



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

giz giz istraživačko
inženjersko
konzaltingno društvo

On behalf of
BMZ



Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development



Bosnia and
Herzegovina

PRIRUČNIK ZA PROVOĐENJE ENERGETSKIH PREGLEDA ZGRADA

PRIRUČNIK ZA PROVOĐENJE ENERGETSKIH PREGLEDA ZGRADA

Impressum:

„Biblioteka edukativnih publikacija za energetske efikasnost u Bosni i Hercegovini“

Urednici biblioteke:

Dr. Zoran Morvaj, USAID 3E

Raduška Cupać, UNDP BiH

Brian Schjertzer, GIZ

Stručni savjetnik na razvoju biblioteke:

Zoran Bogunović

Dizajner i grafički urednik biblioteke:

Predrag Rapačić Rappa

„Priručnik za provođenje energetskih pregleda zgrada“

Autori:

Dr. Zoran Morvaj

Mr. Boris Sučić

Dr. Vlasta Zanki

Goran Čačić

Recenzent:

Prof.Dr. Dušan Gvozdenac

Stručni suradnici na adaptaciji sadržaja:

Mr. Fahrudin Kulić

Dženita Bečić

Izdavači:

USAID Ekonomija energetske efikasnosti / 3E

UNDP BiH

GIZ Konsultacije za energetske efikasnost

Izdano u novembru 2011.g. u BiH

Napomena:

Originalno izdanje objavljeno je u 2010.g. u okviru projekta Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj u izdanju UNDP Hrvatska, pod naslovom: „Priručnik za provođenje energetskih pregleda zgrada“. ISBN: 978-953-7429-25-6

Nepobitna je činjenica da je energija, odnosno dostupnost energije po prihvatljivim cijenama ključan preduslov ostvarenja ekonomskog i socijalnog razvoja svakog društva. No, isto je tako i činjenica da proizvodnja energije i njezina upotreba znatno utječu na okoliš, uzrokujući zagađenja lokalnog i regionalnog karaktera, ali i probleme poput globalnog zagrijavanja i klimatskih promjena. Stoga je jasno da je energetska sektor u Bosni i Hercegovini, Evropskoj uniji, ali i diljem svijeta danas suočen s izazovom održivog razvoja – razvoja koji omogućava sigurno snabdijevanje energijom, a istovremeno smanjuje negativne utjecaje na okoliš.

Poboljšanje efikasnosti potrošnje energije jedan je od najvažnijih stupova moderne energetske politike te je ključan i ekonomski najefektivniji mehanizam za postizanje ciljeva održivog razvoja energetske sektora. Osim toga, poboljšanjem efikasnosti potrošnje energije smanjuju se troškovi, čime se doprinosi konkurentnosti nacionalne ekonomije. Dakle, energetska efikasnost znači **trošiti manje energije za istu količinu proizvoda ili usluge.**

Uvrštavanjem energetske efikasnosti i korištenja obnovljivih izvora energije u strategije energetske razvoja i zaštite okoliša, BiH usklađuje svoj zakonodavni okvir sa smjernicama Evropske unije te preuzima sve obaveze koje te smjernice nalažu.

Politika održivog razvoja energetske sektora samo je prvi korak prema prihvaćanju i primjeni dostupnih mjera i saznanja o poboljšanju efikasnosti upotrebe energije u svakodnevnom životu. Upravo javni sektor – državna i lokalna uprava – mora biti predvodnik i pružiti primjer svim građanima kako efikasno gospodariti energijom.

Velik je broj javnih zgrada u vlasništvu gradova, općina i kantona, a poboljšanje energetske efikasnosti u tim zgradama cilj je projekata koje u BiH provode GIZ, UNDP i USAID. Ekonomija energetske efikasnosti (USAID 3E), te na tom području i usko saraduju. USAID, UNDP i GIZ su potpisali Memorandum o razumijevanju o energetske efikasnosti u BiH. Potpisivanje ovog Memoranduma o razumijevanju ima veliki značaj jer objedinjuje namjeru ova tri donatora da usko saraduju na pitanjima energetske efikasnosti. Ovo je prvi put da u regiji jugoistočne Evrope ove tri poznate i respektabilne internacionalne organizacije potpisuju takav dokument.

- GIZ obezbjeđuje obuku i tehničku podršku u pripremi Održivog energetske akcionog plana za one gradove/opštine koje su potpisale EU Sporazum gradonačelnika. Dalje, GIZ potiče još šest drugih opština u Bosni i Hercegovini da smanje potrošnju energije, obezbjeđujući sličnu obuku i Održivi energetske akcioni plan.
- UNDP raspolaže timom čiji je fokus energetska efikasnost. UNDP je također razvio i kompjuterski program za upravljanje energijom. Nadalje, UNDP ima raspoloživa sredstva za razvijanje pilot projekata energetske efikasnosti u Bosni i Hercegovini, te također podržava izradu Održivog energetske akcionog plana za one gradove/opštine koje su potpisale EU Sporazum gradonačelnika.
- USAID 3E posjeduje tehnički tim koji će implementirati najmanje 10 pilot projekata energetske efikasnosti, i obezbijediti obuku i informisanje javnosti. Tim će također po potrebi raditi i sa krajnjim korisnicima projekta na pripremi prijedloga za finansiranje. USAID 3E će također, za finansijske institucije, obezbijediti i obuku o energetske efikasnosti.

Jedan od rezultata saradnje ove 3 organizacije je zajedničko izdavanje serije publikacija:

1. Vlastita procjena lokalne zajednice u vezi motivisanosti za projekte energetske efikasnosti
2. "Zeleni ured" – priručnik
3. "Zeleni ured" – radna knjiga
4. Priručnik za sedmičnu i dnevnu analizu i interpretaciju podataka o potrošnji energije
5. Priručnik za provođenje energetske pregleda zgrada
6. Ekonomska i finansijska analiza projekata energetske efikasnosti
7. Upravljanje energijom u gradovima, kantonima i općinama

Namjena ovog priručnika pred vama jest pojasniti koncept energetske efikasnosti i sistematskog upravljanja energijom te ukazati na mogućnosti koje vam se nude kako biste svoj grad, općinu ili kanton učinili energetske efikasnijima.

Dr. Zoran Morvaj, USAID 3E

Raduška Čupać, UNDP BiH

Brian Schjertzer, GIZ

SADRŽAJ

PREGOVOR	3
POPIS SLIKA.....	6
POPIS TABELA	7
RJEČNIK POJMOVA I POPIS KRATICA	7
1. UVOD	13
1.1 Pravni i institucionalni okvir za energetske efikasnost u Republici Hrvatskoj	16
2. ENERGETSKI PREGLED I ENERGETSKO CERTIFICIRANJE ZGRADA.....	19
3. POTROŠNJA ENERGIJE U ZGRADI	21
3.1 Energetski pregled zgrade	21
3.2 Energetski bilans zgrade	23
4. PROVOĐENJE ENERGETSKOG PREGLEDA	27
4.1 Priprema za provođenje energetskog pregleda.....	29
4.1.1 Priprema i posjet lokaciji u slučaju provođenja općeg energetskog pregleda	30
4.1.2 Priprema i posjet lokaciji u slučaju provođenja detaljnog energetskog pregleda – plan mjerenja ...	33
4.2 Analiza potrošnje energije i vode	35
4.2.1 Definiranje pokazatelja potrošnje energije i vode.....	39
4.2.2 Definiranje referentne potrošnje energije i vode.....	42
4.3 Prepoznavanje energetskih troškovnih centara i analiza potrošnje energije i vode po glavnim grupama potrošača	43
4.4 Mogućnosti poboljšanja energetske efikasnosti	46
4.4.1 Sistem za gospodarenje energijom.....	46
4.4.2 Nabava energije – tarife i cijene, raspoloživost energenata na lokaciji	50
4.4.3 Vanjska ovojnica.....	52
4.4.4 Sistemi za proizvodnju toplotne energije u zgradama	54
4.4.5 Klimatizacijski i ventilacijski sistemi u zgradama.....	59
4.4.6 Elektroenergetski sistemi u zgradama	67
4.4.7 Vodoopskrbni sistemi u zgradama	72
4.4.8 Ostala oprema i sistemi	75
4.5 Prikaz mjera za poboljšanje energetske efikasnosti	75
4.6 Izrada završnog izvještaja	81
4.6.1 Sadržaj završnog izvještaja	79
5. ZAKLJUČAK	87
6. LITERATURA	88
Prilog 1: Primjer upitnika za prikupljanje podataka o potrošnji energije i aktivnostima na lokaciji	89
Prilog 2. Primjer saglasnosti za dobivanje podataka o potrošnji energije ili vode direktno od dobavljača.....	102
Prilog 3. Primjer dopisa u čijem se privitku dostavlja plan aktivnosti tokom posjeta lokaciji.....	103
Prilog 4. Tipične mjere za poboljšanje energetske efikasnosti.....	104

POPIS SLIKA

Slika 1: Shema općeg energetskeg pregleda	13
Slika 2: Shema detaljnog energetskeg pregleda.....	14
Slika 3: Shematski prikaz funkcioniranja neke zgrade	11
Slika 4: Svi segmenti analize potrošnje energije i vode koji moraju biti obuhvaćeni tokom energetskeg pregleda zgrade	23
Slika 5: Unaprjeđenje efikasnosti u zgradi djelovanjem na ljudski faktor i tehnologiju.....	24
Slika 6: Energetska bilans zgrade.....	24
Slika 7: Aktivnosti po koracima u provedbi općeg energetskeg pregleda.....	27
Slika 8: Aktivnosti po koracima u provedbi detaljnog energetskeg pregleda.....	28
Slika 9: Primjer preglednog prikaza energijske i troškovne bilanse.....	35
Slika 10: Primjer prikaza jediničnih troškova za korištene energente.....	35
Slika 11: Primjer preglednog prikaza potrošnje električne energije	38
Slika 12: Primjer prikaza ovisnosti korištenog energenta o aktivnosti na lokaciji.....	40
Slika 13: Primjer određivanja ciljanog stanja potrošnje energije	42
Slika 14: Koncept analize potrošnje energije i vode preko prepoznatih ETC-a na strani snabdjevanja energijom i na strani konačne, finalne potrošnje	43
Slika 15: ETC nastali pravilnim razumijevanjem aktivnosti na lokaciji.....	43
Slika 16: Primjer razrade potrošnje prirodnog gasa po najznačajnijim ETC-ima i izrade bilanse po glavnim grupama potrošača u najznačajnijim ETC-ima	44
Slika 17: Primjer razrade potrošnje električne energije po najznačajnijim ETC-ima i izrade bilanse po glavnim grupama potrošača u najznačajnijim ETC-ima.....	45
Slika 18: Shematski prikaz koncepta SGE.....	46
Slika 19: Shematski prikaz potencijala za uštede uvođenjem SGE	47
Slika 20: Elementi analize sistema nabavke energije	49
Slika 21: Primjer sheme industrijskog sistema za proizvodnju toplotne energije	52
Slika 22: Procedura za sistemnu analizu sistema za proizvodnju toplotne energije.....	53
Slika 23: Primjer sheme klimatizacijskog sistema	57
Slika 25: Primjer pojednostavljene jednopolne sheme elektroenergetskeg sistema u zgradstvu	59
Slika 26: Primjer upravljanja vršnim opterećenjem.....	60
Slika 27: Značajke o kojima ovisi efikasnost elektromotornog pogona	60
Slika 28: Primjer mogućih dobitaka adekvatnim reguliranjem elektromotornog pogona	61
Slika 29: Shematski prikaz sistema za daljinski nadzor stanja vodoopskrbnog sistema.....	63

POPIS TABELA

Tabela 1: Definicije energijske efikasnosti.....	12
Tabela 2: Informacije koje bi konsultant morao imati nakon što je u suradnji s klijentom došao do svih podataka traženih kroz upitnik – opći energetska pregled.....	30
Tabela 3: Pregled aktivnosti Tokom posjeta lokaciji u sklopu općeg energetska pregleda zgrade	31
Tabela 4: Vrijednosti koeficijenta koji povezuje potrošnju električne energije ili toplotne energije iz javne mreže s odgovarajućim emisijama CO ₂ u Hrvatskoj	78
Tabela 5: Sadržaj izvještaja o obavljenom općem energetska pregledu.....	84
Tabela 6: Primjer tabličnog prikaza ključnih podataka u Sažetku izvještaja	85

RJEČNIK POJMOVA I POPIS KRATICA

Broj izmjena zraka	Broj izmjena zraka, n (h^{-1}), jest broj izmjena grijanog zraka zgrade s vanjskim zrakom u jednom satu.
BIH	Bosna i Hercegovina
COP	eng. <i>Coefficient of Performance</i> – <i>Koeficijent učina</i>
Detaljni energetska pregled (DEP)	Detaljni je energetska pregled sistematična analiza potrošnje energije i vode u zgradi tokom koje se na temelju mjerenja vrednuju mjere poboljšanja energijske efikasnosti koje su kao rezultat općeg energetska pregleda preporučene za dodatnu analizu. Rezultat je detaljnog energetska pregleda Investicijska studija za primjenu mjera energijske efikasnosti.
DERK	Državna regulatorna komisija za električnu energiju
EC	eng. <i>European Commission</i> – <i>Europska komisija</i>
Efikasnost	Efikasnost je sposobnost postizanja željenih rezultata uz najmanje moguće gubitke (vremena, novca, energije itd.).
Energija	Energija je sposobnost obavljanja rada.
EU	eng. <i>European Union</i> – <i>Europska unija</i>
Faktor oblika zgrade	Faktor oblika zgrade, $f_0 = A/V_e$ (m^{-1}), jest količnik oplošja, A (m^2), i obujma, V_e (m^3), grijanog dijela zgrade.
FBiH	Federacija Bosne i Hercegovine
Godišnja potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke	Godišnja potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke, $Q_{H,nd}$ (kWh/a), jest računski određena količina toplote koju sistemom grijanja treba tokom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tokom razdoblja grijanja zgrade.

Godišnja potrebna toplotna energija za hlađenje za stvarne klimatske podatke

Godišnja potrebna toplotna energija za hlađenje za stvarne klimatske podatke, $Q_{c,nd}$ (kWh/a), jest računski određena količina toplote koju sistemom hlađenja treba tokom jedne godine odvesti iz zgrade za održavanje unutarne projektne temperature u zgradi tokom razdoblja hlađenja zgrade.

Godišnja ušteda u energiji (GUE)

Ukupni iznos ušteda u energiji na godišnjoj nivou za koji se očekuje da će biti ostvaren ako se primjene sve mjere poboljšanja energijske efikasnosti u analiziranom objektu. Računa se na temelju referentne godišnje potrošnje energije i izražava se u kWh ili MWh.

Grijana prostorija

Grijana prostorija jest prostorija s unutarnjom projektnom temperaturom višom od 12 °C, koja se grije neposredno ogrjevnim tijelima ili posredno zbog prostorne povezanosti s neposredno grijanim prostorijama. Sve grijane prostorije čine grijani dio zgrade.

Građevni dio zgrade

Građevni dio zgrade jest glavni dio tijela zgrade (npr. zid, pod, krov i dr.).

EP BiH

Elektroprivreda BiH

EP HZHB

Elektroprivreda Hrvatske Zajednice Herceg Bosne

EP RS

Elektroprivreda Republike Srpske

FERK

Regulatorna komisija za električnu energiju u FBiH

FMERI

Ministarstvo energije, rudarstva i industrije FBiH

FMPU

Ministarstvo prostornog uređenja FBiH

Investicija

Investicija podrazumijeva sve troškove projekta, uključujući projektiranje, nabavu opreme, instalaciju opreme itd. U investiciju se ne uključuje PDV.

IRR

eng. *Internal Rate of Return – Interna stopa povrata*. Interna stopa povrata diskontna je stopa koja čiste novčane tokove u čitavom vijeku efektiviranja investicije svodi na vrijednost inicijalnog investicijskog izdatka. Najčešće se izražava u postocima.

itd.

i tako dalje

Koeficijent transmisijskog toplotnog gubitka

Koeficijent transmisijskog toplotnog gubitka, $H_{tr,adj}$ (W/K), jest količnik između toplotnog toka koji se transmisijom prenosi iz grijane zgrade prema vanjskom prostoru i razlike između unutarne projektne temperature grijanja i vanjske temperature.

Koeficijent toplotnog gubitka provjetranjem

Koeficijent toplotnog gubitka provjetranjem,

	HV _{e,adj} (W/K), jest količnik između toplotnog toka koji se prenosi iz grijane zgrade prema vanjskom prostoru izmjenom zraka u prostoriji s vanjskim zrakom i razlike između unutarnje projektne temperature grijanja i vanjske temperature;
KM	Oznaka za novčanu jedinicu u Bosni i Hercegovini - konvertibilna marka.
LCCA	eng. <i>Life Cycle Cost Assessment – Ocjena troškova kroz cijeli životni vijek</i> . LCCA je ekonomska metoda u kojoj se prilikom izračuna isplativosti nekog projekta uz početnu investiciju uzimaju u obzir i troškovi pogona, održavanja, energije, zaštite okoliša (naknade za emisije) i odlaganja opreme nakon isteka radnog vijeka. LCCA metoda se temelji na analizi tijeka novca a različite opcije rangira koristeći indikatore isplativosti projekta, prvenstveno internu stopu povrata.
MPUGERS	Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju RS
MIERRS	Ministarstvo industrije, energetike i rudarstva RS
NPV	eng. <i>Net Present Value – Čista sadašnja vrijednost</i> . Čista je sadašnja vrijednost današnja vrijednost svih budućih novčanih ušteda ostvarenih tokom vremena efektuiranja projekta (od godine 1 do T) umanjena za investicijske troškove (u godini 0).
Zapremina grijanog dijela zgrade	Zapremina grijanog dijela zgrade, V_e (m ³), jest bruto zapremina, zapremina grijanog dijela zgrade kojemu je površina ovojnice A.
Zapremina grijanog zraka	Zapremina grijanog zraka V (m ³), jest korisna zapremina grijanog dijela zgrade u kojem se nalazi zrak. Taj se zapremina određuje koristeći unutarnje dimenzije ili prema približnom izrazu $V = 0,76 \cdot V_e$ za zgrade do tri etaže, odnosno $V = 0,8 \cdot V_e$ u ostalim slučajevima.
Opći energetska pregled (OEP)	Opći je energetska pregled sistematična analiza potrošnje energije i vode u zgradi s ciljem utvrđivanja efikasnosti potrošnje, te pronalaženja i vrednovanja potencijala za ostvarivanje ušteda.
Površina ovojnice grijanog dijela zgrade	Površina ovojnice grijanog dijela zgrade, A (m ²), jest ukupna površina građevinskih dijelova koji razdvajaju grijani dio zgrade od vanjskog prostora, tla ili negrijanih dijelova zgrade (ovojnica ili omotač grijanog dijela zgrade), uređena prema BAS EN ISO 13789:20XX, dodatak B, za slučaj vanjskih dimenzija.
PDV	Porez na dodanu vrijednost
Ukupna bruto podna površine zgrade	Ukupna bruto podna površina zgrade jest zbir površina poda za sve nivoe zgrade i računa se prema tački 5.1.3. BAS ISO 9836.

Ukupna korisna površine zgrade	Ukupna korisna površine zgrade, A_k (m ²), jest ukupna ukupna korisna podne površine grijanog dijela zgrade. Kod stambenih zgrada se može odrediti prema približnom izrazu $A_k = 0,32 \cdot V_e$.
Neto podna površina zgrade	Neto podna površina zgrade jest ukupna površina zgrade između elemenata koji ga omeđuju i računa se prema tački 5.1.5. BAS ISO 9836.
Ukupna korisna površine zgrade	Ukupna korisna površina zgrade jest ukupna neto podna površina zgrade koja odgovara namjeni upotrebe zgrade i računa se prema tački 5.1.7. BAS ISO 9836.
PP	Pokazatelj potrošnje – je omjer količine energije utrošene za neku aktivnost i mjerljivog rezultata te aktivnosti.
Primarna energija	Primarna energija predstavlja energiju uzetu iz prirode bez transformacije, bilo da se radi o hemijskom potencijalu fosilnih goriva, drva ili biomase, nuklearnoj energiji, kinetičkoj energiji vjetra, potencijalnoj energiji vodenih tokova ili energiji energiji geotermalnih izvora.
Referentna godina	Zadnja godina u kojoj nije bilo prekida rada sistema i prekida u korištenju zgrade i za koju su dostupni potpuni podaci o potrošnji svih oblika energije.
Referentna godišnja potrošnja energije	Ukupna potrošnja svih oblika energije u analiziranoj zgradi tokom referentne godine izražena u kWh ili MWh.
RERK	Regulatorna komisija za električnu energiju RS
RS	Republika Srpska
SGE ili EMS	<i>Sistem za gospodarenje energijom</i> – eng. <i>Energy Management System</i> . SGE je specifičan skup znanja i vještina koji se temelji na organizacijskoj strukturi koja povezuje sljedeće ključne elemente: ljude s dodijeljenim odgovornostima, procedure praćenja učinka (preko pokazatelja potrošnje i definiranih ciljeva za poboljšanja) te sistem mjerenja učinka.
Stepen-dan grijanja	Stepen-dan grijanja je veličina kojom se izražava godišnja potreba za energijom za grijanje a računa se kao umnožak broja dana grijanja s temperaturnom razlikom između dogovorene srednje unutarnje temperature zraka (najčešće 20°C – ovisi o namjeni prostora) i temperature vanjskog zraka pri čemu se u račun uzimaju samo oni dani u sezoni grijanja kod kojih je temperatura zraka niža od 12°C (dogovor). Aktualni se podatak o vrijednosti stepen-dan grijanja za različite lokacije u Hrvaskoj može dobiti od Državnog hidrometeorološkog zavoda.

Udio površine prozora u ukupnoj površini pročelja	Udio ploštine prozora u ukupnoj ploštini pročelja, f (-), jest količnik ploštine prozora, balkonskih vrata i prozirnih elemenata pročelja (građevinski otvor) i ukupne ploštine pročelja (zid + prozor). Kod grijanih potkrovlja ploštini prozora dodaje se ukupna krovni prozora, a ukupnoj ploštini pročelja dodaje se pripadna ukupna kosog krova s krovnim prozorima.
UNDP	eng. United Nations Development Programme - bih. Razvojni program Ujedinjenih nacija
Unutarnja projektna temperatura grijanja	Unutarnja projektna temperatura grijanja, $\Theta_{\text{int,set,H}}$ (°C), jest projektom predviđena temperatura unutarnjeg zraka svih prostora grijanog dijela zgrade.
Vrijeme efektuiranja	Vrijeme efektuiranja predstavlja vremensko razdoblje u kojem investicijski projekt stvara profit i novčane tokove koji se mogu tretirati kao njegov doprinos povećanju sadašnje vrijednosti preduzeća/ investitora. Najčešće se izražava u godinama.
Zgrada	Zgrada je građevina s krovom i zidovima, u kojoj se koristi energija radi ostvarivanja zadane toplotne ugodnosti i određenih unutarnjih klimatskih uslova, namijenjena boravku ljudi, odnosno smještaju životinja, biljaka i stvari, a sastoji se od tijela zgrade, instalacija, ugrađene opreme i prostora zgrade. Nova zgrada jest izgrađena zgrada prije nego je puštena u pogon, odnosno prije početka upotrebe. Postojeća zgrada jest izgrađena zgrada na temelju građevinske dozvole ili drugog odgovarajućeg akta i svaka zgrada koja je prema Zakonu o prostornom uređenju i gradnji s njom izjednačena a koja je u uporabi i koja se prodaje, iznajmljuje ili daje na leasing. Stambena zgrada jest zgrada koja je u cijelosti ili u kojoj je više od 90% bruto podne površine namijenjeno za stanovanje, odnosno da nema više od 50 m ² ploštine korisna podne površine u drugoj namjeni. Stambenom zgradom smatra se i zgrada s apartmanima u turističkom području. Nestambena zgrada jest zgrada koja nije stambena. Nestambena zgrada gospodarske namjene jest zgrada namijenjena za obavljanje gospodarske proizvodne i poljoprivredne djelatnosti (npr. to su: proizvodne hale u industrijskoj proizvodnji, proizvodne radionice, skladišta, zgrade namijenjene poljoprivrednom gospodarstvu i sl.). Nestambene zgrade javne namjene jesu uglavnom nestambene zgrade koje koriste tijela vlasti i zgrade institucija koje pružaju javne usluge, te zgrade drugih namjena koje pružaju usluge velikom broju ljudi.

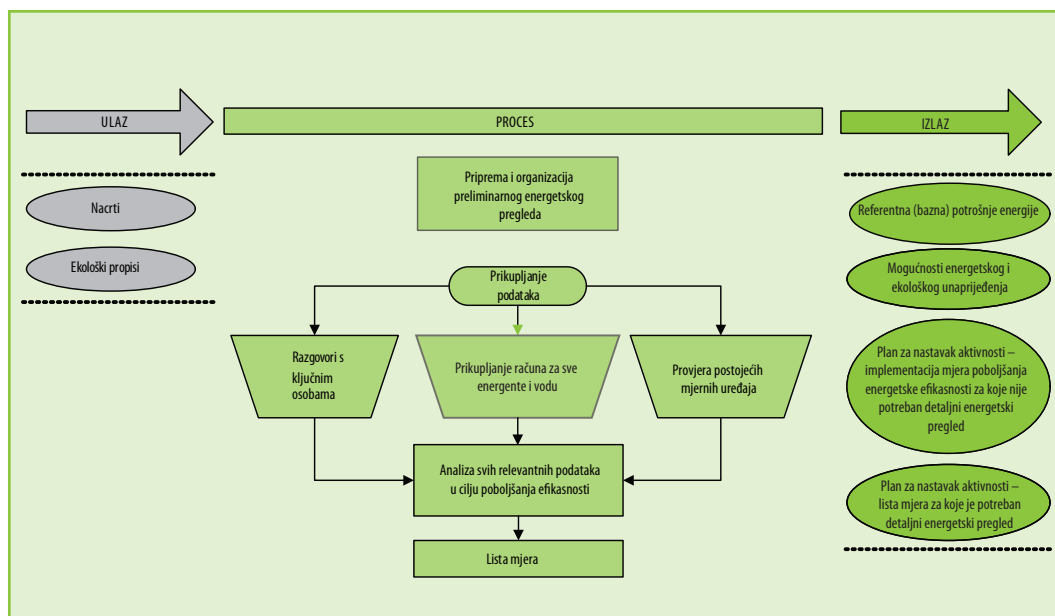


1. UVOD

Energetski je pregled zgrade ključni korak u analizi efikasnosti potrošnje energije i vode. Naime, energetski je pregled nezaobilazni korak na putu kontrole troškova i smanjenja potrošnje energenata. Sastavni su dio energetskog pregleda preporuke za promjene načina rada ili ponašanja te preporuke za primjenu zahvata i realizaciju investicija kojima se postiže poboljšanje energijske efikasnosti bez ugrožavanja radnih uslova u objektu. U stručnoj se praksi razlikuju dvije vrste energetskih pregleda:

- Opći energetski pregled i
- Detaljni energetski pregled – izrada investicijske studije.

U osnovi opći energetski pregled predstavlja prikupljanje i obradu podataka kako bi razumjeli načine korištenja energije i vode u zgradi, identificirali potencijalne mjere poboljšanja energijske efikasnosti te stvorili podloge za eventualnu primjenu jednostavnih mjera ili pripremu i provođenje detaljnog energetskog pregleda, slika 1.



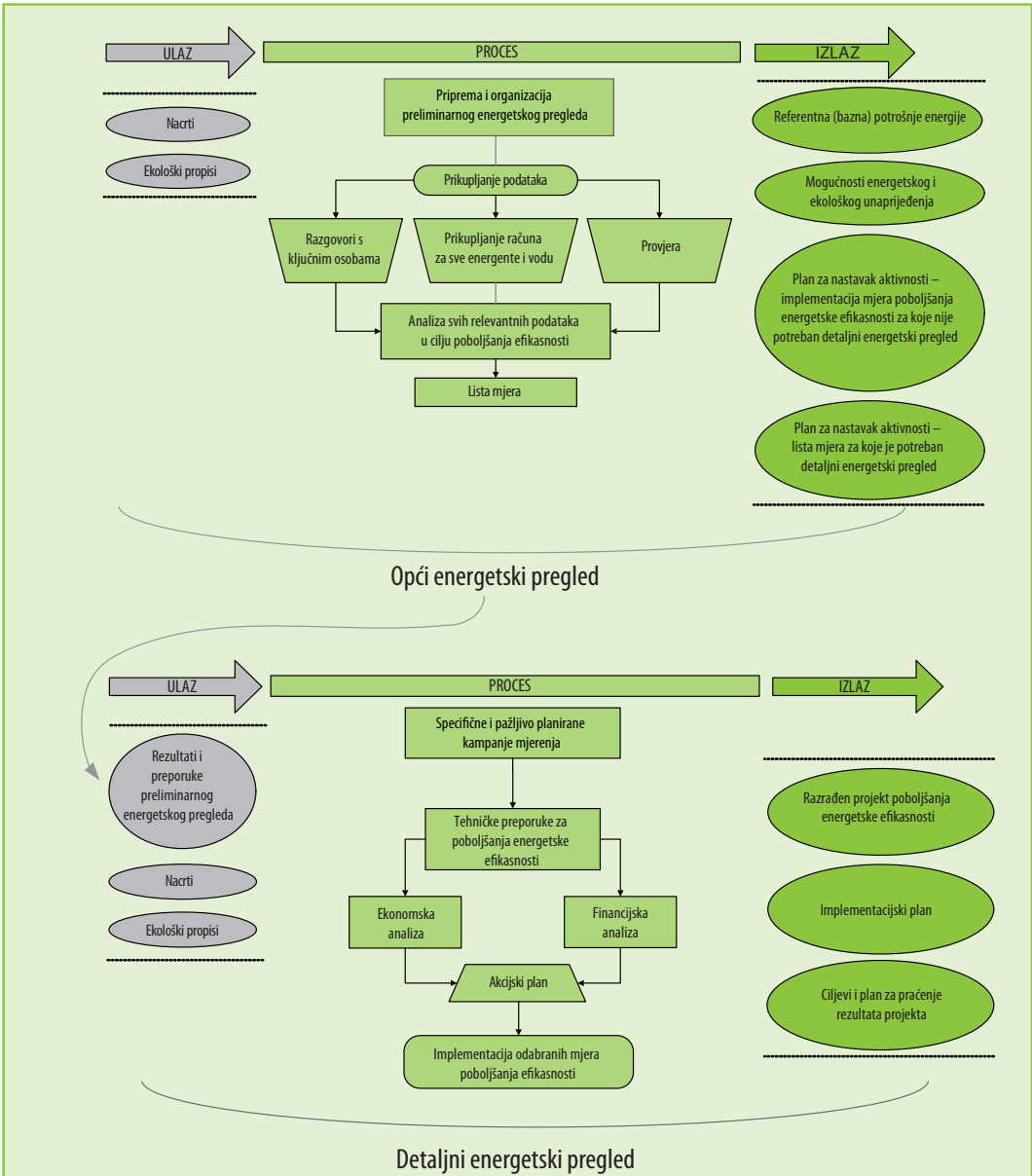
Slika 1: Shema općeg energetskog pregleda

Ukoliko rezultati općeg pregleda ukazuju na postojanje značajnog prostora za poboljšanje energijske efikasnosti potrebno je provesti detaljni energetski pregled kako bi se mjerenjem na lokaciji potvrdili uočeni potencijali.

Pitanje 1: Da li se možda i nakon općeg energetskog pregleda može pristupiti implementaciji određenih mjera poboljšanja energijske efikasnosti?

Da, na temelju rezultata općeg energetskog pregleda može se pristupiti implementaciji nekih od mjera poboljšanja energijske efikasnosti. Naime, za mjere koje ne iziskuju velike investicije te ih karakterizira kratak period otplate uloženi sredstava nije potrebno provoditi detaljni energetski pregled.

Osnovna je specifičnost detaljnog energetskog pregleda **mjerenje na lokaciji**, uobičajeno u trajanju od jednog do dva sedmice u sezoni grijanja i/ili hlađenja, kako bi se što je moguće točnije odredila potrošnja energije i potvrdili potencijali za uštede. Detaljnim se energetskim pregledom ulazi u tzv. dubinsku energijsku analizu zgrade te se na temelju mjerenja vrednuju složenije mjere poboljšanja energijske efikasnosti koje su kao rezultat općeg energetskog pregleda preporučene za dodatnu analizu. Završni dokument koji se nakon obavljenog detaljnog energetskog pregleda isporučuje klijentu često se naziva i Investicijska studija. Samo ime završnog dokumenta sugerira da je **ključni rezultat detaljnog energetskog pregleda lista mjera poboljšanja energijske efikasnosti koje se predlažu za provođenje tj. investiranje**. Shema detaljnog energetskog pregleda prikazana je na slici 2.



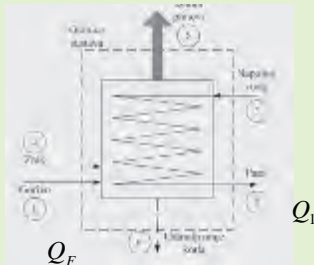
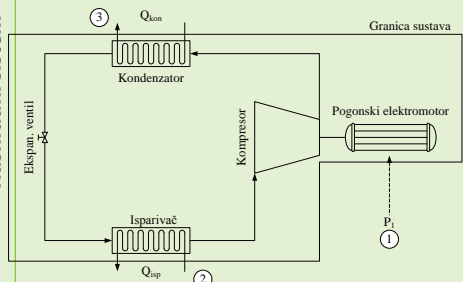
Slika 2: Shema detaljnog energetskog pregleda

Energetska je efikasnost kontinuirani proces i ne završava implementacijom mjera poboljšanja, već se nastavlja kroz praćenje i potvrđivanje ostvarenih ušteda, uočavanje novih potencijala, implementaciju novih mjera poboljšanja energijske efikasnosti što sve zajedno vodi ka sistemnom i kontinuiranom gospodarenju energijom.

Važno je istaknuti da se energetska efikasnost nikako ne smije promatrati kao štednja energije. Naime, štednja uvijek podrazumijeva određena odricanja, dok efikasnost znači zadržavanje zadane toplotne ugodnosti, unutarnjih klimatskih uslova, nivoa rasvjete i sl. uz korištenje manje količine energije. Nadalje, poboljšanje efikasnosti potrošnje energije ne podrazumijeva samo primjenu tehničkih rješenja. Štoviše, svaka tehnologija i tehnička oprema, bez obzira koliko efikasna bila, gubi to svoje svojstvo ukoliko ne postoje educirani ljudi koji će se njome znati služiti na najefikasniji način. Stoga je i prilikom davanja preporuka za poboljšanje energijske efikasnosti prvo potrebno analizirati način upravljanja sistemima i gospodarenja energijom u zgradi. Ukoliko na lokaciji ne postoji sistem pristup gospodarenju energijom potrebno je dati smjernice za uspostavu sistema za gospodarenje energijom (SGE).

Prilikom određivanja energijske efikasnosti tehničkog sistema moraju se definirati granice promatranog sistema te se mora točno odrediti bilans mase i energije koja ulazi i izlazi iz sistema. Također, nužno je odrediti **ulaznu energiju, dobivenu (korisnu) energiju** ili **rad te gubitke**. U tabeli 1. na primjerima parnog kotla i rashladnog sistema objašnjeno je kako ovisno o definiranim granicama sistema te ulaznoj i dobivenoj (korisnoj) energiji ili radu energetska efikasnost cijelog sistema može biti definirana na različite načine.

Tabela 1: Definicije energijske efikasnosti

	Shematski prikaz	Definicija energijske efikasnosti
Parni kotao		<p>Efikasnost parnog kotla:</p> $\eta_B = \frac{Q_1}{Q_F} = \frac{m_4 \cdot h_4 - m_3 \cdot h_3}{M_F \cdot H_g}$ <p>gdje je:</p> <p>Q_1 = količina energije predana napojnoj vodi [kJ] m = masa pare (4) ili vode (3), [kg] h = specifična entalpija pare (4) ili vode (3), [kJ/kg] Q_F = količina energije dovedena gorivom [kJ] M_F = masa goriva, [kg] H_g = gornja ogrjevna moć goriva, [kJ/kg]</p>
Rashladni sistem		<p>Koeficijent učina:</p> $\text{COP} = \frac{Q_{isp}}{P_1}$ <p>gdje je:</p> <p>Q_{isp} = rashladni učin isparivača, kW P_1 = snaga pogonskog elektromotora kompresora, kW</p>

1.1 PRAVNI I INSTITUCIONALNI OKVIR ZA ENERGIJSKU EFIKASNOST U BOSNI I HERCEGOVINI

U vrijeme objavljivanja ovog priručnika, strogo uzevši, pravni i institucionalni okvir za energijsku efikasnost (EE) u BiH ne postoji, ni na nivou države, ni na nivou entiteta. Postoje strategije koje obrađuju ovu tematiku i daju smjernice za razvoj sektora EE, ali te smjernice nisu pretočene u zakone, pa shodno tome nisu ni ovlaštene ili formirane institucije koje bi ih sprovodile. Strategije relevantne za sektor EE su:

1. Studija energetskog sektora BiH - SEE (Energetski institut Hrvoje Požar, 2008.)
2. Strateški plan i program razvoja energetskog sektora FBiH - SPP (Ministarstvo energije, rudarstva i industrije FBiH, 2008.)
3. Strategija razvoja sektora energetike RS – SRSE (Ministarstvo industrije, energetike i rudarstva RS, 2010.)

SEE bi se mogla poslužiti kao osnova za izradu strategije razvoja energetike na državnom nivou, međutim entitetska ministarstva su odlučila da izrade sopstvene strategije razvoja sektora energetike, koje bi eventualno mogle biti objedinjene u državnu strategiju, ako se postigne dogovor između entiteta. SEE se sastoji od 14 Modula (poglavlja) i 12. Modul se bavi energijskom efikasnošću i u njemu su identificiranje potrebne mjere za povećanje energijske efikasnosti u sektorima zgradarstva, transporta i industrije.

U SPP-u, koji je usvojen od strane Parlamenta FBiH 2009. godine, se uopćeno govori energijskoj efikasnosti, ali u ovom dokumentu nisu definirani ciljevi niti akcioni planovi vezano za EE.

SRSE još nije predana Narodnoj skupštini RS na usvajanje. Javne rasprave su održane, međutim konačna verzija koja obuhvata zaključke javnih rasprava još nije završena.

U FBiH postoje pravilnici koji bi se mogu smatrati kao dio pravnog okvira za ispunjenje direktiva EU, kao što je "Pravilnik o tehničkim zahtjevima za toplotnu zaštitu objekata i racionalnu upotrebu energije" ("Službene novine FBiH" br. 49/09) koje je usvojilo Ministarstvo prostornog uređenja FBiH koje je nadležno za zaštitu okoliša i energijsku efikasnost u sektoru zgradarstva u FBiH. Isto Ministarstvo je donijelo više pravilnika uključujući i „Pravilnik o energetskom certificiranju objekata“. Ovaj Pravilnik propisuje da će sve zgrade koje se grade, prodaju ili iznajmljuju morati biti certificirane i takvi energetski certifikati s podacima o godišnjoj potrošnji za grijanje zgrade bit će izloženi ili dati na uvid svim zainteresiranim strankama. Međutim, svi pravilnici koji i jesu u skladu sa EU direktivama, moraju biti dio organizovane i usklađene strukture državnih i entitetskih zakona da bi se moglo reći da postoji odgovarajući pravni okvir za energijsku efikasnost.

U RS stvaranje pravnog i institucionalnog okvira za energijsku efikasnost u skladu sa direktivama EU ide sporije. U RS još nisu doneseni pravilnici koje je u FBiH donijelo Ministarstvo prostornog uređenja FBiH, ali je u pripremi Zakon o energijskoj efikasnosti RS.

Institucionalnim okvirom za energijsku efikasnost u BiH se mogu smatrati ministarstva koja se bave energetikom i prostornim uređenjem. Entitetska ministarstva su Ministarstvo energije, rudarstva i industrije FBiH, Ministarstvo prostornog uređenja FBiH, Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju RS i Ministarstvo industrije, energetike i rudarstva RS. Na državnom nivou ne postoji ministarstvo sa nadležnostima iz oblasti prostornog uređenja, dok se energetikom, sa ograničenim ovlaštenjima, bavi Ministarstvo vanjskih trgovine i ekonomskih odnosa kroz Sektor za prirodne resurse, energetiku i zaštitu okoline.

Kroz članstvo u Energetskoj zajednici, BiH se obavezala da izradi akcione planove, usvoji zakone i podzakonske akte u skladu sa evropskim direktivama koje se tiču EE i oformi institucije koje će ih sprovoditi. Sačinjena je Mapa puta pomoću koje bi BiH do navedenih rokova trebala uskladiti svoje zakonodavstvo sa sljedećim direktivama:

1. Directive 2006/32/EC on energy end use efficiency and energy services (Direktiva o energijskoj efikasnosti i energetskim uslugama) – rok je 31. decembar 2011. godine
2. Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings (Direktiva o energijskim svojstvima zgrada) – rok je 30. septembar 2012. godine
3. Directive 2010/30/EU on labeling of energy-related products (Direktiva o označavanju proizvoda koji troše energiju) – rok je 31. decembar 2011. godine

Ako BiH ispuni na vrijeme obaveze koje je preuzela članstvom u Energetskoj zajednici jugoistočne Evrope, može se zaključiti da će do 30. septembar 2012. godine u BiH postojati odgovarajući pravni i institucionalni okvir za energijsku efikasnost.





2. ENERGETSKI PREGLED I ENERGETSKO CERTIFICIRANJE ZGRADA

Pravilnikom o energetsom certificiranju objekata, ("Službene novine FBiH", br. 50/10), uvodi se u FBiH obavezna energetska certifikacija novih zgrada i postojećih zgrada koje se prodaju, iznajmljuju ili daju na leasing. Energetski certifikat moraju imati i svi objekti javne namjena. Očekuje se da će ubrzo i u RS biti uvedena slična obaveza. Energetski certifikat zgrade je dokument kojim se na jednoznačan način predstavljaju energetska svojstva zgrade. Pravilnikom je definisan sadržaj i izgled energetskog certifikata kao i uslovi i mjerila za osobe koje provode energijske preglede i energetske certificiranje zgrada. Vrijednosti koje su istaknute na energetsom certifikatu odražavaju energetska svojstva zgrade i potrošnju energije izračunatu na temelju pretpostavljenog režima korištenja zgrade i ne moraju nužno izražavati realnu potrošnju u zgradi ili njezinoj samostalnoj uporabnoj jedinici jer ona uključuje i ponašanje korisnika.

Upravo kroz zadnje navedeno vidi se odnos energetskog certifikata i energetskog pregleda. Naime, **energetski je pregled** nezaobilazni korak na putu kontrole troškova i smanjenja potrošnje energenata kroz preporuke za promjene u radnom procesu ili ponašanju te preporuke za primjenu zahvata i realizaciju investicija kojima se mogu postići poboljšanja energijske efikasnosti bez ugrožavanja radnih uslova u objektu, dok se **energetsko certificiranje** zgrada obavlja kako bi se potrošačima (kupcima i zakupcima) omogućila usporedba i procjena energetskih svojstava različitih zgrada, te na taj način stimulirao izbor energetski efikasnih rješenja prilikom projektiranja i izgradnje zgrade.

Energetski pregled obuhvaća bitno širi krug aktivnosti jer se za razliku od energetskog certificiranja analizira i vrednuje ponašanje korisnika te stvarna potrošnja energije u objektu. Naime, upravo se u segmentu ponašanja korisnika kriju značajne mogućnosti za uštede u energiji i novcu npr. što vrijedi najefikasniji sistem grijanja ako su tokom zime veći dio dana otvoreni prozori.

Energetsko certificiranje ima za cilj usmjeriti kupce i zakupce zgrada prema energetski efikasnim rješenjima te na taj način prisiliti investitore i izvođače radova na praćenje modernih tehnologija gradnje. Na ovaj se način kao i kod označavanja efikasnosti kućanskih uređaja želi uvesti više reda na području gradnje te kupca i zakupca objektivno informirati o troškovima za energiju koji se mogu očekivati tokom korištenja zgrade.

Rezultati energetskog pregleda daju odgovore na slijedeća pitanja:

- a) Na koji način i gdje se u analiziranoj zgradi koristi energija i voda?
- b) S kojom se efikasnošću energija i voda troše u analiziranoj zgradi?
- c) Kolika je referentna potrošnja energije i vode?
- d) Koliko iznose referentni troškovi za energiju i vodu?
- e) Koliko iznose utjecaji na okoliš koji su posljedica korištenja zgrade te da li su u skladu s relevantnim zakonskim odredbama?
- f) Koje mjere za poboljšanje efikasnosti korištenja energije i vode imaju ekonomsko opravdanje te koje je zahvate potrebno poduzeti u cilju zadovoljavanja zakonskih propisa?

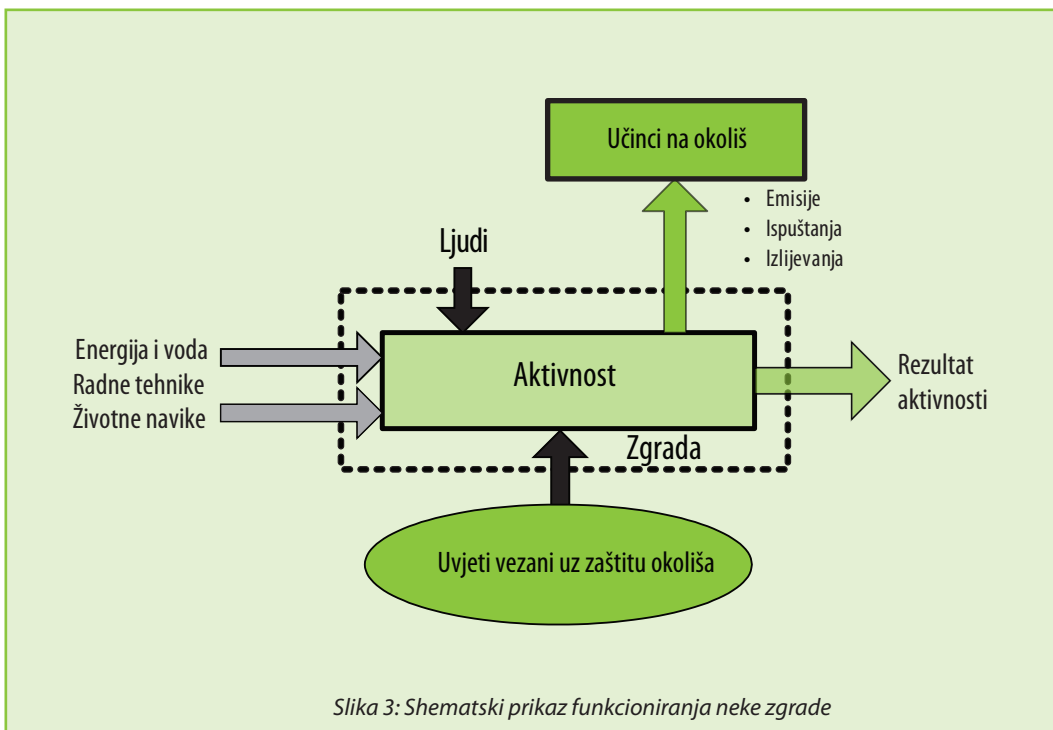
Dakle, zaključak je energetskog pregleda predstavljen kroz listu mjera i zahvata čijom bi se implementacijom ostvarile uštede u potrošnji energije i vode u zgradi uz zadovoljavanje svih zakonskih propisa.



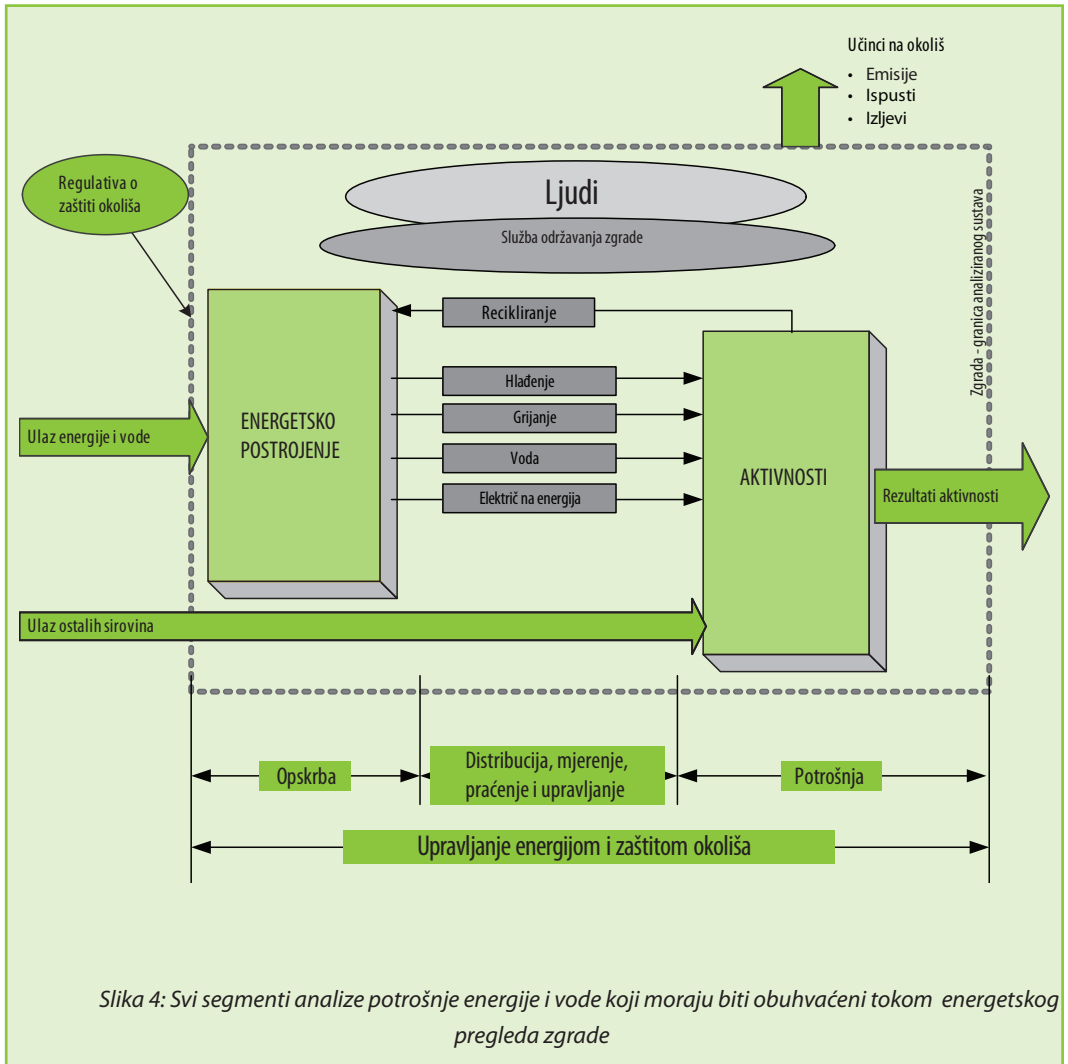
3. POTROŠNJA ENERGIJE U ZGRADI

3.1 ENERGETSKI PREGLED ZGRADE

U svakoj se zgradi obavlja određena aktivnost. Shematski se aktivnost može predstaviti kao interakcija ljudi, opreme, energije, radnih tehnika i zahtjeva zaštite okoliša (Slika 3). Negativni učinci na okoliš koji se javljaju kao posljedica korištenja neke zgrade u direktnoj su vezi s količinom korištene energije i aktivnošću koja se u zgradi obavlja. Naime, nije isto da li se neka zgrada koristi kao uredski prostor ili kao škola ali u svakom slučaju optimiranjem potrošnje energije i vode smanjuju se i negativni utjecaji na okoliš.



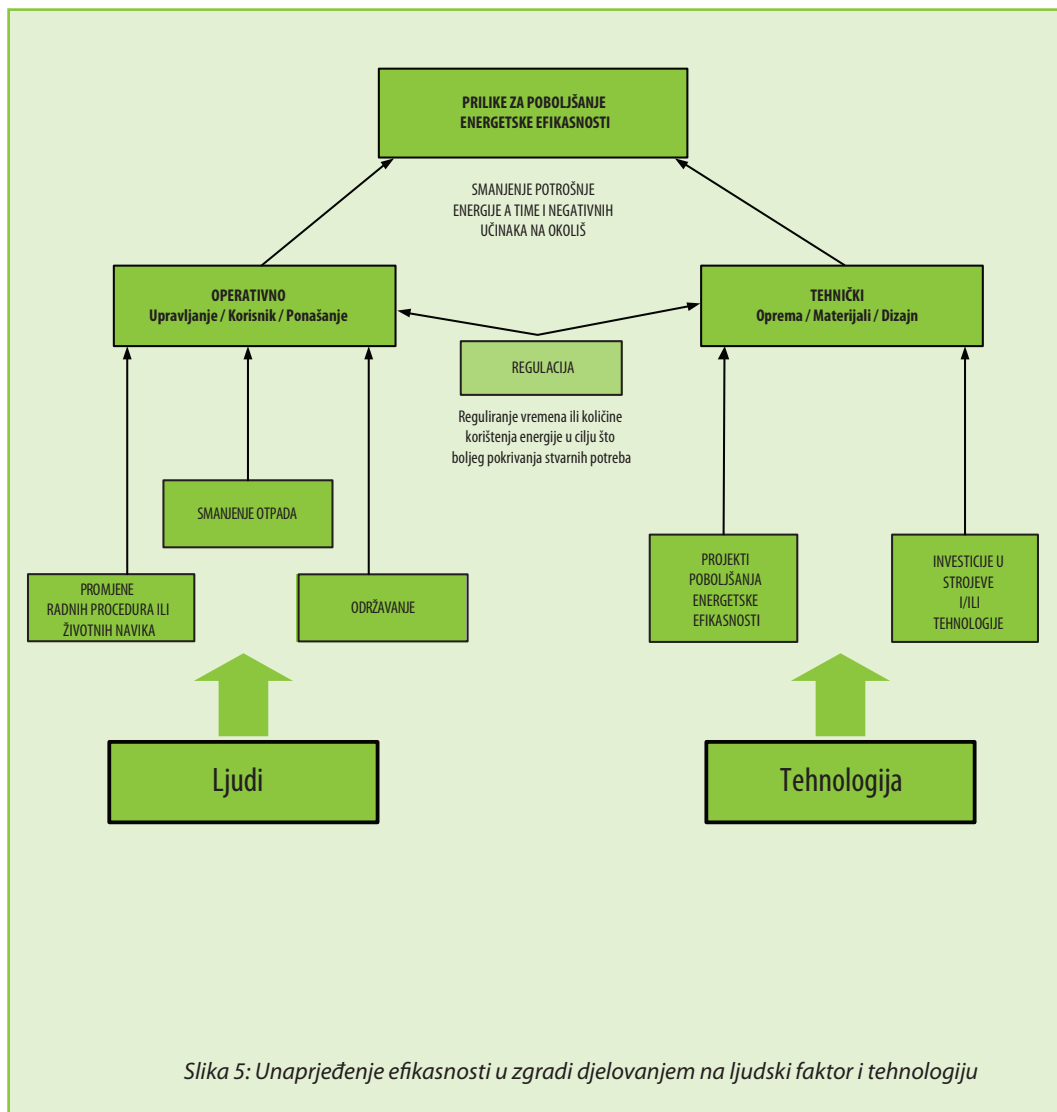
Zahtjevi aktivnosti koja se u njoj obavlja predstavljaju osnovu za definiranje energetske potrebe zgrade. Dovođenjem u vezu potrošnje energije i vode s rezultatima aktivnosti dobiva se jasna slika kako, zašto i koliko se energije i vode troši u nekoj zgradi. Prilikom energetskeg pregleda mora se analizirati efikasnost potrošnje energije i vode u svim segmentima korištenja, od ulaznog postrojenja za energijske transformacije preko razvoda i regulacije do konačne, neposredne potrošnje od strane korisnika zgrade. Na slici 4. prikazani su svi segmenti koje mora obuhvatiti energetskeg pregled zgrade.



Pitanje 2: Kako definirati rezultat aktivnosti u nekoj edukacijskoj instituciji npr. fakultetu?

Rezultat aktivnosti koja se odvija na fakultetima može se predstaviti kao broj diplomiranih studenata na godinu ili kao broj sati predavanja održanih po mjesecima ili na godinu.

U analizi odnosa potrošnje energije i aktivnosti koje se odvijaju u zgradi nikako se ne smije zanemariti ljudski faktor. Naime, kao što je to prikazano na slici 5. unaprjeđenja efikasnosti potrebno je tražiti i na strani tehnologije (mašine, oprema i sl.) ali i na strani korištenja opreme (ljudski faktor). I najučinkovitija oprema uzaludno troši energiju ako radi bez stvarne potrebe. Upravo se iz zadnje navedenog vidi značaj regulacije i upravljanja potrošnjom energije te stalne veze s aktivnošću koja se odvija zgradi. Potpunom uspostavom sistema za gospodarenje energijom ostvaruje se stalna veza između potrošnje energije i aktivnosti koja se odvija u zgradi te se eliminiraju svi gubici uslijed nesavjesne potrošnje. Naravno, razumijevanje aktivnosti koja se odvija u zgradi preduslov je za analizu energijske efikasnosti.

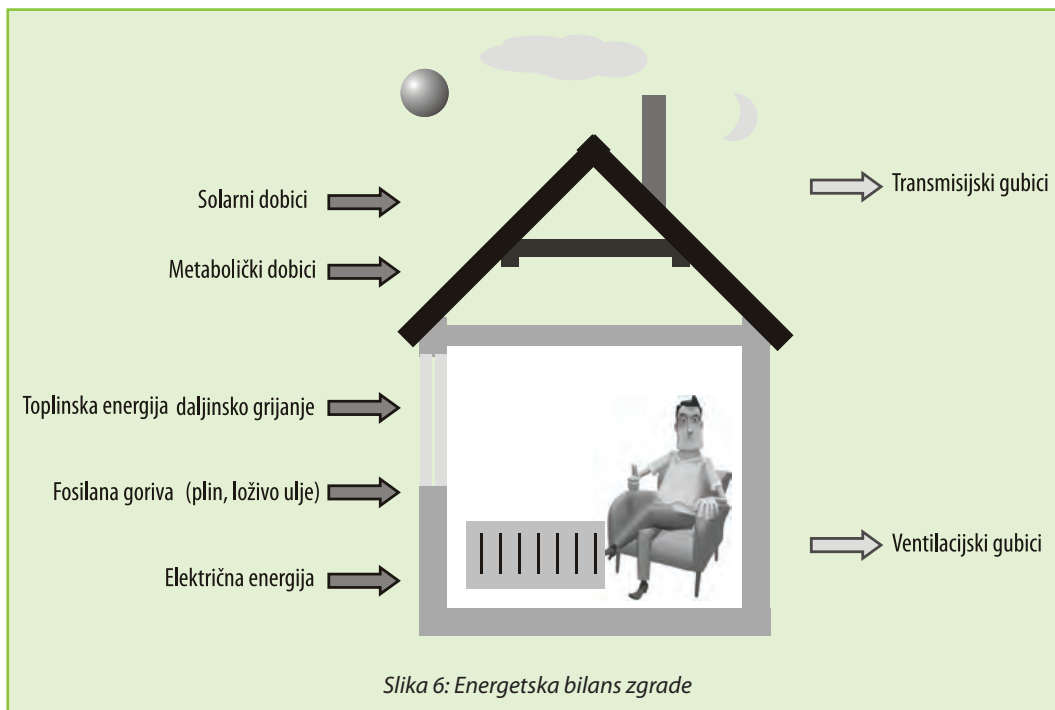


Slika 5: Unaprjeđenje efikasnosti u zgradi djelovanjem na ljudski faktor i tehnologiju

3.2 ENERGETSKI BILANS ZGRADE

Ako se zanemari ponašanje korisnika potrošnja energije u zgradi ovisi o tehničkim karakteristikama same zgrade (njezinog oblika i konstrukcijskih materijala), tehničkim karakteristikama korištenih energetske sistema (sistemi grijanja, pripreme potrošne tople vode, klimatizacije, električne rasvjete, itd.) te o klimatskim uslovima podneblja na kojem se nalazi. Osnovni pojmovi za analizu potrošnje energije u zgradama su toplotni gubici i dobici, koeficijent prolaska toplote te stepen-dan grijanja/hlađenja.

U svim se analizama zgrada predstavlja kao jedan krovni sistem s više podsistema. Na slici 6. prikazana je zgrada sa svim tokovima energije, tj. prikazana je energetske bilans zgrade.



Energetski bilans zgrade podrazumijeva sve energijske gubitke i dobitke. Pri tome se uobičajeno govori o toplotnom bilansu, odnosno razmatra se koliko je energije potrebno da bi se zadovoljile toplotne potrebe zgrade. Važno je zapamtiti da je potreba za togasskom energijom uvijek usko vezana za toplotne gubitke zgrade. Naime, dok god su toplotni dobici energije dovoljni za pokrivanje toplotnih gubitaka, u zgradi će se održavati željeni uslovi toplotne ugodnosti. Prema tome, mora vrijediti jednakost:

$$Q + Q_{in} + Q_{sun} = Q_{trans} + Q_{vent} + Q_{gg} \quad (1)$$

gdje je:

Q – primarna energija goriva koje se koristi za grijanje prostora,

Q_{in} – unutarnji toplotni dobici,

Q_{sun} – toplotni dobici od sunca,

Q_{trans} – transmisijski gubici,

Q_{vent} – ventilacijski gubici,

Q_{gg} – gubici u sistemu grijanja

Transmisijski gubici nastaju prolazom (transmisijom) toplotne energije kroz elemente ovojnice zgrade. Oni ovise o konstrukcijskim elementima zgrade (materijalima izrade vanjske ovojnice – npr. opeka, armirano-betonska konstrukcija), debljini toplotne zaštite, tipu prozora, vrata, itd. Transmisijski gubici nisu jedini koji određuju potrebe grijanja zgrade. Naime, njima se moraju dodati i toplotni gubici zbog provjetravanja, tzv. ventilacijski gubici (Q_{vent}). Oni se određuju na temelju

potrebnog broja izmjena zraka, koje su propisane normama.

Osim gubitaka, u zgradama postoje i dobici toplotne energije koji ne dolaze iz sistema grijanja, tzv. slobodni toplotni dobici. U ove se dobicke uključuje toplotna energija dobivena od osoba koje borave u prostoru, kao i od različitih uređaja (na primjer, uredska oprema, rasvjeta, projektori itd.) koji se koriste u prostoru. Ovi se dobici nazivaju unutarnji ili interni dobici (Q_{in}). Osim toga, određena količina toplotne energije u prostor dolazi i od sunčeva zračenja (Q_{sun}). Da bi sistem grijanja/hlađenja zadovoljio toplotne potrebe zgrade, potrebna je određena količina primarne energije (energenta) Q . Ova je energija veća od korisne energije Q_k jer tehnički sistemi nisu savršeni, tj. oni također imaju svoje gubitke (Q_{gg}). Naime, unutarnja se kalorička energija goriva ne može iskoristiti u potpunosti, jer se dio energije izgubi zbog nepotpunog izgradnja i preko ispuštenih dimnih gasova a dio se prenosi sa samog kotla na okoliš zračenjem i konvekcijom. Dakle, potrebna togasa za grijanje ovisi o:

- toplotnim gubicima kroz vanjsku ovojnicu (neprozirne i prozirne dijelove),
- toplotnim gubicima kroz linijske toplotne mostove,
- toplotnim gubicima kroz tačkaste toplotne mostove,
- toplotnim gubicima prema tlu,
- toplotnim gubicima prema negrijanim prostorijama,
- toplotnim gubicima kroz ostakljene prostorije,
- toplotnim gubicima od sunca i unutarnjih izvora i
- gubicima uslijed provjetravanja i/ili ventilacije.

Kroz elemente energetskog balansae zgrade nazire se osnovna ideja energijske efikasnosti u zgradarstvu. Naime, cilj je smanjiti transmisijske i ventilacijske gubitke te gubitke u sistemu grijanja na najmanju moguću mjeru te povećati toplotne dobicke od sunca i pri tome ne narušiti togassku ugodnost boravka u prostoru.

Energijske potrebe zgrade uključuju:

- togassku energiju za grijanje prostora i pripremu potrošne tople vode,
- električnu energiju za pogon rashladnih uređaja, , toplotnih pumpi te ventilatora i pumpi u sistemima grijanja, ventilacije i klimatizacije,
- električnu energiju za rasvjetu,
- električnu energiju za ostale uređaje (uredska oprema, liftovi, televizori itd.),
- sekundarne upotrebe toplotne energije (posebno u uslužnim djelatnostima npr. praonicama i sl.)

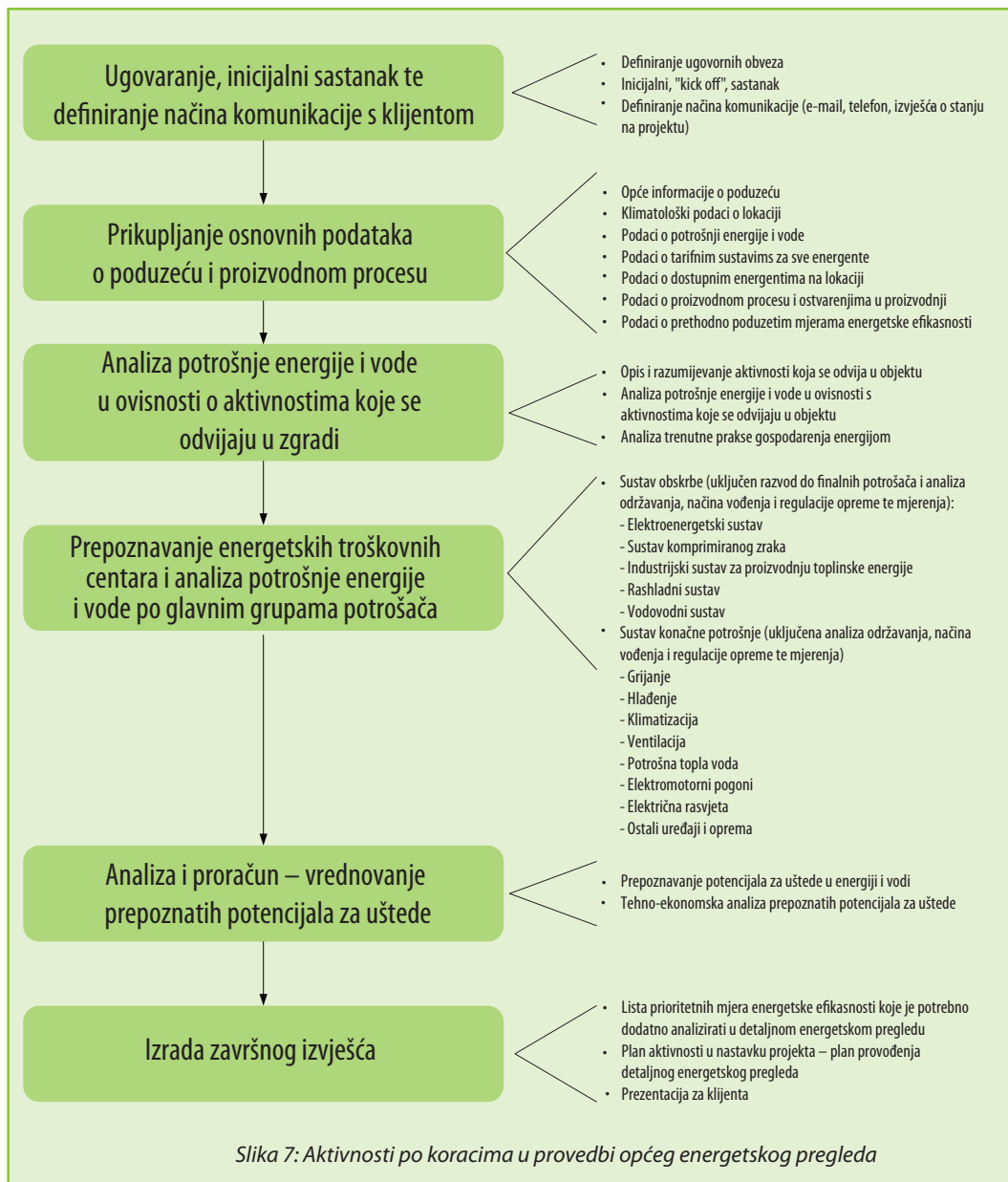
Struktura potrošnje energije po energetskim sistemima u zgradi jako ovisi o klimatskim prilikama, pa tako, na primjer, udio potrošnje energije u sistemu grijanja može varirati od 30 do 60%, dok udio potrošnje energije u rashladnom sistemu može varirati od 3 do 15%. Na kraju, vrijedi ponoviti kako na potrošnju energije u zgradi ako se izuzme ponašanje korisnika najveći utjecaj imaju oblik građevine (omjer grijane i ukupne površine građevine), toplotna izolacija, izvedba energetskih sistema.

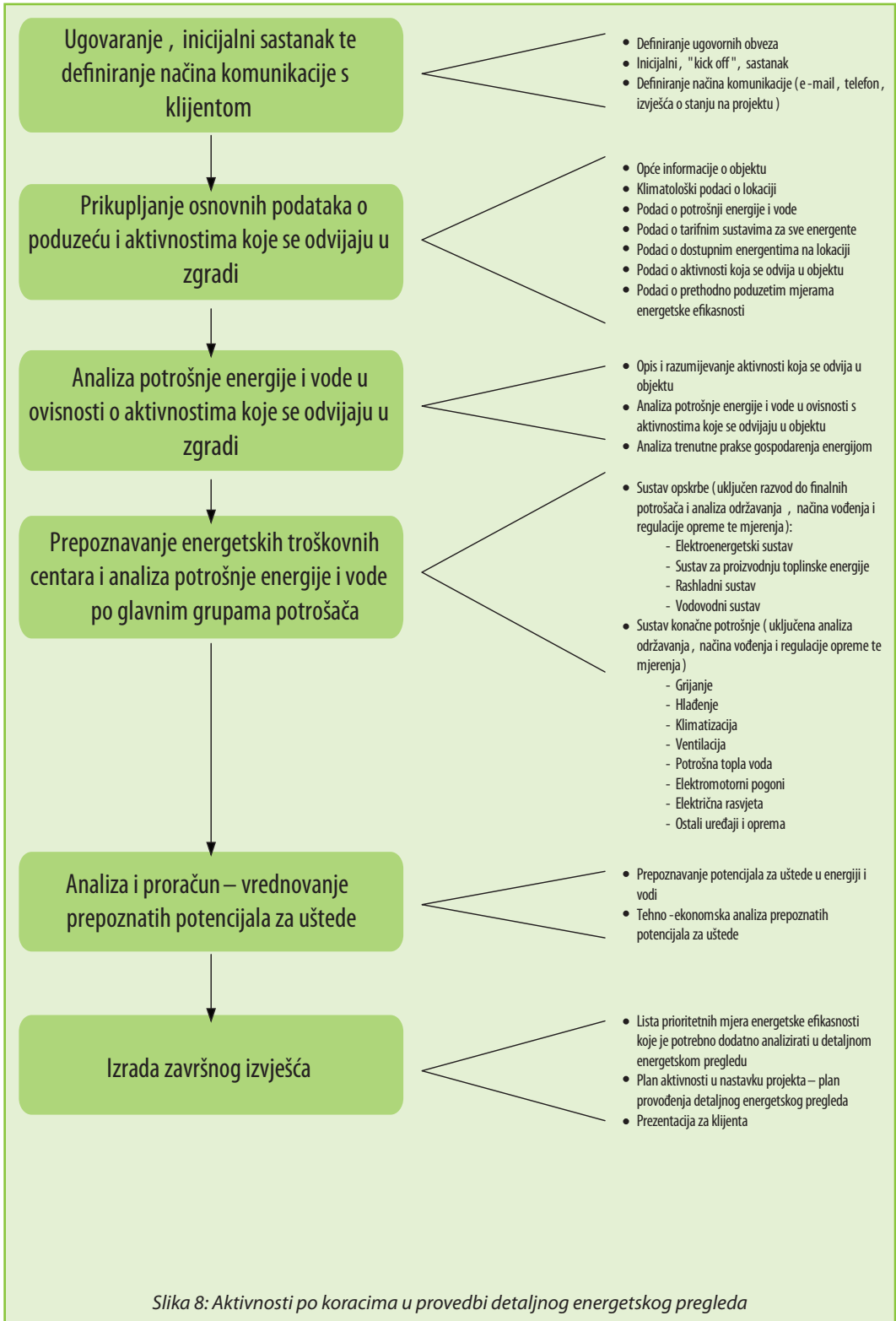


4. PROVOĐENJE ENERGETSKOG PREGLEDA

Sve aktivnosti koje se obavljaju tokom općeg i detaljnog energetskog pregleda zgrade moraju biti pravovremeno isplanirane i predstavljene klijentu. Bez kvalitetnog planiranja i dobre komunikacije s klijentom energetski pregled sigurno neće dati očekivane rezultate.

Na slikama 7. i 8. detaljnije su razrađene aktivnosti po koracima u provedbi općeg i detaljnog energetskog pregleda zgrade.





Slika 8: Aktivnosti po koracima u provedbi detaljnog energetskog pregleda

4.1 PRIPREMA ZA PROVOĐENJE ENERGETSKOG PREGLEDA

Uobičajena je praksa da se prilikom započinjanja energetskeg pregleda obavi i inicijalni radni sastanak na kojem se klijentu predstavljaju sve aktivnosti koje će se obavljati tokom općeg ili detaljnog energetskeg pregleda.

Ako se radi o općem energetskeg pregledu upitnik za prikupljanje podataka o potrošnji energije i aktivnostima koje se obavljaju na lokaciji dostavlja se klijentu već na prvom sastanku, odmah nakon potpisivanja ugovora. Primjer upitnika za prikupljanje podataka o potrošnji energije i aktivnostima na lokaciji nalazi se u Prilogu 1. ovog Priručnika. Ako se radi o detaljnom energetskeg pregledu s klijentom se još jednom prolazi kroz svaku od predloženih mjera za detaljnu analizu.

Također, u ovoj se fazi od klijenta traže i kopije svih računa za korištene energente i vodu u protekloj kalendarskoj godini te svim prošlim mjesecima tekuće godine. Ukoliko su dostupni predlaže se i analiza podataka o potrošnji energije za period od protekle 3 godine, no u tom slučaju potrebno je jasno utvrditi i sve uslove u kojima se objekt tada nalazio, kao na primjer kretanje vanjske temperature i nivo aktivnosti u objektu u analiziranom periodu i slično. U nekim je slučajevima, kad klijent ima više mjesta preuzimanja određenih energenata, poželjno od njega zatražiti saglasnost kako bi konsultant u njegovo ime izravno od dobavljača energije ili vode zatražio podatke o potrošnji. Na ovaj se način bitno ubrzava tijek energetskeg pregleda te klijent ne gubi vrijeme na kopiranje veće količine računa. Primjer saglasnosti za dobivanje podataka o potrošnji energije ili vode direktno o dobavljača nalazi se u Prilogu 2. ovog Priručnika.

Kad god je to moguće upitnik je potrebno klijentu dostaviti u elektronskom formatu. Također, uz upitnik je potrebno dostaviti i upute za popunjavanje te podatke o osobi koja će biti dostupna klijentu te mu kroz telefonske ili e-mail konsultacije pomoći pri popunjavanju upitnika. **Potrebno je naglasiti kako je odgovornost i zadatak konsultanta da prikupi sve potrebne informacije o načinima potrošnje energije i vode u analiziranom objektu te da upitnik predstavlja samo jedan od alata kako se dolazi do podataka.** Naime, pogrešno je prebacivati odgovornost na klijenta za popunjavanje upitnika. Klijenta je potrebno podučiti i motivirati da što je moguće bolje popuni dostavljeni upitnik dok na konsultantu leži odgovornost da uoči i ispravi sve eventualne nepravilnosti. Ukoliko je to moguće od klijenta je potrebno zatražiti dostavljanje popunjenog upitnika u elektronskom formatu. Na ovaj se način bitno ubrzava komunikacija te se štede resursi jer nema nepotrebnog gomilanja papira.

U tabeli 2. navedene su sve informacije koje bi konsultant koji provodi opći energetskeg pregled morao imati nakon što je u suradnji s klijentom došao do svih podataka traženih kroz upitnik. **U slučaju provođenja detaljnog energetskeg pregleda prikupljeni set podataka je nešto drugačiji jer su poznati rezultati općeg energetskeg pregleda te se konsultant koncentrirao samo na informacije nužne za detaljnu analizu.**

Tabela 2: Informacije koje bi konsultant morao imati nakon što je u suradnji s klijentom došao do svih podataka traženih kroz upitnik – opći energetske pregled

Podaci o potrošnji energije i vode po mjesecima minimalno za prethodnu kalendarsku godinu te protekle mjesece tekuće godine (opcionalno za 3 godine ali uz uslov da su dostupni podaci o korištenju objekta u tom periodu)
Podaci o aktivnostima koje se odvijaju u objektu po mjesecima u prethodnoj kalendarskoj godini te proteklm mjesecima tekuće godine
Popis glavnih potrošača energije s naznakom njihovog vremena rada
Sheme razvoda instalacija (ukoliko postoje)
Nacrt ili skica lokacije i objekata (ukoliko postoje)
Građevinski i arhitektonski podaci o objektima
Podaci o ugrađenim uređajima za mjerenje potrošnje energije i vode
Podaci o načinima i procedurama upravljanja sistemima i gospodarenja energijom i vodom u objektu
Podaci o načinu održavanja samog objekta i svih tehničkih sistema u objektu
Eventualni specifični komentari tehničkog osoblja koje vodi objekt

4.1.1 Priprema i posjet lokaciji u slučaju provođenja općeg energetskeg pregleda

Nakon obrade podataka iz upitnika može se pristupiti planiranju posjeta lokaciji i obavljanju općeg energetskeg pregleda. tokom posjeta konsultant raščičava sve nejasnoće iz upitnika koje se nisu mogle raščistiti telefonski ili e-mailom te se detaljnije upoznae s aktivnostima na lokaciji, energetskim sistemima, gospodarenjem energijom, tehničkim karakteristikama građevine, te načinima vođenja i održavanja zgrade.

Također, tokom je posjeta nužno osigurati i sastanak s nekim od članova Uprave preduzeća koje je naručilo energetske pregled i koje je vlasnik ili korisnik zgrade jer je njihova potpora ključna u primjeni programa energijske efikasnosti. Na ovom je sastanku nužno klijentu još jednom objasniti da bez sistemnog pristupa i provođenja općeg i detaljnog energetskeg pregleda nema niti garantiranog ostvarivanja ušteda. Naime, ulazak u investiciju bez kvalitetne snimke prethodnog i analize budućeg stanja gotovo sigurno vodi promašaj. U tabeli 3. raščlanjene su aktivnosti koje se obavljaju na lokaciji u sklopu općeg energetskeg pregleda. Tačan plan aktivnosti koje se obavljaju tokom posjeta lokaciji potrebno je prethodno usaglasiti te dostaviti kontakt osobi. Uz plan se uvijek dostavlja i prateći dopis. Predložak za pripremu pratećeg dopisa nalazi se u Prilogu 3. ovog Priručnika.

Tabela 3: Pregled aktivnosti tokom posjeta lokaciji u sklopu općeg energetskeg pregleda zgrade

Aktivnost	Ciljevi aktivnosti
<p>Uvodni sastanak s direktorom ili članovima Uprave preduzeća koje je naručilo energetskeg pregled i koje je vlasnik ili korisnik zgrade. Na sastanku treba biti prisutan i imenovana osoba te Voditelji energetike i održavanja</p>	<p>Klijentu još jednom objasniti da bez sistemnog pristupa i provođenja općeg i detaljnog energetskeg pregleda nema niti garantiranog ostvarivanja ušteda.</p> <p>Direktoru ili članovima Uprave jasno naglasiti da bez njihove potpore program poboljšanja energijske efikasnosti nema šanse za uspjeh.</p> <p>Proširiti znanja o aktivnostima na lokaciji i prostornom rasporedu objekata te se upoznati s planovima za eventualno povećanje opsega aktivnosti.</p>
<p>Opći energetskeg pregled zgrade u pratnji kontakt osobe te Voditelja energetike i održavanja</p> <p>Inspekcija vanjske ovojnice te sistema grijanja, ventilacije, klimatizacije, hlađenja, rasvjete i ostalih većih potrošača električne energije te eventualna kraća mjerenja u cilju što kvalitetnijeg dijagnosticiranja stanja i rada pojedine opreme</p> <p>Napomena: Ova aktivnost ovisno o veličini analizirane zgrade i kompleksnosti sistema može trajati i nekoliko dana.</p>	<p>Detaljnije se upoznati s aktivnostima na lokaciji, načinima praćenja potrošnje energije i vode te navikama korisnika.</p>
<p>Pregled i diskusija o prikupljenim podacima</p>	<p>Provjera kvalitete prikupljenih podataka da bi se u slučaju eventualnih grešaka moglo odmah reagirati</p>

Pitanje 3: Što sve treba sadržavati plan aktivnosti tokom posjeta nekoj lokaciji u cilju obavljanja općeg energetskeg pregleda zgrade?

Plan aktivnosti tokom posjeta nekoj lokaciji, na primjer bolnici, u cilju obavljanja općeg energetskeg pregleda mora sadržavati slijedeće informacije:

- vrijeme i datum posjeta,
- predviđeno trajanje posjeta,
- popis osoba u timu konsultanta,
- popis osoba iz analiziranog poslovnog subjekta s kojima je nužno obaviti razgovore tokom posjeta lokaciji,
- detaljan pregled aktivnosti tokom posjeta s procjenom vremena trajanja i
- popis dodatne dokumentacije koju bi tokom posjeta konsultant želio dobiti na uvid.

Plan aktivnosti tokom posjeta BOLNICI u cilju obavljanja preliminarnog energetskog pregleda

Vrijeme i datum posjeta:	8:00, 10.10.2010.
Trajanje posjeta:	3 dana (10.10.2010., 11.10.2010. i 12.10.2010.)
Osobe koje obavljaju preliminarni energetski pregled na lokaciji:	Berislav Berić, dipl.ing.stroj. - Voditelj projekta Jabko Janković, dipl.ing.grad. Janko Janković, dipl.ing.el.
Cilj posjeta:	Provjeriti procedure i načine potrošnje energije i vode na lokaciji te prepoznati mogućnosti za poboljšanje efikasnosti potrošnje.
Osobe iz preduzeća s kojima je nužno obaviti razgovore Tokom posjeta lokaciji:	Direktor bolnice te voditelji Službi energetike i održavanja

Aktivnosti Tokom trajanja posjeta lokaciji:

- Uvodni sastanak s direktorom bolnice na kojem je prisuna imenovana kontakt osoba te voditelji Službi energetike i održavanja (predviđeno trajanje aktivnosti 0,5 sati)
- Preliminarni energetski pregled bolnice i energetskih sistema u pratnji kontakt osobe te voditelja Službi energetike i održavanja
Upoznavanje s rasporedom aktivnosti u bolnici, radnim procedurama, načinima praćenja potrošnje energije i vode te inspekcija vanjske ovojnice, sistema grijanja, ventilacije, klimatizacije, hlađenja, rasvjete, liftovi itd. Moguća su kraća mjerenja u cilju što kvalitetnijeg dijagnosticiranja stanja i rada pojedine opreme (predviđeno trajanje aktivnosti 21 sata, svaki dan po 7 sati)
- Pregled i diskusija o prikupljenim podacima s kontakt osobom te Voditeljima energetike i održavanja (predviđeno trajanje aktivnosti 1,5 sat, svaki dan po 0,5 sati nakon pregleda postrojenja)

Potrebna dodatna dokumentacija od strane
Naručitelja:

Dnevnik rada kotlovnice,
procedure praćenja potrošnje energije i vode

Plan aktivnosti Tokom posjeta lokaciji mora biti usuglašen s kontakt osobom iz analiziranog objekta.

4.1.2 Priprema i posjet lokaciji u slučaju provođenja detaljnog energetskeg pregleda – plan mjerenja

U slučaju provođenja detaljnog energetskeg pregleda nakon inicijalnog sastanka s predstavnicima preduzeća koje je naručilo detaljni energetski pregled te koje je vlasnik ili korisnik zgrade potrebno je izraditi plan mjerenja koji će pratiti svaku od predloženih mjera za detaljnu analizu. Trajanje detaljnog energetskeg pregleda može jako varirati (od nekoliko sedmica do nekoliko mjeseci) a sve ovisno o složenosti samog objekta koji se analizira. Specifičnost se detaljnog energetskeg pregleda ogleda u činjenici da se mjerna oprema za snimanje potrošnje energije i vode za mjere od interesa ostavlja na lokaciji u trajanju od jednog do dva sedmice. Naime, bez provjere mjerenjem korisniku se ne može ponuditi kvalitetno rješenje jer bilans potrošnje energije napravljen tokom općeg energetskeg pregleda ne mora odgovarati stvarnom stanju. Dakle, mjerenja se provode kako bi se provjerile pretpostavke koje su postavljene tokom općeg pregleda i napravila što je moguće tačnija ocjena trenutnog ali i procjena budućeg stanja.

Bez kvalitetne su pripreme rezultati mjerenja uobičajeno prepuni grešaka i neupotrebljivi. Priprema mjerenja mora uključivati izradu plana mjerenja. Plan je mjerenja ključni dokument s kojim se mora upoznati i klijenta kako bi se osigurali optimalni uslovi za njegovu provođenje. Uobičajeno se prije same izrade plana mjerenja obavlja kratki posjet lokaciji kako bi se utvrdila točna mjesta gdje će se postaviti mjerna oprema te eliminirala sva eventualna iznenađenja. Naime, u slučajevima kad se plan mjerenja radi na temelju skica ili shema instalacija često se znaju dogoditi neugodna iznenađenja prilikom samog postavljanja mjerene opreme, npr. glavni razvodni ormar je preuzak da bi se u njega mogla postaviti planirana mjerna oprema. Plan mjerenja mora sadržavati odgovore na pitanja:

Ko mjeri?

Gdje se mjeri?

Koliko traje mjerenje?

Ko je od strane korisnika odobrio mjerenje?

S kojom mjernom opremom se vrši mjerenje?

Ko kontrolira mjerenje?

Plan mjerenja mora biti sastavni dio dokumentacije koja se zajedno s rezultatima mjerenja predaje korisniku. Sve eventualne promjene uslova tokomtrajanja mjerenja nužno je evidentirati kako bi se moglo točno interpretirati dobivene rezultate. Korisnik može i mora pregledom planiranih i obavljenih aktivnosti jednostavno utvrditi da li je mjerenje obavljeno u skladu s planom.

Pitanje 4: Kako izgleda plan mjerenja tokom obavljanja detaljnog energetskeg pregleda zgrade?

Plan mjerenja je ključni dokument na temelju kojeg se provode aktivnosti na lokaciji tokomobavljanja detaljnog energetskeg pregleda. Unutar plana mjerenja moraju biti navedene sve ključne informacije nužne za uspješno obavljanje mjerenja. Također, plan mjerenja mora biti napisan na način da naručitelj na temelju njega može naručiti eventualnu neovisnu provjeru mjerenja.

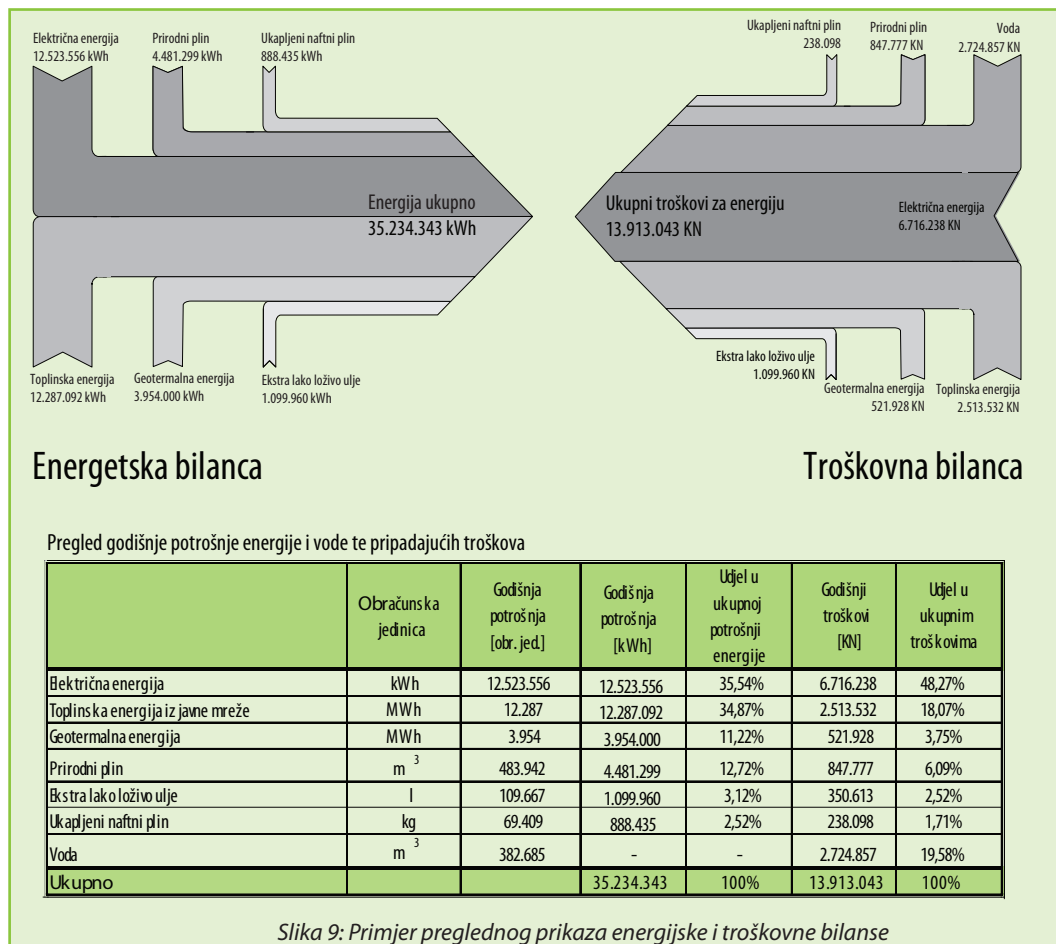
Plan mjerenja potrošnje električne energije u sistemu električne rasvjete SPORTSKE DVORANE

Vrijeme i datum početka mjerenja:	10:00, 10.10.2010.
Trajanje mjerenja:	14 dana (do 24.10.2010.) - provjera statusa mjerne opreme dan nakon postavljanja (11.10.2010. u 12:00)
Mjerenje obavlja:	Janko Janković, dipl.ing.el. - Voditelj mjernja Marko Marković, teh.
Od strane Naručitelja mjerenje odobrio:	Petar Perić, dipl.ing.el. - Voditelj Službe održavanja
Od strane Naručitelja nadzor mjerenja obavlja:	Ivan Ivić, dipl.ing.el. - djelatnik Službe održavanja
Broj ugovora na temelju kojeg se obavlja mjerenje - detaljni energetska pregled:	001/DEP/2010
Oprema s kojom se obavlja mjerenje:	Strujna kliješta PROIZVOĐAČA s mogućnošću snimanja trofaznih opterećenja i mogućnošću višednevne pohrane podataka - 4. komada
Datum baždarenja mjerne opreme:	12.12.2009. (vrijedi do 12.12.2010.) baždarenje obavio INSTITUT - izvještaj o baždarenju u prilogu plana
Cilj mjerenja:	Utvrđiti potrošnju električne energije u sistemu električne rasvjete SPORTSKE DVORANE s ciljem definiranja referentne potrošnje postojećeg sistema
Provođenje mjernja:	Po jedna strujna kliješta bit će postavljena na svaki od tri odvoda (oznake na shemi RAS1, RAS2, RAS3) u glavnom razvodnom ormaru (oznaka na shemi GRO1) koji pokrivaju potrošnju električne energije u sistemu električne rasvjete u SPORTSKOJ DVORANI. Četvrta strujna kliješta bit će postavljena na glavni dovod (oznaka na shemi GL_DOV) električne energije za SPORTSKU DVORANU tako da će se uz ostalo pratiti i ukupna potrošnja električne energije u objektu.
Napomena:	Zbog održavanja košarkaške utakmice koja se prenosi u direktnom televizijskom prenosu 17.10.2010. bit će uključena sva raspoloživa električna rasvjeta na lokaciji. Tokom uobičajnih aktivnosti u DVORANI koristi se samo jedna trećina ukupno instalirane električne rasvjete.
Plan mjerenja napravio:	Plan mjerenja odobrio:
Marko Marković, teh.	Janko Janković, dipl.ing.el.

4.2 ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE I VODE

Dobiti kvalitetnu sliku o potrošnji energije i vode u analiziranom objektu te pripadajućim troškovima nemoguće je bez izrade energetskog i troškovnog bilansa. Energetskim je bilansom predstavljena potrošnja pojedinih energenata u ukupnoj godišnjoj potrošnji energije. Troškovnim su bilansom predstavljeni troškovi za pojedine energente i vodu. Energetski i troškovni bilans potrebno je povezati s aktivnostima u zgradi i na taj način otvoriti put razumijevanju zašto i koliko se troši energije i vode te koliko iznose pripadajući troškovi. U pravilu se u troškove ne uračunava porez na dodanu vrijednost (PDV), tj. sve iskazane vrijednosti su bez PDV-a.

Energetska i troškovna bilans se izrađuju na temelju dobivenih računa o utrošenim energentima i vodi. Prilikom provođenja energetskog pregleda potrebno je prikupiti podatke o potrošnji energije i vode minimalno za prethodnu te u svim proteklim mjesecima tekuće godine kako bi se dobila što je moguće kvalitetnija slika o potrošnji energije i vode te pratećim troškovima. Prikupljeni se podaci izvještaju prikazuju grafički i tablično. Na slici 9. nalazi se primjer preglednog prikaza energijske i troškovne bilanse.



Ovakvim se prikazom podataka korisniku jasno ističe značaj pojedinih energenata u ukupnoj potrošnji energije.

Također, odvojeno od energetskog i troškovnog bilansa potrebno je prikazati i jedinične troškove, KM/kWh, za svaki energent kao što je to prikazano na slici 10. Jedinični se trošak za svaki pojedini energent računa prema izrazu:

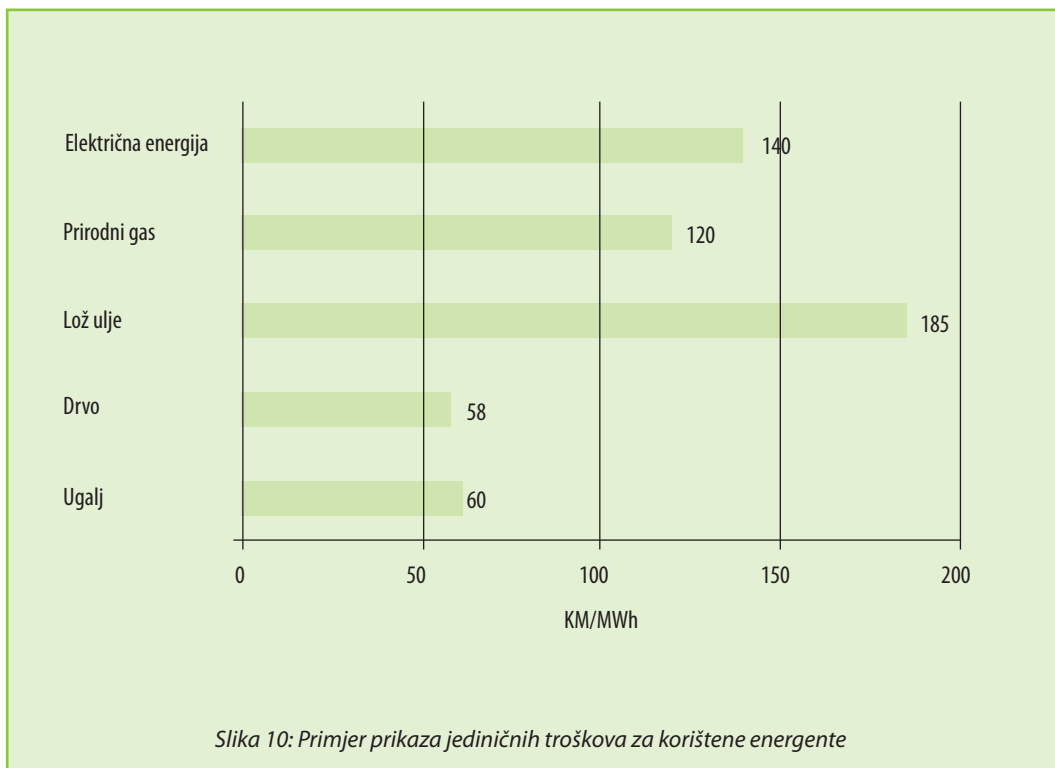
$$JT = \frac{UT}{UE} \text{ [KM/kWh]} \quad (1)$$

gdje je:

JT = jedinični trošak za analizirani energent,

UT = na temelju računa izračunati ukupni godišnji trošak za analizirani energent (uključene su sve naknade, npr. zakup snage, stalna mjesečna naknada i sl.) u KM

UE = na temelju računa izračunata godišnja potrošnja analiziranog energenta iskazana u kWh.



Potrošnju svakog od energenata potrebno je analizirati zasebno. Analiza mora obuhvatiti sve mjesecе iz perioda od interesa tj. referentne godine. O tome kako se određuje referentna godina bit će više riječi u narednim poglavljima Priručnika. Podaci o potrošnji svakog energenta prikazuju se tablično i grafički. Zbog specifičnosti tj. složenosti odabran je prikaz potrošnje električne energije, slika 11. Naime, u cijeni električne energije za veće objekte značajan dio otpada na angažiranu električnu snagu te se uz prikaz potrošnje po mjesecima koristi se i tzv. krivulja trajanja opterećenja. Krivulja se trajanja opterećenja koristi i kod prikaza potrošnje toplotne energije koja se preuzima iz sistema daljinskog grijanja jer se i tu značajan dio troškova odnosi na zakup potrebne toplotne snage. Toplotna je snaga u računima zadana implicitno tj. računa se dijeljenjem mjesečne vrijednosti utrošene toplotne energije s vremenom rada toplotnog sistema. Dakle, u analizi potrošnje električne odnosno toplotne energije se uz prikaz utroška po mjesecima koristi i krivulja trajanja opterećenja zbog sljedećeg:

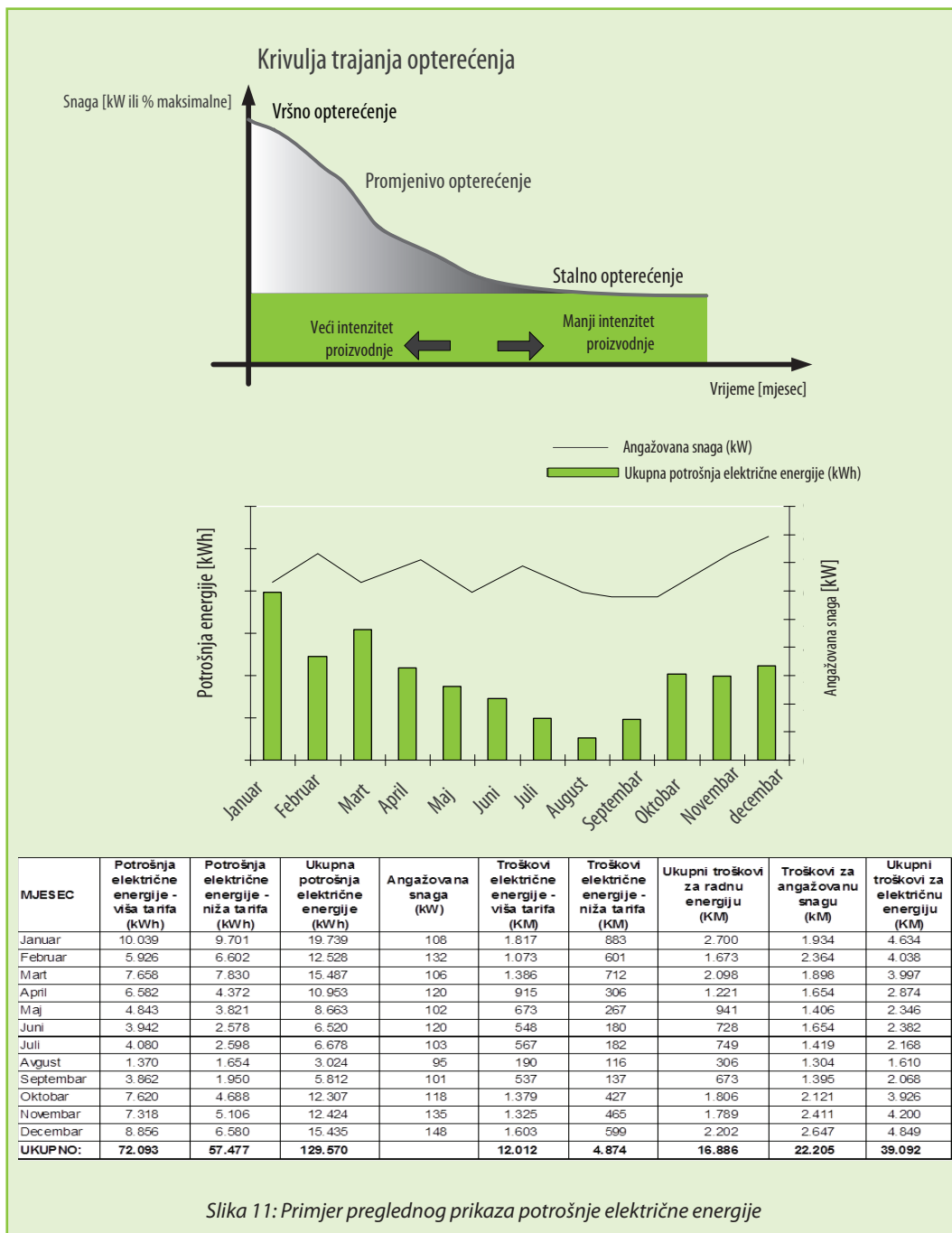
- U krivulji trajanja opterećenja se osim veličine vršnog opterećenja sasvim jasno vidi i koliko je njegovo trajanje što je ključni podatak za strategiju kontrole vršnog opterećenja.
- Krivulja trajanja opterećenja omogućava direktan uvid u veličinu stalnog i promjenjivog opterećenja što je bitan podatak kod određivanja efikasnosti potrošnje energije. Općenito govoreći, promjenjivo opterećenje je posljedica varijacija u intenzitetu aktivnosti u objektu dok stalno opterećenje predstavlja potrošnju koja se pojavljuje bez obzira na intenzitet aktivnosti. Naravno, promjenjivo opterećenje nije samo posljedica varijacija u intenzitetu aktivnosti niti je stalno opterećenje nepromjenjivo bez obzira na intenzitet aktivnosti tj. postoje značajni potencijali za smanjenje i jednog i drugog. Primjera radi, u stalnom se opterećenju može naći i dio opreme koja radi neprekidno nakon uključivanja iako to nije potrebno.

Kod prikaza potrošnje ostalih energenata (prirodni gas, ekstra lako Lož ulje i ukapljeni naftni gas) ne koristi se krivulja trajanja opterećenja.

Prikaz po mjesecima naglašava sezonski karakter i predstavlja prvi korak prema povezivanju potrošnje energije s intenzitetom aktivnosti na lokaciji. Naime, kako bi se potrošnja svakog energenta pravilno razumjela potrebno ju je povezati s aktivnošću koja se odvija na lokaciji jer samo na taj način podaci o potrošnji energije i vode dobivaju pravi smisao.

Također, analiziranu potrošnju energije prema prikupljenim računima potrebno je usporediti s računski dobivenom količinom energije, a koja je izračunata (modelirana) koristeći prikupljene podatke o tehničkim karakteristikama zgrade i načinu korištenja i rada. Navedeno naročito vrijedi za potrošnju toplotne energije, jer se usporedbom stvarne potrošnje energije s računski dobivenom vrijednošću može doći do važnih spoznaja o načinu korištenja zgrade u sezoni grijanja. Ukoliko je stvarna potrošnja puno veća od proračunske uzrok tome može biti nepotrebno pregrijavanje prostora, prekomjerno prozračivanje grijanog prostora, ne postojanje noćnog i dnevnog režima rada itd.. U slučaju da je stvarna potrošnja manja od proračunom dobivene vrijednosti potrebno je provjeriti da li

je glavni razlog za to ne održavanje zakonom propisanih radnih uslova u prostoru. U svakom slučaju razlike u izračunatoj i stvarnoj potrošnji treba objasniti.



4.2.1 Definiranje pokazatelja potrošnje energije i vode

Tokom godine potrošnja energije i vode varira ovisno o intenzitetu aktivnosti, godišnjem dobu, ponašanju korisnika i slično. Kako bi se pravilno odredila efikasnost sistema, potrebno je provesti analizu i utvrditi objektivne pokazatelje potrošnje energije i vode. U konačnici, pokazatelj potrošnje je omjer količine energije ili vode utrošene za aktivnosti na lokaciji i mjerljivog rezultata te

$$\text{aktivnosti:} \quad PP(t) = \frac{E(t)}{A(t)} \left[\text{kWh ili m}^3 / \text{aktivnost} \right] \quad (2)$$

gdje je:

- PP(t) = pokazatelj potrošnje u vremenu t ,
 E(t) = potrošnja energije/vode u vremenu t iskazana u kWh ili za vodu u m^3 ,
 A(t) = rezultat aktivnosti na lokaciji u vremenu t iskazan preko prikladne mjerne jedinice npr. za edukacijsku instituciju to je broj održanih predavanja, za zgradu nekog tijela lokalne ili regionalne uprave aktivnost se može prikazati kroz zbir zaposlenika koji su bili na poslu kroz sve radne dane analiziranog mjeseca i
 t = vrijeme (za potrebe energetskog pregleda t je uobičajeno jedan mjesec).

Značaj pokazatelja potrošnje leži u činjenici da povezuju potrošnju energije/vode (tzv. zavisna varijabla) i aktivnost i potreba korisnika u objektu (tzv. nezavisna varijabla). Potrošnja energije/vode trebala bi na predvidiv način pratiti promjene nivoe aktivnosti i upravo je to odlika energetski efikasnih sistema. Ako se dobivene vrijednosti pokazatelja potrošnje žele uspoređivati kroz godine nužno ih je korigirati obzirom na klimatsko podneblje u kojem se objekt nalazi tj. u izraz (2) uključiti vrijednost stepen-dan grijanja/hlađenja. Ova je korekcija nužna ako se dobivena vrijednost referentnog pokazatelja potrošnje želi koristiti kroz godine ali i za usporedbu sa sličnim objektima na drugim lokacijama. Vrijednosti stepen-dan grijanja/hlađenja za različite godine i lokacije u Hrvatskoj mogu se dobiti od Državnog hidrometeorološkog zavoda. Dakle, da bi se referentni pokazatelj potrošnje energije mogao koristiti kroz godine i uspoređivati sa sličnim objektima u zemlji i inozemstvu potrebno ga je korigirati prema izrazu:

$$PP_{\text{god.}} = \frac{E(\text{god})}{A(\text{god})} \times \frac{1}{DD_{\text{god}}} \left[\text{kWh/m}^3 \text{ stepen dan} \right] \quad (3)$$

gdje je:

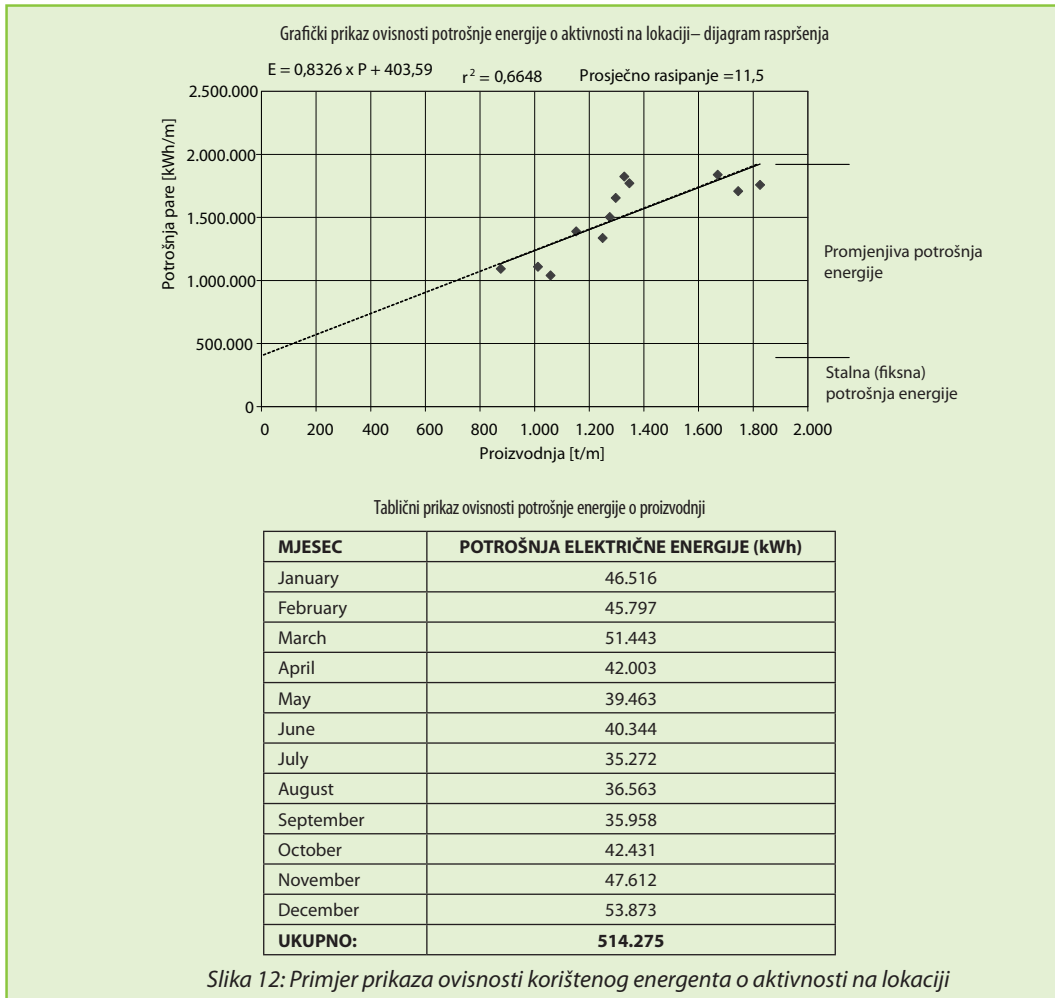
- PP_{god.} = pokazatelj potrošnje na nivou godine,
 E(god) = godišnja potrošnja energije za grijanje/hlađenje iskazana u kWh,

- $A(\text{god}) =$ rezultat aktivnosti na lokaciji na godišnjem nivou iskazan preko prikladne mjerne jedinice,
- $DD_{\text{god}} =$ stepen-dan grijanja/hlađenja za referentnu godinu za koju je izračunat pokazatelj potrošnje.

Raspoložive se podatke o potrošnji energije/vode (na primjer, iz računa za energiju/vodu) u ovisnosti o aktivnosti (varijabli koja na nju utječe) uizvještaju uobičajeno prikazuje grafički u dijagramu raspršenja (eng. scater diagram) i tablično na način kao što je to prikazano na slici 12. U dijagramu je raspršenja vremenska domena zadana implicitno kroz svaku točku u prikazu. Kombiniranje grafičkog i tabličnog prikaza ovisnosti potrošnje energije o aktivnosti na lokaciji omogućava jednostavno povezivanje sve tri sastavnice, potrošnje energije, aktivnosti na lokaciji i vremenske domene. Koeficijent r^2 se naziva koeficijent determinacije i daje informaciju o tome koliko rasipanja izlaznih podataka potječe od funkcijske ovisnosti potrošnje energije (E) i aktivnosti na lokaciji (A), a koliko otpada na tzv. rezidualno ili neobjašnjeno rasipanje (tu informaciju očitavamo iz $1 - r^2$). Drugim riječima r^2 daje informaciju o tome koliko je jaka funkcijska veza između E i A. Što je vrijednost koeficijenta r^2 bliža 1, zavisnost je jača.

Vrijednost prosječnog rasipanja uobičajeno služi kao pokazatelj koliko je dobra odnosno loša trenutna praksa gospodarenja energijom u nekoj zgradi. Niža vrijednost prosječnog rasipanja (manje od 3%) uobičajeno znači da u analiziranoj zgradi postoji dobra praksa gospodarenja energijom dok veće vrijednosti npr. 10 % ukazuju na mogućnost značajnih poboljšanja efikasnosti potrošnje energije. Kako se radi o kvantitativnom pokazatelju mogući su slučajevi da je dobivena vrijednost prosječnog rasipanja relativno mala, recimo ispod 2%, a da se nakon analize utvrdi kako je praksa gospodarenja energijom u zgradi loša te kako postoje značajni potencijali za poboljšanje efikasnosti potrošnje energije. Ovakvi slučajevi se javljaju kad aktivnosti značajno variraju kroz godinu dok je potrošnja energije gotovo konstanta. U ovom će slučaju iako u zgradi postoji dosta prostora za poboljšanje efikasnosti potrošnje energije prosječno rasipanje imati relativno malu vrijednost.

Postoje i slučajevi kada veliko rasipanje potrošnje jednog oblika energije ukazuju na to da se drugim oblikom energije ne upravlja ispravno. U primjeru na slici 12. na jednom fakultetu je prikazana mjesečna potrošnja električne energije. U ljetnim mjesecima je značajno je umanjena aktivnost na fakultetu i ne postoje klimatizacijski uređaji, tako da je u ljetnim mjesecima najniža potrošnja, kao što je i za očekivati. Međutim, u oktobru i maju se obavljaju aktivnosti u punom kapacitetu, isto kao i u zimskim mjesecima, ali je potrošnja u zimskim mjesecima značajno veća, posebno u decembru. To može značiti da se fakultet dopunski grije električnom energijom, jer je poznato da u većem broju ureda postoje električne grijalice. Ovo treba u svakom slučaju ispitati, a da bi se donio ispravan zaključak, treba razmotriti potrošnju toplotne energije, stepen-dane, režim rada sistema grijanja za te mjesece, kao i snagu i režim rada većih potrošača električne energije.



Kod izračuna pokazatelja potrošnje energije za grijanje ili hlađenje uobičajeno se umjesto aktivnosti koristi volumen grijanog/hlađenog prostora pa se dobiva pokazatelj potrošnje energije za grijanje/hlađenje po jedinici volumena. Uobičajeno se računa godišnji pokazatelj potrošnje energije za grijanje/hlađenje te ga je potrebno korigirati obzirom na klimatsko podneblje. Dakle, referentni pokazatelj potrošnje energije za grijanje/hlađenje računa se prema izrazu:

$$PP_{\text{god.}} = \frac{E(\text{god})}{V} \times \frac{1}{DD_{\text{god}}} \text{ [kWh/m}^3 \text{ stepen-dan]} \quad (4)$$

gdje je:

$PP_{\text{god.}}$ = pokazatelj potrošnje na nivou godine,

$E(\text{god})$ = godišnja potrošnja energije za grijanje/hlađenje iskazana u kWh,

V = volumen prostora koji se grije ili hladi,

DD_{god} = stepen dan grijanja/hlađenja za referentnu godinu za koju je izračunat pokazatelj potrošnje.

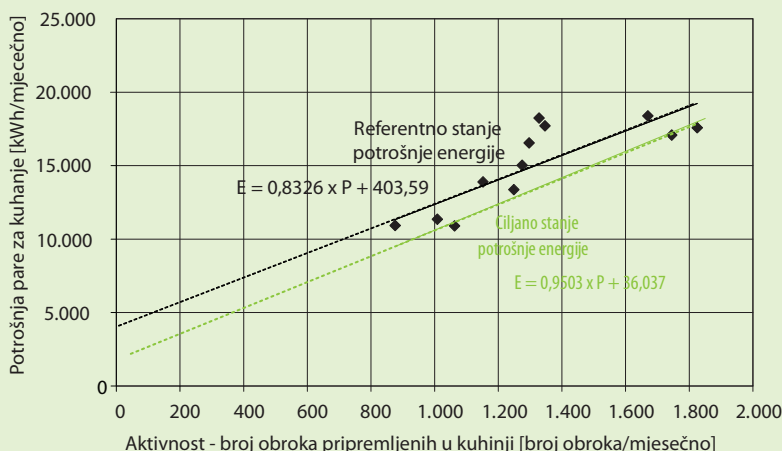
Prilikom uspoređivanja izračunatih pokazatelja potrošnje energije s dostupnim pokazateljima iz drugih sličnih objekata iz zemlje ili inozemstva treba biti oprezan jer je kvalitetna usporedba moguća samo ako se aktivnosti u objektima odvijaju na sličan način te ako su podaci korigirani na klimatsko podneblje.

4.2.2 Definiranje referentne potrošnje energije i vode

U današnjem svijetu kontinuiranih promjena i poboljšanja najčešće se potrošnja energije i vode iz zadnje godine u kojoj nije bilo poremećaja u aktivnostima na lokaciji (npr. dugotrajni štrajkovi), snabdijevanju energijom i vodom (npr. poremećaj u snabdijevanju prirodnim gasom) te za koju su dostupni cjeloviti podaci proglašava referentnom potrošnjom. Pokazatelji potrošnje iz te godine korigirani obzirom na klimatsko podneblje u kojem se zgrada nalazi proglašavaju se referentnim pokazateljima potrošnje.

Za prikazivanje ušteda u energiji koje će se ostvariti u analiziranoj zgradi primjenom predloženih mjera poboljšanja energijske efikasnosti nužno je koristiti referentne pokazatelje potrošnje. Naime, često se događa da zbog povećanja opsega aktivnosti na lokaciji ili hladnije zime ili povećanja grijanog prostora dođe do porasta apsolutnog iznosa utrošene energije ali zbog primijenjenih mjera poboljšanja energijske efikasnosti potrošnja po jedinici aktivnosti ili grijanog prostora korigirana obzirom na klimatske uslove je manja i odgovara izračunatom smanjenju. Referentni pokazatelji potrošnje energije definirani na gore opisani način omogućavaju procjenu ušteda u budućnosti neovisno o karakteru pojedine ogrjevne sezone te promjeni nivoa aktivnosti ili volumena grijanog prostora.

Određivanje referentne potrošnje nužno je i za definiranje ciljeva programa poboljšanja energijske efikasnosti u zgradi. Naime, jednom kad smo odredili tzv. **referentno stanje** (eng. *base-line*) odnosno referentnu potrošnju, možemo odrediti i **ciljano stanje** (eng. *target-line*) odnosno ciljanu potrošnju. Za početak, kao cilj se može postaviti najbolja energetska efikasnost (najniža vrijednost pokazatelja potrošnje) postignuta u proteklom razdoblju za koje su dostupni podaci, slika 13.

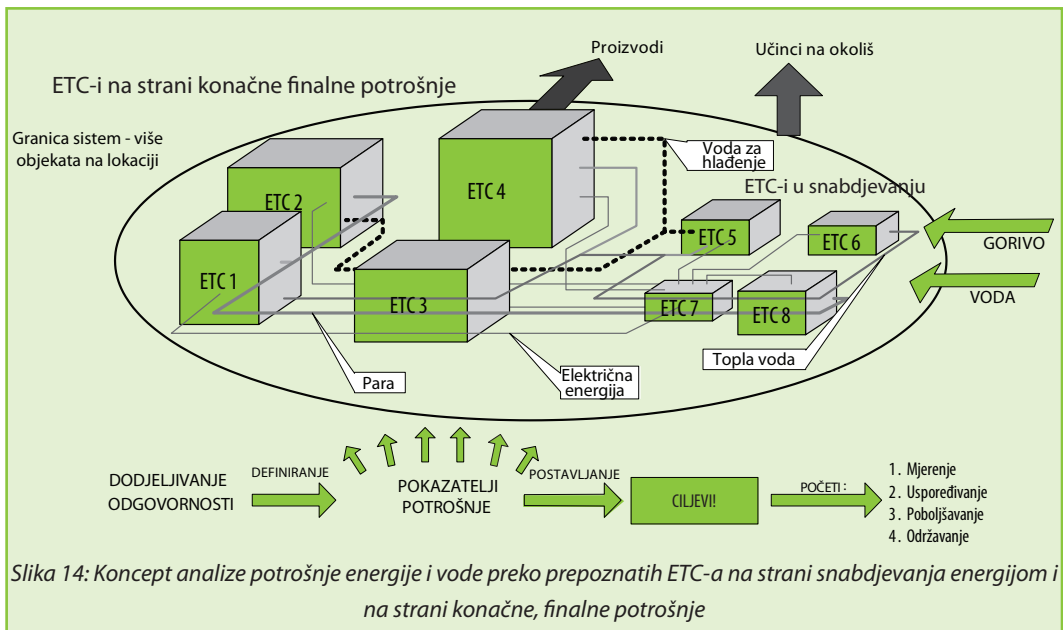


Slika 13: Primjer određivanja ciljanog stanja potrošnje energije

4.3 PREPOZNAVANJE ENERGETSKIH TROŠKOVNIH CENTARA I ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE I VODE PO GLAVNIM GRUPAMA POTROŠAČA

Tokom općeg energetskog pregleda zgrade potrebno je utvrditi gdje se sve troši energija i voda kako bi se moglo djelovati u cilju poboljšanja efikasnosti potrošnje kako na strani snabdjevanja tako i na strani konačne potrošnje. Razrada potrošnje energije po energetskim troškovnim centrima (ETC) mora biti napravljena za svaki energent posebno. **Tokom se detaljnog energetskog pregleda mjerenjem provjerava potrošnja energije i vode samo u ETC-ima od interesa za implementaciju poboljšanja.**

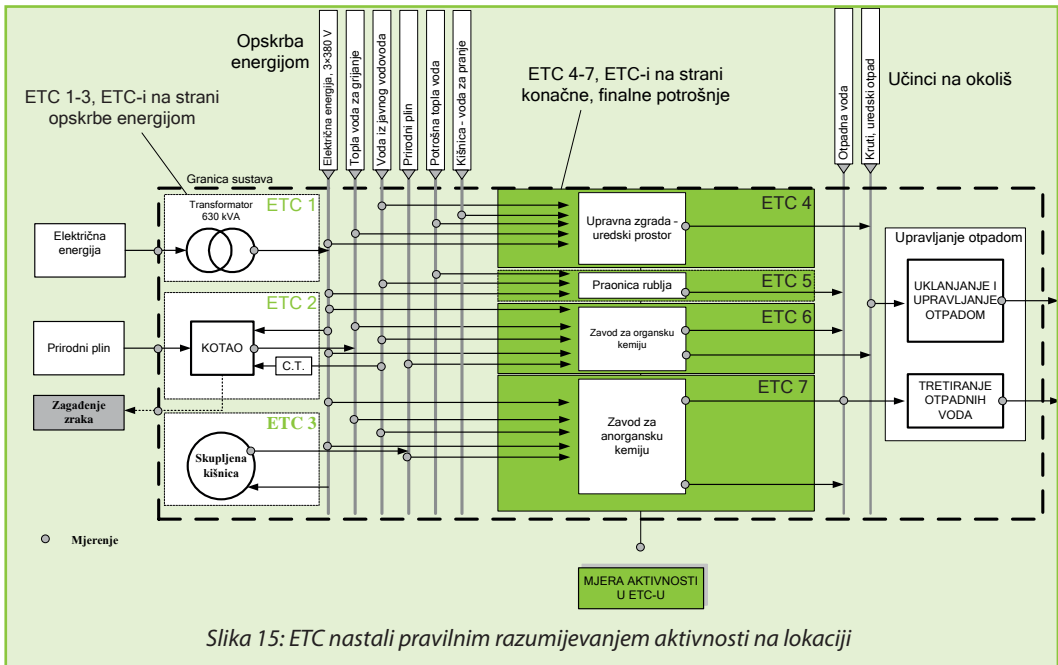
Tokom općeg energetskog pregleda moraju biti prepoznati ETC-i na strani konačne potrošnje energije i na strani snabdjevanja energijom. Na primjer, na strani konačne potrošnje zanima nas s kojom se efikasnošću energija koristi za obavljanje određene aktivnosti, dok nas na strani snabdjevanja zanima s kojom se efikasnošću koristi ulazne energente za proizvodnju korisnog oblika energije (na primjer, prirodnog gasa u kotlovnici za dobivanje toplotne energije). Koncept analize potrošnje energije i vode preko ETC-a na kompleksu zgrada, na primjer bolnički kompleks, prikazan je na slici 14. U ovom je slučaju granica sistema pomaknuta na granicu bolničkog kompleksa.



ETC-e određujemo na temelju pravilnog razumijevanja aktivnosti na lokaciji slijedeći energijske instalacije, slika 15. Primjera radi na lokaciji s više objekata, svaki objekt sa značajnijom potrošnjom energije i vode koja se može mjeriti neovisno od drugih objekata treba proglasiti energetskim troškovnim centrom. **Na ovaj način definirani ETC-i prate aktivnosti na lokaciji i omogućavaju relativno jednostavno instaliranje dodatne mjerne opreme.**

Pitanje 5: Što podrazumijevamo pod formulacijom “značajnija potrošnja energije i vode”?

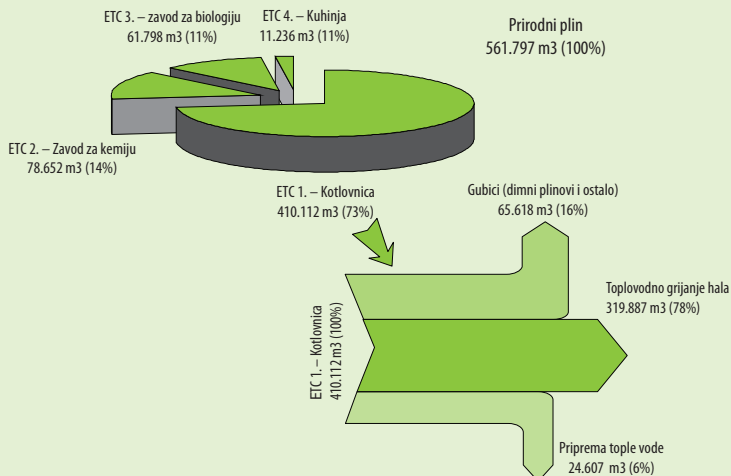
Kako se u svakom ETC-u mjeri potrošnja energije i vode nužno je instalirati dodatnu mjernu opremu. Cijena nabavke i instalacije dodatne mjerne opreme za svaki pojedini energent ne bi smjela biti veća od 1/10 ukupnih godišnjih troškova za taj energent u analiziranom ETC-u. Dakle, pod formulacijom **značajnija potrošnja energije i vode** podrazumijevamo potrošnju u ETC-u uz koju se isplati instalirati dodatnu mjernu opremu, tj. godišnji troškovi za svaki pojedini energent koji se prati u ETC-u moraju biti barem 10 puta veći od cijene nabavke i instalacije dodatne mjerne opreme.



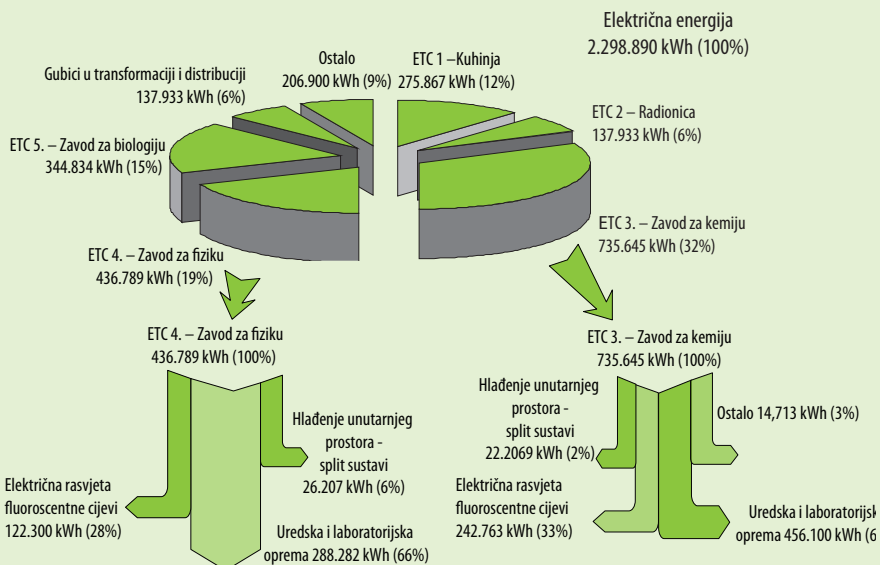
Nakon što su prepoznati ETC-i potrebno je odrediti koliko od ukupno utrošene energije otpada na svaki od njih. **Bilans potrošnje energije po glavnim grupama potrošača unutar definiranih ETC-a izrađuje se temeljem informacija o radnom vremenu i navikama zaposlenika. Informacije o satima rada strojeva i opreme koja se koristi tokom rada dobivaju se kroz razgovore s osobljem na lokaciji, pregledom dostupnih dnevnika korištenja pojedinih uređaja (očitanje direktno iz memorije uređaja ili iz dnevnika rada) i vlastitog iskustava veznog uz tip aktivnosti koja se obavlja unutar analizirane zgrade.** Iako se za vrijeme provođenja općeg energetskeg pregleda mogu raditi i manja tzv. kontrolna ili *spot check* mjerenja treba biti oprezan prilikom korištenja ovih podataka kod izrade bilanse potrošnje energije. Naime, vrijeme korištenja uređaja ovisi o intenzitetu i vrsti aktivnosti koja se je odvijala tokom općeg energetskeg pregleda i davanje prevelike važnosti rezultatima kontrolnih mjerenja prilikom izrade bilanse potrošnje energije vrlo često vodi u greške.

Primjer razrađene potrošnje električne energije odnosno prirodnog gasa po ETC-ima te glavnim grupama potrošača u najznačajnijim ETC-ima prikazan je na slikama 16. i 17. Bitno je naglasiti

da kategorija *Ostalo* uključuje razliku između procijenjene potrošnje energije u najznačajnijim ETC-ima i stvarne potrošnje dobivene iz računa. Ukoliko na ovu kategorija otpada više od 10% vrijednosti ukupno utrošene količine analiziranog energenta onda je to znak da smo prilikom razrade potrošnje energije po ETC-ima ili glavnim grupama potrošača vrlo vjerojatno napravili grešku ili da nismo prepoznali sve značajne potrošače energije. Razumijevanje potrošnje energije nužan je preduslov za pravilan izračun mogućih ušteda. Naime, ako smo već kod određivanja potrošnje po ETC-ima napravili grešku sasvim je jasno da niti izračunato smanjenje potrošnje energije neće biti točno.



Slika 16: Primjer razrade potrošnje prirodnog gasa po najznačajnijim ETC-ima i izrade bilanse po glavnim grupama potrošača u najznačajnijim ETC-ima



Slika 17: Primjer razrade potrošnje električne energije po najznačajnijim ETC-ima i izrade bilanse po glavnim grupama potrošača u najznačajnijim ETC-ima

4.4 MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI

Nakon što smo utvrdili gdje i kako se u zgradi koristi energija i voda analiziramo mogućnosti poboljšanja energijske efikasnosti. Prilikom traženja mogućnosti poboljšanja energijske efikasnosti potrebno je držati se već spomenutog sistemnog pristupa te mogućnosti za poboljšanja tražiti i na strani finalne potrošnje ali i na strani snabdjevanja energijom. Kod određivanja visine ušteda u energiji potrebno je voditi računa o međusobnom utjecaju analiziranih mjera.

Korisnicima ovog Priručnika preporučujemo uporabu primjera dobre prakse i programskih paketa koji se nalaze na internet stranicama britanskog *The Carbon Trust Fund* (<http://www.carbontrust.co.uk/publications>) [6] te knjižnice europskog projekta Inteligentna energija (<http://www.iee-library.eu>) [7]. Sve su publikacije i programski alati s gore navedenih internet adresa besplatni te eventualno zahtijevaju registraciju korisnika prije preuzimanja. Ukupno gledano na gore navedenim internet adresama korisnik može pronaći nekoliko stotina publikacija u kojima se opisuju kako izračunati uštede u energiji u različitim aspektima korištenja energije u zgradstvu.

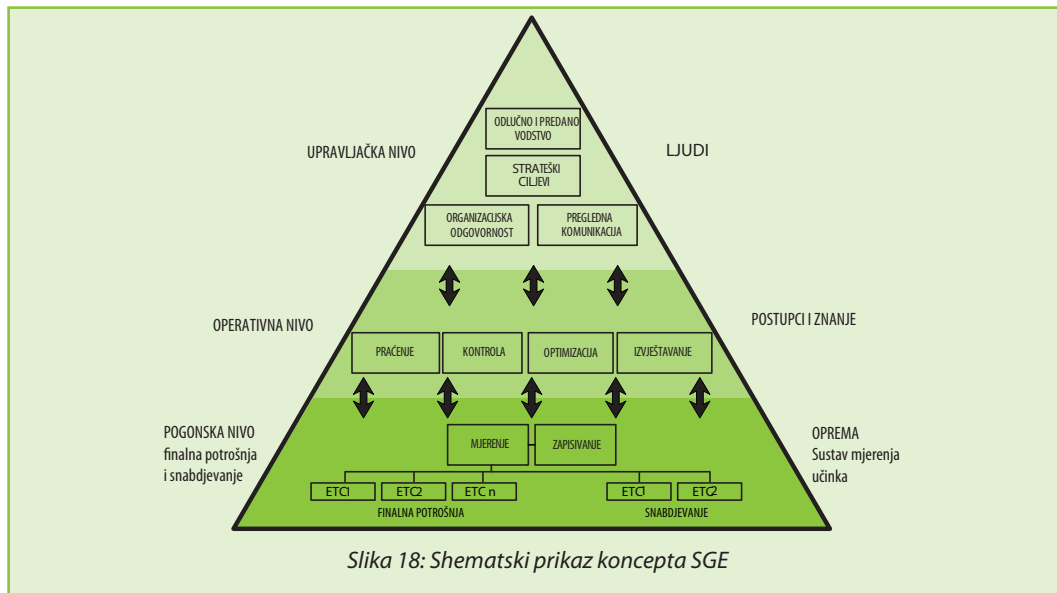
4.4.1 Sistem za gospodarenje energijom

Gospodarenje energijom zahtjeva sistem pristup upravljanju i nadzoru potrošnje energije i vode. Sistem za gospodarenje energijom (SGE) predstavlja specifičan skup znanja i vještina koji se temelji na organizacijskoj strukturi koja povezuje sljedeće ključne elemente:

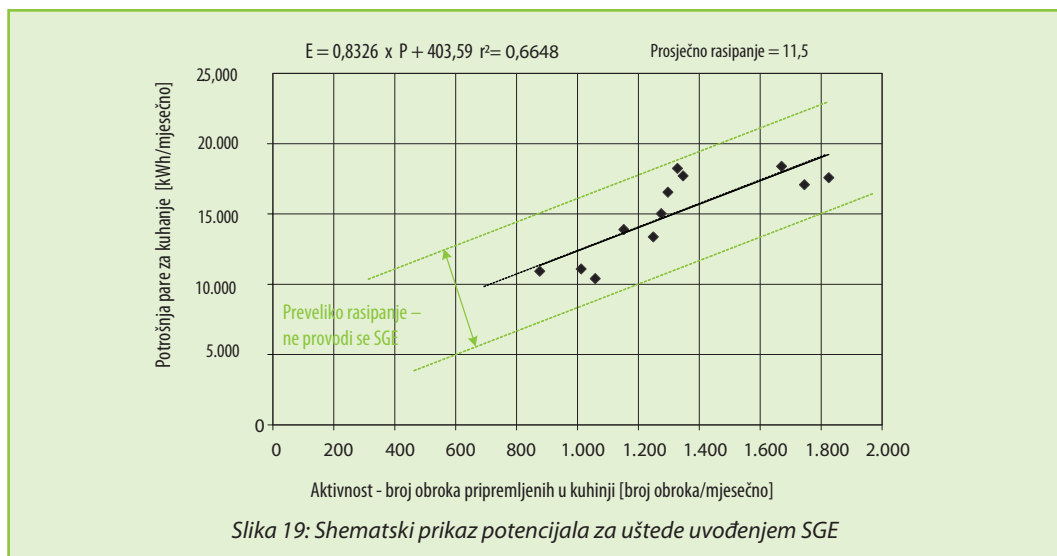
- ljude s dodijeljenim odgovornostima,
- procedure praćenja učinka:
 - pokazatelje potrošnje,
 - definirane ciljeve za poboljšanje,
- sistem mjerenja učinka.

Gore navedene sastavnice SGE-a, uključujući i informatičku poveznicu, shematski su prikazane na slici 18. Osnovni je cilj svakog sistema za gospodarenje energijom optimiranje potrošnje energije i vode, te minimiziranja otpada i utjecaja na okoliš.





Prilikom provođenja energetskog pregleda treba imati na umu da sistemno gospodarenje energijom uvijek započinje na samom vrhu npr. u Upravi preduzeća koje je vlasnik zgrade, te se već na prvom, inicijalnom, sastanku može prepoznati da li je u zgradi uspostavljen SGE ili neki njegovi dijelovi. Uspostava SGE predstavlja značajan potencijal za povećanje efikasnosti potrošnje energije i vode. Također, prilikom izračuna i grafičkog prikaza pokazatelja potrošnje moguće je uočiti da se li u zgradi provodi ili ne provodi SGE, slika 19.



Na temelju podataka dobivenih tokom općeg energetskog pregleda zgrade (upitnik – dio o gospodarenju energijom, provjera procedura i razgovori s ključnim osobama na lokaciji) potrebno je ocijeniti dostatnost postojećih organizacijskih procedura i načina praćenja potrošnje energije i vode, te ukoliko je nezadovoljavajuća predložiti konkretna poboljšanja.

Pitanje 6: Kako ocijeniti trenutnu praksu gospodarenja energijom na nekoj lokaciji ?

Za ocjenu se trenutne prakse gospodarenja energijom na nekoj lokaciji najčešće koristi tzv. matrica SGE. Matrica ima 5. stupaca koji se odnose na različite elemente sistemnog gospodarenja energijom. U redovima matrice opisani su različiti nivoi uspostavljenosti kroz stupac prikazanog elementa sistemnog gospodarenja energijom. Tokom se općeg energetskeg pregleda temeljem ove matrice ocjenjuje nivo uspostavljenosti svakog od elemenata sistemnog gospodarenja energijom na lokaciji. Cilj je dostići najviše ocjene po svakom stupcu tj. elementu sistemnog gospodarenja energijom.

Tabela P-1: Matrica SGE

Ocjena	Politika energetske efikasnosti i zaštite okoliša	Organizacija	Komunikacija	Prikupljanje i analiza podataka o potrošnji energije i vode	Održavanje i nabava nove opreme
4	<ul style="list-style-type: none"> Uprava preduzeća koje upravlja ili je vlasnik zgrade predana je proklamiranoj politici energetske efikasnosti i akcijskom planu koji se redovito ažurira 	<ul style="list-style-type: none"> Gospodarenje energijom potpuno je integrirano u upravljačku strukturu Jasno su podjeljene uloge i odgovornost vezano uz potrošnju energije 	<ul style="list-style-type: none"> Redoviti formalni i neformalni načini komunikacije između osobe zadužene za gospodarenje energijom i ostalih na svim nivoima upravljanja 	<ul style="list-style-type: none"> Uspostavljen je sveobuhvatni sistem za praćenje potrošnje energije i vode, ostvarenih ušteda te prepoznavanje mogućnosti za uštede O ostvarenjima u području energetske efikasnosti redovito se informiraju svi djelatnici/korisnici 	<ul style="list-style-type: none"> Izvršna praksa održavanja i nabavke nove opreme Primjenjuju se sve stavke pozitivne diskriminacije za zelenu nabavu temeljenu na LCCA
3	<ul style="list-style-type: none"> Formalno donesna politika energetske efikasnosti ali Uprava preduzeća koje upravlja ili je vlasnik zgrade nije joj predana Politika se neredovito ažurira Djelatnici ili osoblje u zgradi ne zna za postojanje politike energetske efikasnosti 	<ul style="list-style-type: none"> Postoji osoba zadužena za gospodarenje energijom koja je formalno podređena energetskom odboru koji vodi jedan od članova Uprave preduzeća koje upravlja ili je vlasnik zgrade 	<ul style="list-style-type: none"> Energetski odbor koristi se kao glavni izvor informacija vezanih uz potrošnju energije i ima direktnu vezu prema glavnim potrošačima 	<ul style="list-style-type: none"> Uspostavljen je relativno jednostavan sistem za praćenje potrošnje energije i vode na lokaciji te za glavne potrošače O ostvarenjima u području energetske efikasnosti se ne informiraju svi djelatnici/korisnici 	<ul style="list-style-type: none"> Vrlo dobra praksa održavanja i nabavke nove opreme Koriste se dijelovi LCCA kao podloga za odlučivanje prilikom nabavke nove opreme

Tabela P-1: Matrica SGE

Ocjena	Politika energijske efikasnosti i zaštite okoliša	Organizacija	Komunikacija	Prikupljanje i analiza podataka o potrošnji energije i vode	Održavanje i nabava nove opreme
2	<ul style="list-style-type: none"> Politika energijske efikasnosti definirana od strane odgovornih iz Službe za održavanje ili energetiku nije formalno usvojena 	<ul style="list-style-type: none"> Postoji osoba zadužena za gospodarenje energijom koja povremeno izvještava energetski odbor te je nejasna veza prema Upravi ili vlasniku 	<ul style="list-style-type: none"> Kontakt prema glavnim potrošačima energije ostvaruje se preko ad-hoc uspostavljenog energetskog odbora koji vodi neko na nivou Voditelja odjela ili službe 	<ul style="list-style-type: none"> Potrošnja se prati preko mjerne opreme postavljene od strane opskrbljivača energijom Analiziraju se trendovi i troškovi za energiju i vodu su dio planiranja proračuna 	<ul style="list-style-type: none"> Dobra praksa održavanja i nabavke nove opreme Za investicije u dijelu koji se odnosi na energijsku efikasnost koristi se metoda jednostavnog povrata početne investicije
1	<ul style="list-style-type: none"> Koristi se nepisana politika energijske efikasnosti 	<ul style="list-style-type: none"> Gospodarenje energijom dio je povremenih aktivnosti dijela osoblja s ograničenim autoritetom i utjecajem 	<ul style="list-style-type: none"> Neformalni kontakti između inženjera iz Službe za održavanje ili energetiku i velikih potrošača energije 	<ul style="list-style-type: none"> Godišnji izvještaji o potrošnji energije i vode baziraju se na izvještajima snabdjevača energijom uz praćenje višegodišnjeg trenda potrošnje energije 	<ul style="list-style-type: none"> Ograničena ali dobra praksa održavanja i nabavke nove opreme Ne ulaže se u poboljšanja vezana uz energijsku efikasnost
0	<ul style="list-style-type: none"> Ne postoji politika energijske efikasnosti 	<ul style="list-style-type: none"> Ne postoji SGE ili bilo koji drugi oblik delegiranja odgovornosti vezane uz potrošnju energije i vode 	<ul style="list-style-type: none"> Nema kontakata i informacija prema zaposlenima i velikim potrošačima 	<ul style="list-style-type: none"> Ne prati se potrošnja energije i vode 	<ul style="list-style-type: none"> Slaba praksa održavanja Ne ulaže se u energijsku efikasnost

Preporuke koje se daju moraju biti usmjerene k uspostavi potpuno funkcionalnog sistema za gospodarenje energijom. Klijentu je potrebno naglasiti kako je upravo i jedino SGE jamstvo dugoročnog uspjeha programa energijske efikasnosti. Svrha SGE-a je omogućiti kontinuirani napredak s ciljem povećanja efikasnosti korištenja energije tj. smanjenja potrošnje energije i vode po jedinici aktivnosti.

Uspostavljen SGE omogućava nam da kroz kontinuiran nadzor nad potrošnjom energije potvrdimo uspješnost implementiranih mjera poboljšanja energijske efikasnosti, te čini osnovu za sistemno praćenje i verifikaciju postignutih rezultata. Također, redovita analiza prikupljenih podataka,

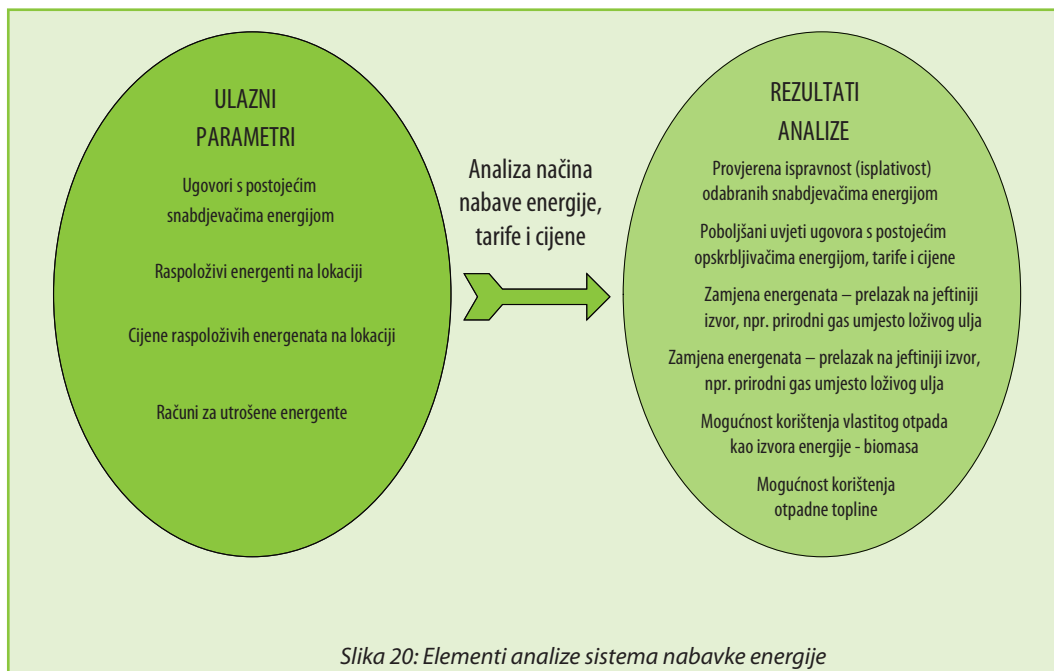
koja je sastavni dio SGE-a, omogućava nam rano identificiranje promjena u potrošnji energije i u slučaju negativnih promjena brzu reakciju odgovornih službi.

Tokom detaljnog energetskog pregleda potrebno je za svaki ETC provjeriti mogućnost instaliranja dodatne mjerne opreme te predložiti idejno rješenje budućeg SGE-a.

4.4.2 Nabava energije – tarife i cijene, raspoloživost energenata na lokaciji

Prilikom provođenja općeg energetskog pregleda potrebno je napraviti analizu tarifa i cijena po kojima se u analiziranoj zgradi nabavlja energija i voda. Vrlo često u ovom segmentu postoje značajni potencijali za poboljšanje efikasnosti, posebno kod većih objekata. Također, potrebno je naglasiti kako se ovdje u većoj mjeri radi o ekonomskoj a ne o energijskoj efikasnosti. Primjera radi, promjena tarifnog modela za preuzimanje električne energije ne znači uštede u energiji već samo uštede u novcu.

Na slici 20. navedeni su nužni ulazni parametri te očekivani rezultati analize sistema nabavke energije. Podaci o važećim tarifama i cijenama za preuzimanje električne energije mogu se naći na internet stranicama triju elektroprivreda: Elektroprivrede BiH (www.elektroprivreda.ba) Elektroprivrede RS (www.ers.ba) i Elektroprivrede HZ HB (www.ephzhhb.ba), kao i Državne regulatorne komisije za električnu energiju (<http://www.derk.ba>). Jednako tako vrijedi i za preuzimanje toplotne energije iz javne distribucijske mreže odgovarajućeg preduzeća (npr. Centralno grijane Tuzla - www.grijanjetuzla.ba) ili prirodnog gasa (npr. Sarajevogas - www.sarajevogas.ba).



Slika 20: Elementi analize sistema nabavke energije

Pitanje 7: Kako analizirati mogućnost zamjene energenta za proizvodnju toplotne energije na nekoj lokaciji, npr. prirodni gas umjesto električne energije?

TREKUTNO STANJE

- Za proizvodnju se toplotne energije za grijanje i pripremu sanitarne tople vode koristi električna energija.
- Godišnja potrošnja električne energije za grijanje i pripremu sanitarne tople vode ($E_{el.en.}$) iznosi **890.010 kWh/god.**
- Razvod i ogrjevna tijela su u dobrom stanju – rekonstruirano prije dvije godine – termostatski ventili na radiatorima.
- Razvojem je infrastrukture na lokaciji postao dostupan i prirodni gas.
- Postojeća kotlovnica karakteristikama ne udovoljava zahtjevima važećeg Pravilnika o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje gasne kotlovnice.

OPIS MJERE

- Uvođenje prirodnog gasa umjesto električne energije kao energenta za proizvodnju toplotne energije.

INVESTICIJA

Temeljem dobivenih ponuda od strane mogućih izvođača radova određena je visina investicije u iznosu od 1.540.000 KN.

Stavke investicije:

- Mjerno redukcijska stanica (MRS).
- Elektrostrojarska oprema kotlovnice (kotao, plamenik, optočne pumpe, miješajući ventil, gasni priključak, detekcija curenja gasa, elementi dimnjaka) uz troškove demontaže stare i ugradnje nove mašinske opreme.
- Vanjska gasna mreža – PEHD.
- Unutarnja gasna mreža – čelik.
- Neophodni građevinski radovi i rekonstrukcije.
- Projekti za MRS, gasnu mrežu, kotlovnice.

PRORAČUNSKE PRETPSTAVKE

- Energetska vrijednost prirodnog gasa dostupnog na lokaciji iznosi **33.338,35 kJ/m³.**
- Ugrađuje kondenzacijski kotao snage 400 kW.
- Utrošena toplotna energija ne ovisi o energentu koji se koristi, buduća potrošnja prirodnog gasa odgovara sadašnjoj potrošnji električne energije. ($E_{el.en.} = E_{pp}$)
- Pretpostavljeno je poskupljenje prirodnog gasa u iznosu od 33% u odnosu na trenutnu cijenu (1,46 KM/m³ umjesto trenutnih 1,12 KM/m³, tj. 0,16 KM/kWh umjesto 0,12 KM/kWh)
- Temeljem računa za utrošenu električnu energiju izračunata je prosječna cijena električne energije od **0,29 KM/kWh** (uključene su sve naknade i električna snaga)

UŠTEDE

- **Ušteta u energiji (S_E):** $S_E = 0$ (Utrošena toplotna energija ne ovisi o energentu koji se koristi, buduća potrošnja prirodnog gasa odgovara sadašnjoj potrošnji električne energije tj. $E_{el.en.} = E_{pp}$)
- **Ušteta u novcu (S_N):** $S_N =$ Troškovi za električnu energiju ($T_{el.en.}$) – Troškovi za prirodni gas ($T_{p.p.}$) = $E_{el.en.} \times 0,58 \text{ KN/kWh} - E_{pp} \times 0,25 \text{ KM/kWh} = \mathbf{115.701 \text{ KM/god.}}$ ^
- **Uštete u emisijama CO₂ (S_{EM}):** $S_{EM} =$ Emisije CO₂ kao posljedica korištenja električne energije – Emisije CO₂ kao posljedica korištenja prirodnog gasa [5] = **298 t CO₂/god.**
- **Jednostavni period povrata investicije (JPP): 5,24 god.**

4.4.3 Vanjska ovojnica

Kod analize stanja vanjske ovojnice u smislu energetske efikasnosti pretenduje se na smanjenje potreba za energijom u zgradi poboljšanjem toplotnih karakteristika vanjske ovojnice. Čest je slučaj da kod postojećih zgrada ne postoji dokumentacija o gradnji, te je potrebno temeljem poznavanja karakteristika gradnje u određenom vremenskom periodu, pretpostaviti sastav konstrukcije i procijeniti koeficijente prolaska toplote za karakteristične dijelove vanjske ovojnice. Tokom analize vanjske ovojnice zgrade prikupljaju se sljedeći podaci:

- Površina ovojnice grijanog/hlađenog dijela zgrade, A (m^2);
- Orijentacija i pripadajuća površina elemenata vanjske ovojnice zgrade (neprozirnih i prozirnih dijelova)
- Zapremina grijanog/hlađenog dijela zgrade, V_e (m^3);
- Površina korisne površine zgrade, A_K (m^2);
- Površina grijane/hlađene površine zgrade,
- Učešće ploštine prozora u ukupnoj površini procelja, f (m^2/m^2);
- Zapremina zgrade obuhvaćen ventilacijom, (m^3);

Ako se tokom detaljnog energetskog pregleda analizira vanjska ovojnica objekta preporučuje se provođenjemjerenja termovizijskom kamerom (infracrvena termografija) kako bi se provjerile sve pretpostavke iz općeg energetskog pregleda te otkrile eventualne dodatne nepravilnosti konstrukcije.

Proračun godišnje potrebne toplotne energije za grijanje, Q_{Hnd} i hlađenje zgrade, Q_{cnd} se izvodi u FbiH u skladu s normom BAS EN ISO 13790:2008. Mjere energetske efikasnosti u osnovi se svode na poboljšanje toplotnih karakteristika elemenata vanjske ovojnice odnosno smanjenje koeficijenta prolaska toplotu U [$W/(m^2 \cdot K)$] i smanjenje toplotnih gubitaka po jedinici površine elementa [kWh/m^2].

U skladu s novim Tehničkim propisom u FBiH "Pravilnik o tehničkim zahtjevima za toplotnu zaštitu objekata i racionalnu upotrebu energije" ("Službene novine FBiH" br. 49/09), koeficijent prolaska toplote U za prozore i balkonska vrata može iznositi maksimalno $1,80 W/m^2K$. Primjera radi na starim zgradama koeficijent U prozora iznosi i preko $3,50 W/m^2K$.

Pri predlaganju nivoa toplotne zaštite potrebno je analizirati što naprednija rješenja kojima će se ostvariti optimalni nivo između energetskih ušteda i cijene ugradnje. Uobičajena je situacija da zahvati u saniranje vanjske ovojnice objekata samo zbog povećanja energetske efikasnosti imaju dugi period povrata pa ih stoga treba kombinirati s planiranim radovima obnove i rekonstrukcije. Jedna je od najčešćih mjera koje se poduzimaju ugradnja automatskih vrata na ulaze za vozila ili drugu vrstu dostave materijala i opreme.

Pitanje 8: Kako analizirati mogućnost rekonstrukcije vanjske ovojnice npr. postavljanje izolacije na neizoliranog objekt u sarajevskoj regiji?

TREKUTNO STANJE

- Opći podaci o objektu Lokacija Sarajevo
- Korisna površina: $A_k=143 \text{ m}^2$
- Površina ovojnice grijanog djela zgrade: $A=276 \text{ m}^2$
- Zapremina grijanog dijela zgrade: $V_e=360 \text{ m}^3$
- Površina pročelja: $A_{uk}=204 \text{ m}^2$
- Površina prozora: $A_{wuk}=28 \text{ m}^2$
- Vanjski zidovi neizoliranog objekta izgrađeni su od pune opeke debljine 30 cm ($U=1,67 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- Ni jedan građevinski dio objekta ne zadovoljava uslove o minimalnoj toplotnoj zaštiti prema "Pravilnik o tehničkim zahtjevima za toplotnu zaštitu objekata i racionalnu upotrebu energije" ("Službene novine FBiH" br. 49/09). Specifična godišnja potrošnja toplotne energije iznosi 202 kWh/m^2 .
-

OPIS MJERE

- Mjera prikazuje odnos količine potrebne toplote za grijanje obiteljske kuće s izvedenim vanjskim zidovima od pune opeke sa i bez vanjske izolacije debljine 10 cm, na lokaciji Sarajevo.
- Ukoliko vanjske zidove izgrađene od pune opeke izoliramo s toplotnom izolacijom od 10 cm koeficijent prolaska toplote možemo smanjiti sa prethodnih $1,67 \text{ W/m}^2\text{K}$ na $0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$. Maksimalni koeficijent prolaska toplote U_{max} za vanjske zidove prema novom Tehničkom propisu iznosi $0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Kada bi u skladu sa važećim propisom prilikom adaptacije kuće od 143 m^2 (građene od pune opeke 30 cm) postavili 10 cm izolacije na vanjske zidove, godišnja potreba za energijom bila bi 17.092 kWh (120 kWh/m^2), a godišnji troškovi za grijanje prostora u ovisnosti o energentu iznose oko 2.950 KM za lož ulje, 1.670 KM za gas ili 2.390 KM za električnu energiju. Dok je za isti neizolirani objekt godišnja potreba za energijom 28.886 kWh (202 kWh/m^2), a godišnji troškovi iznose 4.980 KM za lož ulje, 2.830 KM za gas ili 4.040 KM za električnu energiju. Uz investiciju od 7.040 KM za izolaciju objekta, vaša kuća godišnje može uštedjeti 41% (11.794 kWh/god) potrebne energije za grijanje, odnosno godišnja ušteda za troškove grijanja prostora u ovisnosti o energentu tada bi iznosile oko 2.030 KM za lož ulje, 1.160 KM za gas ili 1.650 za električnu energiju.

INVESTICIJA

Investicija obuhvaća izvedbu nove fasade porodične kuće koja iznosi 40 KM/m², odnosno 7.040 KM za 176 m².

Slojevi izoliranog vanjskog zida:

- Malter (2,00 cm)
- Puna opeka od gline (30,00 cm)
- Polimerno - cementno ljepilo (0,50 cm)
- Ploče stiropora (10,00 cm)
- Polimerno - cementno ljepilo (0,50 cm)
- Armirajuća mrežica
- Polimerno - cementno ljepilo (0,50 cm)
- Završni malter (0,20 cm)

PRORAČUNSKE PRETPOSTAVKE

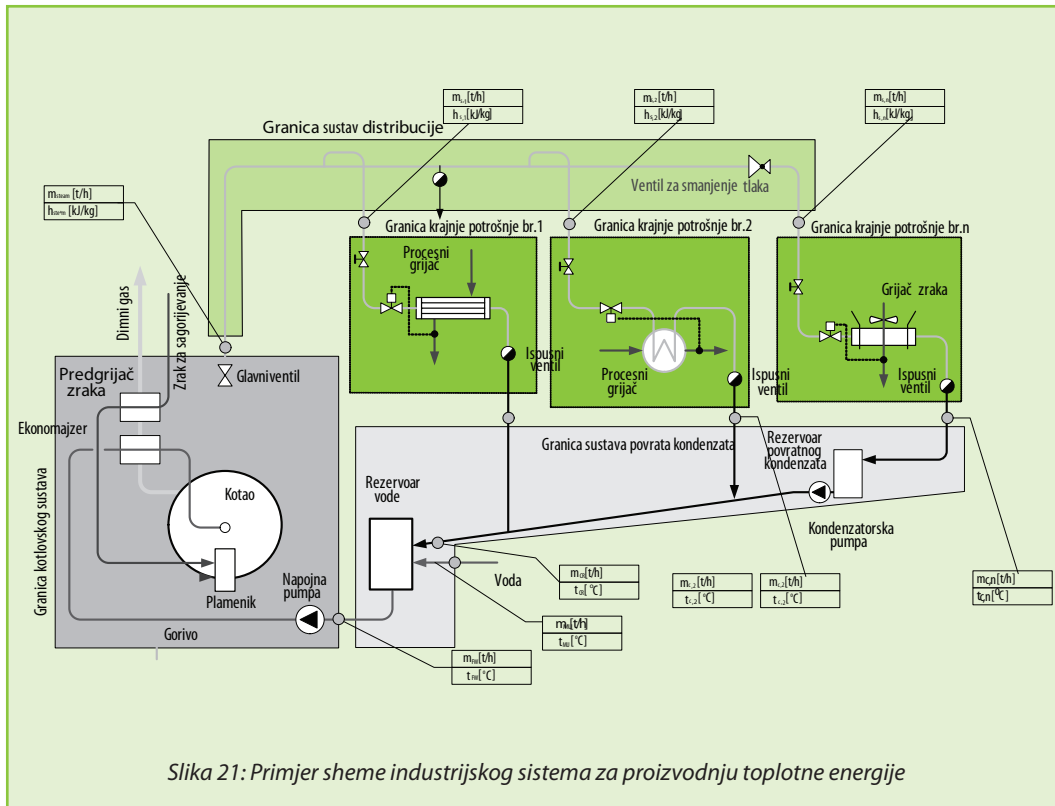
- Unutarnja temperatura iznosi 20°C (uz prekidani režim grijanja 18°C.
- Toplotni gubici: transmisijski gubici kroz vanjski plašt te prema tlu i gubici prirodnom ventilacijom
- U obzir su uzeti linijski gubici (potencijalni toplotni mostovi)
- Od toplotnih gubitaka prisutni su dobici od sunčevog zračenja kroz ostakljene dijelove objekta
- Klimatski uslovi lokacije:
- Prosječna unutarnja vlažnostprostorija se procjenjuje na 60%.
- Vanjska projektna temperatura je -16°C.
- Korištena je cijena energenata na dan 20.10.2011. godine: lož ulje: 1,85 KM/l, prirodni gas: 0,91 KM/m³ - domaćinstva, ogrijevno drvo*: 90KM/prm, električna energija - EPBiH 0,14 KM/kWh (skuplja tarifa 0,187 KM/kWh, jeftinija 0,0936 KM/kWh).
- * Cijena i kvalitet ogrijevnog drveta varira ovisno o sezoni, a najčešći način formiranja cijene je za 1 kubni metar. Prosječna cijena na tržištu je oko 90 KM za kubni metar, ogrijevna moć jednog kubnog metra kreće se oko 1800 kWh.

UŠTEDE

- Ušteda u energiji: 1.268 m³/god (prirodni gas), 11.794 kWh /god (električna energija), 6,6 prm/god (ogrijevno drvo), 1141 l/god (lož ulje)
- Ušteda u novcu: 1.160 KM/god (prirodni gas), 1.650 KM/god (električna energija), 590 KM/god (ogrijevno drvo), 2.030 KM god (lož ulje)
- Godišnje uštede u emisijama CO₂: 2,4 t CO/god (prirodni gas), 6,3 CO/god (električna energija), 0 t CO/god (ogrijevno drvo), 3,2 t CO/god (lož ulje).
- Jednostavni period povrata investicije (JPP): 6,1 god (prirodni gas), 4,3 god (električna energija), 11,9 god (ogrijevno drvo), 3,5 god (lož ulje)

4.4.4 Sistemi za proizvodnju toplotne energije u zgradama

Sistem za proizvodnju toplotne energije u svojoj najkompliciranijoj, parnoj, varijanti sastoji se od uređaja u kojem se energija goriva pretvara u toplotnu energiju (kotao), razvoda toplotne energije, potrošača toplotne energije, povrata kondenzata te mjerne i regulacijske opreme. U većim je središtima (Sarajevo, Banja Luka, Tuzla, Doboj, itd.) čest slučaj da se toplotna energija preuzima iz sistema daljinskog grijanja. Na slici 21. prikazana je općenita shema sistema za proizvodnju toplotne energije te su naznačene sve za analizu relevantne komponente.



Slika 21: Primjer sheme industrijskog sistema za proizvodnju toplotne energije

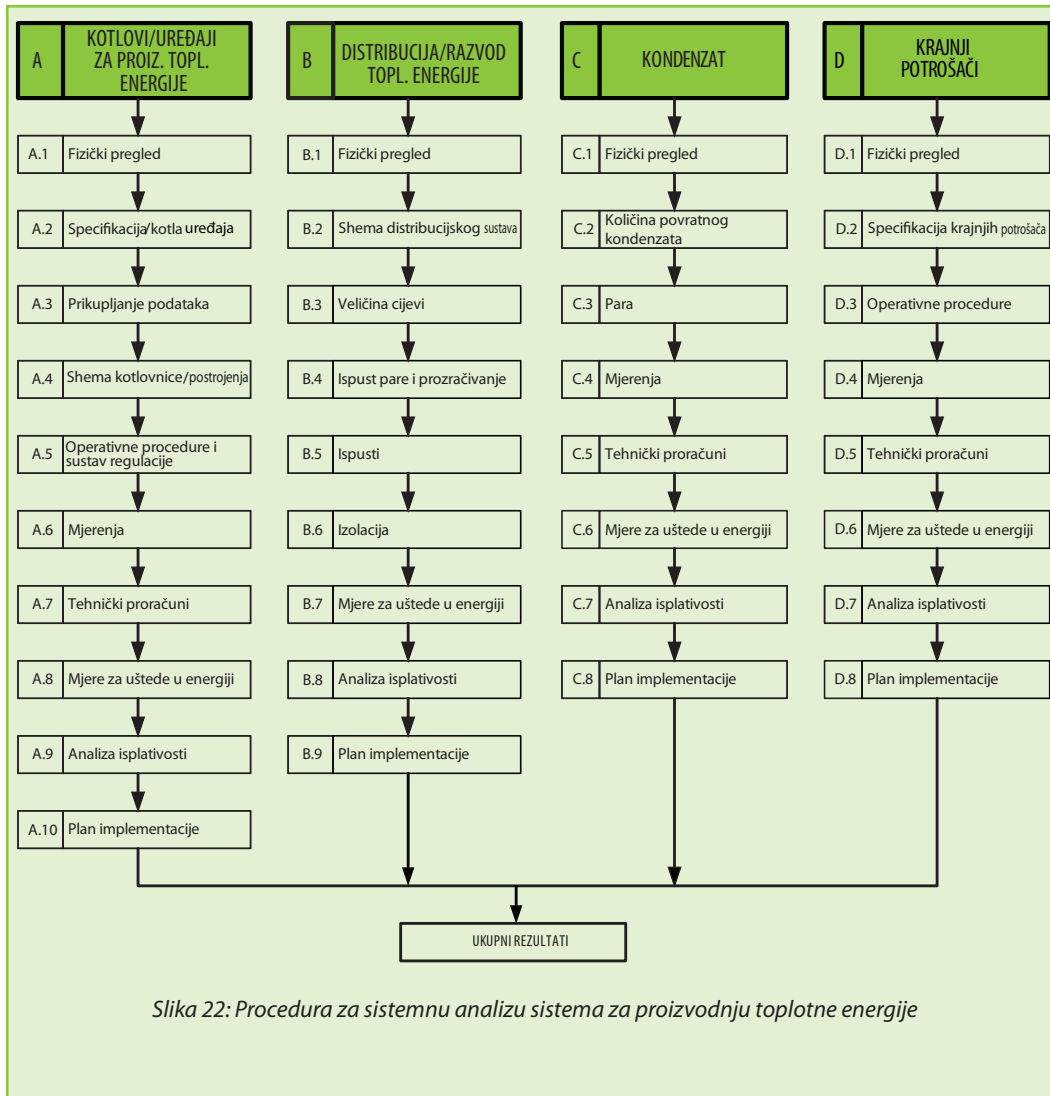
Ukupno gledano efikasnost sistema za proizvodnju toplotne energije može se definirati kao omjer toplotne energije iskorištene od krajnjih potrošača i dovedene energije goriva odnosno preuzete toplotne energije iz javne mreže:

$$\eta = \frac{E_{kp}}{E_g} \quad (3)$$

gdje je:

E_{kp} = toplotna energija iskorištena kod krajnjih potrošača, kWh
 E_g = dovedena energije goriva iz kojeg se proizvodi toplotna energija ili toplotna energija preuzeta iz sistema daljinskog grijanja, kWh

U analizi sistema za proizvodnju toplotne energije potrebno je analizirati efikasnost svih komponenti kao što je to naznačeno na slici 22.



Slika 22: Procedura za sistemnu analizu sistema za proizvodnju toplotne energije

Uobičajeno je da se za svaki značajniji uređaj za proizvodnju toplote npr. kotao snage veće od 50 kW vodi dnevnik rada u kojem se u ovisnosti o raspoloživim mjernim instrumentima zapisuju karakteristični podaci. Primjera radi, u dobro opremljenoj kotlovnici instalirana je mjerna oprema koja omogućuje dnevno bilježenje slijedećih podataka:

- Potrošnja goriva,
- Potrošnja napojne vode,
- Sadržaj dimnih gasova,
- Potrošnja električne energije za pomoćne sisteme te
- Predana toplotna energija u sistem razvoda.

Općenito govoreći kod uređaja za proizvodnju toplotne energije smanjenje efikasnosti se najčešće veže uz:

- Gubitke preko otpadne toplote dimnih gasova (osim u slučaju električnih uređaja za proizvodnju toplote),
- Gubitke konvekcijom i zračenjem,
- Gubitke preko opreme za punjenje i ostalih radnih mehanizama,
- Gubitke uslijed neodgovarajućeg održavanja,
- Gubitke uslijed nepravilnog vođenja procesa te
- Gubitke kroz razna ispuštanja na plaštu opreme.

Promatrajući razvod toplotne energije osnovne su mjere za povećanje efikasnosti poboljšanje stanja izolacije te saniranje eventualnih ispuštanja.

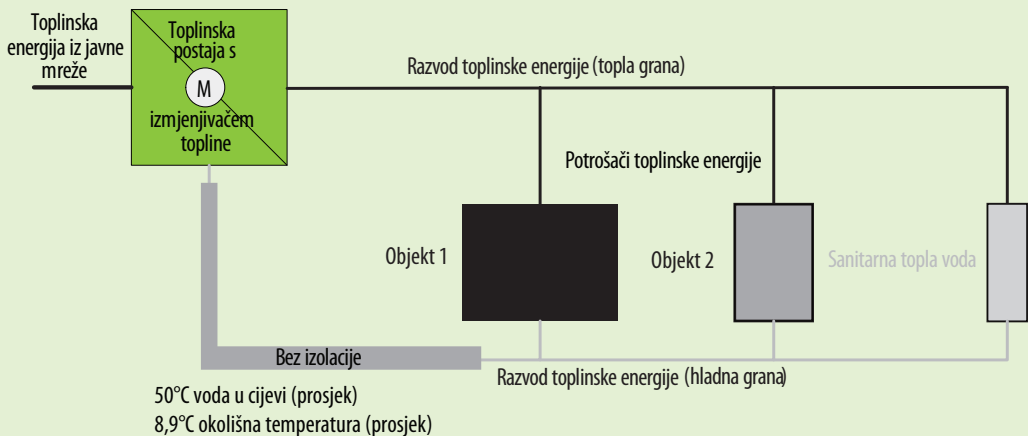
Pitanje 9: Isplati li se izolirati cjevovode npr. na većim lokacijama gdje se iz centralne toplotne podstanice napaja više objekata?

TREKUTNO STANJE

- Na nekoj se lokaciji kao energent za grijanje koristi toplotna energija iz javne mreže.
- Tokom općeg energetskeg pregleda utvrđeno je pomanjkanje izolacije na dijelu cijevnog razvoda.
- Stara je izolacija uklonjena nakon zadnje rekonstrukcije cjevovoda i nova nije nikad postavljena.
- Ukupna vanjska površina neizoliranih cijevi (P_v) iznosi 358,6 m².

OPIS MJERE

- Postavljanje nove izolacije (debljina izolacije od 40 mm – kao i na ostalom dijelu razvoda) na neizoliranom dijelu cjevovoda.



Slika P-1: Pojednostavljena shema toplotnog sistema na lokaciji

INVESTICIJA

Temeljem dobivenih ponuda od strane mogućih izvođača radova određena je visina investicije u iznosu od 132.000 KM.

Stavke investicije:

- Priprema cjevovoda za postavljanje nove izolacije.
- Nabava i postavljanje izolacije.
- Testiranje sistema i puštanje u pogon.

PRORAČUNSKE PRETPOSTAVKE

- Cijena toplotne energije iz javne toplotne mreže C , = 72,3 KM/MWh.
- topl.en.
- Ugrađuje se izolacija debljine izolacije 40 mm - kao i na ostalom dijelu razvoda toplotne energije.
- Prema izrazu za izračun koeficijenta prolaza toplote kroz cilindričnu stjenku (P-1) izračunat je koeficijent prolaza toplote $k_1 = 19,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ za neizoliranu, $tek_2 = 0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$ za izoliranu cijev.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \frac{R_1}{R_{n+1}} + \frac{R_1}{\alpha_v} + R_1 \sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{R_{i+1}}{R_i}} \quad (P-1)$$

gdje je:

k koeficijent prolaza toplote, $\text{W/m}^2\text{K}$

α_v koeficijent prijelaza toplote s vanjske strane cijevi, $\text{W/m}^2\text{K}$, $\alpha_v = 20 \text{ W/m}^2\text{K}$

α_u koeficijent prijelaza toplote s unutarnje strane cijevi, $\text{W/m}^2\text{K}$, $\alpha_u = 3.000 \text{ W/m}^2\text{K}$

R_i polumjer, m za cijev NO65 izoliranu mineralnom vunom debljine 40 mm $R_1 = 34,9 \text{ mm}$, $R_2 = 38,1 \text{ mm}$, $R_3 = 78,1 \text{ mm}$

λ_i koeficijent provođenja toplote, $\text{W/m}\text{K}$, za čeličnu cijev izoliranu mineralnom vunom $\lambda_{\text{čelik}} = 50 \text{ W/m}\text{K}$, $\lambda_{\text{mineralna vuna}} = 0,041 \text{ W/m}\text{K}$

- Prosječna temperatura tople vode (T_v) u cijevima u sezoni grijanja iznosi **50°C**.
- Prosječna okolišna temperatura (T_o) u sezoni grijanja iznosi **8,9°C**.
- Trajanje ogrjevnice sezone (t_{grijanje}) iznosi **2.100 h/god**.
- Ukupna vanjska površina novoizoliranih cijevi (P_2) iznosi 735,6 m².

UŠTEDE

- **Ušteta u energiji (S_E):** $S_E = \text{Gubici toplotne energije na neizoliranom dijelu cjevovoda} - \text{Gubici toplotne energije na izoliranom dijelu} = k_1 \times (T_v - T_o) \times P_1 \times t_{\text{grijanje}} - k_2 \times (T_v - T_o) \times P_2 \times t_{\text{grijanje}} = 567,7 \text{ MWh/god.}$
- **Ušteta u novcu (S_N):** $S_N = \text{Ušteta u energiji} \times \text{Cijena energije} = S_E \times C_{\text{topl.en.}} = 41.044 \text{ KM/god.}$
- **Uštete u emisijama CO₂ (S_{EM}):** $S_{EM} = \text{Ušteta u energiji} \times \text{koeficijent koji povezuje potrošnju toplotne energije iz javne mreže s odgovarajućim emisijama CO₂ [5]} = S_E \times 0,26939 \text{ t/MWh} = 152,93 \text{ t CO}_2/\text{god.}$
- **Jednostavni period povrata investicije (JPP): 2,58 god.**

Kod parnih je sistema bitan povrat čistog kondenzata jer znači direktnu uštedu u energiji, vodi i kemijskom tretiranju napojne vode. **Također, ukoliko to uslovi na lokaciji dozvoljavaju potrebno je provjeriti i mogućnost korištenja solarne energije za pripremu sanitarne tople vode.**

Kako se u zgradama toplotna energija uglavnom koristi za grijanje prostora ključno je uspostaviti regulaciju sistema prema vanjskoj, okolišnoj, temperaturi. Prilikom analize dostatnosti grijanja prostora potrebno je voditi računa i o zakonskim aktima koji propisuju potrebne mikroklimatske uslove za pojedina radna mjesta¹.

Tipične su mjere za poboljšanje energijske efikasnosti u sistemima za proizvodnju toplotne energije navedene u Prilogu 4.

Pitanje 10: Koja se mjerna oprema najčešće koristi Tokom detaljnog energetskog pregleda u sklopu analize sistema za proizvodnju toplotne energije u zgradama?

Tokom mjerenja u sklopu detaljnog energetskog pregleda koja se odnose na sistem za proizvodnju toplotne energije u zgradama najčešće se koristi uređaj za mjerenje i analizu sadržaja dimnih gasova, termometar s mogućnošću višednevne pohrane podataka, termovizijska kamera i ultrazvučni mjerač protoka.

4.4.5 Klimatizacijski i ventilacijski sistemi u zgradama

Sistemima ventilacije održava se kvaliteta zraka u prostoru dovođenjem svježeg zraka odnosno odvođenjem štetnih tvari iz prostora. Prirodna se ventilacija ostvaruje bez prisilnog dovođenja ili odvođenja zraka i nije ju moguće u potpunosti regulirati jer ovisi o klimatskim uslovima (vanjskim strujanjima, razlikama tlakova i temperatura) ali je zato jeftina i jednostavna za izvedbu. Mehanička je ventilacija za razliku od prirodne neovisna o klimatskim uslovima, lako se regulira ali je zato skuplja u pogonu jer troši energiju. Međutim, mehanička je ventilacija apsolutno nužna za većinu radnih prostora.

Ovisno o prostoru koji treba prozračiti postoji odsisna, tlačna te kombinacija tlačno-odsisne ventilacije. Obavezna komponenta sistema ventilacije je filter za zrak. Svježi zrak se filtrira kako bi spriječili unos čestica iz okolišnjeg zraka u prostor, dok se dio odsisnog zraka koji se ponovno vraća u prostor također pročišćava. Pročišćavanjem odisinog zraka štitimo elemente ventilacijskog sistema od nakupljanja nečistoća. Za prostore posebne namjene, s najstrožim zahtjevima na čistoću (čisti i sterilni prostori, fina elektronika itd.) postavlja se nekoliko filtera od kojih su oni na samom ulazu u prostor s najvišim klasama pročišćavanja.

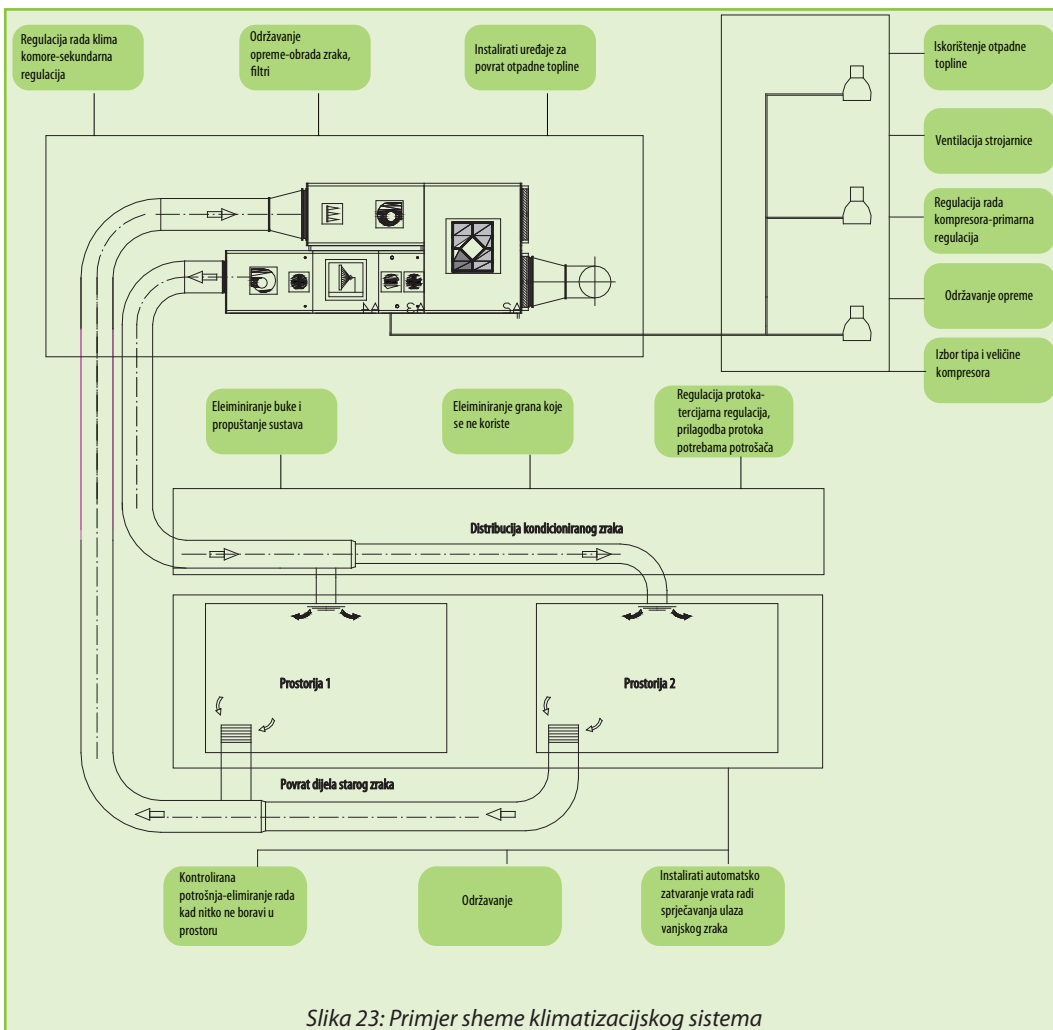
Klimatizacija je proces pripreme zraka u svrhu kontroliranog postizanja i održavanja zadanih karakteristika klimatskih uslova zatvorenog prostora (temperatura, relativna vlažnost, brzina strujanja zraka, te čistoća zraka) u uskim granicama optimalnih vrijednosti Tokom čitave godine. Ovaj proces se odvija automatski prilagođavajući se promjenjivim utjecajima vanjske klime i mogućim unutarnjim poremećajima.

¹ Postoje odgovarajući entiteski zakoni i pravilnici koji definiraju ovu oblast, kao što Zakon o zaštiti na radu Pravilnik o tehničkim svojstvima sistemima grijanja i hlađenja građevina Pravilnik o sistemima ventilacije, djelimične klimatizacije i klimatizacije u građevinama

Razlika između ventilacije i klimatizacije je u tome što kod klimatizacije postoji proces pripreme zraka koji uključuje proces zagrijavanja/hlađenja, ovlaživanja i odvlaživanja, dok se kod sistema ventilacije zrak samo zagrijava na temperaturu ubacivanja u zimskom periodu.

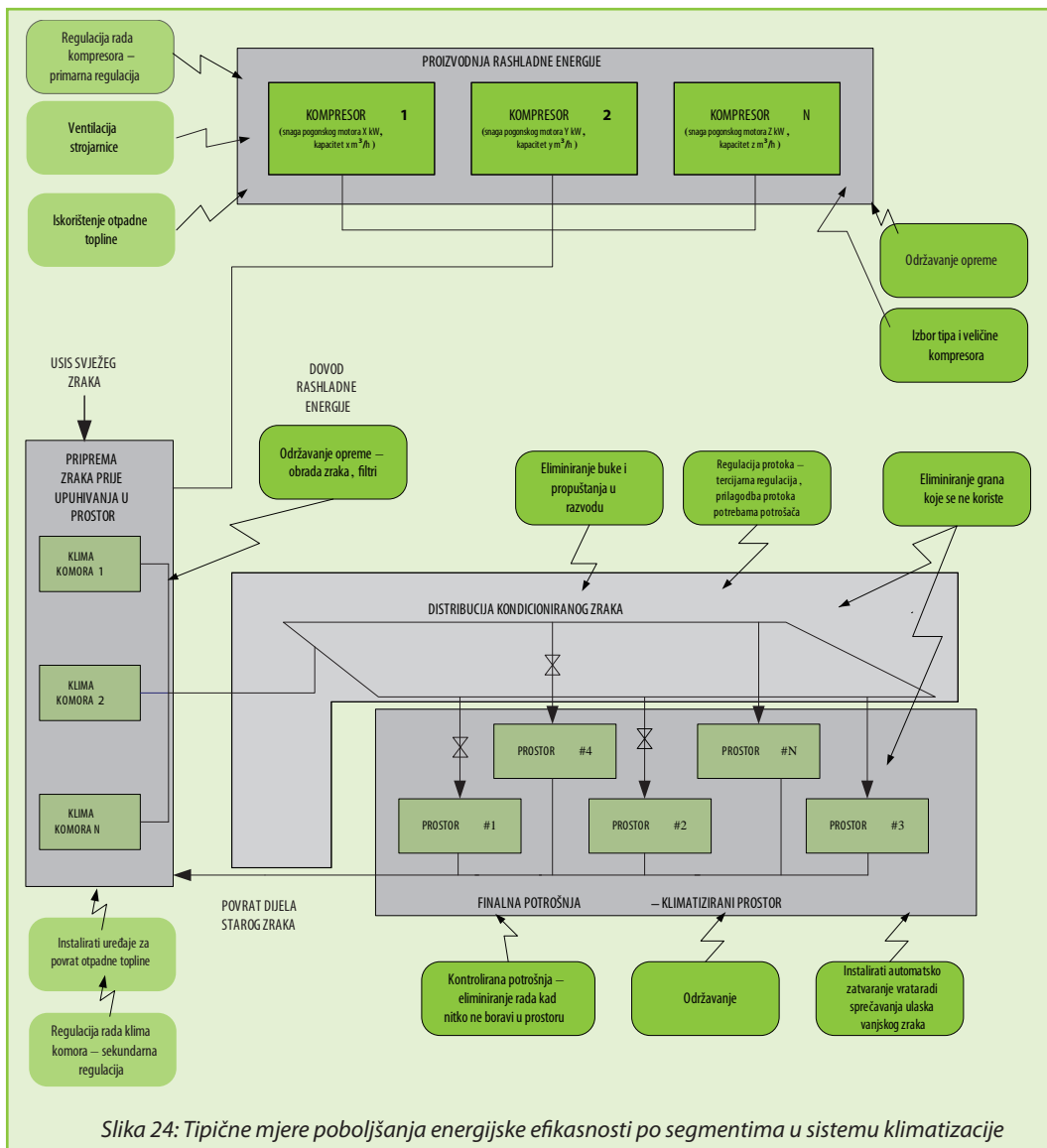
Što se tiče automatske regulacije osnovni principi regulacije ogrjevnog/rashladnog učinka su temperaturna i količinska regulacija. Temperaturna regulacija odnosi se na promjenu temperature fluida uz konstantnu protočnu količinu dok se količinska regulacija odnosi na promjenu protočne količine medija.

Osnovno je pravilo klimatizacijske tehnike kod hlađenja sadržano u rečenici "Ne hladiti na nižu temperaturu nego je što je to potrebno", jer se time povećava utrošak pogonske energije za isti ostvareni rashladni učin tj. znatno se narušava energetska efikasnost rashladnog procesa. Iskustvo govori da se za svaki stepen niže temperature isparavanja, odnosno više temperature kondenzacije povećava utrošak energije u rashladnom procesu za približno 2%. Primjer sheme klimatizacijskog sistema s istaknutim najznačajnijim komponentama prikazan je na slici 23.



Ključni su parametri za rad klimatizacijskih sistema tlak isparavanja i tlak kondenzacije radnog medija. Tlak se isparavanja održava reguliranjem rada kompresora, dok se tlak kondenzacije održava reguliranjem rada rashladnih pumpi (broj pumpi u pogonu). Djelovanjem na ove dvije veličine možemo utjecati na ukupnu potrošnju energije za pogon kompresora.

Prilikom analize rada klimatizacijskih sistema potrebno je uzeti u obzir sve komponente sistema tj. rashladne kompresore, pumpe, ventilatore i rashladne tornjeve ako postoje. Također, potrebno je analizirati i sve mogućnosti za poboljšanje efikasnosti koje proizlaze iz regulacije elektromotornih pogona. **Primjera radi korištenje visokoefikasnih elektromotora za pogon ventilatora kondenzatora može donijeti od 3 do 5% ušteda u električnoj energiji.** Na slici 24. su navedene tipične mjere poboljšanja energijske efikasnosti po segmentima u sistemu klimatizacije.



Slika 24: Tipične mjere poboljšanja energijske efikasnosti po segmentima u sistemu klimatizacije

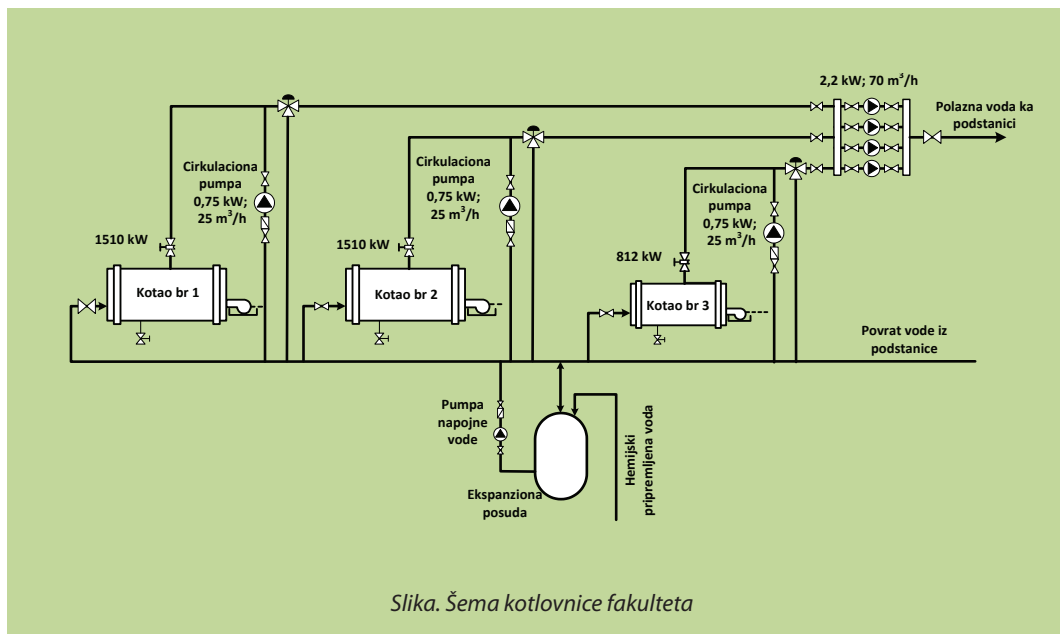
Primjer:

U jednoj od dvije zgrade fakulteta planira se zamjena stolarije, izolacija zidova i krova, montaža termostatskih ventila na klasična grijna tijela, rekonstrukcija kotlovnice i nezavisno snabdijevanje predmetne zgrade toplotnom energijom. Neto grijna površina zgrade koja je predmet ovog projekta je 5220 m²

Na slici 6 je prikazana šema kotlovnice koja obezbjeđuje grijanje Fakulteta. Zgrade su povezane toplom vezom. Sistem radi u temperaturskom režimu 90/70 °C. Instalirana toplotna snaga grijnih tijela (radijatora) u staroj zgradi je 620 kW. U novoj zgradi je instalirana snaga grijnih tijela 660 kW, a snaga grijača u klima komorama je oko 250 kW.

Osnovni podaci o kotlovnici su:

- Nominalna toplotna snaga $1510 + 1510 + 812 = 3832$ [kW]
- Ukupna potrošnja prirodnog gasa $118,748$ [sm³/god] or $1,124$ [MWh/god]
(u 2010. godini)
- Vrijeme rada kotlova oko 1500 [h/god]



Projektni parametri rada sistema grijanja su:

- Spoljna temperatura -16 °C
- Unutrašnja temperatura 20 °C
- Srednje mjesečne temperature u grijnoj sezoni su date u tabeli 1
- Grijna sezona počinje po pravilu 15. oktobra i završava se 15. aprila.

- Broj stepeni grijnih dana je 3077 [°C × dan]
- Grijni period traje oko 211 [dana/god]
- Srednja godišnja temperatura u grijnoj sezoni je 4,4 [°C]

U tabeli 1 je data potrošnja prirodnog gasa u 2010. godini. Pored toga date su i jedinične cijene prirodnog gasa, ukupan mjesečni trošak prirodnog gasa kao i njegova energijska vrijednost. Takođe su date i srednje mjesečne spoljne temperature, koje odlučujuće utiču na potrošnju gasa.

Treba posebno naglasiti da postoji samo jedno mjerno mjesto preko koga se plaća prirodni gas lokalnom distributeru i da se ono odnosi na cijeli fakultet. Da bi se utvrdila potrošnja prirodnog gasa za samo staru zgradu, koja je predmet projekta, preračunavanje je izvršeno prema instalisanom grijnom kapacitetu. Tako je procjena potrošnje prirodnog gasa u staroj zgradi određena prema formuli:

$$PG_{\text{Stara zgrada}} = \frac{620 \text{ kW}}{620 + 660 + 250 \text{ kW}} \cdot PG_{\text{UKUPNO}} \quad (1)$$

Međutim, u toku detaljnog energetskog pregleda izvršeno je, u nekoliko dana pri spoljnim temepaturama ispod nule, test mjerenja unutrašnjih temperatura. Ova mjerenja su inicirana primjedbama korisnika da su unutrašnje temperature nedovoljne i da je zato potrebno povremeno dogrijavanje prostorija. Osim toga ozbiljan propust energijskog menadžmenta je što ne postoji kontrolno mjerenje unutrašnjih temperatura.

Mjerenja obavljena u toku detaljnog energetskog pregleda su dala srednju višednevnu temperaturu u objektu od 18,8 °C i to u vremenu kada je sistem grijanja u funkciji.

Kako je odstepene od zadate temperature evidentno, izvršena je korekcija potrošnje gasa data jednačinom (1) na zadanu temperaturu prema sljedećoj formuli:

$$PG_{\text{Stara zgrada}}^* = \left(\frac{620 \text{ kW}}{620 + 660 + 250 \text{ kW}} \cdot PG_{\text{UKUPNO}} \right) \cdot \frac{20 - (-16)}{18,8 - (-16)} \quad (2)$$

Na taj način je povećana potrošnja gasa i ova vrijednost će se koristiti kao bazna potrošnja za procjenu efekata mjera za povećanje energijske efikasnosti. Na ovaj način korigovane potrošnje prirodnog gasa su date u tabeli A. To znači da je i trošak za gas povećan.

Tabela A. Potrošnja i trošak prirodnog gasa i srednje mjesečne temperature u 2010. godini

2010	PRIRODNI GAS				Srednja mjesečna spoljna temperatura [°C]
	Potrošnja prirodnog gasa [sm ³]	Jedinična cijena prirodnog gasa [KM/sm ³]	Trošak prirodnog gasa KM (PDV je uključen).	Energija prirodnog gasa [kWh]	
Januar	21.995	0,75	19.455	208.192	-1,1
Februar	23.163	0,75	20.492	219.248	1,5
Mart	17.158	0,75	15.181	162.408	6,1
April	6.493	0,88	6.733	61.459	9,6
Maj	394	0,88	409	3.729	14,4
Juni		0,88			16,8
Juli		0,88			19,7
Avgust		0,88			19,4
Septembar		0,88			15,1
Oktoibar	10.525	0,88	10.911	99.624	10,9
Novembar	12.715	0,88	13.186	120.353	4,3
Decembar	26.305	0,88	27.277	248.989	-0,3
UKUPNO/ SREDNJE:	118.748	0,8475	113,644	1.124.003	

U toku energetskog pregleda je nekoliko puta izvršeno i mjerenje efikasnosti kotlova indirektnom metodom. Ta mjerenja su pokazala da je srednja efikasnost kotla br. 3 bila 87%. Ovdje se daje efikasnost najmanjeg kotla jer je preliminarnim analizama on bio određen za zamjenu i njegovo korištenje za grijanje samo stare zgrade. Treba naglasiti da ovoj mjeri za povećanje energijske efikasnosti prethode i mjere koje se odnose na zamjenu stolarije i izolacije zidova i krova. Te mjere se ovdje neće razmatrati. Razmatraće se samo mjera koja podrazumijeva zamjenu kotla br. 3.

Bez ulaganja u detalje odabira kotla navodi se konačan izbor. Novi kotao će kao gorivo koristiti isključivo prirodni gas. Kapacitet kotla je 400 kW. Podatak je dobiven na osnovu kapaciteta postojeće instalacija grijanja u predmetnom objektu, proračuna toplotnih gubitaka nakon zamjene prozora i ugradnje toplotne izolacije i režima grijanja sa prekidima. Orijentacioni parametri kotla su dati u tabeli B.

Tabela B. Orijentacioni parametri kotla

Parametar	Vrijednost
Nazivna izlazna toplotna snaga	400 kW
Nominalna toplotna snaga pri režimu 75/60 °C (puno opterećenje)	360 kW
Nominalna toplotna snaga pri režimu 40/30 °C (puno opterećenje)	400 kW
Maksimalni radni pritisak	5.5 bar
Maksimalna temperatura vode	120 °C
Ulazna snaga goriva (prirodni gas)	150 kW - 375 kW
Pritisak produkata sagorjevanja na izlazu kotla	50 Pa
Otpor u traktu produkata sagorjevanja	3 mbar
Efikasnost (prema donjoj toplotnoj moći)	109 %

Ušteda u potrošnji goriva će se postići zbog povećanja energijske efikasnosti novog kotla u odnosu na stari. Izmjerena efikasnost starog kotla je 87%. Treba naglasiti da je to srednja efikasnost i da se ona ne može porediti sa najvećom efikasnošću kotla koja se postiže pri optimalnim uslovima rada. Zato se neće uzeti kao uporedna vrijednost ona koja se navodi u katalozima proizvođača kotlova, već iskustvena manja vrijednost. Manji kondenzacioni kotlovi postižu srednju radnu energijsku efikasnost od prosečno 98%.

Sada je moguće izračunati razliku u potrošnji goriva starog i novog kotla za ista toplotna opterećenja. Tako je:

$$\Delta PG = \frac{\frac{Q}{\eta_{stari}} - \frac{Q}{\eta_{novi}}}{\frac{Q}{\eta_{stari}}} = \frac{\eta_{novi} - \eta_{stari}}{\eta_{novi}} = \frac{0,98 - 0,87}{0,98} = 0.11 \quad (3)$$

To znači da će se zamjenom kotla postići ušteda u potrošnji prirodnog gasa od 13.060 sm³ godišnje. Prema sadašnjim cijenama vrijednost ove uštede je 11.500 KM godišnje.

Preliminarna specifikacija troškova nabavke i montaže kondenzacionog kotla je kako slijedi:

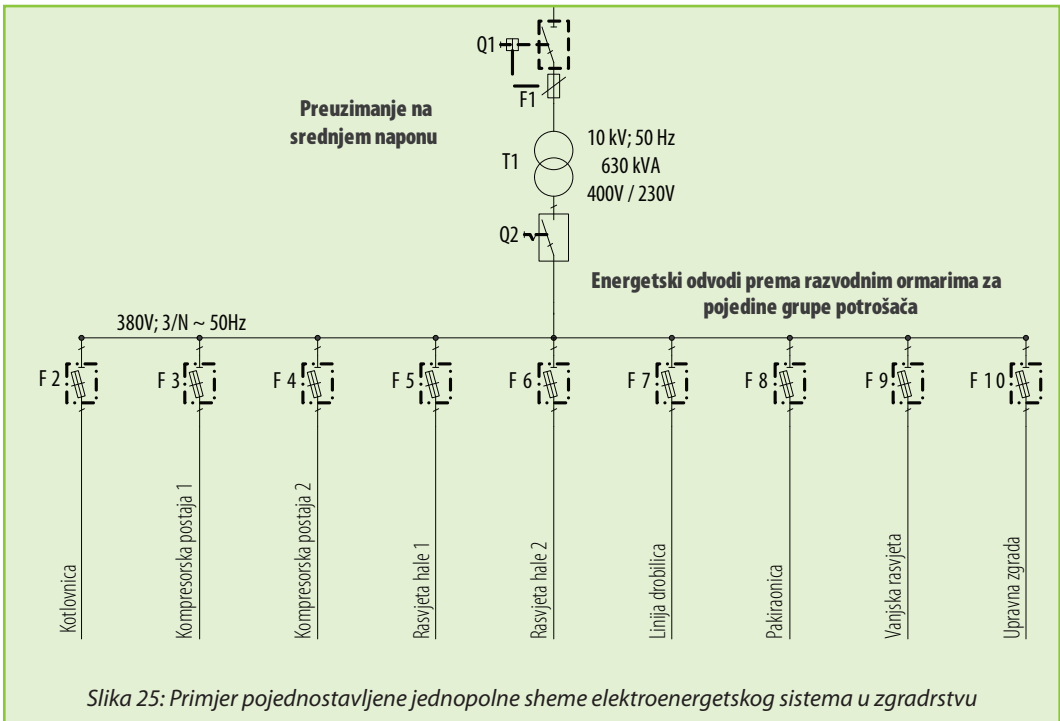
Kondenzacioni kotao sa gorionikom i opremom	44.000 KM
Građevinski radovi	2.000 KM
Montaža	4.000 KM
Trening osoblja	1.000 KM
Nadzor	400 KM
Ostalo	500 KM
UKUPNO	51.900 KM

Slijedi da je prost period otplate $51500/11500 = 4,5$ god. Uz ovo treba reći da je postojeći kotao i ekonomski i tehnički otpisan, da je vrlo često u kvaru, da nema za njega rezervnih dijelova itd. To sve treba imati u vidu pri konačnoj procjeni predložene mjere za povećanje energijske efikasnosti. Ovim projektom se povećava sigurnost sistema grijanja, bezbjednost i smanjuje se emisija štetnih gasova.

Tipične su mjere za poboljšanje energijske efikasnosti u sistemima klimatizacije i ventilacije navedene u Prilogu 4.

4.4.6 Elektroenergetski sistemi u zgradama

Pod elektroenergetskim sistemom u zgradama podrazumijevamo komponente i uređaje koji se nalaze iza mjesta preuzimanja električne energije u zgradi. Primjer pojednostavljene jednopolne sheme elektroenergetskog sistema u nekoj zgradi nalazi se na slici 25. Osnovno se pravilo za poboljšanje efikasnosti uređaja koji koriste električnu energiju može sažeti u rečenici: *"Isključi uređaj kad ga ne koristiš!"*

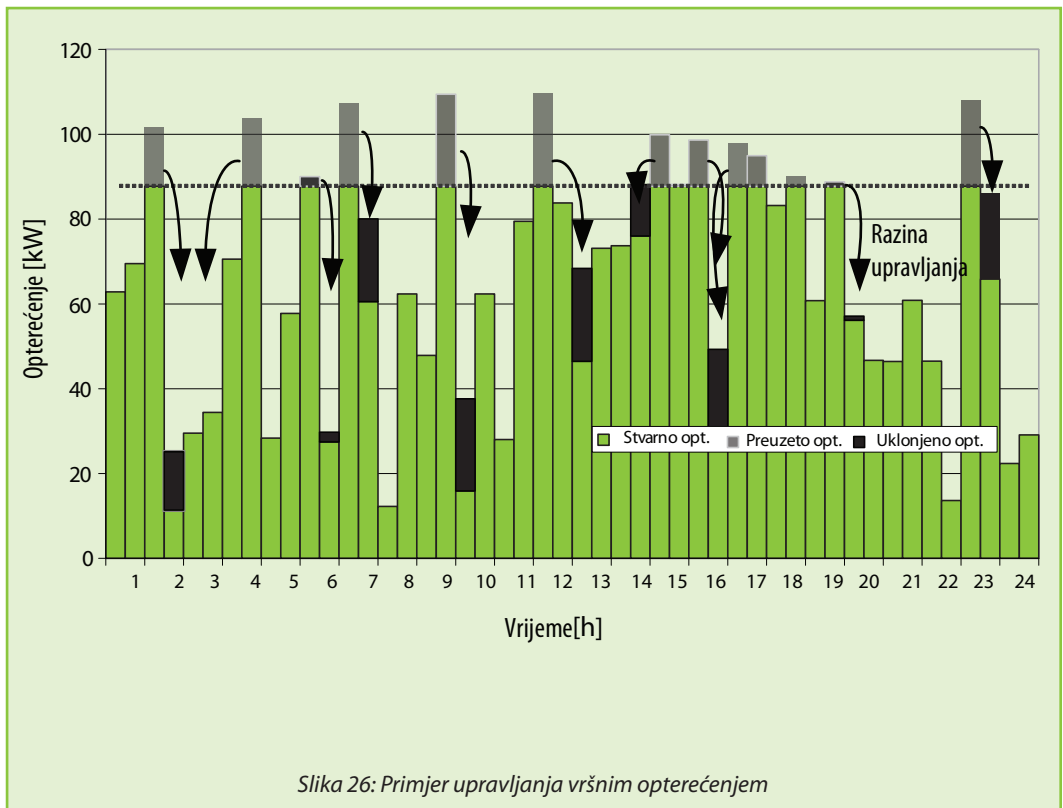


U traženju poboljšanja efikasnosti elektroenergetskog sistema u zgradama potrebno je držati se već više puta spomenutog sistemnog pristupa tj. poboljšanja je potrebno tražiti i na strani snabdjevanja (transformatori, kompenzacija jalove snage, upravljanje vršnim opterećenjem, kvaliteta električne energije) i na strani finalne potrošnje (elektromotorni pogoni, rasvjeta, ostali uređaji).

Na lokacijama gdje se električna energija preuzima na srednjenaponskoj nivou čest je slučaj da su u transformatorskoj postaji instalirana dva transformatora, tzv. radni i pričuvni. Iako je jedan transformator dostatan za pokrivanje potreba najčešće su u pogonu oba. Primjera radi za transformator od 1.000 kVA prosječni gubici (ovisno o opterećenju) iznose oko 10 kW što za poduzeće čiji je transformator u pogonu oko 8.700 h/god. znači nepotrebne gubitke u iznosu od 87.000 kWh/god. Ovi se gubici mogu izbjeći jednostavnim isključivanjem jednog od transformatora (rezerve).

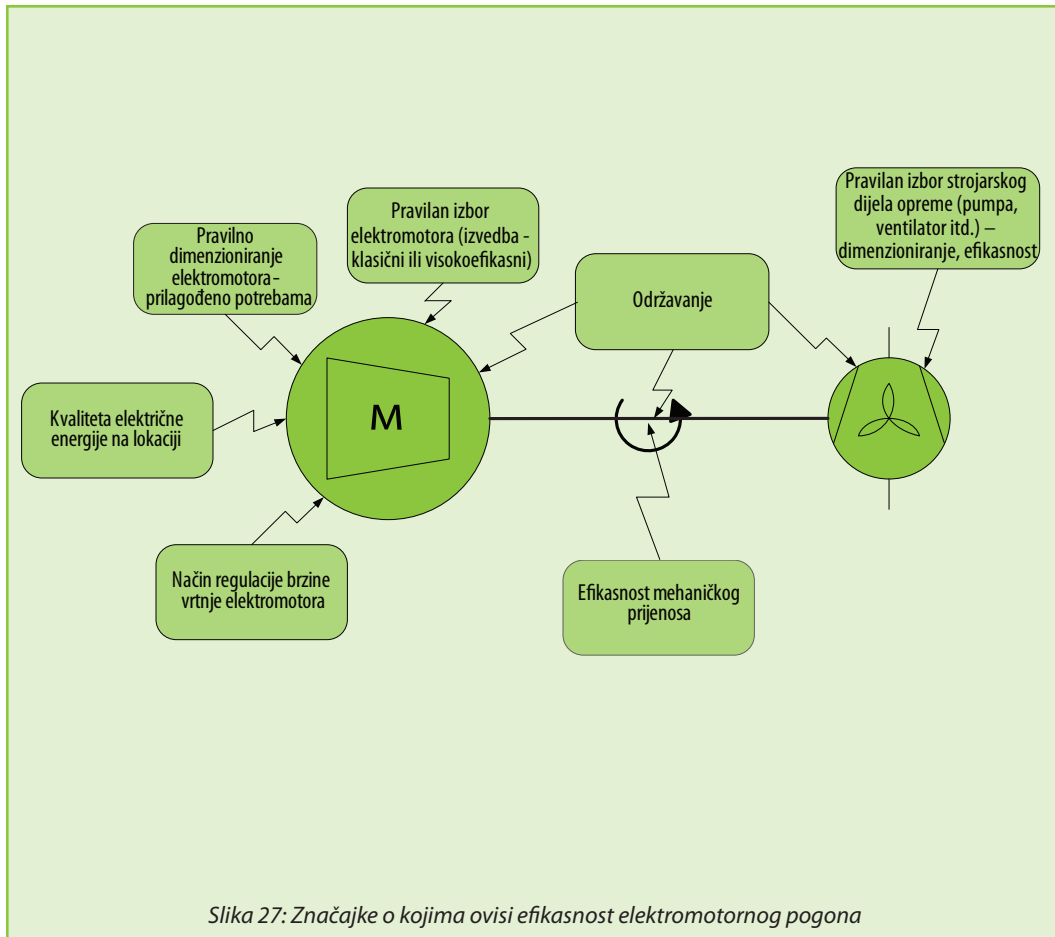
Analizom prikupljenih računa za potrošnju električne energije može se vidjeti da li za zgradu postoje izdaci pod stavkom prekomjerno preuzeta jalova energija i na taj način utvrditi postoji li kompenzacija jalove snage te da li je ispravno dimenzionirana. Ako u zgradi nema nikakvih kondenzatora za kompenzaciju jalove snage za očekivati je prosječni $\cos \varphi$ u rasponu od 0,6 do 0,8. Dodavanjem kondenzatora potrebno je podignuti $\cos \varphi$ iznad 0,95 i na taj način izbjeći dodatne troškove za jalovu energiju.

Rezanje vrhova ili smanjenje vršnog opterećenja klasični je način upravljanja potrošnjom, a provodi se pravovremenim isključenjem trošila koja nisu nužna u zadanom trenutku s ciljem smanjivanja vršnog opterećenja i uz to vezanih troškova. Na tržištu postoji oprema koja se podešava prema značajkama aktivnosti u zgradi te u slučaju da postoji opasnost prekoračenja zadane nivoa vršnog opterećenja isključuje predefinjirana trošila. Primjer upravljanja vršnim opterećenjem prikazan je na slici 26.



Slika 26: Primjer upravljanja vršnim opterećenjem

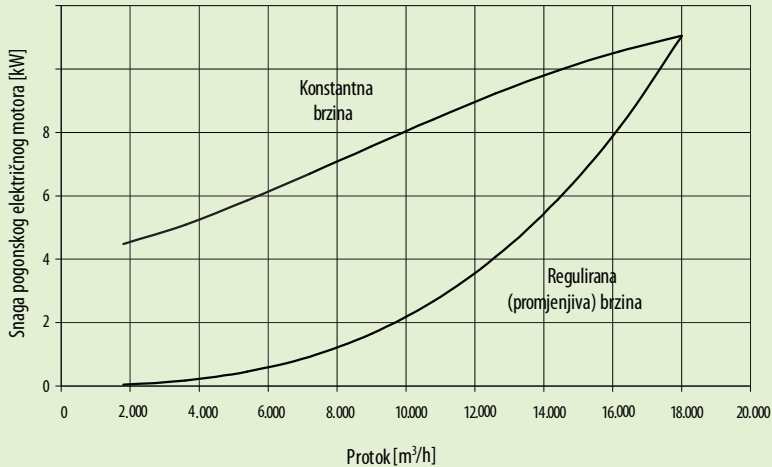
Elektromotorni su pogoni prisutni u većini modernih zgrada. Uobičajeno se radi o većem broju jedinica koje su razmještene na različitim mjestima. Prilikom provođenja općeg energetskeg pregleda potrebno je provjeriti načine rada svih elektromotornih pogona na lokaciji. U upotrebi su najrašireniji asinkroni elektromotorni koji se koriste u 2/3 svih elektromotornih pogona. Na slici 27. istaknute su značajke o kojima ovisi efikasnost elektromotornog pogona.



Na efikasnost dobro održavanog elektromotornog pogona najznačajnije utječe dimenzioniranost i izvedba elektromotora. Negativni utjecaji zbog predimenzioniranosti elektromotora vide se u:

- Većim početnim izdacima zbog kupovine elektromotora veće snage,
- Većim početnim izdacima u svu ostalu prateću opremu (kabeli, sklopke itd.),
- Većim izdacima u dodatnu opremu za kompenzaciju jalove snage zbog lošeg faktora snage koji je posljedica nižeg opterećenja te
- Većim izdacima za električnu energiju Tokom cijelog životnog vijeka elektromotora zbog slabije efikasnosti koja je posljedica predimenzioniranosti.

Također, jedan od vrlo često primjenjivanih načina poboljšanja efikasnosti elektromotornih pogona koje karakterizira promjenjivost opterećenja jest ugradnja uređaja za frekventnu regulaciju brzine rotacije elektromotora. Prednost ovog načina regulacije najočitija je kod pumpnih postrojenja, gdje se u usporedbi s regulacijom protoka fluida prigušenjem u cjevovodu korištenjem frekventnih regulatora brzine rotacije elektromotora, a time i promjene protoka, ostvaruju i najveće uštede, slika 28.



Slika 28: Primjer mogućih dobitaka adekvatnim reguliranjem elektromotornog pogona

Ukoliko se na lokaciji nalaze elektromotorni pogoni koje karakterizira veliki broj radnih sati i konstantno opterećenje kroz godinu potrebno je analizirati korištenje visokoefikasnih elektromotora. Visokoefikasni su elektromotori zbog izbora materijala koji se koriste u njihovoj proizvodnji teži i skuplji za 10 do 30 %.

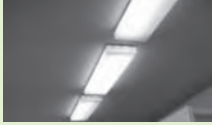
U većini je zgrada električna rasvjeta vrlo značajan potrošač te nudi značajne potencijale za uštede. Poslovni su prostori uglavnom osvijetljeni fluorescentnom rasvjetom ili tzv. običnim žaruljama sa žarnom niti. Izborom odgovarajućeg, visokoefikasnog izvora svjetlosti, uz energijske uštede povećava se i ugodnost boravka u prostoru. Prilikom izbora izvora svjetlosti potrebno je voditi računa i o zakonskim normama te potrebnoj osvijetljenosti radnih mjesta. Primjera radi nivo osvijetljenosti radnih mjesta u zatvorenom prostoru propisana je normom *Osvijetljenost radnih mjesta u zatvorenom prostoru (ISO 8995-1:2002)*.



Pitanje 13: Kolika je isplativost ulaganja u modernizaciju električne rasvjete?

TREKUTNO STANJE

- Na lokaciji su trenutno instalirane 302 svjetiljke s opalnom kapom i s po dvije fluorescentne cijevi snage 58 W.



- Koristi se magnetska prigušnica te trenutna instalirana snaga (P_{ccg}) po svjetiljci uz uključenu predspojnu napravu iznosi **142 W**.
- Godišnja potrošnja električne energije u sistemu električne energije ($E_{el.en.}$) iznosi **85.768 kWh/god.**
- Postojeći sistem električne rasvjete ne zadovoljava uslove propisane normom Osvjetljenost radnih mjesta u zatvorenom prostoru (ISO 8995-1:2002).

OPIS MJERE

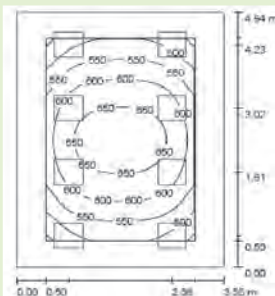
- Kompletna sanacija rasvjetnog sistema s ciljem postizanja uslova zadanih normom Osvjetljenost radnih mjesta u zatvorenom prostoru (ISO 8995-1:2002) i ostvarivanja ušteda u energiji.

INVESTICIJA

Temeljem dobivenih ponuda od strane mogućih izvođača radova određena je visina investicije u iznosu od 124.640 KM.

Stavke investicije:

- Demontaža i zbrinjavanje postojećih svjetiljki.
- Projektiranje novog sistema električne rasvjete.
- Nabava i ugradnja novih svjetiljki s parabolik odsijačem te ugrađenom elektronskom prigušnicom i 2x55 W T5 cijevima.



PRORAČUNSKE PRETPOSTAVKE

- Godišnje vrijeme rada (t_{god}) rasvjetnog sistema na lokaciji iznosi oko **2.000 h**.
- Služba održavanja vrlo ažurno radi svoj posao tako da se svi kvarovi na rasvjetnom sistemu otklanjaju odmah kako se pojave.
- Rasvjetni sistem se koristi isključivo tokom više dnevne tarife za preuzimanje električne energije.
- Na lokaciji je ugovoren tzv. crveni poduzetnički tarifni model za preuzimanje električne energije na niskom naponu te cijena energije iznosi **0,52 kN/kWh** a angažirane snage **70,97 kN/kW mjesečno**.
- Procijenjen je faktor istovremenosti (f) za sudjelovanje električne rasvjete u vršnom opterećenju na 0,8.
- Instalirana snaga novog sistema po svjetiljci (P_{ecg}) iznosi **110 W**.
- Svjetlotehničkim je proračunom za karakteristične prostorije potvrđeno da predloženo rješenje sanacije rasvjetnog sistema zadovoljava uslove propisane normom Osvjetljenost radnih mjesta u zatvorenom prostoru (ISO 8995-1:2002).

UŠTEDE

- **Ušteda u energiji (S_E):** $S_E = \text{Potrošnja električne energije stari sistem}(E_{el.en.ccg}) - \text{Potrošnja električne energije novi sistem}(E_{el.en.ecg}) = 302 \times t_{god.} \times (P_{ccg} - P_{ecg}) = \mathbf{19.328 \text{ kWh/god.}}$
 - **Ušteda u angažiranoj snazi – vršnom opterećenju (S_S):** $S_S = \text{Angažirana snaga stari sistem}(P_{el.en.ccg}) - \text{Angažirana snaga novi sistem}(P_{el.en.ecg}) = 302 \times (P_{ccg} - P_{ecg}) \times f_i = \mathbf{7,7 \text{ kW/mjesečno}}$
 - **Ušteda u novcu (S_N):** $S_N = \text{Ušteda u energiji} + \text{Ušteda u angažiranoj snazi} = S_E \times 0,52 \text{ KN/kWh} + S_S \times 70,79 \text{ KN/kW mjesečno} \times 12 \text{ mjeseci} = \mathbf{16.600 \text{ KN/god.}}$
 - **Uštede u emisijama CO_2 (S_{EM}):** $S_{EM} = \text{Ušteda u emisiji } \text{CO}_2 \text{ kao posljedica smanjenja potrošnje električne energije [5]} = \mathbf{5,35 \text{ t CO}_2/\text{god.}}$
 - **Jednostavni period povrata investicije (JPP): 26,38 god.**
- Napomena: Isplativost ove investicije ne smije se gledati samo iz kuta energetske efikasnosti jer se predloženim rješenjem sanacije rasvjetnog sistema postiže zadovoljavanje uslova zadanih normom Osvjetljenje radnih mjesta u zatvorenom prostoru (ISO 8995-1:2002) što prije nije bio slučaj.**

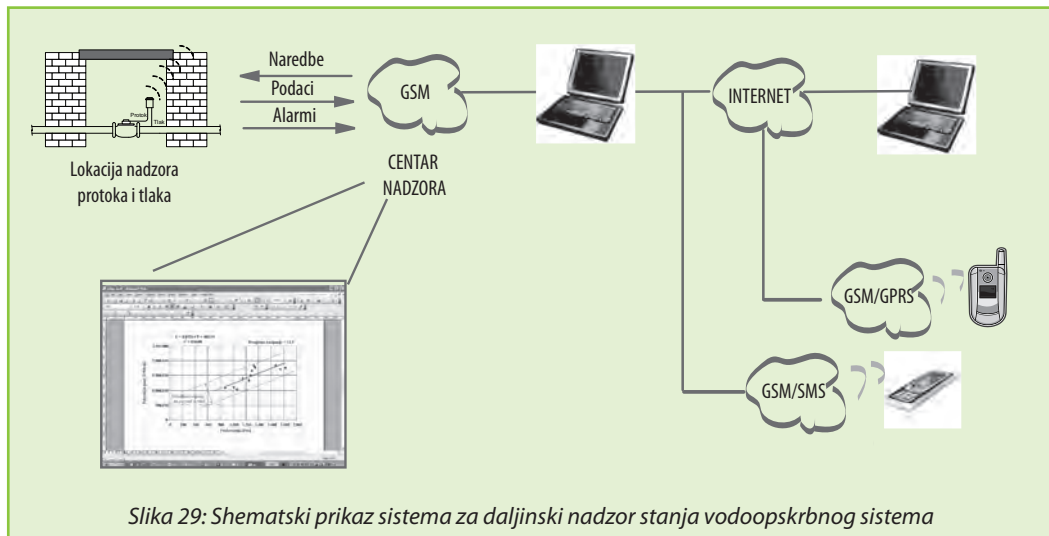
Tipične su mjere za poboljšanje energetske efikasnosti u elektroenergetskom sistemu u industriji navedene u Prilogu 4.

4.4.7 Vodoopskrbni sistemi u zgradama

Osnovni načini rješavanja problema gubitaka vode mogu se sagledati kroz sljedeće mjere i postupke:

- Utvrđivanje i sanacija postojećih uzroka gubitaka,
- Edukacija potrošača u cilju što ekonomičnije potrošnje,
- Aktivni nadzor sistema radi pravodobnog reagiranja prilikom iznenadne pojave porasta potrošnje i aktivna kontrola tlaka u cjevovodu te
- Pravilno održavanje i obnova postojeće vodovodne mreže.

Efikasnost programa smanjenja gubitaka najbolje je gledati kroz plansko kombiniranje nekoliko različitih metoda. Zastupljenost ciljanih metoda ovisna je o konfiguraciji i specifičnostima pojedinih sistema počevši od tlaka u cjevovodu do broja i vrste izljevniha mjesta te oscilacijama potrošnje. Najvažnija je mjera unapređenja kontrole potrošnje vode uvođenje daljinskog nadzora potrošnje. U odnosu na uobičajenu praksu koja podrazumijeva kontrolu u prosjeku svakih tridesetak dana (prema računima) ovo rješenje podrazumijeva kontinuirano, svakodnevno, praćenje potrošnje vode na lokaciji.



Kontrola tlaka ima važnu ulogu u smanjenju postojećih gubitaka koje uzrokuju mnogobrojne male pukotine. Također, prekomjerni tlak utječe i na povećanje intenziteta postojećih puknuća.

U slučaju da se voda koristi kao rashladni medij krajnje neefikasno je korištenje otvorenih rashladnih krugova.

Ukoliko je moguće na lokaciji je potrebno organizirati prikupljanje kišnice za čišćenje i pranje vanjskih te zalijevanje zelenih površina.



Pitanje 14: Kako odrediti gubitke uslijed neželjenih ispuštanja u vodovodnom sistemu?

TREKUTNO STANJE

- Tokom analize računa za vodu te izrade bilanse potrošnje vode po glavnim potrošačima i izljevnim mjestima dio potrošnje u zadnja četiri mjeseca nije bilo moguće objasniti.
- Dio cjevovoda je dosta star – olovne cijevi.
- Ne postoji regulacija tlaka u sistemu.
- Od strane dobavljača instalirano je samo jedno mjerno mjesto. Korisnik nije instalirao dodatna brojlila za kontrolu potrošnje vode kod ključnih potrošača.
- Ne analizira se potrošnja vode.
- Pretpostavlja se da postoji značajnije curenje u vodovodnoj mreži na lokaciji.

OPIS MJERE

- Uspostaviti aktivni nadzor protoka i tlaka te mjerenjem provjeriti stanje vodovodne mreže na lokaciji i sanirati otkrivena mjesta neželjenih ispuštanja.

INVESTICIJA

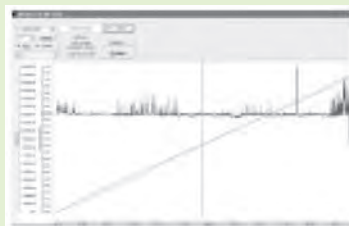
Temeljem dobivenih ponuda od strane mogućih izvođača radova određena je visina investicije u iznosu od 25.500 KM.

Stavke investicije:

- Projektiranje novog sistema daljinskog nadzora protoka i tlaka na lokaciji – tri dodatna mjerna mjesta.
- Nabava i ugradnja opreme za aktivni nadzor protoka i tlaka na lokaciji – četiri mjerna mjesta.
- Uspostava aktivnog nadzora nad protokom i tlakom u mreži. Oprema za daljinski nadzor protoka i tlaka ima mogućnost alarmiranja u slučaju prekoračenja zadanih vrijednosti protoka i tlaka slanjem sms poruka i e-mailova na unaprijed definirane korisnike.
- Otkrivanje i saniranje neželjenih ispuštanja.
- Obuka korisnika za rad s novom opremom.

PRORAČUNSKE PRETPOSTAVKE

- Cijena 1 m³ vode iznosi 3,25 KM.
- Tokom noći nema aktivnosti na lokaciji i potrebe za potrošnjom vode ali je mjerenjem utvrđen noćni protok u iznosu od 0,6 l/s.



- Unošenjem ove vrijednosti u bilansu potrošnje vode na lokaciji objašnjen je poremećaj u potrošnji u zadnja četiri mjeseca.

UŠTEDE

- **Ušteda u vodi (S_V):** $S_V = \text{Vrijeme istjecanja izračeno u m}^3/\text{god.} = 0,6 \text{ l/s} = \mathbf{18.921,6 \text{ m}^3/\text{god.}}$
- **Ušteda u novcu (S_N):** $S_N = \text{Ušteda u vodi} \times \text{cijena vode} = S_V \times 24,01 \text{ KN/m}^3 = \mathbf{20.498 \text{ KM/god.}}$
- **Uštede u emisijama CO₂ (S_{EM}):** $S_{EM} = \text{Ušteda u emisiji CO}_2 \text{ kao posljedica smanjenja potrošnje vode [5]} = \mathbf{5 \text{ t CO}_2/\text{god.}}$
- **Jednostavni period povrata investicije (JPP):** **1,37 god.**

4.4.8 Ostala oprema i sistemi

Najveći potencijali za poboljšanja u efikasnosti potrošnje energije za rad uredske, kuhinjske i ostale opreme leže u odgovornom ponašanju korisnika. Kod izbora opreme za kuhinje potrebno je voditi računa o tome da se umjesto električnih koriste pećnice, štednjaci i kuhala na prirodni ili ukapljeni naftni gas. Također, kod nabavke nove opreme potrebno je voditi računa o deklariranoj klasi energijske efikasnosti jer se isplati kupovati energetski efikasnije uređaje.

4.5 PRIKAZ MJERA ZA POBOLJŠANJE ENERGIJSKE EFIKASNOSTI

Tokom analize u energetskom pregledu mjere za poboljšanje energijske efikasnosti razrađuju se do nivoa idejnog rješenja. U prikazu mjera za poboljšanje energijske efikasnosti potrebno je klijentu predstaviti ključne parametre analize tj. ulazne pretpostavke, elemente investicije, oznaku složenosti mjere, izračunate uštede i ekonomske pokazatelje ulaganja. Dakle, prikaz mjera za poboljšanje energijske efikasnosti uključuje slijedeće elemente:

- Ocjenu investicijskih troškova provođenja mjere,
- Ocjenu složenosti mjere,
- Ocjenu energetskih i ekonomskih dobiti tj. ušteta u energiji i novcu,
- Životni vijek nove opreme,
- Izračun jednostavnog perioda povrata investicije za mjere analizirane u općem energetskom pregledu odnosno čiste sadašnje vrijednosti i interne strope povrata za mjere analizirane u detaljnom energetskom pregledu,
- Izračun ekoloških dobiti tj. smanjenje emisija CO₂ uslijed ušteta u energiji.

Investicija podrazumijeva sve troškove projekta, uključujući projektiranje, nabavu nove opreme, demontažu stare opreme, instalaciju nove opreme, testiranje i puštanje u pogon. U investiciju se ne uključuje PDV. Vrijednost investicije određuje se na temelju ekspertnog znanja stručnog tima koji provodi energetski pregled uz konzultaciju s snabdjevačima opreme, projektantima i monterima.

Kad se govori o **složenosti mjere** za poboljšanje energijske efikasnosti misli se na složenost tehničke realizacije. Naime, ako mjera za poboljšanje energijske efikasnosti ne zahtjeva velika financijska sredstva te ako realizaciju mogu u sklopu svojih redovitih aktivnosti obaviti djelatnici Službe održavanja onda se takva mjera ocjenjuje kao vrlo jednostavna za provođenje. Primjer takve mjere je zamjena svih tzv. običnih žarulja sa žarnom niti s odgovarajućim fluokompaktnim žaruljama. Suprotan primjer, tj. vrlo složena mjera za provođenje, je zamjena kotlova za grijanje jer se može obaviti samo za vrijeme kad se ne koristi grijanje i zahtjeva velika financijska ulaganja te angažiranje velikog broja vanjskih stručnjaka koji će obaviti sva potrebna testiranja i biti odgovorni za puštanje nove opreme u pogon.

Ključni su parametri analize **iznos ušteda u energiji, vodi i novcu** koji će se ostvariti provedbom predložene mjere. Izračunatom se iznosu ušteda u energiji [kWh] i vodi [m³] pridružuju ekvivalentne novčane vrijednosti u [KN]. Prilikom određivanja novčanog ekvivalenta ušteda potrebno je voditi računa i o mogućim najavama poskupljenja energenata. Primjera radi, ako je Tokom analize poznato, tj. najavljeno poskupljenje električne energije koje će stupiti na snagu prije same provođenja mjere onda novčana vrijednost ušteda u električnoj energiji treba biti izračunata s novim, većim, cijenama. Kod određivanja visine ušteda u energiji i vodi potrebno je voditi računa o međusobnom utjecaju analiziranih mjera. Primjera radi ako se revitalizacija sistema grijanja prostora sastoji od zahvata u kotlovnici, razvodu i na krajnjim potrošačima kojima se ostvaruju uštede od po 30% u odnosu na referentnu potrošnju bilo bi pogrešno zaključiti kako će se provedbom ova tri zahvata smanjiti potrošnja energije za grijanje u iznosu od 90%. Naime, uvažavajući međusobne utjecaje ova tri zahvata dolazimo do zaključka da će se njihovom provedbom potrošnja energije za grijanje smanjiti za oko 66% u odnosu na referentnu potrošnju.

Kao osnovni pokazatelj ekonomske isplativosti mjera poboljšanja energijske efikasnosti na nivou općeg energetskog pregleda koristi se tzv. **jednostavni period povrata investicije**. Jednostavni je period povrata najjednostavniji kriterij ekonomskog odlučivanja o investicijama. Na temelju izračunatih ekonomskih pokazatelja (jednostavni period povrata investicije) definira se prioriteta lista mjera za poboljšanje energijske efikasnosti.

Jednostavni se period povrata računa prema izrazu:

$$JPP = \frac{I}{N} \text{ [god]} \quad (5)$$

gdje je:

- JPP = jednostavni period povrata investicije izražen u godinama,
- I = potrebna investicija za realizaciju predložene mjere izražena u KN i
- N = novčane dobiti koje su posljedica realizacije predložene mjere izražene u KN/god.

Za razinu složenosti općeg energetskog pregleda jednostavni je period povrata dovoljno dobar pokazatelj isplativosti mjera poboljšanja energijske efikasnosti. Tokom detaljnog energetskog pregleda provodi se složenija ekonomska analiza te se za svaku mjeru određuju i drugi pokazatelji kao čista sadašnja vrijednost i interna stopa povrata.

Čista sadašnja vrijednost je današnja vrijednost svih budućih novčanih ušteda ostvarenih Tokom vremena efektuiranja projekta (od godine 1 do T) umanjena za investicijske troškove (u godini 0) i računa se prema izrazu:

$$NPV = \frac{N_1}{(1+k)^1} + \frac{N_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{N_T}{(1+k)^T} \quad I_0 = \sum_{t=1}^T \frac{N_t}{(1+k)^t} \quad I_0 \text{ [K N]} \quad (6)$$

gdje je:

NPV	=	čista sadašnja vrijednost,
N_t	=	novčane dobiti u godini t koje su posljedica realizacije predložene mjere iskazane u KM/god.,
k	=	diskontna stopa i
T	=	vrijeme efektuiranja.

Neto sadašnja vrijednost temeljni je kriterij ekonomskog odlučivanja. Nulta neto sadašnja vrijednost označava da je predložena mjera sposobna vratiti uloženi kapital, a mjere s pozitivnom neto sadašnjom vrijednošću imaju višu profitabilnost od onih koja se zahtijeva na tržištu. Dakle, pozitivna neto sadašnja vrijednost je kriterij prihvatljivosti mjere odnosno projekta. No, najveća poteškoća kod primjene ove metode jest odabir diskontne stope, koji znatno može utjecati na veličinu čiste sadašnje vrijednosti. Zbog toga se najčešće koristi metoda interne stope povrata (IRR) kao druga temeljna metoda ekonomskog odlučivanja.

Interna stopa povrata diskontna je stopa koja neto novčane tokove u čitavom vijeku efektuiranja investicije svodi na vrijednost inicijalnog investicijskog izdatka. Najčešće se izražava se u postocima. interna stopa povrata je zasigurno najprecizniji indikator isplativosti nekog projekta. Ideja je pronaći diskontnu stopu IRR za koju je projekt još uvijek isplativ, dakle pronaći IRR za koji vrijedi:

$$NPV = \frac{N_1}{(1+IRR)^1} + \frac{N_2}{(1+IRR)^2} + \dots + \frac{N_T}{(1+IRR)^T} \quad I_0 = \sum_{t=1}^T \frac{N_t}{(1+IRR)^t} \quad I_0 = 0 \quad (7)$$

Za razliku od kriterija neto sadašnje vrijednosti gdje se pomoću unaprijed definirane diskontne stope izračunava sadašnja vrijednost budućih novčanih tokova, u ovoj se metodi diskontna stopa pojavljuje kao nepoznanica. Interna stopa povrata određuje se iterativnim postupkom. Kriterij za prihvaćanje projekta svakako će biti najviša interna stopa povrata. Svaka će tvrtka na osnovu svog troška kapitala odrediti koja je to donja granica prihvatljivosti. Najveća snaga ove metode upravo je mogućnost uspoređivanja s drugim investicijskim opcijama.

Jedna od bitnih komponenti projekata energetske efikasnosti je i neraskidiva veza sa zaštitom okoliša kroz smanjenje emisija štetnih gasova, posebno CO₂. Na temelju izračunatih ušteta u energiji i vodi računa se i smanjenje emisija CO₂. Preporučena metodologija proračuna smanjenja emisija CO₂ u Hrvatskoj predstavljena je u dokumentu "GHG Project Monitoring and Verification Protocol", UNDP - GEF Project No. CRO/00/G31/A/1G/99 iz oktobra 2006. godine. [4] Takav dokument za BiH još uvijek ne postoji.

U navedenom dokumentu razlikuje se izračun tzv. direktnih emisija koje su posljedica spaljivanja fosilnih goriva i tzv. indirektnih emisija koje su posljedica korištenja električne energije ili toplotne energije iz javne mreže.

Direktne se emisije CO₂ koje su vezane uz spaljivanje fosilnih goriva računaju prema izrazu:

$$EM = EF_c \times H_d \times O_c \times (44/12) \times B \quad [t] \quad (8)$$

gdje je:

EM	=	emisija CO ₂ [t],
EF _c	=	koeficijent koji povezuje potrošnju fosilnog goriva s odgovarajućim emisijama [t C/TJ],
H _d	=	ogrjevna vrijednost fosilnog goriva [GJ/t ili GJ/10 ³ m ³],
O _c	=	udjel ugljika koji izgori u procesu izgaranja,
44/12	=	stehiometrijski omjer CO ₂ i C,
B	=	ušteđena količina goriva – u odnosu prema deklariranoj referentnoj potrošnji [kt ili 10 ⁶ m ³].

U tabeli 4. navedene su vrijednosti gore navedenih koeficijenata potrebnih za izračun emisija CO₂ nastalih izgaranjem fosilnih goriva u Hrvatskoj (primjenljivo i za BiH). Ukoliko je u analiziranom objektu dostupan podatak o ogrjevnoj vrijednosti goriva koje se upotrebljava za proračun emisija predlažemo korištenje te vrijednosti.

Tabela4: Vrijednosti koeficijenata potrebnih za izračun emisija CO₂ izgaranjem fosilnih goriva u Hrvatskoj

Gorivo	EF _c [t C/TJ]	H _d [GJ/(10 ³ m ³)]	O _c [-]	EF _c × H _d × O _c [t CO ₂ /TJ _{fuel}]
Prirodni gas	15,3	34,00	0,995	55,82
Ukapljeni naftni gas	17,2	46,89	0,990	62,44
Lož ulje	21,1	40,19	0,990	76,59
Ekstra lako Lož ulje	20,2	42,71	0,990	73,33
Kameni ugalj	25,8	24,30	0,980	92,71
Mrki ugalj	26,2	18,20	0,980	94,15
Lignit	27,6	12,15	0,980	99,18

Emisije CO₂ pojavljuju se i kod spaljivanja biomase ili biogoriva ali se prema IPPC preporukama one ne računaju jer se smatra da se radi o CO₂ koji su biljke Tokom rasta apsorbirale iz atmosfere.

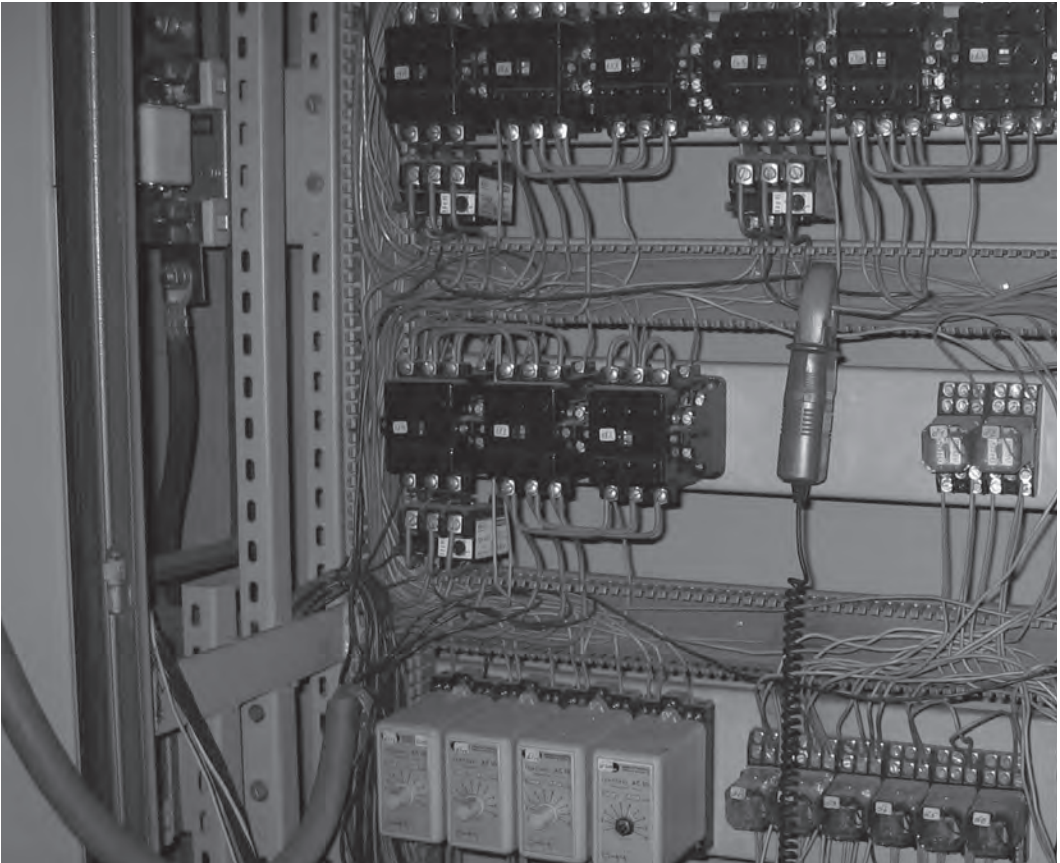
Indirektne emisije CO₂ koje su posljedica korištenja električne energije ili toplotne energije iz javne mreže računaju su prema izrazu:

$$EM = \frac{(EF \times B)}{10^6} \text{ [t]} \quad (9)$$

gdje je:

- EM = emisija CO₂ [t],
 EF = koeficijent koji povezuje potrošnju električne energije ili toplotne energije iz javne mreže s odgovarajućim emisijama CO₂ [gCO₂/kWh ili gCO₂/MJ],
 B = uštedjena količina korištenog energenta – u odnosu prema deklariranoj referentnoj potrošnji [kWh ili MJ].

U BiH ne postoji zvanična studija u kojoj je izračunat koeficijent koji povezuje potrošnju električne energije ili toplotne energije iz javne mreže s odgovarajućim emisijama CO₂. Za to je potrebno uraditi nacionalnu energetska bilansu o potrošnji goriva za proizvodnju toplotne energije u sistemima daljinskog grijanja u BiH, odnosno za električnu energiju na temelju energetskog bilansa triju elektroprivreda. Ta studija bi trebala uzeti u obzir stepen efikasnosti svih postrojenja i vrstu korištenih goriva. U izvještajima koji se bave ovom tematikom koriste se različite vrijednosti za električnu energiju. U ovom priručniku se koristi vrijednost 535g CO₂/kWh izračunata na osnovu činjenice da je u 2010. godini u BiH proizvedeno 7.946,20 GWh električne energije u termoelektranama i 7.868,80 GWh u hidroelektranama (Izveštaj o radu DERK-a u 2010. godini), procjene prosječnog stepena efikasnosti termoelektrana od 30% i koeficijenta emisije CO₂ za lignit.



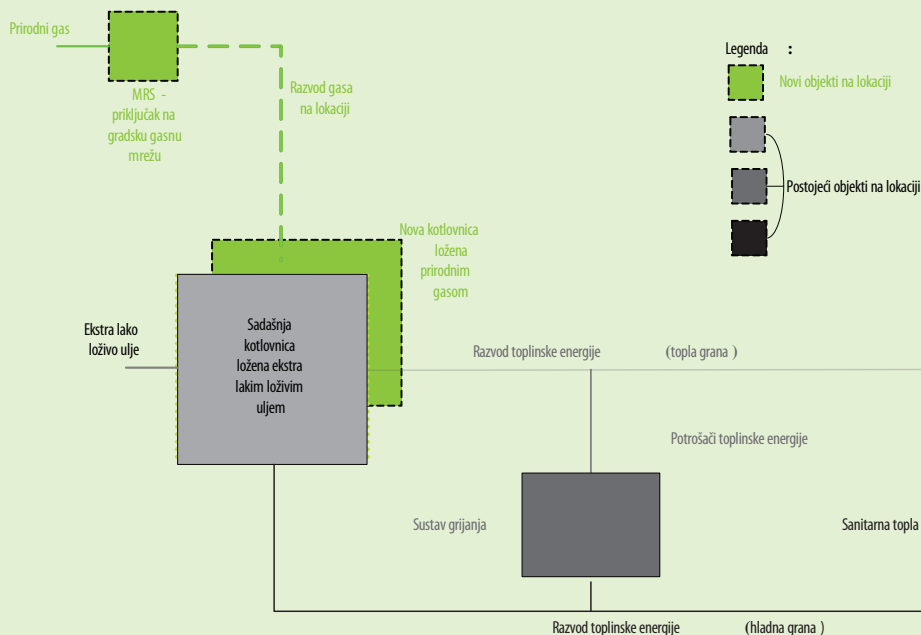
Pitanje 15: Kako bi trebao izgledati sažeti prikaz mjere zamjene energenta za proizvodnju toplotne energije analizirane Tokom općeg energetskeg pregleda – prirodni gas umjesto ekstra lakog loživog ulja?

TREKUTNO STANJE

- Za proizvodnju se toplotne energije za grijanje i pripremu sanitarne tople vode koristi ekstra lako Lož ulje.
- Godišnja potrošnja ekstra lakog loživog ulja za grijanje i pripremu sanitarne tople vode (E_{eltr}) iznosi **229.601 l/god.** odnosno **2.302,9 MWh/god.**
- Razvod i ogrjevna tijela su u odličnom stanju – rekonstruirano prije 11. mjeseci – termostatski ventili na radiatorima.
- Razvojem je infrastrukture na lokaciji postao dostupan i prirodni gas.
- Postojeća kotlovnica karakteristikama ne udovoljava zahtjevima Pravilnika o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje gasnih kotlovnica. .

OPIS MJERE

- Uvođenje prirodnog gasa umjesto ekstra lakog loživog ulja kao energenta za proizvodnju toplotne energije.



Slika P-2: Pojednostavljena shema toplotnog sistema na lokaciji – buduće stanje označeno zelenom bojom

INVESTICIJA

Temeljem dobivenih ponuda od strane mogućih izvođača radova određena je visina investicije u iznosu od 2.505.000 KM

Stavke investicije:

- Mjerno redukcijska stanica (MRS).
- Elektrostrojarska oprema kotlovnice (kotao, plamenik, optočne pumpe, miješajući ventil, gasni priključak, detekcija za gas, elementi dimnjaka) uz troškove demontaže stare i ugradnje nove mašinske opreme.
- Vanjska gasna mreža – PEHD.
- Unutarnja gasna mreža – čelik.
- Neophodni građevinski radovi i rekonstrukcije.
- Projekti za MRS, gassku mrežu, kotlovnice.

PRORAČUNSKE PRETPOSTAVKE

- Energetska vrijednost prirodnog gasa dostupnog na lokaciji iznosi 33.338,35 kJ/m³.
- Ugrađuju se dva niskotemperaturna kotla kaskadno regulirana ukupne snage 1.000 kW.
- Prelaskom na prirodni gas i instalacijom nove opreme ostvarit će se poboljšanje u efikasnosti proizvodnje toplotne energije u iznosu od 5%. (Buduća potrošnja = 0,95 x EeJ)
- Pretpostavljeno je poskupljenje prirodnog gasa u iznosu od 33% u odnosu na trenutnu cijenu (1,46 KM/m³ umjesto trenutnih 1,12KM/m³, tj.
- 0,16KM/kWh umjesto 0,12 KM/kWh)
- Prosječna cijena ekstra lakog loživog ulja (ref. godina uz projekciju povećanja cijene od 5% godišnje u narednih pet godina) iznosi 2,36 KM/l

UŠTEDE

- **Ušteta u energiji (S_E):** $S_E =$ Utrošena energija uz loženje ekstra lakog loživog ulja $\times 0,05 = E_{ellu} \times 0,05 = 115,1$ MWh/god.
- **Ušteta u novcu (S_N):** $S_N =$ Troškovi za ekstra lako Lož ulje – Troškovi za prirodni gas = 541.858 KM/ god. - 368.464 KM/god. = 173.394 KM/god
- **Uštete u emisijama CO₂ (S_{EM}):** $S_{EM} =$ Emisije CO₂ kao posljedica korištenja ekstra lakog loživog ulja – Emisije CO₂ kao posljedica korištenja prirodnog gasa [5] = **18,7 t CO₂/god.**
- **Jednostavni period povrata investicije (JPP): 3,36 god.**

4.6 IZRADA ZAVRŠNOG IZVJEŠTAJA

Rezultati se energetskog pregleda klijentu dostavljaju u formi tehničkog izvještaja. U izvještaju ukralo trebaju biti obrađene sve faze kroz koje se prolazi prilikom provođenja bilo općeg ili detaljnog energetskog pregleda ali se poseban naglasak stavlja na prijedlog mjera za poboljšanje efikasnosti potrošnje energije i vode. U slučaju detaljnog energetskog pregleda ovo izvještaj se često naziva i Investicijska studija.

Pitanje 16: Koje su sve informacije potrebne za izradu završnog izvještaja tokom provođenja općeg energetskog pregleda?

Osnovne informacije o zgradama na lokaciji

- Tlocrt lokacije s rasporedom objekata
- Radno vrijeme – broj smjena
- Broj djelatnika po smjenama
- Klimatološki podaci o lokaciji

Podaci o potrošnji energije, vode te aktivnosti na lokaciji

- Podaci o potrošnji energije i vode
- Podaci o tarifnom sustavu za sve energente
- Podaci o dostupnim energentima na lokaciji
- Podaci o aktivnostima koje se obavljaju na lokaciji i mjerljivim rezultatima tih aktivnosti
- Podaci o prethodno poduzetim mjerama energetske efikasnosti

Razumijevanje aktivnosti koje se odvijaju na lokaciji i ocjena prakse gospodarenja energijom

- Opis i razumijevanje aktivnosti koje se odvijaju na lokaciji
- Povezana potrošnja energije i vode s rezultatima aktivnosti
- Ocjena trenutne prakse gospodarenja energijom

Prepoznavanje energetskih troškovnih centara i analiza potrošnje energije i vode po glavnim grupama potrošača

- Sistem opskrbe (uključen razvod do finalnih potrošača i analiza održavanja, načina vođenja i regulacije opreme te mjerenja):
 - Elektroenergetski sustav
 - Sistem za proizvodnju rashladne energije
 - Sistem za proizvodnju toplinske energije
 - Vodovodni sustav
- Sistem konačne potrošnje (uključena analiza održavanja, načina vođenja i regulacije opreme te mjerenja u pogonu)
 - Klimatizacija
 - Elektromotorni pogoni
 - Električna rasvjeta
 - Ostali uređaji i oprema

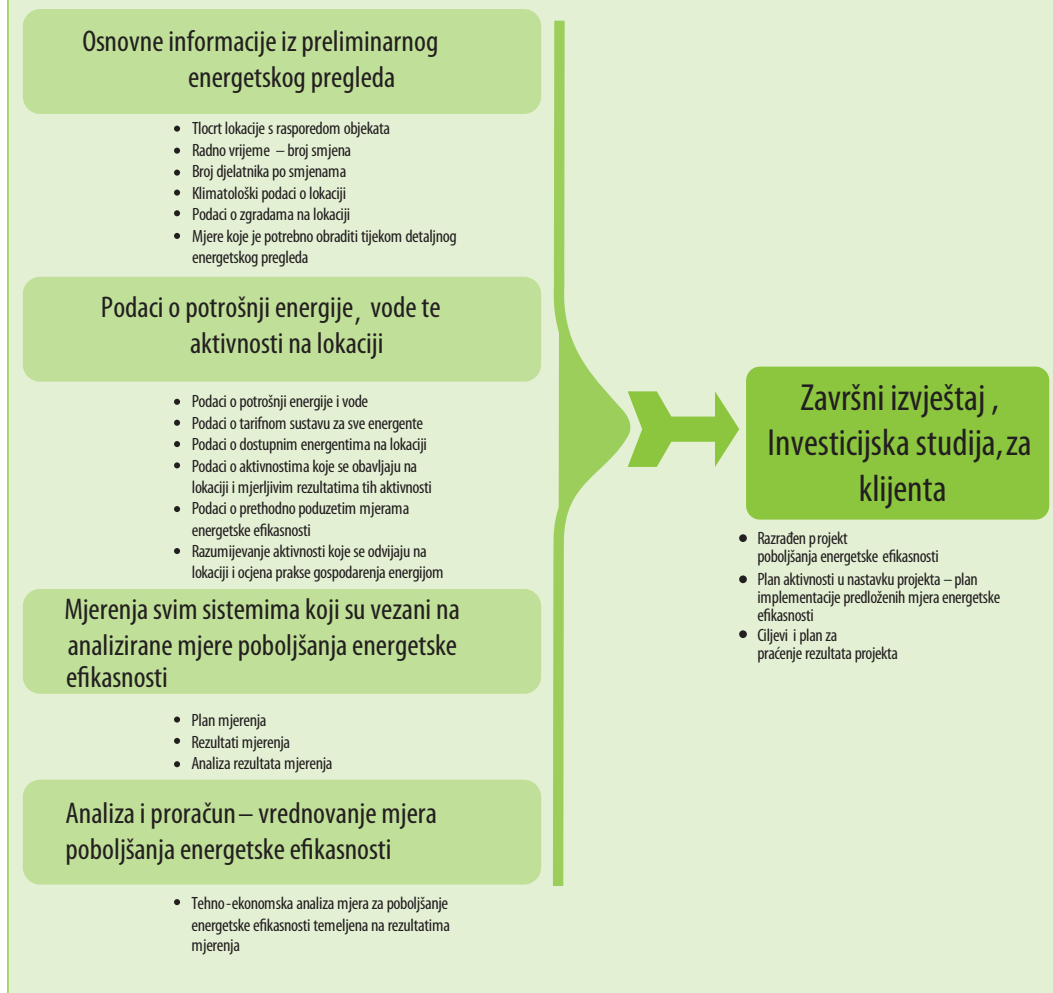
Analiza i proračun – vrednovanje prepoznatih potencijala za uštede

- Prepoznati potencijali za uštede u energiji i vodi
- Tehno-ekonomska analiza prepoznatih potencijala za uštede

Završni izvještaj za klijenta

- Lista prioriteta mjera energetske efikasnosti koje je potrebno dodatno analizirati u detaljnom energetskom pregledu
- Plan aktivnosti u nastavku projekta – plan provođenja detaljnog energetskog pregleda

Pitanje 17: Koje su sve informacije potrebne za izradu završnog izvještaja, Investicijske studija tokom provođenja detaljnog energetskog pregleda?



4.6.1 Sadržaj završnog izvještaja

Format i sadržaj izvještaja o obavljenom općem ili detaljnom energetskom pregledu moraju korisniku omogućiti jednostavno i brzo uočavanje bitnih detalja. U tabeli 6. dan je prijedlog sadržaja izvještaja za opći energetski pregled s objašnjenima što bi trebalo biti obrađeno u pojedinim poglavljima. U izvještaju koje se odnosi na detaljni energetski pregled (Investicijska studija) nije potrebno ponavljati već izrečene činjenice iz izvještaja o obavljenom općem energetskom pregledu. **Glavni naglasak u Investicijskoj studiji treba staviti na analizirane mjere poboljšanja energetske efikasnosti koje su provjerene opsežnim mjerenjima na lokaciji.** Upravo su mjerenja glavna kvaliteta koju donosi detaljni energetski pregled pa kao priloge u Investicijsku studiju treba dodati plan mjerenja i kompletan pregled rezultata mjerenja.

Tabela 5: Sadržaj izvještaja o obavljenom općem energetsom pregledu

Poglavlje u izvještaju	Objašnjenje
Sažetak	Prilikom pisanja <i>Sažetka</i> potrebno je imati na umu da Uprava preduzeća koje je vlasnik ili korisnik zgrade donosi odluke ali i da članovi Uprave vrlo često nemaju vremena za čitanje dugih tehničkih izvještaja. U <i>Sažetku</i> je potrebno navesti ključne podatke iz izvještaja (pokazatelje potrošnje) te dati pregled analiziranih mjera u formi tabele s jasno istaknutim prijedlogom za nastavak aktivnosti. <i>Sažetak</i> ne bi trebao biti dulji od dvije stranice.
Popis slika, Tabela, korištenih kratica i definicija	Na ovaj se način korisniku omogućava brzi pregled svih slika i Tabela iz izvještaja te upoznavanje s korištenim kraticama i definicijama prije samog čitanja dokumenta.
Uvod	Na jednoj do dvije stranice potrebno je opisati lokaciju i sve objekte na koje se odnosi opći energetski pregled.
Analiza energetske svojstava svih objekata na lokaciji	U ovom se poglavlju predstavlja analiza energetske svojstava svih objekata na lokaciji. Pod analizom energetske svojstava se misli na analizu tehničkih karakteristika vanjske ovojnice zgrade, sistema grijanja, hlađenja, klimatizacije i ventilacije prostora, pripreme sanitarne tople vode, elektroenergetskog sistema te potrošnje sanitarne vode.
Potrošnja energije i vode te veza s aktivnostima na lokaciji	Ovo poglavlje izvještaja potrebno je podijeliti na više podpoglavlja koja sadržavaju: <ul style="list-style-type: none"> ▪ podatke o snabdjevačima energije i vode, ▪ podatke o utrošenim količinama energije i vode u referentnoj godini, ▪ podatke o vezi potrošnje energije i vode s aktivnostima na lokaciji, ▪ energijski i troškovnu bilansu, ▪ analizu potrošnje svakog od energenata te bilansu po ključnim potrošačima.
Emisije CO ₂ kao posljedica potrošnje energije	U ovom se poglavlju definiranoj referentnoj potrošnji energije pridružuju emisije CO ₂ .
Analizirane mjere za poboljšanje energijske efikasnosti	Ovo je ključno poglavlje izvještaja i u njemu moraju biti detaljno opisane sve razmatrane mjere za poboljšanje energijske efikasnosti. Svaka mjera treba biti u zasebnom podpoglavlju s naznakom da mjere koje su direktno povezane trebaju imati zajedničko podpoglavlje.
Zaključak i prijedlog plana za nastavak aktivnosti	Kroz <i>Zaključak</i> i <i>prijedlog plana za nastavak aktivnosti</i> klijentu je potrebno dati jasan savjet što treba poduzeti kako bi se realizirali prepoznati potencijali za poboljšanje energijske efikasnosti. Ovo poglavlje ne bi trebalo biti duže od dvije stranice.
Prilog 1. Sažeti prikaz analiziranih mjera poboljšanja energijske efikasnosti	Zbog ograničenosti veličine <i>Sažetka</i> potrebno je napraviti i dodatni ali detaljniji <i>Sažeti prikaz analiziranih mjera poboljšanja energijske efikasnosti</i> . Ovo poglavlje namijenjeno je osoblju koje je pročitalo cijelo izvještaj te naknadno želi na jednostavan način doći do svih karakteristika analiziranih mjera: veličini investicije, ocjeni složenosti, očekivanim uštedama u energiji i novcu, ekološkim dobicima u vidu smanjenja emisija CO ₂ te jednostavnom periodu povrata investicije

Važno je naglasiti kako je u sažetku Izvještaja potrebno napraviti tablicu u kojoj će biti predstavljeni ključni parametri proračuna (investicija, izračunate uštede i jednostavni period povrata investicije). Na ovaj se način Upravi preduzeća koje je vlasnik ili korisnik zgrade na pregledan način predstavljaju za njih najvažniji parametri svake od analiziranih mjera.

Tabela 6: Primjer tabličnog prikaza ključnih podataka u Sažetku izvještaja

RBr	Opis mjere	Trošak implementacije [KM]	Uštede [KM]	JPP [godina]
1.	Uspostava sistema za gospodarenje energijom	613.333	111.667	5,49
2.	Revitalizacija vanjske ovojnice i saniranje toplotnih mostova	945.833	57.500	16,45
3.	Rekonstrukcija sistema grijanja, zamjena energenata	640.278	190.833	3,36
4.	Revitalizacija sistema električne rasvjete	23.111	6.944	3,33
5.	Kompenzacija prekomjerno preuzete jalove energije	7.500	1.722	4,35
6.	Uspostava sistema za gospodarenje vodom (zatvoreni rashladni krugovi)	448.889	401.667	1,12
7.	Revitalizacija klimatizacijskog sistema, zamjena dotrajalih rashladnih kompresora	126.111	24.833	5,08
9.	Rekonstrukcija parionice i prelazak na indirektno parenje	64.278	20.139	3,19
UKUPNO		2.869.333	815.306	3,52





5. ZAKLJUČAK

Energetski je pregled sistemski analiza potrošnje energije i vode u zgradi s ciljem utvrđivanja efikasnosti potrošnje, te pronalaženja i vrednovanja potencijala za ostvarivanje ušteda. Ključni su rezultat energetskog pregleda ekonomski opravdane mjere poboljšanja energijske efikasnosti koje se preporučuju za provođenje.

U analizi odnosa između aktivnosti u zgradi i potrošnje energije nikako se ne smije zanemariti ljudski faktor. Naime, unaprjeđenja efikasnosti potrebno je tražiti i na strani tehnologije (mašine i oprema) ali i na strani upravljanja opremom (ljudski faktor). Držeći se sistemskog pristupa konsultant analizira sve segmente potrošnje energije i vode, od ulaza i energetskih transformacija do neposredne potrošnje kroz aktivnosti koje se odvijaju u zgradi.

U zaključku želimo podsjetiti da je za provođenje bilo općeg ili detaljnog energetskog pregleda u zgradama ključno sljedeće:

- Dobro planiranje svih aktivnosti i pravovremena komunikacija s klijentom,
- Razumijevanje aktivnosti koje se odvijaju u objektima na lokaciji,
- Pravilno prepoznavanje mogućnosti poboljšanja energijske efikasnosti i
- Sistem i jasan prikaz rezultata i smjernica za nastavak aktivnosti kroz izvještaj koje se dostavlja klijentu.

Zanemarivanjem bilo kojeg od gore navedena četiri ključna koraka energetski pregled neće dati očekivane rezultate.

6. LITERATURA

- [1] *Master plan energetske učinkovitosti za Hrvatsku 2008. – 2016.*, UNDP Hrvatska i Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva Republike Hrvatske, 2007. Zagreb, dostupno na http://www.ee.undp.hr/images/stories/masterplan/EEEMP_final-hrv.pdf,
- [2] Požar, Hrvoje: *Osnove energetike 1*; Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- [3] Morvaj, Zoran; Gvozdenac, Dusan.: *Applied Industrial Energy and Environmental Management*, John Wiley & Sons, UK & IEEE Press, USA, 2008.
- [4] *Energija u Hrvatskoj 2006.*, Ministratsvo gospodarstva rada i poduzetništva Republike Hrvatske, Zagreb, 2007., dostupno na <http://www.mingorp.hr/> (31.8.2008.)
- [5] *GHG Project Monitoring and Verification Protocol*, UNGP – GEF Project No. CRO/00/G31/A/1G/99, Zagreb, 2007.
- [6] *United Kingdom: The Carbon Trust – Good Practice Guides (GPG) and Good Practice Case Studies (GPCS)* – dostupno na <http://www.carbontrust.co.uk/publications> (12.05.2009.)
- [7] *Intelligent Energy Europe - Library* – dostupno na <http://www.iee-library.eu> (12.05.2009.)
- [8] Morvaj, Zoran; Zanki, Vlasta; Lugarić, Luka; Čačić, Goran; Bogunović, Zoran.: *Energy management in cities: learning through change // Learning cities in a knowledge-based global society*: Conference proceedings. Milan: European Urban Research Association (EURA), 2008. (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad,znanstveni)
- [9] Morvaj, Zoran; Čačić, Goran; Lugarić, Luka.: *Gospodarenje energijom u gradovima*; Zagreb: Program Ujedinjenih naroda za razvoj, 2008 (priručnik).
- [10] Morvaj, Zoran; Čačić, Goran.: *Systematic resource management as a basis for sustainable development of cites // 12th European Urban Research Association (EURA) conference*, Madrid, 2009 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, stručni)
- [11] Morvaj, Zoran; Sučić, Boris.: *Priručnik za provođenje preliminarnih energetskih pregleda u industrijskim poduzećima*. Zagreb: Fakultet elektrotehnike i računarstva, 2009 (priručnik).

PRILOG 1: PRIMJER UPITNIKA ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA O POTROŠNJI ENERGIJE I AKTIVNOSTIMA NA LOKACIJI

Molimo popunjeni upitnik vratite e-mailom na slijedeću adresu: (*upisati e-mail adresu na koju želite dobiti popunjeni upitnik*) te sve skice, nacрте i sheme pošaljite poštom na slijedeću adresu (*upisati adresu na koju želite dobiti skice i sheme*)

OPĆI PODACI O Preduzeću KOJE JE VLASNIK ILI KORISNIK ZGRADE TE KONTAKT OSOBI

Naziv preduzeća: _____

Adresa preduzeća: _____

Ime kontakt osobe: _____

Položaj kontakt osobe: _____

Telefon: _____

Fax: _____

E-Mail: _____

Molimo u slijedećim odgovorima navedite podatke za prethodnu kalendarsku godinu

Broj zaposlenih: _____

Prosječan broj korisnika zgrade:

Ukupni godišnji promet: _____

Struktura vlasništva: _____

Ukoliko je dostupna dostavite nam skicu rasporeda objekta na lokaciji s naznakom planiranih proširenja

Primjer skice rasporeda objekta na lokaciji s naznakom planiranih proširenja

Ukoliko su dostupni dostavite nam nacрте svih objekta na lokaciji

AKTIVNOSTI NA LOKACIJI

- Ukrako opišite aktivnosti koje se odvijaju po objektima na lokaciji.

- Koliko iznose ukupni godišnji sati korištenja objekata? Molimo navedite radne dane u sedmici i da li imate kolektivni godišnji odmor tokom kojeg se prekidaju (zaustavljaju) aktivnosti na lokaciji?

- U koliko je smjena se koriste objekti?

- Navedite broj zaposlenika koji svakodnevno boravi po pojedinim objektima.

POTROŠNJA ENERGIJE I TROŠKOVI ZA ENERGIJU

Molimo Vas da nam poštom dostavite kopije računa za sve energente i vodu iz prethodne godine i proteklih mjeseci tekuće godine na adresu (*upisati adresu na koju želite dobiti kopije svih računa*).

GOSPODARENJE ENERGIJOM

- Da li postoji u Vašem preduzeću ili zgradi osoba koja je odgovorna za gospodarenje energijom?

NE DA, njezine dužnosti su:

kupovina energenata

nadzor i održavanje instaliranih uređaja

učinkovito gospodarenje energijom

- Da li se u Vašem preduzeću ili zgradi prati i analizira potrošnja energije?

NE DA

Ako je Vaš odgovor na ovo pitanje bio DA molimo navedite uz pojedini energent kako pratite njegovu potrošnju u odnosu na navedene aktivnosti:

D: dnevno T: sedmično M: mjesečno K: kvartalno P: polugodišnje G: godišnje

	Kontrola pristiglih računa	Očitavanje brojila	Analiza potrošnje
Električna energija			
Prirodni gas			
Lož ulje			
Kruta goriva			
Toplotna energija iz javne mreže			
Voda			
Ostali energenti (navesti)			

- Da li su u zadnje tri godine u Vašem preduzeću ili zgradi poduzete neke mjere i postupci vezani uz racionalno gospodarenje energijom?

 NE

 DA

(molimo navesti koje)

R.BR.	OPIS	UŠTEDA ENERGIJE	
		KOLIČINA	VRSTA

- Da li se prema Vašim saznanjima u naredne tri godine u Vašem preduzeću ili zgradi planira poduzeti neka od mjera vezana uz racionalno gospodarenje energijom?

 NE

 DA (molimo navesti koje)

R.BR.	OPIS	UŠTEDA ENERGIJE	
		KOLIČINA	VRSTA

- Kako ocjenjujete gospodarski prosperitet Vašeg preduzeća u naredne tri godine?

 porast

 održavanje postojećeg stanja

 pad

- Kako ocjenjujete udio troškova za energiju u ukupnim troškovima u Vašem preduzeću?

 malen

 umjeren

 visok

- Kako ocjenjujete značaj energije u Vašem preduzeću vezano uz ekološke standarde?

 malen

 umjeren

 visok

- U kojem smjeru očekujete da će se kretati troškovi za energiju kroz naredne tri godine u Vašem preduzeću?

pad

troškovi će ostati na nivou dosadašnjih

porast

- Kako ocjenjujete koliki je potencijal ušteda u energiji u Vašem preduzeću? (odnosi se na postotak ukupnih trenutnih troškova za energiju)

< 10%

10-20%

20-30%

> 30%

- Na kojim mjestima procjenjujete da postoje potencijali za primjenu mjera energijske učinkovitosti u Vašem preduzeću?

- Koje su barijere za primjenu mjera energijske učinkovitosti u Vašem preduzeću?

Energija je samo sekundarna sirovina

Nedostatak mogućnosti finansiranja takvih projekata

Nepostojanje interesa/svijesti za takove projekte

Nedostatak tehničkog znanja za izvedbu takovih projekata

Nedovoljan broj osoblja

Slaba mogućnost pristupa novim tehnologijama

PODACI O OBJEKTIMA NA LOKACIJI

- U tablicu unesite tražene podatke odvojeno za svaki objekt na lokaciji.

Oznaka objekta i osnovna namjena (npr. Zgrada 4 – Zavod za kemiju, molimo opisati):						
Radno vrijeme, vrijeme korištenja objekta:						
Godina završetka izgradnje:						
Ukupna površina prostora unutar objekta:						
Visina stropa [m]:						
Broj katova:						
Godina zadnje obnove objekta:						
Što je obnovljeno (npr. krovšte, prozori itd.):						
Visina objekta [m]:						
Površina tlorisa objekta [m ²]:						
Ukupna površina prozora na vanjskim pročeljima objekta [m ²]:						
Referentna unutarnja temperatura zraka u objektu u sezoni grijanja, [°C]:						
Referentna unutarnja temperatura zraka u prostoriji u sezoni hlađenja, [°C]:						
Način ventiliranja prostorija, (npr. centralni sistem - ventilatori):						
Konstruktivske karakteristike	Materijal beton, puna opeka, šuplja opeka, ...	Ukupna debljina [cm]	Debljina sloja toplotne izolacije [cm]	Površina konstrukcije [m ²]	Koeficijent prolaska topline U [W/m ² K]	Napomena
Vanjski zid sjever						
Vanjski zid jug						
Vanjski zid istok						
Vanjski zid zapad						
Strop prema negrijanom potkrovlju/ tavanu						
Zid prema negrijanom prostoru						

	Izvedba ostakljenja npr. trostruko izo-staklo s gas. i low premazom (ako je više različitih tipova navesti površine za svaki tip odvojeno)	Okvir ostakljenja npr. drvo, aluminij, plastika itd.	Zaštita od sunca	Napomena
Sjeverno pročelje [m ²]				
Južno pročelje [m ²]				
Istočno pročelje [m ²]				
Zapadno pročelje [m ²]				
Koeficijent prolaska toplote prozora U [W/m ² K]				

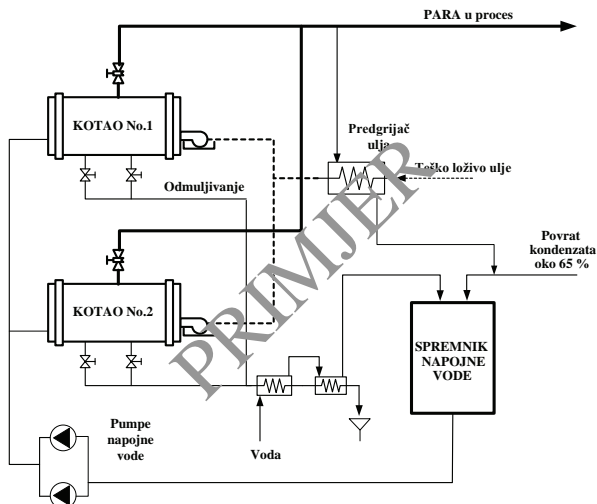
POSTROJENJA ZA Energijske Transformacije

Toplotna ENERGIJA

KOTLOVNICA

Molimo priložiti raspoloživu shemu kotlovnice.

Primjer sheme kotlovnice.



- U tablicu unesite tražene podatke o kotlovskom postrojenju. U slučaju da se na lokaciji više jedinica popunite tablicu odvojeno za svaku kotlovsku jedinicu.

Toplotna snaga kotla [kW_{th}]:	
Proizvođač kotla:	
Radno vrijeme (sezonski ili cijelu godinu):	
Tip kotla:	
Godina proizvodnje:	
Tip goriva (prirodni gas ili lož ulje, obvezno navesti tip loživog ulja koje se koristi):	
Godišnji sati rada kotla [h/god.]:	
Proizvođač plamenika kotla:	
Tip plamenika:	
Godina proizvodnje plamenika:	
Maksimalna snaga plamenika [kW_{th}]:	
Tip regulacije:	
Količina vode dodana su sistem [$\text{m}^3/\text{god.}$]	

- U koliko su na lokaciji instalirani parni kotlovi popuniti slijedeću tablicu.

Instalirani kapacitet [t/h]:	
Proizvođač kotla:	
Radno vrijeme (sezonski ili cijelu godinu):	
Tip kotla:	
Godina proizvodnje:	
Tip goriva (prirodni gas ili Lož ulje, obvezno navesti tip loživog ulja koje se koristi):	
Godišnji sati rada kotla [h/god.]:	
Proizvođač plamenika kotla:	
Tip plamenika:	
Godina proizvodnje plamenika:	
Maksimalna snaga plamenika [kW_{th}]:	
Tip regulacije:	
Količina vode dodana su sistem [$\text{m}^3/\text{god.}$]	
Tlak pare na izlazu iz kotla [kPa]:	
Temperatura pare na izlazu iz kotla [$^{\circ}\text{C}$]:	
Temperatura napojne vode na ulazu u kotao [$^{\circ}\text{C}$]:	
Temperatura zraka za izgaranje [$^{\circ}\text{C}$]:	
Temperatura goriva [$^{\circ}\text{C}$]:	

- U tablicu unesite tražene podatke o sadržaju dimnih gasova.

Temperatura dimnih gasova [°C]:	
CO ₂ :	
O ₂ :	
CO:	
N ₂ :	
Pretičak zraka:	

Toplotne podstanice (relevantno ako postoje na lokaciji)

- U tablicu unesite tražene podatke o toplotnim podstanicama. U slučaju da se na lokaciji togasa iz javne mreže preuzima na više mjesta popunite tablicu odvojeno za svako mjerno mjesto.

Toplotna snaga podstanice [kW _{th}]:	
Ugovorena snaga [t/h u slučaju pare odnosno MW]:	
Proizvođač izmjenjivača toplote i godina proizvodnje:	
Godina proizvodnje:	
Tip automatike:	
Godina izgradnje/rekonstrukcije toplotne podstanice:	

Razvod toplotne energije na lokaciji

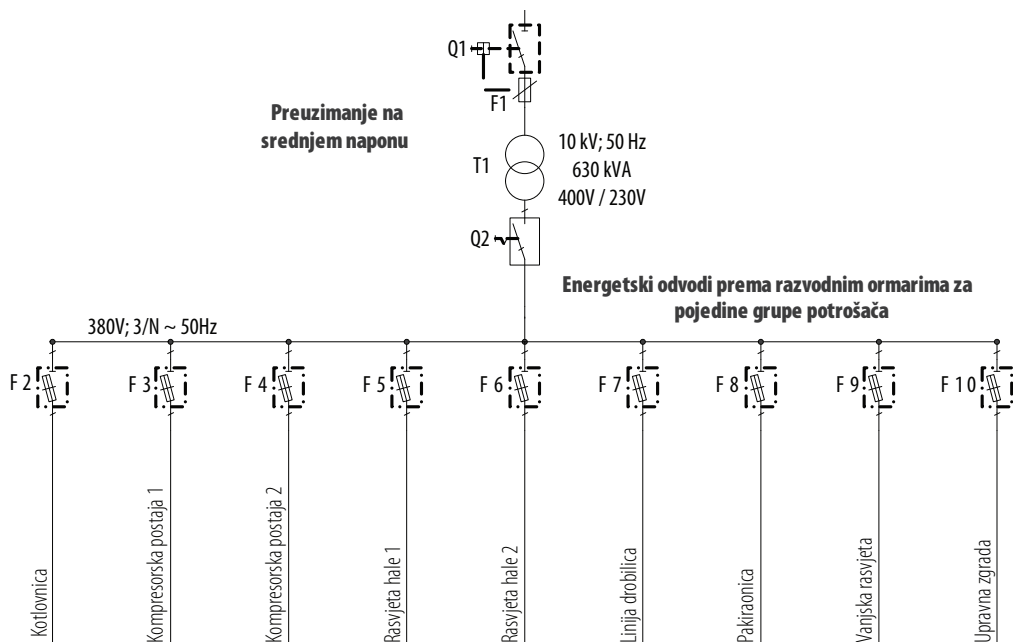
- U tablicu unesite tražene podatke o razvodu toplotne energije na lokaciji. U slučaju da na lokaciji postoji više grana razvoda toplotne energije u tablicu unesite podatke za svaku granu.

Broj grana cijevnog razvoda toplotne energije na lokaciji:	
Duljina svake grane cijevnog razvoda toplotne energije na lokaciji [m]:	
Promjer grane cijevnog razvoda toplotne energije [m]:	
Vrsta izolacije:	
Debljina izolacije:	
Godina puštanja u pogon cijevnog razvoda toplotne energije:	
Godina zadnje veće rekonstrukcije cijevnog razvoda:	
Navesti što je rekonstruirano Tokom zadnje veće rekonstrukcije:	

ELEKTRIČNA ENERGIJA

Molimo priložiti jednopolnu shemu razvoda električne energije na lokaciji.

Primjer jednopolne sheme razvoda električne energije.



- U tablicu unesite tražene podatke o elektroenergetskom sistemu na lokaciji. U slučaju da se na lokaciji nalazi više mjesta preuzimanja električne energije popunite tablicu odvojeno za svako mjesto preuzimanja.

Naponska nivo na kojoj se preuzima električna energija [kV]	
U slučaju preuzimanja na srednjenaponskoj nivou potrebno je navesti:	
Broj transformatorskih stanica	
Broj transformatora po transformatorskoj stanici	
Instalirani kapacitet po transformatoru [kVA]	

VODA

Na koliko mjesta se preuzima voda iz javne vodovodne mreže?

- Da li se voda koristi za hlađenje u otvorenim rashladnim krugovima?
- Koji je promjer ulaznog cjevovoda?
- Da li postoji regulacija tlaka?
- Kolika je duljina [m] vodovodne mreže na lokaciji?
- Od kojeg su materijala napravljene vodovodne cijevi? Navesti tip materijala i duljinu cjevovoda u metrima.

POTROŠNJA KRAJNJIH (NEPOSREDNIH) POTROŠAČA

- U tablicu unesite tražene podatke o sistemu grijanja prostora.

Način grijanja prostora (radijatorski/ventilokonvektorski/ infracrvene grijalice/toplozračno grijanje):	
Broj grana razvoda:	
Broj grijaćih elemenata (radijatora/ventilokoventora) po granama:	
Tip radijatora (čelični/aluminijski):	
Tip automatike temperature u prostoru:	
Radno vrijeme (sezonski ili cijelu godinu):	
Godišnji sati rada [h/god.]:	

- U tablicu unesite podatke o svim električnim uređajima instaliranim u preduzeću koji imaju električnu snagu veću od 1 kW. Također, potrebno je unijeti podatke i o svim računalima i pisačima koji su instalirani ali bez oznake za instaliranu snagu te podatke o svim električnim bojlerima i grijalicama pa čak i ako je njihova instalirana snaga manja od 1 kW.

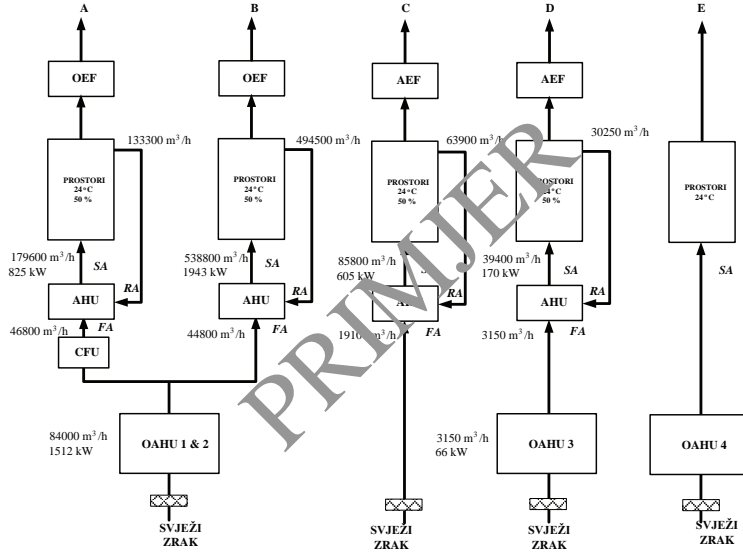
Električni uređaji			
Naziv uređaja (npr. električna grijalica)	Instalirana snaga [kW]	Procijenjeno dnevno vrijeme rada uređaja (npr. 1 sat 5 dana u sedmici ili 2 sata dnevno od oktobra do aprila)	Oznaka zgrade ili objekta u kojem se uređaj nalazi (npr. upravna zgrada)

ZNAČAJNIJI POTROŠAČI

Sistem KLIMATIZACIJE/VENTILACIJE

Molimo priložiti shemu klimatizacijskog/ventilacijskog sistema na lokaciji.

Primjer sheme klimatizacijskog sistema na lokaciji.



- U tablicu unesite tražene podatke o klimatizacijskom/ventilacijskom sistemu.

Korišteni klimatizacijski/ventilacijski sistemi:	
Broj neovisnih sistema:	
Ukupni dimenzionirani protok zraka na izlazu [m³/h]	
Godina instalacije sistema:	
Broj kompresora:	
Proizvođač i tip kompresora:	
Instalirana snaga elektromotora po kompresorima [kW]:	
Godina proizvodnje i godina instalacije na lokaciji:	
Način hlađenja kompresora (npr. vodom hlađeni):	
Godišnje vrijeme rada (opis svih relevantnih faktora i karakteristika kao npr. promjena radnih uslova)	
Dnevno vrijeme rada (opis):	
Temperatura zraka [°C]	
Tip regulacije	

Sistem ELEKTRIČNE RASVJETE

- U tablicu unesite podatke o sistemu električne rasvjete na lokaciji.

Sistem električne rasvjete			
Tip izvora svjetlosti (npr. žarulja sa žarnom niti, fluorescentna žarulja, živina žarulja, natrijeva žarulja ili halogena žarulja)	Broj izvora svjetlosti po svjetiljci i snaga po svjetiljci (npr. za fluorescentne cijevi 2x36 W znači dvije cijevi u svjetiljci i svaka cijev ima 36 W)*	Procijenjeno dnevno vrijeme rada rasvjetnog tijela (npr. 1 sat 5 dana u sedmici ili 2 sata dnevno od oktobra do aprila)	Oznaka zgrade ili mjesta gdje se rasvjetno tijelo nalazi (npr. upravna zgrada ili vanjska rasvjeta)

*za fluorescentnu rasvjetu obavezno navesti ako se koriste elektroničke prigušnice jer će se u protivnom smatrati da se koriste magnetske.

HVALA NA SURADNJI!!!

PRILOG 2. PRIMJER SAGLASNOSTI ZA DOBIVANJE PODATAKA O POTROŠNJI ENERGIJE ILI VODE DIREKTNO OD DOBAVLJAČA

Upisati naziv firme ili institucije u kojoj se obavlja energetska pregled

Adresa firme ili institucije

Matični broj firme ili institucije

Predmet: Saglasnost za dobivanje podataka o potrošnji (*Upisati energent za koji se traži saglasnost: električna energija, prirodni gas, ukapljeni naftni gas, koks, ugalj, voda itd.*) direktno od isporučitelja

SAGLASNOST

Upisati naziv firme ili institucije koja obavlja energetska pregled dajemo saglasnost da se u naše ime smije obratiti Upisati naziv firme koja je isporučitelj traženog energenta u cilju dobivanja podataka o potrošnji Upisati traženi energent za sva mjerna mjesta za koja račune plaća Upisati naziv firme ili institucije u kojoj se obavlja energetska pregled za razdoblje od Upisati početni datum do Upisati završni datum.

Saglasnost se smije koristiti jednokratno za dobivanje gore navedenih podataka u cilju provođenja energetske pregleda i u druge svrhe se ne smije upotrebljavati.

Predsjednik Uprave ili Direktor:

Upisati ime, prezime i titulu predsjednika Uprave ili direktora firme ili institucije u kojoj se obavlja energetska pregled

PRILOG 3. PRIMJER DOPISA U ČIJEM SE PRIVITKU DOSTAVLJA PLAN AKTIVNOSTI TOKOM POSJETA LOKACIJI

Upisati naziv firme ili institucije koja obavlja opći energetska pregled

Adresa tvrtke/institucije

Matični broj tvrtke/institucije

Upisati mjesto i datum

Predmet: Posjet lokaciji u cilju obavljanja općeg energetska pregleda – plan aktivnosti

Poštovani/a gospodine/gospođo (*Upisati ime i prezime nominirane kontakt osobe iz firme u kojoj se obavlja opći energetska pregled*),

Prema zaključcima današnjeg telefonskog razgovora dostavljamo Vam prijedlog plana aktivnosti tokom posjeta Vašem preduzeću u sklopu općeg energetska pregleda. Uvjeravamo Vas da niti jedna od naših aktivnosti neće remetiti Vaš rad. Posjet smo planirali (*upisati datum posjeta*) s počekom (*upisati točno vrijeme dolaska na lokaciju*). Molimo Vas da nam tokom posjeta lokaciji osigurate sastanak s Predsjednikom Uprave/Direktorom Vašeg preduzeća. Naime, za uspjeh projekata energetska efikasnosti ključna je informiranost i potpora Uprave preduzeća. Također, molimo Vas da o našem posjetu informirate i odgovorne osobe zadužene za energetiku i održavanje koje bi uz Vas trebale biti naša pratnja tokom pregleda objekata na lokaciji. Od zaposlenika naše tvrtke/institucije posjetu će nazočiti (*upisati imena i prezimena te funkcije zaposlenika tvrtke/institucije koji će obavljati aktivnosti općeg energetska pregleda na lokaciji*).

Ukoliko budete imali bilo kakvih problema prilikom organizacije našeg posjeta molimo Vas kontaktirajte nas bez zadržke.

S poštovanjem,

Upisati ime i prezime voditelja/ice općeg energetska pregleda

Voditelja/ica projekta

Prilog: Plan aktivnosti tokom posjeta (*upisati ime firme u kojoj se obavlja opći energetska pregled*) u cilju obavljanja općeg energetska pregleda

PRILOG 4. TIPIČNE MJERE ZA POBOLJŠANJE ENERGIJSKE EFIKASNOSTI

Sistem za proizvodnju toplotne energije

Tipične mjere - analizirati
Zamjena starih kotlova s novijim i efikasnijim.
Stanje i održavanost opreme.
Poboljšanje sistema izgaranja.
Regulacija rada u ovisnosti o vanjskoj temperaturi
Korištenje otpadne toplote iz dimnih gasova.
Mogućnosti i potrebe za frekventnom regulacijom pomoćnih elektromotornih pogona (pumpe i ventilatori).
Zamjena predimenzioniranih kotlova s manjim i pogonu prilagođenim jedinicama.
Popravlak izolacije uređaja kako bi se gubici konvekcije i zračenja sveli na najmanju moguću mjeru.
Stanje sistema pripreme napojne vode.
Istražiti mogućnost rada na što je moguće nižoj temperaturi i sa što manje oscilacija u radu.
Izolirati rezervoare za tekuća goriva kako bi se smanjila potrebna energija za predgrijavanje.
Isplativost prelaska na korištenje biomase za proizvodnju toplotne energije.
Parni sistemi – povrat kondenzata.
Racionalizacija sistema razvoda – eliminiranje grana koje se ne koriste.
Isplativost rekonstrukcije izolacije cjevovoda.
Regulacija temperature u prostoru – termostati, zoniranje.
Čišćenje ogrjevnih tijela te eventualno uklanjanje opreme i materijala kojom su ograđena.

Sistem za ventilaciju/klimatizacije

Tipične mjere - analizirati
Stanje i održavanost opreme za proizvodnju, razvod i predaju rashladne energije.
Zamjena starih uređaja s novijim i efikasnijim.
Iskorištenje otpadne toplote rashladnih agregata.
Zamjena predimenzioniranih uređaja manjim i pogonu prilagođenim.
Isplativost rekonstrukcije izolacije svih cjevovoda.
Mogućnosti i potrebe za frekventnom regulacijom pogona.
Optimiranje vođenja procesa klimatizacije – smanjenje vremena rada sistema.
Ventiliranje prije početka radnog vremena - u vrijeme niže tarife za preuzimanje električne energije.
Ugradnja dvostrukih automatskih vrata na ulaze za vozila ili drugu vrstu dostave materijala i opreme u klimatizirani prostor.
Iskorištavanje otpadne toplote koja se ventilacijskim sistemom izbacuje iz prostora.

Elektroenergetski sistem

Tipične mjere - analizirati
Opterećenost transformatora – samo za preuzimanje na srednjenaponskoj nivou.
Upravljanje vršnim opterećenjem.
Kvaliteta električne energije.
Kompenzacija jalove snage.
Stanje i održavanost elektromotornih pogona.
Optimiranje rada elektromotornih pogona – što je moguće kraći rad u praznom hodu.
Zamjena predimenzioniranih uređaja s manjim i pogonu prilagođenim.
Isplativost ugradnje uređaja za frekventnu regulaciju elektromotora koje karakterizira promjenjivost opterećenja.
Ispravnost upuštanja – vrsta spoja elektromotora, meki upuštač.
Isplativost visokoefikasnih elektromotora u pogonima koje karakterizira veliki broj radnih sati te konstantan teret kroz godinu.
Stanje i održavanost sistema električne rasvjete.
Optimiranje sistema električne rasvjete (maksimiziranje korištenja dnevnog svjetla, senzori u prostoru, zoniranje rasvjete itd.).
Isplativost zamjene postojećih izvora svjetlosti s novim, visokoefikasnim izvorima svjetlosti te svjetiljkama s kvalitetnijom optikom.

Bilješke

