaja (bilo kompresorskih bilo apsorpcijskih). Stoga projektom treba pokazati da je korištenje pojedinih sustava i njihov udio u građevini energetski racionalno rješenje s obzirom na potrebnu temperaturu vode za grijanje i/ili hlađenje te potrebnu regulaciju.



Radijatorsko grijanje



Podno grijanje

Raspodjela temperature u prostoru / Izvor: EIHP

U svakom slučaju, preporuka je da se cjelokupni sustav grijanja projektira prema novoj europskoj normi EN 12828:2003 (HRN EN 12828:2003 - Sustavi grijanja u građevinama -- izvedba sustava toplovodnog grijanja), a sam sustav i odabir grijaćih tijela u stanovima prema normi EN 442, odnosno za radijatore temperaturni režim 75/65°C (sobna temperatura 20°C). Ovaj standard (EN 442) osigurava veću efikasnost sustava i manju potrošnju, ali i veću toplinsku ugodnost u prostoru u odnosu na normu DIN 4704 prema kojoj su se do danas najčešće projektirali sustavi centralnog grijanja (temperaturni režim 90/70°C, sobna temperatura 20°C). Sustav podnog grijanja treba projektirati sukladno europskoj normi EN 1264.

Konačno, provedbu transmisijских gubitaka trebalo bi provesti sukladno normi EN 12831 (HRN EN 12831:2004 Sustavi grijanja u građevinama -- postupak proračuna normiranoga toplinskog opterećenja) umjesto dosadašnje DIN 4701. Proračun godišnje potrebe za toplinskom energijom potrebno je napraviti sukladno normi EN 832 (HR EN 832:2000 i HRN EN 832/AC:2004 Toplinske značajke zgrada - Proračun potrebne energije za grijanje -- Stambene zgrade).

Sukladno preporukama, standardna temperatura u zimskim mjesecima u boravišnim prostorima trebala bi iznositi 20-22°C, temperatura kupaoonica 24°C, temperatura hodnika, grijanih stubišta i ostalih zajedničkih grijanih prostora u građevini 15°C, a temperatura podruma (garaža) i ostalih negrijanih prostora u građevini 10°C. Temperatura hlađenih prostora u ljetnim mjesecima ne bi trebala biti ispod 24°C.

Kod centralnih sustava grijanja i hlađenja vrlo je bitna regulacija. Centralna regulacija omogućava prilagodbu topline za grijanje trenutnim potrebama zgrade, pa se regulacijom u ovisnosti o temperaturi u prostoru za etažno grijanje ili grijanje obiteljskih kuća postiže ušteda do 13 posto, a kod stambene zgrade regulacija u ovisnosti o vanjskoj temperaturi omogućava uštedu do 10 posto. Osnovnoj regulaciji mogu se dodati upravljački mehanizmi, kao dnevni/tjedni programi, timer, optimizator i drugo, čime se omogućava podizanje stupnja ugone u prostoru uz uštedu energije (npr. noćni režim rada omogućuje uštede do 10 posto). Pri tome, postavljanjem termostatskih regulacijskih ventila kod primjene radijatora mogu se postići uštede energije za grijanje od 10 do 20 posto te ih svakako treba primijeniti pri projektiranju sustava radijatorskih grijanja u svim prostorima gdje ne postoji regulacija temperature u prostoru.

Izvori toplinske energije kod centralnih sustava grijanja

Izvori topline su dijelovi GVK sustava u kojima dolazi do pretvorbe prikladnog primarnog izvora energije u toplinsku ili rashladnu energiju koja se potom izravno ili posredno (pomoću prijenosnika energije) predaje u prostoriju.

Ukoliko na lokaciji postoji mogućnost priključenja na centralni toplinski sustav, to bi s energetskog i ekološkog stanovište trebao biti najpovoljniji izvor grijanja. Dakako, ovo ovisi o načinu proizvodnje toplinske energije te o karakteristikama i gubicima u sustavu distribucije i predaje toplinske energije. Također je ključno da postoji direktno mjerenje stvarne potrošnje toplinske energije i mogućnost regulacije potrošnje. Ovakvi sustavi su najčešće raspoloživi u većim urbanim sredinama.

Kao izvor toplinske energije u sustavima centralnog grijanja danas se najčešće javljaju kotlovi, u različitim izvedbama. Kotlovi su neizravni izvori topline u kojima dolazi do pretvorbe primarne energije goriva u toplinsku energiju, koja se zatim dovodi do ogrjevnih tijela putem ogrjevnog medija. Načelna preporuka je korištenje niskotemperaturnih kotlova (uobičajeni režimi rada 70/50°C, ili 60/40°C), odnosno kondenzacijskih kotlova ako je sustav za to pogodan. Korištenje konvencionalnih (toplovodni 80-110°C ili vrelovodni >110°C) ili parnih kotlova (para >0,5 bar) trebalo bi izbjegavati u sustavima grijanja zbog smanjivanja gubitaka pretvorbe i razvoda energije te time i podizanja ukupne učinkovitosti sustava. Dakako, njihova primjena može biti optimalna u slučajevima kada je to povezano sa zahtjevima korištenja toplinske energije u tehnološke svrhe (praonica, kuhinja i sl.). Ukoliko je

na lokaciji građevine dostupan prirodni plin, s ekološkog i ekonomskog stanovišta on je preporučeno gorivo za kotlove, dok se alternativno koristi ulje za loženje ili ukapljeni naftni plin zbog mogućnosti transporta i skladištenja na lokaciji. Ovisno o izvedbi i starosti nominalna učinkovitost kotlova, računata prema gornjoj ogrjevnoj vrijednosti goriva, kreće se od 60 do gotovo 100 posto u kondenzacijskim kotlovima.

Vrsta kotlova	$\eta_{\text{izvora}} (H_g)$
Konvencionalni (starije izvedbe)	55-62%
Konvencionalni (kombinirano gorivo)	60-65%
Konvencionalni (biomasa, kruto gorivo)	68-81%
Konvencionalni (plin, loživo ulje)	76-80%
Niskotemperaturni	80-84%
Kondenzacijski	90-97%

Vrste kotlova i njihova učinkovitost / Izvor: EIHP

Kondenzacijski kotlovi su konstruirani tako da iskorištavaju latentnu toplinu vodene pare u dimnim plinovima, pa time ostvaruju visoku učinkovitost pretvorbe energije goriva. Kritični faktor koji omogućava maksimalnu učinkovitost kondenzacijskih kotlova je temperatura povratne vode koju bi većinu pogonskog vremena trebalo držati ispod 50°C. Temperatura povrata u biti određuje učinkovitost i rad kotla u kondenzacijskom pogonu; npr. pri režimu 75/60°C je efikasnost kondenzacijskog kotla oko 90 posto, a pri režimu 40/30°C do 97 posto (H_g).

Pri korištenju kondenzacijskih kotlova treba voditi računa o tome da klasični dimnjaci ne ispunjavaju potrebne zahtjeve za ovakve kotlove te da je potrebno predvidjeti odvodnju kondenzata iz kotla, a posebno ako se kao gorivo koristi loživo ulje jer postoji opasnost od povećane količine kiseline u kondenzatu (H_2SO_4). Radi orijentacije, u prosječnom kondenzacijskom kotlu se za izgaranje 1m³ prirodnog plina dobije oko 0,8÷1 litra kondenzata.

Ukoliko na lokaciji građevine postoji toplinski spremnik konstantne temperature dobra učinkovitost procesa postiže se korištenjem toplinskih crpki (dizalica topline). Toplinske crpke su uređaji koji omogućavaju dovođenje energije s niže na višu temperaturnu razinu pomoću ljevokretnog kružnog procesa prikladne radne tvari (danas najčešće R407 i dr.). Energetski cilj primjene toplinskih crpki je prvenstveno najučinkovitije korištenje (transformacija) električne energije proizvedene iz fosilnih izvora i/ili sinergijski efekt korištenja ostalih obnovljivih izvora energije kroz transformaciju proizvedene električne energije (hidroenergija i energija vjetra) u korisnu toplinsku energiju, te naravno smanjenje emisije CO₂ putem podizanje ukupne učinkovitosti korištenja energije. Osnovni pokazatelj učinkovitosti rada toplinskih crpki je faktor učinka - COP. Preporuka za njihovo korištenje je onda kada u planiranom životnom vijeku mogu ostvariti minimalni prosječni godišnji COP 3,2 za kućanstva, odnosno COP 3,5 za sektor usluga i javni sektor.

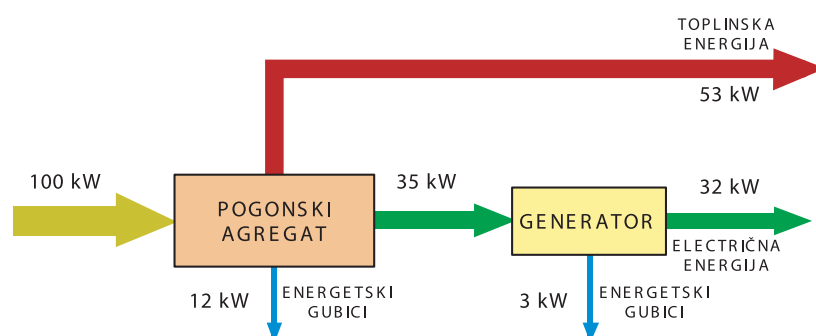
Ako je spomenuti spremnik topline više temperature od one okoline, dakle pri korištenju topline tla i/ili ostalih obnovljivih izvora – spremnika topline, toplinska crpka se može pokazati kao energetski najpovoljnije rješenje.

Energetski preporučljive opcije „prikupljanja“ topline iz okoliša su:

- zahvat poljem plošnih kolektora (horizontalno postavljene cijevi na dubini od 1,2 -1,5 m ispod površine zemlje) koji iskorištavaju većinom sunčevu energiju akumuliranu u zemlji (do 98%) s manjim udjelom geotermalne energije (oko 2%)
- zahvat podzemnih voda koje imaju relativno konstantnu prosječnu godišnju temperaturu od +8°C do +12°C (podzemna voda crpi se iz jednog bunara, vodi do dizalice topline i ohlađena vraća kroz drugi udaljeni bunar)
- zahvat geotermalne topline putem vertikalno položenih sondi koje se polažu na dubinu od 60 do 100 m ili više
- korištenje topline vanjskog zraka, pri čemu se toplinska pumpa izvodi kao kompaktna jedinica ili kao split-sustav

Ograničenje primjene toplinskih crpki je u činjenici da je proizvedena toplinska energija nižih parametara (najčešće do 55°C) pa je njihovo korištenje vezano uz nisko-temperaturne sustave, ali i zbog toga što toplinske crpke zahtijevaju visoka početna ulaganja.

Načelna shema kogeneracijskog sustava / Izvor: EIHP



Današnji trend decentralizacije energetskeg tržišta otvara mogućnost da se malim kogeneracijskim jedinicama zamijene kotlovi. Na tržištu postoji niz poznatih proizvođača koji nude kogeneracijska postrojenja u paketnoj izvedbi primjerenoj sustavima grijanja u zgradama, i to ili kao kogeneracije za male sustave grijanja stambenih blokova ili čak mikrokogeneracije za individualna kućanstva.

Male i mikro kogeneracije / Izvor: EIHP



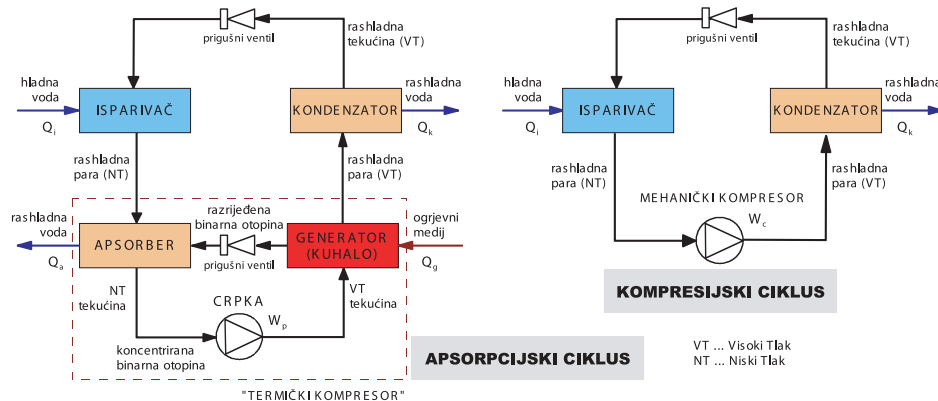
Centralni sustavi hlađenja

Centralni sustavi ventilacije i klimatizacije izvode se ili samo sa zrakom ili s vodom i zrakom kao prijenosnicima energije. Danas se često u prostorima kombinira primjena ova dva sustava, odnosno priprema zraka se odvija u klima-komorama, a uobičajeni transmisijski gubici/dobici se pokrivaju ventilokonvektorima ili sličnim jedinicama.

Za hlađenje prijenosnika energije (najčešće voda) danas se najčešće koriste kompresorski rashladni uređaji pogonjeni električnom energijom (split-sustavi, kompaktni prozorski klima-uređaji, rashladnici vode itd). No, ako je na lokaciji dostupan izvor toplinske energije poput centralnog toplinskog sustava (posebno tehnološke pare) ili je raspoloživa otpadna toplota, u svrhu racionalnog gospodarenja energijom svakako treba razmotriti primjenu apsorpcijskih rashladnika.

Kompresorski rashladni uređaji za podizanje energetske razine radne tvari (tlaka i temperature) koriste mehaničku energiju - djelovanjem kompresora, dok se rashladna energija prijenosniku topline predaje u isparivaču. Uobičajeno se koriste klipni kompresori, zatim vijčani i centrifugalni te scroll kompresori. Za njihov pogon se najčešće koristi električna energija, no moguća je i primjena mehaničkog rada motora s unutarnjim izgaranjem te plinske ili parne turbine. Kao radne tvari najčešće se koriste razni ugljikovodici, kao npr. halogenirani ugljikovodici (tzv. freoni) i njihove smjese, amonijak itd.

Kompresorski rashladnici dijele se na one sa zrakom hlađenim kondenzatorom te na one s vodom hlađenim kondenzatorom. Vodom hlađeni rashladnici su učinkovitiji, ali komercijalno dostupni uobičajeno kao veće jedinice. Kod zrakom hlađenih rashladnika COP iznosi od 2,0 do 3,1 dok COP vodom hlađenih rashladnika iznosi od 3,8 do 4,4. Učinkovitost pretvorbe energije mjeri se koeficijentom učinka COP koji predstavlja omjer između topline predane isparivaču i energije predane kompresoru ili generatoru kod apsorpcijskih uređaja.



Usporedba apsorpcijskog i kompresijskog rashladnog procesa / Izvor: EIHP

Apsorpcijski rashladni uređaji koriste svojstvo binarnih otopina za ostvarivanje procesa hlađenja bez mehaničkog rada kompresora. Umjesto mehaničkog rada u procesu se koristi toplinska energija izvora, ili direktnim izgaranjem goriva (prirodni plin) ili korištenjem pare i vrele vode. Temperature hlađenja koje se postižu apsorpcijskim rashladnim uređajima iznose oko 4÷9°C. Komercijalni jednostupanjski uređaji (single-effect) rade s COP od 0,6 do 0,75, a kao pogonsku energiju najčešće koriste toplu ili vrelu vodu (90-130°C) ili paru niskih parametara (do 1 bar).

Poboljšane performanse u apsorpcijskom ciklusu postižu se korištenjem topline oduzete kondenzatoru za dodatnu separaciju rashladnog medija (niskotemperaturni generator/kondenzator). Komercijalni dvostupanjski apsorpcijski uređaji (double-effect) rade s COP od 1,0 do 1,2, a kao pogonsku energiju najčešće koriste paru od 2 do 9 bar ili direktno izgaranje goriva.

Danas se na tržištu pojavljuju i trostupanjski apsorpcijski uređaji (triple-effect) kod kojih se uvodi još i srednji stupanj protoka radne tvari (srednjetemperaturni generator/kondenzator). Ovakvi komercijalni uređaji rade s COP oko 1,4÷1,6.

Iako na prvi pogled kompresorski uređaji rade sa znatno višim koeficijentom rashladnog učinka, treba uzeti u obzir da se ne uspoređuje isti vid energije u smislu transformacije goriva. Stoga se često uspoređuje učinkovitosti svedena na izvor energije, pri čemu se uočava i podudaranje ukupne učinkovitosti ovih procesa.

Usporedba kompresijskog i apsorpcijskog rashladnika / Izvor: EIHP

Rashladnik (ciklus)	COP uređaja	Faktor pretvorbe goriva i gubitaka od izvora do lokacije	Ukupni COP (na lokaciji)
Električni (kompresijski)	2,0 - 4,4	0,30	0,60 - 1,32
Apsorpcijski	0,6 - 1,6	0,90	0,54 - 1,44

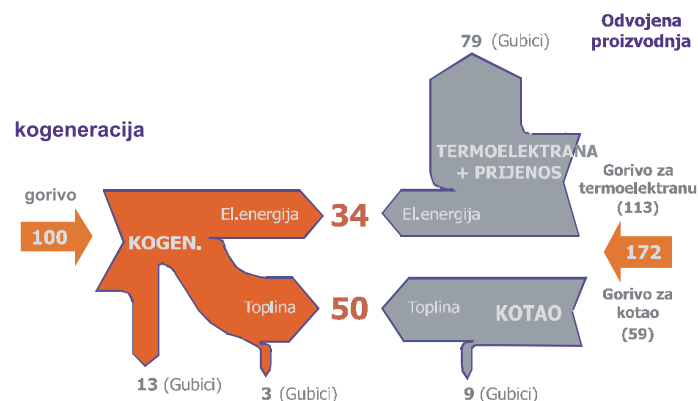
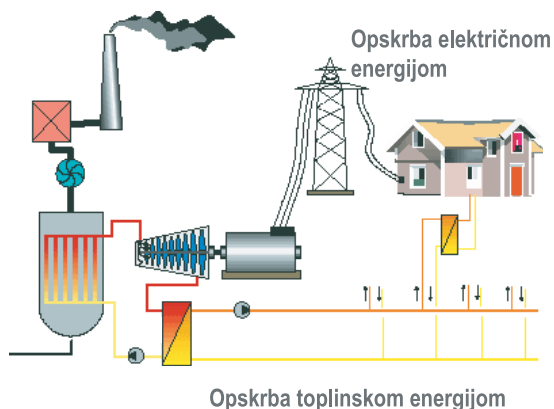
Bitna prednost apsorpcijskih rashladnika je smanjenje zakupljene snage električne energije pri izgradnji, te tijekom korištenja smanjenje vršne električne snage i potrošnje električne energije u periodima skupe energije („više tarife“). Time se postiže niža cijena rashladne energije i opravdava nešto viša investicija. Uz to, apsorpcijski rashladni uređaji su posebno interesantni kada na lokaciji objekta postoji izvor toplinske energije u kojem se para proizvodi u energetske i ekonomski povoljnom procesu. Dakle, priključak na centralni toplinski sustav - parovod, gdje se para proizvodi u kogeneracijskom procesu ili se koristi otpadna toplota, predstavlja energetske, ekološki i ekonomski optimalno rješenje proizvodnje rashladne energije.

CENTRALNI TOPLINSKI SUSTAVI I CENTRALNI SUSTAVI HLAĐENJA (CTS/CSH)

Sustavi daljinskog grijanja ili centralni toplinski sustavi (CTS) predstavljaju način opskrbe potrošača toplinskom energijom gdje se ona proizvodi na jednom mjestu za više zgrada i/ili naselja te preko distribucijske mreže prenosi do pojedinih objekata i potrošača.

Centralni toplinski sustavi mogu se prema tipu prijenosnika (distribucije) energije podijeliti na toplovodne sustave (polaz $<110^{\circ}\text{C}$), vrelovodne sustave (polaz $>120^{\circ}\text{C}$) i parovodne sustave. Prema vrsti izvora topline centralni toplinski sustavi su ili (1) sa zajedničkom proizvodnjom u kojoj se u kogeneracijskom procesu proizvode električna i toplinska energija, ili (2) s blokovskim kotlovnicama za proizvodnju isključivo toplinske energije (proizvode toplinsku energiju za manji broj zgrada) te (3) sustavi industrijskog grijanja pri čemu se za CTS koristi otpadna toplina nastala korištenjem toplinske energije u proizvodno-tehnološkim procesima.

Iako sve varijante imaju svoje prednosti, korištenje kogeneracijskih postrojenja u centralnim toplinskim sustavima se smatra optimalnim energetskim rješenjem jer su takvi sustavi dokazani kao oni koji nude najviši nivo uštede energije goriva, a time i pozitivan utjecaj u smislu cijene topline i istovremenog očuvanja okoliša.



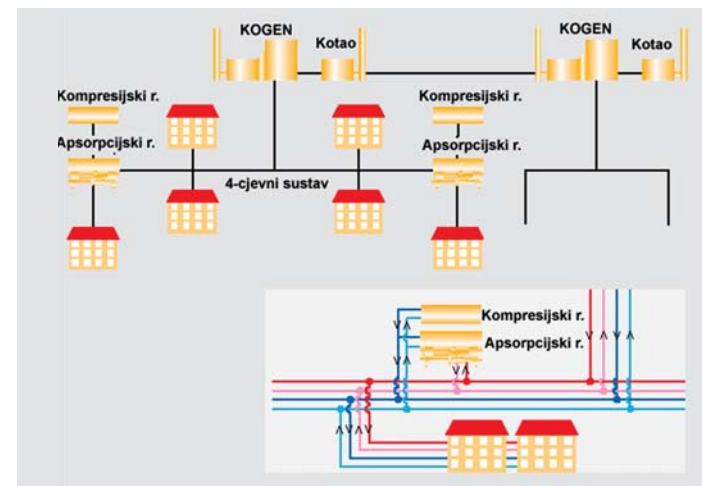
Prednosti sustava CTS-a s primjenom kogeneracijskog procesa / Izvor: EIHP

U centralnim toplinskim sustavima je prisutna velika razlika u toplinskom konzumu potrošača tijekom ciklusa jedne kalendarske godine. Tijekom zime su instalirani kapaciteti CTS-a potpuno iskorišteni, no tijekom ljeta većina kapaciteta ostaje neiskorištena. Kako bi cjelokupni sustav bio što ekonomičniji u cjelogodišnjem pogonu, toplinskim potrebama tijekom sezone grijanja dodaje se priprema potrošne tople vode, pa se tijekom ljetnih mjeseci preuzeta toplinska energija

koristi isključivo za ovu svrhu. Razlike koje su pritom prisutne između ljetne i zimske potrošnje energije mjere se i do 1:20, dok u nekim (manjim) sustavima nije predviđena niti ova minimalna ljetna potrošnja.

Dakle, tijekom ljetnih mjeseci na raspolaganju ostaju značajni kapaciteti pa se logično nameće upotreba toplinske energije u svrhu hlađenja objekata. Ovo je, u osnovi, moguće izvesti dva načina: (1) ugradnjom jednostupanjskih apsorpcijskih rashladnih uređaja u vrelovodnu ili parovodnu mrežu s temperaturom vrele vode ili vodene pare oko $90\div 110^{\circ}\text{C}$ ili (2) ugradnjom dvostupanjskih (ili trostupanjskih) rashladnih uređaja u parnu mrežu ili u vrelovodnu mrežu s visokim parametrima vrele vode. Prva opcija - korištenje vrelovodne mreže u danas u postojećim sustavima u Hrvatskoj ograničena je niskim parametrima rada u ljetnim mjesecima (polazna temperatura pada do 65°C), pri čemu komercijalni apsorpcijski rashladni uređaji rade s bitno smanjenim rashladnim učinkom i snagom. Zbog toga je danas primarni potencijal ovakvog hlađenja korištenje toplinske energije pare.

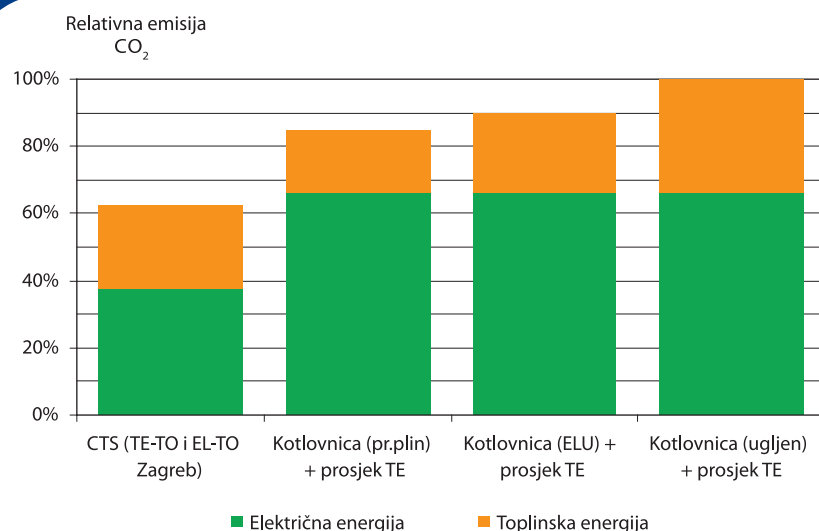
Sustav daljinskog hlađenja / Izvor: Foged, M.: District Cooling - a business opportunity, Newa from DBHB 4/2003



No uz opciju proizvodnje rashladne energije na lokaciji zgrade javlja se i mogućnost centralne proizvodnje za više zgrada ili dijelove grada. Prednosti centralizirane opskrbe rashladnom energije su jasne: spajanjem više rashladnih potrošača s različitim iznosima i oblicima rashladnog opterećenja u jedan jedinstveni sustav otvara se mogućnost za bolje iskorištenje instaliranih rashladnika, a korištenjem manjeg broja proizvodnih jedinica velikog kapaciteta postiže se veća učinkovitost (veliki rashladnici imaju bitno višu učinkovitost) čime se smanjuju troškovi pogona i održavanja. Dakle, u ovom slučaju se ili koriste postojeće proizvodne lokacije CTS-a koje se proširuju u smislu rashladnih postrojenja te novih instalacija distribucije, ili se veća rashladna postrojenja rade u pojedinim dijelovima naselja, odakle se rashladna energije distribuira do pojedinih zgrada. U oba slučaja se za pogon energetski učinkovitih apsorpcijskih rashladnih uređaja može koristiti para, dobivena najčešće u kogeneracijskom procesu te eventualno električna energija za

vršne rashladne potrebe. S energetskeg i eksergetskog stanovišta tako se postiže optimalno iskorištenje primarne energije goriva, pa korist od spojne proizvodnje električne i rashladne energije imaju i elektroenergetski sustav i sustav daljinskog hlađenja.

Centralni toplinski sustavi se u svijetu oduvijek prepoznaju kao oblik korištenja energije za grijanje uz vrlo visoki stupanj zaštite okoliša. Toplinska energija proizvodi se na jednom mjestu uz visoki stupanj iskoristivosti energenata (najčešće kogeneracija ili otpadna toplina,) pa se direktno smanjuju emisije u okoliš. U usporedbi s pojedinačnom proizvodnjom topline zajedno s električnom energijom iz termoelektrana, emisije CO₂ ostvarene za proizvodnju jednake količine energije u CTS-u u Zagrebu su manje za 25-30 posto. Također, emisiju štetnih plinova na mjestu proizvodnje kontroliraju različite institucije, a o energiji brine stručno osoblje. Emisija polutanata sa stanovišta mikrolokacije objekta je najpovoljnija jer se tu potpuno izbjegava bilo kakvo zagađenje (emisija nastaje na mikrolokaciji toplane). Također, u pogledu općeg društvenog i stajališta racionalnog gospodarenja energijom (eksergija) može se reći da je korištenje toplinske energije iz kogeneracijskog procesa daleko opravdanije od proizvodnje topline direktnim spaljivanjem plina u ložištu.



Smanjenje emisija CO₂ primjenom CTS-a i kogeneracijskog procesa / Izvor: EIHP

Distribucija toplinske energije i njezina potrošnja pojednostavljena je u najvećoj mogućoj mjeri, a upravljanje i mjerenje potrošnje može se vršiti na individualnim lokacijama potrošnje (stanovi) ili na razini objekta (zgrada). Pouzdanost opskrbe je vrlo visoka uz visok standard usluge.

Mjere sigurnosti od požara i eksplozije su zanemarive, a podiže se protupožarna sigurnost lokacije. Kod krajnjeg korisnika ne postoje zapaljivi i eksplozivni energenti na većem broju mikrolokacija, kao što je to kod direktnog korištenja plina, loživog ulja ili ugljena gdje svaki korisnik brine o ispravnosti i sigurnosti rada vlastitih instalacija i mjesta izgaranja. Također, ne postoje dimnjaci pa toplinska stanica može biti smještena sukladno zahtjevima arhitekta, a oprema i instalacije zahtijevaju manje prostora za smještaj u odnosu na kotlovnicu.

Dakako, jedna od bitnih prednosti CTS-a je i cijena za krajnjeg korisnika koja je u pravilu niža od drugih alternativa. Troškovi održavanja i eksploatacije na lokaciji su daleko manji, odnosno velika većina je uključena u cijenu energije, a kompletno održavanje i servis predajnog dijela toplinske stanice krajnjeg korisnika ne stoji ništa s obzirom da je već uključeno u cijenu zakupljene snage.

Na kraju, korištenjem CTS-a je moguća izgradnja apsorpcijske rashladne stanice na lokaciji, posebno ako se koristi para. U tom slučaju dobiva se i niz prednosti vezanih uz proizvodnju rashladne energije. Prvo, potrebna je vrlo mala električna snaga u odnosu na tradicionalne električne kompresorske rashladnike, pa su smanjeni troškovi priključka na elektro-distribucijsku mrežu. Ostvaruje se povoljna cijena pogonskog – ogrjevnog medija i stoga povoljna cijena proizvedene rashladne energije (posebno u odnosu na korištenje električne energije u višoj tarifi) jer se koristi isti ogrjevni medij kao i za grijanje. Apsorpcijski uređaji imaju manji broj pokretnih mehaničkih dijelova i rade na nižim tlakovima pa zahtijevaju manji nivo godišnjeg održavanja i imaju višu pouzdanost u odnosu na kompresorske rashladnike. Osim toga, vijek trajanja apsorpcijskog rashladnog uređaja veći je od kompresorskog. Prednost tih pogona su, također, manje vibracije u odnosu na postrojenje s kompresorima zbog malog broja pokretnih-rotirajućih dijelova i ne korištenje klor-fluor-uglikovodika (HCF) kao rashladnog medija, jer su štetni za ozonski omotač. Na posljetku, unatoč većoj učinkovitosti kompresorskih uređaja, ukupna energetska učinkovitost proizvodnje rashladne energije apsorpcijskim i kompresorskim hlađenjem može biti izjednačena (zbog vezane proizvodnje unutar kogeneracijskih proizvodnih sustava ili korištenja otpadne topline).

SUSTAV RASVJETE I ENERGETSKA TROŠILA

Energetski učinkovita rasvjeta u prvom redu uključuje maksimalno korištenje dnevnog svjetla koje je najkvalitetniji oblik rasvjete. Dnevno svjetlo omogućuje rasvjetu ambijenta i radnog mjesta te kontakt čovjeka s okolicom. Vjeruje se da je dugotrajan rad pod umjetnom rasvjetom loš za psihičko i fizičko zdravlje ljudi za razliku od rada pod dnevnim svjetlom koje ne uzrokuje nelagodu i stres. Karakteristično za korištenje prirodnog osvjetljenja je da:

- osigurava zdravije klimatske uvjete u prostorijama
- omogućava veće standarde vizualne udobnosti
- čini prostorije vedrijima i ugodnijima za boravak
- štedi energiju
- štedi novac
- smanjuje emisije štetnih plinova u atmosferu
- štedi ograničene globalne izvore energije

Umjetna rasvjeta nadomještajući dnevnu svjetlost omogućava nastavak aktivnosti na nedovoljno osvijetljenim mjestima i tijekom noći. Umjetnu rasvjetu možemo podijeliti na: opću (ambient) koja pruža sigurnost u kretanju i omogućava obavljanje jednostavnih poslova, lokalnu (task) koja omogućava obavljanje složenijih poslova za koje je potrebna viša razina rasvjete, i ugođajnu (accent) koja naglašava npr. strop ili zidove kako bi se stvorio poseban ugođaj u prostoriji.

Tradicionalno do danas nekoliko godina koristila se samo tzv. klasična rasvjeta, odnosno klasični izvor svjetla sa žarnom niti (žarulja), no razvojem tehnologija na tržištu su postali pristupačni i ostali izvori svjetla, koji su znatno učinkovitiji. Usporedbe radi, klasična žarulja sa žarnom niti ima 95 posto termičkog zračenja i svega 3-5 posto svjetlosnog zračenja (luminiscencija), dok moderni izvori svjetla imaju i deset, pa i više, puta veću efikasnost jer se temelje na drugačijoj tehnologiji izbijanja (fluo-cijevi, fluo-kompaktne žarulje, visokotlačne natrijeve i živine žarulje, LED-rasvjeta, halogena i natrij-ksenon žarulja). Isto tako, učinkovitošću se povećava i kvaliteta i trajnost žarulja, pa tako već postoje long-life izvedbe za kućanstva od 14-16 000 radnih sati, a za specijalne potrebe (javna rasvjeta) i duže, čime se tako smanjuju troškovi održavanja. Samim razvojem rasvjete razvijaju se i inteligentni upravljački sustavi za racionalizaciju potrošnje (day-light system) te nove generacije elektroničkih predspojnih naprava (prigušnica). Preporuka je, dakle, koristiti kompaktne fluorescentne cijevi puno poznatije pod nazivom štedne žarulje u što većoj mjeri. Energetska učinkovitost štednih žarulja je od 5 do 6 puta veća od one klasičnih žarulja, uz i do 10 puta dulji vijek trajanja (prosječna trajnost klasičnih žarulja je do 1000 sati, a štednih i više od 10 000 sati). Postavljanje regulatora jakosti svjetla je energetski učinkovita mjera koja rezultira smanjenjem potrošnje električne energije s jedne i povećanjem životnog vijeka žarulje s druge strane.



Primjer štedne žarulje i energetske naljepnice za kućanske uređaje

Energetski učinkovita trošila koriste znatno manje energije nego standardna, pa je preporuka da se prilikom kupnje obavezno o tome vodi računa, pri čemu je i ekonomski opravdano kupovati uređaje energetske klase A ili eventualno energetske klase B. Stupanjem na snagu Pravilnika o označavanju energetske učinkovitosti kućanskih uređaja (NN 133/05), u Republici Hrvatskoj je propisano obavezno označavanje spomenutih uređaja energetskim naljepnicama. Energetske naljepnice su oznake energetske učinkovitosti tj. potvrda kvalitete uređaja s obzirom na njihovu učinkovitost, pri čemu se uređaji prema potrošnji energije dijele na 7 stupnjeva energetske učinkovitosti označenih slovima od A do G (grupu A čine energetski najučinkovitiji uređaji). Energetske naljepnice omogućuju korisnicima uređaja djelotvornu usporedbu različitih modela nekog uređaja ovisno o energetskoj učinkovitosti, godišnjoj energetskoj potrošnji i nekim važnijim radnim karakteristikama i moćnostima uređaja.

ENERGETSKI PREGLED (AUDIT) ZGRADE KAO METODA U IMPLEMENTACIJI MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Suvremeno upravljanje energijom u zgradama uključuje široku analizu svih energetske sustava zgrade. Energetski pregled ili audit zgrade podrazumijeva analizu toplinskih karakteristika i energetske sustava zgrade s ciljem utvrđivanja učinkovitosti i/ili neučinkovitosti potrošnje energije te donošenja zaključaka i preporuka za povećanje energetske učinkovitosti. Energetski pregled utvrđuje način korištenja energije, područja rasipanja energije i identificira mjere za povećanje energetske učinkovitosti.

Osnovni cilj energetskog pregleda je prikupljanjem i obradom niza parametara dobiti što točniji uvid u zatečeno energetsko stanje zgrade s obzirom na: građevinske karakteristike u smislu toplinske zaštite; kvalitetu sustava za grijanje, hlađenje, prozračivanje i rasvjetu; zastupljenost i kvalitetu energetske uređaja; strukturu upravljanja zgradom te pristup stanara ili zaposlenika energetskoj problematici, nakon čega se odabiru konkretne optimalne energetsko-ekonomske mjere povećanja energetske učinkovitosti.

Na temelju raspoloživih podataka može se odrediti bazna potrošnja za promatranu godinu, no bitno je ustanoviti korekcijske faktore koji se u prvom redu odnose na promjene broja ukućana te promjene korisne odnosno grijane površine objekta. S time se određuje bazna potrošnja, odnosno energetske potrebe u nekom budućem promatranom stanju.

Uz ustanovljenje budućeg energetskog stanja, želja i realnih potreba za energijom, pristupa se odabiru provedivih varijanti povećanja energetske učinkovitosti objekta, uzimajući u obzir i udobnost stanovanja. Te se varijante odnose na:

- poboljšanje toplinskih karakteristika vanjske ovojnice primjenom toplinske izolacije
- zamjenu ili poboljšanje sustava grijanja i povećanje učinkovitosti
- zamjenu ili poboljšanje sustava klimatizacije i povećanje učinkovitosti
- zamjenu ili poboljšanje sustava pripreme tople vode
- promjenu energenta gdje je to ekonomski i ekološki isplativo
- uvođenje obnovljivih izvora energije (Sunčeva, geotermalna, biomasa...)
- poboljšanje učinkovitosti sustava elektroinstalacija i kućanskih aparata
- racionalno korištenje vode
- upravljanje energetikom općenito

Za svaku od varijanti utvrđuju se tehničke karakteristike provedbe, uklapanje u cijeli sustav, ostvarive uštede energije te ekonomske karakteristike – procjena investicije i mogućih ekonomskih ušteda. Na temelju usporedbe varijanti i isplativosti ulaganja u svaku od njih izrađuje se izvještaj s ocjenama i preporukama za optimalni zahvat.

Ovisno o nivou i preciznosti informacija koje se prikupljaju o energetskom stanju zgrade razlikujemo:

1. PRELIMINARNI ENERGETSKI PREGLED ZGRADE ILI WALK THROUGH AUDIT
2. DETALJNI ENERGETSKI PREGLED ZGRADE SA STUDIJOM IZVODLJIVOSTI

Preliminarni energetska pregled zgrade uključuje kratki uvid u stanje energetike zgrade, s ciljem utvrđivanja potencijala za povećanje energetske učinkovitosti, odnosno za provođenje detaljnog energetska pregleda. Vizualnim pregledom energetska stanja vanjske ovojnice i energetska sustava te kratkom analizom prikupljenih podataka utvrđuju se ključni problemi i sastavljaju preporuke za povećanje energetska učinkovitosti uz ocjenu potrebe za detaljnim energetska pregledom i investicijskom studijom.

Detaljni energetska pregled ulazi u detaljniju energetska analizu zgrade i identifikaciju potencijalnih mjera energetska učinkovitosti kroz razgovor s ključnim ljudima u zgradi te pregledom postojeće dokumentacije i računa s podacima o potrošnji toplinske i električne energije za minimalno 36 mjeseci. Detaljnim pregledom zgrade i provođenjem potrebnih mjerenja potrošnje – toplinska mjerenja, mjerenja električne energije, termografsko snimanje, mjerenje propusnosti zraka kod zgrada – utvrđuju se ključni problemi i prenose odgovornim vlasnicima ili upraviteljima zgrade.

Na osnovu konkretnih mjera energetska učinkovitosti izrađuje se redoslijed prioriteta mjera, za promatranu zgradu, koje se mogu implementirati u nekoliko faza. Ukoliko se ulaganje u povećanje energetska učinkovitosti pokaže energetska, ekonomski i ekološki isplativo projekt se može aplicirati za sufinanciranje ili financiranje u sklopu uvjeta pojedinih banaka. Takva aplikacija mora uključiti poslovni i financijski plan s opisom projekta, ciljeva, postignuća te energetska i ekoloških ušteda uz prihvatljiv vremenski period povrata investicije.

Uvođenjem energetska certifikacije zgrada u budućnosti, odnosno klasifikacije i ocjenjivanja zgrada prema potrošnji energije, energetska pregled zgrade trebao bi postati nezaobilazna metoda utvrđivanja učinkovitosti, odnosno neučinkovitosti potrošnje energije te podloga za izradu energetska certifikata zgrade.

METODE MJERENJA I KONTROLE POTROŠNJE ENERGIJE U ZGRADAMA

Uloga infracrvene termografije

Veliki dio ukupne potrošnje energije otpada na ostvarivanje toplinskog komfora u zgradama. Infracrvena termografija pokazala se kao izuzetno korisna metoda za vizualizaciju toplinskih gubitaka kroz elemente konstrukcije kod istraživanja potencijala povećanja energetske učinkovitosti zgrada. Termografskim snimanjem zgrada, te kasnijom stručnom interpretacijom moguće je locirati nedostatke konstrukcije i usmjeriti zahvate na sanaciji prema optimalnom poboljšanju energetske učinkovitosti sustava zgrade.

Nedostaci u konstrukciji koji se mogu ustanoviti termografskim snimanjem su: nehomogenost materijala zida, neispravnost ili nepostojanje toplinske izolacije, vlaga u konstrukciji, problemi ravnih krovova, toplinski mostovi, otvoreni propusti za zrak-ventilacije, fuge i slično te koncentracija instalacija u zidu.

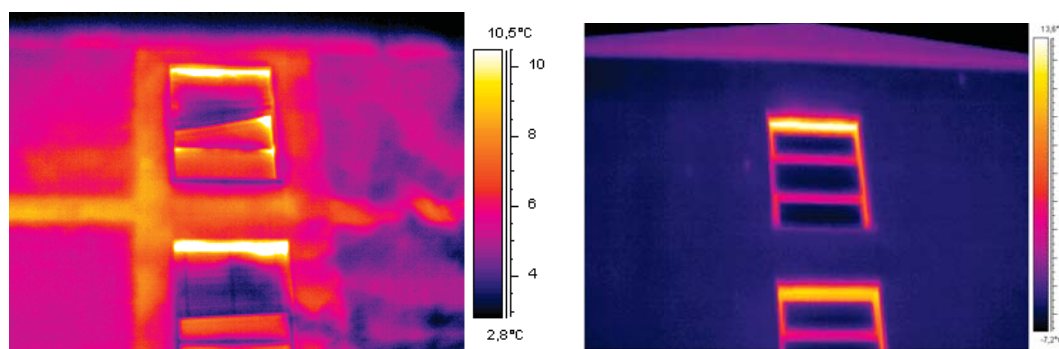
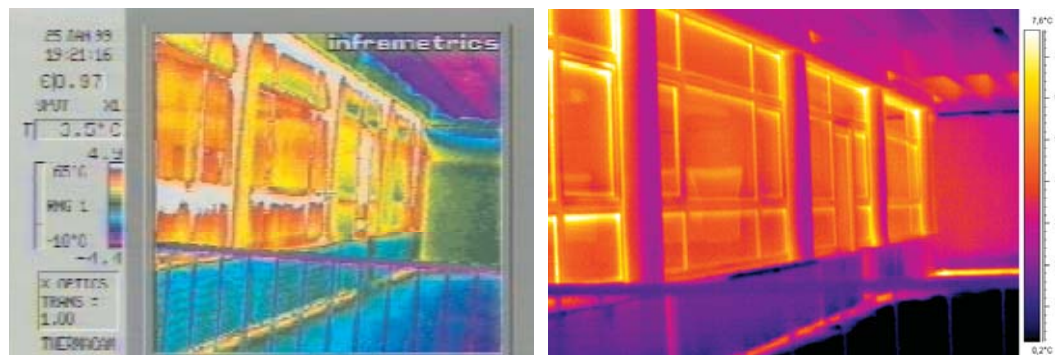
Osim toga, infracrvenom termografijom je moguće detektirati havarije ili manja propuštanja sustava u smislu procurjevanja instalacija ugrađenih u zidove i/ili energetske kanale, ali također i eventualne nedostatke i oštećenja izolacije ugrađenih instalacija koja se ne mogu ustanoviti običnim vizualnim pregledom sustava.

Suvremena termografija bazirana je na sposobnosti infracrvene kamere da registrira toplinsku energiju koju zrače površine tijela, otkrije sve nepravilnosti temperaturnog zračenja podloge, i to pretvori u sliku, tzv. termogram. IC termografija danas se pokazuje kao izuzetno korisna metoda u istraživanju i unapređivanju energetske učinkovitosti u zgradarstvu. Pomoću termografskih snimaka dijelova konstrukcije moguće je vrlo brzo prepoznati nedostatke povezane s toplinskim karakteristikama, otkriti uzroke i predložiti sanaciju. Mogućnost beskontaktnog i daljinskog snimanja ukupnog temperaturnog polja površine promatranog objekta daje velike prednosti u odnosu na klasične analize konstrukcije. Primjena je podjednako korisna na postojećim objektima, objektima pod zaštitom kao i novim objektima.

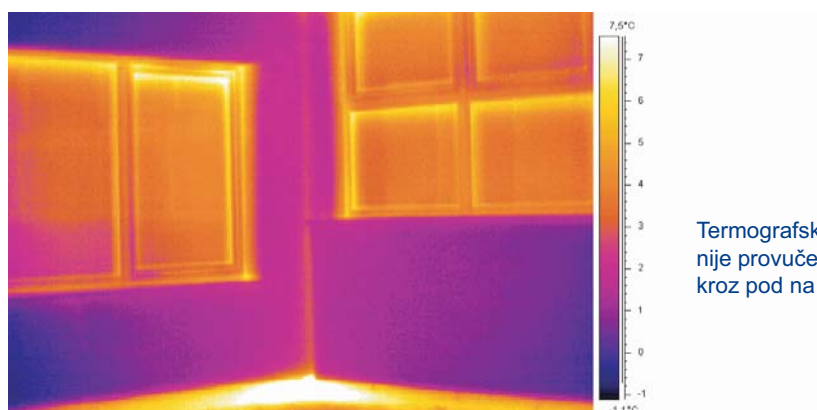
Upravo zbog navedenih razloga u razvijenim zemljama se metoda termografije sve više uvodi kao obavezna metoda kod kontrole pri primopredaji objekata te u redovitom nadzoru i održavanju objekata, posebno objekata javne namjene. Istraživanja pokazuju da među troškovima gradnje i pogona zgrade na prvom mjestu često stoje troškovi održavanja. Stoga primjena termografije može donijeti značajne uštede bilo putem kratkoročnog sprječavanja ozbiljne degradacije sustava konstrukcije ili pak dugoročnog podizanja energetske učinkovitosti zgrade.

Cilj daljnjeg razvoja primjene termografije u zgradarstvu je:

1. Pomoć pri pregledu i ocjeni kvalitete novih zgrada putem određivanja parametara toplinske učinkovitosti izvedene konstrukcije zgrade
2. Uvođenje termografije kao standardne metode za efikasno održavanje postojećih zgrada
3. Određivanje toplinske učinkovitosti zgrade mjerenjem gubitaka topline kroz vanjsku ovojnicu zgrade
4. Unapređenje zgradarstva na području projektiranja i gradnje, naročito sa stanovišta uštede energije



Usporedba termograma prije (lijevo) i nakon rekonstrukcije (desno) vanjske ovojnice zgrade / Izvor: EIHP



Termografska slika toplinski izolirane zgrade gdje zidna izolacija nije provučena do temelja, pa možemo vidjeti tipičan toplinski most kroz pod na terenu / Izvor: EIHP

Mjerenje i praćenje stvarne potrošnje energije u zgradama na CTS-u

Centralni toplinski sustav se u svijetu oduvijek prepoznaje kao oblik racionalnog korištenja energije gdje se toplinska energija proizvodi na jednom mjestu, uz visoki stupanj iskoristivosti energenata te prilagodbu proizvodnje vanjskim temperaturama i potrošnji korisnika. Oblici racionalnog korištenja toplinske energije u centralnim toplinskim sustavima su:

- Ugradnja predizoliranih cjevovoda za distribuciju toplinske energije od izvora (toplana) do potrošača (stambeni i poslovni objekti). Ugradnjom takve tehnologije produljuje se radni vijek vrelovoda, smanjuju gubici u prijenosu energije i jamči sigurnija opskrba svih potrošača.
- Ugradnja novih generacija automatske regulacije u toplinskim stanicama objekata potrošača, čime se povećava točnost reguliranja potrošnje toplinske energije na razini objekta, smanjuje nepotrebna potrošnja i podiže standard pružene usluge krajnjem potrošaču. Uz to objekti su neovisni o ljudskom faktoru pa početak ili kraj grijanja, kao i temperatura, nisu vezane uz tzv. „sezone grijanja“.
- Ugradnja individualnog mjerenja toplinske energije po stanovima potrošača, koji mogu kontrolirati vlastitu potrošnju, a time i troškove vezane za grijanje stambenih prostora. To znatno smanjuje potrošnju toplinske energije, a time se neizravno doprinosi zaštiti okoliša zbog smanjenja emisije štetnih plinova i čestica u atmosferu.

Mjesto preuzimanja ili mjesto predaje toplinske energije je mjesto u toplinskoj mreži na kojem se toplinska energija preuzima/predaje i na kojem prestaje odgovornost jednog energetskog subjekta koja prelazi na drugi energetski subjekt ili na kupca. To je ujedno i mjesto razgraničenja vlasništva između energetskih subjekata ili između energetskog subjekta i kupca. Nadalje, obračunsko mjerno mjesto je mjesto u mreži na kojem se pomoću mjerila i ostale mjerne opreme obavlja mjerenje parametara toplinske energije radi obračuna.

Mjerilo toplinske energije je ono kojim se registrira količina isporučene toplinske energije na obračunskom mjernom mjestu sukladno propisima u području zakonskog mjeriteljstva i tehničkim pravilima distribucijskog sustava, koje može biti zasebno mjerilo toplinske energije (koje registrira količinu isporučene toplinske energije za jednog kupca) ili zajedničko mjerilo toplinske energije (koje registrira količinu isporučene toplinske energije za dva ili više kupaca spojenih na zajedničku instalaciju centralnog grijanja).

Kad govorimo kućnim instalacijama grijanja na CTS-u u Hrvatskoj je, donošenjem Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o komunalnom gospodarstvu (NN 128/99), postalo obvezno individualno mjerenje i regulacija toplinske energije na razini osnovne stambene i/ili poslovne jedinice. Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom (NN 42/05) određuje sve bitne elemente u proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom te otvara mogućnost individualnog mjerenja i regulacije toplinske energije i za objekte izgrađene prije nego što je ovaj Zakon stupio na snagu.

Tehničko-tehnološke uvjete za ugradnju mjernog i regulacijskog uređaja iz sadržaja tih zakonskih akata određuje isporučitelj komunalne usluge, dok stvarni trošak ugradnje plaća vlasnik nekretnine. Dijelovi koji čine sustav za mjerenje nalaze se u mjernom ormaru s mjernom opremom obračunskog mjernog mjesta, što je najčešće ormarić standardiziranog tipa.

U mjernom ormaru se nalazi zaporna armatura i mjerilo toplinske energije koje mora biti u stanju evidentirati ukupnu utrošenu energiju za zagrijavanje i pripremu potrošne tople vode. Na jednom obračunskom mjernom mjestu može biti priključen samo jedan kupac, osim u slučajevima zajedničke potrošnje u stambenim i/ili poslovnim zgradama. Kako bi se izbjegla prevelika sloboda ugradnje i odabira dijelova u ormariću najčešće je mjerni ormarić konstruiran kao gotov element s ugrađenim dijelovima, a na objektu ga je potrebno samo ugraditi te spojiti s jedne strane na kućnu instalaciju objekta, a s druge na instalaciju stana.

Mjerila toplinske energije koja se ugrađuju u ormariće individualnog mjerenja trebaju biti u skladu sa sljedećim normama: HRN EN 1434-1, 1434-2, 1434-3, 1434-4, 1434-5 i 1434-6. Prema zahtjevima, tehnički elementi za odabir mjerila su gornja granica temperaturnog opsega $Q_{max} = 90^{\circ}\text{C}$, donja granica protoka $q_l = 6 \text{ l/h}$, trajni nazivni protok $q_p = 600 \text{ l/h}$, gornja granica protoka $q_p = 1200 \text{ l/h}$, donja granica temperaturne razlike $\Delta t_{min} = 3 \text{ K}$, gornja granica temperaturne razlike $\Delta t_{max} = 50 \text{ K}$, temperatura okoline za ugradnju $5 - 55^{\circ}\text{C}$ te napajanje (baterijsko) trajnost >5 godina.

Instalacija grijanja objekta kod primjene individualnog mjerenja za svaki stan treba biti izvedena temeljnim razvodom u podrumskom dijelu te vertikalnim vodovima koji će biti smješteni u energetske kanalima. Na početku svakog vertikalnog voda potrebno je ugraditi granske regulatore diferencijalnog tlaka (povratni vod) te zaporne ventile s priključkom za impulsni vod granskog regulatora diferencijalnog tlaka (polazni vod). Svaki vertikalni vod mora biti spojen na odzračnu mrežu i to tako da se posebno izvedu odzračna mreža polaznog i povratnog voda. Obje mreže moraju biti spojene preko odzračnih lončića signalnim vodom u toplinsku stanicu. Na polaznom vodu kućne instalacije grijanja treba ugraditi crpku potrebnih karakteristika prema zahtjevima instalirane snage i cijevne mreže kućne instalacije s elektroničkim sklopom frekventne regulacije.

Kod instalacija priključka pojedinog stana na vertikalni vod potrebno je spajati priključke pojedinih stanova koji moraju sadržavati ormarić individualnog mjerenja

s mjerilom topline i potrebnom zapornom armaturom koja omogućava njegovu zamjenu bez pražnjenja instalacije. Svaka stambena jedinica mora imati svoj vlastiti razvod instalacije grijanja od priključka na vertikalni vod do svakog ogrjevnog tijela.

Za razliku od novih zgrada, zakonom nije obvezno individualno mjerenje toplinske energije u postojećim zgradama, nego je u Zakonu o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom (NN 42/05) navedeno da vlasnici posebnih dijelova objekta mogu radi racionalnijeg korištenja energije, uz suglasnost energetskog subjekta koji obavlja energetske djelatnosti distribucije toplinske energije, ugraditi uređaje za lokalnu razdiobu isporučene toplinske energije, uređaje za regulaciju odavanja topline i uređaje za mjerenje potrošnje toplinske energije. Ugradnja individualnog mjerenja toplinske energije po stanovima motivirajuća je za potrošače jer im omogućava kontrolu potrošnje toplinske energije, a time i kontrolu troškova.

Razdjelnici troškova grijanja

Ugradnja mjernih ormarića kod postojećih zgrada zahtijevala bi znatne preinake i opsežne građevinske radove zbog potrebe premještanja vertikalnih vodova, što nije ekonomski opravdano, tako da je najjednostavnija opcija ugradnja elektronskih razdjelnika topline koji se fizički montiraju na pojedinom ogrjevnom tijelu (radijatoru). Razdjelnici troškova (heat allocators) su uređaji koji registriraju toplinu koju radijatori predaju prostorijama određene namjene, a čija se opskrba toplinskom energijom ostvaruje preko zajedničke instalacije centralnog grijanja spojene na toplinsku stanicu centralnog toplinskog sustava. Kako se razdjelnicima troškova može odrediti samo odavanje topline ogrjevnog tijela u pojedinim prostorijama, a svedeno na ukupni trošak toplinske energije u objektu, pojavljuje se potreba za egzaktnim određivanjem sveukupne potrošene toplinske energije. Dakle, mora se vršiti mjerenje putem prethodno opisanih mjerila toplinske energije koja se nalaze u toplinskoj stanici na ulazu u objekt. Temeljem razdjelnika se vrši konačni mjesečni/godišnji obračun toplinske energije po stanovima čime se postiže pravednija raspodjela troškova i potiče ušteda toplinske energije kod krajnjeg korisnika.

Preduvjet za ugradnju razdjelnika troškova grijanja je udovoljavanje instalacije grijanja određenim tehničkim normama potrebnim za njihovu primjenu. Europska norma EN 834 određuje zahtjeve koje moraju ispuniti razdjelnici toplinske energije koji se osnivaju na napajanju električnom energijom. Razdjelnici troškova se, prema normi, ne smiju koristiti kod onih sustava centralnog grijanja kod kojih može doći do spuštavanja temperature ispod minimalne za primjenu, odnosno do prekoračenja maksimalne temperature primjene. Također, ne smiju se koristiti niti kod sustava kod kojih faktor vrednovanja toplinskog učinka ogrjevnog tijela nije jednoznačno definiran ili kod ogrjevnih tijela kod kojih ogrjevna površina nije dostupna (npr. podno grijanje, radijatori upravljani zaklopkom, radijatori s ventilatorima, ventilokonvektori, sustavi parnog grijanja i slično).

Za instalacije grijanja koje su opremljene razdjelnicima troškova ili se njima žele opremiti preporučuju se sljedeća svojstva :

- radijatori moraju biti opremljeni regulacijskim uređajem za kontrolu i reguliranje sobne temperature (npr. termostatski radijatorski ventil) od strane krajnjeg korisnika (nužna dopuna registraciji potrošnje energije)
- u sustavu grijanja se treba primijeniti propisno namještena centralna regulacija temperature polaznog voda u ovisnosti o vanjskoj temperaturi (ograničenje razine pogreške u raspodjeli)
- razvodna mreža grijanja treba biti hidraulički izbalansirana, tj. protok ogrjevnog medija mora biti namješten prema projektiranom stanju tako da su sva ogrjevna tijela podjednako pogrijana pri maksimalno otvorenom zapornom ventilu i prigušnici (ograničenje razine pogreške u raspodjeli)
- kod projektiranja ogrjevnih površina treba uzeti u obzir povremeno ograničeno zagrijavanje susjednih prostorija istog ili drugih stanova, odnosno prostorija određene namjene

6

PRIKAZ NEKOLIKO KARAKTERISTIČNIH PRIMJERA DOBRE PRAKSE POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI PRI REKONSTRUKCIJI POSTOJEĆIH I GRADNJI NOVIH ZGRADA



6. PRIKAZ NEKO LIKO KARAKTERISTIČNIH PRIMJERA DOBRE PRAKSE POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI PRI REKONSTRUKCIJI POSTOJEĆIH I GRADNJI NOVIH ZGRADA

STAMBENA ZGRADA MOJ DVOR ZAGREB

Tvrtka Markot.tel. d.o.o. investira u gradnju suvremene stambene zgrade, na atraktivnoj lokaciji, koja je projektirana u skladu s energetske i ekološke smjernicama, i na kojoj su primijenjene suvremene mjere energetske učinkovitosti, koliko god je to bilo energetski, ekonomski i ekološki opravdano za ulaganje i buduću prodaju stanova. Energetski institut Hrvoje Požar, u ulozi energetskog konzultanta na projektu, analizirao je mogućnosti i predložio odabir optimalnog energetskog sustava zgrade.

Odabir energetski, ekološki i ekonomski optimalnog energetskog sustava zgrade, uz sagledavanje i fizike zgrade i energetskih procesa koji se odvijaju u zgradi, kao i korištenih energenata ima ključnu ulogu u kasnijoj eksploataciji zgrade, kako u pogledu troškova tako i utjecaja na čovjekov okoliš.

Program i projekt stambene zgrade MOJ DVOR načinjeni su temeljem usvajanja progresivnih arhitektonskih ideja oblikovanja grada, organizacije stanovanja, očuvanja okoliša i energetske racionalnosti, protežiranih u Europskoj uniji i drugim razvijenim zemljama.



Vizualizacija budućeg izgleda zgrade / Izvor: Markot.tel.

Budući stanovi zgrade MOJ DVOR bit će cjelovito opskrbljeni energijom grijanja i hlađenja, te povezani na parovod obližnje toplane. Svaki stan će imati mjerne uređaje za sve instalacije, a grijanje i hlađenje bit će dostupni svakom stanaru u svako doba dana i godine prema vlastitoj odluci.

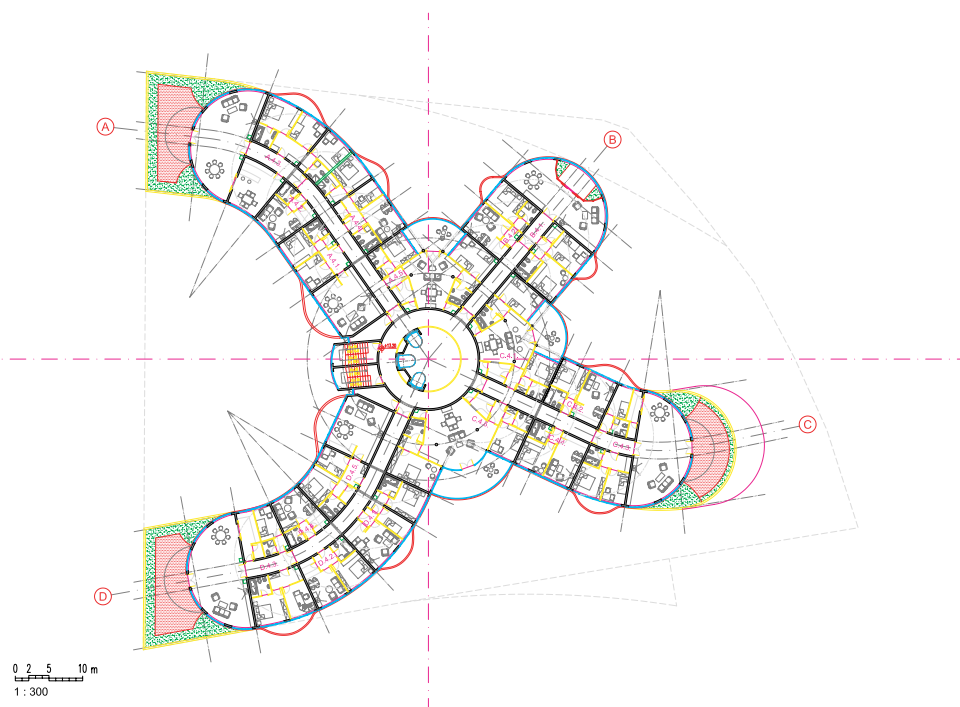
Štedno raspolaganje energijom proklamirano je kao bitni postulat održivog razvoja i racionalnog funkcioniranja te je stoga zgrada MOJ DVOR kao ekološka kuća, zaštićena visokim nivoom toplinske izolacije cijele vanjske ovojnice zgrade, a godišnja potreba za toplinskom energijom u zgradi svedena je na manje od 60 kWh/m².

Zbog prvobitnog smještaja plinske kotlovnice, u fazi idejnog projekta, na atraktivnom dijelu potencijalnog stambenog prostora na zadnjoj etaži, tijekom izrade energetske studije odlučeno je da je u pogledu opskrbe toplinskom energijom, za investitora najpovoljnija varijanta priključenja na centralizirani toplinski sustav. Ulaganje u priključak na CTS svakako je isplativo za krajnjeg korisnika jer budući stanari dobivaju najjeftiniji sustav grijanja i hlađenja promatrano po m² površine stana. Ekonomska analiza pokazala je da je to najoptimalnija varijanta i za investitora jer se unatoč velikim ulaganjima oslobađa korisni prostor koji je u prvobitnom rješenju zauzimala plinska kotlovnica.

Sustav četverocijevnog ventilokonvektorskog grijanja i hlađenja zgrade, kao i suvremeni sustav rasvjete, omogućava maksimalnu automatizaciju i upravljanje energetikom u zgradi, što će dodatno optimizirati upravljanje potrošnjom energije, a svakom korisniku omogućiti individualno upravljanje potrošnjom i troškovima energije u stanu.

Smanjenje potreba za energijom u zgradi, u skladu s EU direktivama i propisima, a u okvirima ekonomske opravdanosti za investitora, rezultirati će izgradnjom suvremene zgrade koja će u skoroj budućnosti dobiti i energetske certifikat s oznakom potrošnje energije u zgradi na zavidno niskom nivou. Smanjena potrošnja energije povećava kvalitetu i vrijednost stanova u zgradi te produžava životni vijek zgrade. Sve će to, naravno, pridonijeti boljoj prodaji stanova u korist investitora.

Tlocrt karakteristične etaže / Izvor: Markot.tel.



KLINIČKI BOLNIČKI CENTAR ZAGREB - REBRO

KBC Zagreb - lokacija Rebro (u nastavku: Lokacija Rebro) je veliki bolnički kompleks u sklopu Kliničke bolnice Zagreb i jedan je od najvažnijih zdravstvenih objekata u Republici Hrvatskoj. Smješten je u sjeveroistočnom dijelu Zagreba na ukupnoj površini od gotovo 1 km², a ukupna neto površina svih postojećih objekata na ovoj lokaciji iznosi oko 52.000 m². Bolnica na ovoj lokaciji je višenamjenska i raspolaže kapacitetom od oko 1000 kreveta, od čega je 90 kreveta u intenzivnoj njezi.



Rekonstrukcija i dogradnja KBC Zagreb / Izvor: KBC Zagreb



Pojedini objekti bolnice na ovoj lokaciji su izgrađeni i započeli s radom 1936. godine, a sama bolnica je tijekom vremena doživjela mnoge nadogradnje i promjene. Spomenuti bolnički kapaciteti na lokaciji se značajno proširuju izgradnjom četiri nova objekta ukupne neto površine oko 46.000 m², odnosno ukupne neto površine s garažom čak oko 70.000 m².

Uvažavajući zahtjeve za povećanom, dodatnom energijom i nužnošću unapređenja energetskog sustava bolnice na Lokaciji Rebro kao posljedici proširenja, dogradnje i izgradnje novih bolničkih objekata, Uprava bolnice je odlučila rješavanje pitanja energetike na ovoj lokaciji povjeriti vanjskoj tvrtci - operatoru energetike - koje posjeduje iskustvo, znanje i sposobnosti upravljanja energetikom. Ovaj operator energetike treba za bolnicu osigurati ugovaranje opskrbe električnom i toplinskom energijom pod najpovoljnijim tržišnim uvjetima te identificirati i procijeniti potrebna ulaganja u optimalni energetski sustav uz prepoznavanje mogućnosti upravljanja ukupnim troškovima za energetiku. Također operator mora osigurati i organizirati provođenje inženjeringa, pripreme, izgradnje, nabave, instaliranja, montaže i financiranja energetskih objekata i opreme, kao i njihovo kasnije rukovanje, upravljanje i održavanje uz provođenje trajnih i troškovno učinkovitih mjera štednje energije.

U tom smislu je, HEP Toplinarstvo kao nositelj projekta u ime HEP grupe, ponudilo je KBC-u da kao operator energetike preuzme cjelovitu brigu o energetici lokacije Rebro, što u bitnome obuhvaća slijedeće:

- osigurati opskrbu Lokacije Rebro električnom energijom i tehnološkom parom potrebnom za pripremu toplinske i rashladne energije za potrebe objekata na lokaciji, u skladu sa svim zakonom propisanim uvjetima te pod najpovoljnijim uvjetima koje je moguće ostvariti na tržištu
- ugraditi potrebnu opremu (i izgraditi za to potrebne objekte) te provesti sanaciju i/ili prilagodbu energetskih objekata u primarnom energetskom

krugu te opskrbljivati Lokaciju Rebro transformiranom - korisnom energijom

- u okviru projekta na bazi ESCO modela izvršiti prilagodbu sekundarnog energetskeg sustava Lokacije Rebro, kao i poboljšavanja učinkovitosti proizvodnje transformiranih oblika energije, distribucije i racionalnog korištenja transformiranih oblika energije i električne energije,
- upravljati energetskeim sustavom i održavati energetske objekte za proizvodnju, transformaciju i distribuciju transformiranih oblika energije primarnog energetskeg kruga
- upravljati i održavati sekundarni energetski krug odnosno instalacije grijanja, ventilacije i klimatizacije; upravljati električnim instalacijama za standardne zahtjeve (opću namjenu) i instalacijama za posebne zahtjeve (napajanje medicinskih aparata i uređaja) te upravljati instalacijama vodovoda i kanalizacije koje su u nadležnosti bolnice

Da bi se cjelokupni projekt realizirao, HEP Toplinarstvo će poduzeti investicije i radove prilagodbe i izgradnje u dvije faze: (1) stvaranje uvjeta u javnoj distribucijskoj mreži do Lokacije Rebro te (2) izgradnja i opremanja energetskeih objekata na Lokaciji Rebro.

Prva faza podrazumijeva izvođenje svih potrebnih radova za stvaranje tehničkih uvjeta u javnoj distribucijskoj mreži (električnoj i toplinskoj) i izgradnju priključka do Lokacije Rebro (tj. mjernog mjesta za prodaju energije na ulazu u lokaciju), a koji se realiziraju u skladu s propisima koji uređuju priključenje kupca električne i toplinske energije na javnu distribucijsku mrežu.

U drugoj fazi će se izgraditi te izvršiti sanacija/prilagodba i opremanje energetskeih objekata za transformaciju energije i razvoda transformirane energije do pojedinih objekata na lokaciji Rebro. Druga faza podrazumijeva sve radove i ugradnju potrebne opreme za prihvati i transformaciju energije koja se odvija na Lokaciji Rebro i u bitnome uključuje: sanaciju i prilagodbu postojeće kotlovnice, izgradnju centralnog rashladnog postrojenja progonjenog parom, izgradnju dva energetska objekata za transformaciju, opskrbu i distribuciju električne energije te ugradnju vodova i druge potrebne energetske infrastrukture kojima će se transformirana energija razvoditi do pojedinih objekata - potrošača na lokaciji Rebro.

Na kraju treba istaknuti da su sve dosadašnje analize pokazale da će se realizacijom ovog projekta troškovi za energiju za grijanje i hlađenje Lokacije Rebro smanjiti za čak 10 do 20 posto u odnosu na dosadašnji sustav. Zagađenje okoliša i emisija polutanata na lokaciji Rebro postaje gotovo zanemariva u usporedbi s kotlovnicom, a zbog primjene kogeneracijskog procesa za proizvodnju pare u toplani ostvaruje se i ukupno smanjenje na globalnom nivou. Stoga se, uzimajući u obzir ekonomske, sigurnosne, ekološke i energetske karakteristike proizvodnje, smatra da sa stanovišta racionalnog gospodarenja energijom postoje ekonomski, tehnički i opće društveno korisni razlozi za realizaciju ovakve suradnje i ovakvog projekta.

ENERGETSKI INSTITUT HRVOJE POŽAR ZAGREB



Stanje prije rekonstrukcije, vizualizacija i današnji izgled zgrade / Izvor: EIHP

Energetski institut Hrvoje Požar odlučio je na primjeru svoje poslovne zgrade prikazati potencijale energetske uštede uvođenjem mjera energetske učinkovitosti. Zgrada građena sedamdesetih godina ostvarivala je velike toplinske gubitke i bila veliki potrošač svih oblika energije.

Rekonstrukcija zgrade u svrhu povećanja energetske učinkovitosti obuhvatila je 4 osnovne cjeline:

- Dodatna toplinska izolacija cijele vanjske ovojnice zgrade i ugradnja novih prozora
- Rekonstrukcija unutarnjeg prostora prilagođena potrebama Instituta
- Uvođenje suvremenog sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije (GVK)
- Uvođenje centralnog sustava nadzora i upravljanja energetikom (CNUS), uz mjerenje svih bitnih energetske veličina

Novi sastav zidova:

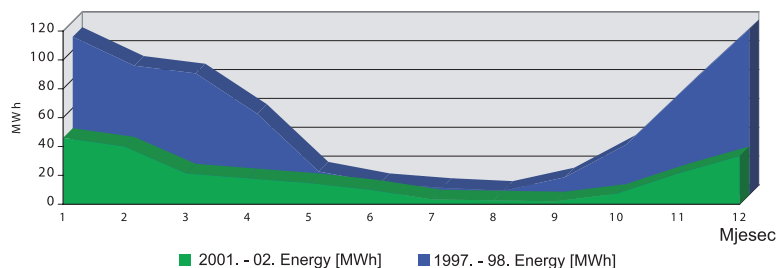
- AB postojeći parapetni zid 15-20 cm
- Kamena vuna 10,00 cm
- Ventilirani sloj zraka 4,00 cm
- Završni sloj staklo 0,80 cm, ili aluminijska ploča 0,25 cm ili kamen 3,00 cm
- Novi visokokvalitetni prozori od aluminijskih profila $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ s ugrađenim mikroprekidačima spojenim na CNUS, koji prilikom otvaranja prozora radi prozračivanja blokiraju sustav grijanja ili hlađenja i tako dodatno štede energiju

Energetski podsustavi za proizvodnju nakon rekonstrukcije:

- Toplinska podstanica: indirektnog tipa, Kompakt, kapacitet 250 kW, izmjenjivač i spremnik potrošne tople vode, mjerilo utroška topline
- Dizalica topline s bankom leda: rashladni agregat u izvedbi dizalice topline kapaciteta, punjenje banke leda (u štednom režimu rada), mogućnost grijanja tokom prelaznih perioda (proljeće, jesen)
- Trigeneracijski sustav: kogeneracijski sustav na bazi plinskog motora, jednostupanjski apsorpcijski rashladni uređaj

UKUPNE TOPLINSKE POTREBE PRIJE I NAKON REKONSTRUKCIJE

235 kWh/m² ► 81 kWh/m² ► - 65%



Rezultati nakon rekonstrukcije / Izvor: EIHP

DJEČJE JASLICE IVANČICA OSIJEK



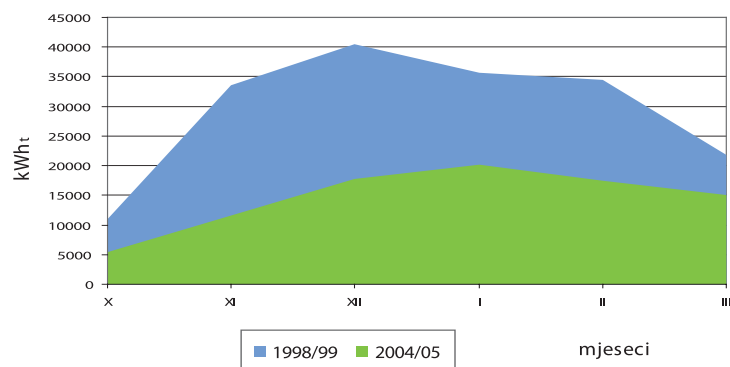
Stanje prije rekonstrukcije, vizualizacija i današnji izgled zgrade / Izvor: EIHP

Postojeća zgrada jaslica sagrađena je 1974. godine, bez toplinske zaštite. Rekonstrukcija je provedena s ciljem povećanja energetske učinkovitosti, na zgradi, koja je nužno morala u rekonstrukciju zbog izuzetno lošeg stanja vanjske ovojnice. Rekonstrukcija je obuhvatila:

- zamjenu postojećih staklenih stijena s novim, znatno boljih termičkih karakteristika ($k=1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ umjesto sadašnjih $k=3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- izvedbu dodatne toplinske izolacije vanjskih zidova s kamenom vunom debljine 10 cm, i tankoslojnom žbukom te sanaciju ravnog krova izvedbom toplinske izolacije u debljini 14 cm, te nove hidroizolacije
- manje zahvate na instalacijama-poboljšanje kvalitete rasvjete, ugradnja termostatskih ventila, izolacija cjevovoda, zamjena postojećih zatvorenih drvenih obloga na radiatorima prikladnijima, koje omogućavaju slobodnu cirkulaciju zraka

UKUPNE TOPLINSKE POTREBE PRIJE I NAKON REKONSTRUKCIJE

278 kWh/m² ► 72 kWh/m² ► - 74%



Rezultati nakon rekonstrukcije / Izvor: EIHP

Povratni period ulaganja kod svih ovako kompleksnih zahvata u povećanje energetske učinkovitosti kreće se u prosjeku od 5 do 10 godina, uz današnje cijene energije i energenata. Povećanjem cijene energije u budućnosti te uvođenjem poticaja za mjere energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije, ekonomski parametri bit će još povoljniji.



MEHANIZMI I NAČINI FINANCIRANJA PROJEKATA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI



7. MEHANIZMI I NAČINI FINANCIRANJA PROJEKATA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Svrha sveobuhvatne nacionalne politike poticanja energetske učinkovitosti u stambenoj izgradnji i javnom sektoru je: stvoriti preduvjete za sustavnu sanaciju i rekonstrukciju postojećih zgrada po principima energetske učinkovitosti, povećati obaveznu toplinsku zaštitu novih zgrada te zakonski regulirati i propisati primjenu drugih mjera energetske učinkovitosti i korištenje obnovljivih izvora energije.

Kako bi se omogućio razvoj energetske učinkovitosti, ali isto tako i primjene obnovljivih izvora energije, potrebno je pokrenuti slijedeće aktivnosti:

1. Praćenje stanja i kreiranje (poticanje) razvoja tržišta energetske učinkovitosti
2. Stvaranje stručnih kapaciteta, edukacija i certificiranje ovlaštenih upravitelja zgrada i nezavisnih energetskih stručnjaka
3. Tehnička pomoć i edukacija

Sve ove aktivnosti treba provoditi na lokalnom i/ili regionalnom nivou, a moguće ih je provoditi u suradnji s nacionalnim programima i/ili tijelima, ili isključivo putem regionalne inicijative. Od aktivnosti koje nemaju izraženu komercijalnu komponentu po svojoj izuzetnoj važnosti treba izdvojiti aktivnosti usmjerene k izradi stručnih podloga za usklađivanje zakonodavstva. Neusklađenost s EU direktivama jest i bit će jedna od dominantnih prepreka učinkovitijem korištenju energije u zgradama i jedna od nužnosti prilikom ulaska u EU. Edukacija i osposobljavanje te demonstracijski projekti ostvaruju dodatnu vrijednost u približavanju pitanja potrebe za uštedom energije širokoj populaciji.

INTERNACIONALNI MEHANIZMI FINANCIRANJA

Najvažnije internacionalne institucije za pokretanje i financiranje projekata energetske učinkovitosti u zgradama su:

- Globalni fond za okoliš – GEF
- Program za razvoj Ujedinjenih naroda (UNDP)
- Program za okoliš Ujedinjenih naroda (UNEP)
- Svjetska banka
- Europska komisija
- Organizacija za ekonomsku kooperaciju i razvitak – OECD
- Internacionalna energetska agencija – IEA
- Europska banka za obnovu i razvoj

NACIONALNI MEHANIZMI FINANCIRANJA

Osnivanjem Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU) počelo se sustavno pristupati rješavanju problematike financiranja područja zaštite okoliša, energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj. Fond je postao novi čimbenik na hrvatskoj financijskoj sceni s jasnim mandatom i značajnim sredstvima za ostvarenje zacrtanih ciljeva. Svrha Fonda je poticati realizaciju onih aktivnosti i mjera korištenja obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti koje su isplative za društvo, tj. koje rezultiraju pozitivnim eksternalijama, a ne bi bile realizirane samostalno od strane investitora i/ili nisu isplative po kriterijima financijera (bankable).

Područja djelovanja Fonda su:

- energetska učinkovitost u zgradarstvu i održivu gradnji
- energetska učinkovitost u industriji, sektoru usluga i javnom sektoru
- energetska učinkovitost i korištenje obnovljivih izvora energije u sektoru prometa prema kriteriju troškova smanjenja emisije CO₂
- korištenje Sunčeve energije
- energetsko korištenje biomase
- energetska učinkovitost u centraliziranim toplinskim sustavima
- korištenje geotermalne energije
- korištenje energije iz malih hidroelektrana
- korištenje energije vjetra i
- kogeneracijski procesi

Proizvodnja energije iz obnovljivih izvora definirana je, Zakonom o energiji, kao nacionalni interes Republike Hrvatske. Međutim, nedostatak podzakonskih akata onemogućuje sustavnu proizvodnju energije iz obnovljivih izvora. Pitanja koja bi se trebala riješiti podzakonskim aktima uključuju: definiranje minimalnog udjela obnovljivih izvora energije u proizvodnji električne energije, definiranje kategorija povlaštenih proizvođača toplinske i električne energije, mrežna pravila, otkup ukupno proizvedene električne energije iz obnovljivih izvora, prikupljanje i razdiobu poticaja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora, korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije i dr. Kako će neki od obnovljivih izvora energije biti obuhvaćeni sustavom poticaja za proizvodnju energije, poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora nije razmatrano za korištenje poticaja iz Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Navedeno se primarno odnosi na proizvodnju električne energije:

- korištenjem Sunčeve energije (PV sustavi)
- korištenjem energije vjetra
- korištenjem geotermalne energije
- korištenjem energije iz malih hidroelektrana i
- kogeneracijskim procesima

ESCO KONCEPT

Postoje tri osnovna postupka provedbe konkretnog projekta i/ili energetske učinkovitosti: (1) vlastitim stručnim resursima, (2) angažiranjem energetskog konzultanta i (3) angažiranjem ESCO tvrtke.

Prvi pristup je konzervativan i možda još uvijek najčešći slučaj, a radi se o izradi projekta "unutar kuće", vlastitim stručnim resursima i snagama. Ovakav je pristup dobar za male projekte ili ukoliko postoji služba sa širokim znanjem o energetici i sustavima u zgradama. Također, poboljšanja, odnosno nadogradnje energetike može se fazno raspodijeliti tijekom dužeg vremena, prema željama i mogućnostima uprave. Glavni nedostatak ovakvog pristupa je činjenica da vlastito osoblje, s obzirom na iskustvo i da im to nije fokus posla, vjerojatno neće uočiti cjelokupni doseg različitih opcija i mjera energetske učinkovitosti, a osim toga, unutar organizacije vjerojatno ne postoje specifična znanja i vještine za provedbu ekstenzivnijih poboljšanja (nadogradnji).

Drugi pristup je, također, relativno uobičajen, posebno u zapadnim zemljama. Na temelju razmatranih prethodnih energetskih podataka i identificiranih objekata, poziva se stručnjak za energetiku u zgradama – energetski konzultant. Konzultant provodi energetski audit te sugerira strategiju za postizanje željenog nivoa ušteda u obliku izvještaja ili energetske studije. Uprava na temelju tih saznanja donosi odluku, odnosno odobrenje za provedbu odabranih mjera, nakon čega konzultant pripremi projektnu dokumentaciju i nadzire izgradnju projekta. Nakon toga konzultant može biti ponovo angažiran za naknadnu obuku osoblja, primopredaju zgrade i drugo. Glavni nedostatak ovakvog pristupa je činjenica da vlasnik mora unaprijed platiti konzultantske usluge i financirati troškove provedbe mjera energetske učinkovitosti, a također preuzima financijski rizik u pogledu ostvarivanja ušteda, odnosno željenih rezultata. Energetski konzultanti, odnosno konzultantske tvrtke, preferiraju veće projekte ili grupu sličnih projekata – objekata.

Treći pristup danas zahtijeva razvijeno tržište ponude i realizacije energetskih projekata i usluga. Ovaj princip je vrlo čest u zapadnim zemljama, a posebno u okviru partnerstva javnog i privatnog sektora (Public Private Partnership). U ovom slučaju, nakon identificiranja mogućih objekata, cjelokupne aktivnosti oko definiranja i implementiranja mjera energetske učinkovitosti se delegiraju specijaliziranim ESCO tvrtkama (Energy Service Companies – poduzećima za pružanje energetskih usluga). Pri tome ESCO vodi projekt te pokriva sve troškove razvoja, energetskog audita, projekta rekonstrukcije, ugradnje sustava i pokretanja/održavanja pogona, putem paketa usluga koji se predlaže i ugovara s vlasnikom. Svi inicijalni i prethodni troškovi se financiraju iz kasnije ostvarenih energetskih ušteda tokom korištenja objekta. Prednosti ovakvog pristupa su da je ESCO direktno zainteresiran za identifikaciju i točno definiranje svih mjera energetske učinkovitosti, uključujući međuzavisne učinkovitosti (npr. efikasnija rasvjeta – manje toplinsko isijavanje – smanjen potrebni kapacitet hlađenja). Uz to sve mjere energetske učinkovitosti i smanjenja potrošnje moraju biti obrazložene i praćene u skladu s procedurama za mjerenje i provjeru postignutih rezultata, a ESCO preuzima rizik postizanja željenih rezultata (ušteda). Nedostaci ovakvog pristupa su, dakako, činjenica da ESCO u svoje ukupne troškove (cijenu)

zaračunava i troškove marketinga, pronalaženja projekata, vođenja i slično. Uz to, za ESCO tvrtke su uglavnom interesantni samo srednji i veliki projekti.

Model poslovanja ESCO tvrtki u općem slučaju predstavlja koncept odvajanja različitih energetske usluga od osnovne djelatnosti putem angažiranja i delegiranja poslova specijaliziranim tvrtkama. U osnovi, riječ je o pružanju dvije osnovne vrste energetske usluga:

1. Provođenje integralnih mjera energetske učinkovitosti, s tehničkom i, najčešće, financijskom podrškom klijentu
2. tzv. "outsourcing" energetike, tj. preuzimanje energetskog postrojenja i instalacija u određenom objektu na ugovoreni rok, uz obavezu održavanja, unapređivanja i isporuke energije u traženim količinama i kvaliteti. Na temelju specifičnih ugovora pruža se ili jedna od navedenih vrsta usluga, ili obje kombinirano.

Bitan aspekt ESCO modela sa stajališta klijenta jest činjenica da surađuje samo s jednim poduzećem za sve dijelove projekta te ova karakteristika "sve-na-jednom-mjestu" u velikoj mjeri smanjuje troškove transakcija, koji često predstavljaju najveću smetnju kod implementacije učinkovitih energetske projekata. Druga, vrlo važna komponenta ESCO modela je povezanost naplate usluga ESCO tvrtke s izvršenjem projekta (postignutim rezultatima). Ovu vezu predstavlja ugovor o izvršenju projekta sklopljen između ESCO tvrtke i klijenta. Ugovor o izvršenju može se shvatiti kao ugovor o vršenju usluga gdje ESCO daje djelomičnu ili cijelu uslugu u pogledu realizacije ušteda u objektu, uz garanciju da će energetska ušteda koja rezultira iz projekta biti dostatna za kompenzaciju ESCO-a tijekom određenog, ugovorenog vremenskog razdoblja. Ovo razdoblje je, obično, od 3 do 10 godina. Iako u principu tu nema ograničenja u bitnome se razlikuju tri modela ugovaranja: (1) garantirana ušteda, (2) podijeljena ušteda te (3) chauffage.

Na kraju je važno istaknuti da garancija izvršenja projekta u okviru ESCO ugovora značajno nadilazi običnu garanciju kojom se garantira korektno funkcioniranje neke opreme. Tim više, ovakva garancija garantira činjenicu da će mjere upravljanja procesima koje preporuča i implementira ESCO dati prilično veliku uštedu u troškovima. Nivo troškova ušteđenih na taj način, a koje ESCO garantira, više je nego dovoljan za pokriće svih investicijskih troškova projekta plus naknade koje se isplaćuju ESCO-u. Na taj način je klijent osiguran i može biti siguran da će se troškovi smanjiti istog časa s implementacijom projekta.

8

UTJECAJ EU DIREKTIVA I NJIHOVE IMPLEMENTACIJE U ZAKONODAVSTVO RH NA SUDIONIKE U PROJEKTIRANJU, GRADNJI, REKONSTRUKCIJI I ODRŽAVANJU ZGRADA



8. UTJECAJ EU DIREKTIVA I Njihove implementacije U zakonodavstvo RH na sudionike u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada

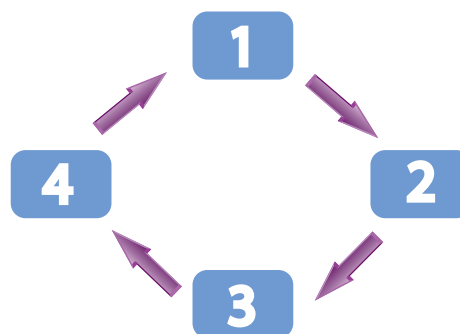
Povećanje energetske učinkovitosti u zgradarstvu danas je apsolutni prioritet svih aktivnosti na području energetike u Europskoj uniji. Direktive koje se donose jasno upućuju na hitnu potrebu smanjenja potrošnje energije u sektoru zgradarstva kao najvećem energetsom potrošaču. The Architects Council of Europe (Europsko vijeće arhitekata) naglašava da "zgrade moraju biti funkcionalnije, trajati duže, biti elegantnije, koristiti što manje energije i bolje se odnositi prema okolišu i prema povijesti." Važnost stanja u zgradarstvu ističe se činjenicom da ljudi 90 posto vremena provode unutar zgrada i izgrađenog okoliša. Posebno se ističe učinkovito korištenje energije u sektoru zgradarstva te uključenje mjera energetske učinkovitosti u rad svih sudionika u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada.

Značaj energije i porast cijene energenata nameću sve veću potrebu za pravilnim i racionalnim upravljanjem energijom u zgradama. Zgrada danas predstavlja jedinstvenu cjelinu arhitekture i energetike, pri čemu se potrošnja energije dijeli na energiju za grijanje, pripremu potrošne tople vode, hlađenje, ventilaciju, rasvjetu i uređaje te druge energetske potrebe.

Važnu ulogu u upravljanju energijom u zgradama u budućnosti imat će, kako korisnici, tako i svi sudionici u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada.

Iako oni koji se bave energetsom učinkovitošću u zgradama misle da je potpuno razumljivo i logično da je niskoenergetska zgrada bolja i kvalitetnija od standardne zgrade, pa je zato isplativo platiti više i sagraditi niskoenergetsku zgradu, takvo mišljenje nije prevladavajuće niti kod investitora, a niti kod izvođača. Činjenica je da je značaj energije nepoznat i nevidljiv za većinu investitora te da su trenutno u Hrvatskoj niskoenergetske zgrade jednako cijenjene na tržištu kao i standardno građene zgrade.

Ako analiziramo zatvoreni krug mišljenja koja prevladavaju u području gradnje i investiranja, to nije ništa čudno.



1: Mišljenje korisnika – Mi bismo voljeli imati energetske učinkovite zgrade, ali takvih nema na tržištu.

2: Mišljenje izvođača – Mi možemo izgraditi energetske učinkovite zgrade, ali poduzetnici to ne traže.

3: Mišljenje građevinskih poduzetnika – Mi bi zahtijevali izgradnju energetski učinkovite zgrade, ali investitori to ne žele platiti.

4: Mišljenje investitora: Mi bi investirali u energetske učinkovite zgrade, ali za njima nema potražnje.

Ovdje možemo uočiti koliki će značaj u budućnosti imati razvoj energetske certifikacije zgrada.

Korisnici stanova, kuća i poslovnih prostora danas ipak sve više žele znati u kakvom prostoru žive i rade, koliko troše energije za postizanje željenog standarda i kako se to odražava na zaštitu okoliša i klimatske promjene. Sve je veći interes za racionalizacijom energetske potrošnje, uz zadržavanje ili povećanje standarda i ugođe boravka u prostoru. Arhitektura danas mora biti usmjerena prema održivoj gradnji, a istovremeno mora korisniku osigurati mogućnost izbora.

Projektiranje je danas, više nego ikad prije, multidisciplinarna aktivnost u kojoj svi sudionici u projektiranju, a kasnije i u gradnji i održavanju moraju od samog početka biti uključeni na koordiniranu provedbu projekta, odnosno gradnje i održavanja. Već u fazi idejnog projekta potrebno je donijeti određene odluke vezane uz energetiku zgrade te ih uključiti u projektiranje na samom početku. To se posebno odnosi na niskoenergetsku potrošnju i primjenu energetski efikasnih sustava grijanja i hlađenja, ventilacije te obnovljivih izvora energije u zgradama. Pojavljuje se sve veća potreba za planiranjem i modeliranjem energetske potrošnje i uvođenjem energetskog menadžmenta u nove, ali i postojeće zgrade.

Za nove zgrade površine veće od 1000 m², prema direktivi 2002/91/EC, trebat će se razmatrati alternativni sustavi opskrbe energijom bazirani na obnovljivim izvorima, kogeneracijska postrojenja, daljinsko grijanje i hlađenje te toplinske crpke. Zbog toga je potrebna suradnja stručnjaka različitih profila u izradi projekata i pri donošenju odluka. Za planiranje energetike u zgradarstvu potrebno je u projektiranju postaviti tehničke uvjete i osigurati prostorne parametre, uskladiti s karakteristikama regije i lokacije kroz: debljinu toplinske izolacije, efikasne sustave grijanja i hlađenja, primjenu obnovljivih izvora energije, a gdje je moguće primijeniti pasivne tehnike grijanja i hlađenja koje poboljšavaju unutarnje klimatske uvjete i mikroklimu oko građevine.

Za svaku novoizgrađenu zgradu, pojedinačni stan ili poslovni prostor te kod prodaje ili iznajmljivanja postojećih, u budućnosti će se izdavati certifikat o energetske potrošnji koji će sadržavati referentne vrijednosti iz zakona, propisa i mjera za usporedbu sa stvarnom potrošnjom energije te preporuke za isplativo smanjenje potrošnje. Za sve zgrade javne, upravne i službene namjene trebat će izraditi certifikat o energetske potrošnji s podacima o trenutnoj i preporučenoj unutrašnjoj temperaturi i drugim bitnim klimatskim čimbenicima te ga istaknuti na vidljivom mjestu.

Ugrađenu opremu trebaju održavati ovlaštene osobe koje će je kontrolirati u skladu sa specifikacijama sa sigurnosne, energetske i ekološke pozicije. Preporuča se redoviti pregled kotlova na neobnovljiva tekuća i kruta goriva snage 20-100 kW, za kotlove snage veće od 100 kW svake 2 godine, za plinske svake 4 godine. Za sve postojeće sustave potrebna je procjena učinkovitosti i potrebne snage s obzirom na energetske potrebe zgrade. Za snagu kotla veću od 20 kW i starost iznad 15 godina preporuča se pregled cijelog sustava grijanja. Sve je potrebno popratiti preporukama za zamjene u sustavu ili alternativnim sustavima. Isti postupci se primjenjuju i na rashladne sustave snage veće od 12 kW.

Novi Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama predstavlja veliki napredak u toplinskoj zaštiti zgrada, a obuhvaća novogradnje i rekonstrukcije postojećih zgrada. Propis definira maksimalnu dozvoljenu godišnju potrošnju za zgrade u kWh/m², odnosno kWh/m³, koja je vezana uz faktor oblika zgrade, tj. odnos površine oplošja grijanog prostora zgrade i volumena koji taj prostor zatvara ($f_0 = A/V_0$ (m⁻¹) gdje je A-oplošje - zbroj površina pročelja, poda i stropa, a V-volumen grijanog prostora). Koeficijent prolaska topline za prozore i balkonska vrata kod zgrada koje se griju na temperaturu 18°C i više ograničen je na maksimalno $U = 1,80$ W/m²K. Propis je u obaveznoj primjeni od 1. srpnja 2006. godine. Koeficijenti prolaska topline za vanjske konstrukcije, kako bi se zadovoljila ukupna dozvoljena potrošnja energije za grijanje, moraju biti znatno niži od dozvoljenih. Velika je promjena i kod prozora gdje se uklanjaju gotovo svi prosječni prozori na tržištu i omogućava ugradnja samo visokoučinkovitih prozorskih profila i stakla.

Postojeći sektor zgrada u Hrvatskoj vrlo je problematičan zbog velike neracionalnosti u potrošnji energije, velikih gubitaka zbog loše toplinske zaštite i nerazvijene svijesti korisnika o potrebi za štednjom energije. Prije svakog zahvata u povećanje energetske učinkovitosti bit će potrebno provesti energetski pregled ili audit zgrade kako bi se utvrdilo stvarno stanje energetike i predložile potencijalne mjere povećanja energetske učinkovitosti. Prilikom rekonstrukcije treba razmotriti nacionalne mogućnosti sufinanciranja povećanja energetske učinkovitosti.

Osnovni problem koji se može očekivati u budućnosti je nedostatak stručnog kadra za provođenje energetskih audita, izradu podloga za energetsku certifikaciju zgrada te upravljanje potrošnjom energije u zgradama, odnosno energetski menadžment. Potreba za edukacijom u području energetike zgrada postoji na svim razinama, od podizanja svijesti korisnika zgrada preko sudionika u projektiranju, gradnji i održavanju zgrada do energetskih stručnjaka za provođenje energetskih audita i certificiranje zgrada. Nadležne institucije morat će osigurati odgovarajuće znanje i obrazovanje stručnjaka za buduće promjene koje ih očekuju.

Iz svega navedenog, na kraju ćemo izdvojiti nekoliko smjernica za budući rad svih sudionika u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada:

1. Svaka zgrada je jedinstveni spoj arhitekture, konstrukcije i kompletne energetike
2. Značaj energije i porast cijene energenata nameću sve veću potrebu za pravilnim i racionalnim upravljanjem energijom u zgradama
3. Zgrade su najveći pojedinačni potrošač energije s najvećim potencijalom energetske uštede te možemo očekivati u budućnosti intenziviranje aktivnosti u području štednje energije u zgradama
4. Svaka je zgrada potrošač energije, a smisao suvremene arhitekture i graditeljstva je znati smanjiti i optimirati energetske potrebe zgrade i omogućiti korisnicima racionalno upravljanje potrošnjom energije
5. U projektiranju treba sudjelovati multidisciplinarni tim stručnjaka, koji mora usko surađivati od samog početka projektiranja
6. U fazi idejnog projekta potrebno je donijeti strateške odluke vezano uz energetiku zgrade, koje će utjecati i na arhitektonsko oblikovanje
7. Na svakom većem projektu preporuča se angažiranje energetskog konzultanta i izrade energetske studije u fazi idejnog projekta, te analizirati optimalne mogućnosti primjene suvremenih mjera energetske učinkovitosti, izbora energenta, izbora sustava grijanja, ventilacije, klimatizacije te mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije, kogeneracije, daljinskog grijanja i hlađenja i sl.
8. Projektanti su dužni uputiti investitora i budućeg korisnika u sve opcije energetske učinkovitosti i suvremenih sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije te mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije, kogeneracije, daljinskog grijanja i hlađenja i sl.
9. U svakoj postojećoj zgradi uvijek postoje određeni potencijali za uštedu energije. Prilikom održavanja, gdje god je to moguće trebalo bi razmisliti o mogućnosti povećanja toplinske zaštite i općenito energetske učinkovitosti
10. Prije svake rekonstrukcije ili adaptacije postojeće zgrade trebalo bi provesti energetske audit ili pregled energetske stanja s ciljem utvrđivanja potencijala energetske uštede
11. Edukacija i osposobljavanje energetskih stručnjaka u raznim ciljnim skupinama, ali i korisnika općenito, jedan je od najvažnijih načina uklanjanja barijera implementaciji mjera energetske učinkovitosti
12. Prije samog obrazovanja nezavisnih energetskih stručnjaka potrebno je razraditi programe edukacije
13. Implementacija Direktive o energetskim značajkama zgrada trebala bi dovesti do povećanja građevinskih aktivnosti i razvoja cijele građevinske industrije
14. Preporuča se pratiti razvoj nacionalnih i internacionalnih mehanizama financiranja i poticanja energetske učinkovitosti kako bi ih se moglo u pravo vrijeme reagirati.
15. U današnjem kontekstu projektanti, kao i svi ostali sudionici u gradnji moraju biti svjesni svoje odgovornosti, kako za ono što rade, tako i za ono što su mogli napraviti u svrhu održivog razvoja, a nisu.

IMPRESUM

Izdavač

HEP Toplinarstvo d.o.o. Zagreb

Urednik

Željka Hrs Borković

Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb

Ravnatelj Energetskog instituta Hrvoje Požar

Goran Granić

Autori

Željka Hrs Borković

Margareta Zidar

Hrvoje Petrić

Matko Perović

Filip Prebeg

Željko Jurić

Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb

Lektura

Anita Filipović

Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb

Grafički dizajn i priprema

Martina Komerički

Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb

Karikature

Srećko Puntarić - Felix

Otto Reisinger

Tisak

AZP Grafis, Samobor

Naklada

Copyright

HEP Toplinarstvo d.o.o. Zagreb

Zagreb, svibanj 2007