

1. POJAM ENERGETSKOG CERTIFIKATA, NJEGOVA ULOGA I ZAKONSKA REGULATIVA

1.1 EVROPSKA DIREKTIVA O ENERGETSKIM KARAKTERISTIKAMA ZGRADA

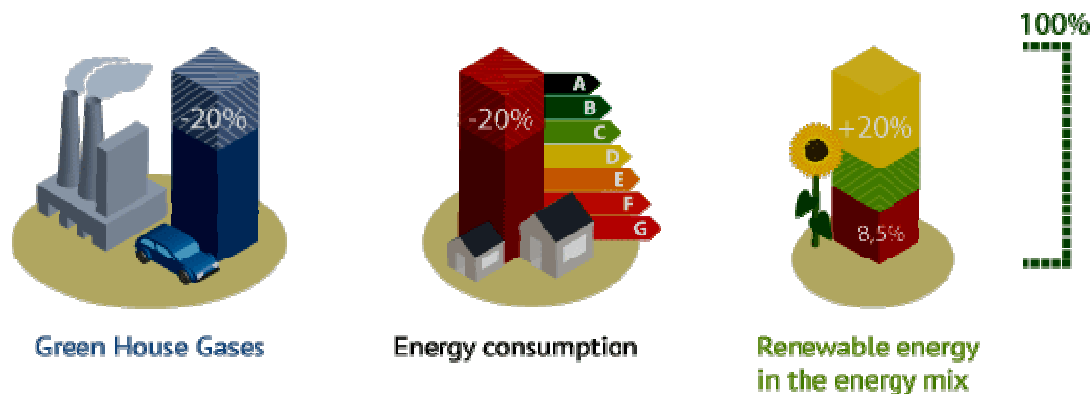
Uvođenjem direktive o energetske karakteristika zgrada (**EPBD** – *Energy Performance of Buildings Directive* - 2002/91/EC) Evropska Unija pokušava da obezbedi mehanizme podstaknute tržištem kako bi poboljšala energetske efikasnost u zgradama, ili, drugim rečima, odredila ekonomsku vrednost očuvanja energije. Pokretačka snaga koja stoji iza ove Direktive jeste odlučan pokušaj Evrope da smanji količinu energije koja se koristi u zgradama. Prema raspoloživim podacima, u zgradama se trenutno troši 40% energije proizvedene u Evropi, i taj procenat stalno raste. Suština direktive je da se sistematski pristupi oceni energetske karakteristika određenog građevinskog objekta i da se, na osnovu toga, izda dokument sa oznakom o potrošnji energije (u žargonu – energetske pasoš zgrade). Ovakav dokument će biti od važnosti kad god se neki objekat gradi, prodaje ili se na njemu izvode veći radovi na renoviranju. Kao ključni deo cilja Direktive, koji se tiče započinjanja transformacije na tržištu, stanari zgrada će dobijati uverenje o energetske karakteristika zgrade u koju se useljavaju. Takođe će biti obavezno da zgrade državne administracije, koje imaju korisnu površinu preko 500 m², odnosno, kako se kaže u Direktivi "zgrade u koje građanstvo često dolazi", imaju uverenje koje pokazuje njihov stepen energetske efikasnosti. U Direktivi stoji i sledeće: "Trebalo bi da bude moguće da se u razumnom roku povrate dodatni troškovi uloženi u renoviranje, u odnosu na očekivani tehnički vek ulaganja kroz akumuliranu uštedu energije".

Pored "energetske" ocene za celu zgradu (ocene energetske efikasnosti zgrade imaju najčešće oznake od A do G, pri čemu je A najviša, a G najniža kategorija zgrada po pitanju energetske efikasnosti), Direktiva o energetske karakteristika stavlja akcenat na proveru sistema grejanja i klimatizacije. Inspekcije treba da obuhvate procenu efikasnosti sistema, kao i procenu veličine sistema u odnosu na potrebe za grejanjem i hlađenjem u zgradi. Kada je u pitanju projektovanje novih zgrada, Direktiva dodaje da treba uzeti u obzir tehničku, ekološku i ekonomsku izvodljivost alternativnih sistema za snabdevanje energijom, kao što su obnovljivi izvori energije. Ovakvi novi sistemi treba da uključe decentralizovano snabdevanje energijom, koje bi bilo zasnovano na obnovljivim izvorima, zatim daljinsko grejanje i/ili hlađenje, kao i toplotne pumpe pod određenim okolnostima.

Direktiva je donesena da bi izvršila najveći uticaj na to kako će izgledati buduća gradnja stambenih i poslovnih objekata u celoj Evropi. Teži se ka univerzalnom rešenju, koje zahteva zajednički pristup i angažovanje svih članica Evropske Unije. To će doprineti ujednačavanju kriterijuma u ovoj oblasti u svakoj od zemalja, tako da energetske karakteristike budu transparentne za buduće vlasnike ili korisnike na tržištu nekretnina u Evropi. Zajednički pristup podrazumeva i zajedničko obrazovanje po tom pitanju u celoj Evropi, i pokrenuti projekat "Europrosper" bavi se načinima moguće primene oznake za energetske efikasnost zgrada. Određene su i neophodne metode koje se koriste za izračunavanje energetske karakteristika zgrada. One obuhvataju toplotne karakteristike, kao što su: hermetičnost, termička izolovanost, udeo prirodne ventilacije, primena pasivnih solarnih sistema i zaštita od Sunčevog zračenja, položaj i orijentacija zgrada.

Direktivu su morale primeniti zemlje članice EU najkasnije do 4. januara 2006. godine. Međutim, usled nedostatka standarda i kadrovskih potencijala u ovoj oblasti, koji bi dali podršku implementaciji Direktive, rok je produžen do kraja 2009. godine, kada je Direktiva postala

aktivan deo zakonodavstva u oblasti izgradnje u zemljama EU. Godine 2010. EPBD je izmenjena i dopunjena, tako da je zamenjena direktivom EPBD II, odnosno Direktivom 2010/31/EU Evropskog Parlamenta i Saveta od 19. maja 2010. Nova direktiva uvodi striktnije obaveze, ograničenje emisije CO₂, postavlja nove zahteve za javni sektor i uvodi obavezu smanjenja finalne potrošnje za 20%, kao i povećanje udela obnovljivih izvora u ukupnoj proizvodnji energije na 20% do 2020. godine (tzv. princip 20-20-20, slika 1.1).



Slika 1.1 Ciljevi energetske politike u EU do 2020. godine: smanjenje emisije gasova staklene bašte za 20%, smanjenje energetske potrošnje za 20% i povećanje udela OIE u ukupnoj proizvodnji na 20%

Energetska zajednica osnovana je Ugovorom o Energetskoj zajednici koji je potpisan u Atini (Grčka) 25. oktobra 2005. Cilj potpisivanja Ugovora jeste stvaranje najvećeg tržišta električne energije i gasa u svetu.

Osnivanjem Energetske zajednice Evropska unija proširila je svoje unutrašnje tržište energije na jugoistočnu Evropu, te otvorila mogućnost širenja na sve one koji iskažu interes. Ona se zasniva liberalizaciji domaćih energetskih tržišta članica Zajednice. Članice Energetske zajednice su: 27 država Evropske unije, zatim Albanija, Crna Gora, Bosna i Hercegovina, Makedonija, **Srbija** i UNMIK-Kosovo. Status zemalja posmatrača imaju: Gruzija, Moldavija, Norveška, Turska i Ukrajina.

Potpisivanjem Ugovora sa energetskom zajednicom Srbija je preuzela obavezu uvođenja evropskih Direktiva koje se odnose na energetsku potrošnju u nacionalno zakonodavstvo. Te Direktive su:

- Direktiva 2006/32/EC o efikasnom korišćenju energije krajnjih korisnika i energetskim uslugama;
- Direktiva 2010/31/EU o energetskim karakteristikama zgrada (ovde: EPBD);
- Direktiva 2010/30/EU o označavanju proizvoda koji troše energiju kroz stanadardnu informaciju o potrošnji energije.

Odlukom Ministarskog Saveta Energetske zajednice od 18. decembra 2009. zahteva se od svih država potpisnica Ugovora da odredbe EPBD uvedu u nacionalno zakonodavstvo do 30.06.2012. godine. Nakon usvajanja EPBD II, odlukom Ministarskog Saveta Energetske zajednice od 24. septembra 2010. daju se rokovi za implementaciju pojedinih članova nove Direktive.

DIREKTIVA 2010/31/EU EVROPSKOG PARLAMENTA I SAVETA od 19. maja 2010. godine o energetskoj efikasnosti zgrada (DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 May 2010 on the energy performance of buildings – EPBD II) ima za cilj da promoviše poboljšanje energetske efikasnosti zgrada,

uzimajući u obzir spoljašnje klimatske i lokalne uslove, kao i unutrašnje klimatske zahteve i ekonomičnost. Direktiva EPBD II o energetske efikasnosti zgrada, kao Krovni dokument (engl. *Umbrella document*), podržana je nizom standarda (CEN).

U neposrednoj vezi sa Direktivom je Uredba o građevinskim proizvodima - (CPR-305/2011 Evropskog parlamenta i saveta, od 09.03.2011. godine), kojom je definisan zahtev da se objekti i odgovarajuće instalacije grejanja, hlađenja i ventilacije projektuju i izvedu tako da potrebe za energijom u toku korišćenja objekta budu što niže, pri čemu treba da se uvažavaju lokalni klimatski uslovi i specifičnosti korisnika - preuzimanje ove uredbe u naše zakonodavstvo je u pripremi (rok za donošenje: jun 2013.godine). U okviru nacionalnog zakonodavstva prilagođavanje se vrši stepenasto, a na vrhu piramide je energetska sertifikacija zgrada.

EPBD II - propisuje zahteve koji se odnose na:

- (a) generalni okvir za metodologiju integrisanog proračuna energetske efikasnosti zgrada i samostalnih upotrebnih celina;
- (b) primenu minimalnih zahteva u pogledu energetske efikasnosti novih zgrada i samostalnih upotrebnih celina;
- (c) primenu minimalnih zahteva u pogledu energetske efikasnosti:
 - postojećih zgrada, samostalnih celina i delova zgrade koji podležu većim rekonstrukcijama;
 - kada se saniraju delovi zgrade koji čine omotač zgrade i koji imaju značajan uticaj na energetske efikasnost;
 - tehničke sisteme zgrada kada se ugrađuju, zamenjuju ili modernizuju;
- (d) nacionalne planove za povećanje broja zgrada sa skoro nultom potrošnjom energije;
- (e) energetske sertifikacije zgrada ili samostalnih upotrebnih celina;
- (f) redovne inspeksijske kontrole sistema za grejanje i klimatizaciju u zgradama i
- (g) nezavisne sisteme za inspeksijske kontrole energetskih sertifikata i izveštaja o inspeksijskim kontrolnim pregledima.

SADRŽAJ EPBD II:

1. Usvajanje metodologije za proračunavanje energetske efikasnosti zgrada
2. Utvrđivanje minimalnih zahteva EE
3. Obračun ekonomski opravdanih minimalnih zahteva energetske efikasnosti
4. Nove zgrade
5. Postojeće zgrade
6. Tehnički sistemi u zgradama
7. Zgrade sa skoro nultom potrošnjom energije (države članice EU do 31.12.2020. g. i sve zgrade koje koristi državna uprava i lokalna samouprava da posle 31.12.2018. g. – sve nove zgrade treba da budu u ovoj kategoriji)
8. Finansijski poticaji i tržišne prepreke
9. Energetski sertifikati zgrada
10. Izdavanje energetskog sertifikata
11. Izlaganje energetskog sertifikata (za sve zgrade državne uprave i lokalne smouprave prko 500m²)
12. Inspeksijski pregled sistema grejanja
13. Inspeksijski pregled sistema ventilacije
14. Izveštaji o pregledu sistema grejanja i klimatizacije

15. Nezavisni sistemi kontorle

1.2 NACIONALNO ZAKONODAVSTVO

U periodu 2009-2010 u Republici Srbiji se definišu se 4 zadatka (nadležna ministarstva su Ministarstvo rudarstva i energetike i Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja¹):

1. Akcioni plan za energetske efikasnost (NEEAP 2010.);
2. Praćenje sprovođenja Akcionog plana za energetske efikasnost;
3. Mapa puta implementaciju direktiva – Zakon o efikasnom korišćenju energije (usvojen 15.03.2013. Službeni Glasnik RS 25/13; primena od 01.01.2014.)
4. Povećanje svesti o energetske efikasnosti (Deo zgradarstvo – Zakon o planiranju i izgradnji, podzakonska akta: pravilnici o energetske efikasnosti zgrada).

1.2.1 Nacionalni akcioni plan za energetske efikasnost

Nacionalni akcioni plan za energetske efikasnost pripremljen bazi zahteva:

- Direktive 2006/32/ES Evropskog parlamenta i Saveta o efikasnom korišćenju finalne energije u skladu sa preporučenim modelom pripremljenim od strane
- Radne grupe za energetske efikasnost osnovane pri Sekretarijatu Energetske zajednice

Usvojen je 29. jula 2010. od strane Vlade Republike Srbije. Ovim planom je obuhvaćena finalna ili krajnja energija (ili energija koju koriste “krajnji” korisnici):

- električna i toplotna energija i energenati: fosilna goriva (čvrsta, tečna i gasovita goriva), koja se koriste u sektorima potrošnje - industrija, saobraćaj (ali ne rečni i vazdušni saobraćaj), domaćinstva, javne i komercijalne delatnosti, poljoprivrede;
- ne odnosi na potrošače energije koji su obuhvaćeni Uputstvom 2003/87/ES od 13. oktobra 2003. godine, kojim se utvrđuje sistem trgovine emisijama gasova sa efektom staklene bašte u okviru Zajednice.

Osnovni (indikativni cilj), u slučaju Republike Srbije, (u skladu sa odlukom 2009/05/MS-Enc od 18. decembra 2009. godine Ministarskog saveta Energetske zajednice) je:

- ušteda od najmanje 9% potrošnje finalne energije u devetoj godini primene (od 2010. do 2019. godine)
- prema Prvom akcionom planu EE RS - uštedu od 1,5% potrošnje finalne energije iz 2008. godine u periodu od 2 godine (od 2010. do 2012. godine)

Za zemlje članice EU postizanje indikativnog cilja je da ostvare planiranu uštedu od 9% prosečne finalne energije za period od 2001. do 2005. godine za devetu godinu primene ove Direktive.

Nacionalnim akcionim planom za EE obuhvaćeni su sektori industrije, saobraćaja i sektor građevinskih objekata.

Osnovni instrumenti za sprovođenje plana su sledeći:

1. Za sektor industrije:
 - uvođenje Sistema energetske menadžmenta (Zakon o EKE),

¹ Od 2012. nadležna Ministarstva su: Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine i Ministarstvo građevine i urbanizma

- osnivanje Fonda za EE (Zakon o EKE) - subvencionirani energetske pregledi,
 - tržišni mehanizmi,
 - uvođenje povoljnih kreditnih linija za sprovođenje mera EE u industriji.
2. Za sektor saobraćaja:
- Zakon o efikasnom korišćenju energije,
 - Uredbe,
 - Zakoni i uredbe ministarstva zaduženog za poslove životne sredine i ministarstva zaduženog za poslove finansija,
 - Ulaganje u infrastrukturne objekte železničkog i drumskog saobraćaja.
3. Za sektor građevinskih objekata:
- Zakon o efikasnom korišćenju energije,
 - Zakon o planiranju i izgradnji,
 - Pravilnici o setrifiaciji objekata,
 - Osnivanje fonda za EE,
 - Povoljni krediti za povećanje EE objekata,
 - ESCO kompanije.

ESCO (energy service company) - privredno društvo, odnosno drugo pravno lice za obavljanje energetske usluge koje svojom delatnošću povećava energetske efikasnost objekta, tehnološkog procesa i usluge, i koje prihvata finansijski rizik za obavljene usluge, tako što naplatu svojih usluga, potpuno ili delimično, ostvaruje iz ušteda, nastalih na osnovu sprovedenih mera.

Energetska usluga - usluga, tehnologija, upravljački sistem, uređaj ili druga roba primenjena u bilo kom delu procesa korišćenja energije, koja se pruža na osnovu ugovora i koja u uobičajenom načinu rada dovodi do proverljivog povećanja energetske efikasnosti, odnosno do uštede energije.

S obzirom da se u zgradama troši više od jedne trećine ukupne svetske proizvedene energije i da termotehnički sistemi predstavljaju najveće potrošače energije u zgradama, od vitalnog je značaja da se tim sistemima, u analizi, pristupi na pravi način, kroz pravilno razumevanje i optimizaciju njihovih funkcija u cilju postizanja uštede energije.

Potrošnju energije u zgradama potrebno je minimizirati na način tako da ne dođe do narušavanja uslova komfora, što znači da je neophodno, tokom cele godine, održavati termičke parametre unutrašnje sredine, kvalitet vazduha, potreban nivo osvetljenosti, dovoljnu količinu tople sanitarne vode. Tehnički sistemi u zgradi, koji obezbeđuju uslove komfora jesu porošači energije. Primenom različitih mera moguće je poboljšati energetske efikasnost, pri čemu treba voditi računa o finansijskim efektima primenjenih mera.

Problemi koji dovode do neracionalne potrošnje energije u zgradama:

- Postoji trend porasta potrošnje ukupne energije u svim sektorima (za Republiku Srbiju se predviđa porast sa sadašnjih 8,412 Mtoe na 9,376 Mtoe do 2018. godine)
- Mnoga domaćinstva neefikasno koriste električnu energiju za grejanje i hlađenje prostora

- Rasipanju energije u domaćinstvima doprinosi neefikasno zagrevanje sanitarne vode i neefikasni uređaji za grejanje i osvetljenje prostora
- Neracionalno gazdovanje energijom za grejanje kroz neadekvatni tarifni sistem naplate troškova
- Problem redovnog investicionog održavanja zgrada i tehničkih sistema
- Problem nedostatka podsticajnih mera za sprovođenje projekata unapređenja energetske efikasnosti u zgradama
- Problem nedovoljne informisanosti finalnih korisnika
- Problem nedostatka obrazovanog kadra za upravljanje energetskim tokovima u javnom sektoru u lokalnim samoupravama.

Prilikom analize primene mera unapređenja energetske performansi važno je problemu pristupiti određenim redosledom, počevši sa grupom mera poboljšanja karakteristika same zgrade, preko mera smanjenja gubitaka toplote pri proizvodnji i distribuciji toplote, do grupe mera koje podrazumevaju zamenu uređaja i opreme sistema za grejanje, klimatizaciju i pripremu sanitarne tople vode ili sistema osvetljenja, uz uvođenje regulacije rada sistema.

Primena svake pojedinačne mere zavisi od namene zgrade, kao i od trenutnog ukupnog stanja u kome se zgrada nalazi. Ako je zgrada građena u periodu kada nije bilo propisa o termičkoj zaštiti, čest je slučaj da su spoljni zidovi, krov, kao i konstrukcije ka negrejanim prostorima izvedeni bez termičke izolacije. Takođe je važno razmatrati efekte svake primenjene mere pojedinačno, a zatim zbirni efekat nekoliko primenjenih mera, u težnji da se postigne zadovoljavajući period otplate investicije.

U tabeli 1.1 dat je potencijal uštede prema sektoru potrošnje energije ukoliko se primene ekonomski opravdane mere unapređenja energetske svojstava zgrada.

Tabela 1.1 Potencijal uštede energije prema sektoru potrošnje

Sektor potrošnje energije	Ekonomski opravdan potencijal uštede
Grejanje	do 35 %
Snabdevanje toplom vodom	u zavisnosti od sistema (oko 10 ÷ 30 %)
Upravljanje potrošnjom	≈ 10 ÷ 15 %
Električna energija za grejne uređaje	≈ 15 %
Osvetljenje	do 30 %
Kancelarijska oprema	≈ 10 ÷ 15 % (u zavisnosti od korišćenih kapaciteta i ponašanja korisnika)
Interne mere/ ponašanje korisnika	
Klimatizacija	≈ 25 %
Ventilacija	≈ 10 %
Interne mere	≈ 10 ÷ 30 %

U tabeli 1.2 dat je pregled tipova mera u funkciji investicionih ulaganja i nivoa energetskog pregleda koji se sprovodi na postojećim zgradama.

Tabela 1.2 Primena mera uštede energije prema visini ulaganja i nivoa analize koji se primenjuje

TIP MERE	KONKRETNE MERE	NIVO ANALIZE
Mere domaćinskog upravljanja energijom	Zatvaranje vrata i prozora u prostorijama koje se greju/hlade Isključivanje grejanja ili hlađenja noću i kada nema nikoga Izbegavanje zaklanjanja i pokrivanja grejnih tela zavesama... Provetranje zgrade u letnjem periodu tokom noći Vremensko optimizovanje grejanja i pripreme tople vode, Smanjivanje sobne temperature za 1°C u sezoni grejanja i Podešavanje hlađenja na min 26°C u sezoni hlađenja	Preliminarno snimanje
Nisko budžetske mere	Ugradnja regulacionih ventila u sistem razvoda top. energije Održavanje grejnih tela u prostorijama (zamen, popravke i dr.) Ugradnja termostatskih ventila na grejnim telima Ugradnja klapni u kotlovskim kanalima dimnih gasova, Izolacija cevi, armature i rezervoara, Ugradnja visoko-učinskih pumpi za toplu vodu,	Detaljno snimanje
Visoko-budžetske mere	Prelazak sa grejanja električnom en. na grejanje drugim energentom Prelazak sa parnog na toplovodno grejanje, Zamena kotla ili ložišta, Rekuperacija toplote dimnih gasova kotla ekonomajzer), Instalacija toplotne pumpe(tip vazduh-vazduh ili geo-termalne).	Detaljno snimanje

1.2.2 Zakon o efikasnom korišćenju energije

Zakon o efikasnom korišćenju energije (u daljem tekstu: Zakon o EKE) nastao je kao posledica prepoznate potrebe:

- Strategija razvoja energetike Republike Srbije
- Program ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije
- da se organizovan i zakonom uređen način započne sa odgovornim ponašanjem ka energiji i energentima (racionalnija upotreba i efikasnije korišćenje)
- kao posledica obaveza Republike Srbije prema Energetskom zajednici (EU):
- kao posledica saradnje sa *Japan International Cooperation Agency* (JICA) - sistem upravljanja energijom – sistem menadžmenta energijom

Ciljevi Zakona o EKE su da omogući i podstakne odgovorno, racionalno, efikasno i dugoročno održivo korišćenje energije, kao i stvaranje sistema za praćenje stanja u energetskom sektoru i učinka preduzetih mera. Takođe, Zakon treba da doprinese povećanju sigurnosti snabdevanja energijom, povećanju konkurentnosti privrede i smanjenju negativnih uticaja energetskog sektora na životnu sredinu.

Načini uspostavljanja Zakona o EKE:

- kroz razvoj sistema menadžmenta energijom;
- označavanje energetske klase i uspostavljanje minimalnih zahteva tehničkih uređaja, opreme, proizvoda i zgrada;

- minimalnih zahteva energetske efikasnosti pri proizvodnji, prenošenju i distribuciji električne i toplotne energije i prirodnog gasa:
 - merenja i naplate prema isporučenoj količini energije i
 - zabrane izgradnje neefikasnih objekata (zgrada , postrojenja ...)
- ekonomskih podsticaja:
 - ekonomskih podsticaja za racionalno i efikasno korišćenje energije,
 - ekonomskih sankcija za neracionalno ili neefikasno korišćenje energije i
 - Fonda za energetske efikasnost;
- Razvoj tržišta usluga energetske efikasnosti (ESKO).

Obveznici energetskog menadžmenta su:

- Privredna društva sa pretežnom delatnošću u proizvodnom sektoru – industrijska postrojenja – ukoliko koriste više od propisne količine energije
- Privredna društva sa pretežnom delatnošću u sektoru trgovine i usluga – objekti – ukoliko koriste više od propisne količine energije
- Opštine sa brojem stanovika većim od 20 000
- Zgrade i druge objekti u javnoj svojini – državne uprave

Obveznik sistema menadžmenta energijom imaju obavezu naročito da:

- Realizuje indikativni cilj propisan od strane Vlade,
- imenuje potreban broja energetskih menadžera odnosno energetskih saradnika,
- priprema planove i programe racionalne upotrebe energije – srednjoročni i dugoročni,
- dostavlja godišnje izveštaje Ministarstvu.

1.2.1.1 Fond za energetske efikasnost

Sredstva Budžetskog Fonda se koriste u svrhu finansiranja ili sufinansiranja projekata, programa i aktivnosti koje za cilj imaju efikasnije korišćenje i racionalniju upotrebu energije, a naročito:

- primenu tehničkih mera - u sektorima proizvodnje, prenošenja, distribucije i potrošnje energije,
- uvođenje sistema energetskog menadžmenta,
- izgradnju sistema za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije.

Sredstva Fonda daju se korisnicima sredstava Fonda u svrhu finansiranja efikasnog korišćenja energije putem subvencija, pomoći, donacija, zajmova, nepovratnih sredstava, izdavanja garancija i drugih oblika jemstva, a na osnovu javnih konkursa koje objavljuje Fond.

Ograničenja koja se postavljaju prilikom korišćenja sredstava iz Fonda su sledeća:

- ukupan iznos pojedinačnog zajma ne može da bude veći od predviđenih investicionih ulaganja i
- ukupan iznos nepovratnih sredstava ne može da bude veći od 40% predviđenih investicionih ulaganja.

Ostali ekonomski podsticaji obuhvataju poreske, carinske i druge olakšice:

- smanjenje PDV-a na energetske efikasne opremu, materijale, uređaje i tehnologiju,
- smanjenje carinskih stopa na uvoz energetske efikasne opreme, materijala, uređaja i tehnologija,
- smanjenje poreza na dobit preduzeća za deo iznosa investiranog u energetske efikasne opremu, materijale, uređaje i tehnologiju, kao i u projekte energetske efikasnosti.

1.2.1.2 Analiza efekata zakona o efikasnom korišćenju energije

1. Na koga i kako će uticati predložena rešenja?

Za sprovođenje ovog Zakona potrebno je:

- Uspostaviti sistem energetskog menadžmenta
- uspostaviti inspekcijski nadzor u okviru ministarstva nadležnog za poslove energetike,
- povećati broj zaposlenih u okviru ministarstva nadležnog za poslove energetike, koji će pratiti rad sistema energetskog menadžmenta,
- usvojiti tarifne sisteme za toplotnu energiju koji će biti zasnovani na egzaktnom merenju potrošnje energije.

Ministarstvo nadležno za poslove energetike u obavezi je da pripremi novu sistematizaciju radnih mesta kojom će se omogućiti uspostavljanje inspekcijskog nadzora u oblasti energetskog menadžmenta kao i radnih mesta za praćenje sistema energetskog menadžmenta.

Takođe je neophodno obezbediti finansijske, pravne i druge okvire za uspostavljanje rada Fonda za energetske efikasnosti. Fond bi imao svojstvo pravnog lica, a obavljao bi poslove u vezi sa finansiranjem razvoja i sprovođenja programa, projekata i drugih aktivnosti u oblasti energetske efikasnosti i korišćenja obnovljivih izvora energije u skladu sa Strategijom razvoja energetike, Programom ostvarivanja Strategije, Akcionim planom i drugim programima i aktima u oblasti efikasnog korišćenja energije, te međunarodnim ugovorima čiji je potpisnik Republika Srbija.

Zakonom o efikasnom korišćenju energije uvodi se i organizovan način praćenja potrošnje energije kroz instituciju energetskih menadžera za:

- privredna društva sa pretežnom delatnošću u proizvodnom sektoru (industrijska postrojenja), čija potrošnja energije je iznad nivoa propisanog podzakonskim aktom,
- privredna društva sa pretežnom delatnošću u sektoru trgovine i usluga (objekti), čija potrošnja energije je iznad nivoa propisanog podzakonskim aktom,
- opštine sa brojem stanovnika većim od 20.000 i
- zgrade i drugi objekti u javnoj svojini – državne uprave.

Broj obveznika sistema energetskog menadžmenta prema urađenoj *Studiji za uvođenje energetskog menadžmenta u sektorima potrošnje energije u Republici Srbiji* je sledeći:

- industrija- 120 kompanija,
- zgradarstvo -20 kompanija,

- opštine sa više od 20000 stanovnika- 160 opština,
- državna uprava.

Obveznici sistema energetskeg menadžmenta će biti u obavezi da imenuju energetske menadžere i/ili energetske saradnike koji će morati da prođu program obuke. Osim toga kao deo sistema energetskeg menadžmenta predviđeno je i uvođenje ovlašćenih energetskih savetnika.

2. Koji su troškovi koje će primena Zakona izazvati građanima i privredi, posebno malim i srednjim preduzećima?

Uredba o izmenama i dopunama uredbe o utvrđivanju Programa ostvarivanja strategije razvoja energetike republike Srbije do 2015. godine za period od 2007. do 2012. godine sadrži i modul koji se odnosi na Fond za energetske efikasnosti u okviru kojeg su analizirani mogući izvori prihoda i rezultati uspostavljanja ovakvog Fonda. Zakonom o efikasnom korišćenju energije takođe je definisan izvor prihoda Fonda.

Za formiranje prihoda Fonda razlikuju se dve vrste izvora determinisanih po načinu nastanka i upotrebi za ciljeve koji u osnovi podstiču energetske efikasnosti i racionalnu upotrebu energije. Na prvom mestu po značaju i ulozi su izvorni prihodi koji bi bili generisani naknadama na potrošnju energije i energenata, čime bi se stvorila realna materijalna osnova za obezbeđivanje uslova za unapređenje energetske efikasnosti u svim sektorima potrošnje energije i stimulisanje korišćenja obnovljivih izvora energije. Drugi po značaju izvor bili bi donacije i krediti međunarodne zajednice i međunarodnih finansijskih institucija kao i fondovi Evropske Unije namenjeni u ove svrhe, koje bi Fond aranžirao i servisirao na principima privrednog računa. Obveznici plaćanja naknada namenjenih za potrebe Fonda propisuju se ovim zakonom odnosno na osnovu ovog Zakona.

Kada su u pitanju troškovi uspostavljanja sistema energetskeg menadžmenta, pretpostavlja se da značajan broj budućih obveznika sistema energetskeg menadžmenta već raspolaže sa kadrovima koji se bave snabdevanjem i potrošnjom energenata, ali da će i jedan broj obveznika biti u obavezi da zaposli nove kadrove. Imenovani energetske menadžeri i/ili energetski saradnici, kao i energetski savetnici će za zvaničan program obuke sa polaganjem ispita plaćati novčanu naknadu. Rad strunog tima koji će biti zadužen za realizaciju programa obuke i polaganje stručnih ispita će se finansirati iz ovih prihoda.

Podzakonskim aktom kojim će se propisati nivo potrošnje energije definisati će se obveznici sistema energetskeg menadžmenta. Ovaj nivo odnosno granica obuhvatiće samo velike potrošače energije. Mala i srednja preduzeća nisu obuhvaćena ovim Zakonom.

3. Da li pozitivne posledice donošenja Zakona opravdavaju troškove koje će on stvoriti?

Fond za energetske efikasnosti osniva se radi podsticanja i sufinansiranja aktivnosti koje su definisane Programom, i imaju za cilj poboljšanje energetske efikasnosti u sektorima proizvodnje i potrošnje energije, kao i povećanje korišćenja obnovljivih izvora energije u Republici. Shodno iskustvu u Evropskoj Uniji, od osnivanja i rada Fonda očekuje se poboljšanje energetske efikasnosti u privatnim, javnim, poslovnim i drugim zgradama kroz intervencije na omotaču zgrade, izmene, modernizaciju i zamenu kotlova i toplotnih podstanica sa instalacijama grejanja, sistema za pripremu sanitarne tople vode i unutrašnjeg osvetljenja, kao i poboljšanje energetske efikasnosti i korišćenje obnovljivih izvora energije u industrijskim preduzećima i komunalnim sistemima, kao i sufinansiranje istraživačkih i razvojnih programa, projekata i studija iz oblasti energetske efikasnosti.

Takođe se očekuje da Fond obezbedi i sufinansiranje obrazovnih programa u okviru permanentnog obrazovanja stručnjaka u oblastima energetske efikasnosti i, obuku lokalnih samouprava za izradu energetske bilansa i planova energetske razvoja uz uvođenje sistema energetske statistike, kao i obuku i edukaciju menadžmenta industrijskih preduzeća i operatora za mašinama. Sredstva Fonda mogu da se daju korisnicima (pravnim i fizičkim licima) radi finansiranja projekata energetske efikasnosti putem zajmova, izdavanja garancija i drugih oblika jemstava, subvencija, pomoći i donacija na osnovu javnih konkursa.

Uvođenjem sistema energetske menadžmenta kroz Zakon o EKE biće omogućeno:

- smanjenje potrošnje energije.

*U Ugovoru o Energetskoj Zajednici koji je na snazi od 01.07.2006. godine, jedno od osnovnih zadataka Energetske Zajednice jeste i povećanje energetske efikasnosti. U tom smislu Ministarstvo je bilo u obavezi da pripremi Prvi akcioni plan za energetske efikasnost Republike Srbije za period od 2010. do 2012. godine (usvojen u julu 2010 od strane Vlade Republike Srbije) kojim se utvrđuje srednji indikativni cilj za ovaj period na nivou od 1.5% finalne domaće potrošnje energije u 2008. godini (0.1254 mtoe), odnosno ukupni cilj od najmanje 9% finalne potrošnje energije u devetoj godini primene. Cilj uštede finalne energije od 1.5% ostvariće se realizacijom mera u sektorima: domaćinstava i javne i komercijalne delatnosti (0.0235 Mtoe), industrije (0.0566 Mtoe) i saobraćaja (0.0453 Mtoe).

- otvaranje novih radnih mesta,
- otvaranje tržišta energetske usluga,
- smanjenje emisije CO₂.

**U okviru Studije za uvođenje energetske menadžmenta u sektorima potrošnje energije u Republici Srbiji urađena je i analiza efekata prema kojoj je moguće primenom sistema energetske menadžmenta ostvariti sledeće:

- do 2030. godine moguće je smanjiti potrošnju primarne energije za 1,58 Mten ili 8,4% što je ušteda od 2194 mil eura.
- privatne kompanije će uštedom energije uticati na povećanje njihovih prihoda što će takođe uticati i na povećanje prihoda po osnovu poreza u budžetu države. Procenjeno je da je do 2020. godine moguće povećati budžet po ovoj osnovi za 9 mil eura odnosno 28 mil eura do 2030. godine.
- Procenjeno je smanjenje emisije CO₂ za 9 % do 2030. godine.

4. Da li se Zakonom podržava stvaranje novih privrednih subjekata na tržištu i tržišna konkurencija?

Zakonom se podstiče otvaranje i razvoj energetske usluga, čime se direktno podstiče stvaranje novih privrednih subjekata i tržišna konkurencija.

5. Da li su sve zainteresovane strane imale priliku da se izjasne o Zakonu i koje će se mere tokom primene Zakona preduzeti da bi se ostvarilo ono što se donošenjem Zakona namerava?

Nacrt zakona u februaru 2011. godine dostavljen je na mišljenje svim javnim preduzećima u oblasti energetike čiji je osnivač Republika Srbija, kao i Pokrajinskom sekretarijatu za energetiku i mineralne sirovine AP Vojvodine i udruženju toplana Srbije.

O predloženim rešenjima svoje stavove izneli su Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, JP „Srbijagas“, JP Transnafta Pančevo“, „NIS AD Novi Sad“ i određene njihove primedbe i sugestije uzete su u obzir prilikom izrade ovog teksta Nacrta zakona.

U periodu od 2009 do maja 2011. godine Minisarstvo rudarstva i energetike je realizovao projekat pod nazivom Studija za uvođenje energetskeg menadžmenta u sektorima potrošnje energije u Republici Srbiji (u daljem tekstu Studija), čiju realizaciju je finansirala Japanska Agencija za međunarodnu saradnju (JICA) a 18.02.2011. godine održana je finalna radionica na kojoj su stručnoj javnosti predstavljeni rezultati Studije, predlog budućeg sistema energetskeg menadžmenta u Srbiji kao i plan za njegovo sprovođenje. U toku realizacije projekta održano je više radionica i radnih sastanaka sa zainteresovanim stranama koje su imale priliku da se upoznaju sa aktivnostima Ministarstva na uvođenju sistema energetskeg menadžmenta.

1.2.3 Zakon o planiranju i izgradnji i Pravilnici o energetskeg efikasnosti

Donošenjem Zakona u planiranju i izgradnji 2009. uvedena je obaveza unapređenja energetske efikasnosti u oblasti zgradarstva. Član 4. Zakona glasi:

“Objekat koji se u smislu posebnog propisa smatra objektom visokogradnje (u daljem tekstu: objekti visokogradnje), u zavisnosti od vrste i namene, mora biti projektovan, izgrađen, korišćen i održavan na način kojim se obezbeđuju propisana energetska svojstva.

Propisana energetska svojstva utvrđuju se izdavanjem sertifikata o energetskeg svojstvima objekta koji izdaje ovlašćena organizacija koja ispunjava propisane uslove za izdavanje sertifikata o energetskeg svojstvima objekata.

Sertifikat o energetskeg svojstvima objekta čini sastavni deo tehničke dokumentacije koja se prilaže uz zahtev za izdavanje upotrebne dozvole.

Ispunjenost uslova iz stava 2. ovog člana posebnim rešenjem utvrđuje ministar nadležan za poslove građevinarstva.

Na rešenje iz stava 4. ovog člana ne može se izjaviti žalba, ali se tužbom može pokrenuti upravni spor.

Obaveza iz stava 1. ovog člana ne odnosi se na objekte visokogradnje koje posebnim propisom odredi ministar nadležan za poslove građevinarstva.”

Na osnovu člana 201 Zakona, stav 1:

“Ministar propisuje bliže:

1) energetska svojstva i način izračunavanja toplotnih svojstava objekata visokogradnje, energetske zahteve za nove i postojeće objekte, kao i uslove, sadržinu i način izdavanja sertifikata (član 4)”;

doneseni su Pravilnici o energetskeg efikasnosti zgrada, kojima se bliže propisuju energetska svojstva zgrada, kao i uslovi, sadržina i način izdavanja sertifikata o energetskeg svojstvima zgrada.

Prilikom izrade podzakonskih akata (Pravilnika) postavljeni su sledeći zahtevi:

- poboljšanje termičke zaštite,
- ukupne energetske potrebe zgrade,

- indikator za određivanje energetskeg razreda,
- izmerena potrošnja u postojećim zgradama,
- nacionalni softver (mesečni model prema standardima: SRPS EN ISO 13790, SRPS EN 15316, SRPS EN 15241, SRPS EN 15243, SRPS EN 15316-3, SRPS EN 15193) i nacionalnim specifičnostima

Usvojena je sledeća strategija:

- Primena Direktive **2010/31/EU** (prema odluci Ministarskog Saveta Energetske Zajednice: *No 2010/02/MC-EnC, 24 September 2010.*)
- Implementacija "CEN" standarda (preuzetih kao SRPS EN i SRPS ISO)
- Do usvajanja nacionalnog softvera obaveza proračuna samo energije potrebne za grejanje i ispunjavanje postavnjenih uslova termičke zaštite zgrada

Doneseni su novi pravilnici:

- Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada (Sl. Glasnik 061/2011)
- Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada (Sl. Glasnik 069/2012)

Izvršena je izmena i dopuna važećih pravilnika:

- Pravilnika o uslovima i postupku za izdavanje i oduzimanje licence («Službeni glasnik RS», br.116/2004)
- Pravilnika o uslovima i načinu polaganja stručnog ispita
- Tehnički prijem, Stručni nadzor...

Pravilnici o energetskej efikasnosti zgrada se primenjuju za:

- izgradnju novih zgrada;
- rekonstrukciju, dogradnju, obnovu, adaptaciju, sanaciju i energetske sanaciju postojećih zgrada;
- rekonstrukciju, adaptaciju, sanaciju, obnovu i revitalizaciju kulturnih dobara od izuzetnog značaja i zgrada u njihovoj zaštićenoj okolini...
- zgrade ili delove zgrada koje čine tehničko-tehnološku ili funkcionalnu celinu, a koje se prodaju ili daju u zakup.

Kategorizacija zgrada je izvršena u skladu sa EPBD i domaćom praksom:

- stambene zgrade sa jednim stanom,
- stambene zgrade sa dva ili više stanova,
- upravne i poslovne zgrade,
- zgrade namenjene obrazovanju i kulturi,
- grade namenjene zdravstvu i socijalnoj zaštiti,
- zgrade namenjene turizmu i ugostiteljstvu,
- zgrade namenjene sportu i rekreaciji,
- zgrade namenjene trgovini i uslužnim delatnostima i
- zgrade mešovite namene i
- zgrade za druge namene koje koriste energiju.

Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada ima sledeću strukturu:

- Predmet uređivanja
- Definicije
- Primena pravilnika, kategorije zgrada i izuzeća
- Tehnički uslovi: urbane celine i arhitektonsko-urbanistički parametri
- Svojstva građevinskih materijala i elemenata (higrotermička, termička i parodifuzijska, toplotni mostovi)
- Karakteristike tehničkih sistema (grejanja, hlađenja, klimatizacije i ventilacije i sistema za pripremu sanitarne tople vode) - minimalni tehnički zahtevi
- Minimalni tehnički zahtevi za unutrašnje osvetljenje
- Metodologija proračuna indikatora EE (prema EN ISO 13790)
- Obnovljivi izvori i njihova primena
- Emisija CO₂
- Elaborat EE: ulazni podaci i sadržaj elaborata
- Prelazne i završne odredbe
- Stupanje na snagu
- Prilozi

Ovaj pravilnik propisuje tehničke uslove prilikom projektovanja zgrada, ostvarivanje minimalnih uslova komfora, higro-termička svojstva građevinskih materijala i elemenata – uz definisane maksimalne vrednosti koeficijenta prolaženja toplote elemenata termičkog omotača zgrade (tabela 1.3), minimalne tehničke zahteve za elektro-mašinske sisteme u zgradama, izradu elaborata energetske efikasnosti kao sastavnog dela glavnog projekta u cilju dobijanja građevinske dozvole, kao i metodologiju proračuna indikatora EE (šematski prikaz na slici 1.2), potrebnih za određivanje energetskog razreda zgrade.

Vrednosti U [$W/(m^2 \cdot K)$] proračunavaju se u skladu sa standardom SRPS EN ISO 13789 i posebnim standardima: za netransparentne građevinske elemente, izuzev podova i zidova u tlu i zid-zavesa, u skladu sa standardom SRPS EN ISO 6946; za podove i zidove u tlu u skladu sa standardom SRPS EN ISO 13370; za građevinske elemente tipa prozora, balkonskih vrata i roletni u skladu sa standardom SRPS EN ISO 10077-1 i SRPS EN ISO 10077-2; za zid-zavesu u skladu sa standardom SRPS EN 13947; za stakla u skladu sa standardima SRPS EN 673 i SRPS EN 410; za elemente za zidanje zidanih zidova i zidane zidove, u skladu sa standardom SRPS EN 1745.

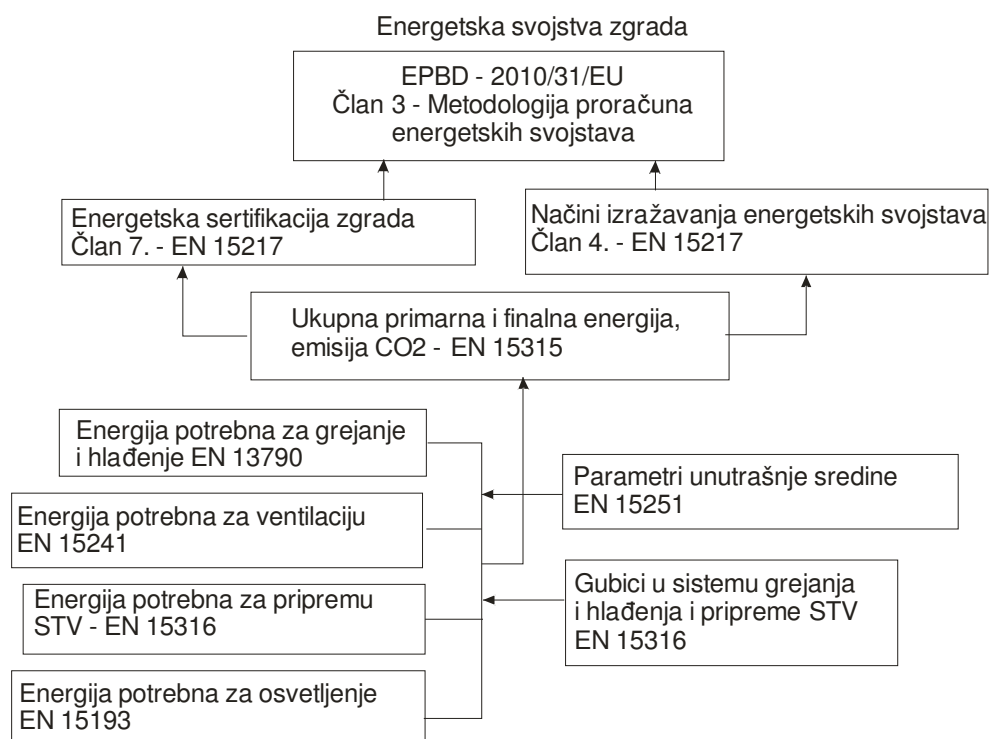
Koeficijent prolaza toplote transparentnog građevinskog elementa (spoljna građevinska stolarija: spoljni prozori i balkonska vrata; krovni prozori), U_w [$W/(m^2 \cdot K)$], određuje se proračunom, saglasno standardu SRPS EN ISO 10077-1.

Tabela 1.3 – Najveće dozvoljene vrednosti koeficijenta prolaza toplote, U_{max} [$W/(m^2 \cdot K)$], za elemente termičkog omotača zgrade

Opis elementa / sistema	Postojeće zgrade	Nove zgrade
-------------------------	------------------	-------------

	U _{max} [W/(m ² ·K)]	U _{max} [W/(m ² ·K)]
<i>Elementi i sistemi u kontaktu sa spoljnim vazduhom</i>		
1. Spoljni zid	0,40	0,30
2. Zid na dilataciji (između zgrada)	0,50	0,35
3. Zidovi i međuspratne konstrukcije između grejanih prostorija različitih jedinica, različitih korisnika ili vlasnika	0,90	0,90
4. Ravan krov iznad grejanog prostora	0,20	0,15
5. Ravan krov iznad negrejanog prostora	0,40	0,30
6. Kosi krov iznad grejanog prostora	0,20	0,15
7. Kosi krov iznad negrejanog prostora	0,40	0,30
8. Međuspratna konstrukcija iznad otvorenog prolaza	0,30	0,20
9. Prozori, balkonska vrata grejanih prostorija i grejane zimske bašte	1,50	1,50
10. Stakleni krovovi, izuzimajući zimske bašte, svetlosne kupole	1,50	1,50
11. Spoljna vrata	1,60	1,60
12. Izlozi	1,80	1,80
13. Staklene prizme	1,60	1,60
<i>Unutrašnje pregradne konstrukcije</i>		
14. Zid prema grejanom stepeništu	0,90	0,90
15. Zid prema negrejanim prostorima	0,55	0,40
16. Međuspratna konstrukcija ispod negrejanog prostora	0,40	0,30
17. Međuspratna konstrukcija iznad negrejanog prostora	0,40	0,30
<i>Konstrukcije u tlu (ukopane, ili delimično ukopane)</i>		
18. Zid u tlu	0,50	0,35
19. Pod na tlu	0,40	0,30
20. Ukopana međuspratna konstrukcija	0,50	0,40
Napomena 1: Za elemente – sisteme panelnog (podnog, zidnog, plafonskog) grejanja moraju se primeniti odgovarajući standardi i tehnički uslovi propisani tim standardima.		
Napomena 2: Vrednosti navedene za postojeće zgrade odnose se na najveće dopuštene vrednosti posle renoviranja, sanacija, rekonstrukcija.		

Šematski prikaz metodologije proračuna indikatora EE dat je na slici 1.2.



Slika 1.2 Metodologija proračuna indikatora EE i veza sa CEN standardima

Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada takođe propisuje maksimalno dozvoljenu godišnju potrošnju finalne energije za grejanje, kako za nove, tako i za postojeće zgrade, što je prikazano u tabeli 1.4.

Tabela 1.4 – Dozvoljena godišnja potrošnja finalne energije

VRSTA OBJEKTA	NOVE ZGRADE	POSTOJEĆE ZGRADE
	Dozvoljena maksimalna godišnja potrošnja energije za grejanje [kWh/m ² a]	Dozvoljena maksimalna godišnja potrošnja energije za grejanje [kWh/m ² a]
1. stambene zgrade sa jednim stanom	65	75
2. stambene zgrade sa dva ili više stanova	60	70
3. upravne i poslovne zgrade	55	65
4. zgrade namenjene obrazovanju	65	75
5. zgrade namenjene zdravstvu i socijalnoj zaštiti	100	120
6. zgrade namenjene turizmu i ugostiteljstvu	90	100
7. zgrade namenjene sportu i rekreaciji	80	90
8. zgrade namenjene trgovini i uslužnim delatnostima	70	80
9. zgrade za druge namene koje koriste energiju uključujući i mešovite namene	/	/

Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskeim svojstvima zgrada ima sledeću strukturu:

- Opšte odredbe
- Definicije
- Primena pravilnika (obaveza posedovanja energetskeg pasoša, kategorije zgrada i izuzeća)
- Energetski razredi
- Energetski pasoš (stambene, nestambene i ostale zgrade; sadržaj)
- Postupak izdavanja i važenje
- Obaveza čuvanja energetskeg pasoša
- Javno izlaganje energetskeg pasoša
- Obaveze investitora/vlasnika zgrade
- Postupak sprovođenja sertifikacije (energetski pregled, izveštaj)
- Registar izdatih energetskeg pasoša
- Prelazne i završne odredbe i stupanje na snagu.

Energetski pasoš za zgrade ima pet strana na kojima se prikazuju sledeći podaci:


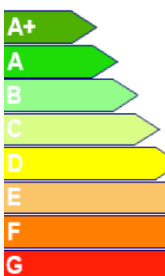

- Prva strana - opšti podaci i podatak o energetskeg razredu
- Druga strana - podaci o klimi, termotehničkim sistemima i elementima termičkog omotača zgrade
- Treća strana - energetske potrebe i izmerena potrošnja energije
- Četvrta strana - predlog mera za unapređenje EE zgrade
- Peta strana - objašnjenje korišćenih tehničkih pojmova

Energetski razred za stambene zgrade određuje se na osnovu maksimalne dozvoljene godišnje potrebne finalne energije za grejanje [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$], koja je definisana Pravilnikom o energetkoj efikasnosti zgrada, i to posebno za nove i postojeće zgrade. Maksimalna dozvoljena godišnja potrebna finalna energija za grejanje $Q_{H,nd,max}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] odgovara energetskeg razredu „C“.

Energetski razred zgrade je pokazatelj energetskeg svojstva zgrade. Izražen je preko relativne vrednosti godišnje potrošnje finalne energije za grejanje [%], i predstavlja procentualni odnos specifične godišnje potrebne toplote za grejanje $Q_{H,nd}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] i maksimalno dozvoljene $Q_{H,nd,max}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] za određenu kategoriju zgrada:

$$Q_{H,nd,rel} = (Q_{H,nd} / Q_{H,nd,max}) \times 100\%.$$

Na slici 1.3 prikazane su prve strane energetskeg pasoša Republike Srbije i nekoliko evropskeg zemalja.

	ЗГРАДА		<input type="checkbox"/> нова	<input checked="" type="checkbox"/> постојећа
	Категорија зграде		1. Зграда са једним станом 2. Зграда са више станова	
	Место, адреса:			
	Катастарска парцела:			
	Власник/инвеститор/правни заступник:			
	Извођач:			
	Година изградње:			
	Година реконструкције/ енергетске санације:			
	Нето површина A_{n} [m ²]:			
	Прорачун		$Q_{H,nd,ref}$ [%]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]
		45	34	
				
Подаци о лицу које је издало енергетски пасош Овашћена организација: Потпис овлашћеног лица и печат организације: _____ (потпис) М.П. Одговорни инжењер: Потпис и печат одговорног инжењера EE: _____ (потпис) М.П. Број пасоша: Датум издавања/рок важења:				

Енергетски пасош за стамбене зграде

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Erstellt am:

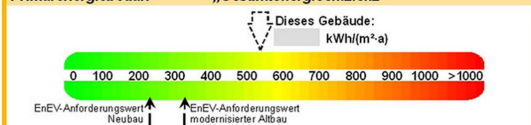
Aushang

Gebäude

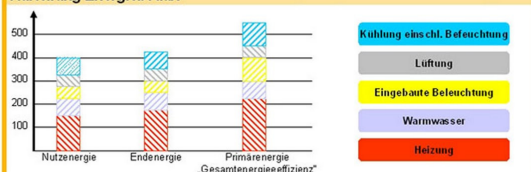
Hauptnutzung / Gebäudekategorie		Gebäudeteil
Adresse		
Gebäudeteil		
Baujahr Gebäude		
Baujahr Wärmeerzeuger		
Baujahr Klimaanlage		
Nettogrundfläche		

Primärenergiebedarf

„Gesamtenergieeffizienz“



Aufteilung Energiebedarf



Aussteller

Unterschrift des Ausstellers

Republika Srbija

Nemačka

Display Energy Certificate

How efficiently is this building being used?



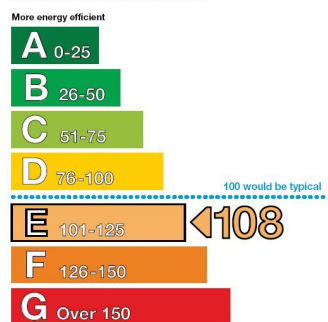
A Government Dept
12th & 13th Floor
Jubilee House
High Street
Anytown
A12CD

Certificate Reference Number:
1234-1234-1234-1234

This certificate indicates how much energy is being used to operate this building. The Operational Rating is based on meter readings of all the energy actually used in the building. It is compared to a benchmark that represents performance indicative of all buildings of this type. There is more advice on how to interpret this information on the Government's website www.communities.gov.uk/kepiot.

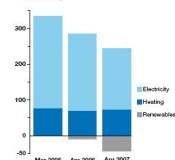
Energy Performance Operational Rating

This tells you how efficiently energy has been used in the building. The numbers do not represent actual units of energy consumed; they represent comparative energy efficiency. 100 would be typical for this kind of building.



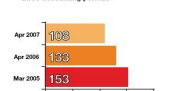
Total CO₂ Emissions

This tells you how much carbon dioxide the building emits. It shows tonnes per year of CO₂.



Previous Operational Ratings

This tells you how efficiently energy has been used in this building over the last three accounting periods.



Technical information

This tells you technical information about how energy is used in the building. Consumption data based on actual readings.

Main heating fuel: Gas

Building Environment: Air Conditioned

Total useful floor area (m²): 2507

Asset Rating: 92

Administrative information

This is a Display Energy Certificate as defined in SI2007/991 as amended.

Assessment Software: CBE-1

Property Reference: 801123776412

Assessor Name: John Smith

Assessor Number: ABC12345

Accreditation Scheme: ABC Accreditation Ltd

Employer/Trading Name: EnergyWatch Ltd

Issue Date: 12 May 2007

Revised Date: 01 Apr 2007

Valid Until: 31 Mar 2008

Related Party Disclosure: EnergyWatch is contracted as energy managers

Recommendations for improving the energy efficiency of the building are contained in Report Reference Number 1234-1234-1234-1234

Energy Performance Certificate for dwellings

Energy Performance Certificate

Address of dwelling and other details

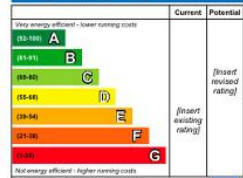
100 Any Street,
Anyvillage,
Anywhere,
XY1 2Z

Dwelling type: [e.g. Detached house]
Name of protocol organisation: [if applicable, otherwise N/A]
Membership number: [if applicable, otherwise N/A]
Date of certificate:
Total floor area:
Main type of heating and fuel: [e.g. air-source heat pump, electric]

This dwelling's performance rating(s)

This dwelling has been assessed using the *[insert methodology calculator tool e.g. SAP]*. Its performance is rated in terms of the energy use per square metre of floor area, energy efficiency based on fuel costs* and environmental impact based on carbon dioxide (CO₂) emissions. Carbon dioxide is a greenhouse gas that contributes to climate change.

Energy Efficiency Rating*



Scotland EU Directive 2002/91/EC

The energy efficiency rating* is a measure of the overall efficiency of a home. The higher the rating the more energy efficient the home is and the lower the fuel bills are likely to be.

Approximate current energy use per m² of floor area: *[insert in kWh/m² per year]*

Approximate current CO₂ emissions: *[insert in kg/m² per year]*

Cost effective improvements

Below is a list of lower cost measures that will raise the energy performance of the dwelling to the potential indicated in the table(s) above.

1. [e.g. Fit 100% low energy lighting]
- 2.
- 3.

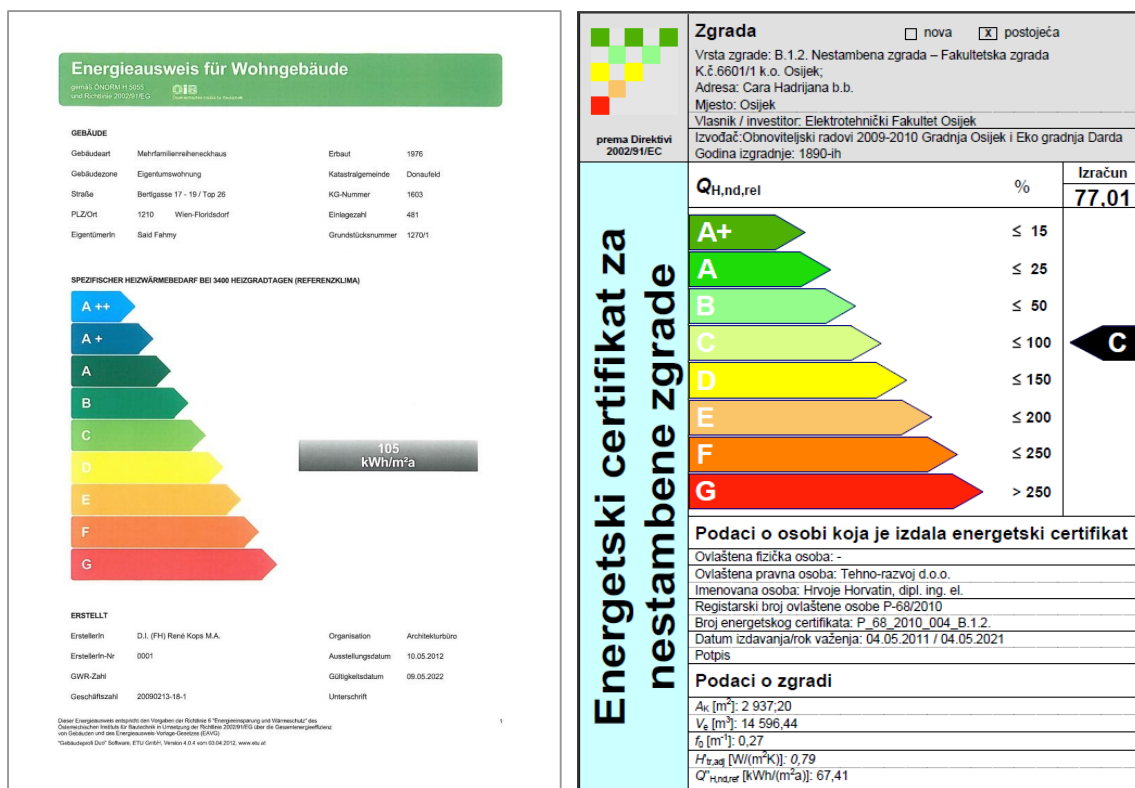
N.B. THIS CERTIFICATE MUST BE AFFIXED TO THE DWELLING AND NOT BE REMOVED UNLESS IT IS REPLACED WITH AN UPDATED VERSION

[A full energy report is appended to this certificate]

* Requirement for dwellings subject to 'Single Survey' - optional for Scottish building regulations

Velika Britanija

Slika 1.3a Izgled energetkog pasoša



Slika 1.3b Izgled energetkog pasoša

2. ENERGETSKI BILANS

2.1 OBLICI ENERGIJE

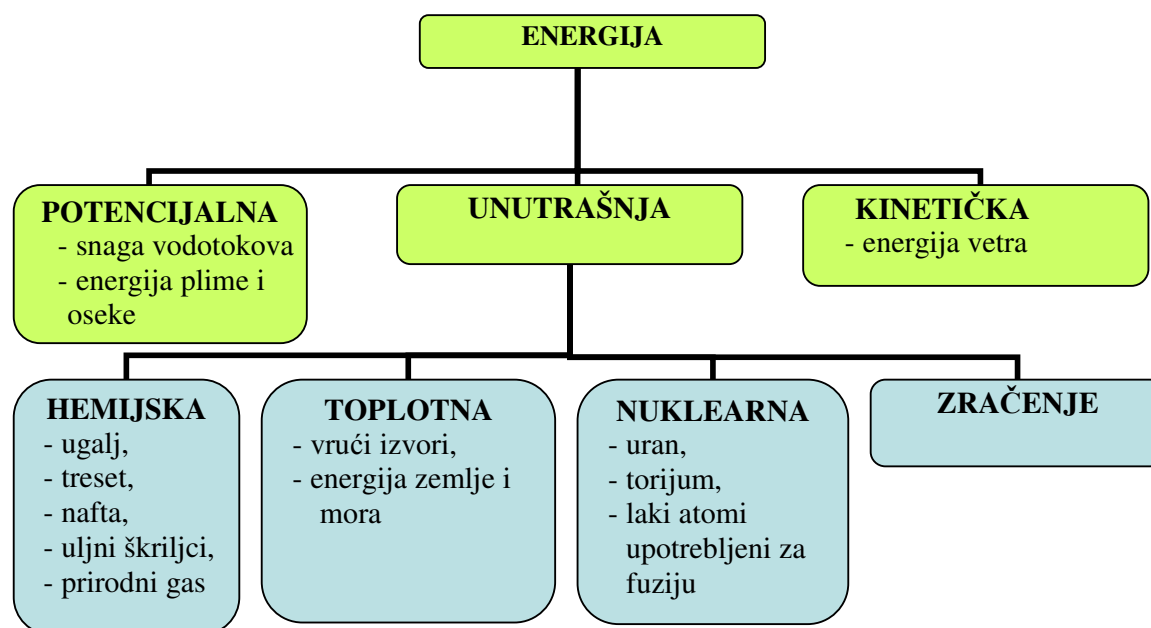
Sva iskoristiva energija potiče iz tri osnovna izvora energije: energije Sunca, energije iz Zemlje i energije gravitacije.

Energija Sunca nastaje procesima termonuklearne fuzije vodika koji se odvijaju u središtu Sunca. Produkti fuzije su helijum i velika količina energije koja se prenosi prema površini Sunca, prosečne temperature 5760 K. Sa površine Sunca energija se emituje u svemir elektromagnetskim talasima. Iako samo vrlo mali deo ukupne Sunčeve energije dolazi do površine Zemlje, na nju tokom jedne godine dospe veća količina energije od one sadržane u ukupnim rezervama uglja i nafte. Energija Sunčevog zračenja na Zemlji pretvara se u druge oblike energije procesima fotosinteze, isparivanja i strujanja.

Energija iz Zemlje posledica je toplote Zemljinog jezgra koja se iz unutrašnjosti provodi prema površini. Zemlja se od svojih početaka, kada je postojala kao kugla užarene mase, hladi i stvara čvrsti deo Zemljine kore koji je deo do 50 km. Prosečna dnevna količina energije koja se iz središta Zemlje dovodi površini iznosi $5,4 \text{ MJ/m}^2$ (gustina toplotnog fluksa $0,063 \text{ W/m}^2$), što je niska vrednost i nije pogodna za tehničko iskorišćenje. Toplotni gradijent po dubini Zemljine kore može biti mestimično vrlo različit, a on je merodavan za iskorišćenje toplote iz Zemlje. Energija iz Zemlje se najčešće koristi kao toplota izvora vruće vode ili pare i kao toplotni izvor za rad toplotnih pumpi.

Energija gravitacije posledica je gravitacionih sila između Sunca, Meseca i Zemlje. Gravitacione sile uzrokuju promene nivoa mora i time promenu potencijalne energije morske vode. Amplituda plime i oseke mestimično varira, a može iznositi od nekoliko centimetara do šesnaest metara.

Izvori energije su prikazani dijagramom na slici 2.1.

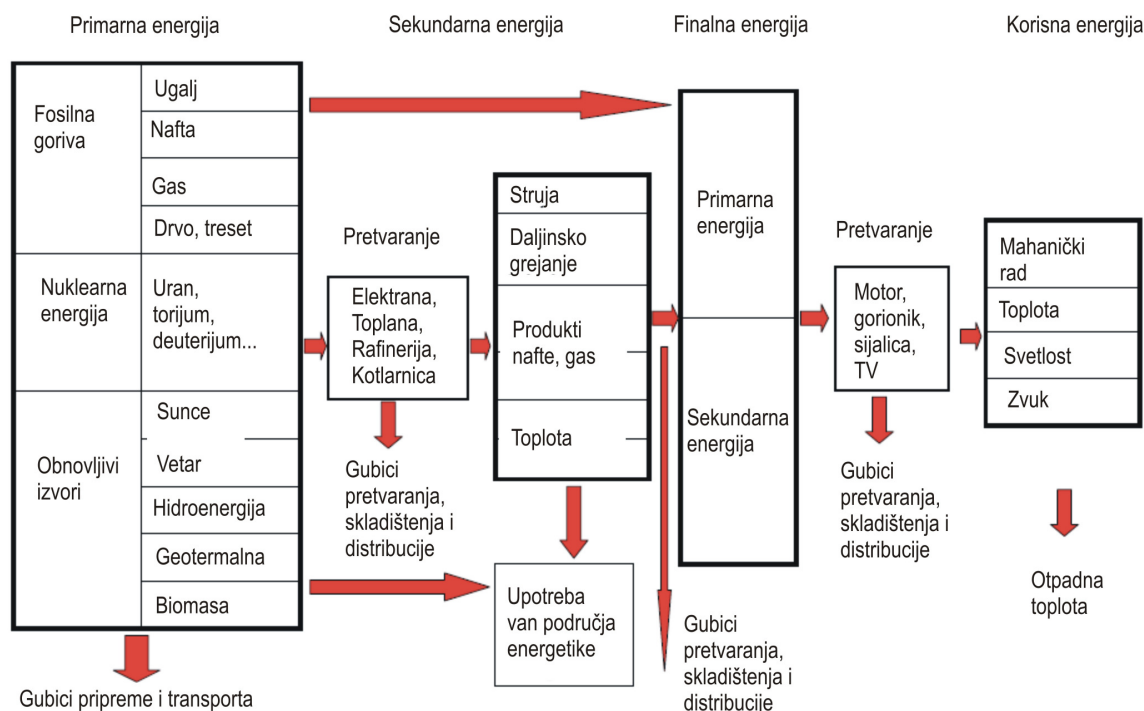


2.1 Izvori energije

Zakon o održanju energije: Energija se ne stvara niti uništava. U svim realnim (nepovratnim) procesima energija se pretvara iz jednog oblika u drugi, pri čemu gubitak predstavlja deo koji se pretvara u neiskoristivu energiju. Zbir svih energija na ulazu u neki sistem jednak je zbiru energija na izlazu iz njega.

Pretvaranje (transformacija) energije: prirodni oblici energije mogu se direktno koristiti ili se preko uređaja za transformaciju mogu pretvarati u korisne oblike, najčešće u mehaničku ili toplotnu energiju. Tu se može govoriti o primarnoj, sekundarnoj, finalnoj i korisnoj energiji.

Primarnom energijom se smatra ona energija koja je sadržana u energentu (nosiocu energije, kao što je hemijska energija goriva). Sekundarna energija je dobijena energetsom transformacijom iz primarne energije i predstavlja primarnu energiju umanjenu za gubitke pretvaranja (npr. električna energija proizvedena sagorevanjem goriva u termoelektrani). Finalna (ili neposredna) energija je ona energija koja dolazi do krajnjeg korisnika (sekundarna energija umanjena za gubitke pripreme i transporta). Konačno, korisna energija je ona koja je utrošena za zadovoljavanje potreba krajnjih korisnika (konačna energija umanjena za gubitke pretvaranja kod korisnika). Šematski prikaz tokova energije i međusobni odnosi navedenih oblika prikazani su na slici 2.2.



2.2 Oblici energije i načini pretvaranja u sekundarnu i finalnu energiju

2.2 ENERGETSKI BILANS REPUBLIKE SRBIJE

Energetski bilans predstavlja dokument kojim se utvrđuju godišnji iznosi energije i energenata potrebni za uredno i sigurno snabdevanje korisnika energije (neposrednih potrošača) za period od tri godine. Ovaj dokument se izrađuje na osnovu podataka o proizvodnji, prerađi i snabdevanju energijom i energentima u skladu sa metodologijom Eurostata.

Sve veličine iskazuju se u fizičkim jedinicama i to čvrsta goriva u milionima t, tečna goriva u milionima t, gasovita goriva u milionima Stm^3 (standardni metar kubni gasa), električna energija u GWh, toplotna energija u TJ i u milionima tona ekvivalentne nafte (Mtoe). Jedna tona ekvivalentne nafte iznosi 41,868 GJ ili 11,630 MWh električne energije ili dve tone kamenog uglja odnosno 5,586 t sirovog lignita.

U Tabeli 2.1 prikazani su faktori za konverziju jedinica energije u međunarodnoj statistici.

Tabela 2.1 – Faktori za konverziju jedinica energije u međunarodnoj statistici

	TJ	Gcal	Mtoe	MBtu	GWh
Teradžul (TJ)	1	238,8	$2,388 \times 10^{-5}$	947,8	0,2778
Gigakalorija (Gcal)	$4,1868 \times 10^{-3}$	1	10^{-7}	3,968	$1,163 \times 10^{-3}$
Mtoe	$4,1868 \times 10^4$	10^7	1	$3,968 \times 10^7$	11630
Miliona Btu ² (MBtu)	$1,0551 \times 10^{-3}$	0,252	$2,52 \times 10^{-8}$	1	$2,931 \times 10^{-4}$
Gigavat sati (GWh)	3,6	860	$8,6 \times 10^{-5}$	3412	1

Svi tokovi energije posmatraju se u okviru tri sistema energije:

- Sistem primarne energije u okviru koje se daje struktura ukupno raspoložive primarne energije za potrošnju. To je domaća proizvodnja na bazi korišćenja sopstvenih resursa primarne energije (ugalj, nafta, prirodni gas, hidropotencijal, obnovljivi izvori energije) i neto uvoza³ primarne energije, uključujući i neto uvoz električne energije. Prikaz korišćenja obnovljivih izvora energije obuhvata statistiku iskorišćenosti hidropotencijala, proizvodnju i potrošnja tečnih biogoriva, proizvodnju i korišćenje geotermalne i solarne energije i proizvodnju čvrste biomase, odnosno ogrevnog drveta. Obaveze koje Republika Srbija ima po Ugovoru o Energetskoj zajednici nameću da se što pre sprovede potpuno evidentiranje korišćenja svih oblika obnovljivih izvora energije;

- Sistem transformacija primarne energije u okviru kojeg se prikazuju energenti potrebni za procese transformacije primarne energije, te proizvodnja energije (uključujući sopstvenu potrošnju, gubitke u transformaciji, prenosu i distribuciji energije do krajnjih potrošača). Strukturu ovog nivoa čine termoelektrane, hidroelektrane, termoelektrane - toplane, toplane, industrijske energane, rafinerije nafte, prerada uglja i visoke peći.

- Sistem finalne energije objedinjuje potrošnju energije za neenergetske svrhe (neenergetska potrošnja) i potrošnju finalne energije u energetske svrhe. Potrošnja finalne energije u energetske svrhe iskazuje se na dva načina. Prvi način obuhvata strukturu sektora potrošnje, a to su industrija, saobraćaj i ostalo (domaćinstva, javne i komercijalne delatnosti i poljoprivreda). Zbog nedovoljnih i nepouzdatih podataka ovu strukturu nije moguće prikazati detaljnije. Drugi način obuhvata strukturu energenata: čvrsta goriva, tečna goriva, gasovita goriva, električna energija, toplotna energija, OIE. Budući da nema dovoljno pouzdanih podataka o strukturi potrošnje finalne energije u energetske svrhe, ova struktura je u najvećoj meri procenjena.

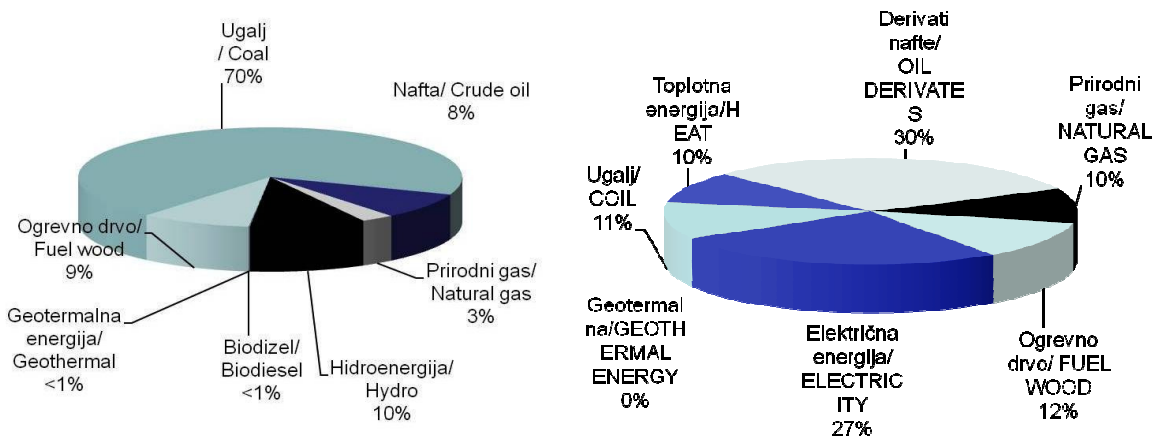
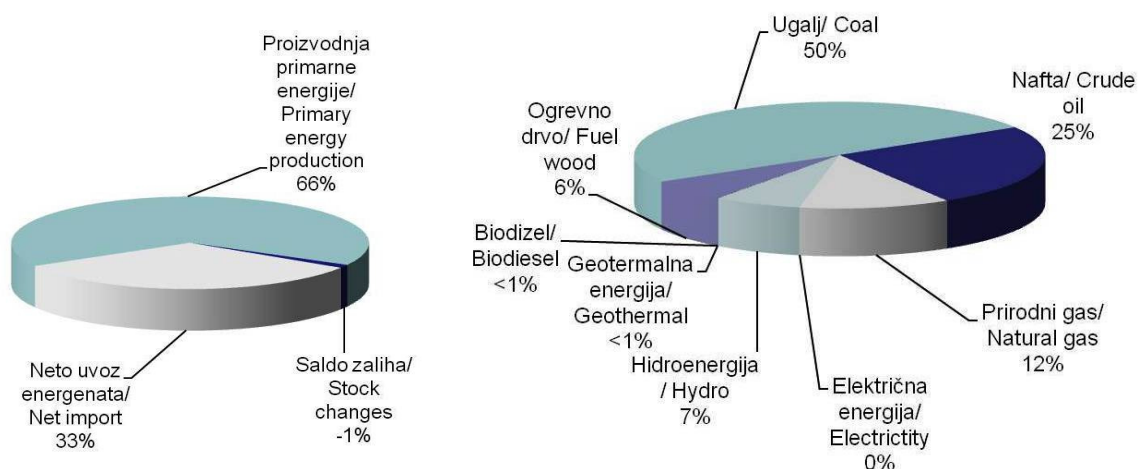
Za izradu Energetskog bilansa Republike Srbije za 2010. godinu korišćeni su podaci Pokrajinskog sekretarijata za energetiku i mineralne sirovine Autonomne pokrajine Vojvodine, podaci Republičkog zavoda za statistiku, Uprave carina, JP „Elektroprivreda Srbije” (JP EPS),

² Miliona tona britanske toplotne jedinice.

³ Neto uvoz predstavlja razliku između uvoza i izvoza energenata.

JP „Elektromreža Srbije”, JP „Srbijagas”, JP „Transnafta”, „NIS” a.d, JP PEU „Resavica”, Poslovnog Udruženja toplana Srbije i toplana u okviru sistema daljinskog grejanja, proizvođača visokoprećnog gasa, proizvođača tećnih biogoriva.

Na osnovu dobijenih podataka i njihove obrade, ustanovljeni su pojedinaćni, odnosno sektorski bilansi nafte i naftnih derivata, prirodnog gasa, uglja, elektrićne, toplotne energije i bilans OIE. Na slici 2.3 prikazano je snabdevanje primarnom energijom i data njena struktura. Dijagramima na slici 2.4. prikazana je proizvedena i potrošena finalna energija, prema podacima energetske bilansa za 2010. godinu.

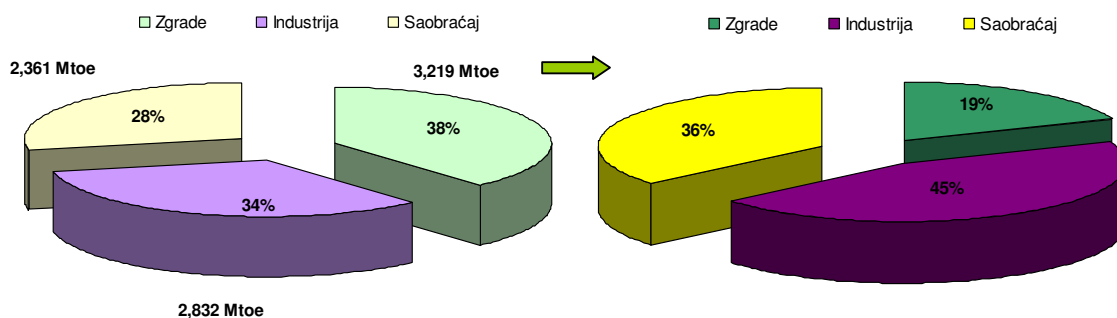


Prema podacima energetske bilansa, u 2010. godini primarna potrošnja iznosi 15,531 Mtoe, dok je potrošnja finalne energije iznosila 8,889 Mtoe.

Kada je u pitanju korišćenje energetske resursa, danas su u primeni brojna tehnića rešenja koja doprinose efikasnom sagorevanju fosilnih goriva, uz smanjenje gubitaka i povećanje stepena korisnosti. Međutim, na početku trećeg milenijuma, uz velike tehniće i tehnološke prodore u mnogim oblastima, ćovećanstvo se suoćava sa sve većim problemima iscrpljenja resursa energije i sirovih materijala, posebno minerala, oštećenjem i zagađenjem životne sredine - vazduha, vode, zemlje i sve brćim smanjivanjem šumskih i obradivih poljoprivrednih površina. Interes za iskorišćavanjem prirodnih resursa u uslovima intenzivnog tehnićkog i ekonomskog razvoja je u porastu, a cilj je dostići održivost, odnosno, zadovoljiti potrebe danas, ne dovodeći u opasnost mogućnost budućih generacija da zadovolje svoje potrebe za energijom. Pored

racionalizacije potrošnje energije unapređenjem energetske efikasnosti u svim oblastima, danas se teži razvijanju što nezavisnijeg, vitalnijeg i elastičnijeg sistema energetike u kome primena obnovljivih izvora energije može da ima važnu ulogu u zadovoljavanju energetske potrebe. U tom smislu, intenzivirano je korišćenje alternativnih i obnovljivih izvora energije, kao što su: solarna energija (aktivni i pasivni sistemi), energija vetra, energija biomase, geotermalna energija, hidroenergija, kao i korišćenje "otpadne" toplote.

Analize i studije energetike Beograda i drugih gradova u Srbiji su pokazale da se samo na toplotne svrhe (grejanje, klimatizacija, priprema tople sanitarne vode) kod nas odnosi čak 38% ukupnih potreba za energijom, obuhvatajući sve objekte, kako stambene, tako javne i industrijske (slika 2.5). Pri tome se najveći deo energije koristi za grejanje.



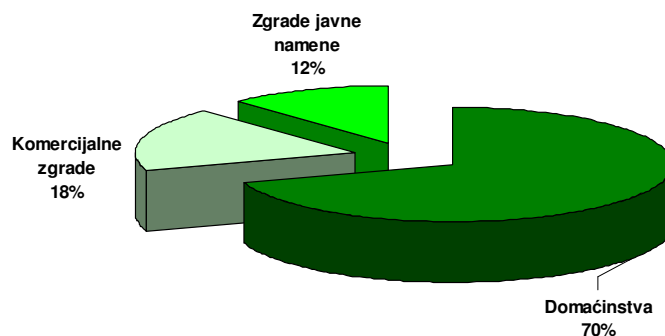
Prema podacima za 2008. godinu

Indikativni ciljevi za budućnost

2.5 Potrošnja energije u Republici Srbiji i ciljevi za budućnost

Potrošnju energije u zgradama potrebno je minimizirati na način tako da ne dođe do narušavanja uslova komfora, što znači da je neophodno, tokom cele godine, održavati termičke parametre unutrašnje sredine, kvalitet vazduha, potreban nivo osvetljenosti, dovoljnu količinu tople sanitarne vode. Tehnički sistemi u zgradi, koji obezbeđuju uslove komfora jesu porošači energije. Primenom različitih mera moguće je poboljšati energetske efikasnosti, pri čemu treba voditi računa o finansijskim efektima primenjenih mera.

Od ukupne potrošnje energije u zgradama 70% se troši u domaćinstvima i stambenim zgradama, 18% u komercijalnim, dok se u zgradama javne namene potroši oko 12% energije (slika 2.6).



2.6 Potrošnja energije u sektoru građevinskih objekata u Republici Srbiji

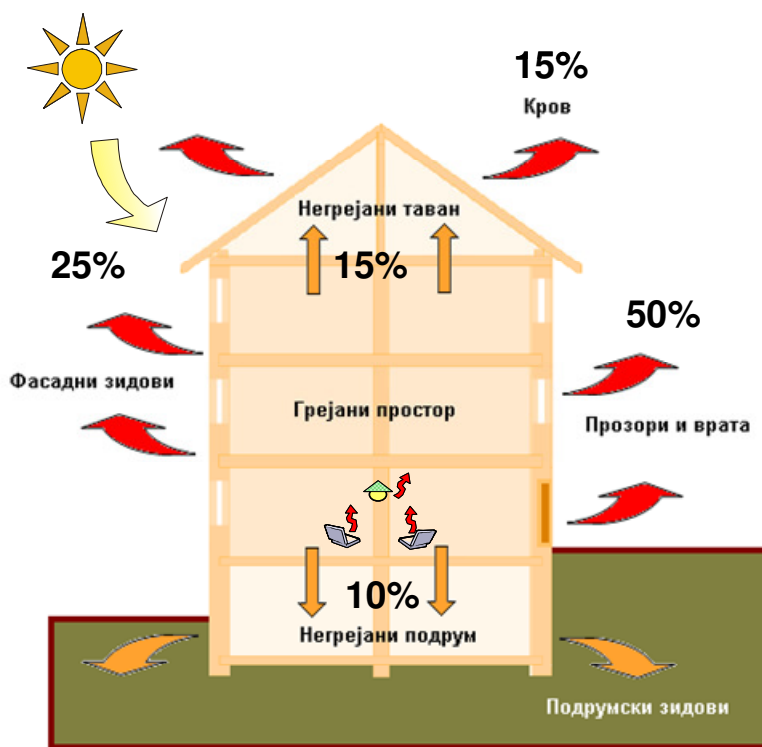
2.3 TOPLOTNI BILANS ZGRADE

Prilikom postavljanja toplotnog bilansa zgrade granicu sistema čini termički omotač, koji grejani prostor deli od spoljašnje okoline (vazduha i tla) i negrejanih prostorija u zgradi (tavanski i/ili podrumski prostor). Za zimski režim korišćenja zgrade potrebno je imati u vidu sledeće:

- Prozori i zastakljene površine - termički najosetljiviji deo termičkog omotača, utiču na ventilacione i transmisione gubitke;
- Uzimaju se u obzir korisni dobici toplote od Sunca i unutrašnjih izvora;
- Sistem za grejanje treba da nadoknadi samo trenutne gubitke toplote tokom cele grejne sezone, kroz pravilnu regulaciju toplotnog učinka;
- Izvor snabdevanja toplotom treba da bude efikasan.

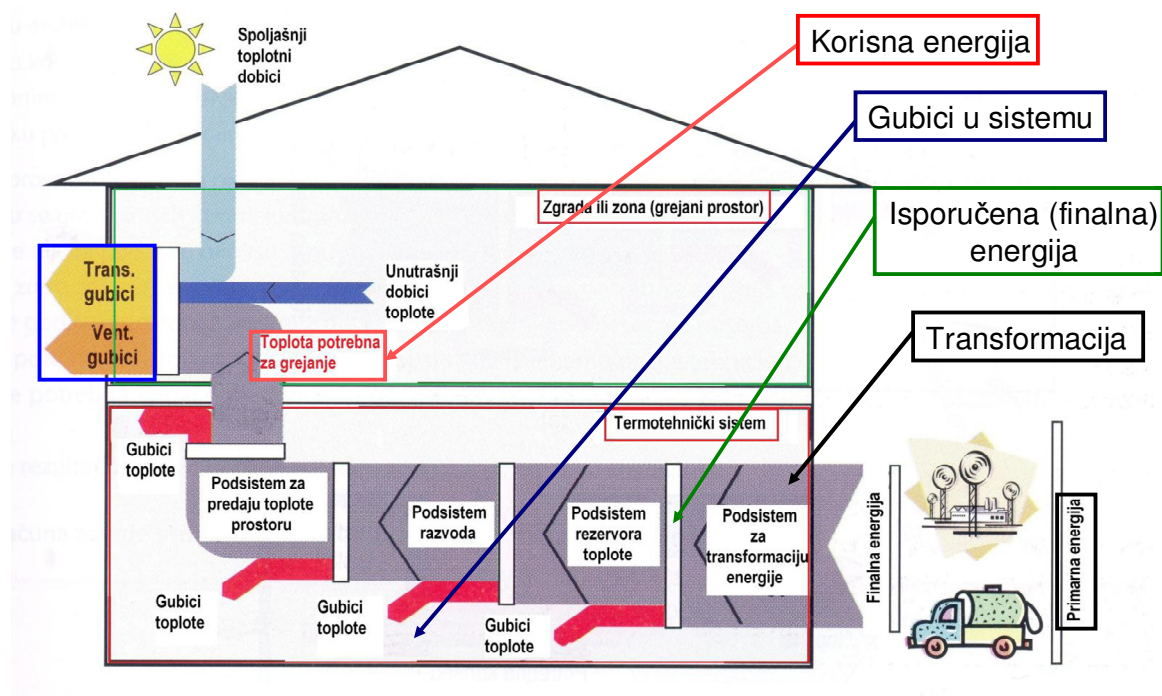
Prilikom postavljanja toplotnog bilansa zgrade granicu sistema čini termički omotač, koji

Na slici 2.7 prikazani su ukupni gubici toplote kroz termički omotač zgrade (transmisioni i ventilacioni) sa okvirnim procentualnim udelom gubitaka kroz pojedine građevinske elemente.



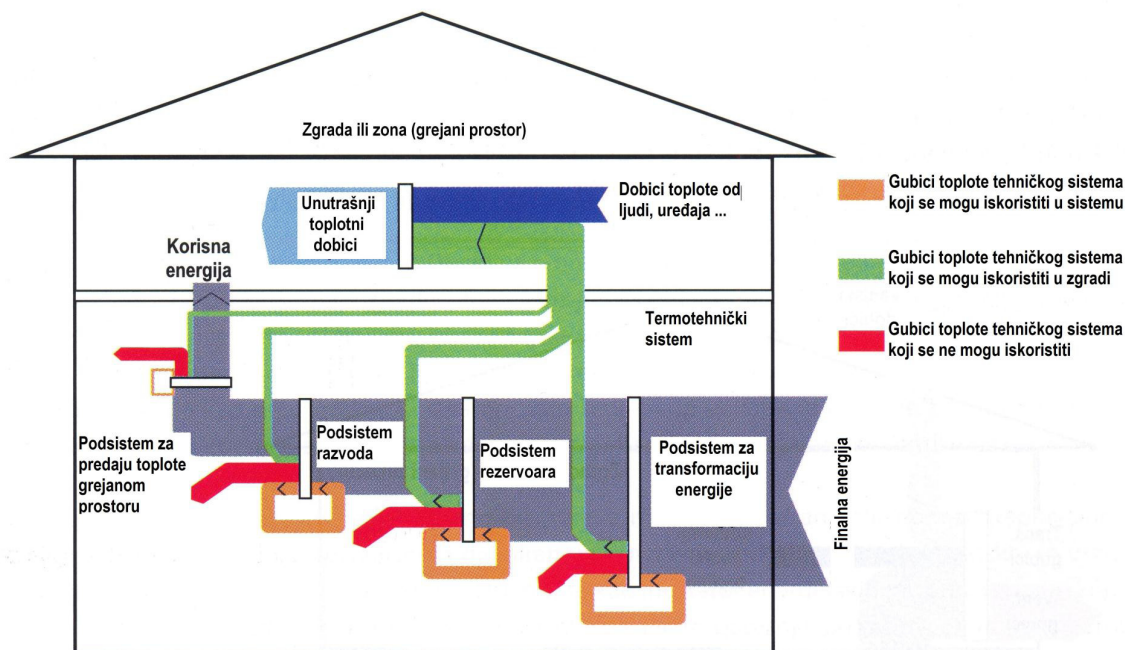
Slika 2.7 Gubici toplote kroz termički omotač zgrade

Toplota koju je potrebno isporučiti zgradi radi finalne potrošnje uvećava se zbog tehničkih gubitaka (u proizvodnji, transformaciji i distribuciji), dok se, sa druge strane, umanjuje usled korisnih dobitaka toplote od unutrašnjih izvora, dobitaka toplote od Sunčevog zračenja koje prodire u grejane prostorije i eventualnog korišćenja otpadne toplote (povraćaj toplote nazad u grejani prostor), što je prikazano na slici 2.8.



Slika 2.8 Toplotni bilans zgrade u zimskim uslovima

Proračun tokova energije vrši se za određeni prostor – tzv. zonu (npr. stan, zgrada, i sl.). Redosled proračuna potrebne energije vrši se u obrnutom smeru od toka energije.



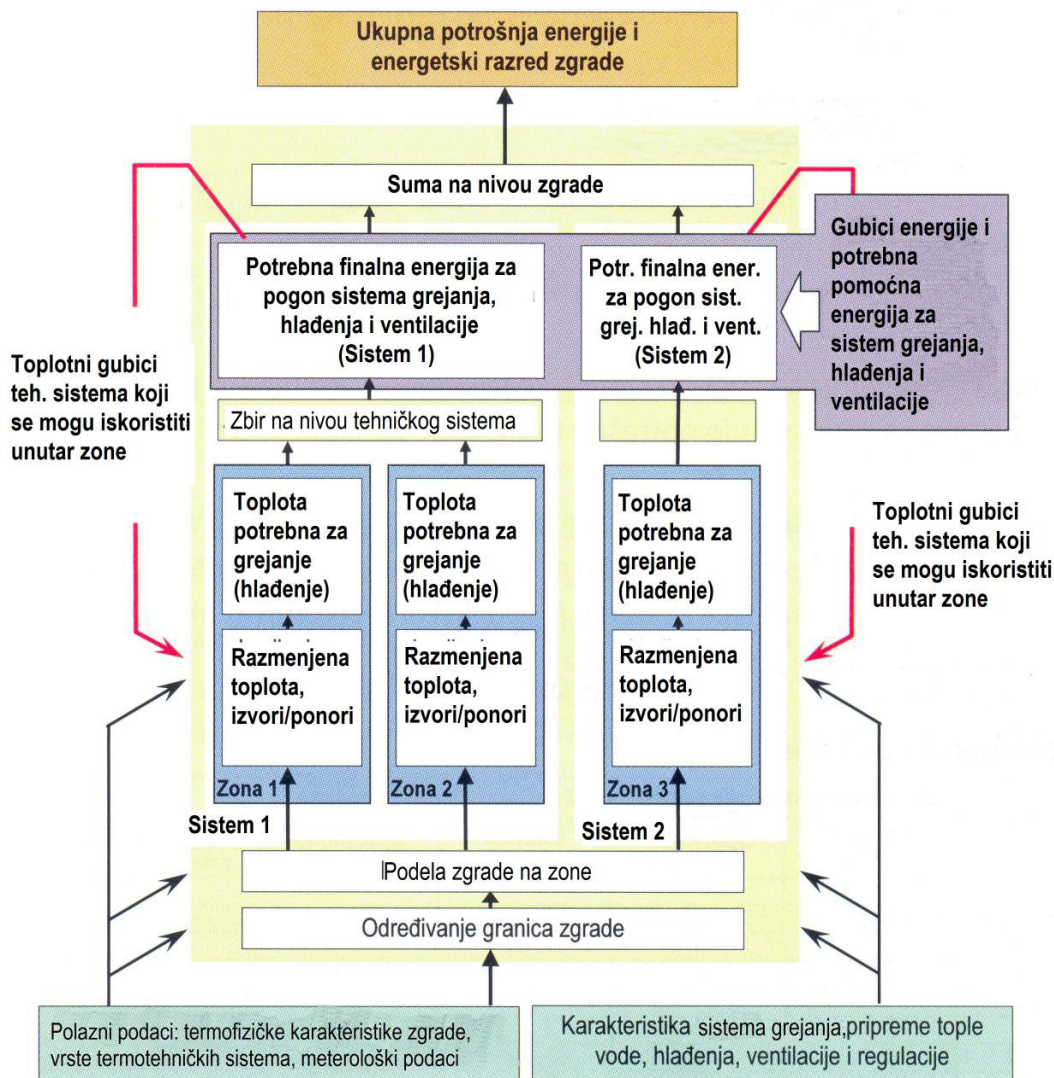
Slika 2.9 Energetski tokovi u zgradi i gubici energije

Tok proračuna može se predstaviti u nekoliko koraka:

1. Najpre se izračunava **potrebna toplota** za grejanje koju treba dovesti ili odvesti u svrhu ostvarivanja željenog stanja u prostoru;

2. Zatim se pristupa proračunu potrebne energije za pogon termotehničkog sistema **za isporuku** potrebne energije za grejanje.
3. Gubici koji se javljaju u sistemu grejanja potiču usled: proizvodnje (transformacije hemijske energije goriva u toplotu i toplotnih gubitaka kotla u okolinu), prilikom distribucije (toplotnih gubitaka u okolinu prilikom transporta grejnog fluida od izvora do grejnih tela), prilikom skladištenja (toplotni gubici u okolinu od rezervoara za skladištenje tople vode) i usled gubitaka u razmini toplote u samom grejanom prostoru.
4. Na kraju se određuje potrebna količina primarne energije, koristeći faktore konverzije u zavisnosti od izvora energije.

Podatak o toplotnim gubicima **ulazni je parametar** za bilans termotehničkih sistema. Neki od gubitaka koji se javljaju mogu se iskoristiti u samom sistemu, kao što je npr. povraćaj otpadne toplote u rekuperativnim/regenerativnim zagrejačima vazduha ili korišćenje opadne toplote kondenzacije rashladne mašine. Takođe, gubici toplote se mogu iskoristiti u samoj zgradi, kao što su gubici toplote u cevnoj mreži za distribuciju grejnog fluida koja se vodi kroz grejani deo objekta. Ipak, deo gubitaka koji nastaje u sistemu ne može se iskoristiti (slika 2.9).



Slika 2.10 Šematski prikaz toka proračuna potrošnje energije u zgradi

Na slici 2.10 dat je šematski prikaz toka proračuna potrošnje energije u zgradi u cilju određivanja indikatora EE i energetskeg razreda zgrade.

Prilikom projektovanja zgrade vrši se toplotno zoniranje, odnosno grupisanje grejanih prostorija prema unutrašnjoj projektnoj temperaturi. Grejane prostorije na istu unutrašnju projektnu temperaturu (do 4K razlike) odvojene su termičkim omotačem od:

- spoljašnjeg prostora i
- negrejanog prostora / druge toplotne zone.

2.4 PARAMETRI KOJI UTIČU NA POTROŠNJU ENERGIJE

Najvažniji uticajni parametri na potrošnju energije termotehničkih sistema u zgradi (sistema grejanja, ventilacije i klimatizacije) mogu se podeliti u pet grupa:

1. Klimatski faktori, koji su određeni lokacijom na kojoj se zgrada nalazi;
2. Termički omotač i geometrija zgrade,
3. Karakteristike KGH sistema, izvora energije i nivoa automatske regulacije,
4. Režim korišćenja i održavanja zgrade i tehničkih sistema i
5. Eksploatacioni troškovi, odnosno cene energenata i energije.

Klimatski faktori, kao što je godišnje kretanje temperature vazduha i relativne vlažnosti, insolacija i dozračeni intenzitet sunčevog zračenja, vetrovitost, i drugo, odlika su lokacije na kojoj se zgrada nalazi. Prema tome, prilikom projektovanja zgrade i tehničkih sistema u njoj, neophodno je poznavati klimatske karakteristike podneblja, koje se, na određen način, uzimaju kao ulazni podaci za proračune. Kada su u pitanju KGH (**K**limatizacija, **G**rejanje, **H**lađenje) sistemi, neophodni ulazni podaci su: podaci o termičkom omotaču (koeficijenti prolaza toplote građevinskih elemenata, zaptivenost prozora i vrata), spoljna projektna temperatura za zimu i leto, dužina perioda grejanja i hlađenja, vetrovitost predela, položaj i orijentacija zgrade, itd. Zgrade iste namene, a koje se nalaze u bitno različitim klimatskim podnebljima, veoma se razlikuju, kako po arhitekturi i primenjenim materijalima, tako i po tehničkim rešenjima instalacija u njima.

Termički omotač, geometrija zgrade, njen položaj u odnosu na izloženost Suncu i vetrovima direktno utiču na energetske potrebe zgrade. Što je bolja termička izolacija i zaptivenost prozora i vrata, a manji faktor oblika, potrebna instalisana snaga sistema za grejanje će biti manja. Dobra zaptivenost prozora može značajno umanjiti ventilacione gubitke toplote. Podatak o specifičnom potrebnom instalisanom kapacitetu grejnih tela q (W/m^2) govori o tome koja vrsta sistema za grejanje se može primeniti u zgradi. Način postavljanja termičke izolacije i korišćenje toplotne inercije zgrade takođe je važan podatak. Veličina prozora i korišćenje dnevnog svetla utiče na veštačko osvetljenje, potrošnju električne energije i dobitke toplote od unutrašnjih izvora. Načini zaštite od Sunčevog zračenja tokom leta u velikoj meri mogu sniziti toplotno opterećenje zgrade, kao i instalisani kapacitet rashladnog postrojenja. Raspored prostorija unutar zgrade, atrijumski prostori i galerije mogu imati značajan uticaj prilikom korišćenja prirodnog provetravanja zgrade.

Pažljivim i stručnim izborom KGH sistema, izvora snabdevanja energijom i nivoa automatske regulacije moguće je ostvariti značajne uštede energije koju ovi sistemi troše tokom godine. Dve zgrade „bliznakinje“, koje su identične po nameni, geometriji i energetskim potrebama, mogu imati značajno različitu potrošnju energije u zavisnosti od vrste izvedenih tehničkih sistema u njima. Samo prilikom formiranja konceptualnog rešenja neophodno je uzeti veliki broj ulaznih podataka u razmatranje. Namena, režim korišćenja, geometrija, termička zaštita zgrade, kao i klimatski podaci samo su deo ulaznih parametara. Potrebno je razmotriti

prostor za smeštaj uređaja i opreme, načine vođenja instalacija kroz zgradu i uklapanje u enterijer, raspoložive načine snabdevanja energijom, primenu obnovljivih izvora energije, integraciju rada različitih sistema, kao i potreban nivo nadzora i upravljanja sistemima u zgradi. Kod složenih i velikih zgrada, velikih investicionih vrednosti, često se razmatraju varijantna rešenja, na kojima rade multidisciplinarni timovi – arhitekte, mašinski i inženjeri elektrotehnike.

Kako bi zgrada, tokom svog životnog veka, imala zadovoljavajuće energetske performanse, potrebno je redovno i pravilno održavanje zgrade i sistema u njoj. Ukoliko izostane redovno održavanje a ne naruši se u potpunosti funkcionalnost sistema, gotovo redovno se javlja slučaj neracionalne potrošnje energije. Osnovni primeri su: oštećenje ili potpuno uklanjanje termičke izolacije uređaja, cevovoda i kanala za vazduh, što za posledicu ima povećane gubitke toplote sistema, kondenzaciju vlage iz vazduha i oštećenja uređaja i enterijera; zaprljanje distributivne mreže i elemenata opreme, što rezultuje povećanim naporima pumpi i ventilatora a dovodi do veće potrošnje električne energije za njihov pogon; uklanjanje zaprljanih filtera za vazduh umesto njihove zamene dovodi do lošeg kvaliteta vazduha; prestanak funkcije regulacione armature ili opreme, osim pogoršanja termičkih parametara sredine (pregrevanja zimi ili pothlađivanja ljeti) neminovno utiče na povećanu potrošnju energije, dok u ekstremnim slučajevima može izazvati havarijska oštećenja sistema i veliku štetu, a ponekad ugroziti i ljudske živote. Koliko je važno dobro projektovati i izvesti sisteme u zgradi, od jednake je važnosti njihovo održavanje i pravilno gazdovanje, kako bi oni mogli da pruže svoj maksimum.

Prilikom projektovanja novih sistema, a češće prilikom izvođenja projekata rekonstrukcije postojećih, sastavni deo procedura je sprovođenje tehno-ekonomske analize, odnosno sagledavanja investicionih i eksploatacionih troškova kroz životni vek projekta. Međutim, ne može se uvek sa dovoljnom preciznošću predvideti na duži rok kretanje cena energije i energenata. Ukoliko postoji disparitet cena na tržištu, doći će do pojave neracionalne potrošnje energije. Osnovna motivacija korisnika jeste cena koju plaćaju za grejanje, odnosno klimatizaciju. Ekstremni primer je paušalna naplata troškova grejanja zgrada koje se toplotom snabdevaju iz sistema daljinskog grejanja. Fiksni mesečni trošak za grejanje nije uslovljen potrošenom energijom, pa samim tim ne postoji motiv korisnika da se racionalno odnosi prema potrošnji energije. Isto važi za ponašanje korisnika poslovnih zgrada u kojima sam korisnik ne plaća račune, već to čini vlasnik. Niska cena pojedinog energenta usloviće neracionalnu potrošnju jer je ona jeftinija nego sprovođenje mera koje bi doprinele uštedama.

2.5 PROJEKTNi USLOVI

2.5.1 Termički komfor i termički parametri sredine

U čovekovom telu se neprekidno odvijaju fizičko-hemijski procesi koji se nazivaju metabolizam. Pri tim procesima razvija se toplota koju čovek neprekidno mora da odaje okolini da bi ostvario stanje termičke ravnoteže, odnosno da bi održao stalnu temperaturu tela. Da bi se čovek osećao prijatno u zatvorenom prostoru u zgradi, neophodno je da termički parametri sredine budu u određenim granicama, kojima se definišu uslovi termičkog komfora.

Generalno, na odavanje toplote čoveka utiču dve grupe parametara, a to su:

1. Uticaj sredine – TERMIČKI PARAMETRI SREDINE

- * temperatura vazduha (θ_a),
- * temperatura okolnih površina (θ_{si}),
- * relativna vlažnost vazduha (ϕ) i
- * brzina strujanja vazduha (w)

2. Lični (subjektivni) uticaji

- * stepen fizičke aktivnosti,

- * odevenost,
- * zdravstveno stanje,
- * uzrast (starosna dob),
- * pol,
- * telesna težina, itd.

Najznačajniji lični uticaji su stepen fizičke aktivnosti i odevenost.

Termički parametri sredine koji utiču na uslove ugodnosti ljudi u zatvorenom prostoru su:

Temperatura vazduha utiče na odavanje suve toplote *konvekcijom*, proporcionalno razlici temperatura tela i vazduha:

$$Q_{konv} = A_{Du} \cdot f_{cl} \cdot h_c (\theta_{cl} - \theta_v) \quad (2.1)$$

gde su

Q_{konv} – toplota koju čovek odaje konvekcijom,

A_{Du} – spoljna površina telesnog omotača (prema Dubois-u),

f_{cl} – stepen odevenosti koji predstavlja odnos površine odevenog tela prema površini nagog tela,

h_{cl} – koeficijent prelaza toplote sa površine odeće na vazduh,

θ_{cl} – temperatura površine odeće i

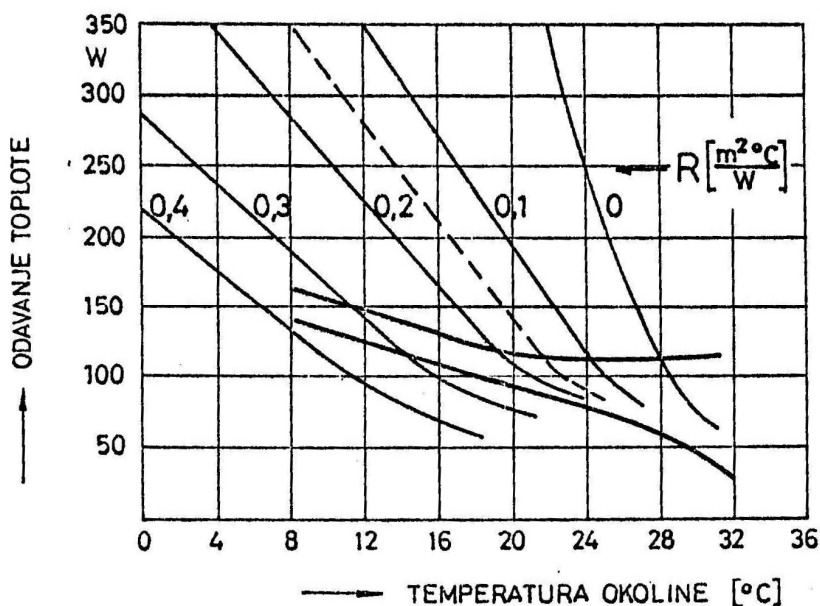
θ_a – temperatura okolnog vazduha.

Za čoveka prosečne visine ($h = 1,73m$) i težine ($m = 70$ kg) vrednost spoljne površine telesnog omotača iznosi $A_{Du} = 1,8$ m². Odeća utiče na smanjenje odavanja toplote čoveka time što povećava otpor provođenju toplote od tela ka okolini. Temperatura površine odeće je niža od temperature tela, ali je površina razmene toplote (konvekcijom i zračenjem) nešto veća. Kada je koža prekrivena odećom, onda se javlja složeni prenos toplote sa kože na spoljnu površinu odeće, koji obuhvata unutrašnje procese zračenja i konvekcije u sloju iza kože i odeće, kao i kondukciju kroz sloj odeće. Zbog lakšeg definisanja ovog načina prenosa toplote uvedena je bezdimenzionalna veličina R_{cl} , kao odnos ukupnog otpora prolazu toplote sa površine kože do spoljne površine odeće prema toplotnom otporu odeće od 0,155 m²K/W. Jedinica ovog bezdimenzionalnog otpora prolazu toplote kroz odeću je $1\ clo = 0,155$ m²K/W (jedan klo). U tabeli 2.2 prikazane su neke vrednosti otpora prolazu toplote kroz odeću R_{cl} i stepena odevenosti f_{cl} za pojedine komplete odeće.

Tabela 2.2 Vrednosti toplotnog otpora odeće i stepena odevenosti

Vrsta odeće	R_{cl} (clo)	f_{cl} (-)
Naga osoba	0,0	1,00
Šorts	0,1	1,00
Veoma laka odeća (šorts, laka košulja – kratak rukav, lake pamučne čarape i sandale)	0,3-0,4	1,05
Laka radna odeća (laki pamučni donji veš, tanke pantalone, pamučna košulja, pamučne ili vunene čarape i lake cipele)	0,6	1,10
Tipično poslovno odelo (Pamućni donji veš, košulja, pantalone, sako, kravata, čarape i cipele)	1,0	1,15
Tipično poslovno odelo sa lakim kaputom	1,5	1,15
Teška vunena odeća sa jaknom (polarna)	3,0-4,0	1,30-1,50

Na slici 2.11 prikazan je uticaj odevenosti na odavanje toplote čoveka i postizanje termičke ravnoteže. Očito je da se pri određenoj fizičkoj aktivnosti čoveka, stanje termičke ravnoteže uspostavlja pri nižim temperaturama okoline ukoliko je čovek više odeven.



Slika 2.11 Odavanje toplote čoveka u zavisnosti od odevenosti i temperature vazduha

Jedan deo toplote koji se odaje **disanjem**, takođe predstavlja suhu toplotu, koja se javlja kao posledica razlike temperatura između izdahnutog i udahnutog vazduha. Ova količina toplote još zavisi od ventilacionog masenog protoka vazduha tokom disanja, i upravo je proporcionalna razlici temperatura i masenom protoku vazduha:

$$Q_{sd} = f(m_d, \theta_{iz}, \theta_{ud}) \quad (2.2)$$

Latentno odavanje toplote (vlage) čoveka odvija se putem disanja i znojenja. Disanjem, vodena para sa sluzokože disajnih organa prenosi se na udahnut vazduh, koji se u plućima dodatno obogaćuje vodenom parom. Izdisanjem, vazдушna masa struji kroz respiratorni trakt, gde se određena količina pare kondenzuje i vraća telu. I pored toga, izdahnut vazduh je topliji i vlažniji od udahnutog. Prema tome, odata latentna toplota disanjem proporcionalna je razlici sadržaja vlage izdahnutog i udahnutog vazduha, kao i masenom protoku vazduha prilikom disanja:

$$Q_{ld} = f(m_d, x_{iz}, x_{ud}) \quad (2.3)$$

Prilikom znojenja se takođe odaje latentna toplota. Jedan deo te toplote se odaje usled difuzije vodene pare kroz kožu i proporcionalan je razlici pritiska zasićenja vodene pare na temperaturi kože i parcijalnog pritiska vodene pare u vazduhu:

$$Q_{lz, dif} = f(p_s, p_d) \quad (2.4)$$

Drugi deo latentne toplote koji se predaje vazduhu sa površine kože usled znojenja jeste toplota odata isparavanjem znoja. Ova veličina zavisi od stepena fizičke aktivnosti, odnosno unutrašnje produkcije toplote, temperature i vlažnosti okolnog vazduha.

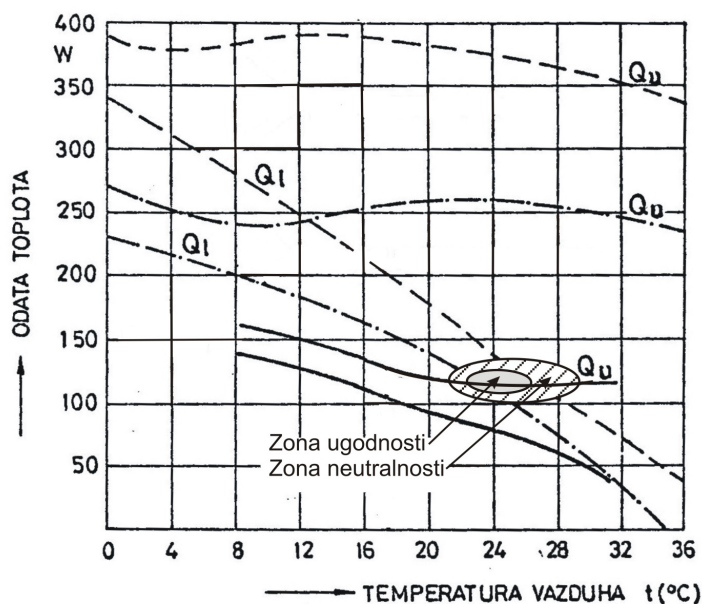
Kao mera fizičke aktivnosti čoveka uvedena je jedinica *met* i ona odgovara odavanju toplote čoveka od $58,2 \text{ W/m}^2$ površine tela. Prosečna površina kože odraslog čoveka iznosi $1,8 \text{ m}^2$. U tabeli 2.3 prikazane su prosečne vrednosti odavanja toplote odraslog čoveka pri različitim aktivnostima.

Tabela 2.3 Odavanje toplote čoveka

Aktivnost	Odavanje toplote	
	met	W
spavanje	0,7	75
sedenje	1,0	105
hodanje brzinom 3,2 km/h	2,0	210
hodanje brzinom 6,4 km/h	3,8	400
kancelarijski rad	1,0 – 1,4	105 – 150
spremanje kuće	2,0 – 3,4	210 – 355
plesanje	2,4 – 4,4	250 – 460
košarka	5,0 – 7,6	580 – 800
maksimalna (kratkotrajna)	11,5	1200

Toplotu stvorenu metabolizmom čovek odaje okolini koristeći više osnovnih mehanizama prenosa toplote. Suva (osetljiva) toplota predaje se uglavnom preko kože i odeće konvekcijom i zračenjem, a manjim delom kondukcijom i zagrevanjem vazduha u plućima. Latentna (vlažna) toplota predaje se u plućima i preko kože. Pri tome treba razlikovati da li je koža suva ili okvašena (oznojena).

Na slici 2.12 prikazan je dijagram odavanja toplote ljudi u funkciji temperature vazduha za različite fizičke aktivnosti.



Slika 2.12 Odavanje toplote čoveka u zavisnosti od temperature vazduha

Odavanje toplote čoveka (i ukupno, a posebno suve toplote) opada sa porastom temperature vazduha. U jednom intervalu temperatura okoline, ukupno odavanje toplote čoveka se ne menja i ta oblast se naziva **zona neutralnosti**. Unutar zone neutralnosti, i to pomereno ka oblasti nižih temperatura okoline gde je odavanje suve toplote veće a latentne umereno, nalazi se **zona ugodnosti**. To je oblast koju pokušavamo da ostvarimo radom klimatizacionih uređaja.

Temperatura okolnih površina

Temperatura okolnih površina (unutrašnje površine zidova, prozora, poda i tavanice) utiče na razmenu toplote zračenjem. Toplota razmenjena zračenjem proporcionalna je razlici četvrtih stepena apsolutne temperature tela i srednje vrednosti temperature okolnih površina:

$$Q_R = A_{ef} \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot \left[\left(\frac{T_{body}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{si}}{100} \right)^4 \right] \quad (2.5)$$

gde su:

- A_{ef} – efektivna površina zračenja (m^2), $A_{ef} = f_{ef} \cdot f_{cl} \cdot A_{Du}$
- f_{ef} – efektivni faktor zračenja površine koji predstavlja odnos između efektivne površine odeće i ukupne spoljne površine odeće, zavisi od položaja tela,
- ε – koeficijent emisije zračenja spoljne površine odeće,
- σ – Štefan-Bolcmanova konstanta, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} (W/m^2K^4)$,
- T_{body} – temperatura tela (K),
- T_o – temperatura okolnih površina (K).

S aspekta uslova ugodnosti čoveka, najbolje je kada je zračenje što ravnomernije u svim pravcima, tj. kada temperatura svih okolnih površina malo odstupa od srednje vrednosti. Međutim, u praksi je čest slučaj da su pojedine površine u prostoriji različitih temperatura, pa se može dogoditi da čovek jednim delom tela prima toplotu zračenjem, a drugim odaje (tzv. asimetrično zračenje). Ukoliko se čovek ne kreće, asimetrično zračenje je vrlo neugodno. Na primer, kada čovek sedi jednom stranom okrenut peći na unutrašnjem zidu, a drugom stranom ka termički loše izolovanom prozoru.

Mada temperatura vazduha i temperatura okolnih površina utiču na različite mehanizme odavanja toplote čoveka, s obzirom da se radi o istim fizičkim veličinama, uvedena je **rezultujuća temperatura** koja objedinjuje obe ove karakteristične temperature.

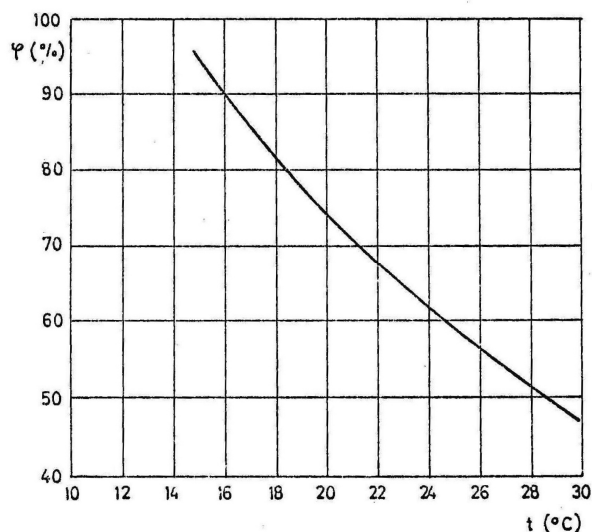
$$\theta_{rez} = A \cdot \theta_a + B \cdot \theta_{si} \quad (2.6)$$

Različiti autori navode različite vrednosti konstanti A i B. Najčešće se smatra da su sličnog uticaja pa se usvaja $A=B=1/2$. Generalni je stav da što je niža srednja temperatura okolnih površina, potrebna je viša temperatura vazduha (i obrnuto) za isti osećaj ugodnosti. Najbolje je kada su obe karakteristične temperature približno jednake.

Relativna vlažnost vazduha ϕ

Relativna vlažnost vazduha utiče, pre svega, na odavanje latentne toplote. Odavanje latentne toplote čoveka proporcionalno je razlici parcijalnog pritiska zasićenja za temperaturu površine tela i parcijalnog pritiska vodene pare u okolnom vazduhu. Naime, uobičajeno se smatra da je vazduh u neposrednom dodiru sa površinom kože, usled znojenja čoveka, primio maksimalno moguću količinu vodene pare, tj. da je zasićen.

Uticaj relativne vlažnosti na osećaj ugodnosti čoveka treba posmatrati u “sadejstvu” sa temperaturom vazduha. Pri visokim temperaturama visoka relativna vlažnost nije dobra jer onemogućava odavanje latentne toplote (znojenjem) što je najvažniji način hlađenja tela pri visokom temperaturama okoline (slika 2.13).



Slika 2.13 Maksimalno dozvoljene vrednosti relativne vlažnosti vazduha

Visoka relativna vlažnost vazduha nije dobra ni pri niskim temperaturama, jer izaziva vlaženje odeće čime se smanjuje otpor provođenju toplote i povećava odavanje toplote čoveka što nije ugodno pri niskim temperaturama okoline. Zbog toga se ograničava maksimalno dozvoljena vrednost relativne vlažnosti u funkciji temperature okolnog vazduha (slika 2.13). Sa dijagrama se može uočiti da mnogo značajniji uticaj relativne vlažnosti pri višim temperaturama okoline, pa su tada dozvoljene niže vrednosti φ .

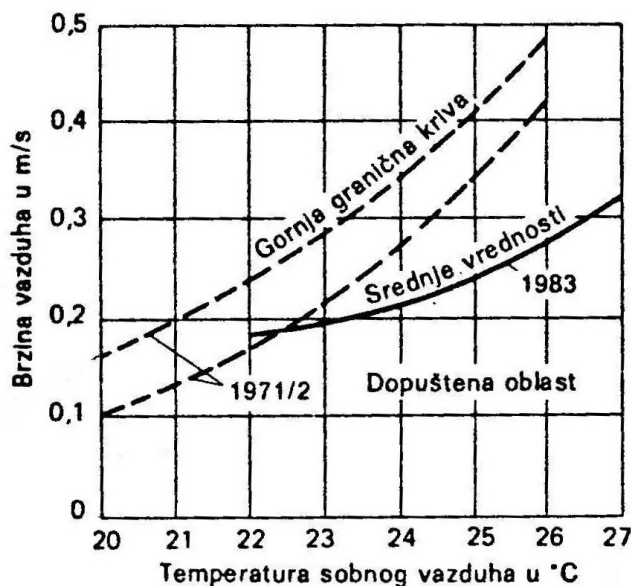
Ni preniska vlažnost vazduha nije ugodna za čoveka jer može izazvati preterano sušenje (isušivanje) kože i naročito sluzokože (očiju i disajnih puteva). Zato se propisuje i minimalna dozvoljena vlažnost vazduha (30%, a u poslednje vreme, zbog štednje energije, i 20%). Smatra se da je u opsegu običajenih temperatura vazduha, optimalna vlažnost vazduha za čoveka 50%. Za zadovoljavajuće uslove ugodnosti, granice relativne vlažnosti vazduha treba da budu:

$$(30) \quad 35 \leq \varphi \leq 65 \text{ (70) } \%$$

Brzina strujanja vazduha w

Brzina strujanja vazduha utiče na prenos toplote konvekcijom i odavanje latentne toplote. Povećanjem brzine kretanja vazduha raste koeficijent prelaza toplote, pa se time povećava i količina toplote predana konvekcijom. Takođe, intenzivira se i odavanje latentne toplote jer se pri većoj brzini vazduha pospešuje isparavanje sa kože time što se zasićen vazduh koji je u dodiru s površinom kože brže odvodi a na njegovo mesto dolazi okolni suvlji vazduh.

Veće brzine vazduha mogu izazvati neprijatan osećaj naročito kada se radi o struji hladnog vazduha. Zbog toga se propisuju maksimalne brzine strujanja vazduha u zoni boravka ljudi (slika 2.14). Na dijagramu na slici 2.14 može se uočiti da su dozvoljene brzine vrlo male, ali treba napomenuti da se radi o brzinama strujanja vazduha neposredno pored ljudi (u zoni njihovog boravka). Preporučuje se da u komfornoj klimatizaciji ta brzina ne prelazi 0,25 m/s, dok se u industrijskoj klimatizaciji i brzina vazduha od 0,35 m/s smatra prihvatljivom. Dalje od zone boravka ljudi (na primer na mestima ubacivanja vazduha u klimatizovani prostor) brzine strujanja vazduha mogu imati znatno veće vrednosti.



Slika 2.14 Maksimalne dozvoljene brzine strujanja vazduha u zoni boravka ljudi

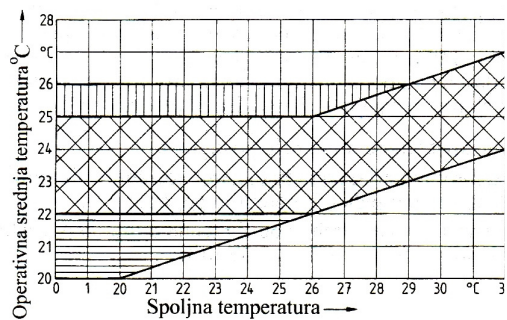
2.5.2 Unutrašnja projektna temperatura

Unutrašnja projektna temperatura se određuje prema nameni prostorija. Namena prostorije govori o tome kojom se aktivnosti bave ljudi u određenoj prostoriji i kakva je njihova odevenost. Pod unutrašnjom projektnom temperaturom se obično podrazumeva temperatura vazduha merena u sredini prostorije na određenoj visini od poda, praktično u zoni boravka ljudi (kod nas – na polovini visine). Termometar kojim se meri temperatura vazduha mora biti zaštićen od uticaja zračenja. Međutim, danas postoje tendencije da se unutrašnja projektna temperatura računa kao rezultujuća temperatura – što više odgovara uslovima ugodnosti. Unutrašnja projektna temperatura ima različite vrednosti za zimski i letnji period za istu prostoriju u zgradi. Tokom zimskog perioda (trajanja grejne sezone) odevenost ljudi je prilagođena spoljnim uslovima, a tokom boravka u zatvorenom prostoru uglavnom ima vrednost koja odgovara približno 1 clo. Za letnji period, kada je potrebno hlađenje prostora, unutrašnja projektna temperatura ima višu vrednost, u odnosu na period grejanja, i takođe je prilagođena spoljnim uslovima i manjom odevenošću koja se kreće oko vrednosti od 0,5 clo.

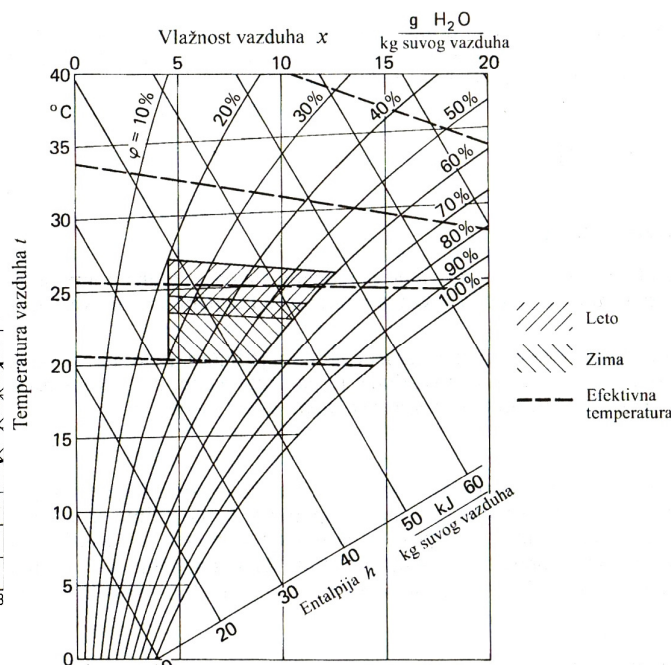
Za stambene i poslovne objekte uobičajena vrednost unutrašnje projektne temperature za period grejanja i za naše klimatsko podneblje, kreće se od 18 do 22°C. Na primer:

- sobe, predsoblja, kuhinje, kancelarije $\theta_i = 20^\circ\text{C}$,
- kupatila i WC-i $\theta_i = 22 - 24^\circ\text{C}$,
- hodnici i stepeništa, čekaonice $\theta_i = 15 - 18^\circ\text{C}$,
- magacini, arhive, ostave $\theta_i = 10 - 12^\circ\text{C}$.

U literaturi i standardima postoje podaci i preporuke za izbor unutrašnje projektne temperature za prostorije raznih namena (bolnice, škole, vrtići, pozorišta, bioskopi, hoteli...).



Slika 2.15 Granice unutrašnje temperature vazduha u prostoriji



Slika 2.16 Zona ugodnosti za boravak ljudi i efektivna temperatura

U posebno toplim letnjim danima, kada spoljna temperatura prelazi vrednosti od 30°C i kada je čovek lako obučen, sobna temperatura u opsegu 18-22 °C će mu biti previše niska. Za letnji period vrednost unutrašnje projektne temperature kreće se u opsegu od 22-27 °C, što je uslovljeno namenom prostorije, ali i kretanjem spoljne temperature vazduha. Na slici 2.15 prikazane su vrednosti dopuštene unutrašnje temperature u funkciji spoljne temperature vazduha, a na slici 2.16. je predstavljena zona ugodnosti u h-x dijagramu za vlažan vazduh (prema ASHRAE) koja važi za lakši kancelarijski rad u sedećem položaju i brzini strujanja vazduha manjoj od 0,2 m/s.

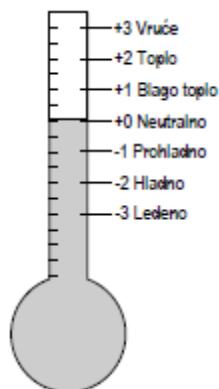
2.5.3 Model toplotne ravnoteže

Prema standardu SRPS EN ISO 7730 uvode se indeksi kojima se ocenjuje ugodnost boravka u prostoriji. PMV indeks (engl. *Predicted Mean Vote*) predviđa kako će grupa ljudi oceniti ugodnost boravka u prostoriji. Kod određivanja PMV indeksa fiziološki odziv termoregulacionog sistema osobe povezan je sa statističkim vrednovanjem termičke ugodnosti glasovima prikupljenim od najmanje 1300 ispitanika. Njegovo predviđanje je relativno složen matematički postupak, koji se sprovodi prema jednačinama datim u pomenutom standardu. Jednostavniji način određivanja PMV indeksa je očitavanjem vrednosti iz tablica za relativnu vlažnost vazduha 50% i različite temperature vazduha, brzine strujanja, nivoa fizičke aktivnosti i odevenosti. Nivo ugodnosti vrednuje se na skali od 7 tačaka. Grupa ispitanika određuje brojevima na skali prikazanoj na slici 2.17a svoj subjektivan osećaj termičke ugodnosti. Osobe koje su se izjasnile brojevima ± 2 ili ± 3 spadaju u grupu nezadovoljnih stanjem u prostoriji.

Kada je poznat PMV indeks, moguće je odrediti PPD (engl. *Predicted Percentage of Dissatisfied*) indeks koji predviđa procenat nezadovoljnih osoba u nekoj prostoriji. Određuje se pomoću jednostavnog matematičkog izraza kao funkcija od PMV indeksa:

$$PPD = 100 - 95^{-e^{(0,03353PMV^4 + 0,2179PMV^2)}} [\%] \quad (2.7)$$

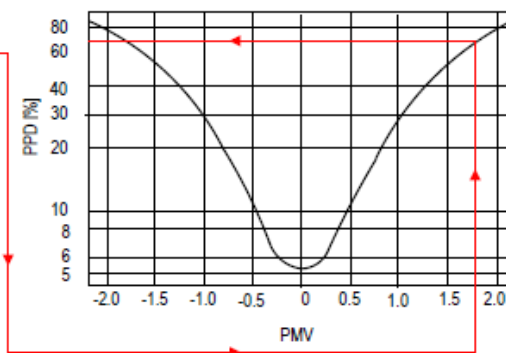
S obzirom da su PMV i PPD indeksi međusobno zavisni, moguće je napraviti dijagram prikazan na slici 8.14b. Pomoću takvog dijagrama jednostavno se grafički odredi PPD indeks ako je već poznat PMV indeks.



Slika 2.17a Skala ugodnosti prema PMV indeksu



Slika 2.17b Međusobna zavisnost PMV i PPD indeksa



U tabeli 2.4 prikazane su različite kategorije termičkog komfora prema kriterijumima PMV i PPD indeksa, kao i oblast osetne temperature tokom zimskog i letnjeg perioda.

Tabela 2.4 Kriterijum ugodnosti prema PMV i PPD za standardne prostore

Kategorija	Kriterijum ugodnosti		Raspon osetne temperature	
	PPD [%]	PMV [-]	Zima (1,0 clo i 1,2 met) [°C]	Leto (0,5 clo i 1,2 met) [°C]
A	< 6	-0,2 < PMV < +0,2	22 ± 1,0	24,5 ± 1,0
B	< 10	-0,5 < PMV < +0,5	22 ± 2,0	24,5 ± 1,5
C	< 15	-0,7 < PMV < +0,7	22 ± 3,0	24,5 ± 2,5

2.5.4 Klimatske karakteristike podneblja

Postrojenja za grejanje i klimatizaciju podešavaju se prvenstveno uslovima ugodnosti ljudi pa je, prema tome, čovek osnovni faktor od koga zavisi i veličina postrojenja i njegove karakteristike. Međutim, ako je čovek osnovni činilac, spoljna klima sa svojim meteorološkim parametrima, uz termičke karakteristike objekta, je svakako najuticajniji faktor.

Klima bitno varira od mesta do mesta, utiče direktno na investicione i eksploatacione troškove postrojenja, pa je zato važno da tu oblast projektant poznaje, da bi bio u stanju da uticaj klime uzme u obzir na odgovarajući način.

Šta remeti termičke uslove sredine, odnosno uslove termičkog komfora?

Spoljni meteorološki parametri – "spoljna" klima, koja se definiše preko sledećih osnovnih parametara:

1. Temperatura spoljnog vazduha t_s ,
2. Vlažnost vazduha ϕ ,
3. Brzina vetra w ,
4. Sunčevo zračenje – insolacija.

Osim navedenih, tu su još: oblačnost, visina oblaka, vazdušni pritisak i padavine. Meteorološki parametri spoljne klime su promenljivi, kako tokom dana tako i u toku godine, i značajno zavise od karakteristika posmatrane lokacije, kao što su:

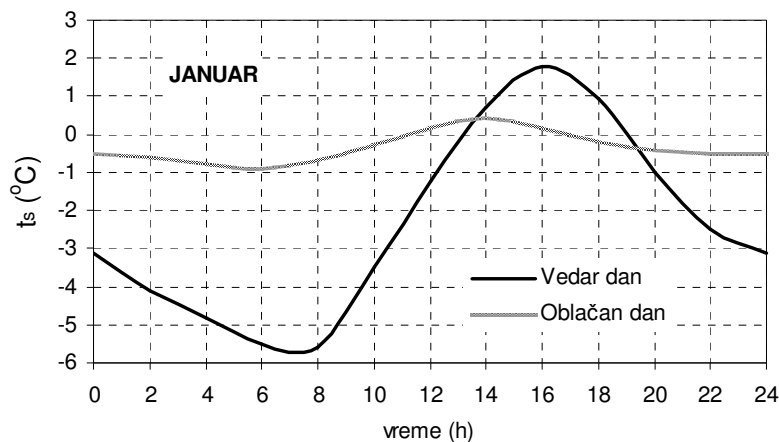
- * geografska širina,
- * nadmorska visina i
- * konfiguracija terena (zaklonjenost, blizina vodenih površina, itd.)

Prema tome, potrebe za grejanjem zgrada su različite za različite krajeve sveta. Ovde će biti stavljen akcenat na uslove grejanja za naše klimatsko podneblje – 45° SGŠ, ali će biti predstavljeni osnovni principi zagrevanja zgrada koji su primenljivi svuda. Objekti smešteni na lokacijama sa izrazito različitim klimatskim karakteristikama mogu imati svoje specifičnosti kada je u pitanju postrojenje za grejanje.

U tehnici grejanja, od svih klimatskih i meteoroloških parametara, uzimaju se u obzir temperatura spoljnog vazduha i brzina vetra, dok se uticaj sunčevog zračenja uopštava i obuhvata korektnim faktorima. Za razliku od grejanja, kod projektovanja vazdušnih postrojenja (klimatizacija, ventilacija, vazdušno grejanje) obuhvata se i uticaj relativne vlažnosti spoljnog vazduha, kao i željena vrednost relativne vlažnosti unutrašnjeg vazduha. Kod sistema klimatizacije, koji radi i tokom letnjeg perioda, obavezno se uzima u obzir uticaj sunčevog zračenja na toplotno opterećenje prostorije.

Temperatura spoljnog vazduha je sa aspekta grejanja najuticajniji parametar. Spoljni vazduh zagreva energija Sunčevog zračenja, indirektno preko površinskih slojeva zemlje. S obzirom na promenu uslova zračenja Sunca, usled rotacije i kretanja Zemlje oko Sunca, vrednosti temperature vazduha se periodično menjaju u toku dana i godine. Ta periodičnost promene može često da varira usled promene oblačnosti, promene količine padavina, kao i mešanja vazdušnih masa različitih temperatura.

U meteorološkim osmatranjima posebno se mere i izračunavaju srednje dnevne temperature, max i min. dnevne temperature, srednje mesečne, srednje godišnje, kao i maksimalne odnosno minimalne godišnje temperature. Srednja dnevna temperatura se dobija kao aritmetička sredina vrednosti temperatura izmerenih svakog sata u toku 24 časa.



Slika 2.18 Promena dnevne temperature u Beogradu za vedar i oblačan dan u januaru

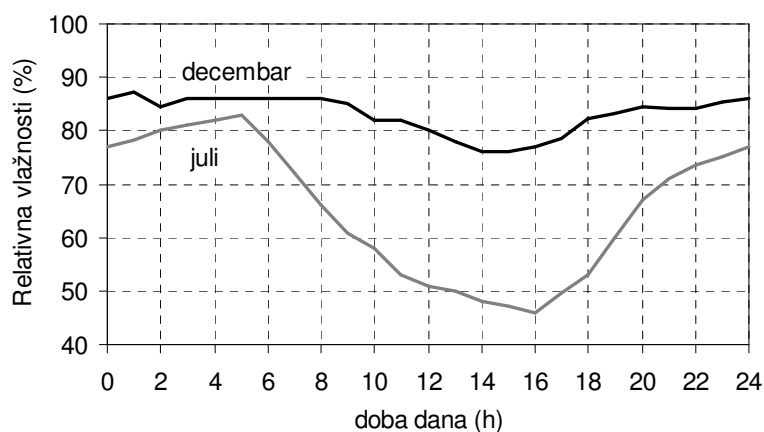
Dnevni tok spoljne temperature utiče na trenutno odavanje toplote sistema za grejanje. Najniže dnevne temperature se obično javljaju u ranim jutarnjim časovima, kada se i uključuje sistem centralnog grejanja, koji, u tim trenucima, mora da zagreje zgradu koja se u toku noći ohladila (period uzgrevanja) i dodatno da nadoknadi trenutne gubitke toplote kroz omotač zgrade.

Godišnja promena temperature određuje dužinu grejnog perioda, odnosno broj radnih dana sistema za grejanje. Spoljna temperatura vazduha u korelaciji sa dužinom grejnog perioda utiče na godišnju potrebnu toplotu za grejanje, a time i na potrošnju goriva (eksploatacione troškove). Granice perioda grejanja određene su onom srednjom dnevnom temperaturom pri kojoj treba početi, odnosno prekinuti sa grejanjem. Temperatura granice grejanja je u vezi sa uslovima ugodnosti ljudi i iznosi 12°C. Prema tome, grejni period nekog mesta obuhvata broj dana čije su srednje dnevne temperature niže od temperature granice grejanja. Grejna sezona u Beogradu počinje 15. oktobra, a završava se 15. aprila, ali i tu može biti odstupanja u zavisnosti od toka spoljne temperature vazduha.

Vlažnost spoljnog vazduha neprekidno varira u zavisnosti od količine vodene pare koja isparava sa površine zemlje. Pri višim temperaturama vazduha on može da primi više vlage, pa sa povećanjem sadržaja vlage raste i parcijalni pritisak vodene pare p_d , sve do dostizanja pritiska zasićenja p_s na posmatranoj temperaturi. Kada je dostignut $p_s(t)$ tada vazduh na posmatranoj temperaturi sadrži maksimalnu količinu vodene pare, i tada je vrednost relativne vlažnosti 100%. Dakle, relativna vlažnost vazduha se definiše kao:

$$\varphi = \frac{p_d}{p_s} \quad (2.8)$$

Tokom zimskog perioda, zbog niskih temperatura, sadržaj vlage (apsolutna vlažnost) u vazduhu je manja, a vrednosti relativne vlažnosti su više. Tokom letnjeg perioda se javlja suprotna situacija – niže vrednosti relativne vlažnosti i više vrednosti apsolutne vlažnosti vazduha. Na dijagramu na slici 2.19 prikazan je dnevni tok relativnih vlažnosti vazduha u Beogradu za jedan zimski (decembar) i jedan letnji (juli) mesec.

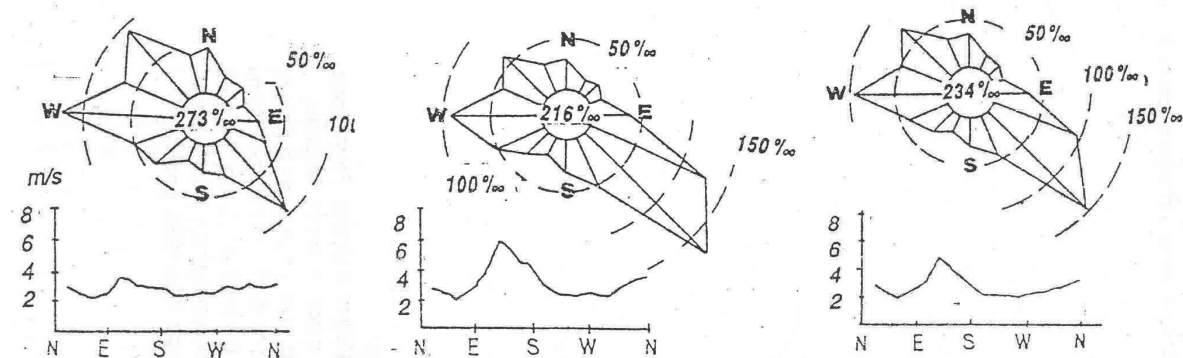


Slika 2.19 Dnevni tok relativne vlažnosti u Beogradu za decembar i juli mesec

Brzina vetra je stohastička veličina. U atmosferi, usled nejednakog zagrevanja zemljine površine dolazi do stvaranja temperaturskih razlika i razlika pritisaka u susednim vazдушnim masama, što prouzrokuje njihovo kretanje u svim pravcima. Strujanje vazduha u pretežno horizontalnom pravcu naziva se vetar, koji predstavlja meteorološki element definisan pravcem i brzinom strujanja.

Statističkom obradom podataka došlo se do dijagrama koji se naziva RUŽA VETROVA, gde se prikazuje pravac i učestanost. Pravac je predstavljen u obliku duži koja je u srazmeri sa učestanošću duvanja i ima odgovarajući pravac prema strani sveta. Uz ružu vetrova daje se i dijagram sa prosečnim brzinama vetra za različite pravce. U centralnom krugu, u promilima, upisan je podatak o trajanju tišine, tj. o dužini perioda bez vetra (slika 2.20).

Dominantni zimski vetrovi za Beograd su Košava (jugoistočni vetar) i Severac, koji je dominantan po jačini, ali je zapadni vetar učestaliji.

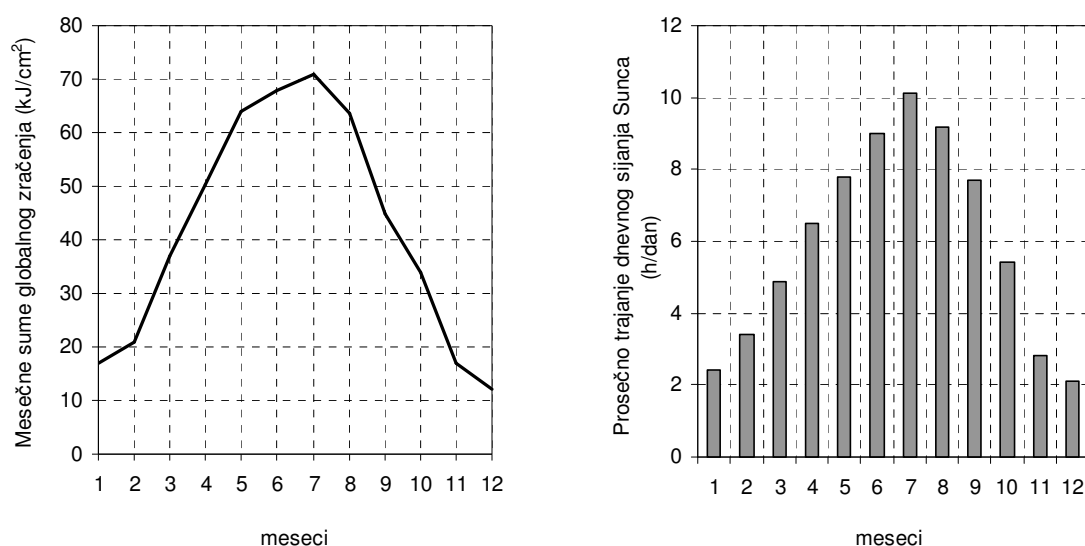


Slika 2.20 Ruže vetrova za Beograd – za letnji, zimski i celogodišnji period

Sunčevo zračenje utiče na dobitke toplote u zgradama. Sunce zrači energiju kao crno telo čija je temperatura površine 6000°C , dok je u centru Sunca, prema teorijskim proračunima, temperatura reda veličine $40 \cdot 10^6^{\circ}\text{C}$. Sunčevo zračenje na ulazu u Zemljinu atmosferu nazivamo ekstraterestijalnim zračenjem. Kako se udaljenost Zemlje od Sunca menja tokom godine i ekstraterestijalno zračenje (iradijansa) se menja od najmanje vrijednosti 1321 W/m^2 do najveće 1412 W/m^2 .

Ekstraterestijalno zračenje za srednju udaljenost Zemlje od Sunca naziva se Sunčeva (Solarna) konstanta. Utvrđivanje Sunčeve konstante i njene moguće promenljivosti počelo je na prelazu u XX. vek. Nakon nekoliko decenija satelitskih merenja, može se utvrditi da Sunčeva konstanta nije konstanta, već se menja kako se i Sunčeva aktivnost menja. Sunčeva aktivnost ima u proseku 11-godišnji ciklus (tzv. Schwabe-ov ciklus), a na zračenje utiču i drugi fenomeni, kao što je 27-dnevna diferencijalna rotacija Sunca oko svoje ose, Sunčeve pege, prominencije i erupcije. Svetska meteorološka organizacija je 1981. godine standardizovala Sunčevu konstantu čija vrednost iznosi $I_0 = 1367 \text{ W/m}^2$.

Na putu kroz zemljinu atmosferu Sunčevo zračenje slabi zbog sudaranja zraka sa česticama prašine i zbog apsorpcije od strane troatomnih i višeatomnih molekula gasova.



Slika 1.16 Srednje mesečne sume globalnog zračenja Sunca u Beogradu (levo) i prosečno trajanje dnevnog sijanja Sunca za Beograd (desno)

Intenzitet Sunčevog zračenja na površini Zemlje zavisi od geografske širine i nadmorske visine za određenu lokaciju, a takođe se menja tokom dana i tokom godine.

Sunčevo zračenje koje dospeva na zemljinu površinu sastoji se od **direktnog** i **difuznog**:

$$I_{uk} = I_{DIR} + I_{dif} . \quad (2.9)$$

Ako se posmatra ukupno Sunčevo zračenje koje dospeva na horizontalnu površinu, onda se ono još naziva **globalno** zračenje.

$$I_{uk,HOR} = I_{GL} . \quad (2.10)$$

Zbog deklinacije Zemlje (ugla nagiba ose rotacije Zemlje u odnosu na putanju oko Sunca) tokom godine se menjaju uglovi položaja Sunca na nebu, kao i putanja Sunčevih zraka do površine Zemlje. Samim tim, značajno se razlikuje intenzitet Sunčevog zračenja leti i zimi.

Sunčevo zračenje koje dospe na površinu fasadnog zida zgrade zagreva ga, na taj način smanjujući količinu toplote koju treba zimi dovesti za grejanje. S druge strane, Sunčevo zračenje značajno doprinosi toplotnom opterećenju prostorija u zgradi tokom letnjeg perioda, posebno komponenta koja potiče od prodora Sunčevih zraka kroz transparentni deo omotača.

2.5.5 Spoljna projektna temperatura

Grejanje zgrada počinje kada spoljna temperatura padne ispod neke određene granice, koju obično nazivamo temperaturom **granice grejanja** (θ_{gg}). Koja će to temperatura biti zavisi od:

- termičkih karakteristika objekta i
- individualnih zahteva korisnika.

Za **spoljnu projektnu temperaturu** θ_{sp} nekog mesta ne uzima se najniža temperatura koja se javila u nekom periodu u posmatranom mestu, jer se ona javlja jako retko i kratko vremenski traje. Postrojenje za grejanje, koje bi bilo projektovano na osnovu takvog **apsolutnog** minimuma, bilo bi predimenzionisano – investiciono skupo i eksploataciono neekonomično, jer bi jako retko radilo punim kapacitetom. Zato se za vrednost spoljne projektne temperature usvaja neka viša vrednost, ali „**dovoljno niska**“. Spoljna projektna temperatura za Beograd iznosi -15°C.

Kada je $\theta_s > \theta_{sp}$ – sistem mora da zadovolji ostvarivanje željene unutrašnje temperature;

Kada je $\theta_s < \theta_{sp}$ – sistem ne mora da održava željenu unutrašnju temperaturu, ali obično može – forsiranim radom, bez noćnog prekida.

Postoji više grupa metoda za određivanje spoljne projektne temperature. One se uglavnom zasnivaju na statističkoj obradi spoljnih temperatura u dužem vremenskom periodu – 20 godina ili duže od toga. Ovde će biti reči o 3 različite grupe metoda za određivanje θ_{sp} .