



Empowered lives.  
Resilient nations.

# **PRIRUČNIK ZA SEDMIČNU I DNEVNU ANALIZU I INTERPRETACIJU PODATAKA O POTROŠNJI ENERGIJE**



**Sistematsko upravljanje energijom:**  
**Priručnik za sedmičnu i dnevnu analizu i**  
**interpretaciju podataka o potrošnji energije**

## Impressum:

Urednica:  
Raduška Cupać

Stručni savjetnik:  
Zoran Bogunović

Dizajner i grafički urednik:  
Predrag Rapačić Rappa

### **„Priručnik za sedmičnu i dnevnu analizu i interpretaciju podataka o potrošnji energije“**

Autori:  
Goran Čačić  
Marko Biščan  
Marko Capek  
Marin Mastilica  
Matija Vajdić

Recenzent:  
Dr. Zoran Morvaj

Stručni suradnici na adaptaciji sadržaja:  
Mak Kamenica  
Dženita Bečić

Izdavač: UNDP BiH

Izdano u novembru 2011.g. u BiH

Napomena:  
Originalno izdanje objavljeno je u augustu 2010.g. u okviru projekta Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj u izdanju UNDP Hrvatska, pod naslovom: „Priručnik za tjednu i dnevnu analizu i interpretaciju podataka o potrošnji energije“. ISBN: 978-953-7429-27-0

**SADRŽAJ**

|                 |  |           |
|-----------------|--|-----------|
| <b>1.</b>       | <b>UVOD</b>  | <b>11</b> |
| <b>2.</b>       | <b>KORACI ZA USPOSTAVU SistemA ZA GOSPODARENJE ENERGIJOM</b>   | <b>15</b> |
| <b>3.</b>       | <b>FUNKCIONALNE CJELINE</b>  | <b>19</b> |
| <b>4.</b>       | <b>ULAZNI PODACI</b>   | <b>23</b> |
| 3.1.            | Statički ulazni podaci   | 25        |
| 3.2.            | Dinamički ulazni podaci  | 29        |
| <b>5.</b>       | <b>ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE I VODE</b>   | <b>39</b> |
| 5.1.            | Analiza potrošnje energije (energenata) i vode kroz određeno vremensko razdoblje   | 39        |
| 5.2.            | Analiza potrošnje energije (energenata) i vode svedena na mjerljive i usporedive parametre kroz određeno vremensko razdoblje (metoda analize indikatora potrošnje) | 43        |
| 5.2.1           | Definiranje relevantnih mjerljivih parametara  | 45        |
| 5.2.2           | Definiranje baznih indikatora potrošnje  | 47        |
| 5.2.3           | Definiranje ciljanih indikatora potrošnje  | 47        |
| 5.3.            | Analiza potrošnje energije u ovisnosti o vanjskoj temperaturi (metoda analize energije putem E-T krivulje)   | 49        |
| 5.3.1.          | Definiranje bazne E-T krivulje   | 49        |
| 5.3.2.          | Definiranje ciljane E-T krivulje   | 51        |
| <b>6.</b>       | <b>INTERPRETACIJA PODATAKA O POTROŠNJI ENERGIJE I VODE</b>   | <b>55</b> |
| 6.1.            | Interpretacija potrošnje energije i vode kroz određeno vremensko razdoblje   | 55        |
| 6.2.            | Interpretacija analiziranih indikatora potrošnje   | 59        |
| 6.3.            | Interpretacija E-T krivulja  | 64        |
| 6.4.            | Potencijalne mjere energijske efikasnosti  | 64        |
| 6.5.            | Verifikacija ušteda CUSUM grafom   | 71        |
| <b>7.</b>       | <b>ZAKLJUČAK</b>   | <b>76</b> |
| <b>PRILOG 1</b> | <b>Temeljni koncept SGE-a</b>  | <b>78</b> |
| <b>PRILOG 2</b> | <b>Regresijska analiza</b>   | <b>84</b> |
| <b>PRILOG 3</b> | <b>Uobičajeni tipovi različitih E-T krivulja</b>   | <b>87</b> |

**POPIS SLIKA**

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Slika 2-1:  | Konkretni koraci za gospodarenje energijom u ETC-u   | 15 |
| Slika 3-1:  | Cjelovita zgrada kao jedinstveni ETC   | 19 |
| Slika 3-2:  | Kompleks zgrada kao ETC  | 20 |
| Slika 3-3:  | Dio cjeline kao ETC  | 20 |
| Slika 5-1:  | Predložak grafičkog prikaza analize potrošnje u određenim vremenskim intervalima   | 39 |
| Slika 5-2:  | Primjer prikaza dnevne potrošnje električne energije u odabranom sedmici po funkcijskim periodima  | 40 |
| Slika 5-3:  | Primjer prikaza dnevne potrošnje prirodnog gasa u odabranom sedmici po funkcijskim periodima   | 41 |
| Slika 5-4:  | Primjer prikaza dnevne potrošnje vode u odabranom sedmici  | 42 |
| Slika 5-5:  | Primjer odabira relevantnog IP-a   | 46 |
| Slika 5-6:  | Primjer bazne E-T krivulje   | 50 |
| Slika 5-7:  | Primjer prikaza ciljane E-T krivulje odabirom smanjenja potrošnje u iznosu od 10%  | 51 |
| Slika 5-8:  | Primjer prikaza ciljane E-T krivulje odabirom najmanje potrošnje energije u ovisnosti o vanjskog temperaturi   | 52 |
| Slika 6-1:  | Primjer prikaza dnevne potrošnje električne energije po funkcijskim periodima i razine okupiranosti u odabranom sedmici  | 55 |
| Slika 6-2:  | Primjer prikaza dnevne potrošnje prirodnog gasa po funkcijskim periodima i stepen-dana grijanja u odabranom sedmici  | 57 |
| Slika 6-3:  | Primjer prikaza potrošnje vode i razine okupiranosti u odabranom sedmici   | 58 |
| Slika 6-4:  | Primjer prikaza potrošnje električne energije po nivou okupiranosti po danima u sedmici (lijevo) te po tjednima s određenom ciljanom nivoom potrošnje (desno)  | 59 |
| Slika 6-5:  | Primjer prikaza dnevne potrošnje toplotne energije po neto grijanoj površini (lijevo) te po stepen-danu grijanja s određenom ciljanom nivoom potrošnje (desno) | 60 |
| Slika 6-6:  | Primjer prikaza dnevne potrošnje toplotne energije u ovisnosti o stepen-danu grijanja regresijskom metodom   | 61 |
| Slika 6-7:  | Primjer prikaza potrošnje vode po nivou okupiranosti po danima u sedmici (lijevo) te po tjednima s određenom ciljanom nivoom potrošnje (desno)                 | 63 |
| Slika 6-8:  | Novododana tačka iznad bazne potrošnje   | 65 |
| Slika 6-9:  | Novododana tačka između bazne i ciljane potrošnje  | 65 |
| Slika 6-10: | Novododana tačka na ciljanjoj potrošnji  | 67 |
| Slika 6-11: | Mjesečna potrošnja toplotne energije u ovisnosti o vanjskoj temperaturi u baznoj 2007. godini  | 72 |
| Slika 6-12: | Mjesečna potrošnja toplotne energije u ovisnosti o vanjskoj temperaturi u 2008. Godini uz naznačenu baznu potrošnju  | 74 |
| Slika 6-13: | Grafički prikaz CUSUM-a  | 75 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Slika P-1:  | Temeljni koncept SGE-a  | 78 |
| Slika P-2:  | Mjesto i uloga ljudskog faktora i tehnoloških rješenja u projektima poboljšanja u energetici                                | 78 |
| Slika P-3:  | Koncept energetske troškovnih centara (ETC)   | 80 |
| Slika P-4:  | Postavljanje ciljeva poboljšanja energetske efikasnosti (crtkana ljubičasta linija)   | 82 |
| Slika P-5:  | Prijedlog obrasca za prikupljanje i obradu podataka te izvještavanje  | 83 |
| Slika P-6:  | Prikaz tjedne potrošnje energije u ovisnosti o vanjskoj temperaturi (pokazni primjer linearne regresije E-t krivulja)       | 86 |
| Slika P-7:  | Primjer E-T krivulje električne energije sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem                       | 87 |
| Slika P-8:  | Primjer E-T krivulje električne energije sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem                         | 88 |
| Slika P-9:  | Primjer E-T krivulje energetske ekvivalentne ogrjevnog energenta sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem | 89 |
| Slika P-10: | Primjer E-T krivulje energetske ekvivalentne ogrjevnog energenta sa silaznim zimskim razdobljem bez ljetnog razdoblja       | 90 |
| Slika P-11: | Primjer E-T krivulje ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i silaznim ljetnim razdobljem                           | 91 |
| Slika P-12: | Primjer E-T krivulje ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem                           | 92 |
| Slika P-13: | Primjer E-T krivulje ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem                             | 93 |
| Slika P-14: | Primjer E-T krivulje ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem, prijelaznim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem   | 94 |

**POPIS TABLICA**

|  |    |
|--|----|
| Tablica 4-1: Primjer prikupljenih statičkih ulaznih podataka   | 32 |
| Tablica 4-2: Primjer prikupljenih dinamičkih ulaznih podataka  | 35 |
| Tablica 5-1: Najčešće korišteni indikatori potrošnje   | 44 |
| Tablica 5-2: Prikaz najčešćih mjerljivih parametara te područje primjene istih u svrhu izračuna IP-a                             | 46 |
| Tablica 6-1: Primjeri mjera energetske efikasnosti koje se promoviraju i provode kroz uspostavu SGE                              | 67 |
| Tablica 6-2: Neki od elemenata energetske sistema koje je potrebno periodički provjeravati                                       | 70 |
| Tablica 6-3: Mjesečna potrošnja toplotne energije i prosječna vanjska temperatura u baznoj 2007. godini                          | 72 |
| Tablica 6-4: Mjesečna potrošnja toplotne energije i prosječna vanjska temperatura u 2008. godini                                 | 73 |
| Tablica 6-5: CUSUM   | 75 |
| Tablica P-1: Prosječne tjedne vanjske temperature i sedmice potrošnja energije (pokazni primjer linearne regresije E-t krivulja) | 85 |









## 1. UVOD

Sistematski gospodariti energijom znači pratiti potrošnju energije na unaprijed definiran način tako da se u svakom trenutku znaju odgovori na sljedeća pitanja:

### GDJE se troši energija?

- Zgrade: škole, vrtići, muzeji, javne zgrade, bolnice i sl.
- KAKO se troši energija?
- Sistemi: grijanja, hlađenja, ventilacije, rasvjete, pripreme hrane i sl.
- KOJI energenti se troše?
- Energenti: električna energija, prirodni gas, ukapljeni naftni gas, loživo ulje, drvo, toplotna energija, a u energente ubrajamo i vodu.
- KOLIKO energije se troši?
- Mjerne jedinice: kWh električne energije, litara loživog ulja, m<sup>3</sup> prirodnog gasa i dr. uz pripadajuće troškove.

Važno pitanje na koje je potrebno dati odgovor je, koje su nezavisne veličine koje utječu na potrošnju energije u posmatranoj zgradi, kakav je njihov utjecaj te može li se djelovati na sisteme kako bi se maksimalno smanjila nelogična odstepena i rasipanja energije. Drugim riječima cilj je držati se prakse: **Troši koliko je potrebno**. Time se bez velikih ulaganja poboljšava energijska efikasnost posmatrane zgrade.

Sistematsko gospodarenje energijom (u daljnjem tekstu SGE) sistemski je put ka osiguranju kontinuirane brige o potrošnji energije, a time i brige o zaštiti okoliša. Kratak opis temeljnog koncepta SGE-a sa svim njegovim ključnim elementima dan je u prilogu 1.

Cilj svakog projekta poboljšanja energijske efikasnosti u zgradarstvu je eliminiranje nepotrebne potrošnje energije i vode. Poboljšanja se postižu kroz primjenu različitih tehničkih i tehnoloških mjera ili djelovanjem na promjenu ponašanja korisnika. Tehničke i tehnološke mjere se još nazivaju i pasivnim mjerama energijske efikasnosti jer obuhvaćaju zamjenu postojećih tehničkih sistema, opreme i materijala energijski efikasnijim inačicama, čime se ostvaruje smanjenje potrošnje energije. Ipak ključno smanjenje potrošnje energije postiže se aktivnim učešćem i osviještenim ponašanjem korisnika prilikom korištenja same zgrade. Djelovanje na ponašanje korisnika moguće je kroz različite edukacije, kurseve ili druge događaje. Djelovanje i angažman korisnika da svojim ponašanjem maksimalno štede energiju i vodu nazivaju se još i aktivnim mjerama energijske efikasnosti. Aktivnim se mjerama kontinuirano i aktivno djeluje ponajprije na ponašanje korisnika, a zatim i na uspostavljene procedure korištenja i vođenja sistema i opreme. Očiti primjer utjecaja ponašanja korisnika na povećanu potrošnju energije je nepotrebno grijanje i osvjetljenje prostorija kada se one ne koriste, što značajno povećava potrošnju energije, a taj se gubitak energije, uz neznatan uloženi trud, vrlo lako može izbjeći.

### Što je sistematsko gospodarenje energijom?

Sistematski pristup pitanjima energije kojim će se pronaći mjere i procedure za smanjenje potrošnje energije.

Znači kvalitetno i redovno analiziranje potrošnje energije i vode ključno je za uspostavu SGE-a. Ovako zamišljena analiza sastoji se od:

- Odabira zgrade i brojila koji će se pratiti (objašnjeno u poglavlju 3),
- Prikupljanja podataka vezanih uz potrošnju (objašnjeno u poglavlju 4),
- Analiziranja prikupljenih podataka uz definiranje ciljeva i očekivanih ušteda (objašnjeno u poglavlju 5) te
- Interpretiranja analiziranih podataka (objašnjeno u poglavlju 6).

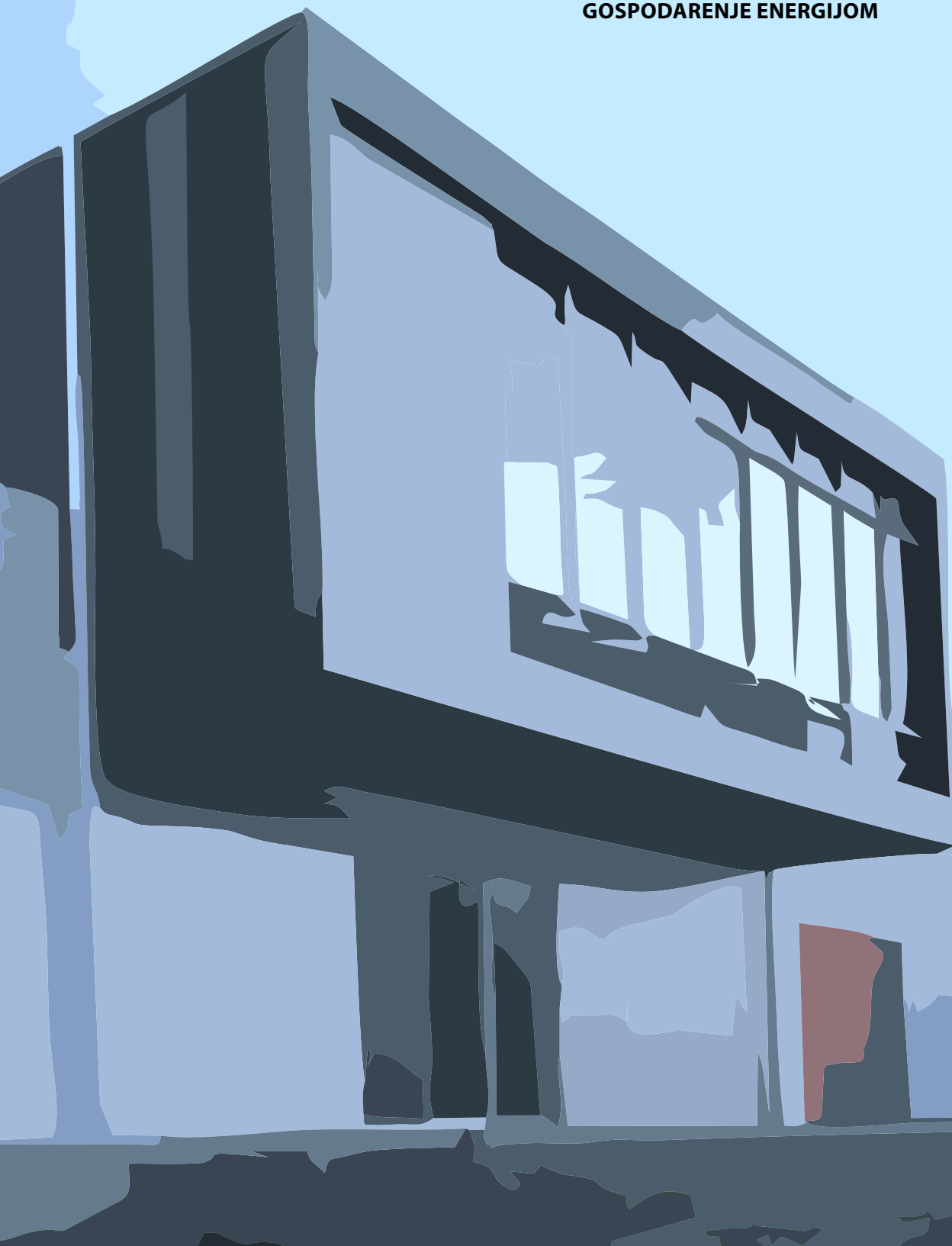
Kontinuiranom analizom potrošnje, nakon dužeg vremenskog perioda, ponašanje posmatranih energetskih sistema upoznaje se dovoljno dobro te se mogu identificirati i vrlo mali poremećaji u radu i potrošnji energije. Samim time osigurava se optimalan odnos utrošene energije i vode te željeni nivoi komfora.

### Što je energetski sistem?

Uređena cjelina elemenata koji služe za prijenos i transformaciju energije.

U sljedećim poglavljima objašnjeno je koje je podatke i na koji način potrebno prikupljati, na koji način ih analizirati, kako izračunavati pojedine indikatore potrošnje energije (u daljnjem tekstu **IP**) te kako interpretirati rezultate analize, odnosno kako donositi zaključke o stanju potrošnje energije u pojedinom objektu te o potencijalnim mjerama poboljšanja energijske efikasnosti. Važno je naglasiti kako se prilikom analize **potrošnje energije svakoj pojedinoj zgradi pristupa individualno**, jer struktura potrošača, način korištenja zgrade i ostale veličine koje utječu na potrošnju energije znatno variraju od slučaja do slučaja.

**KORACI ZA USPOSTAVU SISTEMA ZA  
GOSPODARENJE ENERGIJOM**



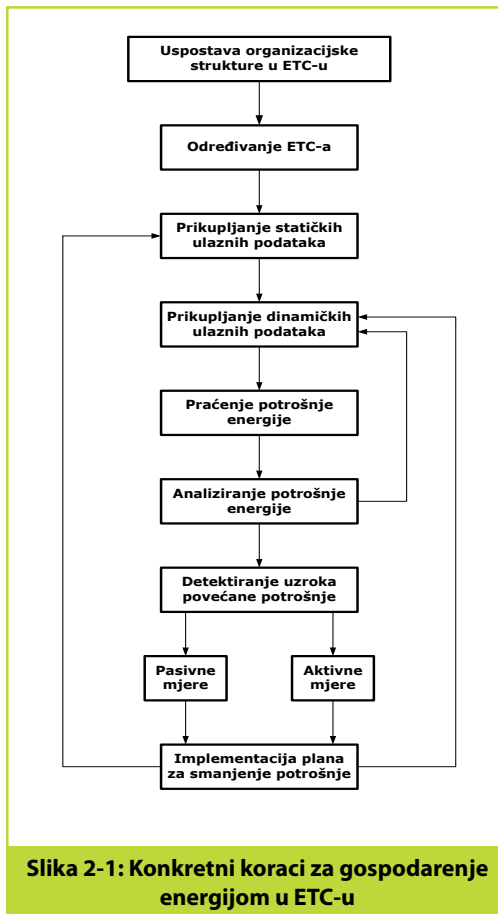


## 2. KORACI ZA USPOSTAVU SISTEMA ZA GOSPODARENJE ENERGIJOM

Prema svjetskim iskustvima i usvojenoj praksi u Bosni i Hercegovini za uspostavu SGE-a potrebno je slijediti određene korake. Iz toga razloga dan je shematski prikaz principa SGE-a slikom 2-1.

Potrošnja energije i vode uslovljena je potreba—ma čovjeka. Iz toga se razloga u centru SGE-a i nalazi čovjek. Kao prvi korak potrebno je uspo—staviti organizacijsku strukturu što podrazumi—jeva odabir kompetentnih osoba te eventualno i njihovu edukaciju.

Tim korakom osigurana je potrebna stručnost osoba za sljedeće korake. U sljedećim koracima određuju se ETC-i i njihove granice (zgrada koja se posmatra), definiraju se i prikupljaju potrebni ulazni podaci uz kontinuirano praćenje i analizi—ranje potrošnje. Kao rezultat provedene analize potrošnje detektiraju se anomalije i nelogič—nosti u načinu upotrebe, vođenja i održavanja energetske sistema. Također je, uspo—ređivanjem s drugim ETC-ima, moguće izdvojiti sisteme koji su iznimno energijski neefikasni.



**Slika 2-1: Konkretni koraci za gospodarenje energijom u ETC-u**

### Što je ETC?

**Energetski Troškovni Centar** je funkcionalna cjelina za koju je moguće mjeriti pripadajuću potrošnju energije i vode te parametre koji na dotičnu potrošnju utječu.

U nastavku su detaljnije prikazani potrebni koraci za uspostavu sistema za gospodarenje energijom

#### • Organizacijska struktura

- Imenovanje osobe zadužene za gospodarenje energijom kod manjih i jednostavnijih ETC-a ili uspostava organizacijske strukture i energetskeg tima zaduženog za gospodarenje energijom kod većih i složenijih ETC-a.

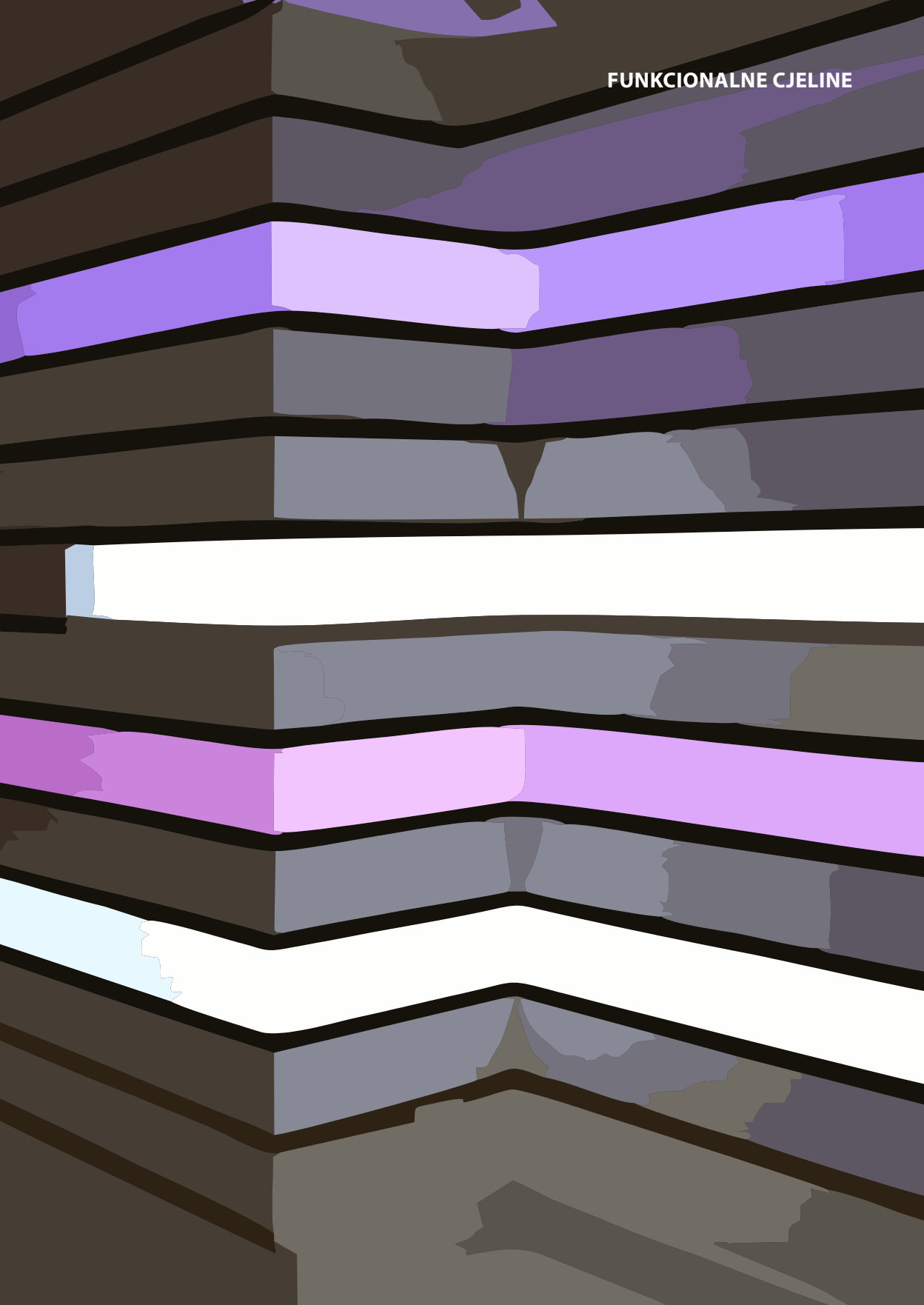
#### • Određivanje ETC-a

- Prostorno određivanje granica posmatranog ETC-a.
- Određivanje građevinskih elemenata koji odvajaju ETC od ostalog prostora.
- Pronalaženje i detektiranje svih mjernih uređaja (brojila) u ETC-u.
- Provjera kako mjerni uređaji očitavaju potrošnju samo onih potrošača koji su prostorno smješteni unutar odabranih granica ETC-a.

- Po potrebi ugrađivanje dodatnih mjernih uređaja.
- Po potrebi proširivanje granica posmatranog ETC-a.
- **Prikupljanje statičkih ulaznih podataka**
  - Prikupljanje osnovnih geometrijskih podataka o ETC-u uvidom u projektnu dokumentaciju i mjerenjima na lokaciji.
  - Odabir i prikupljanje osnovnih klimatoloških karakteristika na lokaciji.
  - Detektiranje osnovne namjene ETC-a.
  - Prikupljanje podataka o uobičajenim nivoima okupiranosti i uobičajenim radnim navikama.
  - Prikupljanje podataka o svim energentima koji se koriste u ETC-u.
  - Definiranje energetskih sistema u ETC-u i prikupljanje osnovnih pogonskih karakteristika.
- **Prikupljanje dinamičkih ulaznih podataka i praćenje potrošnje energije (kontinuirani proces)**
  - Očitavanje svih mjernih uređaja (brojila).
  - Period očitavanja (vremenski razmak između dva uzastopna očitavanja) brojila ovisi o veličini, odnosno potrošnji ETC-a i željenoj složenosti, odnosno dubini analize. Preporučljivo je da se u prvoj fazi koristi što kraći period očitavanja koji se prema rezultatima provedene analize povećava do optimalnog vremenskog razmaka između dva uzastopna očitavanja.
  - Periodična očitavanja vanjske temperature.
  - Srednja vrijednost vanjske temperature odnosi se na isti period kao i očitavanje brojila.
  - Periodična očitavanja unutarnje temperature.
  - Srednja vrijednost unutarnje temperature odnosi se na isti period kao i očitavanje brojila.
  - Promjene u nivou okupiranosti prostora ETC-a.
  - Period posmatranja je isti kao i kod očitavanja brojila.
  - Promjene u radnim navikama.
  - Period posmatranja je isti kao i kod očitavanja brojila.
- **Analiziranje potrošnje energije (kontinuirani proces)**
  - Povezivanje potrošnje pojedinog energenta prema mjerljivom parametru (okupiranost, vanjska temperatura i sl.), odnosno definiranje indikatora potrošnje.
  - Odabir relevantnih indikatora potrošnje za posmatrani ETC.
  - Određivanje ciljane potrošnje.
  - Ponovno prikupljanje dinamičkih ulaznih podataka.
- **Detektiranje uzroka povećanja potrošnje (interpretacija podataka)**
  - Provjera dobivenih indikatora potrošnje i traženje mogućih uzroka.
  - Uspoređivanje indikatora potrošnje i ciljane potrošnje te detektiranje uzroka povećane potrošnje u radu energetskih sistema.
  - Definiranje plana za smanjenje potrošnje.
  - Implementiranje plana za smanjenje potrošnje te približavanje ciljanoj potrošnji.
  - Ponovno prikupljanje statičkih i/ili dinamičkih ulaznih podataka.



FUNKCIONALNE CJELINE





### 3. FUNKCIONALNE CJELINE

Za uspostavu SGE-a potrebno je prvo definirati što će se analizirati. Postavljanjem jasnih granica posmatranog sistema i definiranjem svih bitnih veličina koje ulaze i izlaze iz sistema dobiva se uvid u sve tokove energije. Dakle potrebno je kvalitetno odrediti granice sistema koji će se posmatrati. Granice se ne mogu odrediti proizvoljno i prije svega ovise o tri činjenice:

- Posmatrana zgrada mora biti **funkcionalna cjelina**.
- Moguće je **mjeriti pripadajuću potrošnju energije i vode**.
- Moguće je **mjeriti parametre** koji utječu na potrošnju energije i vode.

Drugim riječima, važno je da se promatrani sistem može definirati kao energetska troškovna jedinica (ETC) kako je definirano u prilogu 1.

Određivanje funkcionalnih cjelina, odnosno definiranje granica posmatranog ETC-a je postupak kojim se potrošnja očitana na mjernim uređajima (brojilima) povezuje s pripadajućim potrošačima energije, izljevima mjestima i građevinskim elementima.

#### Što je mjerni uređaj (brojilo)?

*Instrument koji služi za mjerenje fizikalnih veličina.*

Još jednom se napominje da je potrebno definirati ETC na način da se mogu točno **izmjeriti (kvantificirati) sve karakteristične veličine** koje utječu na potrošnju energije, kao i na samu potrošnju energije. Ovo se napominje jer su jedino **mjereni podaci** relevantni za kvalitetnu analizu i interpretaciju.

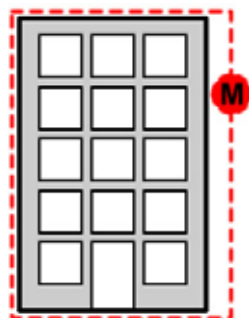
Za mjerenje potrošnje u ETC-u uvijek je preporučljivo korištenje obračunskih brojila instaliranih od strane dobavljača. Jedino ukoliko uslovi na terenu ili potrebe korisnika to zahtijevaju, za pojedine ETC-e mogu se instalirati dodatna brojila kojima se mjere potrebne veličine.

U praksi se može naići na različito definirane ETC-e, a neki od najuobičajenijih su sljedeći:

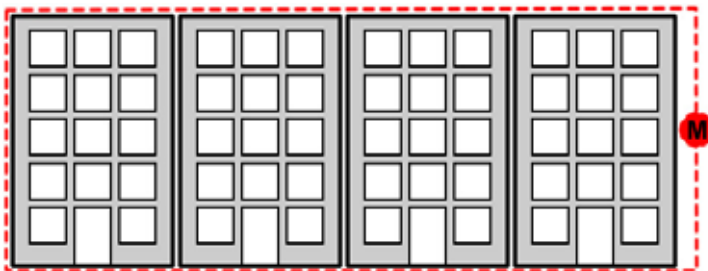
#### Cjelovita zgrada kao jedinstveni ETC

U ovom slučaju granica posmatranog sistema obuhvata čitavu jednu zgradu. Podaci o potrošnji energije i vode preuzimaju se s obračunskih brojila koja su postavljena od strane dobavljača energenata i vode, a koja obuhvaćaju cijelu zgradu.

Dodatna brojila za detaljniju raščlambu potrošnje ne postoje. Ovako definirane granice posmatranog sistema daju najkvalitetnije izlazne podatke nakon provedene analize potrošnje.



Slika 3-1: Cjelovita zgrada kao jedinstveni ETC



Slika 3-2: Kompleks zgrada kao ETC

- **Kompleks zgrada kao ETC**

Kompleks zgrada čine sve zgrade koje imaju barem jedno zajedničko brojilo potrošnje. Odnosno nije moguće mjerenje potrošnje za svaku pojedinu zgradu unutar kompleksa.

Granice posmatranog sistema obuhvaćaju više zgrada koje su spojene na zajedničku energetska i vodovodnu mrežu. Ono što se preporučuje u ovakvim slučajevima je analiza potrošnje kompleksa posmatranog kao jedinstvena cjelina. Često je takva analiza nedovoljno tačna te se za slučajeve kompleksa predlaže ugradnja dodatnih kontrolnih brojila tj. razdvajanje kompleksa na više samostalnih ETC-a. Cilj je omogućiti kvalitetniju analizu potrošnje, po mogućnosti za svaku pojedinu zgradu ili čak za bitne dijelove zgrada unutar kompleksa.

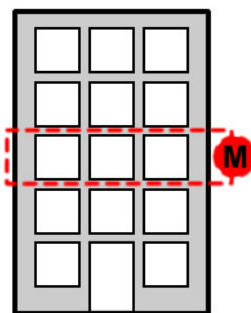
Za komplekse zgrada moguće je i da uz zajedničko brojilo za jedan od energenata, za cijeli kompleks postoji i više pojedinačnih brojila za druge energente koji su razdvojeni po pojedinim zgradama. U tom slučaju, ukoliko se analizira cijeli kompleks, potrebno je za energent koji se mjeri po pojedinim zgradama sumirati na nivo kompleksa te tada započeti analizu.

- **Dio cjeline kao ETC**

Granica posmatranog sistema obuhvaća dio zgrade (na primjer jedan sprat zgrade) koji se definira kao ETC. U praksi situacija najčešće predstavlja problem prilikom analize jer u većini slučajeva ne postoje instalirana individualna pojedinačna brojila kojima se mjeri potrošnja predmetnog ETC-a.

Potrošena energija u ovakvim slučajevima najčešće se plaća paušalno, ovisno o udjelu površine posmatranog ETC-a u ukupnoj površini zgrade, jer su energetska i vodovodna sistema zajednička za cijelu zgradu. Podaci o utrošku energije i vode dobiveni na ovaj način najčešće ne odgovaraju stvarno potrošenim količinama te se prilikom analize dobivaju vrlo upitni rezultati.

Kako bi se dobila mogućnost nadzora, kontrole i kvalitetne analize potrošnje u ovako definiranom ETC-u **nužna je ugradnja dodatnih brojila** kojima se izolira predmetni ETC.



Slika 3-3: Dio cjeline kao ETC





## 4. ULAZNI PODACI

Ključni preduslov za uspješnu analizu i interpretaciju trendova potrošnje su tačni, kvalitetni i na jasno definiran način prikupljeni podaci. Prikupljanje podataka potrebnih za analizu mora biti organizirano tako da se za svaki podatak zna na koji je način prikupljen, u koje vrijeme i koja mu je svrha! Na taj se način osigurava dosljednost u prikupljanju, jednostavna provjera tačnosti podataka, ali i lakše uspoređivanje provedenih analiza.

Podaci o potrošnji mogu se prikupljati na mjesečnom nivou putem redovnih računa dostavljenih od strane dobavljača, odnosno kontinuiranim praćenjem i bilježenjem potrošnje samostalnim očitanjima s postojećih ili po potrebi dodatno ugrađenih brojila. Ugradnja dodatnih brojila preporuča se u slučajevima kada je ETC po pitanju energije ovisan o drugim subjektima, odnosno energetski spojen na druge subjekte. Tada se instalacijom dodatnih brojila omogućava prikupljanje tačnih podataka o utrošku energenata i vode za posmatrani ETC.

Ulazni podaci koji su potrebni za kvalitetnu analizu zasebno se prikupljaju za svaki pojedini ETC. Za dobivene rezultate analize (izlazne podatke) poželjno je da budu ujednačeni. Time se omogućava međusobno uspoređivanje pojedinih ETC-a (prema pokazateljima koji su jednaki za dotične ETC-e), odnosno pojedinih perioda za isti ETC (u zadanim periodima od-do).

Potrebni ulazni podaci mogu se prema vremenskoj promjenjivosti podijeliti na:

- Statičke (nepromjenjive) i
- Dinamičke (promjenjive).

Statički ulazni podaci su načelno nepromjenjive varijable koje opisuju značajke samog ETC-a i definiraju način korištenja istog, a mijenjaju se vrlo rijetko kao na primjer u slučaju provođenja većih preinaka i rekonstrukcija ETC-a (npr. promjena površina ili volumena ETC-a) te kod promjene načina korištenja ETC-a (npr. promjena namjene ETC-a ili broja radnih dana u godini).

Dinamički podaci su promjenjivi ulazni podaci koji se koriste u analizi, a interval očitavanja (prikupljanja) tih podataka ovisi o svakom tipu podatka posebno (satno, dnevno, sedmično, mjesečno i dr.) kao i o veličini samog ETC-a. Za prikupljanje najvažnijih dinamičkih ulaznih podataka potrebno je očitavati brojila (mjerne uređaje). Iz tog razloga brojila moraju biti na pristupačnim lokacijama, a osoba koja ih očitava mora biti educirana. Ukoliko je potrebno ugrađivati dodatna brojila, korisniku se predlaže da investicija u brojila bude u granicama **do 20% godišnjih troškova za energiju i vodu**.

Razlog takvom savjetu je to što su svjetska iskustva pokazala da potpuna uspostava SGE-a, koji obuhvaća redovito praćenje potrošnje energije i vode, provođenje analize potrošnje energije i vode, donosi **10% do 20%** ušteda u ukupnim godišnjim troškovima za energiju i vodu. Ovime se osigurava **rok povrata investicije od 1 do 2 godine**, odnosno osigurava se ekonomska isplativost.

U nastavku je dan popis tipičnih statičkih i dinamičkih podataka koji se koriste pri analizi i interpretaciji podataka o potrošnji.

## 4.1. STATIČKI ULAZNI PODACI

Statičkim podacima definirane su bazne i nepromjenjive karakteristike ETC-a. Korištenje ovih podataka pri analizi daje jasan i pregledan uvid u tipove i stanje energetskih sistema koji se nalaze u analiziranom objektu. Statički podaci se koriste i pri definiranju indikatora potrošnje koji se koriste za uspoređivanje ETC-a s baznom ili postavljenom ciljanom potrošnjom te indikatorima dobivenima za druge slične ETC-e. Izgled i način prikaza podataka o potrošnji također ovisi o statičkim podacima korištenima pri analizi.

Prilikom prikupljanja statičkih ulaznih podataka koji se koriste za analizu potrošnje potrebno je imati na umu da se podaci prikupljaju zasebno za svaki pojedini ETC te da su neki od potrebnih podataka svojstveni pojedinom ETC-u. O tačnosti i kvaliteti prikupljenih podataka ovisi i kvaliteta rezultata cijele analize.

U nastavku je dan popis statičkih ulaznih podataka koje je potrebno prikupiti za svaki analizirani ETC s pripadajućim kratkim opisom:

- **Namjena ETC-a**

Definira način i svrhu korištenja ETC-a (škola, dom zdravlja, poslovni prostor, bolnica i dr.). ETC-e iste namjene moguće je vrlo jednostavno uspoređivati jer zbog iste dinamike i gotovo identičnog načina korištenja nije potrebno dodatno korigirati očitano potrošnju.

Prema namjeni ETC-i se mogu podijeliti na:

- Uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične pretežne namjene;
  - Uredi
  - Administrativne zgrade
  - Poslovne zgrade
- Školske i fakultetske zgrade, vrtići i druge obrazovne ustanove;
  - Osnovne škole
  - Osnovne škole sa dvoranom
  - Područne škole
  - Srednje škole
  - Srednje škole sa dvoranom
  - Fakultetske zgrade
- Zgrade za kulturno-umjetničku djelatnost i zabavu, muzeji i knjižnice;
  - Pozorišta
  - Muzeji
  - Biblioteke
- Bolnice i ostale zgrade za zdravstvenu zaštitu i zgrade za institucionalnu skrb;
  - Bolnice



- Domovi zdravlja
- Ambulante
- Apoteke
- Hoteli i slične zgrade za kratkotrajni boravak, zgrade ugostiteljske namjene;
  - Hoteli
  - Apartmani
  - Gostionice
  - Restorani
- Zgrade za stanovanje zajednica;
  - Đački domovi
  - Studentski domovi
  - Penzionerski domovi
  - Radnički domovi
  - Dječji domovi
  - Zatvori
  - Kazнено-popravni dom
  - Vojne kasarne
- Zgrade za promet i komunikacije;
  - Terminali
  - Postaje
  - Prometne zgrade
  - Pošte
  - Telekomunikacijske zgrade
- Sportske zgrade;
  - Sportske dvorane
    - Zgrade veleprodaje i maloprodaje;
  - Trgovački centri
  - Zgrade s dućanima
- Druge nestambene zgrade koje se griju na temperaturu od +18°C ili više;
- Stambene zgrade s jednim stanom i stambene zgrade u nizu;
  - Samostojeće stambene kuće s jednim stanom
  - Kuće s jednim stanom u nizu ili drugačije povezane zgrade s jednim stanom

- Kuće s najviše tri stana
- Kuće u nizu s više stanova po lameli - zgrade
- Stambene zgrade s više stanova;
  - Stambene zgrade s više od tri stana
  - Stambeni blokovi
- Ostalo;
- **Ukupna korisna površina ETC-a [m<sup>2</sup>]**

Definira ukupnu neto podnu površinu grijanog dijela ETC-a. Radi unificiranja proračuna i prikaza navedena površina uzima se kao **referentna** za proračun svih indikatora potrošnje po jedinici površine.

- **Zapremina grijanog dijela ETC-a [m<sup>3</sup>]**

Definira ukupnu neto podnu površinu grijanog dijela ETC-a. Radi unificiranja proračuna i prikaza navedena površina uzima se kao referentna za proračun svih indikatora potrošnje po jedinici površine.

- **Ukupna korisna hladena površina ETC-a [m<sup>2</sup>]**

Definira ukupnu neto podnu površinu hlađenog dijela ETC-a.

- **Zapremina hlađenog dijela ETC-a [m<sup>3</sup>]**

Definira ukupni hlađeni obujam ETC-a kojemu je oplošje ukupna ploština građevnih dijelova koji razdvajaju hlađeni dio ETC-a od vanjskog prostora, tla ili ne hlađenih dijelova ETC-a (omotač hlađenog dijela ETC-a).

- **Odabir referentne klimatološke postaje**

Definira klimatske uslove i geografski položaj ETC-a. Sve referentne klimatološke stanice u Federaciji BiH navedene su u prilogu E Pravilnika o tehničkim zahtjevima za toplotnu zaštitu objekata i racionalnu upotrebu energije. Što se tiče RS-a, referentne klimatološke stanice navedene su u Uredbi o mreži meteoroloških stanica RS-e, kao i na web stranicama hidrometeoroloških zavoda, gdje se odabire ona koja je geografski najbliža ETC-u sa sličnim klimatološkim pokazateljima.

- **Broj zaposlenika**

Definira broj osoba u ETC-u koje utječu na baznu (konstantnu) potrošnju energije i vode. Ovdje, prije svega, treba ubrojiti zaposlenike i stanare, odnosno osobe koje se ETC-om koriste redovito, svakodnevno, te dulje razdoblje za obavljanje primarnih radnih aktivnosti.

- **Broj korisnika**

Definira broj osoba u ETC-u koje utječu na varijabilnu potrošnju. Ovdje se prije svega misli na osobe koje se ETC-om koriste neredovito i vremenski relativno kratko, a utječu na potrošnju. Primjeri korisnika su pacijenti sa smještajem u bolnici te učenici u školi.

- **Broj radnih dana u sedmici**

Definira broj dana u sedmici kada se ETC koristi za obavljanje primarnih radnih aktivnosti.

- **Broj radnih dana u godini**

Definira broj dana u godini kada se ETC koristi za obavljanje primarnih radnih aktivnosti.

- **Broj radnih sati u radnom danu**

Definira broj sati u radnome danu kada se ETC koristi za obavljanje primarnih radnih aktivnosti.

- **Korišteni energenti**

Definira energente (npr. prirodni gas, loživo ulje, ugljen, električna energija i sl.) na ulazu u ETC, uz napomenu da se u smislu energijske efikasnosti i voda smatra energentom. Energent je primarni izvor energije u objektu koji se različitim transformacijama unutar ETC-a pretvara u korisne oblike energije kao što su svjetlost, toplota i sl.

- **Način i regulacija grijanja/hlađenja ETC-a (pojedinačno/ centralno/ nema/ dijeli sistem)**

Definira kakav je postojeći sistem grijanja/hlađenja u ETC-u te kakav je način njegove regulacije i upravljanja. Ukoliko u ETC-u ne postoji zaseban sistem grijanja/hlađenja, nego je ETC spojen na sistem grijanja/hlađenja kojeg dijeli s drugim objektima (ovisan je o energiji) potrebno je odrediti tačan udio u potrošenoj energiji ili ugraditi zasebne mjerne uređaje.

Potrebno je prikupiti osnovne podatke o sistemu grijanja/hlađenja te o načinu vođenja i regulacije. Neki od potrebnih osnovnih podataka su:

- Instalirani učinak i tip ogrjevnih/rashladnih tijela;
- Instaliran učinak i tip izvora toplote (kotla/rashladnika);
- Režim rada;
- Regulatori temperature nosioca toplote;
- Regulatori rada cirkulacijskih pumpi;
- Lokalni regulatori temperature na ogrjevnim/rashladnim elementima;
- Vrijeme rada sistema na dnevnom, sedmičnom i mjesečnom nivou.

- **Način i regulacija ventilisanja/kondicioniranja zraka u prostorima ETC-a (prirodno/ prisilno/ oboje/ dijeli sistem)**

Definira postoji li zaseban sistem ventilacije/kondicioniranja zraka u ETC-u. Ukoliko se u ETC-u prostor ventilira/kondicionira, a u ETC-u ne postoji zaseban sistem ventilacije/kondicioniranja, nego je ETC spojen na sistem ventilacije/kondicioniranja kojeg dijeli s drugim objektima, potrebno je odrediti tačan udio u potrošenoj energiji ili ugraditi zasebne mjerne uređaje. Također je potrebno prikupiti osnovne podatke o sistemu ventilacije te o načinu vođenja i regulacije. Neki od potrebnih osnovnih podataka su:

- Ukupna instalirana električna snaga sistema ventilacije/kondicioniranja zraka [kW];
- Rekuperacija;
- Režim rada;

- Centralna regulacija temperature zraka;
- Centralna regulacija vlažnosti zraka;
- Lokalni regulatori temperature i vlažnosti zraka;
- Vrijeme rada sistema na dnevnom, sedmičnom i mjesečnom nivou.

- **Način pripreme tople vode (pojedinačno/ centralno/ nema/ dijeli sistem)**

Definira postoji li zaseban sistem pripreme tople vode u ETC-u. Ukoliko u ETC-u postoji snabdijevanje potrošne tople vode, a u ETC-u ne postoji zaseban sistem pripreme potrošne tople vode, ETC je spojen na sistem pripreme potrošne tople vode kojeg **dijeli** s drugim subjektima (ovisan je o energiji). Također je potrebno prikupiti osnovne podatke o sistemu pripreme tople vode te o načinu vođenja i regulacije. Neki od potrebnih osnovnih podataka su:

- Ukupna instalirana toplotna snaga sistema PTV [kW];
- Ukupna instalirana električna snaga sistema PTV [kW];
- Veličina spremnika PTV-a;
- Izolacija spremnika PTV-a;
- Temperatura PTV-a u spremniku/spremnici;
- Vrijeme rada sistema na dnevnom, sedmičnom i mjesečnom nivou;
- Potrošnja tople vode na dnevnom, sedmičnom i mjesečnom nivou.

- **Sistem električne rasvjete**

Definira osnovne podatke te način regulacije sistema električne rasvjete. Neki od potrebnih osnovnih podataka su:

- Ukupna instalirana električna snaga po pojedinim tipovima rasvjetnih tijela [kW], gdje se mogu definirati sljedeći tipični tipovi:
  - Žarulje sa žarnom niti
  - Fluokompaktne žarulje
  - Fluorescentna rasvjeta s elektromagnetskom prigušnicom
  - Fluorescentna rasvjeta s elektroničkom prigušnicom
  - Visokotlačna živina sijalica
  - Visokotlačna natrijeva sijalica
  - Halogena sijalica
  - Metalhalogena sijalica
  - LED rasvjeta
  - Ostalo
- Ukupan broj svjetiljki po pojedinim tipovima rasvjetnih tijela;

- Vrijeme rada sistema na dnevnoj, sedmičnoj i mjesečnoj nivou;
- Regulacija prema prisutnosti;
- Regulacija prema osvjetljenosti prostora.

- **Ostali tehnički sistemi**

Definira koji su ostali tehnički sistemi potrošnje prisutni u ETC-u (na primjer specifični medicinski uređaji, uredska oprema, industrijski mašine i sl.).

Osim gore navedenih nepromjenjivih ulaznih podataka po pojedinom ETC-u, za kvalitetnu analizu potrošnje potrebno je prikupiti i dodatne podatke kojima se preciznije definiraju karakteristike i utjecaj pojedinih tehničkih sistema te postojećih aktivnosti na ukupnu potrošnju u ETC-u. Na ovaj se način jasno definiraju svi utjecajni faktori za posmatrani ETC te koji se sve energenti upotrebljavaju za rad svakog pojedinog tehničkog sistema unutar ETC-a.

U nastavku je dan popis specifičnih statičkih ulaznih podataka koji se prikupljaju za pojedini ETC:

- **Energent u sistemu grijanja**

Definira koji se energenti koriste za grijanje prostora ETC-a (npr. prirodni gas, ekstra lako loživo ulje itd.).

- **Energent u sistemu hlađenja**

Definira koji se energenti koriste za hlađenje prostora ETC-a (npr. električna energija, prirodni gas itd.).

- **Energent u kuhinji**

Definira koji se energenti koriste za kuhinjske potrebe ETC-a (npr. prirodni gas, propan-butan gas u boci itd.).

- **Energent u sistemu pripreme tople vode**

Definira koji se energenti koriste za pripremu tople vode u ETC-u (npr. prirodni gas, električna energija itd.).

- **Energent u specifičnim sistemima**

Definira koji se energenti koriste za pogon specifičnih sistema kao što su mašine za pranje i peglanje u praonicama (npr. toplotna energija, električna energija itd.).

## 4.2. DINAMIČKI ULAZNI PODACI

Dinamički podaci koji se koriste pri analizi odnose se na promjenjive ulazne veličine. U te podatke, prije svega, spadaju utrošena količina energije i vode te vanjska i unutarnja temperatura, kao i druge identificirane nezavisne utjecajne veličine. Ukoliko se tako definiraju uslovi rada i korištenja ETC-a, kao dinamički ulazni podatak može se pojaviti i prije definiran statički ulazni podatak (na primjer, broj korisnika).

U nastavku je dan popis dinamičkih ulaznih podataka koji se prikupljaju za svaki ETC s kratkim opisom:

- **Potrošnja energije i vode**

Odnosi se na očitavanja brojila postavljenih od strane snabdijevača ili brojila koja su dodatno ugrađena od strane korisnika. Očitavanja mogu biti svaki sat, dva puta dnevno, svaki dan jedanput i/ili jednom mjesečno, ovisno o potrošnji ETC-a i željenoj složenosti (dubini) analize. Ako postoji sistem daljinskog očitavanja, period očitavanja može biti i kraći, na primjer u 15 minutnom intervalu ili čak u minutnom intervalu. Ukoliko se potrošnja energije prati dnevno, preporuka je očitavati potrošnju na početku i na kraju pojedinih funkcijskih perioda (npr. početak i kraj radnog vremena, početak prve i druge te kraj druge smjene itd.), kako bi se dobila potrošnja energije (energenata) i vode u danu ovisno o periodima različitog radnog intenziteta.

Očitavanja je potrebno uvijek provoditi na isti način i u isto vrijeme kako bi se dobio kvalitetan i dosljedan skup podataka te se na taj način povećala kvaliteta naknadne analize (npr. svakodnevno očitavanje u isti sat).

Posebnu pažnju potrebno je usmjeriti na sama brojila. Nerijetko brojila imaju određenu konstantu. U tom slučaju, brojevi očitani s brojila moraju se množiti s navedenom konstantom koju je moguće očitati s računa dostavljenih od strane dobavljača.

- **Srednja vanjska temperatura tj. temperatura okoline**

Srednja vanjska temperatura tj. temperatura okoline je aritmetička sredina vanjskih temperatura očitanih u jednakim vremenskim intervalima. Vanjsku temperaturu možemo očitavati automatski (daljinski) ili ručno.

Automatska očitavanja obavljaju se putem već postavljenih vanjskih senzora temperature koja većinom dolaze s priloženim programskim paketom koji omogućuju prikaz minimalne, maksimalne i srednje temperature. Upotrebom različitih senzora i mjernih uređaja znatno se olakšava prikupljanje dinamičkih podataka.

Ručna očitavanja obuhvaćaju očitavanje mjernog uređaja u jednakim vremenskim intervalima. Očitavanja provodi osoba zadužena za gospodarenje energijom te bilježi temperaturu, a provode se u definiranom vremenu i na za to već pripremljenom predlošku.

Treća, dodatna opcija je nabava podataka o temperaturama s hidrometeoroloških stanica u blizini ili za dotičnu lokaciju i grad. Prednost metode automatskog očitavanja i nabavke podataka s hidrometeoroloških stanica je postojanje očitavanja u noćnom režimu, odnosno poslije radnog vremena pri čemu se jasno može iskazati srednja temperatura za vrijeme i poslije radnog vremena te tačna srednja dnevna vanjska temperatura. Metoda ručnog očitavanja većinom ne uključuje noćna očitavanja temperature te se radi toga u analizi koristi samo srednja temperatura za vrijeme radnog dana, odnosno za vrijeme postojanja očitavanja.

- **Srednja unutarnja temperatura tj. temperatura radnog prostora**

Srednja unutarnja temperatura tj. temperatura radnog prostora je aritmetička sredina unutarnjih temperatura očitanih u jednakom vremenskom intervalu. Moguća su automatska te ručna očitavanja unutarnje temperature. Opisane metode jednake su kao i kod srednje vanjske temperature. Prednost

očitanja unutarnje temperature je mogućnost određivanja srednje unutarnje temperature za oba funkcijska perioda. Naime, u slučaju regulacije sistema grijanja prema unutarnjoj temperaturi te u slučaju postojanja noćnog režima rada sistema poznata je noćna temperatura tj. temperatura u „štednom“ režimu rada te je moguć tačan izračun srednje unutarnje temperature u zimskom periodu. U ljetnom periodu bez noćnih očitavanja ili konstantnog rada sistema hlađenja na željenoj temperaturi nije moguće doći do stvarne srednje unutarnje temperature.

- **Promjena broja zaposlenika**

Definira broj osoba u ETC-u koje utječu na baznu potrošnju. Ukoliko je broj promjenjiv, postaje dinamički ulazni podatak.

- **Promjena broja korisnika**

Definira broj osoba u ETC-u koje utječu na varijabilnu potrošnju. Ukoliko je broj promjenjiv, postaje dinamički ulazni podatak.

- **Promjena broja radnih dana u sedmici**

Definira broj dana u sedmici kada se ETC koristi za obavljanje primarnih radnih aktivnosti. Ukoliko je broj promjenjiv, postaje dinamički ulazni podatak.

- **Promjena broja radnih dana u godini**

Definira broj dana u godini kada se ETC koristi za obavljanje primarnih radnih aktivnosti. Ukoliko je broj promjenjiv, postaje dinamički ulazni podatak.

- **Promjena broja radnih sati u radnom danu**

Definira broj radnih sati u radnom danu. Ukoliko je broj promjenjiv, postaje dinamički ulazni podatak.

- **Promjena specifičnog ulaznog podatka**

Zbog velikog broja mogućnosti u korištenju pojedinog ETC-a, kao i velikog broja tipova energetskih sistema, moguće je da na potrošnju utječe parametar koji nije prethodno naveden. Zato se želi naglasiti i mogućnost utjecaja varijable koja nije predviđena. Ovaj mogući dinamički ulazni podatak ostavljen je korisniku na izbor.

Kvalitetno definirani ulazni podaci koji su prikupljeni na isti način i po istoj metodologiji povećavaju tačnost analize te olakšavaju interpretaciju dobivenih rezultata. Netačni ili nekvalitetno prikupljeni podaci u metode analize unose dodatne pogreške koje mogu navesti na potpuno krive zaključke. U sljedećim tabelama dani su primjeri ulaznih podataka sakupljenih za jedan specifični ETC.

**Tablica 4-1: Primjer prikupljenih statičkih ulaznih podataka**

| <b>Opći podaci o zgradi</b>  |   |
|--|---|
| Naziv:   | Mašinski Fakultet   |
| Lokacija (adresa; grad/mjesto/naselje/općina; kanton):                                     | Sarajevo, Vilsonovo šetalište 9                                 |
| Namjena:   | fakultet  |
| Udio u ukupnoj površini zgrade [%]:  | 100   |
| Zaštićena zgrada (da/ne):  | NE  |
| Godina završetka izgradnje:  | 1960.   |
| Godina posljednje obnove:  | 2011.   |
| Što je obnovljeno:   | Krovište, prozori, obnova pročelja, kotlovnica.                 |
| Ukupna bruto podna površina zgrade [m <sup>2</sup> ]:                                      | 928,0   |
| Ukupna korisna površina zgrade, Ak [m <sup>2</sup> ]:                                      | 5.220,0   |
| Omotač grijanog dijela zgrade, A [m <sup>2</sup> ]:  | 3.800,0   |
| Zapremina grijanog dijela zgrade, Ve [m <sup>3</sup> ]:                                    | 17.372,0  |
| Ukupna hladena površina zgrade, Akh [m <sup>2</sup> ]:                                     | 105   |
| Omotač hlađenog dijela zgrade, Ah [m <sup>2</sup> ]:                                       | 383   |
| Zapremina hlađenog dijela zgrade, Veh [m <sup>3</sup> ]:                                   | 378   |
| Broj etaža:  | 7   |
| Odabir referentne klimatološke stanice:  | Sarajevo  |
| <b>Način korištenja zgrade</b>   |   |
| Broj zaposlenika:  | 100   |
| Broj korisnika:  | 150   |
| Broj radnih dana u sedmici:  | 5   |
| Broj radnih dana u godini:   | 200   |
| Broj radnih sati u radnom danu:  | 10  |
| <b>Sistem grijanja zgrade</b>  |   |
| Energent:  | Gas   |
| Način grijanja (pojedinačno/centralno):  | Centralno   |
| Vrsta kotla/toplotne podstanice:   | 1x Gasni kondenzacioni kotao Viessmann Vito Crossal 200 tip CT2 |
| Godina proizvodnje kotla/toplotne podstanice:  | 2011.   |
| Ukupni toplotni učinak kotla/toplotne podstanice [kW]:                                     | 404 kW  |
| Ukupna instalirana toplotna snaga ogrjevnih tijela [kW]:                                   | 621 kW za 90/70 °C režim  |
| Koriste li se uz primarni sistem grijanja dodatne električne grijalice (opcija DA ili NE): | NE  |
| Instalirana snaga električnih grijalica [kW]:  | -   |



**Tablica 4-1: Primjer prikupljenih statičkih ulaznih podataka (nastavak)**

|   |   |
|---|---|
| Koriste li se uz primarni sistem grijanja dodatni split sistemi za grijanje (opcija DA ili NE): | NE  |
| Opće napomene o sistemu grijanja zgrade:  | Sistem grijanja 60/45°C, otvorena ekspanzijska posuda, 1 kruga grijanja, temperatura polaznog voda iz kotla vođen vanjskom temperaturom |
| <b>Sistem hlađenja zgrade</b>   |   |
| Energent:   | Električna energija   |
| Način hlađenja (pojedinačno/centralno):   | Pojedinačno   |
| Ukupni rashladni učinak rashladne stanice [kW]:   | -   |
| COP:  | -   |
| Godina proizvodnje rashladnog uređaja:  | -   |
| Radna tvar u rashladnom uređaju:  | -   |
| Ukupna instalirana rashladna snaga rashladnih tijela [kW]:                                      | 24,5  |
| Ukupna instalirana električna snaga split-sistema [kW]:   | 5,76  |
| Opće napomene o sistemu hlađenja zgrade:  | Montirano je 7 split uređaja koji služe za hlađenje.  |
| <b>Sistem ventilacije zgrade</b>  |   |
| Način ventilisanja prostora (prirodno/prisilno/oboje):  | Prirodno  |
| Ukupna instalirana električna snaga sistema ventilacije [kW]:                                   | -   |
| Rekuperacija (opcija DA ili NE):  | NE  |
| Opće napomene o sistemu ventilisanja zgrade:  | Ventilisanje zgrade preko otvaranja prozora i stolarije.  |
| <b>Sistem pripreme tople sanitarne vode zgrade (PTV)</b>  |   |
| Energent:   | Električna energija   |
| Način (pojedinačno/centralno/kombinovano):  | Pojedinačno   |
| Ukupna instalirana toplotna snaga sistema PTV [kW]:   | 28,0  |
| Ukupna instalirana električne snaga sistema PTV [kW]:   | 28,0  |
| Opće napomene o sistemu pripreme PTV:   | Potrošna topla voda zagrijava se pomoću 12 električnih bojlera koji su smješteni pored izljevno mjesto.                                 |
| <b>Sistem električne rasvjete zgrade</b>  |   |
| <b>Sistem unutarnje električne rasvjete</b>   |   |
| Ukupna instalirana snaga sijalica sa žarnom niti [kW]:  | 31,85   |
| Ukupni broj svjetiljki s sijalicima sa žarnom niti:   | 226   |
| Ukupna instalirana snaga fluokompaktnih sijalica [kW]:  | -   |
| Ukupni broj svjetiljki s fluokompaktnim sijalicama:   | -   |

**Tablica 4-1: Primjer prikupljenih statičkih ulaznih podataka (nastavak)**

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Ukupna instalirana snaga fluorescentne rasvjete s elektromagnetskom prigušnicom [kW]: | 23,82                               |
| Ukupni broj svjetiljki s fluorescentnom rasvjetom s elektromagnetskom prigušnicom:    | 459                                 |
| Ukupna instalirana snaga fluorescentne rasvjete s elektroničkom prigušnicom [kW]:     | -                                   |
| Ukupni broj svjetiljki s fluorescentnom rasvjetom s elektroničkom prigušnicom:        | -                                   |
| Ukupna instalirana snaga visokotlačnih živinih sijalica [kW]:                         | -                                   |
| Ukupni broj svjetiljki s visokotlačnim živinim sijalicama:                            | -                                   |
| Ukupna instalirana snaga halogenih sijalica [kW]:                                     | -                                   |
| Ukupni broj svjetiljki s halogenim sijalicama:  | -                                   |
| Ukupna instalirana snaga metalhalogenih sijalica [kW]:                                | -                                   |
| Ukupni broj svjetiljki s metalhalogenim sijalicama:                                   | -                                   |
| Ukupna instalirana snaga ostalih tipova rasvjete [kW]:                                | -                                   |
| Ukupni broj ostalih svjetiljki:   | -                                   |
| Opće napomene o sistemu unutarnje rasvjete:   | Veliki broj sijalica sa žarnom niti |
| <b>Sistem vanjske električne rasvjete rasvjete</b>                                    |                                     |
| Ukupna instalirana snaga visokotlačnih živinih sijalica [kW]:                         | -                                   |
| Ukupni broj svjetiljki s visokotlačnim živinim sijalicama:                            | -                                   |
| Ukupna instalirana snaga visokotlačnih natrijevih sijalica [kW]:                      | -                                   |
| Ukupni broj svjetiljki s visokotlačnim natrijevim sijalicama:                         | -                                   |
| Ukupna instalirana snaga halogenih sijalica [kW]:                                     | -                                   |
| Ukupni broj svjetiljki s halogenim sijalicama:  | -                                   |
| Ukupna instalirana snaga metalhalogenih sijalica [kW]:                                | -                                   |
| Ukupni broj svjetiljki s metalhalogenim sijalicama:                                   | -                                   |
| Ukupna instalirana snaga ostalih tipova rasvjete [kW]:                                | -                                   |
| Ukupni broj ostalih svjetiljki:   | -                                   |
| Opće napomene o sistemu vanjske rasvjete:   | -                                   |
| <b>Ostali potrošači električne energije</b>   |                                     |
| Ukupna instalirana snaga uredske opreme [kW]:   | 26,4                                |
| Ukupna instalirana snaga kuhinjske opreme [kW]:                                       | 8,93                                |
| Ukupna instalirana snaga ostalih potrošača [kW]:                                      | 30,00                               |

Tablica 4-2: Primjer prikupljenih dinamičkih ulaznih podataka

|        |               | Električna energija[kWh]  |         |                         |                        |                           |         |                        |              |
|--------|---------------|---------------------------|---------|-------------------------|------------------------|---------------------------|---------|------------------------|--------------|
| Mjesec | Datum         | Viša tarifa (konstanta 1) |         |                         |                        | Niža tarifa (konstanta 1) |         | UKUPNO                 |              |
|        |               | 9h                        | 17h     | Dnevna potrošnja [9-17] | Noćna potrošnja [17-9] | Ukupna potrošnja [14h]    | 9h      | Ukupna noćna potrošnja | [VT+NT]      |
| JANUAR | 1.1.10.       |                           |         |                         |                        |                           |         |                        |              |
|        | 2.1.10.       |                           |         |                         |                        |                           |         |                        |              |
|        | 3.1.10.       |                           |         |                         |                        |                           |         |                        |              |
|        | 4.1.10.       | 95524,0                   | 95571,8 | 47,8                    | 10,3                   | 58,1                      | 42162,1 | 8,3                    | 66,4         |
|        | 5.1.10.       | 95582,1                   | 95608,9 | 26,8                    | 7,4                    | 34,2                      | 42170,4 | 8,7                    | 42,9         |
|        | 6.1.10.       | 95616,3                   | 95639,4 | 23,1                    | 17,1                   | 40,2                      | 42179,1 | 8,4                    | 48,6         |
|        | 7.1.10.       | 95656,5                   | 95685,1 | 28,6                    | 8,9                    | 37,5                      | 42187,5 | 7,6                    | 45,1         |
|        | 8.1.10.       | 95694,0                   | 95719,4 | 25,4                    | 13,2                   | 38,6                      | 42195,1 | 7,3                    | 45,9         |
|        | 9.1.10.       |                           |         |                         |                        |                           |         |                        |              |
|        | 10.1.10.      |                           |         |                         |                        |                           |         |                        |              |
|        | 11.1.10.      | 95759,1                   | 95780,2 | 21,1                    | 12,4                   | 33,5                      | 42217,0 | 10,8                   | 44,3         |
|        | 12.1.10.      | 95792,6                   | 95818,6 | 26,0                    | 10,8                   | 36,8                      | 42227,8 | 9,7                    | 46,5         |
|        | 13.1.10.      | 95829,4                   | 95858,1 | 28,7                    | 11,4                   | 40,1                      | 42237,5 | 8,5                    | 48,6         |
|        | 14.1.10.      | 95869,5                   | 95900,6 | 31,1                    | 12,0                   | 43,1                      | 42246,0 | 8,2                    | 51,3         |
|        | 15.1.10.      | 95912,6                   | 95936,6 | 24,0                    | 10,9                   | 34,9                      | 42254,2 | 7,7                    | 42,6         |
|        | 16.1.10.      |                           |         |                         |                        |                           |         |                        | 0,0          |
|        | 17.1.10.      |                           |         |                         |                        |                           |         |                        | 0,0          |
|        | 18.1.10.      | 95969,3                   | 96000,2 | 30,9                    | 11,2                   | 42,1                      | 42277,4 | 9,9                    | 52,0         |
|        | 19.1.10.      | 96011,4                   | 96038,2 | 26,8                    | 11,5                   | 38,3                      | 42287,3 | 8,8                    | 47,1         |
|        | 20.1.10.      | 96049,7                   | 96073,1 | 23,4                    | 8,7                    | 32,1                      | 42296,1 | 8,0                    | 40,1         |
|        | 21.1.10.      | 96081,8                   | 96110,5 | 28,7                    | 16,1                   | 44,8                      | 42304,1 | 8,1                    | 52,9         |
|        | 22.1.10.      | 96126,6                   | 96148,8 | 22,2                    | 19,6                   | 41,8                      | 42312,2 | 7,5                    | 49,3         |
|        | 23.1.10.      |                           |         |                         |                        |                           |         |                        | 0,0          |
|        | 24.1.10.      |                           |         |                         |                        |                           |         |                        | 0,0          |
|        | 25.1.10.      | 96207,6                   | 96227,6 | 20,0                    | 19,6                   | 39,6                      | 42334,7 | 7,7                    | 47,3         |
|        | 26.1.10.      | 96247,2                   | 96276,4 | 29,2                    | 13,3                   | 42,5                      | 42342,4 | 7,9                    | 50,4         |
|        | 27.1.10.      | 96289,7                   | 96316,4 | 26,7                    | 9,1                    | 35,8                      | 42350,3 | 6,9                    | 42,7         |
|        | 28.1.10.      | 96325,5                   | 96352,0 | 26,5                    | 11,6                   | 38,1                      | 42357,2 | 7,7                    | 45,8         |
|        | 29.1.10.      | 96363,6                   | 96379,9 | 16,3                    | 14,8                   | 31,1                      | 42364,9 | 7,5                    | 38,6         |
|        | 30.1.10.      |                           |         |                         |                        |                           |         |                        | 0,0          |
|        | 31.1.10.      |                           |         |                         |                        |                           |         |                        | 0,0          |
|        | <b>Ukupno</b> |                           |         | <b>533,3</b>            | <b>249,9</b>           | <b>783,2</b>              |         | <b>165,2</b>           | <b>948,5</b> |

Tablica 4-2: Primjer prikupljenih dinamičkih ulaznih podataka (nastavak)

|        |               | Temperatura                             |      |      |   |      |             |   |   |
|--------|---------------|---|------|------|---|------|-------------|---|---|
| Mjesec | Datum         | Vanjska temperatura [T <sub>v</sub> °C] |      |      | Unutarnja temperatura [T <sub>u</sub> °C] |      |             | Prosječna vanjska T [avg.T <sub>v</sub> ] | Prosječna unutarnja T [avg.T <sub>u</sub> ] |
|        |               | 9h                                      | 13h  | 17h  | 9h  | 13h  | 17h         |   |   |
| JANUAR | 1.1.10.       |   |      |      |   |      |             |   |   |
|        | 2.1.10.       |   |      |      |   |      |             |   |   |
|        | 3.1.10.       |   |      |      |   |      |             |   |   |
|        | 4.1.10.       | -6,0                                    | 0,0  | 0,0  | 19  | 22   | 22          | -2,00                                     | 21,00                                       |
|        | 5.1.10.       | -1,0                                    | 0,0  | 0,0  | 20,5                                      | 22   | 22          | -0,33                                     | 21,50                                       |
|        | 6.1.10.       | -2,0                                    | 0,0  | 0,0  | 20,5                                      | 22   | 22          | -0,67                                     | 21,50                                       |
|        | 7.1.10.       | 0,0                                     | 1,0  | 1,0  | 22,5                                      | 23   | 22          | 0,67                                      | 22,50                                       |
|        | 8.1.10.       | 0,0                                     | 1,0  | 1,0  | 20,5                                      | 22,5 | 22,5        | 0,67                                      | 21,83                                       |
|        | 9.1.10.       |   |      |      |   |      |             |   |   |
|        | 10.1.10.      |   |      |      |   |      |             |   |   |
|        | 11.1.10.      | 1,0                                     | 1,0  | 0,0  | 19  | 21   | 21,5        | 0,67                                      | 20,50                                       |
|        | 12.1.10.      | 1,0                                     | 2,0  | 2,0  | 20,5                                      | 21,5 | 22,5        | 1,67                                      | 21,50                                       |
|        | 13.1.10.      | 0,0                                     | 1,0  | 1,0  | 20  | 22,5 | 22,5        | 0,67                                      | 21,67                                       |
|        | 14.1.10.      | 1,0                                     | 1,0  | 1,0  | 20  | 22,5 | 23          | 1,00                                      | 21,83                                       |
|        | 15.1.10.      | 1,0                                     | 2,0  | 2,0  | 21,5                                      | 22,5 | 23          | 1,67                                      | 22,33                                       |
|        | 16.1.10.      |   |      |      |   |      |             |   |   |
|        | 17.1.10.      |   |      |      |   |      |             |   |   |
|        | 18.1.10.      | 0,0                                     | 0,0  | 0,0  | 18  | 20,5 | 20,5        | 0,00                                      | 19,67                                       |
|        | 19.1.10.      | 0,0                                     | 4,0  | 5,0  | 21,5                                      | 22,5 | 22          | 3,00                                      | 22,00                                       |
|        | 20.1.10.      | -1,0                                    | 4,0  | 5,0  | 21  | 22,5 | 22,5        | 2,67                                      | 22,00                                       |
|        | 21.1.10.      | 0,0                                     | -1,0 | 0,0  | 21  | 22,5 | 22,5        | -0,33                                     | 22,00                                       |
|        | 22.1.10.      | -2,0                                    | -2,0 | -2,0 | 20,5                                      | 23,5 | 22,5        | -2,00                                     | 22,17                                       |
|        | 23.1.10.      |   |      |      |   |      |             |   |   |
|        | 24.1.10.      |   |      |      |   |      |             |   |   |
|        | 25.1.10.      | -3,0                                    | -1,0 | -3,0 | 19,5                                      | 21,5 | 22,5        | -2,33                                     | 21,17                                       |
|        | 26.1.10.      | -7,0                                    | -4,0 | -4,0 | 19,5                                      | 23   | 23,5        | -5,00                                     | 22,00                                       |
|        | 27.1.10.      | -4,0                                    | -3,0 | -3,0 | 20  | 22,5 | 22,5        | -3,33                                     | 21,67                                       |
|        | 28.1.10.      | -7,0                                    | -6,0 | -5,0 | 19  | 23   | 23          | -6,00                                     | 21,67                                       |
|        | 29.1.10.      | -8,0                                    | 0,0  | 0,0  | 19,5                                      | 22,5 | 23          | -2,67                                     | 21,67                                       |
|        | 30.1.10.      |   |      |      |   |      |             |   |   |
|        | 31.1.10.      |   |      |      |   |      |             |   |   |
|        | <b>Ukupno</b> |   |      |      |   |      | <b>-0,6</b> | <b>21,6</b>                               |   |

**ANALIZA POTROŠNJE  
ENERGIJE I VODE**





## 5. ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE I VODE

U sljedećem poglavlju bit će objašnjeni različiti načini analize potrošnje energije i vode.

Za kvalitetnu analizu kretanja potrošnje energije i vode ključno je poznavanje načina rada i okupiranosti ETC-a. To se, prije svega, odnosi na poznavanje eventualnih perioda različitog intenziteta potrošnje u posmatranom ETC-u. Tako se jasno može prepoznati na primjer viša potrošnja za vrijeme radnog dijela dana te niža potrošnja u periodu nakon radnog vremena, odnosno nakon prestanka okupiranosti prostora.

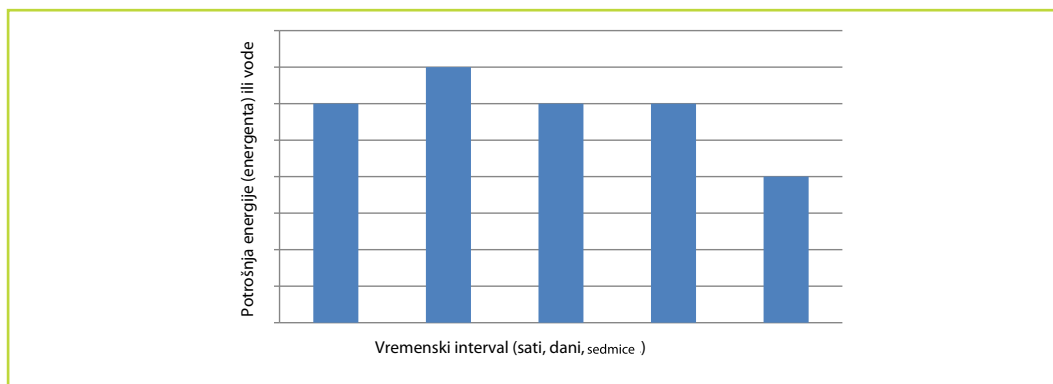
Analiza potrošnje može se provoditi na više načina. Korištenjem svakog od njih dobiva se pomalo drugačiji uvid. Uobičajeno je potrošnju energije analizirati na sljedeće načine, od kojih je svaki jedan korak u cjelokupnoj analizi:

- Analiza potrošnje u određenim vremenskim intervalima,
- Analiza potrošnje svedene na različite veličine u određenim vremenskim intervalima (metoda analize indikatora potrošnje) i
- Analiza potrošnje energije u ovisnosti o vanjskoj temperaturi (metoda analize energije putem E-T krivulje).

### 5.1. ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE (ENERGENATA) I VODE KROZ ODREĐENO VREMENSKO RAZDOBLJE

Analiza potrošnje u određenim vremenskim intervalima predstavlja prvi korak prema razumijevanju potrošnje u ETC-u. Kroz ovakav se oblik analize jednostavno mogu uočiti kretanja potrošnje u odabranim funkcijskim intervalima.

Predložak prikaza ovakve analize dan je na slici 5-1.



**Slika 5-1: Predložak grafičkog prikaza analize potrošnje u određenim vremenskim intervalima**

Iz ovakvog prikaza jasno se vidi tendencija kretanja potrošnje u određenom vremenskom intervalu. Ukoliko se potrošnja prikazuje na nivou funkcijskih perioda u pojedinom danu (radno vrijeme/

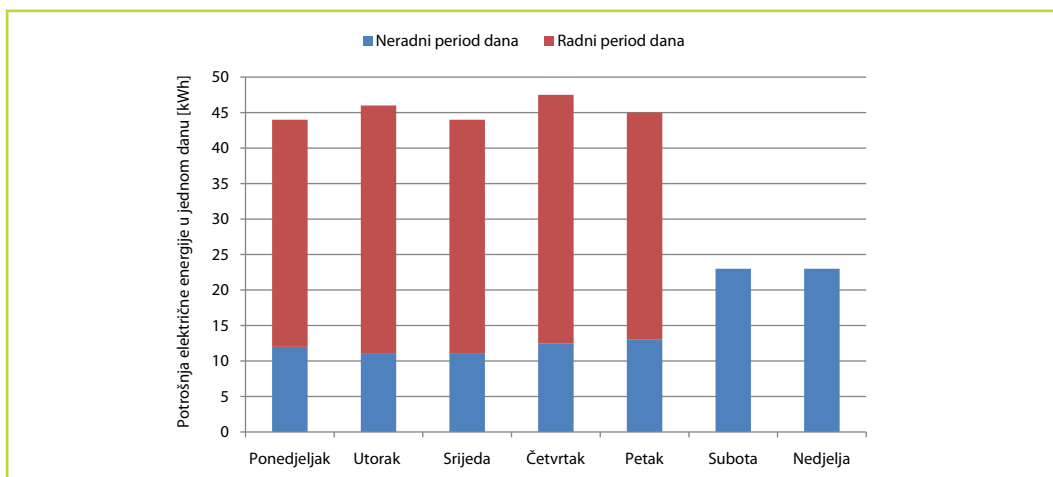
van radnog vremena) ili na dnevnom nivou u pojedinoj sedmici, ovim pristupom jasno se može prepoznati na primjer razlika potrošnje unutar radnog vremena, te poslije, u periodu van radnog vremena, odnosno nakon prestanka okupiranosti prostora. Ovakvu analizu moguće je provesti i na nivou jednog mjeseca ili godišnje gdje se jasno može prepoznati tendencija kretanja potrošnje po mjesecima, godišnjim dobima ili po godinama.

Posebno se napominje kako ulazne podatke potrebne za analizu definira osoba zadužena za gospodarenje energijom u ETC-u. Tako, ovisno o intenzitetu rada ETC-a odabrano vremensko razdoblje može biti na:

- Satnoj (očitanja se vrše više puta dnevno),
- Dnevnoj (očitanja se vrše jednom dnevno) ili
- Sedmičnom nivou (očitanja se vrše jednom sedmično).

Potrošnja energije može biti prikazana primjerice u kWh, MWh ili toe (tone naftnog ekvivalenta) dok se energenti i voda mogu prikazati količinski u m<sup>3</sup>, kg, lit i slično.

U nastavku je slikom 5-2 predstavljen primjer prikaza **potrošnje električne energije u odabranom sedmici** po funkcijskim periodima rada ETC-a. Očitavanja se radnim danima vrše dva puta dnevno. Prvo očitavanje je na početku radnog vremena, uobičajeno u 08:00 sati, drugo na kraju radnog vremena, u 16:00 sati. Očitavanja neradnim danima vrše se jednom u 08:00 sati.



**Slika 5-2: Primjer prikaza dnevne potrošnje električne energije u odabranom sedmici po funkcijskim periodima**

Iz slike 5-2 je jasno prikazana potrošnja za vrijeme funkcijskih perioda rada ETC-a. U ovom slučaju naznačeni su radni dio dana te neradni dio dana. Uočljiva je dominantna potrošnja za vrijeme radnog dijela dana u radnim danima u sedmici koja je uzrokovana korištenjem i okupiranošću ETC-a za izvršavanje primarne radne funkcije. Tako potrošnju uslovljava rad različitih električnih potrošača koji se koriste u radnom periodu ETC-a kao na primjer:

- Unutarnja električna rasvjeta,



- Uredska oprema,
- Kuhinjska oprema,
- Električni potrošači u sistemu grijanja, ventilacije i klimatizacije, itd.

Dio navedenih potrošača troši električnu energiju konstantno te utječu na potrošnju i u neradnom periodu dana. Takvi potrošači se nazivaju bazni potrošači od kojih se u većini ETC-a ističu:

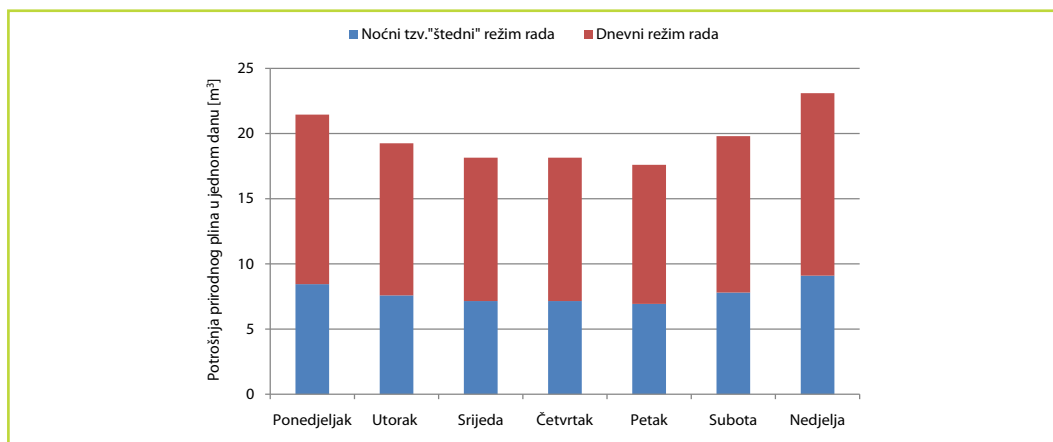
- Stand-by rad uredske opreme,
- Serveri,
- Dio kuhinjske opreme (prije svega se misli na hladnjake),
- Električni potrošači u sistemu grijanja, ventilacije i klimatizacije (ETC se gotovo uvijek grije i u noćnim satima),
- Nužna i vanjska električna rasvjeta, itd.

Zbog različitih karakteristika ETC-a, za kvalitetno analiziranje potrošnje električne energije potrebno je poznavati strukturu električnih potrošača. Tada se utvrđivanjem bazne potrošnje prema strukturi električnih potrošača može relativno lako utvrditi moguća diskrepancija između mjerene i optimalne potrošnje električne energije (detektiranje anomalija).

Također je vidljivo kako su vikendi (subota i nedjelja) neradni te kako je dotična potrošnja uslovljena istim baznim potrošačima.

Ovakav je prikaz karakterističan za ETC-e s definiranom radnom sedmicom (vikendi neradni) i radnim periodima unutar radnog dana kao na primjer ETC-i poslovnog i uredskog, odnosno edukacijskog, obrazovnog i naučnog karaktera te jasno prikazuje energetska sliku potrošnje električne energije u tom ETC-u.

Primjer prikaza **potrošnje prirodnog gasa** kao energenta za grijanje po funkcijskim periodima prikazan je slikom 5-3.



**Slika 5-3: Primjer prikaza dnevne potrošnje prirodnog gasa u odabranom sedmici po funkcijskim periodima**

Prirodni gas kao energent u zgradarstvu može služiti za grijanje ETC-a, pripremu tople vode, kuhanje i pogon posebnih sistema kao što su industrijske mašine za pranje ili peglanje.

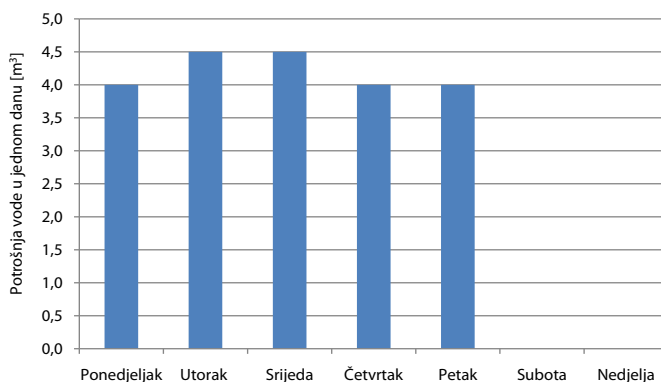
Na slici 5-3 jasno je prikazana potrošnja za vrijeme funkcijskih perioda rada ETC-a. U ovom slučaju to su dnevni režim rada sistema grijanja te noćni, tzv. „štedni“ režim rada. Uočljiva je nešto veća potrošnja za vrijeme dnevnog režima rada, a koja je uzrokovana radom sistema grijanja za osiguravanje potrebne unutarnje temperature prostora. U dnevnom režimu rada potrebno je osigurati veći nivo komfora u odnosu na noćni režim. U zgradarstvu nivo komfora direktno utječe na potrošnju energije. Tako je u prikazanom primjeru jasno vidljivo smanjenje potrošnje prirodnog gasa u noćnom režimu rada za oko 30%, što prati primjer dobrog gospodarenja energijom.

U ukupnoj potrošnji prirodnog gasa dio može otpadati i na potrebe kuhanja ili na druge potrebe, osim za zagrijavanje prostora, poput pripreme potrošne tople vode ili pogon posebnih sistema. Ukoliko se želi postići razumijevanje cjelokupne energetske slike ETC-a i ukoliko to uslovi omogućavaju, svakako je poželjno izdvajanje potrošnje energenta za grijanje od ostale potrošnje te zasebno prikazivanje energije za grijanje (preračunata energetska vrijednost energenta za grijanje), a zasebno ostale potrošnje. Također je iz prikaza kretanja potrošnje vidljivo kako za vrijeme vikenda (subota i nedjelja) i dalje postoji potrošnja prirodnog gasa kao i tokom sedmice, što upućuje na okupiranost ETC-a i tokom vikenda.

Promjene potrošnje mogu biti uzrokovane promjenama u potrebnoj toplotnoj energiji za grijanje, odnosno promjenom vanjskih uslova (vanjska temperatura), promjenom sistema regulacije ili povećanim korištenjem energenta u druge svrhe (npr. kuhanje i priprema tople vode).

Ovakvo je kretanje potrošnje energije za grijanje karakteristično za ETC-e s konstantnom okupiranosti kao na primjer ETC-i stambenog karaktera poput raznih domova. Također je moguć slučaj ETC-a edukacijskog, obrazovnog, naučnog karaktera u kojem se prostorije koriste i tokom vikenda.

Primjer prikaza **potrošnje vode** po danima u nekoj odabranoj sedmici prikazan je slikom 5-4.



**Slika 5-4: Primjer prikaza dnevne potrošnje vode u odabranom sedmici**

Iz slike 5-4 jasno je vidljiva potrošnja vode po danima u odabranom sedmici. Za kvalitetnu analizu potrošnje vode problem često predstavlja nedovoljna osjetljivost mjerila potrošnje vode koja

najčešće potrošnju vode mjere u m<sup>3</sup>, a u manjim ETC-ima to može biti cjelodnevna ili čak višednevna potrošnja. Problem u prikupljanju podataka često predstavlja i težak pristup brojilima. Mjerna mjesta smještena su najčešće podzemno, primjerice pod šahtovima koji su katkad i potopljeni. U slučaju nedovoljne osjetljivosti brojila potrošnje vode, analiza potrošnje se može provoditi i na mjesečnoj nivou, uz sedmice očitavanja potrošnje.

Rješenje problema nedovoljne osjetljivosti i teškog pristupa je ugrađivanje dodatnih brojila ili zamjena postojećih brojilima veće osjetljivosti te s mogućnošću daljinskog očitavanja.

Slučaj prikazan na slici 5-4 promatra cijeli dan kao jedan funkcijski period. Uočljiva je relativno konstantna potrošnja tijekom sedmice te prestanak potrošnje za vrijeme vikenda.

Ovakav je prikaz karakterističan za ETC-e gdje nema većih oscilacija okupiranosti prostora. U slučaju ETC-a promjenjive razine okupiranosti gdje se voda pretežno koristi u sanitarne svrhe moguće su veće razlike u kretanju potrošnje vode.

### Sumarni pregled:

- Jednostavna analiza za dobivanje osnovnog uvida.
- Iznos apsolutne potrošnje.
- Nema mogućnosti detektiranja međuovisnosti s varijablama o kojima potrošnja ovisi.
- Mogućnost detektiranja maksimalne moguće potrošnje.
- Nema mogućnosti definiranja ciljane potrošnje.

## 5.2. ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE (ENERGENATA) I VODE SVEDENA NA MJERLJIVE I USPOREDIVE PARAMETRE KROZ ODREĐENO VREMENSKO RAZDOBLJE (METODA ANALIZE INDIKATORA POTROŠNJE)

Analiza potrošnje energije i vode korištenjem indikatora (pokazatelja) potrošnje predstavlja korak analize koji omogućuje jasnu procjenu energijske efikasnosti ETC-a. Omogućuje i njegovu klasifikaciju po pojedinim razinama energijske efikasnosti te uspoređivanje više ETC-a međusobno.

Analiza se temelji na određivanju **indikatora potrošnje** (u daljnjem tekstu **IP**) za sve pojedine energente ETC-a ili njihove energetske ekvivalente te vodu individualno za svaki ETC. Za indikatore potrošnje često se koriste i termini **energetska intenzivnost**, **jedinična potrošnja**, **pokazatelji potrošnje** ili **indikator energijske efikasnosti**.

### Što je indikator potrošnje (IP)?

Omjer izmjerene (očitanje) potrošnje i odabranog mjerljivog parametra.

Mjerljivi parametar je odabrana izlazna veličina, odnosno aktivnost za koju se energija ili voda troši. Drugim riječima, odabrani statički ili dinamički ulazni podatak gledan kroz definirani period. IP daje informaciju kako se energija koristi u određenom ETC-u u odnosu na odabranu veličinu, tj. prikazuje

vezu između potrošnje energije i odabranih mjerljivih parametara. Jednadžba 5-1 pokazuje način izračuna IP-a.

$$IP(t) = E(t) / A(t) \quad (5-1)$$

gdje su:

$E$  – energija [kWh], energent [m<sup>3</sup>, lit., toe itd.],

$A$  – aktivnost (na primjer nivo okupiranosti, stepen-dan grijanja ili hlađenja, kvadratni metar grijanog prostora, kubni metar grijanog prostora itd.) i

$t$  – vremenski interval.

Da bi se izračunao IP potrebno je mjeriti:

- potrošnju u unaprijed definiranim vremenskim razdobljima (razlika očitavanja brojila) i
- odabrane veličine na koje će se svoditi potrošnja (mjerljivi parametri).

**Još jednom se napominje kako je sve odabrane parametre (potrošnja i ostali bitni parametri) potrebno mjeriti u istim vremenskim razdobljima (intervalima) kako bi se isti mogli kvalitetno i smisleno povezivati.** Za razumijevanje i interpretaciju dobivenih IP-a također je potrebno osigurati kontinuirano prikupljanje potrebnih podataka, kao i kontinuiranu analizu, jer se jedino na taj način mogu uočiti i smisleno interpretirati promjene u vrijednostima IP-a.

Moguće je definirati vrlo veliki broj raznih IP-a. Neki od najčešće korištenih IP-a dani su u tablici 4-1.

**Tablica 5-1: Najčešće korišteni indikatori potrošnje**

| Indikator potrošnje   | Jedinica                           |
|---|------------------------------------|
| Indikator potrošnje   | kWh <sub>top</sub> /m <sup>3</sup> |
| Potrošnja toplotne energije (energetskog ekvivalenta energenta za grijanje) po volumenu grijanog prostora ETC-a                   | kWh <sub>top</sub> /m <sup>2</sup> |
| Potrošnja toplotne energije (energetskog ekvivalenta energenta za grijanje) po ukupnoj neto podnoj površini grijanog dijela ETC-a | kWh <sub>top</sub> /broj           |
| Potrošnja toplotne energije (energetskog ekvivalenta energenta za grijanje) po okupiranosti                                       | kWh <sub>top</sub> /SDD            |
| Potrošnja toplotne energije (energetskog ekvivalenta energenta za grijanje) po stepen-danu grijanja                               | kWh <sub>top</sub> /°C             |
| Potrošnja toplotne energije (energetskog ekvivalenta energenta za grijanje) po vanjskoj temperaturi                               | kWh <sub>el</sub> /broj            |
| Potrošnja električne energije po okupiranosti   | kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup>  |
| Potrošnja električne energije po ukupnoj neto podnoj površini grijanog dijela ETC-a   | kWh <sub>el</sub> /°C              |
| Potrošnja električne energije po vanjskoj temperaturi   | m <sup>3</sup> /broj               |
| Potrošnja vode po okupiranosti  | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>     |
| Potrošnja vode po ukupnoj neto podnoj površini grijanog dijela ETC-a  |                                    |

Prilikom analize potrošnje i vode korištenjem indikatora potrošnje energije potrebno je odraditi niz koraka. Proces se načelno sastoji od sljedećih koraka:

- Definiranje relevantnih mjerljivih parametara,
- Definiranje bazne potrošnje i
- Definiranje ciljane potrošnje.

U nastavku su dani opisi pojedinih koraka.

### 5.2.1. Definiranje relevantnih mjerljivih parametara

Prvi korak u analizi korištenjem IP-a je ispravan odabir relevantnog mjerljivog parametra o kojem ovisi potrošnja. U periodu snimanja od najmanje tri sedmice ukoliko se radi o dnevnoj analizi, odnosno tri mjeseca ukoliko se radi o sedmičnoj analizi prikupljaju se svi potrebni dinamički i statički ulazni podaci (detaljnije objašnjeno u poglavlju 3):

- Potrošnja energije (energenata) i vode;
- Dinamički i statički ulazni podaci (mjerljivi parametri) navedeni u poglavlju 3.

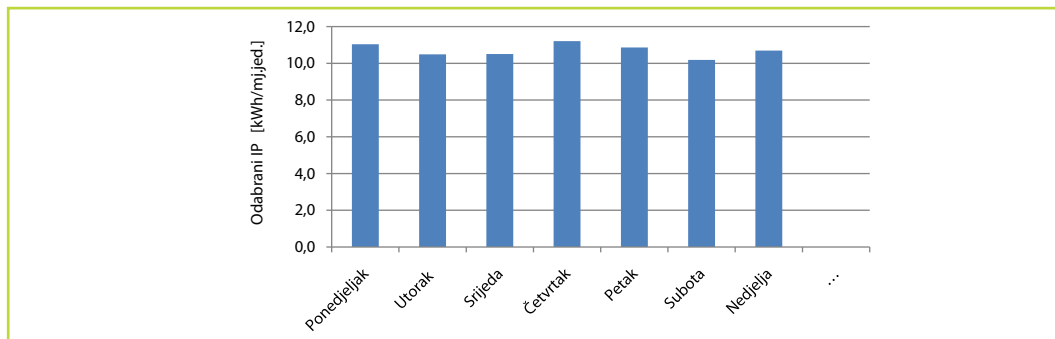
U navedenom periodu prate se kretanja svih IP-ova te se razlučuju mjerljivi parametri koji djeluju na potrošnju. Ispravan i smislen odabir mjerljivog parametra uslovljava složenost njegovog prepoznavanja, složenost procesa u kojem se odvija potrošnja te iskustvo stručnjaka zaduženog za njegov izbor. Tako se npr. u slučaju škole jasno može uočiti kako promjena u nivou aktivnosti (duži školski dan, neradni vikend) ili upotrebi školskog prostora ( $m^2$ ) utječe na potrošnju električne energije. U slučaju bolnice ista bi se potrošnja mogla prikazati u ovisnosti o korisnoj površini ( $m^2$ ) ili o okupiranosti prostora (broj pacijenata). Ukoliko je primjena ETC-a određena primarno kao proizvodni pogon, mjerljivi parametri mogle bi biti jedinice proizvodnog procesa (količina proizvoda).

U sljedećoj tablici dan je prikaz najčešćih mjerljivih parametara te područje primjene istih u svrhu izračuna IP-a.

**Tablica 5-2: Prikaz najčešćih mjerljivih parametara te područje primjene istih u svrhu izračuna IP-a**

| Mjerljivi parametar  | Područje primjene – tip ETC-a   | Područje primjene – energent                                |
|--|---|---|
| Korisna površina   | Svi tipovi ETC-a  | Svi energenti   |
| Korisni volumen  | Svi tipovi ETC-a  | Svi energenti   |
| Okupiranost – broj zaposlenika ili broj ljudi koji stalno borave           | Uredske, administrativne i druge poslovne zgrade; Zgrade za stanovanje zajednica; Stambene zgrade   | Električna energija, Voda                                   |
| Okupiranost – broj korisnika (npr. pacijenata)                             | Zgrade za kulturno-umjetničku djelatnost i zabavu, muzeji i biblioteke; Bolnice i ostale zgrade za zdravstvenu zaštitu i zgrade za institucionalnu skrb; Hoteli i slične zgrade za kratkotrajni boravak, zgrade ugostiteljske namjene; Zgrade za promet i komunikacije; Sportske zgrade | Električna energija, Voda                                   |
| Okupiranost – broj zauzetih korisnih prostora (npr. broj zauzetih kreveta) | Školske i fakultetske zgrade, vrtići i druge obrazovne ustanove; Hoteli i slične zgrade za kratkotrajni boravak, zgrade ugostiteljske namjene   | Električna energija, Energent u sistemu grijanja i hlađenja |
| Vrijeme rada u satima (npr. ukupan broj radnih sati svih zaposlenika)      | Uredske, administrativne i druge poslovne zgrade  | Električna energija, Voda                                   |
| Vanjska temperatura  | Svi tipovi ETC-a  | Električna energija, Energent u sistemu grijanja i hlađenja |
| Broj stepen-dana grijanja  | Svi tipovi ETC-a  | Električna energija, Energent u sistemu grijanja i hlađenja |
| Aktivnost (npr. količina proizvoda)  | ETC-i s proizvodnim procesima   | Svi energenti koji se koriste u proizvodnom procesu         |

Značajna međuovisnost potrošnje i mjerljivih parametara najlakše se utvrđuje ukoliko je promatrani IP relativno konstantan. Primjer je prikazan sljedećom slikom.



**Slika 5-5: Primjer odabira relevantnog IP-a**

Prilikom utvrđivanja konstantnosti IP-a potrebno je paziti na sljedeće:

- Da se promatraju periodi istog radnog intenziteta. Drugim riječima nemoguće je uspoređivati potrošnju radnog i neradnog dana.
- Da se posmatraju isti vremenski periodi. Drugim riječima, potrebno je pripaziti da se u dnevnoj analizi uspoređuju IP-ovi ostvareni u jednom danu, a u sedmičnoj IP-ovi ostvareni u jednoj sedmici.
- Da se za svaki IP provjeri kako nije došlo do značajnije promjene koja nije uobičajena kao što je:
  - produženi rad ETC-a,
  - povećanje grijane površine,
  - pojava kvarova ili puknuća, itd.
- Da se za svaki IP utvrdi ovisnost za svako godišnje doba. Naime, u zgradarstvu dominantna potrošnja energije posljedica je grijanja/hlađenja ETC-a. Iz toga razloga, kada se pale ili gase sistemi grijanja, odnosno hlađenja, dolazi do promjene međuovisnosti potrošnje i mjerljivog parametra. **Iz toga razloga važno je odrediti međuovisnost za svaki period godine (godišnje doba).**

## 5.2.2 Defniranje baznih indikatora potrošnje

IP-ovi određeni u periodu snimanja (kada se detektiraju relevantni mjerljivi parametri) definiraju se kao početni, polazni, odnosno **bazni indikatori potrošnje**.

### Što je bazna potrošnja?

Potrošnja koja je odabrana kao početno stanje, odnosno opisuje zatečeni nivo energijske efikasnosti u odabranom ETC-u.

Ukoliko se želi odrediti bazni indikator potrošnje u jednom danu ili sedmici (ovisno o nivou analize) uzima se srednja vrijednost dobivenih IP-ova u periodu snimanja. Bazni indikator potrošnje se koristi za uspoređivanje, praćenje promjena i eventualnih poboljšanja energijske efikasnosti tokom daljnjeg perioda praćenja. Ovaj postupak se nimalo ne razlikuje od ostalih projekata kojima se potiču promjene i poboljšanja. Uvijek je prvi korak utvrđivanje postojećeg stanja što se i dobiva definiranjem baznog indikatora potrošnje.

$$IP_{\text{baz}} = (IP_1 + \dots + IP_n)/n \quad (5-2)$$

gdje su:

- $IP_{\text{baz}}$  – bazni indikator potrošnje [kWh/mj.jed.],
- $IP_1 \dots IP_n$  – relevantni indikatori potrošnje ostvareni u periodu snimanja [kWh/mj.jed.],
- $n$  – broj relevantnih indikatora potrošnje.

## 5.2.3 Defniranje ciljanih indikatora potrošnje

Jednom kad se odrede **bazni indikatori potrošnje**, određuju se **ciljani indikatori potrošnje**. Za početak, kao cilj se obično postavlja najbolja energetska efikasnost (najniža vrijednost IP-a) postignuta

u periodu snimanja na temelju kojih je određeno početno (bazno) stanje. Također je moguće određivanje ciljane potrošnje putem iskustvenih vrijednosti ili iz primjera dobrog gospodarenja energijom te egzaktno određivanje istih putem energetskog pregleda i kontinuiranog gospodarenja energijom u ETC-u.

### Što je ciljana potrošnja?

Potrošnja koja je odabrana kao realan i dostižan cilj, odnosno koja opisuje što se želi postići uspostavom SGE-a.

Svakako treba napomenuti da je utvrđivanje bazne i ciljane potrošnje vrlo kompleksan zadatak koji ovisi o više raznih pokazatelja, kao što je način korištenja ETC-a, struktura potrošača te vrsta energenata koji se koriste za pogon pojedinih energetskih sistema

Iz toga se razloga preporuča da se prilikom odabira bazne i ciljane potrošnje potraži savjet **energetskih stručnjaka** ili **konzultantskih tvrtki**.

Uobičajene metode prilikom odabira ciljane potrošnje su:

- Ciljano smanjenje potrošnje u iznosu od 10 do 20%, što su relevantni svjetski podaci o ostvarenim uštedama uvođenjem SGE-a,
- Odabir najbolje postignute energijske efikasnosti (najnižeg IP-a) u posmatranom razdoblju, ukoliko taj IP ne predstavlja specifični izuzetak, a predstavlja realnu dostižnu vrijednost i
- Odabir IP-a, s obzirom na provedenu detaljnu analizu svih sistema koji dotičnu energiju ili vodu troše. Detaljna analiza vrši se prema podacima dobivenim detaljnim mjerenjem potrošnje pojedinih sistema te putem pojedinačnog pristupa detektiranja i prepoznavanja mogućnosti za smanjenje potrošnje.

**Važno je napomenuti da ciljani IP-i trebaju biti mogući i dostižni bez smanjenja nivoa udobnosti ETC-a i kvalitete usluge ili proizvoda.**

U sljedećem poglavlju bit će prikazana analiza potrošnje energije u ovisnosti o vanjskoj temperaturi. U zgradarstvu se najčešće upravo vanjska temperatura odabire kao mjerljivi parametar o kojem ovisi potrošnja. Odabir vanjske temperature objašnjava se potrošnjom energije za grijanje i hlađenje prostora koja direktno ovisi o vanjskoj temperaturi, a predstavlja dominantan udio u ukupnoj potrošnji energije u zgradarstvu.

### Sumarni pregled:

- Definira se međuovisnost potrošnje i mjerljivog parametra.
- Mogućnost definiranja bazne potrošnje.
- Mogućnosti definiranja ciljane potrošnje.
- Mogućnost izračuna ostvarenih ušteda.



### 5.3. ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE U OVISNOSTI O VANJSKOJ TEMPERATURI (METODA ANALIZE ENERGIJE PUTEM E-T KRIVULJE)

Analiza potrošnje u ovisnosti o vanjskoj temperaturi (metoda analize energije putem E-T krivulje) omogućuje kontinuirano praćenje **samo potrošnje energije (bez vode)** u ovisnosti o vanjskoj temperaturi. Prednost analize putem E-T krivulje je mogućnost praćenja kroz duže razdoblje nevezano za godišnja doba i vrste energenata koje posmatrani ETC preuzima i koristi. Kao rezultat analize dobiva se prikaz E-T krivulje, odnosno ovisnost potrošnje o vanjskoj temperaturi sačinjena od nekoliko pravaca.

Na grafu se mogu prikazivati **energenti** pojedinačno ili **energetski ekvivalenti energenata**, ali i **zbroj svih energetskih ekvivalenata energenata (ukupna energija ili primarna energija)**. Važno je napomenuti potrebu korištenja unificiranih jedinica energije za sve energente (primjerice kWh, MWh i sl.) ukoliko se prikazuje zbroj svih energetskih ekvivalenata energenata, odnosno ukupna energija.

Prilikom analize potrošnje energije u ovisnosti o vanjskoj temperaturi potrebno je odraditi niz koraka. Proces se načelno sastoji od sljedećih koraka:

- Definiranje bazne potrošnje,
- Definiranje ciljane potrošnje.

U nastavku su dani opisi pojedinih koraka.

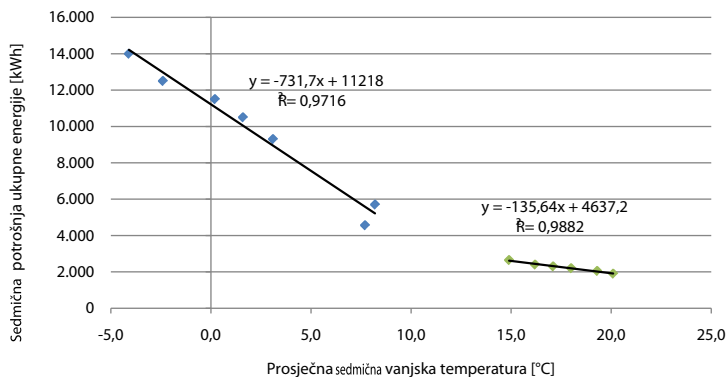
#### 5.3.1. Definiranje bazne E-T krivulje

Kao jedan funkcionalni period, odnosno cjeloviti period za potpuni prikaz E-T krivulje uzima se **jedna godina**. Pojedine jedinične cjeline mogu biti prikazane kao **jedan dan, jedna sedmica** i slično. To su cjeline u kojima je ostvarena dotična potrošnja i srednja dnevna temperatura, a na grafu su prikazane kao jedna tačka.

Taj prvi period u kojem **nastaje E-T krivulja** za dotični ETC sastavni je dio pilot – faze uspostave SGE-a, a može se nazvati i **periodom snimanja**, odnosno utvrđivanja **bazne E-T krivulje**. Postupak izrade E-T krivulje je vrlo jednostavan. U **istom vremenskom intervalu** očitava se potrošnja i uzima se srednja vrijednost vanjske temperature. Graf je definiran s dvije osi, od kojih:

- x-os (apscisa) prikazuje srednju vanjsku temperaturu,
- y-os (ordinata) prikazuje potrošnju energije.

Sljedećom slikom prikazan je primjer bazne E-T krivulje gdje se potrošnja i temperatura očitavaju na sedmičnoj nivou.



**Slika 5-6: Primjer bazne E-T krivulje**

Već je napomenuto da je za cjelovitu E-T krivulju potrebno na graf unijeti tačke dobivene u cijeloj godini što, ako se radi o sedmičnoj analizi, znači 52 tačke (jedna za svaki tjedan u godini). Ipak, iz iskustva je uočeno kako je dovoljno sakupiti po **6 tačaka u svakom razdoblju: zimskom, prijelaznom i ljetnom razdoblju**.

Razlog tome je što je u zgradarstvu dominantna potrošnja energije posljedica grijanja/hlađenja ETC-a. Pritom, kada se pale ili gase sistemi grijanja, odnosno hlađenja, dolazi do promjene međuovisnosti potrošnje i vanjske temperature. **Iz toga je razloga važno odrediti međuovisnost za svaki period godine.**

- Tako je **zimsko razdoblje** definirano radom sistema grijanja, odnosno većina potrošnje energije uzrokovana je potrebom za grijanjem prostora.
- **Prijelazno razdoblje** je period između zimskog i ljetnog razdoblja gdje se koriste samo bazni energetske sistemi.
- **Ljetno razdoblje** je definirano radom sistema hlađenja, odnosno većina potrošnje energije uzrokovana je potrebom za hlađenjem prostora.

Prilikom razrade matematičkog modela nužno je posvetiti posebnu pažnju grupiranju tačaka jer se samo na taj način može uspostaviti kvalitetna ovisnost potrošnje energije o vanjskoj temperaturi. Iz toga se razloga preporuča da se prilikom grupiranja tačaka potraži savjet **energetskih stručnjaka ili konsultantskih tvrtki u sektoru energetike**.

Korištenjem za to specijaliziranih programskih paketa (poput Excela) bazna E-T krivulja (definirana pravcima) određuje se primjenom regresijske analize. Regresijska analiza uključuje razne tehnike za modeliranje i analizu međuovisnosti između zavisne varijable i jedne nezavisne varijable. U prilogu 3 opisana je regresijska analiza s fokusom na linearnu regresiju koja se koristi za izradu E-T krivulja.

Za svaki energent postoje specifični mjerljivi parametri koji direktno ili indirektno utječu na potrošnju. Čest je slučaj postojanje više mjerljivih parametara za pojedini energent, koji utječu na njegovu potrošnju. Mjerljivi parametri koji utječu na potrošnju jednog energenta također mogu utjecati i na potrošnju drugog energenta. U slučaju E-T krivulje potrošnje energenta ili energetskog ekvivalenta energenta, jedini mjerljivi parametar je vanjska temperatura. Ostali mjerljivi parametri ne ulaze u ovu analizu te iz toga razloga analiza po pojedinim energentima ili njihovog energetskog ekvivalenta

predstavlja **prvi korak analize putem E-T krivulje** i omogućuje detaljan uvid u godišnju potrošnju te kontinuirano praćenje iste.

**Drugi korak analize putem E-T krivulje** je spajanje pojedinih segmenata po energentima te analiziranje cjelokupne energetske slike ETC-a putem prikaza sume svih energetskih ekvivalenata energenata, odnosno ukupne energije ili, po potrebi, primarne energije.

U prilogu 4 dani su i pojašnjeni uobičajeni tipovi **E-T krivulja s potrošnjom pojedinih energenata, odnosno energetskog ekvivalenta energenata** s objašnjenim pojedinim funkcionalnim razdobljima.

Također, dodatnom ugradnjom brojila na pojedine veće potrošače ili energetske sisteme u ETC-u moguće je prikazati E-T krivulje pojedinih grupa potrošača, kao što su sistemi rasvjete, grijanja i hlađenja, odnosno E-T krivulje pojedinih potrošača, kao što su rashladni uređaji, klima komora, elektromotori za pogon ventilacije i slično.

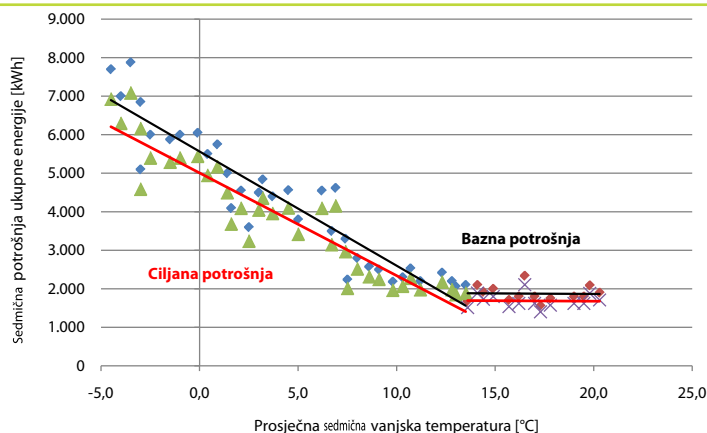
**Napredne verzije E-T krivulje uključuju prikaz indikatora potrošnje (primjerice kWh/osoba, kWh/m<sup>2</sup>, kWh/m<sup>3</sup> itd.) u ovisnosti o vanjskoj temperaturi, što ne omogućuje samo kontinuirano praćenje potrošnje energije, nego i energijske efikasnosti ETC-a. Popis primjera indikatora potrošnje dan je u tablici 5-1.**

### 5.3.2. Definiranje ciljane E-T krivulje

Iz iskustva i podataka iz relevantne literature mogu se definirati tri načina odabira ciljane E-T krivulje:

- **Ciljano smanjenje potrošnje u iznosu od 10 do 20%**, što su relevantni svjetski podaci o ostvarenim uštedama uvođenjem sistemnog gospodarenja energijom.

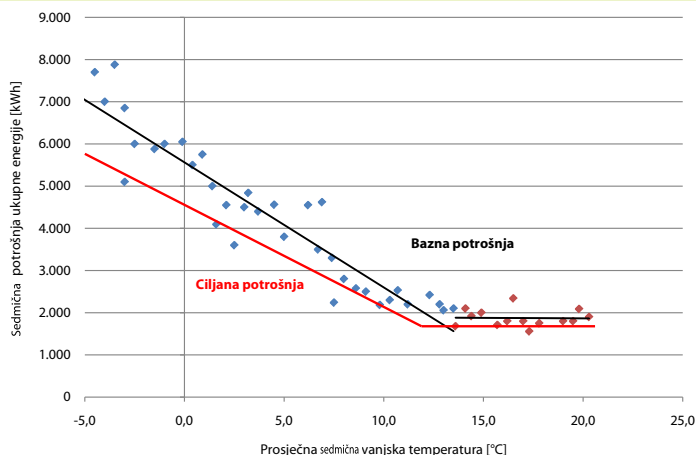
Na slici 5-7 dan je primjer definiranja ciljane potrošnje smanjenjem u iznosu od 10% (za svaku tačku se smanji potrošnja energije za 10% te se linearna regresija povlači kroz novo dobivene tačke). Važno je napomenuti da je ovakvo definiranje ciljane E-T krivulje najjednostavnije i najčešće te, uz djelovanje na promjenu načina ponašanja zaposlenika, predstavlja dostižan cilj.



**Slika 5-7: Primjer prikaza ciljane E-T krivulje odabirom smanjenja potrošnje u iznosu od 10%**

- **Odabir pravca kroz tačke gdje je ostvarena najmanja potrošnja energije** u ovisnosti o vanjskoj temperaturi, dok se ETC koristio za obavljanje uobičajenih aktivnosti, uz zadržavanje zakonom propisane razine komfora.

U nastavku je dan isti primjer definiranja ciljane potrošnje, ali odabirom tačaka gdje je ostvarena najveća razina energijske efikasnosti. Uz pomoć iskustvenih metoda dobiveno je da je potrebno odabrati barem šest tačaka. Važno je napomenuti da ovakvo definiranje ciljane E-T krivulje može dovesti do pogreške, ukoliko nije za odabrane tačke napravljena provjera. Naime, do smanjene potrošnje energije moglo je doći i zbog poremećaja u samim sistemima kao i zbog smanjene okupiranosti i aktivnosti u ETC-u.



**Slika 5-8: Primjer prikaza ciljane E-T krivulje odabirom najmanje potrošnje energije u ovisnosti o vanjskog temperaturi**

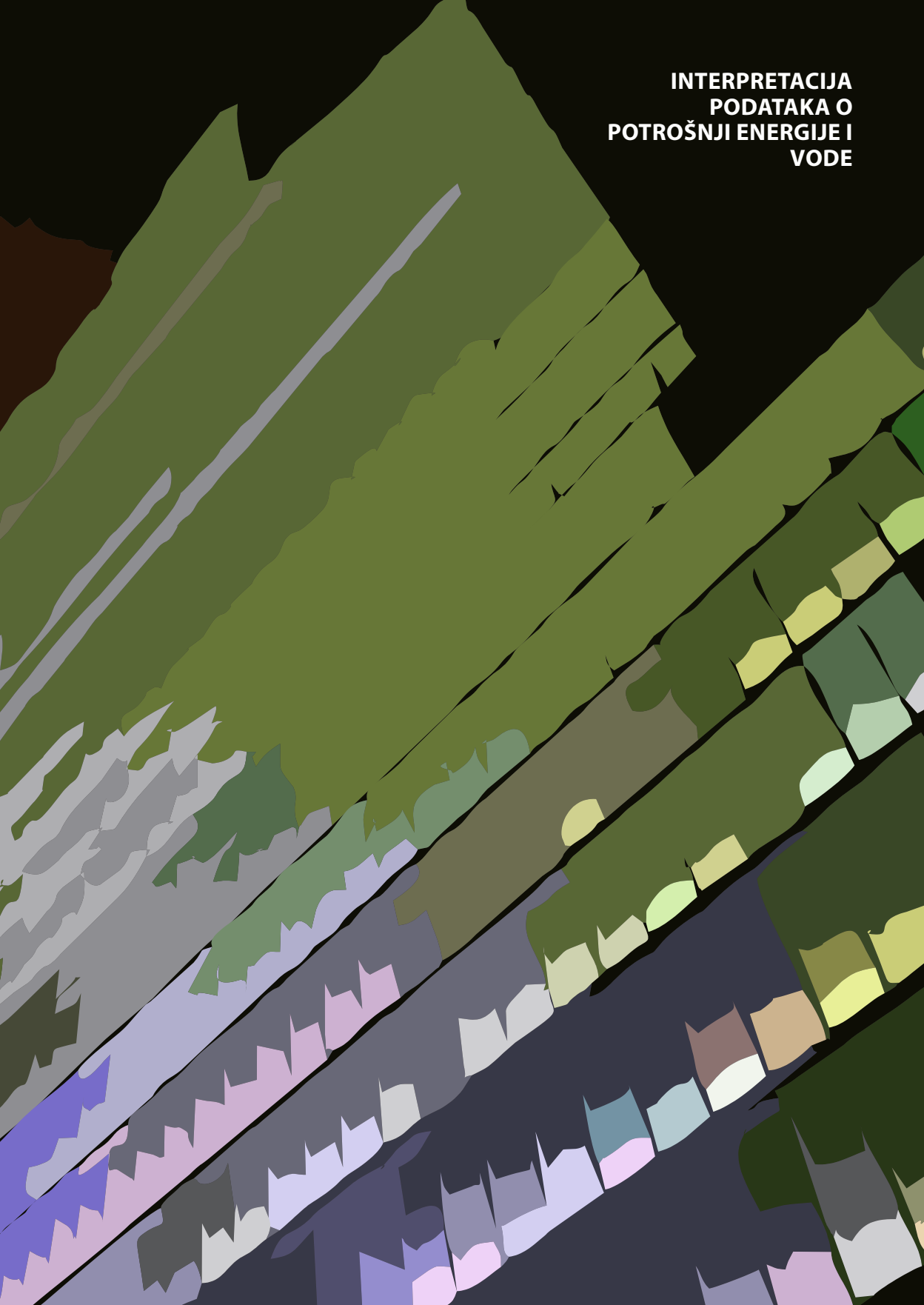
- **Mjerenjem potrošnje energije pojedinih sistema u normalnom radu** u ovisnosti o vanjskim uvjetima, gdje se specifično za svaki ETC modelira ciljana potrošnja.

Ovaj način definiranja ciljane E-T krivulje je najsloženiji, ali daje najtočnije podatke. Važno je napomenuti kako se ova metoda preporuča samo stručnjacima te kao takva ovdje neće biti dublje objašnjavana.

### Sumarni pregled:

- Definira se međuovisnost potrošnje energije i vanjske temperature.
- Mogućnost definiranja bazne i ciljane potrošnje.
- Mogućnost izračuna ostvarenih ušteda

**INTERPRETACIJA  
PODATAKA O  
POTROŠNJI ENERGIJE I  
VODE**





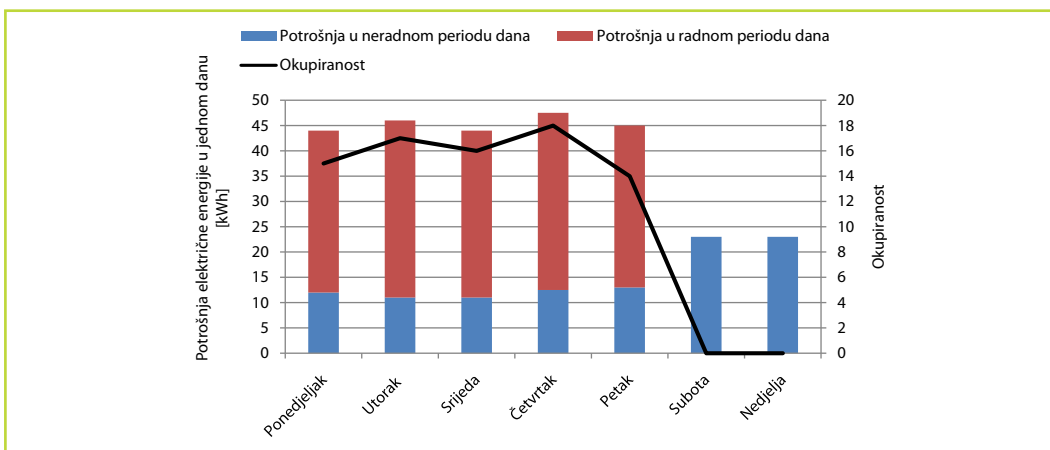
## 6. INTERPRETACIJA PODATAKA O POTROŠNJI ENERGIJE I VODE

Cilj provođenja sedmične i dnevne analize je interpretacija dobivenih rezultata te, na osnovi donesenih zaključaka, definiranje nastavnih koraka i aktivnosti. U nastavku poglavlja bit će prikazane i neke od metoda interpretacije rezultata analize podataka o potrošnji energije i vode.

### 6.1. INTERPRETACIJA POTROŠNJE ENERGIJE I VODE KROZ ODREĐENO VREMENSKO RAZDOBLJE

Interpretacija potrošnje energije i vode kroz određeno vremensko razdoblje dana je kroz sljedeće primjere.

Primjer prikaza **potrošnje električne energije** po funkcijskim periodima rada ETC-a u odabranom sedmici i **razine okupiranosti ETC-a** kao nezavisne varijable dan je slikom 6-1.



**Slika 6-1: Primjer prikaza dnevne potrošnje električne energije po funkcijskim periodima i razine okupiranosti u odabranom sedmici**

Na slici 6-1 jasno je prikazana potrošnja električne energije za vrijeme funkcijskih perioda rada ETC-a. Uočljiva je dominantna potrošnja za vrijeme radnog perioda dana radnim danima. Navedena potrošnja uzrokovana je korištenjem i okupiranošću ETC-a te izvršavanjem njegove primarne funkcije. Vidljivo je kako potrošnja za vrijeme radnoga dijela dana prati nivo okupiranosti u pojedinom danu, dok je potrošnja poslije radnog vremena relativno konstantna što odgovara potrošnji baznih potrošača. Također je vidljivo kako su vikendi (subota i nedjelja) neradni te kako je dotična potrošnja uslovljena istim baznim potrošačima.

Ovakvom analizom omogućuje se uočavanje i prepoznavanje anomalija u potrošnji. Primjer koji se nameće jest postojanje dominantne potrošnje za vrijeme neradnog perioda dana (plavi dio stupca izraženiji u odnosu na crveni) ili kada ETC nije okupiran.

U ovom primjeru treba napomenuti kako odabir nezavisnog mjerljivog parametra koji utječe na potrošnju (npr. okupiranost prostora) ovisi o strukturi potrošača unutar ETC-a.

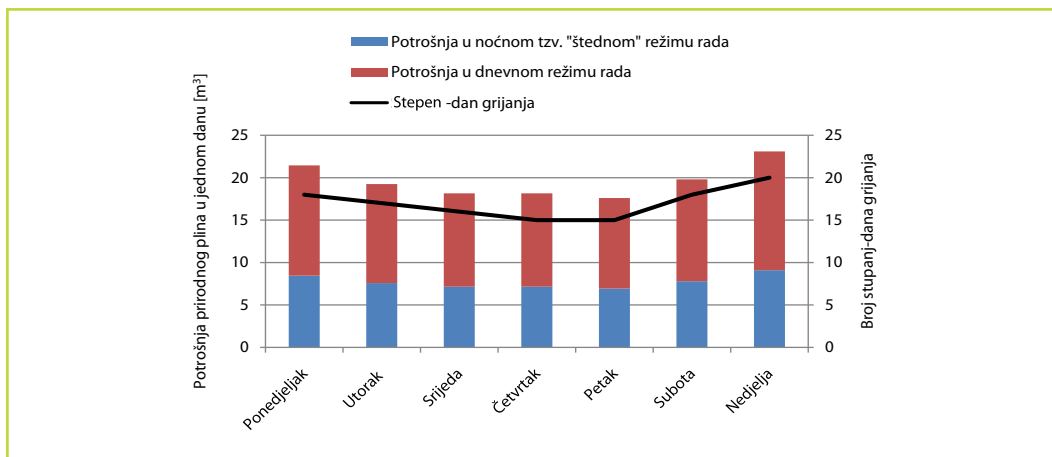
***Ukoliko bi se za slučaj prikazan slikom 6-1 pojavilo povećanje potrošnje električne energije uz istodobno smanjenje okupiranosti prostora (ili smanjenje potrošnje praćeno povećanjem okupiranosti), tada je vrlo vjerojatno da u radu sistema postoje nepravilnosti. U tim slučajevima potrebno je utvrditi i otkloniti nepravilnosti. Neke od mogućih nepravilnosti u potrošnji električne energije mogu biti posljedica:***

- Promjene pojedinih utjecajnih varijabli, od kojih se ističu sljedeće:
  - uporaba rasvjete u prostorima koji se inače ne koriste,
  - uporaba većih električnih potrošača koji se rijetko koriste kao što su rezalice, tokarski mašine i slično.
- Kvar unutar samih sistema potrošnje električne energije, od kojih se ističe sljedeće:
  - začepljenja pumpi u sistemu grijanja/hlađenja,
  - zaprljanja ploha na kojima se odvija izmjena toplote (kao npr. vanjska jedinica split sistema),
  - treperenje rasvjetnih tijela uzrokovano kvarom na elementima kao što su starter ili sama fluorescentna cijev,
  - neispravnost upravljačkih elemenata u sistemu hlađenja.
- Loše gospodarenje električnom energijom:
  - uporaba rasvjete u prostorima u kojima nitko ne boravi,
  - nepotrebno pothlađivanje radnih prostora,
  - istodobno provjetravanje i hlađenje prostora,
  - rad većih potrošača kada se njima nitko ne koristi.

Primjer prikaza **potrošnje prirodnog gasa** kao energenta za grijanje po funkcijskim periodima i **stepen-danu grijanja** u odabranom sedmici prikazan je slikom 6-2.

Na slici 6-2 je jasno prikazana potrošnja za vrijeme funkcijskih perioda rada ETC-a i kretanje broja stepen-dana grijanja (stepen-dan grijanja razlika je srednje dnevne unutarnje i srednje dnevne vanjske temperature). Vidljivo je kako potrošnja prirodnog gasa prati kretanje stepen-dana grijanja te je direktno ovisna o vanjskim uvjetima (vanjska temperatura) ili promjenama u regulaciji sistema grijanja (unutarnja temperatura) ili oboje.





**Slika 6-2: Primjer prikaza dnevne potrošnje prirodnog gasa po funkcijskim periodima i stepen-dana grijanja u odabranom sedmici**

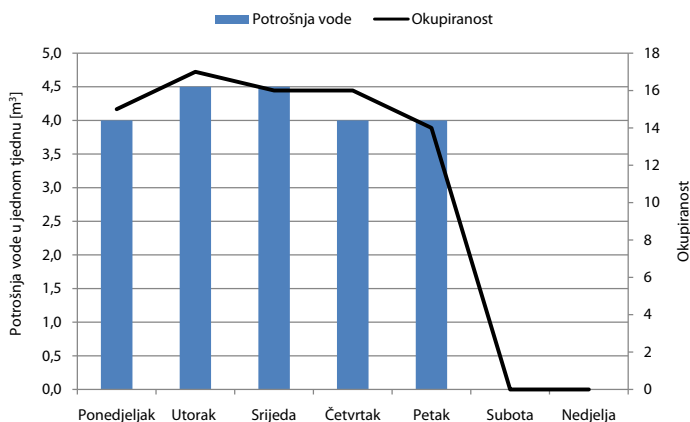
Ukoliko se ETC ne koristi tokom vikenda, tada bi se u prikazu jasno vidjela smanjena potrošnja uslijed prelaska na noćni, tzv. „štedni“ režim rada, odnosno potpunog gašenja sistema grijanja. Ukoliko smanjenje potrošnje energije uprkos nekorištenju ETC-a tokom vikenda izostane, tada je potrebno provesti korekciju načina rada sistema grijanja. Isto vrijedi i za slučaj u kojem je potrošnja u noćni, tzv. „štedni“ režim rada veća od potrošnje u dnevnom režimu rada.

Ovakav prikaz kretanja potrošnje energije omogućuje uvid u energetska slika potrošnje energije za grijanje u ETC-u i omogućuje uočavanje i prepoznavanje anomalija u potrošnji poput nepostojanja noćnog, tzv. „štednog“ režima rada, kao i pravodobno reagovanje i uklanjanje istih.

***Ukoliko bi se za slučaj prikazan slikom 6-2 pojavilo povećanje potrošnje prirodnog gasa praćeno smanjenjem broja stepen-dana grijanja (ili smanjenje potrošnje praćeno povećanjem broja stepen-dana grijanja), tada je vrlo vjerojatno da u radu sistema postoje nepravilnosti. U tim slučajevima potrebno je utvrditi jesu li nepravilnosti u potrošnji prirodnog gasa posljedica:***

- Promjene pojedinih statičkih varijabli (npr. povećanje grijane površine ili, zbog iznimnih potreba, produženje dnevnog režima rada),
- Pogreške unutar samog sistema potrošnje prirodnog gasa, kao što je kvar na automatici koja upravlja radom kotlova i
- Lošeg gospodarenja energijom, kao što je istodobno provjetravanje i grijanje prostorija te pregrijavanje istih.

Primjer prikaza **potrošnje vode** i **razine okupiranosti** ETC-a po danima u nekom odabranom sedmici dan je slikom 6-3.



**Slika 6-3: Primjer prikaza potrošnje vode i razine okupiranosti u odabranom sedmici**

Na slici 6-3 je jasno prikazana potrošnja vode i nivo okupiranosti u odabranoj sedmici. Uočljiva je potrošnja za vrijeme radnog perioda sedmice koja je uzrokovana korištenjem ETC-a te izvršavanjem njegove primarne funkcije. Vidljivo je kako potrošnja za vrijeme radnog dijela dana prati nivo okupiranosti u pojedinom danu, dok za vrijeme neradnog dijela sedmice (subota i nedjelja) nema potrošnje.

Iz navedenoga se može zaključiti da potrošnja vode direktno ovisi o okupiranosti ETC-a, gdje za neradnog vikenda nema potrebe za potrošnjom vode. Također je jasno vidljivo kako unutar vodovodnog sistema nema neželjenih curenja i puknuća jer je potrošnja preko vikenda jednaka nuli.

Prikaz omogućuje uvid u sliku potrošnje vode u ETC-u i omogućuje uočavanje i prepoznavanje anomalija u potrošnji kao što je nekontrolirano istjecanje (mogući uzroci puknuća cijevi i curenja) kao i pravovremeno reagiranje i uklanjanje istih.

***Ukoliko bi se za slučaj prikazan slikom 6-3 pojavilo povećanje potrošnje vode praćeno smanjenjem okupiranosti (ili smanjenje potrošnje praćeno povećanjem okupiranosti) tada je vrlo vjerojatno da u radu sistema postoje nepravilnosti. U tim slučajevima potrebno je utvrditi jesu li nepravilnosti u potrošnji vode posljedica:***

- promjene pojedinih statičkih varijabli (npr. povećanje potrošnje vode uzrokovano uporabom hidrantske mreže ili zbog zalijevanja vrta),
- puknuća u samom vodovodnom sistemu ili izljevnim mjestima ili
- lošeg gospodarenja vodom, kao što je uporaba izljevnih mjesta bez stvarne potrebe.

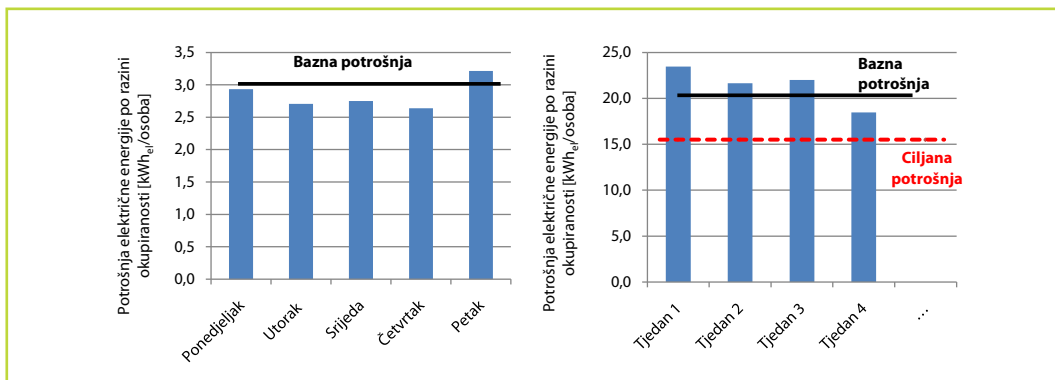
Ovdje opisana interpretacija omogućava jednostavan uvid u energetska slika ETC-a, u pojedinom periodu. Ipak, takav način analize i interpretacije ne omogućuje uspoređivanje više ETC-a međusobno niti kvalitetnu procjenu energijske efikasnosti analiziranog ETC-a. Prikazan princip analize može se primijeniti na nivou više sedmica, mjeseci ili godina te se u tom slučaju jasno mogu vidjeti trendovi kretanja potrošnje u analiziranom periodu.

## 6.2. INTERPRETACIJA ANALIZIRANIH INDIKATORA POTROŠNJE

Ukoliko se želi postići kvalitetniji uvid u energetska slika analiziranog objekta, koji će poslužiti ili za usporedbu potrošnje sličnih ETC-a ili usporedbu potrošnje istoga ETC-a, tada se primjenjuje analiza korištenjem indikatora potrošnje (IP).

U nastavku je analizirano i interpretirano nekoliko mogućih primjera prikaza različitih IP-a.

Primjer prikaza potrošnje **električne energije po nivou okupiranosti** po danima te po tjednima dan je slikom 6-4. Na slici su također naznačene bazna i ciljana potrošnja.



**Slika 6-4: Primjer prikaza potrošnje električne energije po nivou okupiranosti po danima u sedmici (lijevo) te po tjednima s određenom ciljanom nivoom potrošnje (desno)**

Lijevi graf na slici 6-4 prikazuje potrošnju električne energije po nivou okupiranosti po danima s određenom baznom potrošnjom. Desni graf prikazuje potrošnju električne energije po nivou okupiranosti po sedmicama s određenim baznim i ciljanim nivoom potrošnje. Na oba grafa vidljivo je kako je na ordinati (vertikalnoj y-osi) prikazana ukupna potrošnja električne energije u jednom danu, odnosno sedmici svedena na jedinicu srednje dnevne okupiranosti ETC-a. Srednja dnevna okupiranosti dobivena je kao aritmetička sredina dnevne okupiranosti ETC-a, odnosno aritmetička sredina dnevnog broja zaposlenika i korisnika koja su boravila u ETC-u.

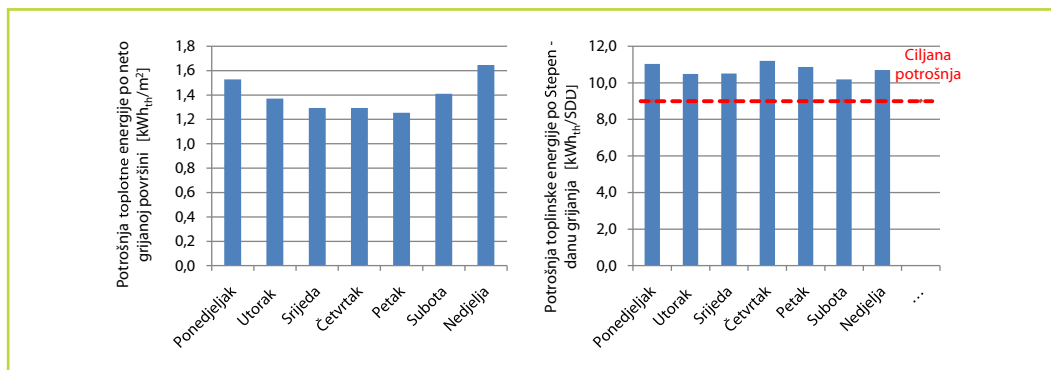
Lijevi graf na slici 6-4 jasno prikazuje dnevno kretanje IP-a ETC-a. Zbog nedostatka okupiranosti tokom vikenda, nisu prikazani IP-i za taj period. Dakle, preko vikenda su u funkciji samo bazni potrošači. Očito je kako je potrošnja u opisanom tipu ETC-a direktno ovisna o nivou okupiranosti te je odabrani IP određen kao najprimjereniji. Vidljivo je i kako je potrošnja ostvarena u ponedjeljak, utorak, srijedu i četvrtak niža u odnosu na baznu. U navedenim danima ostvarena su smanjenja potrošnje, odnosno postignut je bolji nivo energijske efikasnosti u odnosu na zatečeno stanje. U ovom primjeru neprihvatljiva je veća ostvarena potrošnja u petak u odnosu na baznu. Zato je za potrošnju ostvarenu u petak potrebno provjeriti sljedeće:

- Promjene pojedinih utjecajnih varijabli, od kojih se ističu sljedeće:
  - upotreba rasvjete u prostorima koji se inače ne koriste,
  - upotreba većih električnih potrošača koji se rijetko koriste kao što su specifični uređaji, rezalice, tokarske mašine i slično.

- Kvar unutar samih sistema potrošnje električne energije, od kojih se ističe sljedeće:
  - začepljenja pumpi u sistemu grijanja/hlađenja,
  - zaprljanja ploha na kojima se odvija izmjena toplote (kao npr. vanjska jedinica split sistema),
  - treperenje rasvjetnih tijela uzrokovano kvarom na elementima kao što su starter ili sama cijev,
  - neispravnost upravljačkih elemenata u sistemu hlađenja.
- Loše gospodarenje električnom energijom:
  - uporaba rasvjete u prostorima u kojima nitko ne boravi,
  - nepotrebno pothlađivanje radnih prostora,
  - istodobno provjetravanje i hlađenje prostora,
  - rad većih potrošača kada se njima nitko ne koristi.

Često podaci na dnevnom nivou ne pokazuju dovoljnu razinu osjetljivosti (primjer su brojlja koja imaju veliku konstantu) ili je dnevna potrošnja iznimno niska te je iz tog razloga desnim grafom na slici 6-4 prikazana potrošnja električne energije po nivou okupiranosti po sedmicama. Također je prikazana i ciljana i bazna potrošnja. Ono što je jasno vidljivo jest kako je ostvorena potrošnja u prva tri tjedna iznad bazne potrošnje. Primjenom već navedenih mjera energijske efikasnosti u četvrtoj sedmici ostvareno je željeno smanjenje. Također je vidljivo približavanje ciljanoj potrošnji, što je i dugoročni cilj gospodarenja energijom.

Primjer prikaza dnevne potrošnje **toplote energije po neto grijanoj površini te po stepen-danu grijanja** s određenom ciljanom nivoom potrošnje dan je slikom 6-5.



**Slika 6-5: Primjer prikaza dnevne potrošnje toplote energije po neto grijanoj površini (lijevo) te po stepen-danu grijanja s određenom ciljanom nivoom potrošnje (desno)**

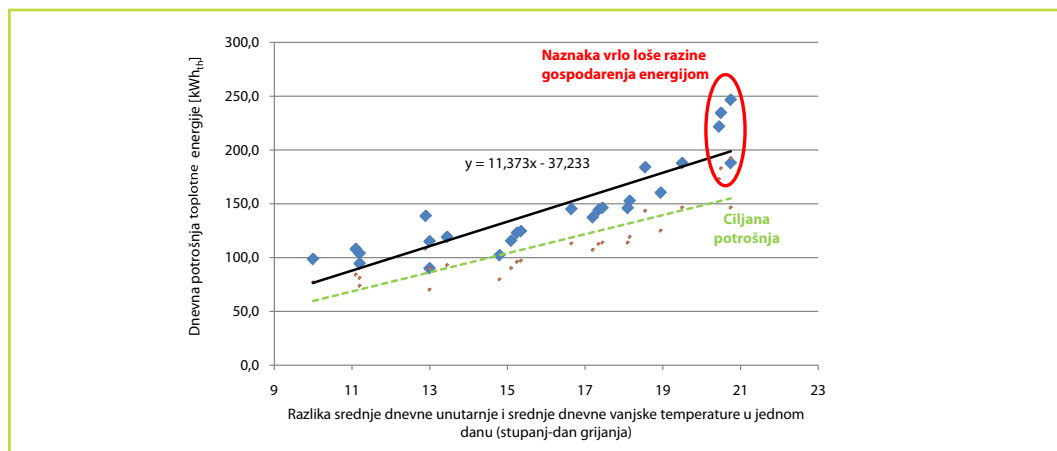
Lijevi graf na slici 6-5 prikazuje dnevnu potrošnju toplote energije po neto grijanoj površini ETC-a, dok desni graf prikazuje dnevnu potrošnju toplote energije po stepen-danu grijanja s određenom ciljanom nivoom potrošnje.

Lijevi graf na slici 6-5 jasno prikazuje dnevno kretanje odabranog IP-a. Uočljiva je potrošnja toplotne energije u svakom danu u sedmici, zbog kontinuiranog korištenja prostora ETC-a. IP definiran kao potrošnja toplotne energije po neto grijanoj površini dobar je indikator koji omogućuje uspoređivanje ETC-a različitih veličina jer je potrošnja svedena na jedinicu površine. Dakle, dobro ga je koristiti za uspoređivanje sličnih ETC-a različitih veličina. Razlog tome je činjenica da potrošnja ovisi o vanjskim i unutarnjim uslovima (vanjska i unutarnja temperatura, odnosno stepen-dan grijanja) te načinu korištenja ETC-a. Kada bi se svi ETC-i nalazili na istom položaju, uspoređivanje bi bilo jednostavno, no, budući da to nije tako, često je potrebno uvesti korekcijske faktore koji su vezani na stepen-dan grijanja. Na ovaj se način mogu uspoređivati podaci neovisno o geografskoj lokaciji ETC-a. **Dakle, postoji i mogućnost povezivanja potrošnje s više mjerljivih parametara.**

Iz toga razloga prikazana potrošnja toplotne energije po stepen-danu grijanja kao IP na desnom grafu slike 6-5 daje bolje karakteristike za analizu energijske efikasnosti pojedinog ETC-a. Ipak, ne daje mogućnost uspoređivanja više ETC-a međusobno. Također je prikazana ciljana potrošnja koju se želi postići primjenom aktivnih ili pasivnih mjera energijske efikasnosti, odnosno dobrim gospodarenjem energijom. Vidljivo je kako IP varira između vrijednosti 10 i 11. Ciljana potrošnja postavljena je na vrijednost 9. Dakle, za svaku vrijednost iznad ciljane potrošnje potrebno je izvršiti provjeru:

- Promjena pojedinih statičkih varijabli (npr. povećanje grijane površine ili, zbog iznimnih potreba, produženje dnevnog režima rada),
- Greški unutar samog sistema potrošnje, kao što je kvar na automatici koja upravlja radom kotlova i
- Lošeg gospodarenja energijom, kao što je istodobno provjetranje i grijanje prostorija te pregrijavanje istih.

Uobičajena **analiza dnevne potrošnje toplotne energije u ovisnosti o stepen-danu grijanja** vrši se regresijskom metodom te je prikazana grafom na slici 6-6.



**Slika 6-6: Primjer prikaza dnevne potrošnje toplotne energije u ovisnosti o stepen-danu grijanja regresijskom metodom**

Graf na slici prikazuje dnevne potrošnje toplotne energije u ovisnosti o dnevnom stepen-danu grijanja (tačke plave boje) te pravac koji predstavlja srednju vrijednost istih tačaka. Tako je dobiveno

da potrošnja toplotne energije prati pravac sljedeće jednadžbe:

$$Y=11,373*X - 37,233 \text{ [kWh]}, \text{ odnosno}$$

$$E=11,373*SDD - 37,233 \text{ [kWh]} \quad (6-1)$$

gdje su:

E – dnevna potrošnja toplotne energije [kWh],

SDD – razlika srednje dnevne unutarnje i srednje dnevne vanjske temperature, odnosno stepen-dan grijanja na bazi jednog dana.

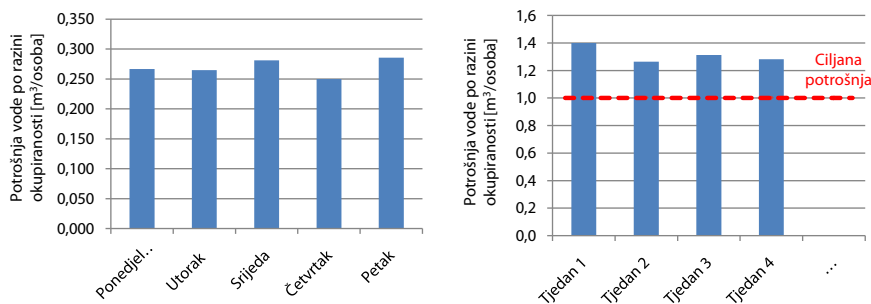
Pravcem prikazanim jednadžbom (6-1) utvrđena je bazna potrošnja. Ovakav prikaz relativno dobro omogućuje analizu potrošnje kroz duži period, odnosno omogućuje kontinuirano praćenje potrošnje. Moguć je i prikaz tjedne potrošnje i tjednog stepen-dana grijanja.

Princip daljnje analize već je objašnjavao, ali bit će ponovno naglašen. Dakle, nakon što je utvrđena bazna i ciljana potrošnja, potrebno je nakon svakog završenog funkcijskog perioda (dan, tjedan i sl.) dodati na graf jednu tačku. Teži se k tome da svaka dodana tačka padne na ciljani pravac ili ispod njega. Nakon prvog perioda novododane tačke definiraju novi bazni pravac gdje cijeli postupak kreće ispočetka, ukoliko je moguće definirati nove aktivne i pasivne mjere energetske efikasnosti.

Također su na slici 6-6 jasno naznačene tačke (unutar crvene kružnice) koje ukazuju na probleme gospodarenja toplotnom energijom. Stoga je, ukoliko nije došlo do promjene statičkih varijabli (npr. grijane površine ili znatno duže okupiranosti ETC-a), potpuno neprihvatljivo da dnevna potrošnja varira između 180 i 250 kWh za gotovo identičan stepen dan grijanja (oko 20). Ukoliko se utvrdi da nije došlo do promjena statičkih varijabli, ovakva odstupena jasno ukazuju na mogućnost poboljšanja vođenja sistema, odnosno nedostatak kvalitetnog gospodarenja energijom.

Primjer prikaza **potrošnje vode po nivou okupiranosti** po danima u sedmici te po tjednima s određenom ciljanom nivoom potrošnje dan je slikom 6-7.

Lijevi graf na slici 6-7 prikazuje potrošnju vode po nivou okupiranosti po danima u sedmici. Desni graf prikazuje potrošnju vode po nivou okupiranosti po sedmicama s određenim ciljanim nivoom potrošnje. Na oba grafa vidljivo je kako je na ordinati (vertikalnoj y-osi) prikazana ukupna potrošnja vode u jednom danu, odnosno sedmici svedena na jedinicu srednje dnevne okupiranosti ETC-a.



**Slika 6-7: Primjer prikaza potrošnje vode po nivou okupiranosti po danima u sedmici (lijevo) te po tjednima s određenom ciljanom nivoom potrošnje (desno)**

Lijevi graf na slici 6-7 jasno prikazuje dnevno kretanje IP-a. Zbog nedostatka okupiranosti tokom vikenda, nisu prikazani IP-i za taj period. Potrošnja vode direktno ovisi o nivou okupiranosti te je odabrani IP određen kao najprimjereniji. Često podaci na dnevnoj nivou ne pokazuju dovoljnu razinu osjetljivosti te je iz toga razloga desnim grafom na slici 6-7 prikazana potrošnja vode po nivou okupiranosti na sedmičnoj nivou. Također je prikazana ciljana potrošnja prema kojoj postoji tendencija kretanja te koju se želi postići primjenom aktivnih ili pasivnih mjera energijske efikasnosti, odnosno dobrim gospodarenjem energijom/vodom.

Sam postupak interpretacije analiziranih podataka identičan je svim prije navedenim primjerima. Važno je ponoviti da je, ukoliko dođe do povećanja IP-a u odnosu na baznu potrošnju ili se ne ostvaruje ciljani IP, potrebno:

- Provjeriti je li došlo do promjene pojedinih statičkih varijabli (npr. povećanje potrošnje vode uzrokovano uporabom hidrantske mreže ili zbog zalijevanja vrta),
- Provjeriti postoje li puknuća u samom vodovodnom sistemu ili izljevnim mjestima ili
- Provjeriti gospodarenje vodom gdje, uslijed lošeg gospodarenja, kao što je uporaba izljevnih mjesta bez stvarne potrebe, dolazi do nepotrebnih gubitaka.

Za kontinuirano praćenje kroz duže razdoblje obavezno je stalno praćenje kretanja IP-a te stalno ažuriranje mjerljivih parametara. Naime, tijekom promatranog razdoblja moguće su kratkoročne ili dugoročne promjene u statičkim ili dinamičkim ulaznim podacima te ostalim relevantnim podacima za izračun IP-a. Promjene mogu uzrokovati promjene u IP-ima kao što su promjene u načinu kretanja IP-a, povećanje ili smanjenje IP-a itd. Moguće su:

- promjene korisne kvadrature ili zapremine (npr. nadogradnja prostorija, prestanak korištenja nekih prostorija),
- promjene broja radnih sati u sedmici, promjene broja zaposlenika ili korisnika,
- znatno smanjenje ili povećanje instaliranih potrošača (npr. ugradnja znatnog broja klimatizacijskih sistema),
- znatno povećana aktivnost u nekim danima (npr. zalijevanje travnjaka, pranje automobila),
- korištenje sportske dvorane zbog nekog sportskog događaja i slično.

Ukoliko su promjene prepoznate kao kratkoročne (npr. zalijevanje travnjaka, pranje automobila, korištenje sportske dvorane zbog nekog sportskog događaja) jasna je njihova interpretacija te se one, s obzirom na to da su iznimne, mogu izuzeti iz analize, ili se, ukoliko je moguće, mogu definirati aktivnosti za njihovo uklanjanje.

Dugoročne promjene (npr. nadogradnja prostorija, prestanak korištenja nekih prostorija, ugradnja znatnog broja klimatizacijskih sistema ili nekih drugih potrošača) pretpostavljaju ponovno prikupljanje svih relevantnih podataka te definiranje bazne potrošnje i željenih ciljeva.

### 6.3. INTERPRETACIJA E-T KRIVULJA

Nakon završetka **perioda snimanja** započinje period praćenja potrošnje gdje se na postojeće grafove nadodaju nove tačke. Vrlo je važno novo nadodane tačke ispravno interpretirati. Kvalitetnom interpretacijom utvrđuju se dvije moguće solucije:

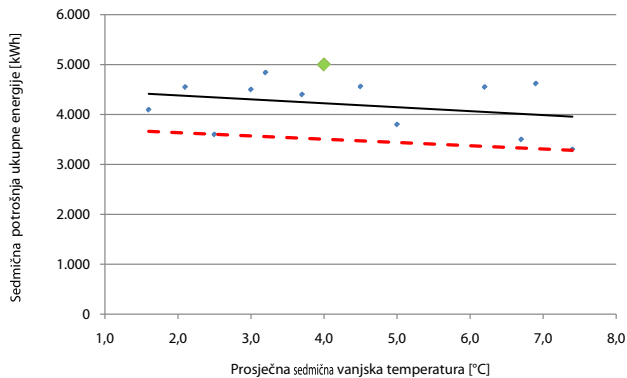
- Tačku je moguće izuzeti iz analize zbog promjene statičkih ulaznih podataka ili razine aktivnosti. Ukoliko je moguće, te se statički ulazni podaci i promijenjena razina aktivnosti pojavljuju češće moguće je i za te slučajeve napraviti posebnu analizu, odnosno novi set E-T krivulja.
- Tačku je moguće dodati te uzeti kao relevantnu za analizu.

Cilj SGE-a je postizanje tendencije pada tačaka **ispod ciljne E-T krivulje** ili **ispod ciljanih pravaca** koji sačinjavaju E-T krivulju. Tendencija pada **mora** biti ostvarena uz zadržavanje iste kvalitete i razine udobnosti boravka u prostorima, kvalitete usluge ili proizvodnog procesa (ovisno o ETC-u).

Novo prikupljeni podaci o potrošnji energije i vanjskim uvjetima prikazuju se na istom grafu gdje je utvrđena bazna i ciljana potrošnja. Na segmentu se novi podatak uspoređuje s prije očitanim a te zadanim ciljevima. Novoprikupljeni podaci mogu ukazivati na sljedeće:

- Novododana tačka na grafu ukazuje na raspršenje, odnosno, za iste ili slične vanjske uvjete očitava se različita potrošnja energije. Navedeni primjer ukazuje na dvije mogućnosti:
  - Loše gospodarenje energijom uzrokovano nesavjesnim korištenjem i upravljanjem energetske sistemima. U ovom slučaju nužna je edukacija korisnika koji svojim aktivnostima i utječu na potrošnju.
  - Iznimne promjene u statičkim ili dinamičkim ulaznim podacima (izuzev vanjske temperature), kao što je, primjerice, znatno povećana aktivnost u nekim danima (npr. korištenje sportske dvorane zbog nekog sportskog događaja, uključivanje nekih specijalnih sistema ili uređaja poput raznih alata i slično te promjene grijanog volumena uslijed korištenja prostorija koje se uobičajeno ne koriste). U ovom je slučaju navedenu potrošnju potrebno izuzeti iz uobičajene analize. Ukoliko se ovi slučajevi ponavljaju češće, potrebno je izraditi novu E-T krivulju za potrošnju dobivenu pri novim, promijenjenim, iznimnim ulaznim podacima.
- Novododana tačka na grafu nalazi se iznad pravca koji određuje baznu potrošnju, što je i prikazano sljedećom slikom.

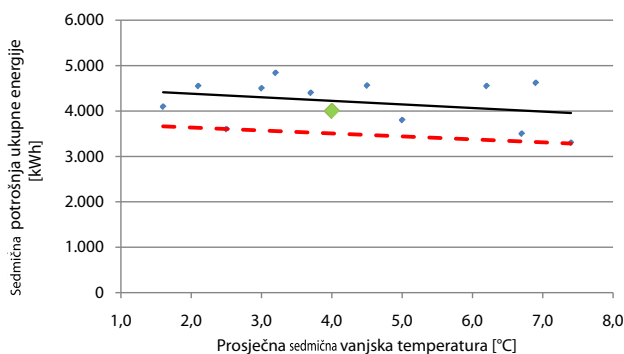




**Slika 6-8: Novododana tačka iznad bazne potrošnje**

Navedeni primjer također ukazuje na dvije mogućnosti:

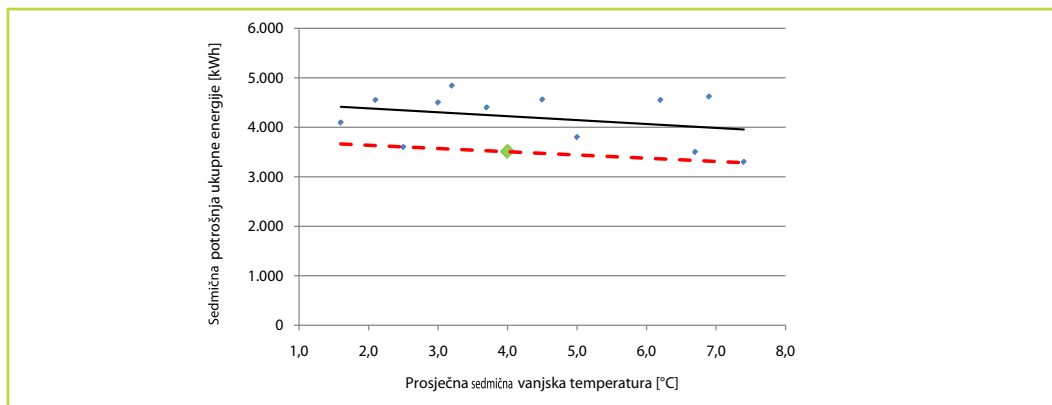
- Loše gospodarenje energijom uzrokovano nesavjesnim korištenjem i upravljanjem energetske sistemima. U ovom je slučaju nužna edukacija korisnika koji svojim aktivnostima i utječu na potrošnju.
  - Kvar u jednom od energetske sistema. U ovom je slučaju nužno promptno reagirati kako bi se kvar što prije odstranio.
  - Iznimne promjene u statičkim ili dinamičkim ulaznim podacima (izuzev vanjske temperature) kao što je, na primjer, znatno povećana aktivnost u nekim danima (npr. korištenje sportske dvorane zbog nekog sportskog događaja, uključivanje nekih specijalnih sistema ili uređaja poput raznih alata i slično te promjene grijanog volumena uslijed korištenja prostorija koje se obično ne koriste). U ovom je slučaju navedenu potrošnju potrebno izuzeti iz uobičajene analize. Ukoliko se ovi slučajevi ponavljaju češće, potrebno je izraditi novu E-T krivulju za potrošnju dobivenu pri novim, promijenjenim, iznimnim ulaznim podacima.
- Novododana tačka na grafu nalazi se ispod pravca koji određuje baznu potrošnju i iznad pravca koji određuje ciljanu potrošnju.



**Slika 6-9: Novododana tačka između bazne i ciljane potrošnje**

Ukoliko nema promjene u statičkim ili dinamičkim ulaznim podacima (izuzev vanjske temperature) navedeni primjer jasno ukazuje kako se potrošnja energije počela kontrolirati, odnosno započelo je gospodarenje energijom u ETC-u. Ipak, za dostizanje zadanih ciljeva potrebno je dodatno i kontinuirano djelovati kako bi se dostigao željeni nivo energijske efikasnosti.

- Novododana tačka na grafu nalazi se na pravcu ili ispod pravca koji određuje ciljanu potrošnju. Ukoliko nema promjene u statičkim ili dinamičkim ulaznim podacima (izuzev vanjske temperature) navedeni primjer jasno ukazuje kako se počinju ostvarivati zadani ciljevi, što je i prikazano sljedećom slikom.



**Slika 6-10: Novododana tačka na ciljanoj potrošnji**

Još jednom treba napomenuti kako je za kontinuirano praćenje kroz duže razdoblje obavezno stalno praćenje i ažuriranje mjerljivih parametara. Naime, tijekom promatranog razdoblja moguće su kratkoročne ili dugoročne promjene u drugim statičkim ili dinamičkim ulaznim podacima.

Moguće su:

- Promjene korisne površine ili zapremine (npr. nadogradnja prostorija, prestanak korištenja nekih prostorija),
- Promjene broja radnih sati u sedmici,
- Promjene broja zaposlenika ili korisnika,
- Promjene instaliranih potrošača, odnosno znatno smanjenje ili povećanje instaliranih potrošača (npr. ugradnja znatnog broja klimatizacijskih sistema),
- Promjene aktivnosti, odnosno znatno smanjenje ili povećanje aktivnosti u nekim danima (npr. iznimno povećanje proizvodnog procesa, korištenje sportske dvorane zbog nekog sportskog događaja i slično).

**Ukoliko su promjene prepoznate kao kratkoročne (npr. korištenje sportske dvorane zbog nekog sportskog događaja) jasna je njihova interpretacija te se one, s obzirom na to da su iznimne, mogu izuzeti iz analize, ili se mogu definirati aktivnosti za njihovo uklanjanje ukoliko je to moguće. Dugoročne promjene (npr. nadogradnja prostorija, prestanak korištenja nekih prostorija, ugradnja znatnog broja klimatizacijskih sistema) pretpostavljaju ponovno prikupljanje svih relevantnih podataka te ponovno definiranje bazne i ciljane E-T krivulje.**

## 6.4. POTENCIJALNE MJERE ENERGIJSKE EFIKASNOSTI

Ukoliko se nakon interpretacije podataka o potrošnji došlo do zaključka da je povećanje potrošnje posljedica nesavjesnog korištenja energetske sistema ili pada efikasnosti pojedinih elemenata energetske sistema preporučuju se sljedeće aktivnosti:

- **Edukacijsko-motivacijske aktivnosti**

Smanjenje potrošnje energije i ispunjavanje zadanih ciljeva također podrazumijeva i provođenje aktivnosti za edukaciju i podizanje svijesti zaposlenika o važnosti racionalnog korištenja energije, kako na radnom mjestu, tako i u vlastitom domu. Ovakve aktivnosti dugoročno osiguravaju kontinuiranost i uspješnost programa energetske efikasnosti. Upravo zbog posljednjeg ovim aktivnostima treba posvetiti veliku pažnju prije nego što se poduzmu i konkretne tehničke mjere. Iznimno je važno sve zaposlenike redovno izvještavati o postignutim naprecima, upravo na posebnim radionicama i **on-the-job** treninzima, ali i putem posebno definiranog internet portala te oglasnih ploča i ostalih glasila. Na ovaj način će svi zaposlenici postati svjesni da su i sami doprinijeli napretku. Najbolje ETC-e, njihove voditelje i sve zaposlenike koji rade u njima potrebno je nagrađivati radi podizanja motivacije za sudjelovanje u projektima energetske efikasnosti.

U sljedećoj tablici dani su primjeri svega na što korisnike treba upozoriti i kojih se smjernica trebaju pridržavati.

**Tablica 6-1: Primjeri mjera energetske efikasnosti koje se promoviraju i provode kroz uspostavu SGE**

|  |
|--|
| <b>Sistem električne rasvjete</b>  |
| Smanjenje nepotrebnog vremena rada električne rasvjete. <b>Isključivanje rasvjete u praznim sobama.</b>  |
| Isključivanje rasvjete u prostorijama gdje je dnevna svjetlost dostatna.   |
| Ukoliko nema direktnog sunčevog zračenja svijetlosti, zastori bi trebali biti podignuti.   |
| Posljednju osobu koja izlazi iz ureda treba upozoriti da uvijek isključi rasvjetu.   |
| <b>Sistemi grijanja, hlađenja, ventilacije i klimatizacije</b>   |
| Pratiti podešenja termostata. Termostat togasskog sistema treba biti postavljen na 19-21°C, a termostat klimatizacije na 25-27°C. Sprečavanjem intenzivnog hlađenja i grijanja postižu se značajne uštede energije. Za svaki °C uštedi se i do 5% troškova hlađenja, odnosno oko 6% troškova grijanja. |
| Reducirati ili isključiti grijanje, odnosno hlađenje prostorija koje se ne koriste.  |
| Promovirati zatvaranje vanjskih vrata i prozora koliko god je to moguće. Ako je prevruće, treba smanjiti grijanje, a ne otvarati prozore.  |
| Sistemi hlađenja i grijanja ne smiju raditi istodobno. Ako je prevruće treba smanjiti grijanje.  |
| Radijatori i klima uređaji ne smiju biti zagrađeni.  |
| Reducirati grijanje i hlađenje unutarnjeg prostora izvan radnog vremena.   |

**Tablica 6-1: Primjeri mjera energetske efikasnosti koje se promoviraju i provode kroz uspostavu SGE (nastavak)**

|  |
|--|
| <b>Topla voda</b>  |
| Ne ostavljati otvorenu slavinu ako je to nepotrebno. To se posebno odnosi na toplu vodu.   |
| Reducirati temperaturu uskladištene vode, ali temperaturu u spremniku držati u određenim granicama iz mikrobioloških razloga te radi sprječavanja razvitka legionele.  |
| <b>Uredska oprema</b>  |
| Reducirati vrijeme nepotrebno rada opreme. Računari, monitori, printeri, fotokopirni uređaji i skeneri trebaju biti isključeni tokom noći i vikendima, ako se ne koriste. Način rada opreme u pripravnosti i dalje troši energiju.   |
| Računari, printeri, fotokopirni uređaji i skeneri trebaju biti namješteni tako da iskorištavaju svoje mogućnosti različitih načina radova. Monitori mogu uštedjeti na energiji tako da se gase nakon određenog perioda neaktivnosti. |
| Printeri bi trebali biti korišteni od strane više osoba gdje god je to moguće. Time se onemogućuje dugo trajanje neaktivnosti printera te reduciraju troškovi održavanja.  |
| Ugraditi jeftine sedmodnevne tajmere da automatski gase printere tokom noći i vikendima.   |
| Preporučuje se korištenje LCD monitora. Oni koriste 90 % manje energije i zauzimaju manje mjesta na stolovima.   |
| <b>Kuhinjski uređaji</b>   |
| Redovito odmrzavati hladnjake.   |
| Vrata hladnjaka se ne smiju držati dugo otvorena. Za svaku minutu kada su vrata otvorena, potrebno je sljedećih tri minute rada hladnjaka ne bi li se vratila podešena temperatura hladnjaka.  |
| Mikrovalne pećnice troše manje energije za grijanje hrane nego pećnice ili štednjaci. Također zagrijavaju vodu brže i efikasnije nego čajnici.   |
| Ako se koriste čajnici za zagrijavanje vode treba se iskoristiti sva ugrijana voda. Nepotrebno grijanje vode koristi velike količine energije.   |
| <b>Građevinski elementi</b>  |
| Veliki izvor dobivene toplote i opterećenja za sistem hlađenja je sunce. U ljetno vrijeme, u trenutku kada sunce direktno zagrijava prozore, treba držati zastore spuštenima da se toplota zadrži vani.                              |
| U vrijeme sezone grijanja tokom noći treba držati zastore spuštenima. Oni sprječavaju pretjerane gubitke kroz prozore tokom noći.  |
| Tokom sunčanih dana u vrijeme sezone grijanja treba zastore držati podignutima, da bi se osiguralo pasivno grijanje kroz prozore.  |

**Pridržavanjem ovih smjernica eliminirat će se nepotrebna potrošnja uzrokovana nemarnim ponašanjem korisnika.**

- **Otklanjanje kvarova i poboljšanja u održavanju**

Na osnovu uputa za rad potrebno je propisati plan i zadužiti osobe koje će biti odgovorne za izvođenje kontrole rada te za redovite i godišnje remonte uređaja. Obavezna je redovita provjera, pregled,

kontrola i proba svih elemenata energetske sistema. Provjeru vrši osoba koja je osposobljena za vršenje tih poslova. Kontrolu i održavanje ugrađene opreme propisuje proizvođač, odnosno izvršitelj radova, a dužnost korisnika je da se istih dosljedno pridržava.

Detaljne upute za izvođenje redovitih i periodičnih pregleda i remonta propisuje odgovorna osoba vlasnika. U slučaju kada vlasnik nema odgovarajućeg kvalificiranog kadra za izvođenje servisnih intervencija, održavanje sistema bi se trebalo povjeriti ovlaštenom distributeru.

Kontrola održavanja koju treba izvršiti trebala bi uključivati sljedeće:

- Kontrola rada izvora toplote,
- Kontrola površina gdje se vrši izmjena toplote,
- Kontrola rada crpki,
- Kontrola nepropusnosti cjevovoda,
- Kontrola stanja filtera,
- Kontrola manometara,
- Kontrola rada automatike i regulacijskih elemenata,
- Stanje korozijske zaštite na cjevovodima i armaturama,
- Stanje toplotne izolacije cjevovoda
- Kontrola i testiranje sigurnosnih ventila,
- Kontrola stanja izljevniha mjesta,
- Kontrola stanja svjetiljki,
- Kontrola stanja izvora svjetlosti,
- Kontrola stanja električnih uređaja,
- Kontrola stanja dostupnih elektroinstalacija,
- Kontrola stanja brojila,
- Kontrola brtvi na vanjskoj stolariji,
- Kontrola oštećenja vanjske ovojnice i
- Kontrola oštećenja krovova.

U sljedećoj tablici dan je popis nekih elemenata koje je potrebno periodički provjeravati.

**Tablica 6-2: Neki od elemenata energetskih sistema koje je potrebno periodički provjeravati**

| Elementi energetskih sistema      | Stanje spremnosti               | Sedmični pregled                       | Mjesečni pregled                       | Polugodišnji pregled                   | Godišnji pregled  |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|--|--|---|
| <b>Kotlovi</b>                    | Provjeriti nepropusnost         |  |  |  |   |
| <b>Kuglaste slavine i ventili</b> | Provjeriti nepropusnost spojeva | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva                                 |
| <b>Nepovratne klapne</b>          | Provjeriti nepropusnost spojeva | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva                                 |
|                                   |                                 |  |  | Provjeriti djelovanje klapne           | Provjeriti djelovanje klapne                                    |
| <b>Pumpe</b>                      | Napajanje iz elektro ormara     | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost i djelovanje   | Provjeriti nepropusnost i djelovanje   | Provjeriti nepropusnost i pregled po uputama proizvođača        |
| <b>Manometri</b>                  |                                 | Provjeriti detekciju i pravilni prikaz | Provjeriti detekciju i pravilni prikaz | Provjeriti detekciju i pravilni prikaz | Provjeriti detekciju i pravilni prikaz                          |
|                                   |                                 | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva                                 |
| <b>Sigurnosni ventili</b>         | Podешavanje na sigurnosni tlak  | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva                                 |
| <b>Elektro ormari</b>             | Stalno napajanje                | Provjeriti napajanje                   | Provjeriti napajanje                   | Provjeriti napajanje                   | Pregled ugrađene opreme i funkcijska provjera djelovanja opreme |
| <b>Elektroinstalacije</b>         | Stalno napajanje                | Provjeriti napajanje                   | Provjeriti napajanje                   | Provjera stanja elektroinstalacija     | Funkcijsko provjeravanje rada                                   |
| <b>Krajnje sklopke</b>            | Stalno napajanje                | Provjeriti napajanje                   | Provjeriti napajanje                   | Funkcijsko provjeravanje rada          | Funkcijsko provjeravanje rada                                   |
| <b>Cjevovodi i armature</b>       | Napunjen i odzračen cjevovod    | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva        | Provjeriti nepropusnost spojeva                                 |
|                                   |                                 |  | Odzračiti cjevovod                     | Odzračiti cjevovod                     | Kontrola korozijske zaštite                                     |
|                                   |                                 | Odzračiti cjevovod                     |  |  | Odzračiti cjevovod  |

**Pridravanjem ovih smjernica eliminirat će se nepotrebna potrošnja uzrokovana neispravnim radom elemenata energetskih sistema.**

## • Poboljšanja energijske efikasnosti elemenata energetskih sistema

Proces nabavke elemenata sistema (opreme) također treba uvrstiti u sistem gospodarenja energijom. Naime, na postojećoj opremi najčešće ne postoji mnogo mjesta za primjenu mjera energijske efikasnosti, osim već spomenutog odgovornog ponašanja zaposlenih i poboljšanja u održavanju. Iz tih razloga, prilikom nabavke nove opreme, jedan od kriterija odabira svakako mora postati visoka energijska efikasnost.

Drugim riječima, nakon što se osigura efikasno korištenje samih uređaja, sljedeći je korak svakako zamjena dotrajalih elemenata novim, energijski efikasnim. Ovdje se pogotovo misli na ugradnju dodatnih ili zamjenu postojećih kontrolnih i upravljačkih elemenata u energetskim sistemima. Kako je odabir mogućih energijski efikasnih elemenata iznimno bogat, ovdje će se izdvojiti neki kontrolni i upravljački elementi bez kojih se ne mogu zamisliti savremeni energetski sistemi:

- Sistemi grijanja, hlađenja, ventilacije i klimatizacije
  - Regulacija temperature radnog medija u polaznom vodu,
  - Frekventna regulacija raznih elektromotora,
  - Regulacija temperature u spremniku toplote,
  - Regulacija unutarnje temperature u prostoru,
  - Regulacija brzine strujanja fluida,
- Sistem rasvjete
  - Regulacija osvijetljenosti prostora,
  - Regulacija rada prema okupiranosti prostora,
- Vodovodni sistem
  - Regulacija tlaka u sistemu,
  - Štedne armature sistema potrošnje.

**Pridržavanjem ovih smjernica eliminirat će se nepotrebna potrošnja uzrokovana neispravnim radom elemenata energetskih sistema.**

## 6.5. VERIFIKACIJA UŠTEDA CUSUM GRAFOM

Završni korak u uvođenju SGE-a te implementiranju mjera energijske efikasnosti svakako je verifikacija ostvarenih ušteda. Za sve provedene mjere potrebno je izmjeriti te proračunati ostvarene uštede kako bi se dobio stvaran utjecaj na potrošnju energije u promatranom ETC-u.

Najčešće korišteni statistički alat za vrednovanje ostvarenih ušteda je metoda CUSUM grafa. Kratica CUSUM (*engl. Cumulative Sum*) dolazi iz engleskog jezika, a na hrvatskom jeziku ima značenje kumulativnog zbroja.

CUSUM metoda je vrlo jednostavni način razumijevanja ostvarenih ušteda, ukoliko se može odrediti prema kojoj neovisnoj varijabli ovisi potrošnja energije. Na sljedećem primjeru prikazani su koraci s objašnjenjem njihovih značenja s energetskog i statističkog stajališta, potrebni za izradu CUSUM krivulje.

**Vrlo je važno napomenuti da je potrebno verifikaciju metodom CUSUM grafa provoditi prema periodima očitavanja brojila od strane dobavljača energenata.** Jedino podaci o potrošnji energije dobiveni od strane dobavljača mogu se smatrati relevantnima.

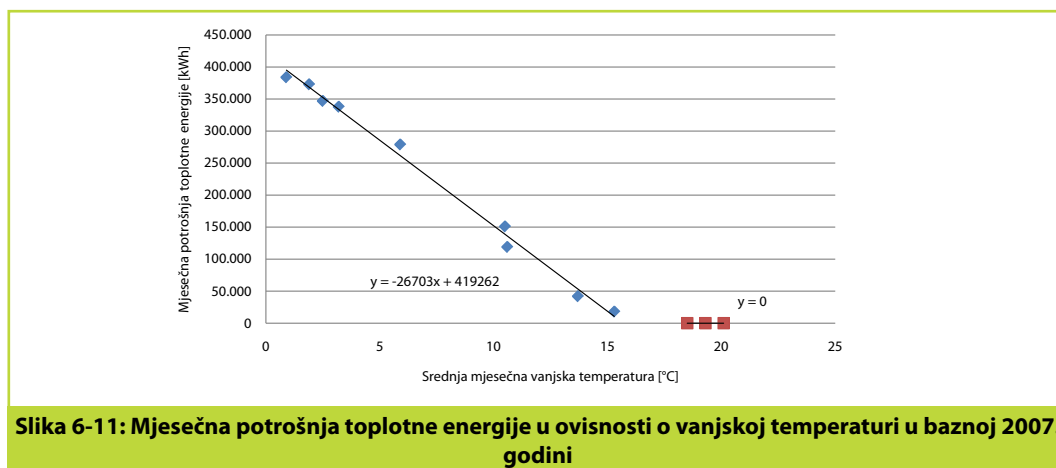
Prvi korak se odnosi na definiranje bazne potrošnje u ovisnosti o neovisnoj varijabli. Odabran je primjer gdje je potrebno odrediti baznu potrošnju toplotne energije, gdje se preuzeta toplotna energija koristi samo za grijanje prostora. Period očitavanja brojila od strane dobavljača je jedan mjesec. Potrošnja toplotne energije u 2007. godini odabrana je kao bazna potrošnja.

Analizom prikupljenih podataka utvrđeno je kako potrošnja toplotne energije direktno ovisi o vanjskoj temperaturi, a prikazana je u sljedećoj tablici uz prosječnu vanjsku temperaturu.

**Tablica 6-3: Mjesečna potrošnja toplotne energije i prosječna vanjska temperatura u baznoj 2007. godini**

| Mjesec i godina | Potrošnja [kWh] | Vanjska temperatura [°C] |
|-----------------|-----------------|--------------------------|
| Januar 2007.    | 347.000         | 2,5                      |
| Februar 2007.   | 373.000         | 1,9                      |
| Mart 2007.      | 279.000         | 5,9                      |
| April 2007.     | 119.000         | 10,6                     |
| Maj 2007.       | 18.000          | 15,3                     |
| Juni 2007.      | 0               | 18,5                     |
| Juli 2007.      | 0               | 20,1                     |
| August 2007.    | 0               | 19,3                     |
| Septembar 2007. | 42.000          | 13,7                     |
| Oktobar 2007.   | 151.000         | 10,5                     |
| Novembar 2007.  | 338.000         | 3,2                      |
| Decembar 2007.  | 384.000         | 0,9                      |

Dakle, za određivanje bazne potrošnje koristi se E-T krivulja, što je i prikazano sljedećom slikom.





Na prethodnoj slici jasno je vidljivo kako su dobivene tačke grupirane u dvije skupine:

- zimsko razdoblje (plava boja) za srednje mjesečne vanjske temperature manje od 15,5°C te
- ljetno razdoblje (crvena boja) za srednje mjesečne vanjske temperature veće od 15,5°C.

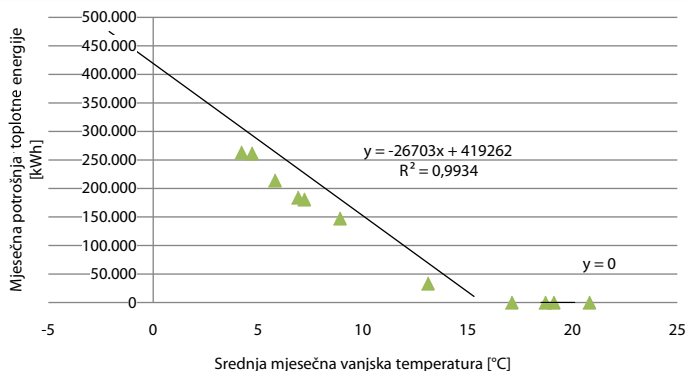
Još jednom valja napomenuti kako je za svako razdoblje utvrđena međuovisnost između potrošnje toplotne energije i vanjske temperature. Ta međuovisnost definirana je jednadžbama koje su i prikazane na slici:

- $E = -26703 \cdot T + 419262$  [kWh] (6-2) za zimsko razdoblje, odnosno
- $E = 0$  [kWh] (6-3) za ljetno razdoblje.

Kako su krajem 2007. i početkom 2008. godine implementirane mjere energijske efikasnosti potrebno je verificirati, odnosno vrednovati ostvarene uštede. Iz toga razloga prikupljeni su podaci o potrošnji energije u 2008. godini te prosječne mjesečne vanjske temperature, što je i prikazano sljedećom tablicom i slikom.

**Tablica 6-4: Mjesečna potrošnja toplotne energije i prosječna vanjska temperatura u 2008. godini**

| Mjesec i godina | Potrošnja [kWh] | Vanjska temperatura [°C] |
|-----------------|-----------------|--------------------------|
| Januar 2008.    | 404.167         | -2,1                     |
| Februar 2008.   | 263.333         | 4,2                      |
| Mart 2008.      | 214.167         | 5,8                      |
| April 2008.     | 147.500         | 8,9                      |
| Maj 2008.       | 33.333          | 13,1                     |
| Juni 2008.      | 0               | 19,1                     |
| Juli 2008.      | 0               | 20,8                     |
| August 2008.    | 0               | 18,7                     |
| Septembar 2008. | 0               | 17,1                     |
| Oktober 2008.   | 184.167         | 6,9                      |
| Novembar 2008.  | 180.833         | 7,2                      |
| Decembar 2008.  | 261.667         | 4,7                      |



**Slika 6-12: Mjesečna potrošnja toplotne energije u ovisnosti o vanjskoj temperaturi u 2008. godini uz naznačenu baznu potrošnju**

Prema prikazu sa slike 6-12 vidljivo je kako su ostvarene određene uštede. Ipak vrlo je važno da se ostvarene uštede i verificiraju, odnosno kvantificiraju i brojčano. Brojčane uštede dobivaju se u drugom koraku metode CUSUM grafa. U sljedećoj tabeli prikazana je metoda CUSUM grafa gdje je za svaku kolonu tabele prikazano kako su proračunati podaci o potrošnji te ostvarene uštede. Valja napomenuti da, ukoliko su uštede ostvarene, prikazane vrijednosti imaju negativan predznak.

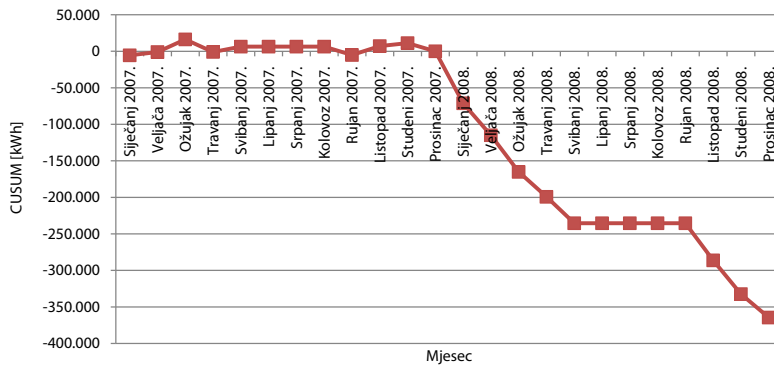
**Tablica 6-5: CUSUM**

| Period          | Očitano  | Pretpostavljeno  | Razlika      | CUSUM                                   |
|-----------------|----------|--|--------------|---|
|                 | [kWh]    | [kWh]  | [kWh]        | [kWh]                                   |
|                 | <b>A</b> | <b>B=-<br/>26703*T+419262</b><br>(zimski period) ili<br><b>B=0</b> (ljetni period) | <b>C=A-B</b> | <b><math>D_n = D_{n-1} + C_n</math></b> |
| Decembar 2007.  | 384.000  | 395.229  | -11.229      | 0                                       |
| Januar 2008.    | 404.167  | 475.339  | -71.172      | -71.172                                 |
| Februar 2008.   | 263.333  | 307.109  | -43.775      | -114.947                                |
| Mart 2008.      | 214.167  | 264.383  | -50.217      | -165.164                                |
| April 2008.     | 147.500  | 181.603  | -34.103      | -199.267                                |
| Maj 2008.       | 33.333   | 69.450   | -36.116      | -235.384                                |
| Juni 2008.      | 0        | 0  | 0            | -235.384                                |
| Juli 2008.      | 0        | 0  | 0            | -235.384                                |
| August 2008.    | 0        | 0  | 0            | -235.384                                |
| Septembar 2008. | 0        | 0  | 0            | -235.384                                |
| Oktobar 2008.   | 184.167  | 235.010  | -50.843      | -286.227                                |
| Novembar 2008.  | 180.833  | 226.999  | -46.165      | -332.392                                |
| Decembar 2008.  | 261.667  | 293.757  | -32.090      | <b>-364.482</b>                         |

Značaj pojedinih kolona dodatno je pojašnjen:

- Prva kolona označava period očitavanja potrošnje energije i prosječnih vanjskih temperatura;
- Druga kolona označava potrošnju toplotne energije prema računima dobivenima od strane dobavljača;
- Treća kolona označava kolika bi se potrošnja toplotne energije ostvarila u baznoj godini za vremenske uvjete u 2008. godini, dobiveno prema jednadžbama (6-2) i (6-3);
- Četvrta kolona označava razliku između vrijednosti iz prve i druge kolone;
- Peta kolona označava sumarne akumulirane uštede, odnosno sumu vrijednosti iz četvrte kolone i prethodnika iz pete kolone.

Prema podacima iskazanima u tablici 6-5 ukupno ostvarena ušteda u 2008. godini iznosi **365.482 kWh**. Uz tablični prikaz, dobivene vrijednosti prikazane su i grafički gdje je ušteda jasnije iskazana.



**Slika 6-13: Grafički prikaz CUSUM-a**

## 7. ZAKLJUČAK

Na kraju je moguće zaključiti da je uspostava SGE-a nužna kako bi se osiguralo uspješno provođenje projekata poboljšanja energijske efikasnosti, vršile analize sedmične i dnevne potrošnje te, nakon provođenja aktivnih i eventualnih pasivnih mjera energijske efikasnosti, vršile analize potvrđivanja (verifikacije) ostvarenih ušteda.

Sistematski pristup osigurava se pravilnim djelovanjem i edukacijom svih zaposlenika i podizanjem svijesti o nužnosti brige za energiju i zaštitu okoliša.

**Opisanim pristupom, pravilnim prikupljanjem podataka i njihovom analizom, podizanjem razumijevanja svih sistema potrošnje ETC-a i mogućnosti poboljšanja njihove energijske efikasnosti te pridržavanjem opisanih smjernica eliminirat će se nepotrebna potrošnja.**

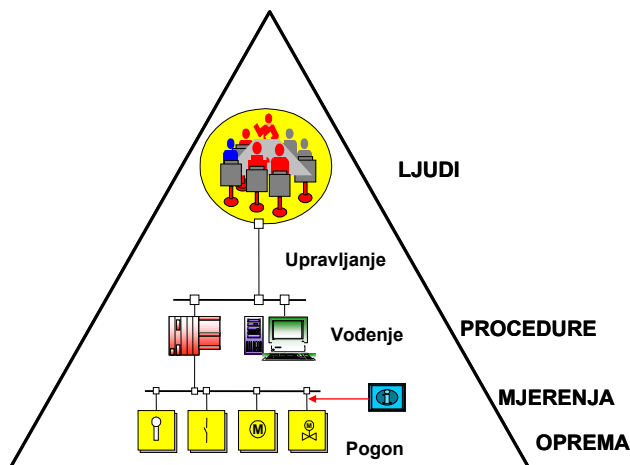
Niti jedna od mjera koje se planiraju provesti ne smije ni u kojem slučaju utjecati na ugodnost boravka zaposlenika na njihovim radnim mjestima, kvalitetu usluge ili proizvoda posmatranog subjekta.

Ključno smanjenje potrošnje energije postiže se aktivnim učešćem i osviještenim ponašanjem korisnika prilikom korištenja same zgrade. Nepotrebni gubitak energije i vode se uz neznatan uloženi trud pravilnim djelovanjem vrlo lako može izbjeći. Ovdje je važno napomenuti kako dotične mjere energijske efikasnosti nije moguće u potpunosti i pravilno provoditi bez sistematskog pristupa gospodarenju energijom, sedmičnom ili dnevnom analizom potrošnje i kvalitetnom interpretacijom dobivenih podataka.



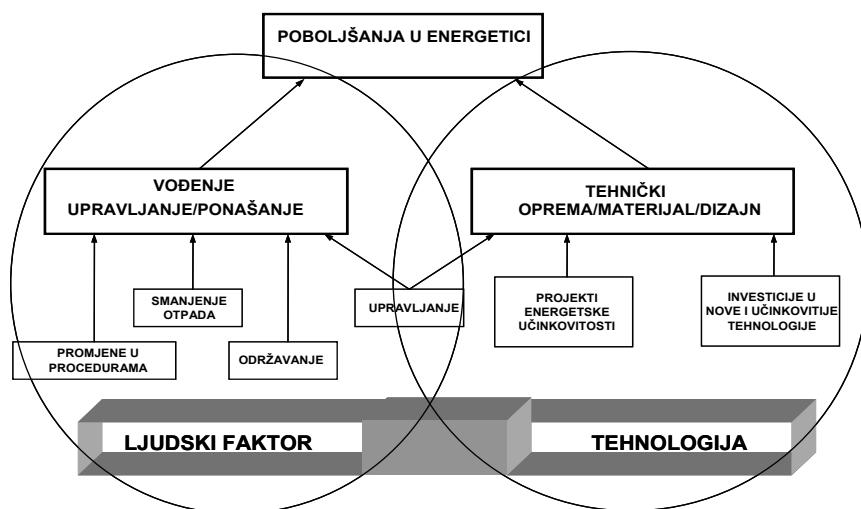
## PRILOG 1 – TEMELJNI KONCEPT SGE-A

SGE predstavlja sistemni put k osiguranju kontinuirane brige o efikasnosti potrošnje energije, a time i brige o zaštiti okoliša. Temeljni koncept SGE-a, zajedno sa svim njegovim ključnim elementima, prikazan je sljedećom slikom.



Slika P - 1: Temeljni koncept SGE-a

Uspostava SGE-a započinje definiranjem strategije, uspostavljanjem odgovornosti za energiju i definiranjem tzv. energetske troškovne jedinice (ETC). U okviru ove mjere definiraju se podloge za potpunu uspostavu SGE-a ETC-a. Naime, same tehničke mjere bez uspostave SGE-a nisu dovoljne da bi se ostvarile procijenjene uštede. Energijska efikasnost ili poboljšanja u energetici kombinacija su mjera koje su vezane uz tehnologiju, ali i uz ljudski faktor.



Slika P-2: Mjesto i uloga ljudskog faktora i tehnoloških rješenja u projektima poboljšanja u energetici

Dakle, sistematski pristup osigurava se pravilnim djelovanjem i edukacijom svih zaposlenika i podizanjem svijesti o nužnosti brige za energiju i zaštitu okoliša. Ponašanje u maniru dobrog gospodarstva mora postati praksa od najviših pa do najnižih nivoa upravljanja. Naime, zbog nepostojanja SGE-a sporo se reaguje na anomalije i neželjene gubitke u sistemima snabdijevanja vodom i energijom. Uspostava SGE-a je nužna. Njime se osigurava uspješan nastavak projekta poboljšanja energijske efikasnosti, ali se i potvrđuju (verificiraju) sve ostvarene uštede.

Sasvim je sigurno kako troškovi za energiju i vodu postaju sve veći izdatak za svaki ETC. Potrebno je djelovati na svaki energijski neefikasan sistem, ali i na ponašanje zaposlenih, kako bi se smanjili troškovi za energiju i utjecaj na okoliš. Svaki kWh nepotrošene energije znači smanjenje emisija ugljičnog dioksida u atmosferu!

Niti jedna od mjera poboljšanja koje se planiraju provesti kroz uspostavu SGE-a neće ni u kojem slučaju utjecati na ugodnost boravka zaposlenika na njihovim radnim mjestima. Baš suprotno, smanjenjem toplote generirane u uredskoj opremi i električnoj rasvjeti, komfor će se povećati. Također će se, smanjenjem emisija ozona i ostalih isparivih organskih supstanci iz uredske opreme, poboljšati kvaliteta zraka u zatvorenim prostorijama. Svjetska iskustva pokazala su da potpuna uspostava sistema za gospodarenje energijom donosi najmanje 10% do 20% ušteda u ukupnim godišnjim troškovima za energiju.

U nastavku će biti opisan koncept SGE i aktivnosti potrebne za njegovu potpunu uspostavu na nivou svih ETC-a.

Vrijedi ponoviti kako SGE predstavlja sistematski pristup energetske efikasnosti i zaštite okoliša te uspostavljanjem organizacijske strukture i decentralizacijom odgovornosti (u ovisnosti o djelatnosti, procesu, tipovima energije i sl.). Kao što je to već u uvodu spomenuto, pojedinačni centri odgovornosti nazivaju se energetske troškovne centre (ETC). U svakom ETC-u se:

- Ljude s dodijeljenim odgovornostima,
- Procedure praćenja učinka (eng. *Performance Monitoring Procedures*),
- Indikatore potrošnje (IP),
- Definirane ciljeve za poboljšanje te
- Sistem mjerenja učinka (u daljnjem tekstu SMU; eng. **Performance Measurement System - PMS**).

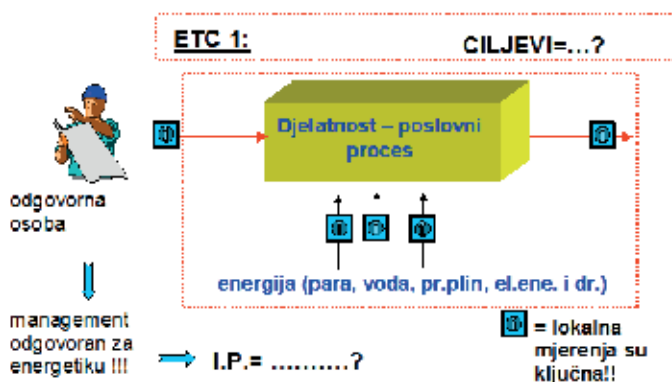
Uvođenje SGE-a počinje definiranjem strategije energetske efikasnosti i zaštite okoliša te uspostavljanjem organizacijske strukture i decentralizacijom odgovornosti (u ovisnosti o djelatnosti, procesu, tipovima energije i sl.). Kao što je to već u uvodu spomenuto, pojedinačni centri odgovornosti nazivaju se energetske troškovne centre (ETC). U svakom ETC-u se:

- Imenuju odgovorne osobe,
- Definiraju indikatori potrošnje (IP),
- Određuju ciljevi za smanjenje potrošnje energije te
- Uvodi sistem mjerenja efikasnosti (potrošnje energije po jedinici aktivnosti, prostora, broju ljudi i sl. – SMU).

Prilikom određivanja ETC-a potrebno je u obzir uzeti sljedećih nekoliko kriterija:

- Potrošnju energije u ETC-u mora biti moguće izravno mjeriti,
- U svakom ETC-u mora biti moguće odrediti (mjeriti) izlaznu veličinu (eng. *output*) koju se veže uz potrošnju energije,
- Troškovi potrebne mjerne opreme ne bi trebali biti veći od 15 do 25 % godišnjih troškova za energiju u tom ETC-u - naime, iskustvo pokazuje da bolje praćenje potrošnje energije koje osigurava mjerni sistem može donijeti energetske uštede do 25% pa se na ovaj način osigurava ekonomska isplativost instaliranja dodatne mjerne opreme,
- Odgovornost za praćenje potrošnje energije u ETC-u najbolje je dodijeliti osobi koja radi u tom ETC- u,
- Za svaki ETC moraju se definirati indikatori potrošnje energije te
- Za svaki ETC potrebno je postaviti ciljeve za smanjenje potrošnje energije.

Energetske troškovne centre potrebno je definirati i na strani potrošnje energije i na strani snabdijevanja energijom. Na primjer, na strani potrošnje energije zanima nas koliko efikasno se energija koristi za obavljanje određene aktivnosti, dok nas na strani snabdijevanja energijom zanima koliko efikasno koristimo ulazne energente za proizvodnju korisnog oblika energije (na primjer, koliko efikasno koristimo prirodni gas u kotlovnici za dobivanje toplotne energije). Na sljedećoj slici detaljnije je prikazan koncept ETC-a. Također se ističe da je u svakom ETC-u iznimno važno imenovati **osobu odgovornu za energetiku** koja će prikupljati podatke, izračunavati IP te ih uspoređivati s postavljenim ciljevima te o napretku izvještavati nadređene.



**Slika P-3: Koncept energetske troškovne jedinice (ETC)**

Kako je već i naznačeno, **osnova SGE-a je redovno mjerenje potrošnje energije** u ETC-ima i povezivanje potrošnje energije s nivoom aktivnosti koja tu energiju troši. Ova se veza izražava preko indikatora potrošnje (IP), a često se koriste i termin energijska intenzivnost ili jedinična potrošnja. Naime, pokazatelj efikasnosti potrošnje energije jest omjer potrošene energije i korisnog outputa, gledano kroz neki vremenski period. Dakle, za određivanje IP-a potrebno je mjeriti:

- Potrošnju energije i
- Veličine koje utječu na potrošnju energije.



Dakle, energijska efikasnost je funkcija potrošnje energije i korisne aktivnosti koja tu energiju troši. Te se aktivnosti, naravno, razlikuju od ETC-a do ETC-a pa je u nastavku projekta potrebno provesti **detaljna mjerenja i analize kako bi se utvrdili IP-i u svakom ETC-u**. U konačnici, IP je omjer izmjerene količine energije utrošene za neku aktivnost i mjerljivog rezultata te aktivnosti:

$$P(t) = \frac{E(t)}{A(t)} \quad (P-1)$$

gdje su:

$E$  – energija [kWh],

$A$  – aktivnost (primjerice broj zaposlenika, kubni metar grijanog prostora i stepen-dan, broj obavljenih eksperimenata, količina opranog rublja itd.)

$t$  – vremenski period.

Prema tome, osnova SMU-a, odnosno čitavog SGE-a jest redovno mjerenje gore navedenih veličina, njihovo povezivanje preko IP te analiziranje i uspoređivanje IP-a sa standardima ili unaprijed definiranim ciljevima.

Pri tome je važno da se mjereni podaci podudaraju vremenski i u iznosima. To znači da se obje veličine moraju mjeriti kroz isti vremenski period, odnosno da je izmjereni iznos energije potrošen isključivo za izmjeren nivo korisne aktivnosti kroz definirani vremenski period. Jedino će se tako dobiti smisleni IP koji će biti temelj daljnjih analiza vlastite energijske efikasnosti. Upravo je značaj IP-a u tome što vežu energiju (zavisnu varijablu) i poslovnu aktivnost (nezavisna varijabla). Potrošnja energije trebala bi na predvidiv način pratiti promjene nivoa aktivnosti i upravo je to odlika energijski efikasnih sistema. Praćenjem IP-a vrlo se brzo i jednostavno uočavaju nepravilnosti uzrokovane vanjskim (npr. neočekivane niske/visoke temperature) ili unutarnjim faktorima (npr. kvarovi opreme, curenja, puknuća, itd.) što će omogućiti pravovremeno uklanjanje problema i izbjegavanje nepotrebnih troškova vezanih uz prekomjernu potrošnju energije.

Kako je već rečeno, za svaki ETC potrebno je definirati IP. Pri tome je potrebno obratiti pažnju na sljedećih nekoliko pitanja:

- Koja je svrha ovog IP-a?
- Može li se tom IP-u pridružiti kvantitativni cilj?
- Mogu li se varijable potrebne za određivanje IP-a mjeriti?
- Koliko učestala trebaju biti ta mjerenja?
- Postoje li instalirani mjerni instrumenti?
- Tko je odgovoran za mjerenja, tj. prikupljanje podataka?
- Tko je odgovoran za izračun i analizu IP-a?

Prikupljanje mjerenih podataka mora postati standardna i rutinska praksa u svakom ETC-u uz osigurano kvalitetu prikupljenih podataka. Stoga će u nastavku projekta biti potrebno definirati **protokol za prikupljanje podataka i za to odgovarajuće obrasce**.

**Za svaki definirani IP bit će potrebno definirati cilj** u smislu poboljšanja efikasnosti potrošnje energije te potom redovno pratiti napredak u postizanju tog cilja. Ciljevi moraju biti postavljeni tako da su:

- Mjerljivi,
- Izazovni, ali dostižni,
- Vremenski definirani te
- Da ih je moguće pratiti.

Početna tačka u postavljanju ciljeva je saznanje o trenutnoj energetskej situaciji u ETC-u. Raspoložive podatke o potrošnji energije (primjerice, iz računa za energiju – ovdje utvrđena referentna godina) u ovisnosti o varijabli koja na nju utječe prikazemo grafički. Matematički opis ovisnosti dobiva se regresijskom analizom (ugrađena funkcija u MS Excelu) i oblika je:

$$y=C+mx \quad (P-2)$$

gdje su:

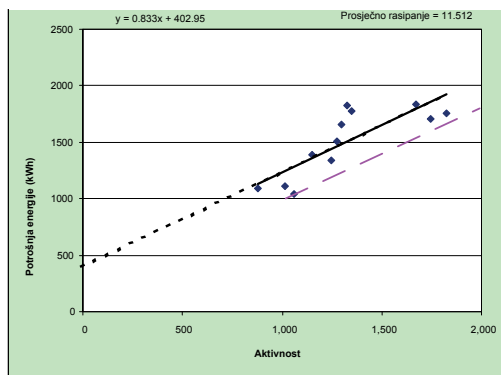
y– potrošnja energije,

C – bazna potrošnja (ne ovisi o nivou aktivnosti),

m – korelacijski faktor,

x – razina aktivnosti.

Jednom kad se odredi tzv. **polazno stanje** (*base-line*), odnosno polazna jednadžba, određuje se **ciljano stanje** (*target-line*), odnosno jednadžba cilja. Za početak se kao cilj obično postavlja najbolja energijska efikasnost (najniža vrijednost IP) postignuta u proteklom razmatranom periodu za koju su dostupni podaci i na temelju kojih je određeno početno stanje. Ovaj je postupak jasno prikazan sljedećom slikom.



**Slika P-4: Postavljanje ciljeva poboljšanja energetske efikasnosti (crtkana ljubičasta linija)**

Nakon uspostavljenih svih preduvjeta, tj. definiranih IP-a, postavljenih ciljeva za poboljšanje efikasnosti, instaliranih mjernih sistema i uspostavljenih procedura očitavanja instrumenta, proces



## PRILOG 2 – REGRESIJSKA ANALIZA

Jedan od opće prihvaćenih matematičkih modela za povezivanje trenda kretanja potrošnje energije u ovisnosti o nezavisnoj varijabli (kao npr. nivo aktivnosti) je tzv. regresijska analiza. Za uspješnu primjenu regresijske analize potrebno je redovno mjeriti i bilježiti potrošnju energije te pratiti nivo kretanja nezavisnih varijabli. U nastavku je regresijska metoda detaljnije obrađena u svrhu razumijevanja daljnjih analiza.

Regresijska analiza uključuje razne tehnike za modeliranje i analizu međuovisnosti nekoliko varijabli, kada je fokus na odnosu između zavisne varijable i jedne ili više nezavisnih varijabli. Konkretnije, regresijska analiza pomaže prilikom razumijevanja kako se tipična vrijednost zavisne varijable (npr. potrošnja toplotne energije) mijenja u ovisnosti o nezavisnoj varijabli (npr. vanjska temperatura), dok vrijednosti drugih nezavisnih varijabli ostaju konstantnima (npr. unutarnja temperatura i relativna vlažnost vanjskog zraka).

Kao najpoznatija metoda regresijske analize ističe se linearna regresija, koja je najpogodnija za opisivanje ovisnosti potrošnje energije (zavisna varijabla) o nezavisnim varijablama. Matematički opis ovisnosti može se prikazati na sljedeći način:

$$y=C+m*x \quad (P-3)$$

gdje su:

y – zavisna varijabla (potrošnja energije),

C – konstanta (bazna potrošnja koja ne ovisi o nezavisnoj varijabli),

m – korelacijski faktor,

x – nezavisna varijabla.

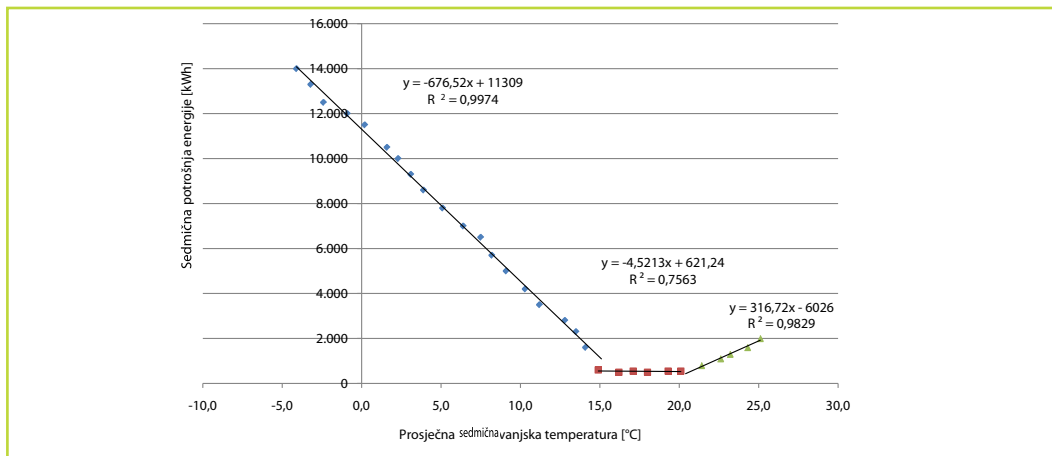
Na sljedećem primjeru jasno je prikazan način proračuna i rezultat linearne regresije. Primjer se odnosi na uobičajen prikaz ukupne potrošnje energije (E) u ovisnosti o vanjskoj temperaturi (T) pod nazivom **E-T krivulja** te je samo pokaznog karaktera. U razdoblju od trideset sedmica prikupljeni su podaci o prosječnim tjednim vanjskim temperaturama (nezavisna varijabla) i o sedmičnoj potrošnji energije (zavisna varijabla). Prikupljeni podaci su prikazani u sljedećoj tablici.

**Tablica P-1: Prosječne tjedne vanjske temperature i sedmice potrošnja energije (pokazni primjer linearne regresije E-t krivulja)**

| Prosječna sedmična vanjska temperatura [°C] | Sedmična potrošnja energije [kWh] |
|---|-----------------------------------|
| -4,1  | 14.000                            |
| -3,2  | 13.300                            |
| -2,4  | 12.500                            |
| -0,9  | 12.000                            |
| 0,2   | 11.500                            |
| 1,6   | 10.500                            |
| 2,3   | 10.000                            |
| 3,1   | 9.300                             |
| 3,9   | 8.600                             |
| 5,1   | 7.800                             |
| 6,4   | 7.000                             |
| 7,5   | 6.500                             |
| 8,2   | 5.700                             |
| 9,1   | 5.000                             |
| 10,3  | 4.200                             |
| 11,2  | 3.500                             |
| 12,8  | 2.800                             |
| 13,5  | 2.300                             |
| 14,1  | 1.600                             |
| 14,9  | 600                               |
| 16,2  | 500                               |
| 17,1  | 550                               |
| 18,0  | 500                               |
| 19,3  | 550                               |
| 20,1  | 550                               |
| 21,4  | 800                               |
| 22,6  | 1.100                             |
| 23,2  | 1.300                             |
| 24,3  | 1.600                             |
| 25,1  | 2.000                             |

Na slici P-6 prikazan je rezultat primjene linearne regresijske metode na podatke navedene u gornjoj tablici koji prikazuje ovisnost sedmične potrošnje energije o vanjskoj temperaturi. Na apscisi (horizontalnoj x-osi) nalazi se nezavisna varijabla (vanjska temperatura) dok je na ordinati (vertikalnoj y-osi) zavisna varijabla (potrošnja energije). Kroz tačke je povučen pravac koji prikazuje srednju vrijednost prikazanih tačaka. Tako definiran pravac ima svoju jednadžbu i definiran faktor

međuvisnosti  $R^2$  koji prikazuje koliko je određena međuvisnost točna. Faktor međuvisnosti  $R^2$  je statistički pokazatelj koji se automatski generira u svim programskim paketima koji imaju mogućnost regresijske analitike te iz toga razloga ovdje neće biti objašnjavan postupak njegovog izračuna. Njegova vrijednost se kreće između 0 i 1, gdje se uzima da je međuvisnost statistički dokazana ukoliko vrijedi  $R^2 > 0,75$ . Također je na slici P-6 vidljivo da su tačke s prevelikim odstepenima od pravca najudaljenije od idealne potrošnje te smanjuju točnost međuvisnosti. Promatrano s gledišta energetske efikasnosti u zgradarstvu, vrijednost faktora  $R^2$  manja od 0,75 jasno ukazuje na činjenicu lošeg gospodarenja energijom u dotičnom ETC-u.



**Slika P-6: Prikaz tjedne potrošnje energije u ovisnosti o vanjskoj temperaturi (pokazni primjer linearne regresije E-t krivulja)**

Na prethodnoj slici jasno je vidljivo kako su dobivene tačke grupirane u tri skupine:

- Zimsko razdoblje (plava boja),
- Prijelazno razdoblje (crvena boja) i
- Ljetno razdoblje (zeleno boja).

Struktura potrošnje energije u ETC-u primarno je uslovljena energetskim sistemima koji se u njemu nalaze. Tako je zimsko razdoblje definirano radom sistema grijanja, odnosno većina potrošnje energije uzrokovana je potrebom za grijanjem prostora. Prijelazno razdoblje se odnosi na period između zimskog i ljetnog, kada se koriste samo bazni energetski sistemi. Ljetno razdoblje je definirano radom sistema hlađenja, odnosno većina potrošnje energije uzrokovana je potrebom za hlađenjem prostora. Prilikom razrade matematičkog modela nužno je obratiti posebnu pažnju na grupisanje tačaka jer se samo na taj način može uspostaviti kvalitetna ovisnost potrošnje energije o vanjskoj temperaturi. U sljedećem poglavlju bit će objašnjeni različiti načini analize potrošnje energije i vode te će biti prikazani svi tipovi E-T krivulja prema energetskim karakteristikama ETC-a, odnosno načinu grupisanja tačaka.

## PRILOG 3 – UOBIČAJENI TIPOVI RAZLIČITIH E-T KRIVULJA

U sljedećim primjerima bit će pojašnjeni uobičajeni tipovi različitih **E-T krivulja s potrošnjom pojedinih energenata, odnosno energetskog ekvivalenta energenata** s objašnjenim pojedinim funkcionalnim razdobljima:

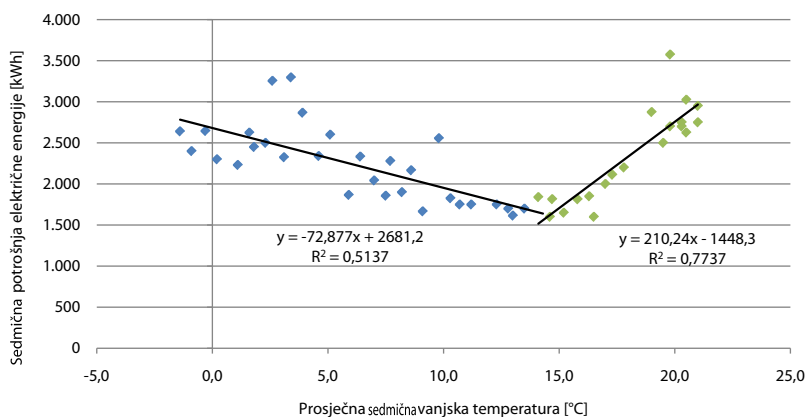
- E-T krivulja električne energije sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem,
- E-T krivulja električne energije sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem,
- E-T krivulja energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem,
- E-T krivulja energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta sa silaznim zimskim razdobljem bez ljetnog razdoblja.

### E-T krivulja električne energije sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem

Primjer E-T krivulje električne energije sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem prikazan je slikom P-7. Na grafu sa slike P-7 prikazana je ukupna sedmice potrošnja električne energije u ovisnosti o srednjoj sedmičnoj vanjskoj temperaturi za neki ETC. Na krivulji je moguće prepoznati sljedeća razdoblja:

- Zimsko razdoblje (plava boja) i
- Ljetno razdoblje (zelena boja).

Prikazana E-T krivulja karakteristična je za ETC-e s pomoćnim sistemom za pogon sistema grijanja i sistemom električne rasvjete kao dominantnim potrošačem u zimskom razdoblju te dominantnom potrošnjom električne energije sistema hlađenja u ljetnom razdoblju. Također se jasno uočava kako period hlađenja započinje gotovo odmah nakon završetka perioda grijanja (nema prijelaznog razdoblja).



**Slika P-7: Primjer E-T krivulje električne energije sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem**

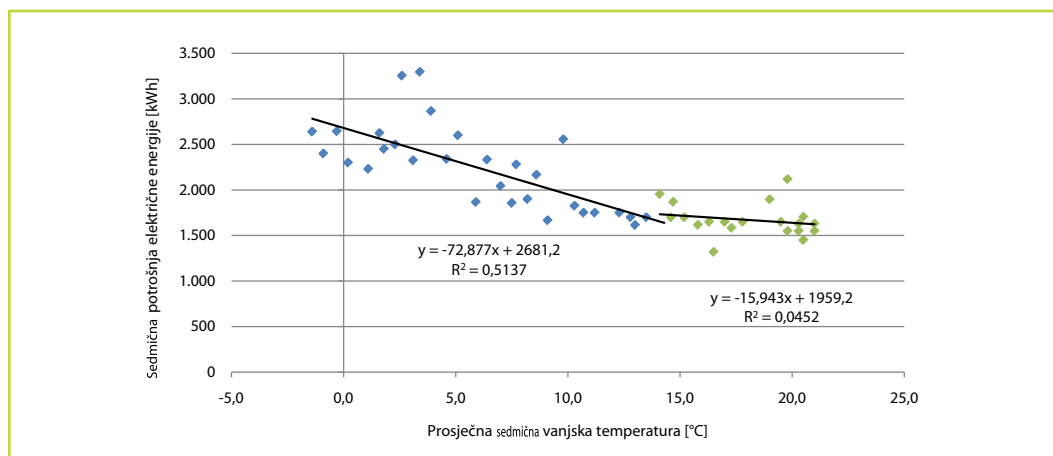
Može se zaključiti kako je struktura potrošnje električne energije u ovakvom ETC-u primarno uslovljena sistemom električne rasvjete i pomoćnim sistemom za pogon sistema grijanja te sistema hlađenja koji se u njemu nalaze. Silaznim pravcem u zimskom razdoblju prikazano je kako se potrošnja električne energije smanjuje s povećanjem vanjske temperature (smanjena potreba za električnom rasvjetom zbog perioda dužeg dana). Smanjenje potrošnje električne energije uzrokovano je i smanjenjem intenziteta rada pomoćnih sistema za pogon sistema grijanja. Uzlazni pravac u ljetnom razdoblju uzrokovan je ponovnim povećanjem potrošnje električne energije zbog početka rada sistema hlađenja (s povećanjem vanjske temperature raste potreba za hlađenjem).

### E-T krivulja električne energije sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem

Primjer E-T krivulje električne energije sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem prikazan je slikom P-8. Na grafu sa slike P-8 prikazana je ukupna sedmična potrošnja električne energije u ovisnosti o srednjoj sedmičnoj vanjskoj temperaturi za neki ETC. Na krivulji je moguće prepoznati sljedeća razdoblja:

- Zimsko razdoblje (plava boja) i
- Ljetno razdoblje (zeleno boja).

Prikazana E-T krivulja karakteristična je za ETC-e s pomoćnim sistemom za pogon sistema grijanja i sistemom električne rasvjete kao dominantnim potrošačem u zimskom razdoblju te baznom potrošnjom električne energije ostalih sistema u ljetnom razdoblju. Jasno se vidi da u navedenom ETC-u ne postoji sistem hlađenja ili je njegova potrošnja zanemariva.



**Slika P-8: Primjer E-T krivulje električne energije sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem**

Može se zaključiti kako je struktura potrošnje energije u ovakvom ETC-u primarno uslovljena sistemom električne rasvjete koji se u njemu nalazi. Silaznim pravcem u zimskom razdoblju prikazano je kako se potrošnja električne energije smanjuje s povećanjem vanjske temperature (smanjena potreba za električnom rasvjetom zbog perioda dužeg dana). Smanjenje potrošnje električne energije uzrokovano je i smanjenjem intenziteta rada pomoćnih sistema za pogon sistema grijanja.



Bazno ljetno razdoblje karakterizira prestanak rada sistema grijanje te nastavak bazne kontinuirane potrošnje električne energije. Lagani pad pravca u ljetnom razdoblju uzrokovan je daljnjim padom potrebe za električnom rasvjetom uslijed sve dužeg trajanja dana.

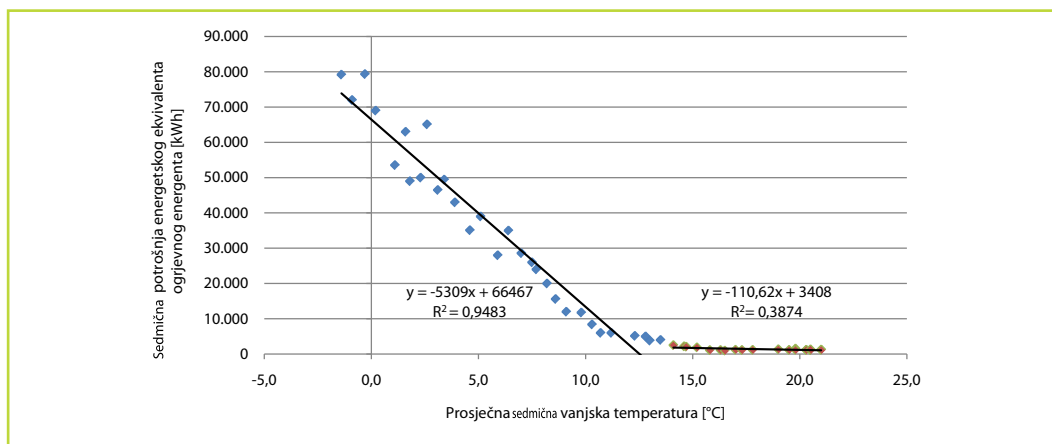
### E-T krivulja energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem

Primjer E-T krivulje energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem prikazan je slikom P-9. Na grafu sa slike P-9 prikazana je ukupna sedmice potrošnja energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta u ovisnosti o srednjoj sedmičnoj vanjskoj temperaturi za neki ETC. Na krivulji je moguće prepoznati sljedeća razdoblja:

- Zimsko razdoblje (plava boja) i
- Ljetno razdoblje (smeđa boja).

Prikazana E-T krivulja karakteristična je za ETC-e gdje je dominantni potrošač energije sistem grijanja. Ljetno razdoblje karakterizira stalna bazna potrošnja energije u kuhinjske svrhe i/ili pripremu sanitarne tople vode.

Može se zaključiti kako je struktura potrošnje energije u ovakvom ETC-u primarno uslovljena sistemom grijanja koji se u njemu nalazi. Silaznim pravcem u zimskom razdoblju prikazano je kako se potrošnja energije smanjuje s povećanjem vanjske temperature (smanjena potreba za grijanjem). Ljetno razdoblje karakterizira stalna bazna potrošnja energije (primjerice, potrošnja ogrjevnog energenta u kuhinjske svrhe, potrošnja ogrjevnog energenta za pogon nekih strojeva, potrošnja ogrjevnog energenta za pripremu tople vode itd.) koja ostaje nakon prestanka rada sistema grijanja (vanjska temperatura viša od oko 15°C).



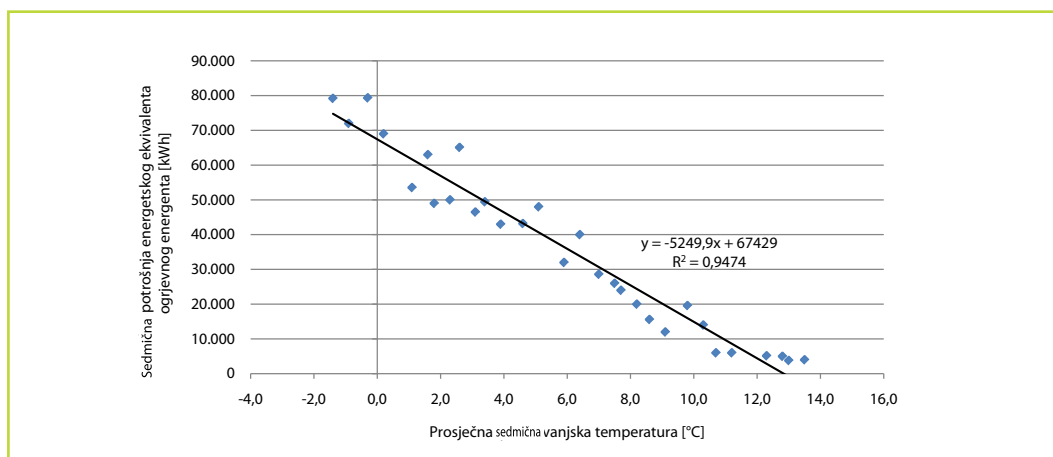
**Slika P-9: Primjer E-T krivulje energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem**

## E-T krivulja energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta sa silaznim zimskim razdobljem bez ljetnog razdoblja

Primjer E-T krivulje energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta sa silaznim zimskim razdobljem i bez ljetnog razdoblja prikazan je slikom P-10. Na grafu sa slike P-10 prikazana je ukupna sedmična potrošnja energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta u ovisnosti o srednjoj sedmičnoj vanjskoj temperaturi za neki ETC. Na krivulji je moguće prepoznati jedno razdoblje:

- Zimsko razdoblje (plava boja).

Prikazana E-T krivulja karakteristična je za ETC-e gdje je dominantni potrošač energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta sistem grijanja. Također je moguće da na potrošnju energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta utječu i sistem pripreme tople vode i sistem za pogon specifičnih strojeva, ali se s prestankom potrebe za grijanjem svi sistemi gase. U ljetnom periodu nema potrošnje energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta.



**Slika P-10: Primjer E-T krivulje energetskog ekvivalenta ogrjevnog energenta sa silaznim zimskim razdobljem bez ljetnog razdoblja**

Nastavljajući se na primjere E-T krivulja s prikazom pojedinih energenata, predlaže se prikaz svih segmenata pojedinih E-T krivulja na jednom grafu, odnosno prikaz zbira svih energetskih ekvivalenata energenata (ukupne energije).

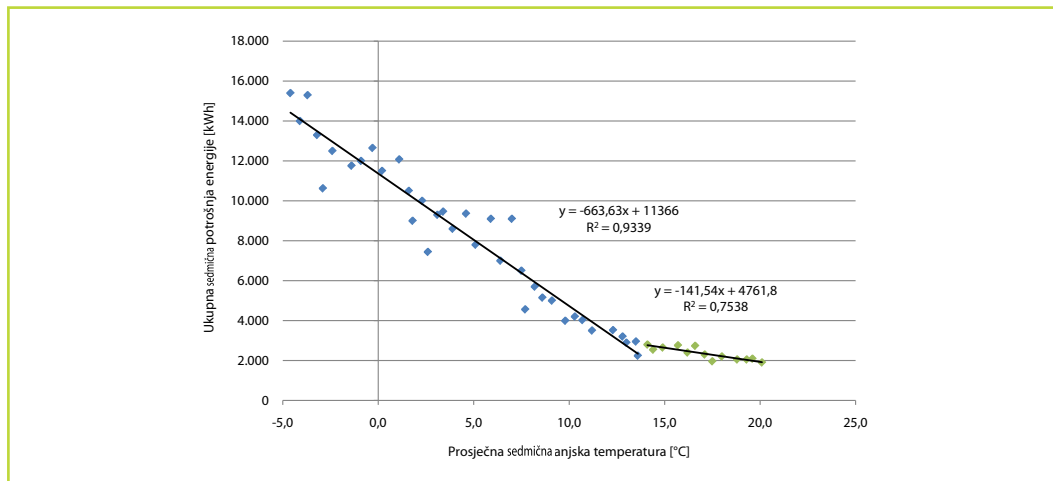
U sljedećim primjerima bit će objašnjena četiri uobičajena tipa različitih **E-T krivulja ukupne energije** s objašnjenim pojedinim funkcionalnim razdobljima:

- E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i silaznim ljetnim razdobljem,
- E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem,
- E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem,
- E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem, prijelaznim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem.
- E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i silaznim ljetnim razdobljem

## E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i silaznim ljetnim razdobljem

E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i silaznim ljetnim razdobljem prikazana je slikom P-11. Na grafu sa slike P-11 prikazana je ukupna sedmice potrošnja energije u ovisnosti o srednjoj sedmičnoj vanjskoj temperaturi za neki ETC. Na krivulji je moguće prepoznati sljedeća razdoblja:

- Zimsko razdoblje (plava boja) i
- Ljetno razdoblje (zeleno boja).



**Slika P-11: Primjer E-T krivulje ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i silaznim ljetnim razdobljem**

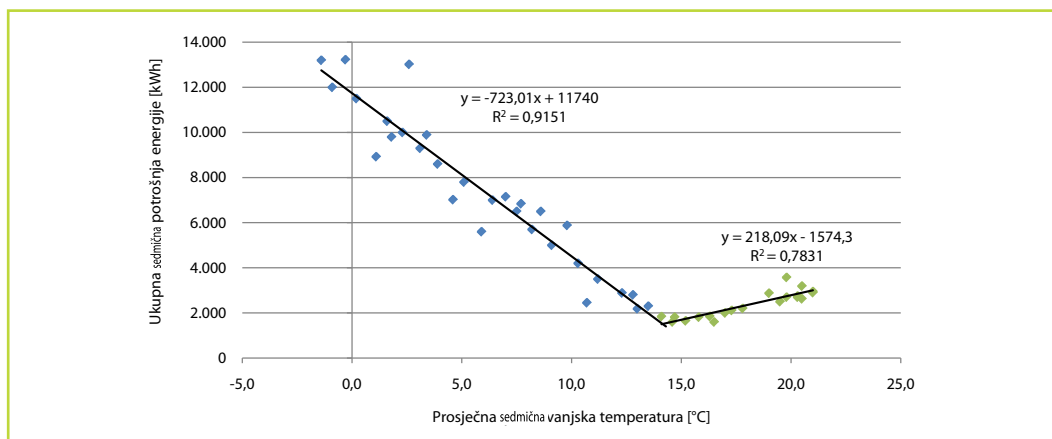
Može se zaključiti kako je struktura potrošnje energije u ovakvom ETC-u primarno uslovljena sistemom grijanja koji se u njemu nalazi. Silaznim pravcem u zimskom razdoblju prikazano je kako se potrošnja energije smanjuje s povećanjem vanjske temperature (smanjena potreba za grijanjem). Također je moguća i smanjena potrošnja električne energije uslijed smanjene potrebe za električnom rasvjetom (više temperature označuju period dužeg dana), odnosno za pomoćnim sistemima za pogon sistema grijanja. Manji nagib silaznog pravca u ljetnom razdoblju uzrokovan je nepostojanjem potrebe za grijanjem prostora ETC-a (vanjska temperatura viša od oko 15°C). Silazni pravac u ljetnom razdoblju uzrokovan je i smanjenom potrošnjom električne energije zbog smanjene potrebe za električnom rasvjetom, odnosno smanjenjem intenziteta korištenja ETC-a (godišnji odmori i sl.).

Prikazana E-T krivulja karakteristična je za ETC-e sa sistemom grijanja kao dominantnim potrošačem energije te dominantnom potrošnjom električne energije sistema električne rasvjete i pomoćnih sistema za pogon sistema grijanja. Takvi primjeri su ETC-i znanstveno-edukativnog karaktera (npr. škole, instituti itd.), ETC-i poslovno-uredskog karaktera bez sistema hlađenja, ETC-i boravišnog karaktera bez sistema hlađenja itd.

## E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem

E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem prikazana je slikom P-12. Na grafu sa slike P-12 prikazana je ukupna sedmice potrošnja energije u ovisnosti o srednjoj sedmičnoj vanjskoj temperaturi za neki ETC. Na krivulji je moguće prepoznati sljedeća razdoblja:

- Zimsko razdoblje (plava boja) i
- Ljetno razdoblje (zelena boja).



**Slika P-12: Primjer E-T krivulje ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem**

Može se zaključiti kako je struktura potrošnje energije u ovakvom ETC-u primarno uslovljena sistemom grijanja i hlađenja koji se u njemu nalaze. Silaznim pravcem u zimskom razdoblju prikazano je kako se potrošnja energije smanjuje s povećanjem vanjske temperature (smanjena potreba za grijanjem). Također je moguća i smanjena potrošnja električne energije uslijed smanjene potrebe za električnom rasvjetom (više temperature označuju period dužeg dana), odnosno za pomoćnim sistemima za pogon sistema grijanja. Uzlazni pravac u ljetnom razdoblju uzrokovan je ponovnim povećanjem potrošnje energije zbog početka rada sistema hlađenja neposredno poslije prestanka potrebe za grijanjem prostora ETC-a (vanjska temperatura viša od oko 15°C). Mogući su slučajevi početka rada sistema hlađenja prije završetka rada sistema grijanja (primjerice grijanje sjevernog dijela, a hlađenje južnog dijela većeg ETC-a). Uzlaznim pravcem u ljetnom razdoblju prikazano je kako se potrošnja energije povećava s povećanjem vanjske temperature (povećana potreba za hlađenjem).

Prikazana E-T krivulja karakteristična je za ETC-e sa sistemom grijanja kao dominantnim potrošačem energije u zimskom periodu i sistemom hlađenja kao dominantnim potrošačem energije u ljetnom periodu kao primjerice ETC-i poslovno-uredskog karaktera (npr. veći poslovni objekti).

## E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem

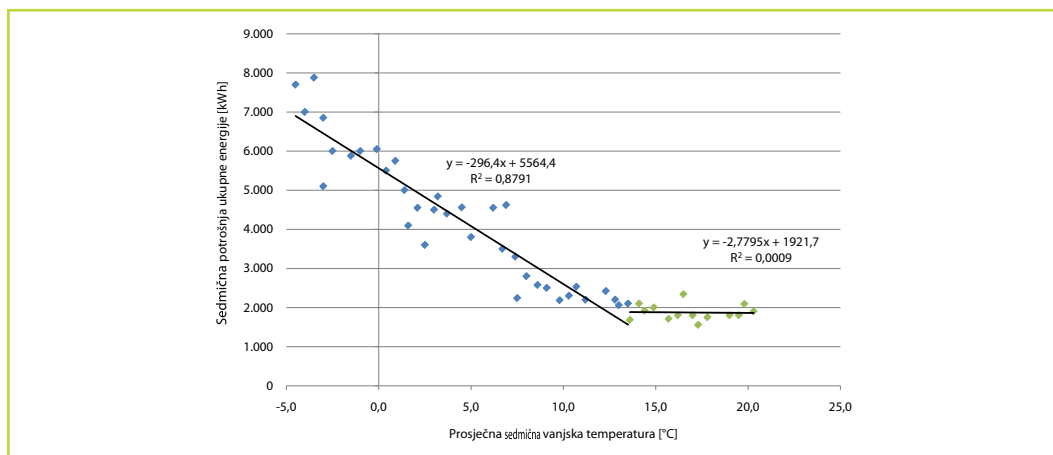
E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem prikazana je slikom P-13. Na grafu sa slike P-13 prikazana je ukupna sedmice potrošnja energije u ovisnosti

o srednjoj sedmičnoj vanjskoj temperaturi za neki ETC. Na krivulji je moguće prepoznati sljedeća razdoblja:

- Zimsko razdoblje (plava boja) i
- Ljetno razdoblje (zelena boja).

Prikazana E-T krivulja karakteristična je za ETC-e sa sistemom grijanja kao dominantnim potrošačem energije uz posjedovanje stalne bazne potrošnje energije kao primjerice ETC-i s proizvodnim procesom bez sistema hlađenja, ETC-i namijenjeni skladištenju bez sistema hlađenja, ETC-i poslovno-uredskog karaktera bez sistema hlađenja i sa stalnom baznom potrošnjom energije, ETC-i stambenog-boravišnog karaktera bez sistema hlađenja itd.

Može se zaključiti kako je struktura potrošnje energije u ovakvom ETC-u primarno uslovljena sistemom grijanja koji se u njemu nalazi. Silaznim pravcem u zimskom razdoblju prikazano je kako se potrošnja energije smanjuje s povećanjem vanjske temperature (smanjena potreba za grijanjem). Ljetno razdoblje karakterizira stalna bazna potrošnja energije (primjerice električna energija, potrošnja ogrjevnog energenta u kuhinjske svrhe, potrošnja ogrjevnog energenta za pogon nekih strojeva itd.) koja ostaje nakon prestanka rada sistema grijanja (vanjska temperatura viša od oko 15°C).



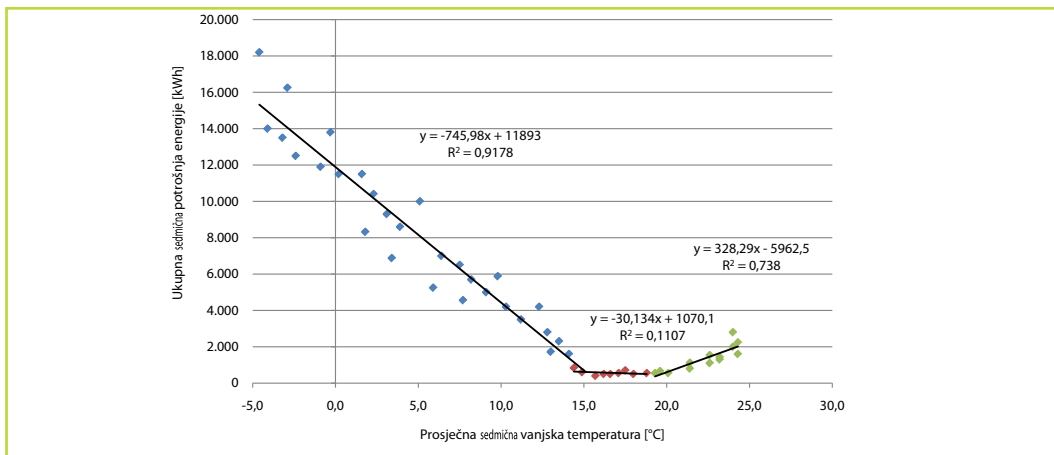
**Slika P-13: Primjer E-T krivulje ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i baznim ljetnim razdobljem**

Prikazani primjer sličan je primjeru E-T krivulje ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i silaznim ljetnim razdobljem prikazanom slikom P-7. Razlika je u ljetnom razdoblju gdje u ovom primjeru električna rasvjeta, odnosno pomoćni sistemi za pogon sistema grijanja ne predstavljaju dominantnog potrošača te se samim time smanjena potrošnja istog ne primijeti na pravcu u ljetnom razdoblju.

## E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem, prijelaznim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem

E-T krivulja ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem, prijelaznim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem prikazana je slikom P-14. Na grafu sa slike P-14 prikazana je ukupna sedmice potrošnja energije u ovisnosti o srednjoj sedmičnoj vanjskoj temperaturi za neki ETC. Na krivulji je moguće prepoznati sljedeća razdoblja:

- Zimsko razdoblje (plava boja),
- Prijelazno razdoblje (crvena boja) i
- Ljetno razdoblje (zelena boja).



**Slika P-14: Primjer E-T krivulje ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem, prijelaznim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem**

Može se zaključiti kako je struktura potrošnje energije u ovakvom ETC-u primarno uslovljena sistemom grijanja i hlađenja koji se u njemu nalaze. Silaznim pravcem u zimskom razdoblju prikazano je kako se potrošnja energije smanjuje s povećanjem vanjske temperature (smanjena potreba za grijanjem). Također je moguća i smanjena potrošnja električne energije uslijed smanjene potrebe za električnom rasvjetom (više temperature označuju period dužeg dana), odnosno za pomoćnim sistemima za pogon sistema grijanja. Prijelazno razdoblje karakterizira stalna bazna potrošnja energije (primjerice električna energija, potrošnja ogrjevnog energenta u kuhinjske svrhe, potrošnja ogrjevnog energenta za pogon nekih strojeva itd.) koja ostaje nakon prestanka rada sistema grijanja (vanjska temperatura viša od oko 15°C). U prijelaznom su razdoblju moguće i situacije u kojima se jedan dio ETC-a grije, a drugi hladi, čime ukupna potrošnja energije ostaje konstantna.

Uzlazni pravac u ljetnom razdoblju uzrokovan je ponovnim povećanjem potrošnje energije zbog početka rada sistema hlađenja. Uzlaznim pravcem u ljetnom razdoblju prikazano je kako se potrošnja energije povećava s povećanjem vanjske temperature (povećana potreba za hlađenjem).

Prikazani primjer sličan je primjeru E-T krivulje ukupne energije sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem prikazanom slikom P-8. Razlika je što u ovom primjeru postoji prijelazno razdoblje uvjetovano stalnom baznom potrošnjom energije. U primjeru E-T krivulje ukupne energije

sa silaznim zimskim razdobljem i uzlaznim ljetnim razdobljem prikazanom slikom P-8 prijelazno razdoblje ne postoji uslijed neposrednog početka rada sistema hlađenja nakon završetka rada sistema grijanja.

Prikazana E-T krivulja karakteristična je za ETC-e sa sistemom grijanja kao dominantnim potrošačem energije u zimskom periodu i sistemom hlađenja kao dominantnim potrošačem energije u ljetnom periodu gdje između perioda rada sistema postoji stanka, odnosno prijelazno razdoblje ili istodobni rad sistema hlađenja i grijanja osigurava konstantnu ukupnu potrošnju energije kao, primjerice, ETC-i poslovno-uredskog karaktera (npr. poslovni objekti), ETC-i stambenog-boravišnog karaktera sa sistemom hlađenja, ETC-i s proizvodnim procesom sa sistemom hlađenja, ETC-i znanstvenog-edukativnog karaktera sa sistemom hlađenja itd.







Empowered lives.  
Resilient nations.

[www.undp.ba](http://www.undp.ba)