

# ENERGETSKI PREGLEDI

## UVOD

Zgrada je građevina s krovom i zidovima u kojoj se koristi energija radi ostvarivanja određenih termičkih parametara sredine, namenjena za kraći ili duži boravak ljudi, obavljanju neke delatnosti (obavljanje neindustrijskih usluga, kulturnih i sportskih manifestacija, obrazovanja itd.), a sastoji se od građevinskih elemenata, tehničkih sistema i uređaja i ugrađene opreme. Zgrada se može odnositi na zgradu kao celinu ili na njene delove koji su projektovani ili namenjeni za zasebno korišćenje i odvojeni termičkim omotačem od ostalih delova zgrade.

Zgradarstvo kao energetska sektor čini veliki broj malih potrošača, koji posmatrano agregatno koriste oko 40% primarne energije na svetskom nivou (u Srbiji danas oko 45%).

U odnosu na industriju manji broj različitih tipova energetske transformacije je zastupljen u zgradarstvu. Na primer, u gradovima se u zgradama često koristi daljinsko grejanje ili električna energija ili eventualno neki od drugih oblika energije koja se lokalno ili centralno transformiše u toplotnu, a u poslednje vreme i u rashladnu energiju.

Zgrade predstavljaju dinamičan sistem, jer energetske performanse su promenljive, upotrebljeni materijali vremenom menjaju svoje termičke karakteristike, korišćenje objekta nije sasvim predvidivo i često se dešavaju po prirodi različite promene, klimatski uslovi su promenljivi, uvode se sve strožiji zdravstveni standardi itd. Sve to usložnjava energetska analizu zgrade kao celine i upućuje na neophodnost sveobuhvatnog i struktuiranog pristupa.

Najnoviji trendovi u ovoj oblasti insistiraju na povećanju energetske efikasnosti energetske sistema, energetska efikasnom korišćenju zgrade, korišćenju obnovljivih izvora energije (biomasa, sunce, vetar i dr.), smanjenju gubitaka toplote poboljšanjem toplotne zaštite spoljnih elemenata, projektovanjem uz uslov povoljnog odnosa spoljne površine i zapremine zgrade, povećanjem toplotnih dobitaka u grejnoj sezoni povoljnom orijentacijom zgrade i pasivnim korišćenjem solarne energije, upotrebom građevinskih materijala koji nisu štetni po životnu sredinu itd.

Važnost ove tematike proizilazi iz činjenice da je procentualno učešće zgrada u ukupnoj potrošnji energije u Srbiji danas oko 45%, a između 50% i 60% je učešće domaćinstava u potrošnji električne energije. Ova tema je u prvom planu današnje globalne brige o promeni klime i nalaženju mogućih načina za uspostavljanje održivog razvoja. To je u svetu tema broj 1, o kojoj se raspravlja u profesionalnim organizacijama (npr. KGH asocijacije, inž. komore...), među energetičarima, političarima kao i na najvišim međunarodnim nivoima. Smanjenje potrošnje energije i sprečavanje njenog rasipanja spadaju u osnovne ciljeve Evropske unije koja je poboljšanje energetske efikasnosti podigla na obavezni nivo. S obzirom na učešće u potrošnji energije koje u zemljama EU iznosi 40%, ocenjeno je da su zgrade najznačajniji potencijal za smanjenje potrošnje.

EU 2002. godine donosi akt o obezbeđenju smanjenja potrošnje energije, čiji je ključni deo Direktiva o energetska efikasnosti zgrada (EPBD - Energy Performance Building Directive). Direktiva propisuje svim zemalja EU da poboljšaju svoje propise o energetska osobinama zgrada, da utvrde programe za sertifikaciju energetska objekata kao i da sve zemlje uvedu obaveznu inspekciju kotlova i klimatizacionih uređaja. Zahtev EU je bio velik izazov za zemlje članice i odlična prilika da se mobiliju svi kapaciteti u domenu zgradarstva, a posebno stručnjaci za KGH zemalja članica.

Poslednja odluka EU je da se do 2020. godine smanji potrošnja primarne energije za 20% kao i emisija ugljen-dioksida. I da učešće obnovljivih izvora bude najmanje 20%. U Srbiji je krajem 2009. godine donet Zakon o planiranju i izgradnji, u kome se u članu 4 govori o unapređenju energetske efikasnosti zgrada. Objekat mora biti projektovan, izgrađen, korišćen i održavan na način kojim se obezbeđuju propisana energetska svojstva. A ta svojstva utvrđuju se davanjem sertifikata o energetska svojstvima objekta koji izdaje ovlašćena organizacija za izdavanje ovih sertifikata. Sertifikat o energetska svojstvima objekta čini sastavni deo tehničke dokumentacije koja se prilaže zahtevu za izdavanje upotrebne dozvole. S obzirom na ovaj Zakon i njegov deo koji se odnosi na energetske zahteve, može se reći da naša zemlja u pogledu Direktive ne zaostaje mnogo za članicama EU.

# ENERGETSKI PREGLEDI U ZGRADARSTVU

## POJMOVI I DEFINICIJE

Energetski pregled (en. energy audit) je veoma važan proces čiji je cilj povećanje nivoa energetske efikasnosti nekog objekta ili grupe objekata kao jedinstvene celine, što za posledicu može imati smanjenje troškova za energiju i energente kao i za potrebe održavanja energetske sistema, povećani komfor i koristi za životnu sredinu. Energetski pregledi se mogu primenjivati u objektima ili organizacijama industrijskog, komercijalnog, javnog i stambenog sektora.

Zakon o efikasnom korišćenju energije Republike Srbije definiše energetski pregled i izveštaj o energetskom pregledu na sledeći način:

„Energetski pregled jeste sistematska procedura za pribavljanje potrebnih podataka i saznanja o postojećem nivou i načinu proizvodnje, prenosa, distribucije i upotrebe energije objekta, proizvodnog procesa, privatnih i javnih usluga, pomoću kojih se utvrđuju i kvantifikuju mogućnosti za ekonomski isplativo, efikasno korišćenje energije“.

„Izveštaj o energetskom pregledu jeste pisani izveštaj koji nakon sprovedenog energetskog pregleda, podnose ovlašćeni energetski savetnici, a koji pored analize energetske efikasnosti postrojenja, odnosno objekta sadrži tehno-ekonomsku analizu mogućnosti povećanja energetske stepena korisnosti postrojenja, odnosno mogućnosti poboljšanja energetske svojstava objekta, opravdanosti kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije, upotrebe obnovljivih izvora energije, toplotnih pumpi, smanjenja emisije CO<sub>2</sub> i drugo“.

U smislu ovog zakona, energetska efikasnost se definiše kao „odnos između ostvarenog rezultata u uslugama, dobrima ili energiji i za to utrošene energije“, a efikasno korišćenje energije kao „korišćenje energije za kvalitetno obavljanje odgovarajućih aktivnosti i pružanje usluga na način kojim se postiže minimalna potrošnja energije, u okviru tehničkih mogućnosti savremenih postrojenja, opreme i uređaja“.

Još jedan važan proces u vezi sa energetskim pregledom i povećanjem energetske efikasnosti jeste energetska revizija, koja se prema pomenutom zakonu definiše kao „sistematska procedura koja za cilj ima proveru rezultata energetskog pregleda i efekata u pogledu unapređenja energetske efikasnosti i sprovođenje drugih analiza i mera“.

Proces sprovođenja energetskog pregleda ima jednostavan redosled koraka, od kojih se neki, po potrebi, mogu iterativno ponavljati. U Republici Srbiji, zahtevi, obaveze, koraci, rezultati i svojstva kvalitetnog energetskog pregleda definisani su standardom SRPS EN 16247, koji se primenjuje u organizacijama industrijskog, komercijalnog, javnog i stambenog sektora, izuzev individualnih privatnih objekata za stanovanje. Deo 1 ovog standarda je opšti, dok se Deo 2 odnosi na energetske preglede zgrada.

Standard SRPS EN 16247-1:2014 definiše energetski pregled na veoma sličan način kao Zakon o efikasnom korišćenju energije:

„Energetski pregled jeste sistematsko kontrolisanje i analiza korišćenja i potrošnje energije neke lokacije, zgrade, sistema ili organizacije, sa ciljem da se identifikuju energetski tokovi i mogućnosti za poboljšavanja energetske efikasnosti i izveštavanje o tome“.

Prema ovom standardu, vršilac energetskog pregleda (en. energy auditor) jeste „pojedinac, grupa ljudi ili telo koje sprovodi energetski pregled“.

U pomenutom standardu, energetska efikasnost se definiše kao „odnos ili druga kvantitativna veza između izlazne performanse, usluge, robe ili energije i ulazne energije“. Merljivi rezultati u vezi sa energetskom efikasnošću, korišćenjem energije i potrošnjom energije nazivaju se energetskim performansama (en. energy performance), a kvantitativne vrednosti ili mere energetske performansi su njihovi pokazatelji.

Dakle, pored prikupljanja i analize podataka o potrošnji energije, tj. trenutnom stanju, energetski pregled obuhvata identifikaciju i kvantifikaciju mogućnosti za poboljšavanja energetske efikasnosti.

Termin „energetski pregled“ ima nešto drugačije, uže značenje u Pravilniku o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada, gde njegova definicija glasi:

„Energetski pregled zgrade jeste postupak koji se sprovodi radi utvrđivanja energetskih svojstava zgrade i nivoa usklađenosti tih svojstava sa propisanim zahtevima.“

Kada je reč o zgradama, energetski pregled može da se vrši za jednu ili više zgrada, ali i za delove zgrade ili neki tehnički sistem. Energetski pregled zgrada može da obuhvata omotač zgrade, sisteme grejanja, hlađenja, ventilacije, klimatizacije, pripreme sanitarne tople vode, transporta (npr. liftove), osvetljenja, kao i razne, pre svega električne, aparate i uređaje. Pri vršenju energetskog pregleda, neophodno je uzeti u obzir sve relevantne faktore koji utiču na potrošnju energije: klimatske uslove, karakteristike omotača zgrade, termičke parametre unutar zgrade, karakteristike i način korišćenja tehničkih sistema, procese koji se odvijaju u zgradi, ponašanje i aktivnosti korisnika itd.

Energetski pregled zgrade podrazumeva analizu energetskih svojstava zgrade, kao i analizu sistema u zgradi u kojima se koristi, troši ili proizvodi energija, a sve u cilju određivanja efikasnosti potrošnje energije kao i davanje preporuka, odnosno definisanja mera za povećanje energetske efikasnosti. Ove preporuke se prevashodno odnose na poboljšanja termičkog omotača zgrade, unapređenja u radu ili zamenu termotehničkih sistema i njihovih sastavnih komponenata, unapređenja sistema osvetljenja, zamenu električnih aparata i uređaja, promenu korišćenih energenata, korišćenje obnovljivih izvora energije itd. Za svaku pojedinačnu meru ili paket mera neophodno je utvrditi koliko bi se energije uštedelo, koji je nivo investicija u predložena poboljšanja, kao i vreme za koje bi se investicija isplatila.

## **KLASIFIKACIJA ENERGETSKIH PREGLEDA ZGRADA**

Energetski pregledi zgrada se mogu klasifikovati po raznim kriterijumima, a svakako je najznačajnija podela prema obimu, detaljnosti i ciljevima na: (1) preliminarne i (2) detaljne energetske preglede. Ostali kriterijumi po kojima ih je moguće razvrstavati su: starost zgrade, namena, kompleksnost sistema itd.

### **PRELIMINARNI ENERGETSKI PREGLED**

Preliminarni energetski pregled karakteristika objekata i energetskih tokova (Preliminary Energy Audit) je prvi korak pri proceni koliko energije troši objekat i gde su moguća mesta racionalizacije korišćenja energije kako bi se objekat učinio energetski efikasnijim. Dakle postupak treba da ukaže na probleme neracionalnog trošenja (rasipanja) energije i locira takva mesta. Radi se o jednostavnom, brzom i osmišljenom pregledu objekta koji uključuje analizu potrošnje energije i pruža uvid u stanje i energetsku efikasnost pregledanog objekta. Tokom postupka pregledaju se i analiziraju građevinski elementi objekta (prozori, vrata, zidovi, krov i sl), proverava se stanje i efikasnost sistema za grejanje i hlađenje i analiziraju se mogućnosti uštede vode i električne energije.

Preliminarni energetski pregled karakteristika objekata i energetskih tokova sastoji se od sledećih aktivnosti, koje se mogu proširivati u zavisnosti od specifičnih zahteva i namene objekta:

1. Upoznavanje s postojećom dokumentacijom objekta i prvi obilazak prostora,
2. Prikupljanje računa za potrošenu energiju po mogućstvu za poslednje 3 godine. Ovo podrazumeva prikupljanje svih podataka o nabavci energenata/energije i vodu u objektu. Pri tome treba prikupiti podatke o energiji izražene kako u fizičkim jedinicama karakterističnim za pojedine energente (kWh, tone, m<sup>3</sup> itd.) tako i u novčanim jedinicama. Naročito treba voditi računa da se pravilno evidentiraju tarife, načini i vremenska dinamika plaćanja za pojedine energente. Na osnovi prikupljenih računa radi se analiza troškova i potrošnje pojedinog energenta ili energije (električna energija, grejanje, voda).
3. Na osnovu prikupljenih podataka i pregleda objekta vrši se energetska analiza i identifikacija problema. Na osnovu preliminarne analize moguće je dati predlog mera poboljšanja energetske efikasnosti objekta uz odgovarajuće objašnjenje i preporuke o vrsti i obimu dodatnih analiza koje treba sprovesti.

Preliminarna energetska analiza podrazumeva procenu energetske efikasnosti zgrada prema odgovarajućim energetskim pokazateljima. Drugim rečima vrši se poređenje izračunatih pokazatelja u zatečenim uslovima sa odgovarajućim pokazateljima energetski efikasnih objekata slične namene.

Preliminarnim energetskim pregledom se identifikuju mere niskog nivoa investicije ili mere koje ne zahtevaju nikakve dodatne investicije. Ona takođe služi za identifikaciju onih delova zgrade i sistema koje je potrebno

dodatno analizirati — koji bi mogli biti predmet detaljnog pregleda. Zadatak preliminarnog energetskeg pregleda je:

- Vizuelni pregled termičkog omotača zgrade (npr. Stanje spoljnih zidova, krova, kvalitet stolarije itd),
- Kratak pregled svih tehničkih sistema (npr. Instalirani kapacitet, stanje komponenata, mogućnost ispunjavanja svojih funkcija, kao što je zadovoljenje termičkog komfora itd),
- Formulisanje opštih preporuka za povećanje energetske efikasnosti (npr. Izolacija spoljnih zidova, zamena stolarije, zamena kotla i rashladnih uređaja, promena korišćenog goriva i sl.),
- Analiza potreba za sprovođenjem detaljnog pregleda.

Preliminarni energetskegi pregled najčešće ne podrazumeva detaljna merenja potrošnje energije, parametara u sistemima ili karakteristika omotača zgrade kao ni detaljne i sofisticirane proračune potrošnje energije, već pre svega identifikaciju delova zgrade ili sistema u kojima dolazi do značajnih gubitaka energije.

### **DETALJNI ENERGETSKI PREGLED**

Ukoliko se postupkom preliminarnog pregleda utvrde značajne mogućnosti uštede, i ako je za njihovu realizaciju potreban pouzdan i precizan proračun, kao i značajna investicija, tada je potrebno izvršiti detaljnu energetskeku analizu odnosno detaljno snimanje karakteristika objekata i energetskeih tokova. U ovoj fazi učestvuju profesionalni energetskegi stručnjaci uz korišćenje različitih tehnologija i opreme za tačno utvrđivanje energetske efikasnosti objekta.

Detaljni energetskegi pregled zgrade podrazumeva sveobuhvatno snimanje i detaljnu analizu podataka o potrošnji energije za svaki sektor posebno, detaljnu analizu energetskeih tokova i svojstava zgrade, dela zgrade, svih ili nekog konkretnog sistema u zgradi, uz neophodna dodatna merenja na samom objektu i sistemima. Detaljni pregled često zahteva i kompleksne i sofisticirane proračune potrošnje i uštede energije, pa i korišćenje simulacionih alata za modeliranje energetskeih performansi zgrada. Takođe se očekuje detaljna procena visine investicija i analiza isplativosti mera energetske efikasnosti i korišćenja obnovljivih izvora energije. Treba napomenuti da se detaljno snimanje može raditi za ceo objekat a moguće je detaljno snimati samo pojedine konkretne podsisteme ako je očigledno da nema potrebe da se analizira ceo objekat.

Prilikom detaljnog energetskeg pregleda karakteristika objekata i energetskeih tokova vrši se izrada energetskeg bilansa, prikupljaju se i koriste mnogi detaljniji i precizniji podaci, kao i merene i izračunate vrednosti. Koriste se postojeći projekti arhitektonsko-građevinske, mašinske i elektroinstalacije kao i projekti izvedenog stanja. Na ovaj način mogu se dobiti verodostojni podaci o obimu, površini i zapremini objekata.

Nakon pregleda relevantne dokumentacije (detalji konstrukcije postrojenja, monitoring izveštaji itd.) često je neophodno izvršiti i neka dodatna merenja, u cilju kompletiranja ulaznih podataka ili kontrole parametara vezanih za izvedeno stanje nakon eventualnih korekcija ili rekonstrukcija na instalacijama ili samom objektu.

Nakon završene inspekcije objekata i prikupljenih raspoloživih informacija o tehničkim karakteristikama objekta (preliminarnog snimanja) potrebno je prikupiti i sledeće podatke:

- Opis postojećeg stanja objekta:
  - Trenutno stanje i površina delova omotača zgrade (zidovi, krov, prozori, vrata, podrum, zidovi u nezagrevanim prostorijama), sastav svakog dela (materijal, izolacija, struktura),
  - Detaljni opis postojećeg sistema grejanja, hlađenja, ventilacije, proizvodnje sanitarne tople vode i osvetljenja,
  - Efikasnost postojeće opreme i
  - Mere uštede energije koje se već primenjuju.
- Raspored instalacija (postojećih, u izgradnji i odobrenih za izgradnju) grupisanih u rashladne sisteme, sisteme klimatizacije, korisnike;
- Sugestije korisnika o renoviranju omotača zgrade, poboljšanju KGH sistema i poboljšanju efikasnosti zgrade. Sakupiti komentare korisnika zgrade o postojećim temperaturama i udobnosti unutar zgrade.

Uobičajeno je da se podaci odnose na 12 uzastopnih meseci. Period od 12 reprezentativnih meseci koji je odabran od strane rukovodstva, koristiti kao referentnu godinu za dalja poređenja i proračune

Sledeći i najvažniji deo analize odnosi se na kalkulaciju, procenu i predlog mera energetske efikasnosti, i treba da sadrži sledeće:

- Proračun toplotnih gubitaka zgrade, gubici usled izmene i infiltracije vazduha, ukupnih gubitaka, energetskih potreba, potrošnje energije na nivou celog objekta (sa procenom efikasnosti grejnog sistema) i primarne potrošnje energije objekta ili gradskoj toplani;
- Izračunavanje Stepent-dana (kako grejnog tako i rashladnog);
- Izračunavanje koeficijenta toplotnih gubitaka svakog dela omotača objekta: transparentnih i netransparentnih površina (sa procenom infiltracije), krova, podruma, pregrada i dr.;
- Proračun opterećenja za hlađenje, ukoliko je to važno, sa opisom tipa rashladne instalacije, potrebe za svežim vazduhom i primena toplotnog iskorišćenja;
- Energetsku analizu sistema rasvete. Ona će obuhvatiti: (a) opis svakog tipa (sijalice sa užarenim vlaknom, fluorescentne cevi sa elektromagnetnim prigušnicama) postojeće rasvete, lampi i armatura; (b) broj svakog tipa rasvetnih tela; (c) proračun potrošnje električne energije za svaki tip rasvete; (d) proračun uštede električne energije i poboljšanje zdravlja / udobnosti zamenom sijalica sa užarenim vlaknom i fluorescentnih cevi sa elektromagnetnim prigušnicama sa fluorescentnim sijalicama sa elektronskim balastom;
- Identifikacija najboljeg rešenja za poboljšanje, za svaki deo omotača zgrade i sistema KGH. Opisan predloženi materijal i/ili oprema i način primene u postojećim uslovima objekta;
- Izračunavanje količina i troškova mera za uštedu energije: oprema, materijal, radovi, ukupni radovi;
- Izračunavanje količina uštede energije za pojedinačne mere
- Prikaz troškova uštede energije na osnovu dve cene energije: (a) postojeći način naplate energije od potrošača i (b) cena primarne energije koja je zaista uštedena u termoelektrani i gradskoj toplani;
- Procena uticaja predložnih mera na životnu sredinu.

Završni deo procedure predstavlja predloženi investicioni paket, odnosno sumarnu tabelu sa merama za uštedu energije, koja treba da sadrži za svaku meru sledeće podatke:

- Visina investicije (zbir troškova organizacije i rukovođenja projektom, troškova za pripremne radove, troškova projektovanja i tehničku kontrolu, troškova javne nabavke, troškova za nabavku opreme, troškova za izvođenje radova, troškova prijemne kontrole i dr);
- Ukupno redukovana količina energije na godišnjem nivou i novčanih sredstava prema trenutnoj ceni;
- Procentualni iznos uštede energije;
- Statički period otplate investicije.

Ukoliko se investicija finansira putem kreditnog aranžmana, potrebno je izvršiti i Cost-Benefit analizu (analizu troškova i koristi). Cost-benefit analiza je metod koji se koristi kod donošenja investicionih odluka kojima se vrši uticaj na razvoj šire društvene zajednice – određenog regiona, privrede. Cost-benefit analizu treba primenjivati za ocenu onih projekata koji donose značajne društvene efekte odnosno efekte koji su značajni ne samo za pojedinačnog investitora već i za širu društvenu zajednicu. Ovaj metod analize pogodan je kod ocene onih investicionih projekata koji zahtevaju velika investiciona ulaganja finansijskih sredstava i donose efekte od značaja za mnoga područja društvene i privredne delatnosti. Tu spadaju pre svega investicioni projekti krupnih energetskih objekata. Ova analiza je značajna i zbog mogućnosti analize osetljivosti projekta na promene cena goriva i električne energije.

Nakon dobijanja relevantnih parametara kako tehničkih tako i ekonomskih moguće je okarakterisati pakete mera prema različitim kriterijumima:

- Homogenost mera, radi rešavanja konkretnog problema ili nedostatka, npr. toplotna izolacija omotača, regulacija unutrašnjih temperatura, funkcionalnost i dr.
- Prioriteti koje će vlasnik objekta (upravni odbor) definisati saglasno raspoloživim investicijama i u koordinaciji sa eventualnim programima za rekonstrukciju,
- Različite opcije koje će se definisati radi dobijanja kraćeg ili dužeg vremena otplate ulaganja.

Ekonomski gledano, neke od predloženih mera zahtevaće relativno dug vremenski period za povraćaj uloženi sredstava. Ali, to su najčešće i najneophodnije i najvidljivije mere koje zahtevaju brzu intervenciju, jer utiču na normalno funkcionisanje objekta. Stoga se investicioni paketi koncipiraju i predlažu tako da kombinuju brzo isplative mere energetske efikasnosti sa merama koje svojim visokim novčanim investicijama uzrokuju duži period otplate uloženi sredstava, kako bi se postigao kompromis kad su u pitanju faktori kao što su visina investicije, period otplate i prioritet ulaganja. Osim toga, pri izboru mera koje će ući u investicioni

paket, neophodno je uvažiti socijalni (prioritet za lokalnu zajednicu) i ekološki značaj predloženih mera (upotreba "prljavih" energenata, lokacija objekta unutar zone stanovanja itd.).

### **OBIM ENERGETSKOG PREGLEDA**

Obimom energetskog pregleda definišu se granice pregleda na konkretnoj lokaciji. Prema obimu, pregledi se dele na preglede ograničenog i širokog obima. Pregledi ograničenog obima se vrše na pojedinačnom sistemu ili delu zgrade i njima može da se analizira samo jedan od sistema na konkretnoj lokaciji (npr. sistem grejanja ili klimatizacije) ili samo jedan energetski tok (npr. potrošnja energije za grejanje). Kod pregleda širokog obima se analiziraju svi sistemi i energetski tokovi u zgradi ili više zgrada.

Obim, detaljnost i cilj energetskog pregleda se definišu između vršioca energetskog pregleda sa jedne i naručioca i/ili korisnika sa druge strane.

### **VRŠILAC ENERGETSKOG PREGLEDA**

Vršilac energetskog pregleda mora da se pridržava načela:

- Kompetentnosti — da poseduje kvalifikacije i iskustvo za vršenje energetskih pregleda,
- Poverljivosti — da tretira poverljivim informacije koje mu se tokom vršenja energetskog pregleda stave na raspolaganje,
- Objektivnosti — da deluje na objektivna načina, kao i da obezbedi da se načela kompetentnosti, poverljivosti i objektivnosti primenjuju i na njegove podugovarače, ukoliko postoje,
- Transparentnosti — da obelodani svaki potencijalni sukob interesa na transparentan način.

### **ENERGETSKI OBRAČUNSKI CENTRI**

#### **DEFINICIJA, POJAM**

Za dublju i precizniju analizu energetske efikasnosti neophodno je identifikovati energetski značajne fizičke ili funkcionalne celine objekta ali često i pojedine manje celine, segmente i komponente sistema snabdevanja. Takođe je ponekad potrebno dodatno rasčlaniti i procese u sistemu snabdevanja energijom kao i segment krajnjeg korišćenja energije, koji igraju ključnu ulogu u funkcionisanju objekta i troškovima za energiju. Na taj način se lokalizuju i direktnije (preciznije i detaljnije) specificiraju ključni parametri kroz energetske pokazatelje a za konkretnog potrošača ili korisnika. Pomenute celine, segmente i komponente sistema snabdevanja karakterišu informacije vezane za način i dinamiku korišćenja, zastupljene oblike energije, obim isporučene energije, nominalne kapacitete energetskih sistema, način generisanja energije, distribucije i krajnjeg korišćenja energije i dr. Na taj način se formiranju prikazi, veštački definisanih funkcionalnih celina u kojima je moguće sistematizovati energetske i druge tehničke podatke neophodne za energetska analiza odnosno obračun. Pojam ovako definisane celine se naziva „Energetski obračunski centar“ (EOC). EOC-i su tehničke, građevinske ili poslovne celine (na primer, energana, neki namenski objekat, odeljenje, jedinica opreme ili pojedinačno postrojenja i dr.), gde su procesi i aktivnosti kvantitativno identifikovani i gde se koristi značajna količina energije uz značajan uticaj na troškove. Ove celine se formiraju definisanjem imaginarne tzv. kontrolne granice, koja simbolično objedinjuje objekte, sisteme, procese ili korisnike u jedinstvenu celinu (jedan EOC), za koju se zatim formulišu i računaju energetski pokazatelji i obavlja svaka vrsta analize.

Termini „značajna količina energije“ ili „značajan uticaj na troškove“ ukazuje da je proces formiranja EOC prilično proizvoljan i ima karakter arbitraže. S tim u vezi, ne postoje fiksna pravila o tome kako se formira i analizira EOC, međutim, postoji nekoliko kriterijuma koje treba poštovati prilikom određivanja EOC:

- Proces ili aktivnost koja zahteva energiju treba da imaju merljiv ulaz i izlaz odnosno ishod,
- Da se isporučena energije može direktno ili indirektno meriti (da postoje tehnički uslovi),
- Da troškovi dopunskih merenja budu minimalni,
- Da se pitanja energije i performansi mogu dodeliti osobi koja radi na konkretnoj poziciji ili je odgovorna za tu oblast,
- Da se unapred definisan energetski pokazatelj može iskazati i izračunati,
- Da je moguće utvrditi realan cilj za poboljšanje performansi.

## NAČIN FORMIRANJA I NAMENA

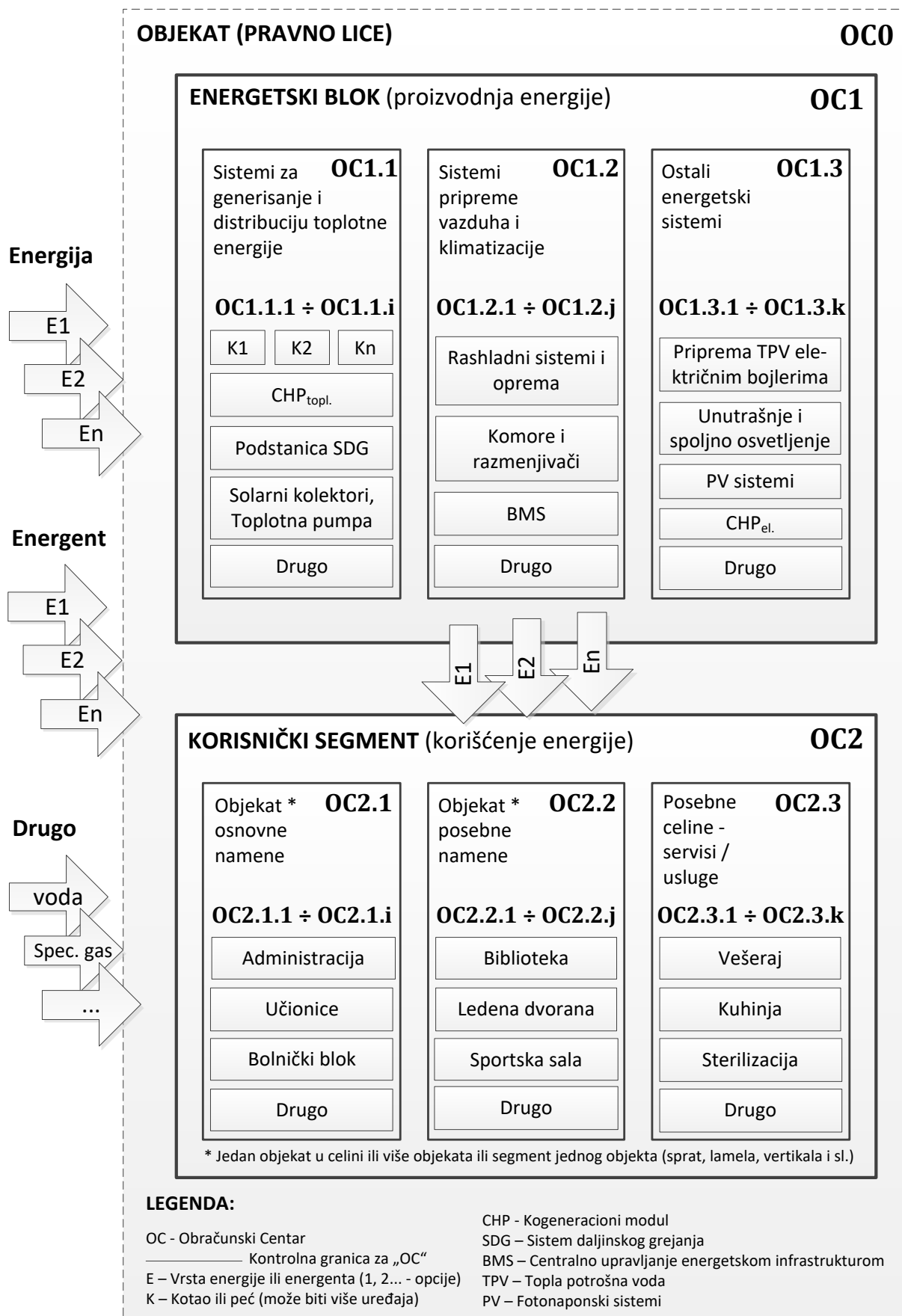
Vodeći princip za formiranje EOC je da se oni uspostavljaju na način da prate strukturu tokova energije i procesa u objektu (u meri koliko je to moguće) i takođe da se merna mesta i parametri poklapaju sa postojećim sistemom praćenja i kontrole tokova i aktivnosti. Ovaj princip jeste svrsishodan ali nije uvek izvodljiv osim u slučaju energetske sistema snabdevanja kod kojih je formiranje EOC najčešće jednostavno – svaki energetski sistem može se smatrati kao jedan EOC. Na primer, jedan EOC može da bude kotlarnica a drugi sala za komprimovani vazduh, treći rashladno postrojenje itd.

Energetski obračunski centar konsoliduje podatke kako bi se olakšala kontrola procesa i aktivnosti unutar objekta, napravio zapis trenutnih uslova rada i izvršila direktna analiza uz logičan put, počev od ulazne energije i energenata pa do krajnjeg korisnika. EOC reprezentuje funkcionalnu sekvencu objekta sa povezanim ulazima i izlazima, ali i aktivnostima i mogućnostima za dodelu odgovornosti. Energetski obračunski centri su pojednostavljeni i strukturirani vizuelni prikazi objekta ili delova objekta i pripadajućih sistema i procesa koji svi čine funkcionalni lanac odnosno tok snabdevanja jednog objekta ili institucije/kompanije. Tako sistematizovan uvid u energetske tokove i način krajnjeg korišćenja energije u objektu obezbeđuje vredne informacije o tome gde, kako, zašto i koju vrstu energije objekat ili deo objekta koristi. To može biti dobra osnova za donošenje odluke o preduzimanju mera za unapređenje stanja. Takođe, otvara se mogućnost za prenos i kontrolu odgovornosti za upravljanje energetskim tokovima na nivou EOC, što doprinosi savesnom i domaćinskom odnosu na svim nivoima. Takav koncept EOC, kao unificiran okvir energetske analize, objedinjuje ključne elemente, kao što su: odgovorna – zadužena lica, merenje i nadzor performansi, energetske pokazatelje i ciljne performanse. A sve su to osnovne komponente sistema upravljanja energijom (energetskog menadžmenta).

Kada je uspostavljen koncept EOC, stvoreni su uslovi da se izvrši analiza i ocena energetske efikasnosti putem energetske pokazatelja. Pristup podrazumeva hijerarhijsko strukturiranje energetske pokazatelja, prema nivou složenosti i sveobuhvatnosti svakog EOC. Viši hijerarhijski nivoi su složeniji i obuhvataju veće celine, bilo građevinske ili energetske. Viši hijerarhijski nivoi odnose se na kontrolne granice veće celine objekta ili najčešće čitavog objekta, dok niži nivoi obuhvataju kontrolne granice podsistema, podcelina objekta itd., pa sve do nivoa konkretnog postrojenja ili konkretnog specifičnog korisnika. Na slici 3.4 prikazan je način formiranja obračunskih centara.

Na vrhu piramide pomenute hijerarhije nalaze se energetski pokazatelji vezani za tzv. nulti obračunski nivo. Tu se analiziraju pokazatelji kao što su specifična godišnja isporučena energija svih ili pojedinih oblika na nivou objekta ili institucije ( $\text{kWh}/\text{m}^2$  god. ili  $\text{kWh}/\text{korisnik}$  god. i sl.), zatim pokazatelji kao što je energetski intenzitet na nivou objekta ili institucije ( $\text{MWh}/\text{€}$  usluge ili  $\text{toe}/\text{€}$ ), odnosno energetski intenzitet sektora ili delatnosti ( $\text{MWh}/\text{€}$  ili  $\text{toe}/\text{€}$ ) i dr. Sledi niži nivo energetske pokazatelja vezanih za tzv. prvi obračunski nivo, koji se odnosi na pojedine energetske sisteme kao što su energane ( $\text{kWh}_{\text{goriva}}/\text{kWh}_{\text{isporučene energije}}$  ili  $\text{kWh}_{\text{isporučene energije}}/\text{t}_{\text{uglja}}$ ), pa sve do energetske efikasnosti postrojenja i opreme – što bi se odnosilo na obračunski nivo 2 i 3 (Slika 1.1).

Za javne objekte na operativnom nivou upravljanja energetskim resursima značajni su energetski pokazatelji nižeg i srednjeg hijerarhijskog reda, dok su za potrebe planiranja, kreiranja energetske politike i strategije razvoja konkretnog objekta ili institucije, značajni energetski pokazatelji srednjeg i višeg hijerarhijskog reda. Energetskom menadžeru energetski pokazatelji daju jasnu sliku energetske efikasnosti nekog sistema ili dela objekta, jer se na osnovu njih može utvrditi da li je energetska efikasnost posmatranog objekta zadovoljavajuća. Na primer, poređenjem realnih podataka o isporuci energije objektu sa standardnom vrednošću (koja je najčešće iskazana na uporediv način, na primer,  $100 \text{ kWh}/\text{m}^2$ ), može se doći do zaključka da je potrebno preduzeti određene mere za smanjenje isporučene energije i utvrditi potencijal racionalizacija (neophodno za tehno ekonomske projekcije).



Slika 1.1: Način formiranja energetskog obračunskog centra odnosno definisanja kontrolne granice

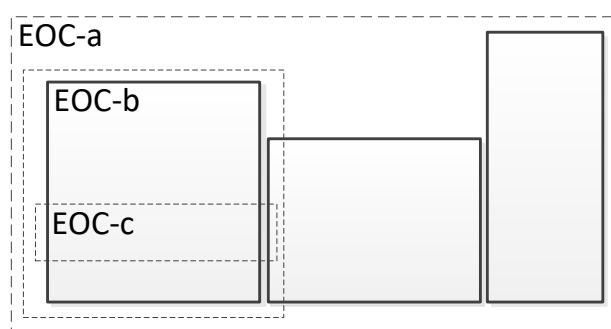
Pod pojmom „objekat“ najčešće se smatra lokacijski pozicionirano jedinstveno pravno lice ili institucija/kompanija i objekat u izvornom građevinskom obliku. Tako posmatran objekat može se sastojati



iz više celina, manjih objekata, ali koji pripadaju istom pravnom licu koje je u tom slučaju odgovorno za čitavu lokaciju u energetske smislu. Međutim postoje izvesne specifičnosti pojedinih javnih objekata (institucija) koje odstupaju od pomenute formulacije i koje je neophodno uvažiti prilikom formiranja energetskih obračunskih centara. Varijante definisanja kontrolne granice u tim specifičnim slučajevima mogu biti sledeće:

- Prema nameni i dinamici korišćenja (promenjena namena pojedinog objekta zbog na primer, nove opreme, rekonstrukcije ili bezbednosnih razloga, objekti van upotrebe i dr.),
- Prema energetskim i građevinskim karakteristikama (nadogradnje, sanacije, novi objekti različitog godišta, različit sistem snabdevanja, dodati izvori zagrevanja/hlađenja i dr.) I
- Prema zauzetosti od strane posebnog pravnog lica (na primer, iznajmljen prostor koji poseduje posebno obračunsko merno mesto, preklapanje više institucija i dr.).

Na slici 1.2 prikazan je simbolično objekat koji se sastoji iz tri celine koje mogu biti različite prema nameni, karakteristikama i pravnom licu koje ga koristi. U skladu s tim, moguće je formirati energetski obračunski centar prema opciji EOC-a, OC-b i OC-c. EOC može biti kompleks objekata (paviljonski tip ili spojen u niz), samo jedan samostojeći objekat ili jedan ili više spratova/lamela ili horizontala unutar jedinstvenog objekta.



Slika 1.2: Moguće varijante formiranja energetskog obračunskog centra

## MERENJE I MERNI MESTA

Kada se razmatra upotreba merne tehniku radi praćenja i kontrole načina korišćenja energije, pojedini aspekti treba da budu pažljivo razmotreni. Primarni aspekt je svrha analize načina korišćenja energije. Upravo to određuje broj i tip parametara koje treba meriti i kontrolisati, što kasnije ima uticaj na tehnički deo implementacije (izbor instrumenata, karakteristike, kompatibilnost sa postojećom infrastrukturom, način prikupljanja podataka, ugradnja, podešavanje i održavanja opreme, obuka rukovaoca, softverska obrada, mogućnosti proširenja i dr.) ali svakako i na finansijski deo implementacije. To je oblast koju javni objekti treba da prepuste specijalistima za tu oblast.

Ako je svrha merenja upravljanje energijom u objektu, merna mesta treba da prate definisane energetske obračunske centre i energetske pokazatelje neophodne za analizu energetske efikasnosti. Dakle, za selekciju mernih mesta i potrebnih parametara koji će se meriti, kontrolisati i nadzirati potreban je razvijen koncept EOC na bazi poznavanja namene objekta, strukture sistema snabdevanja, aktivnosti i dinamike korišćenja i dr. Ova merna mesta treba da obezbede direktna merenja potrebnih parametara ili da se ta merenja izvode indirektno putem pogodnih kalkulacija. Najčešći parametri za praćenje i upravljanje energetskim tokovima u okviru jednog objekta, koji treba da se mere su: protok materije/energije, temperatura, pritisak, utrošak energije, itd., dok su ostali tipični parametri: koncentracija CO<sub>2</sub>, vlažnost, brzina, jačina osvetljenja itd.

Podatke o načinu korišćenja energije i obimu isporuke moguće je prikupljati na osnovu postojećih računa za utrošene energente i energiju (na bazi očitavanja sa obračunskih merila odnosno otpremnica, faktura i dr.) ali i na osnovu dopunskih – internih merenja sprovedenih na samom objektu ili sistemu u okviru definisanih mernih mesta. Kada se radi o obračunskim merilima (najčešći izvor podataka za javne zgrade), svi uslovi rada i održavanja su propisani zakonskim normama i pravilnicima.

Glavni merni instrument obično obezbeđuje komunalno preduzeće koje je isporučilac usluga i ono je istovremeno odgovorno za očitavanje mernog instrumenta u određenim intervalima, kao i za održavanje opreme u dobrom stanju (uz propisno baždarenje). Obično postoji jedan glavni merni instrument za svaki komunalni priključak.

Drugi izvor podataka su dopunska – interna merenja u svrhu upravljanja energijom i tu je situacija prilično drugačija i složenija. Za ova merenja potrebno je najpre pažljivo osmisliti i organizovati merna mesta prema konceptu EOC, kako je već napomenuto. Pri tome merna mesta mogu imati različitu namenu ali u kontekstu upravljanja energijom to su merna mesta isključivo za indikaciju (za potrebe uvida i praćenja). Međutim, objekti često poseduju i merne uređaje druge namene koje je moguće koristiti za analizu i upravljanje energijom odnosno tretirati ih kao dopunska merenja. Ovde se misli na uređaje koji se upotrebljavaju za regulaciju određenog parametra (na primer za regulaciju unutrašnje temperature, potrebe provetravanja, nivoa osvetljenosti i sl.), ili imaju karakter upozoravanja odnosno alarmiranja, kada se licima iz održavanja ili rukovaocima pojavljuje upozorenje da u sistemu snabdevanja nešto nije u redu ili može predstavljati opasnost kako po ljude i objekat tako i na pravilno i efikasno funkcionisanje energetskih sistema.

Prikupljanje podataka predstavlja prvi i najvažniji korak i njegovo uspešno izvršenje omogućava kasnije uspešnu analitiku. Obezbeđivanje podataka nije lak posao i veoma je teško prikupiti kvalitetne i pouzdane podatke (bar dok se ne uspostavi i razvije sistem upravljanja energijom). Sistem prikupljanja podataka se u toku vremena treba sistematizovati, poboljšavati i usavršavati. Bazu podataka je neophodno u kontinuitetu ažurirati, proširivati i softverski obrađivati. Praćenje nivoa isporučene energije sprovodi se za svaki oblik energije i energent zasebno (električna energija, toplotna energije, prirodni gas, mazut, lož ulje, ugalj, ogrevno drvo, pelet, potrošnju vode i dr.) i to za svaki energetski obračunski centar. Podaci se mogu prikupljati na godišnjem, mesečnom, nedeljnom, dnevnom i časovnom nivou. Podaci koji se prikupljaju odnose se na potrošnju energenata u osnovnim jedinicama (električna / toplotna energija – [kWh]; prirodni gas [Nm<sup>3</sup>]; ugalj/ogrevno drvo/pelet – [t]; mazut/lož ulje - [t]; potrošnja vode - [m<sup>3</sup>, itd.). Posebnu pažnju treba obratiti na sledeće činjenice:

- Vremenski period na koji se račun, fakture ili zapisnici odnose,
- Momenat očitavanja (očitanja treba sprovoditi za različite energente istog dana u isto vreme),
- Za prikupljanje podataka o električnoj energiji i potrošnji prirodnog gasa treba koristiti očitavanja na regularnoj mesečnoj osnovi – redovni mesečni račun,
- Prikupljanje podataka o energentima koji se skladište (na primer, ugalj, drvo, lož ulje, mazut i dr.) – vremenski period narudžbine ne mora obavezno odgovarati vremenskom periodu korišćenja navedenih energenata,
- Za goriva (ugalj, drvo, lož ulje, mazut i dr.) Je neophodno prikupiti odgovarajuće – zvanične podatke o donjoj toplotnoj moći, ukoliko se takvi podaci ne nalaze na odgovarajućim računima,
- Pravilno tumačenje tarifnih profila – potpuno razumevanje svih stavki na obračunu,
- Jedinične cene energije i energenata – praćenje promene jedinične cene u toku godine,
- Potrošnja energenata u opštem slučaju se prati u odgovarajućim osnovnim jedinicama, s toga je potrebno izvršiti konverziju (primena konverzionih faktora) u odgovarajuću unapred dogovorenu zajedničku jedinicu (na primer, gj u mwh ili toe u kwh i sl.).

Ugradnja mernih uređaja na ključnim mestima korišćenja energije odnosno prema definisanim EOC, predstavlja prvi korak u pravcu kontrole utrošaka i raspodele troškova, i to je uobičajena praksa, pri čemu se mereni parametri očitavaju ručno na kraju nekog utvrđenog vremenskog perioda (na primer, nedelje ili meseca). Međutim, savremena praksa koristi automatske merno – akvizicijske sisteme koji omogućavaju da se podaci automatski prikupljaju i prenose preko postojeće infrastrukture, na primer, LAN mreže. Tada se očitavanja prikupljaju uzorkovanjem u realnom vremenu i skladištenjem u bazu podataka, koja zatim omogućava kvalitetan prikaz profila promene konkretne veličine u vremenu.

Evolucija mernih tehnika od njihovih prvih konfiguracija na bazi manuelnog rukovanja do njihove visoko-automatizovane sadašnje verzije, se u velikoj meri pripisuje razvoju računarske tehnologije, ali svakako značajnu ulogu ima i tehnički razvoj mernih sistema. U tom smislu, tradicionalni merni uređaj je postepeno, postao automatski sistem za očitavanje merenja koji skladišti, obrađuje i distribuira podatke prikupljene iz kombinacije merača, davača/senzora i drugih mernih uređaja. Zavisno od njihovih namena, a svakako i od cene, moderni merni uređaji variraju od merača koji obezbeđuju pojedinačni digitalni ili analogni izlaz, do onih koji poseduju procesor, interni memorijski prostor i akumulator i mogu obezbediti serije podataka sa širokim mogućnostima obrade, prikazivanja i distribucije. Učestalost pristupa podacima i potrebe za rukovanjem podacima obično variraju od jedne do druge aplikacije. U tom smislu, merna oprema može da

zadovoljava različite – vrlo složene zahteve energetske analize a takođe i da se integriše u otvorenu među-platformsku komunikaciju radi osiguranja apsolutne kompatibilnosti sa ostalom umreženom opremom.

## DEFINISANJE ENERGETSKIH POKAZATELJA U ZGRADARSTVU

### DEFINICIJA, KLASIFIKACIJA

Merenje i analiza energetske učinka i efikasnosti vrši se definisanjem i izračunavanjem „specifičnog utroška energije“ za neki konkretan proces, građevinsku celinu ili postrojenje a u određenom vremenskom periodu. Ovaj pokazatelj se definiše kao isporučena energija u odnosu na parametar koji karakteriše pomenut proces, građevinsku celinu ili postrojenje. „Specifični utrošak energije“ je Energetski pokazatelj (ili Indikator energetske efikasnosti ili prema ISO terminologiji Indikator energetske performanse, *engl. Energy performance indicator* – EnPI) koji u formalnom smislu predstavlja kvantitativnu vrednost - broj (ili kvantitativni odnos), a u energetske smislu specificiran energetske utrošak koji reprezentuje performantnost konkretnog energetske sistema i meru energetske efikasnosti istog.

Energetske pokazatelje definiše institucija ili organizacija koja koristi objekat a prema svojoj delatnosti, specifičnostima i ciljevima, u svrhu praćenja i ocene energetske efikasnosti. Institucija ili organizacija treba da pravilno identifikuje energetske pokazatelje tako da oni budu odgovarajući za zastupljene energetske sisteme u objektu i namenu istog ali i da budu pogodni za tumačenje, praćenje (merenje) i ocenu od strane zaduženih lica za ovu problematiku. Metodologija za određivanje i ažuriranje energetske pokazatelja mora biti sistemski ustanovljena i transparentna kao i metodologija za upotrebu istih u procesu analize i poređenja sa energetske poredbenim vrednostima (interni bazni scenario) i/ili sa referentnom vrednošću iz važećih pravilnika, standarda i dr., i/ili sa drugim objektima slične namene i karakteristika.

Energetski pokazatelji mogu biti manje ili više složeni u zavisnosti od toga koje parametre objedinjavaju i specificiraju. Najopštija podela energetske pokazatelja je sledeća:

1. **Energetski (ili termodinamički) pokazatelji**, koji u osnovi predstavljaju stepene korisnosti konkretnih procesa transformacije, distribucije ili korišćenja energije (na primer, stepen korisnosti kotla, kg goriva/tona vodene pare, kWh goriva/kWh isporučene energije i dr.).
2. **Energetsko – tehnički pokazatelji**, u kojima se energetske ulazi u proces predstavljaju jedinicama za energiju (kWh ili MWh, toe), ali se izlazi iz procesa predstavljaju različitim, odgovarajućim fizičkim odnosno tehničkim veličinama (na primer, isporučena električna energija u kWh po m<sup>3</sup> proizvedene vode, isporučena toplotna energija u kWh po m<sup>2</sup> grejane površine, isporučena toplotna energija u kWh po grejnom stepen-danu i sl.).
3. **Energetsko – ekonomski pokazatelji**, u kojima se energetske ulazi u proces predstavljaju jedinicama za energiju ali se izlazi iz procesa predstavljaju u novčanim jedinicama (na primer, isporučena toplotna energija u odnosu na cenu usluge koja se tom prilikom ostvaruje ili na primer, na nacionalnom nivou isporučena električna energija u Mtoe po 1.000 € bruto nacionalnog dohotka).
4. **Ekonomsko – tehnički pokazatelji**, u kojima se (energetski) ulazi u proces predstavljaju novčanim jedinicama preko specifične cene energije ili energenta, odnosno isporučena energije se iskazuje kao novčani trošak za energiju (na primer, trošak za energent iskazan novčanim jedinicama, specificiran po m<sup>2</sup> grejane površine ili po m<sup>3</sup> proizvedene tople potrošne vode), dok se izlazi predstavljaju odgovarajućim fizičkim odnosno tehničkim veličinama.
5. **Ekonomski pokazatelji**, u kojima se i energetske ulazi i izlazi iz procesa predstavljaju novčanim jedinicama. Ovakvi pokazatelji predstavljaju kvantitativni odnos uloženo – ostvareno a za konkretan proces snabdevanja ili proizvodnje energije.

Energetski pokazatelji zgrada i njihovih sistema snabdevanja energijom olakšavaju vrednovanje i poređenje mera, paketa mera i projekata energetske efikasnosti. Takođe se mogu koristiti i za ocenjivanje energetske performansi zgrada i definisanje zakonskih ograničenja. U osnovi, oni predstavljaju matematičku kombinaciju — najčešće odnos, tj. količnik — dveju ili ređe više relevantnih veličina.

Energetski pokazatelji koji će se koristiti u analizi se dogovaraju sa naručiocem energetskog pregleda. Referentne vrednosti indikatora, koje se dogovaraju sa naručiocem pregleda, mogu da se odnose na:

- Zakonom propisane vrednosti za nove zgrade,
- Zakonom propisane vrednosti prilikom rekonstrukcije zgrade,
- Najbolju tehnologiju koja je trenutno dostupna,
- Statističke vrednosti za nove i postojeće zgrade.

Energetski pokazatelj može da se uzme u obzir različite energetske „uzlaze“. Od slučaja do slučaja uzimaju se oni parametri koji su najindikativniji odnosno pružaju realan uvid u sistem snabdevanja i obim isporuke energije. Na primer, ukoliko kotlarnica ima prevelike gubitke a pokazatelj se koristi u svrhu planiranja mera energetske efikasnosti, smisleno je uzimati u obzir isporučenu energiju objektu kako bi se objekat isključio iz razmatranja kao neefikasno mesto. Može se desiti da objekat ima korektne energetske karakteristike a energetski pokazatelji ukazuju na veliku količinu isporučene energije jer uzimaju u obzir „skriveno“ gubitke u kotlarnici. Iz tog razloga nekoliko opcija treba razmotriti prilikom selekcije energetskog „ulaza“:

- Energent u primarnom obliku, pogonsko gorivo ( $\text{Sm}^3$  pr. Gasa, t uglja/peleta, toe, kWh i dr.),
- Svi prirodni oblici energije svedeni na jedinstvenu jedinicu (na primer, kWh ili MWh),
- Utrošena – isporučena energija objektu u procesu snabdevanja, bez gubitaka u sistemu transformacije i distribucije (kWh ili MWh),
- Potrebno toplotno ili rashladno opterećenje objekta (W ili kw specificirano na grejni  $\text{m}^2$  ili  $\text{m}^3$ ),
- Zbir troškova za isporučenu energiju i energente.

Specifikacija pomenutih energetskih „ulaza“ može biti sledeća:

- Po vremenu (mesec, kvartal, godina, vršni mesec, radni/neradni dan i dr.),
- Po stepen-danu za konkretnu lokaciju (po grejnom ili rashladnom stepen-danu),
- Po korisniku objekta (ukupan broj ili broj jednovremenih korisnika),
- Po ostvarenoj usluzi ili servisu (na primer, po bolničkom krevetu, pacijentu..., po događaju kao na primer, predstavi, izložbi, utakmici..., ),
- Po ostvarenoj novčanoj koristi na bazi usluge ili servisa (tipično za poslovne objekte),
- Po grejnoj / klimatizovanoj zapremini ili ukupnoj zapremini objekta ( $\text{m}^3$ ) i
- Po grejnoj / klimatizovanoj površini ili ukupnoj površini objekta ( $\text{m}^2$ ).

## TIPIČNI PRIMERI ENERGETSKIH POKAZATELJA

Prikazani primeri predstavljaju uobičajen način specificiranja energetskih parametara kada su javni objekti u pitanju. Spadaju u kategoriju ekonomsko – energetskih i ekonomsko – fizičkih pokazatelja.

### A. UKUPNI ENERGETSKI SISTEM OBJEKTA

Specifična godišnja isporučena energija svih oblika:

- po jedinici korišćene površine objekta ili posebne celine objekta ( $\text{kWh}/\text{m}^2$  god.);
- po korisniku objekta ili celine objekta (broj jednovremenih korisnika) ( $\text{kWh}/\text{kor. god.}$ ).

Definicija specifičnih pokazatelja:

Specifična godišnja isporučena energija svih oblika po jedinici korišćene površine objekta	=	$\frac{\text{Zbir godišnjih isporuka EE, TE i TPV [kWh]}}{\text{Korišćena površina objekta [m}^2\text{]}}$
--	---	--

Specifična godišnja isporučena energija svih oblika po broju jednovremenih korisnika objekta	=	$\frac{\text{Zbir godišnjih isporuka EE, TE i TPV [kWh]}}{\text{Broj jednovremenih korisnika objekta}}$ 3
--	---	---

*Skraćenice: EE - Električna Energija; TE - Toplotna Energija (isključivo za grejanje); TPV - Toplotna energija namenjena proizvodnji Tople Potrošne Vode. Pod korišćenom površinom se podrazumeva površina na kojoj se navedeni vid energije / energija koristi.*

Specifični godišnji trošak svih oblika energije:

- po jedinici površine objekta ili posebne celine objekta ( $\text{RSD}/\text{m}^2$  god.);
- po korisniku objekta ili celine objekta (broj jednovremenih korisnika) ( $\text{RSD}/\text{kor. god.}$ ).

## B. ENERGETSKI SISTEM ZA ZAGREVANJE OBJEKTA

Specifična godišnja isporučena toplotna energija za zagrevanje objekta:

- Po jedinici grejane/klimatizovane površine objekta ili posebne celine objekta ( $\text{kWh}_t/\text{m}^2 \text{ god.}$ );
- Po korisniku objekta ili celine objekta (broj jednovremenih korisnika) ( $\text{kWh}_t/\text{kor. god.}$ ).

Definicija specifičnih pokazatelja:

$$\text{Specifična godišnja isporučena TE za zagrevanje/klimatizovanje objekta po jedinici grejane/klimatizovane površine objekta} = \frac{\text{Isporučena TE [kWh}_t\text{] za zagrevanje objekta}}{\text{Grejana/klimatizovana površina objekta [m}^2\text{]}}$$

$$\text{Specifična godišnja isporučena TE za zagrevanje/klimatizovanje objekta po broju jednovremenih korisnika objekta} = \frac{\text{Isporučena TE [kWh}_t\text{] za zagrevanje objekta}}{\text{Broj jednovremenih korisnika objekta}}$$

*Skraćenica: TE - Toplotna Energija utrošena isključivo za zagrevanje objekta.*

Specifični godišnji trošak za toplotnu energiju

- po jedinici grejane/klimatizovane površine objekta ili posebne celine objekta ( $\text{RSD}/\text{m}^2 \text{ god.}$ )
- po korisniku objekta ili celine objekta (broj jednovremenih korisnika) ( $\text{RSD}/\text{kor. god.}$ )

## C. ENERGETSKI SISTEM ZA HLAĐENJE OBJEKTA

Specifična godišnja isporučena rashladna energija:

- po jedinici rashlađivane površine objekta ili posebne celine objekta ( $\text{kWh}_r/\text{m}^2 \text{ god.}$ );
- po korisniku (broj jednovremenih korisnika) ( $\text{kWh}_r/\text{kor. god.}$ ).

Definicija specifičnih pokazatelja:

$$\text{Specifična godišnja isporučena RE za hlađenje objekta po jedinici rashlađivane površine objekta} = \frac{\text{Isporučena RE [kWh}_r\text{] za hlađenje objekta}}{\text{Rashlađivana površina objekta [m}^2\text{]}}$$

$$\text{Specifična godišnja isporučena RE za hlađenje objekta po broju jednovremenih korisnika objekta} = \frac{\text{Isporučena RE [kWh}_r\text{] za hlađenje objekta}}{\text{Broj jednovremenih korisnika objekta}}$$

*Skraćenica: RE - Rashladna Energija utrošena za hlađenje objekta.*

## D. ENERGETSKI SISTEM ZA PRIPREMU TOPLE POTROŠNE VODE

Specifična godišnja potrošnja tople potrošne vode:

- po jedinici korišćene površine objekta ili posebne celine objekta ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \text{ god.}$ );
- po korisniku objekta ili celine objekta (broj jednovremenih korisnika) ( $\text{kWh}/\text{kor. god.}$ ).

Definicija specifičnih pokazatelja:

$$\text{Specifična godišnja potrošnja TPV [kWh] po jedinici korišćene površine objekta} = \frac{\text{Utrošena TPV [kWh]}}{\text{Korišćena površina objekta [m}^2\text{]}}$$

$$\text{Specifična godišnja potrošnja TPV [kWh] po broju jednovremenih korisnika objekta} = \frac{\text{Utrošena TPV [kWh]}}{\text{Broj jednovremenih korisnika objekta}}$$

*Skraćenica: TPV - Toplotna Energija isporučena i utrošena u vidu Tople Potrošne Vode.*

Specifični godišnji trošak tople potrošne vode:

- po jedinici korišćene površine objekta ili posebne celine objekta ( $\text{RSD}/\text{m}^2 \text{ god.}$ );
- po korisniku objekta ili celine objekta (broj jednovremenih korisnika) ( $\text{RSD}/\text{kor. god.}$ ).

## E. SISTEM ELEKTRIČNE ENERGIJE

Specifična godišnja isporučena električna energija:

- po jedinici korišćene površine objekta ili posebne celine objekta (kWh/m<sup>2</sup> god.);
- po korisniku objekta ili celine objekta (broj jednovremenih korisnika) (kWh/kor. god.).

Definicija specifičnih pokazatelja:

$$\text{Specifična godišnja isporučena EE po jedinici korišćene površine objekta} = \frac{\text{Isporučena EE [kWh}_e\text{]}}{\text{Korišćena površina objekta [m}^2\text{]}}$$

$$\text{Specifična godišnja isporučena EE po broju jednovremenih korisnika objekta} = \frac{\text{Isporučena EE [kWh}_e\text{]}}{\text{Broj jednovremenih korisnika objekta}}$$

Skraćenica: EE - Električna Energija.

Specifični godišnji trošak za električnu energiju:

- po jedinici korišćene površine objekta ili posebne celine objekta (RSD/m<sup>2</sup> god.);
- po korisniku objekta ili celine objekta (broj jednovremenih korisnika) (RSD/kor. god.).

## F. SISTEM SVEŽE VODE

Specifična godišnja potrošnja vode:

- po jedinici korišćene površine objekta ili posebne celine objekta (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> god.);
- po korisniku objekta ili celine objekta (broj jednovremenih korisnika) (m<sup>3</sup>/kor. god.).

Definicija specifičnih pokazatelja:

$$\text{Specifična godišnja potrošnja sveže vode po jedinici korišćene površine objekta} = \frac{\text{Godišnja utrošena količina sveže vode [m}^3\text{]}}{\text{Korišćena površina objekta [m}^2\text{]}}$$

$$\text{Specifična godišnja potrošnja sveže vode po broju jednovremenih korisnika objekta} = \frac{\text{Godišnja utrošena količina sveže vode [m}^3\text{]}}{\text{Broj jednovremenih korisnika objekta}}$$

Specifični godišnji trošak za vodu:

- po jedinici korišćene površine objekta ili posebne celine objekta (RSD/m<sup>2</sup> god.);
- po korisniku objekta ili celine objekta (broj jednovremenih korisnika), (RSD/kor. god.).

### NAMENA ENERGETSKIH POKAZATELJA

Energetski pokazatelji se koriste prvenstveno za ocenu stanja energetske efikasnosti ali mogu biti korišćeni i za definisanje potencijala racionalizacije kao i za utvrđivanje efekata sprovođenja mera energetske efikasnosti. To je naročito značajno u oblasti zgradarstva a i važeći propisi i pravilnici koji uređuju ovu oblast, preporučuju pomenuti pristup.

Ukoliko se energetski pokazatelji vezuju za pojedine podceline i podsisteme objekta i/ili prema različitim resursima ili korisnicima i drugim parametrima, poređenjem stvarnih vrednosti dobijenih na osnovu prikupljenih podataka, sa uobičajenim ili standardnim vrednostima može se jasno uočiti gde su moguća mesta racionalizacije odnosno koji su korisnici ili segmenti objekta energetski efikasni ili ne i u kom obimu. U takvom pristupu energetski pokazatelji mogu da se koriste i kao ciljne vrednosti.

Energetski pokazatelji mogu da služe za različite namene u okviru sistema upravljanja energijom, na primer, za kreiranje energetske politike, za energetske planiranje na nivou institucije ili sektora, za donošenje odluka u okviru pojedinog objekta ili institucije oko investiranja, sanacija i sl., za sagledavanje potrebe za konkretnom merom energetske efikasnosti u nekom tehničkom sistemu itd. Radi kvalitativne ocene zatečenih vrednosti specifičnih energetske pokazatelja moguće je izvršiti poređenje sa vrednostima koje su formirane u objektima slične veličine i namene a takođe i sa vrednostima koje se smatraju poželjnim, na primer prema važećim kriterijumima u zemljama Evropske unije. U slučaju da se pokaže da posmatrani sistem nije dovoljno

energetski efikasan (nepovoljni energetski pokazatelji), sledi detaljnija analiza kojom se utvrđuju uslovi i mogućnosti za primenu mera za poboljšanje energetske efikasnosti i analiza visine investicije koje one zahtevaju.

Prilikom poređenja odgovarajućih energetskih pokazatelja različitih objekata potrebno je voditi računa da metodologija za njihovo izračunavanje i upotrebu u svim slučajevima bude ista. To znači da parametri koji ulaze u obrazac pokazatelja budu isti i da se odnose na iste uslove ili režime rada energetskih sistema ili opreme. Na primer školski objekti imaju raspuste i smenski rad koji menjaju parametar - grejni stepen dan, dok objekti koji imaju na primer poslovnu aktivnost koja se odvija tokom čitave grejne sezone i to u jednoj smeni imaju neku drugu vrednost grejnog stepen dana. U tom slučaju, isti energetski pokazatelj za oba objekta nije uporediv. Isto tako postoje objekti sa različitim unutrašnjim temperaturama koje opet menjaju parametar - grejni stepen dan i sledi isti zaključak.

## **POSTOJEĆA SITUACIJA U SRBIJI**

Postojeće stanje energetske efikasnosti u Srbiji u oblasti zgradarstva teško je pouzdano proceniti. Procedure utvrđivanja stanja dodatno su opterećene nizom nepovoljnih okolnosti, od kojih se neke posebno izdvajaju:

- Često nepostojanje podataka o karakteristikama objekata (npr. građevinsko stanje, stanje instalacija, popis potrošača u objektu, vreme korišćenja i sl.) ili pokazatelja energetske efikasnosti definisanih na bilo koji način;
- Podaci koji su raspoloživi su vrlo nepouzdana ili nepotpuni;
- Nepostojanje sistematskog i kontinualnog praćenja potrošnje energije i vode;
- Nepostojanje radnog mesta energetskog menadžera u sistematizaciji radnih mesta kompanije, institucije ili opštine (ipak, poslednjih godina ovo postaje zakonska obaveza i stvari se menjaju);
- Često nepostojanje plana na nivou kompanije, institucije ili opštine za razvoj energetike, nepostojanje distribucije i promocije informacija o mogućnostima poboljšanja energetske efikasnosti u objektima.

Dostupni podaci za protekli period mogu se rezimirati na sledeći način<sup>1</sup>:

### **Administrativne ustanove.**

- Prosečna godišnja potrošnja toplotne energije od 319 kWh/m<sup>2</sup> u opštinskim administrativnim zgradama u Srbiji je značajno viša u odnosu na uspešne primere: 90 - 150 kWh/m<sup>2</sup> (Švajcarska i Austrija) i 110 - 128 kWh/m<sup>2</sup> (Nemačka).
- Prosečna specifična potrošnja električne energije u Srbiji je 64 kWh/m<sup>2</sup> što je 3,7 puta više nego u Nemačkoj. Specifična potrošnja vode je preko 20 puta veća nego u Nemačkoj.

### **Školske ustanove.**

- Prosečna godišnja potrošnja toplotne energije od 192 kWh/m<sup>2</sup> u školama u Srbiji približno je u rangu sa odgovarajućim vrednostima u Austriji i Nemačkoj (90 – 154 kWh/m<sup>2</sup>).
- Prosečna specifična potrošnja električne energije u Srbiji je 19 kWh/m<sup>2</sup> što je 2,7 puta više nego u Nemačkoj. Specifična potrošnja vode od 0,93 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> je preko 6,2 puta veća nego u Nemačkoj.

### **Predškolske ustanove.**

- Prosečna godišnja potrošnja toplotne energije od 198 kWh/m<sup>2</sup> približno je u rangu sa odgovarajućim vrednostima u Austriji i Nemačkoj (90 – 177 kWh/m<sup>2</sup>).
- Prosečna specifična potrošnja električne energije u Srbiji je 85 kWh/m<sup>2</sup> što je između 5,6 i 14,1 puta više nego u Nemačkoj.
- Specifična potrošnja vode od 0,99 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> približno je u rangu sa odgovarajućim vrednostima u Nemačkoj.

### **Sportski centri i bazeni.**

- Prosečna godišnja potrošnja toplotne energije od 378 kWh/m<sup>2</sup> je 2,1 puta viša nego u Nemačkoj.

---

<sup>1</sup> Agencija za energetska efikasnost, Vlade Republike Srbije

- Prosečna specifična potrošnja električne energije je 109 kWh/m<sup>2</sup> što je 4,7 puta više nego u Nemačkoj.

#### Bolnice.

- Prosečna godišnja potrošnja toplotne energije od 250 kWh/m<sup>2</sup> približno je u rangu sa odgovarajućim vrednostima u Austriji i Švajcarskoj (145 – 196 kWh/m<sup>2</sup>).
- Prosečna specifična potrošnja električne energije u Srbiji od 5.773 kWh/krevet približno je u rangu sa odgovarajućim vrednostima u Nemačkoj (4.650 - 5.350 kWh/krevet).
- Specifična potrošnja vode od 120 m<sup>3</sup>/krevet približno je u rangu sa odgovarajućim vrednostima u Nemačkoj (125 – 146 m<sup>3</sup>/krevet).

Stvarni (zatečeni, tekući) energetske pokazatelji zgrada porede se sa odgovarajućim ciljnim vrednostima. Ciljne vrednosti za potrošnju toplotne i električne energije (i potrošnju vode) u starim i novim zgradama mogu se pronaći u nacionalnim propisima i standardima (ili standardima i preporukama iz drugih zemalja, kao što npr. može biti prema standardu VDI 3807 - Tehnička uputstva Udruženja Inženjera Nemačke – VDI (Verein Deutscher Ingenieure e.V.). U tabeli 1. je dat prikaz primera energetske pokazatelja za javne zgrade u Austriji i Švajcarskoj. Podaci za Nemačku prema standardu VDI 3807 - Tehnička uputstva Udruženja Inženjera Nemačke – VDI prikazani su u tabeli 2.

Tabela 1: Energetske pokazatelji za javne zgrade (grejanje prostorija i potrošnja tople vode)

Kategorija zgrada	Nezadovoljavajuće vrednosti [kWh/m <sup>2</sup> god.]	Stvarne prosečne vrednosti [kWh/m <sup>2</sup> god.]	Ciljne vrednosti nakon renoviranja [kWh/m <sup>2</sup> god.]
Administrativne ustanove	> 150	90 – 150	60 – 80
Predškolske ustanove	> 150	90 – 150	50 – 80
Domaćinstva	> 180	150-190	< 168
Školske ustanove	> 150	90 – 150	50 – 80

Tabela 2: Energetske pokazatelji za javne zgrade (grejanje, potrošnja tople vode i električne energije)

Kategorija zgrada	Prosečna potrošnja toplotne energije [kWh/m <sup>2</sup> god.]	Ciljne vrednosti (toplotna energija) [kWh/m <sup>2</sup> god.]	Prosečna potrošnja električne energije [kWh/m <sup>2</sup> god.]	Ciljne vrednosti (električna energija) [kWh/m <sup>2</sup> god.]
Administrativne ustanove	110	65	17	8
Predškolske ustanove	120	65	6	5
Bolnice (kWh/год) na osnovu broja kreveta	228.000	15.800	5.100	3.000
Školske ustanove	90	55	7	4
Bazeni (kWh/(m <sup>2</sup> god.)) po površini bazena	3.895	1.800	808	414