

# PRILOG 1 – METODOLOGIJA ZA PROVOĐENJE ENERGIJSKIH AUDITA VELIKIH POTROŠAČA SA OPISOM KORAKA ZA PROVOĐENJE ENERGIJSKIH AUDITA

## 1. UVOD

Energijski audit velikog potrošača je ključan i nezaobilazan korak u analizi efikasnosti potrošnje energije, energenata i vode, kontroli potrošnje i smanjenja troškova i potrošnje energije, energenata i vode. Sastavni dio energijskog audita je identificiranje preporuka za promjenu načina rada kod velikog potrošača te preporuka za realizaciju mjera kojima se poboljšava energijska efikasnost bez ugrožavanja radnih uslova, proizvodnog procesa i kvaliteta proizvoda i usluga, već poboljšanja barem jednog od navedenog.

Energijski audit velikog potrošača podrazumijeva analizu tehničkih i energijskih karakteristika svih sistema kod velikog potrošača koji troše energiju i vodu s ciljem utvrđivanja efikasnosti i/ili neefikasnosti potrošnje energije te donošenja zaključaka i preporuka za poboljšanje energijske efikasnosti.

Osnovni cilj energijskog audita velikog potrošača je prikupljanje i obrada podataka o svim tehničkim sistemima kod velikog potrošača te utvrđivanje energijskih karakteristika s obzirom na:

- građevinske karakteristike u smislu toplotne zaštite i potrošnje energije,<sup>1</sup>
- energijske karakteristike sistema za grijanje, hlađenje, ventilaciju i klimatizaciju,
- energijske karakteristike sistema za pripremu potrošne tople vode,
- energijske karakteristike sistema potrošnje električne energije,
- energijske karakteristike sistema potrošnje pitke, sanitarne i tehnološke vode,
- energijske karakteristike pojedinih grupa potrošača i ostalih tehničkih sistema,
- način upravljanja energijom i postojećim energijskim i tehničkim sistemima.

Na osnovu analize prikupljenih podataka, predlažu se konkretne energijski, tehnički, ekološki i ekonomski optimalne mjere za poboljšanje energijskih karakteristika te mjere nužne za zadovoljavanje minimalnih tehničkih uslova.

Metodologijom za provođenje energijskih audita velikih potrošača (u daljnjem tekstu: Metodologija) utvrđuje se postupak provođenja energijskih audita u skladu sa Pravilnikom o energijskim auditima velikih potrošača. Metodologija definiše koncept i korake provođenja energijskih audita velikih potrošača, način prikupljanja potrebnih ulaznih podataka, način provođenja analiza i proračuna te izgled i sadržaj finalnog Izvještaja o energijskom auditu velikog potrošača.

---

<sup>1</sup> Analizu toplotnih karakteristika ovojnice zgrade provesti u skladu sa *Pravilnikom o minimalnim zahtjevima za energijske karakteristike zgrada* („Službene novine Federacije BiH“, broj 81/19) i *Algoritmom za izračunavanje i utvrđivanje energijskih karakteristika zgrada*, te *Uredbom o provođenju energijskih audita i izdavanju energijskog certifikata za utvrđivanje energijskih karakteristika zgrada* („Službene novine Federacije BiH“, broj 87/18).

## **2. POSTUPAK PROVOĐENJA ENERGIJSKOG AUDITA VELIKOG POTROŠAČA**

Energijski audit velikog potrošača uključuje:

- pripremne radnje,
- prikupljanje svih potrebnih podataka i informacija o velikom potrošaču koji su nužni za provođenje postupka energijskog audita – SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA,
- provođenje kontrolnih mjerenja prema potrebi,
- analizu potrošnje i troškova svih oblika energije, energenata i vode – ENERGIJSKA ANALIZA,
- prijedlog mjera za poboljšanje energijske efikasnosti velikog potrošača, odnosno za poboljšanje energijskih karakteristika pojedinih sistema koje su ekonomski opravdane (s proračunom perioda povrata investicija i potrebnom investicijom za provođenje predloženih mjera),
- izradu izvještaja i donošenje zaključka s preporukama i redoslijedom provođenja ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energijske efikasnosti velikog potrošača, odnosno energijskih karakteristika pojedinih sistema.

### 3. PRIPREMA ZA ENERGIJSKI AUDIT

Sve aktivnosti koje se obavljaju tokom energijskog audita velikog potrošača moraju biti pravovremeno isplanirane i predstavljene naručitelju. Prilikom započinjanja energijskog audita obavlja se inicijalni radni sastanak na kojem se naručitelju predstavljaju sve aktivnosti koje će se provoditi. Na prvom sastanku se naručitelju dostavlja i upitnik za prikupljanje podataka o potrošnji energije i vode te aktivnostima i procesima koji se obavljaju kod velikog potrošača. Primjer Upitnika za prikupljanje podataka o energijskim karakteristikama velikog potrošača, dat na kraju ove Metodologije.

Upitnik popunjavaju odgovorne osobe u pravnom licu i ovlaštene osobe koje provode energijski audit. Od naručitelja se prikupljaju kopije svih računa za potrošene sve oblike energije, energenata i vode u protekloj kalendarskoj godini te svim prošlim mjesecima tekuće godine. Ukoliko su dostupni, provodi se i analiza podataka o potrošnji energije i vode za period od protekle 3 godine.

Upitnik predstavlja samo jedan od alata za prikupljanje potrebnih podataka. Dio upitnika koje naručitelj nije u mogućnosti ispuniti prikuplja se kroz energijski audit velikog potrošača.

Informacije koje bi ovlaštena osoba koja provodi energijski audit trebala imati nakon popunjavanja upitnika su sljedeće:

- podaci o potrošnji energije, energenata i vode po mjesecima minimalno za prethodnu kalendarsku godinu te protekle mjesece tekuće godine (predlaže se prikupljanje podataka o potrošnji za 3 godine),
- podaci o relevantnim aktivnostima i procesima koje se odvijaju kod velikog potrošača u analiziranom periodu, a utiču na potrošnju energije ili vode (uključujući promjene u režimu rada, promjene u upravljanju i regulaciji, nadogradnju i rekonstrukciju tehničkih sistema, deinstalacija/instalacija opreme itd.),
- popis glavnih potrošača energije i vode s naznakom njihovog vremena rada,
- sheme razvoda instalacija (ukoliko postoje),
- nacrt ili skica lokacije i svih objekata na lokaciji (ukoliko postoje),
- osnovni građevinski i arhitektonski podaci o zgradama,
- podaci o ugrađenim uređajima za mjerenje potrošnje energije i vode,
- podaci o načinima i procedurama upravljanja sistemima i upravljanja energijom i vodom,
- podaci o načinu održavanja svih tehničkih sistema,
- eventualni specifični komentari tehničkog osoblja koje održava i upravlja tehničkim sistemima.

Podatke prikupljene upitnikom potrebno je obraditi i upoznati se s velikim potrošačem, a nakon obrade podataka iz upitnika pristupa se planiranju posjete velikom potrošaču i provođenju energijskog audita. Tokom posjete ovlaštene osobe razjašnjavaju sve nejasnoće iz upitnika te se ovlaštene osobe koje provode energijski audit detaljno upoznaju s aktivnostima kod velikog potrošača, energijskim sistemima, upravljanjem energijom, tehničkim karakteristikama sistema, te načinima vođenja i održavanja.

## **4. PROVOĐENJE ENERGIJSKOG AUDITA - PREGLED POSTOJEĆEG STANJA**

Pri obilasku velikog potrošača potrebno je provjeriti podatke prikupljene upitnikom, te prikupiti i ostale bitne informacije i podatke koji nisu obuhvaćeni upitnikom ili se mogu prikupiti samo na terenu (npr. karakteristike pojedinih tehničkih sistema).

U postupku provođenja energijskog audita velikog potrošača provode se analize koje se odnose na:

- način upravljanja energijom,
- termotehničke sisteme,
  - sistemi grijanja,
  - sistemi pripreme potrošne tople vode,
  - sistemi hlađenja,
  - sistemi ventilacije, djelimične klimatizacije i klimatizacije,
- sistem napajanja i potrošnje električne energije,
- sistem snabdijevanja vodom,
- sistem mjerenja, regulacije i upravljanja,
- alternativne sisteme za snabdijevanje energijom, te
- transport.

Energijski audit velikog potrošača provodi se u skladu s Metodologijom provođenja energijskih audita velikih potrošača i pravilima struke.

### **4.1. Način upravljanja energijom**

Upravljanje energijom zahtijeva sistematičan pristup upravljanju i nadzoru potrošnje energije i vode. Sistem za upravljanje energijom predstavlja specifičan skup znanja i vještina koji se zasniva na organizacionoj strukturi koja povezuje sljedeće ključne elemente:

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

U ovom segmentu prikupljaju se i ocjenjuju sljedeći podaci:

- sistem za upravljanje energijom,
- nivo upravljanja energijom i vodom
  - ponašanje korisnika, odgovornost, zatečeno stanje, kontrola računa energije i vode i slično,
  - postojanje sistema edukaciono - motivacionih aktivnosti i podizanja svijesti o potrošnji energije i vode,
  - organizaciona struktura - postojanje upravljanja energijom na upravljačkom, operativnom i/ili pogonskom nivou,
  - postojanje planova i programa energijske efikasnosti kod velikog potrošača,
  - provedene i planirane mjere za poboljšanje energijske efikasnosti,
- imenovana osoba za upravljanje energijom i vodom te koje su dodijeljene

- odgovornosti i zaduženja,
- sistem za redovno mjerenje potrošnje energije i vode te sistem za proračun i analizu pokazatelja potrošnje energije i vode,
- sistem nabavke opreme – uključenje „zelenih“ kriterija u nabavci opreme,
- sistem za zaštitu okoliša (sistem za recikliranje, tretiranje i razvrstavanje otpada i slično).

## 4.2. Termotehnički sistemi

Termotehnički sistem je tehnička oprema za grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju i pripremu potrošne tople vode. Prije početka provođenja energijskog audita u dijelu termotehničkih sistema potrebno je zatražiti:

- projektnu dokumentaciju (ukoliko postoji),
- izvještaje o ispitivanju,
- zapisnike/izvještaje o pregledu opreme i provedenom servisu s osnovnim ciljem održavanja,
- račune za energente za tri prethodne cijele uzastopne kalendarske godine (preporuka je uzeti i račune u tekućoj godini, a posebno zadnji račun)

Svaki termotehnički sistem, ukoliko je centralizovani, sastoji se od sljedećih glavnih podsistema:

- izvor (izvor toplotne energije, izvor rashladne energije, klima komora),
- razvod (cijevni razvod, kanalni razvod za zrak),
- izmjena toplote u prostoru (ogrjevna tijela, rashladna tijela).

Za svaki termotehnički sistem potrebno je pregledati odnosno prikupiti sljedeće podatke:

- projektnu dokumentaciju (ukoliko postoji),
- opći podaci o sistemu (npr. vrsta uređaja za proizvodnju toplotne/rashladne energije, ukupna toplotna/rashladna snaga, ukupni protok zraka kod klima komora),
- održavanje/servis sistema (procjena stanja sistema),
- detaljniji podaci o izvoru toplotne/rashladne energije odnosno o klima komori,
- podaci o podsistemu razvoda (u slučaju centralizovane izvedbe sistema),
- podaci o podsistemu izmjene toplote (u slučaju centralizovane izvedbe sistema),
- podaci o regulaciji.

### 4.2.1. Sistemi grijanja

U sklopu snimka postojećeg stanja sistema grijanja potrebno je analizirati sistem grijanja od preuzimanja energije do krajnjih potrošača i pri tome prikupiti sljedeće podatke vezane za:

- opis pojedinih podsistema sistema grijanja: izvor toplotne energije, cijevni razvod (kod centralizovanog sistema grijanja), ogrjevna tijela (kod centralizovanog sistema grijanja),
- regulaciju sistema (centralizovanu kod samog izvora toplotne energije i centralizovanu kod ogrjevnih tijela),

- održavanje/servis sistema grijanja,
- stanje sistema grijanja (procjena donesena na osnovu energijskog audita),
- unutrašnja projektna temperatura zraka u sezoni grijanja (iz projektne dokumentacije),
- podaci o stvarnom režimu rada sistema grijanja (npr. prekidi u grijanju, smanjeni odnosno „štedni“ režim tokom noći ili vikenda, temperature),
- energijsku efikasnost sistema (posebno izvora toplotne energije).

Prilikom provođenja energijskog audita sistema grijanja, potrebno je prije svega utvrditi radi li se o centralizovanom sistemu grijanja ili decentralizovanom (lokalnom ili pojedinačnom) sistemu grijanja.

Prilikom provođenja energijskog audita sistema grijanja, poželjno je prikupiti sve podatke navedene u Izvještaju o provedenom redovnom pregledu sistema grijanja (ukoliko postoji zakonska obaveza provođenja redovnog pregleda sistema grijanja i ukoliko se energijski audit velikog potrošača i redovni pregled sistema grijanja provode istovremeno).

#### **4.2.1.1. Decentralizovani sistem grijanja**

U slučaju decentralizovane izvedbe sistema grijanja omogućeno je direktno zagrijavanje prostorije iz izvora toplotne energije koji je u njoj smješten. Primjeri pojedinačnih izvora toplotne energije: otvoreni i zatvoreni kamini na drva, plinski kamini, pojedinačne peći na čvrsta goriva (ogrjevno drvo), pojedinačne plinske peći (na dimnjak ili fasadni priključak), pojedinačne električne peći, peći na pelet i slično.

Prilikom provođenja energijskog audita pojedinačnog izvora toplotne energije, potrebno je prikupiti sljedeće podatke ukoliko su dostupni:

- vrsta izvora toplotne energije,
- proizvođač,
- model,
- nazivni kapacitet (kW),
- godina proizvodnje,
- namjena,
- stepen efikasnosti kod nazivnog kapaciteta prema podacima proizvođača (%).

#### **4.2.1.2. Centralizovani sistem grijanja**

Centralizovani sistem grijanja se sastoji od sljedeća tri podsistema:

- podsistem proizvodnje toplotne energije (izvor toplotne energije),
- podsistem razvoda (distribucije) toplotne energije,
- podsistem izmjene toplote u prostoru (ogrjevna tijela).

#### **PODSISTEM PROIZVODNJE TOPLOTNE ENERGIJE (izvor toplotne energije)**

Uobičajeni izvori toplotne energije centralizovanog sistema grijanja su kotlovi (na čvrsta, tekuća i gasovita goriva), toplotna podstanica (daljinski sistem grijanja), toplotne pumpe.

Nezavisno od vrste izvora toplotne energije prikupljaju se sljedeći podaci za svaki izvor toplotne energije zasebno:

- proizvođač,
- model,
- nazivni toplotni kapacitet u [kW],
- godina proizvodnje,
- namjena (grijanje, PTV, ostalo),
- smještaj izvora toplotne energije.

Zavisno od vrste izvora toplotne energije prikupljaju se i dodatni podaci specifični za pojedinu vrstu izvora toplotne energije.

Dodatni podaci, koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita sistema grijanja s kotlom kao izvorom toplotne energije:

- gorivo za pogon kotla (prirodni gas, ukapljeni naftni gas, lož ulje, pelet, sječka, ogrjevno drvo,...),
- vrsta regulacije rada kotlova u slučaju više kotlova (rad s prioritetom, rad bez prioriteta),
- smještaj kotla (vani, kotlovnica, unutar grijanog prostora)
- vrsta kotla s obzirom na temperaturni režim (standardni, niskotemperaturni, kondenzacioni),
- vrsta gorionika (atmosferski gorionik, ventilatorski gorionik),
- vrsta regulacije temperature vode u kotlu (regulacija s konstantnom temperaturom ogrjevnog medija, regulacija s promjenjivom temperaturom ogrjevnog medija).

Dodatni podaci, koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita sistema grijanja s toplotnom pumpom kao izvorom toplotne energije:

- toplotni izvor toplotne pumpe (zrak, voda, tlo),
- vrsta toplotne pumpe s obzirom na izvor dodatne energije za ostvarivanje kružnog procesa
  - kompresijska toplotna pumpa s električnim pogonom,
  - kompresijska toplotna pumpa pogonjena motorom s unutrašnjim sagorijevanjem,
  - apsorpcijska toplotna pumpa pogonjena toplotnom energijom,
- dodatni izvor toplotne energije
  - da li se koristi dodatni izvor toplotne energije (da, ne),
  - vrsta dodatnog izvora toplotne energije (npr. kotao),
  - režim rada toplotne pumpe s dodatnim izvorom toplotne energije (paralelni režim rada, djelimično paralelni režim rada, alternativni režim rada)
- namjena toplotne pumpe
  - samo za grijanje prostora,
  - samo za pripremu PTV-a,
  - naizmjenično za grijanje prostora i pripremu PTV-a (kad radi grijanje ne radi PTV i obrnuto),
  - simultano (kombinovano) za grijanje prostora i pripremu PTV-a,
- radne tačke toplotne pumpe za različite režime rada toplotne pumpe (grijanje, PTV, grijanje i PTV) - podaci o toplotnom kapacitetu i faktoru grijanja COP,

- regulacija toplotne pumpe (on/off, stepenovana, kontinuirana).

Dodatni podaci, koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita sistema grijanja s toplotnom podstanicom kao izvorom toplotne energije:

- nazivna snaga toplotne podstanice u [kW],
- vrsta toplotne podstanice (direktna, indirektna),
- tip toplotne podstanice,
  - toplovodna – niska temperatura,
  - toplovodna – visoka temperatura,
  - para – niski pritisak,
  - para – visoki pritisak,
- klasa izolacije sekundarnog – primarnog kruga prema EN ISO 12241 (1-2, 2-3, 3-4, 4-5).

### PODSISTEM RAZVODA TOPLLOTNE ENERGIJE

Podsistem razvoda obuhvata cijevni razvod i cirkulacione pumpe, kao glavne elemente u cijevnom razvodu. Kod manjih sistema grijanja, cirkulaciona pumpa je fizički smještena unutar izvora toplotne energije, ali i dalje se smatra sastavnim dijelom podsistema razvoda centralizovanog sistema grijanja.

Podaci, koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita podsistema razvoda centralizovanog sistema grijanja:

- projektna temperatura polaznog/povratnog voda u [°C],
- hidrauličko uravnoteženje sistema grijanja (nema, ručno, automatski),
- ukupan broj polaznih krugova grijanja – napisati namjenu pojedinog polaznog kruga grijanja,
- cijevni razvod
  - materijal izrade cijevnog razvoda,
  - stanje toplotne izolacije cijevnog razvoda,
  - dužina cijevnog razvoda koja prolazi kroz grijani prostor u [m],
  - dužina cijevnog razvoda koja prolazi kroz negrijani prostor u [m],
- cirkulacione pumpe,
  - ukupan broj cirkulacionih pumpi,
  - instalirana nazivna električna snaga ugrađenih cirkulacionih pumpi u [W],
  - regulacija cirkulacionih pumpi (ON/OFF, jednostepena, dvostepena, trostepena, kontinuirana),
  - toplotna izolacija pumpi (toplotno izolovana, toplotno neizolovana),
  - smještaj pumpe (u grijanoj zoni, u negrijanom prostoru, izvan zgrade),
  - ocjena stanja cirkulacionih pumpi (primjereno, neprimjereno).

### PODSISTEM IZMJENE TOPLOTE U PROSTORU (ogrjevna tijela)

Podaci, koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita podsistema izmjene topline u prostoru:

- vrsta ogrjevnog tijela (radijatori, konvektori, ventilokonvektori, sistem površinskog grijanja, kaloriferi, električno grijanje,...),
- ukupan broj ogrjevnih tijela i ukupan broj pojedine vrste ogrjevnih tijela,
- ukupan instalirani kapacitet ogrjevnih tijela u [kW] na standardnom

- temperaturnom režimu (90/70/20°C, 75/65/20°C),
- u slučaju radijatora kao ogrjevnih tijela:
  - regulacija (neregulirana – obični ručni radijatorski ventil, termostatski set – P regulator s područjem regulacije 2K, P regulator 1 K, PI regulator),
  - smještaj radijatora – uz normalni vanjski zid, uz unutrašnji zid, uz staklenu površinu bez zaštite od zračenja, uz staklenu površinu sa zaštitom od zračenja,
- u slučaju ventilokonvektora/kalorifera kao ogrjevnih tijela:
  - broj ventilokonvektora/kalorifera,
  - prosječna električna snaga jednog ventilatora u [W].

#### **4.2.2. Sistemi pripreme potrošne tople vode**

U sklopu energijskog audita postojećeg stanja sistema pripreme potrošne tople vode potrebno je analizirati sistem pripreme potrošne tople vode od preuzimanja energije do krajnjih izljevnih mjesta (mjesta potrošnje tople vode) i pri tome prikupiti sljedeće podatke vezane za:

- opis pojedinih podsistema sistema pripreme potrošne tople vode: izvor toplotne energije, primarni cijevni razvod (kod centralizovanog sistema pripreme PTV-a), spremnik potrošne tople vode (kod centralizovanog sistema pripreme PTV-a), cijevni razvod (kod centralizovanog sistema pripreme PTV-a),
- održavanje/servis sistema pripreme PTV-a,
- stanje sistema pripreme potrošne tople vode (procjena donesena na osnovu pregleda),
- temperatura vode na koju se voda zagrijava u spremniku PTV-a,
- podaci o stvarnom režimu rada recirkulacione pumpe,
- energijsku efikasnost sistema (posebno izvora toplotne energije).

Prilikom provođenja energijskog audita sistema pripreme potrošne tople vode, potrebno je prije svega utvrditi radi li se o centralizovanom sistemu pripreme potrošne tople vode ili decentralizovanom (lokalnom ili pojedinačnom) sistemu pripreme potrošne tople vode ili o kombinaciji navedenih sistema.

##### **4.2.2.1. Decentralizovani sistem pripreme potrošne tople vode**

U slučaju decentralizovane izvedbe sistema pripreme PTV-a omogućena je direktna priprema potrošne tople vode u neposrednoj blizini izljevno mjesta. Primjeri: električni akumulacioni bojler, električni protočni bojler, akumulacioni bojler s plinskim atmosferskim gorionikom, protočni bojler s plinskim atmosferskim gorionikom i slično.

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita sistema pripreme PTV-a s pojedinačnim električnim akumulacionim bojlerima:

- proizvođač,
- model/tip,
- broj komada (ako ih je više istih),
- električna snaga pojedinog električnog akumulacionog bojlera u [kW],
- volumen pojedinog električnog akumulacionog bojlera u [l],
- prosječna temperatura vode u pojedinom električnom akumulacionom bojleru u [°C],

- smještaj pojedinog električnog akumulacionog bojlera (u grijanoj zoni, u negrijanom prostoru zgrade, u prostoru izvan zgrade).

U slučaju električnog protočnog bojlera potrebno je prikupiti iste podatke kao i kod električnog akumulacionog bojlera osim naravno volumena spremnika.

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita sistema pripreme PTV-a s akumulacionim bojlerima s plinskim atmosferskim gorionikom:

- proizvođač,
- model/tip,
- nazivna snaga u [kW],
- nazivni volumen u [l],
- vrsta uređaja (kondenzacijski, nije kondenzacijski),
- prosječna temperatura vode na koju se potrošna topla voda zagrijava u [°C],
- smještaj (u grijanoj zoni, u negrijanom prostoru zgrade, u prostoru izvan zgrade).

U slučaju protočnog bojlera s plinskim atmosferskim gorionikom potrebno je prikupiti iste podatke kao i kod akumulacionog bojlera s plinskim atmosferskim gorionikom osim naravno volumena spremnika.

#### **4.2.2.2. Centralizovani sistem pripreme potrošne tople vode**

Centralizovani sistem pripreme potrošne tople vode se sastoji od sljedeća četiri podsistema:

- podsistem proizvodnje toplotne energije (izvor toplotne energije),
- podsistem primarnog razvoda (distribucije) toplotne energije,
- podsistem spremnika,
- podsistem razvoda.

#### PODSISTEM PROIZVODNJE TOPLOTNE ENERGIJE (izvor toplotne energije)

Opisan je u prethodnom poglavlju.

#### PODSISTEM PRIMARNOG RAZVODA (DISTRIBUCIJE) TOPLOTNE ENERGIJE

Podsistem primarnog razvoda je cijevni razvod preko kojeg se pomoću cirkulacione pumpe dovodi topla voda od izvora toplotne energije do akumulacionog spremnika (indirektna priprema potrošne tople vode u spremniku). Prilikom provođenja energijskog audita potrebno je prikupiti sljedeće podatke:

- cijevni razvod
  - materijal izrade cijevnog razvoda,
  - stanje toplotne izolacije cijevnog razvoda (toplotno izolovan, toplotno neizolovan),
  - smještaj (u grijanoj zoni, u negrijanoj prostoriji, izvan zgrade),
- cirkulacione pumpe,
  - proizvođač i model,
  - električna snaga pumpe u primarnom krugu u [W],
  - regulacija cirkulacionih pumpi (ON/OFF, jednostepena, dvostepena,

- trostepena, kontinuirana),
- toplotna izolacija pumpi (toplotno izolovana, toplotno neizolovana),
- smještaj pumpe (u grijanoj zoni, u negrijanoj prostoriji, izvan zgrade),
- ocjena stanja cirkulacionih pumpi (primjereno, neprimjereno).

## PODSISTEM SPREMNIKA

U spremniku potrošne tople vode se potrošna topla voda grije indirektno na neku namještenu temperaturu od strane jednog (monovalentni spremnik) ili više izvora toplotne energije (najčešće dva – bivalentni spremnik).

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita podsistema spremnika centralizovanog sistema pripreme PTV-a:

- proizvođač i model/tip,
- godina proizvodnje,
- volumen u [l],
- prosječna temperatura vode u spremniku u [°C],
- smještaj spremnika (u grijanoj zoni, u negrijanom prostoru, izvan zgrade),
- ocjena stanja spremnika (toplotna izolacija).

## PODSISTEM RAZVODA

Podsistem razvoda obuhvata polazni vod, kojim se zagrijana potrošna topla voda razvodi od spremnika potrošne tople vode do pojedinih izljevni mjesta, te veći sistemi imaju i recirkulacioni vod s pripadajućom recirkulacionom pumpom.

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom proođenja energijskog audita podsistema razvoda centralizovanog sistema pripreme PTV-a:

- cijevni razvod (polazni i recirkulacioni vod),
  - materijal izrade cijevnog razvoda,
  - stanje toplotne izolacije cijevnog razvoda (toplotno izolovan, toplotno neizolovan),
  - zavisno od odabrane metode proračuna, ponekad se upisuju i dužine cijevnog razvoda kao što su: ukupna dužina cirkulacione petlje (polazni + recirkulacioni vod), dužina polaznog voda izvan cirkulacione petlje,
- recirkulaciona pumpa
  - proizvođač i model,
  - električna snaga recirkulacione pumpe [W],
  - regulacija rada recirkulacione pumpe (postoji, ne postoji),
  - broj sati rada recirkulacione pumpe dnevno [h],
  - toplotna izolacija pumpi (toplotno izolovana, toplotno neizolovana),
  - regulacija recirkulacione pumpe (neregulisana, konstantan pritisak, promjenljiv pritisak),
  - smještaj recirkulacione pumpe (u grijanoj zoni, u negrijanom prostoru, izvan zgrade),
  - ocjena stanja recirkulacione pumpe (primjereno, neprimjereno).

### **4.2.3. Sistemi hlađenja**

Prilikom provođenja energijskog audita sistema hlađenja važno je prikupiti prije svega podatke o stvarnom režimu rada sistema hlađenja, te sve podatke navedene u Izvještaju o provedenom redovnom pregledu sistema hlađenja.

U sklopu energijskog audita postojećeg stanja sistema hlađenja potrebno je analizirati sistem hlađenja od preuzimanja energije do krajnjih potrošača i pri tome prikupiti sljedeće podatke vezane za:

- opis pojedinih podsistema sistema hlađenja: izvor rashladne energije, cijevni razvod (kod centralizovanog sistema hlađenja), rashladna tijela (kod centralizovanog sistema hlađenja),
- regulaciju sistema (centralizovanu kod samog izvora rashladne energije i decentralizovanu kod rashladnih tijela),
- održavanje/servis sistema hlađenja,
- stanje sistema hlađenja (procjena donesena na osnovu energijskog audita),
- unutrašnja projektna temperatura zraka u prostorijama u sezoni hlađenja (iz projektne dokumentacije),
- podaci o stvarnom režimu rada sistema hlađenja (npr. prekidi u hlađenju, smanjeni odnosno „štedni“ režim tokom noći ili vikenda, temperature),
- energijsku efikasnost sistema (posebno izvora rashladne energije).

Prilikom provođenja energijskog audita sistema hlađenja, potrebno je prije svega utvrditi radi li se o centralizovanom sistemu hlađenja ili decentralizovanom (lokalnom ili pojedinačnom) sistemu hlađenja ili o kombinaciji navedenih sistema.

#### **4.2.3.1. Decentralizovani sistem hlađenja**

Upravo je u praksi najčešći način hlađenja pojedinih prostora decentralizovani sistem hlađenja pomoću pojedinačnih split/multisplit klima uređaja.

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita decentralizovanog sistema hlađenja pomoću pojedinačnih split/multisplit klima uređaja:

- proizvođač,
- model/tip,
- rashladni kapacitet u [kW],
- instalirana električna snaga za hlađenje u [kW],
- radna tvar,
- godina proizvodnje.

Prilikom energijskog audita kompresijskih rashladnih uređaja posebno je važno osvrnuti se na radne tvari, te korisnika upozoriti na problematiku radnih tvari kod rashladnih uređaja općenito.

#### 4.2.3.2. Centralizovani sistem hlađenja

Centralizovani sistem hlađenja se sastoji od sljedećih podsistema:

- podsistem proizvodnje rashladne energije (izvor rashladne energije),
- podsistem akumulacije rashladne energije (spremnik rashladne energije),
- podsistema razvoda (distribucije) rashladne energije,
- podsistem izmjene toplote u prostoru (rashladna tijela).

#### PODSISTEM PROIZVODNJE RASHLADNE ENERGIJE (izvor rashladne energije)

Uobičajeni izvori rashladne energije centralizovanog sistema hlađenja su kompresijski rashladni uređaji (rashladnici) pogonjeni električnim motorom. Tu su još i rjeđe zastupljeni apsorpcijski rashladni uređaji, te kompresijski rashladni uređaj pogonjen plinskim motorom.

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita centralizovanog sistema hlađenja pomoću kompresijskih rashladnih uređaja pogonjenih električnim motorom:

- prostor koji se hladi / interni naziv,
- proizvođač i tip (model) rashladnika,
- godina ugradnje/proizvodnje rashladnika,
- rashladna snaga [kW],
- električna snaga [kW],
- faktor hlađenja EER prema podacima proizvođača,
- sezonski faktor hlađenja SEER prema podacima proizvođača,
- radna tvar,
- način hlađenja kondenzatora (zrakom hlađen, vodom hlađen),
- kompresijski rashladni uređaj ispravno dimenzionisan (da, ne) - na osnovu procjene,
- vrsta kompresora (stapni i spiralni, vijčani, turbokompresori),
- stanje rashladnika (primjereno, neprimjereno),
- smještaj kompresijskih rashladnika zrakom hlađenih (primjeren, neprimjeren).

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita centralizovanog sistema hlađenja pomoću apsorpcijskih rashladnih uređaja:

- prostor koji se hladi / interni naziv,
- proizvođač i tip (model) rashladnika,
- godina ugradnje/proizvodnje rashladnika,
- rashladna snaga [kW],
- toplotna snaga za pogon [kW],
- toplotni faktor hlađenja prema podacima proizvođača,
- pogonska energija (prirodni gas, sunčeva energija, biomasa, biogas,...)
- dvojna smjesa (voda/litijbromid H<sub>2</sub>O/LiBr, amonijak/voda NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O),
- način hlađenja kondenzatora (zrakom hlađen, vodom hlađen),
- stanje rashladnika (primjereno, neprimjereno),
- apsorpcijski rashladni uređaj ispravno dimenzionisan (da, ne) - na osnovu procjene.

## PODSISTEM AKUMULACIJE RASHLADNE ENERGIJE – SPREMNIK RASHLADNE ENERGIJE

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita podsistema akumulacije rashladne energije:

- ukupan broj spremnika rashladne energije,
- ukupni volumen spremnika rashladne energije u [l],
- stanje toplotne izolacije spremnika (nema, dotrajala/oštećena, primjereno stanje),
- rashladni medij za prijenos rashladne energije (voda, glikol/voda, drugo).

## PODSISTEM RAZVODA (DISTRIBUCIJE) RASHLADNE ENERGIJE

Podsistem razvoda obuhvata cijevni razvod i cirkulacione pumpe, kao glavne elemente u cijevnom razvodu, kojima se dobavlja rashladni medij od izvora rashladne energije do krajnjih elemenata sistema hlađenja, rashladnih tijela.

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita podsistema razvoda centralizovanog sistema hlađenja:

- projektna temperatura polaznog/povratnog voda u [°C],
- hidrauličko uravnoteženje sistema hlađenja (nema, ručno, automatski),
- ukupan broj polaznih krugova hlađenja – napisati namjenu pojedinog polaznog kruga hlađenja,
- cijevni razvod
  - materijal izrade cijevnog razvoda,
  - stanje toplotne izolacije cijevnog razvoda,
- cirkulacione pumpe
  - ukupan broj cirkulacionih pumpi,
  - instalirana nazivna električna snaga ugrađenih cirkulacionih pumpi u [W],
  - regulacija cirkulacionih pumpi (ON/OFF, jednostepena, dvostepena, trostepena, kontinuirana),
  - toplotna izolacija pumpi (toplotno izolovana, toplotno neizolovana),
  - smještaj pumpe (u grijanoj zoni, u negrijanoj prostoriji, izvan zgrade),
  - ocjena stanja cirkulacionih pumpi (primjereno, neprimjereno).

## PODSISTEM IZMJENE TOPLOTE U PROSTORU - RASHLADNA TIJELA

Podaci, koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita podsistema izmjene toplote u prostoru:

- vrsta rashladnog tijela (ventilokonvektori, indukcioni uređaji, sistem površinskog hlađenja),
- ukupan broj rashladnih tijela i ukupan broj pojedine vrste rashladnih tijela,
- ukupan instalirani kapacitet rashladnih tijela u [kW] na standardnom temperaturnom režimu,
- vrsta regulacije rashladnih tijela (lokalno, zonska, centralizovani nadzor i upravljanje, ostalo)
- stanje rashladnih tijela (neprimjereno, primjereno),
- mjesto/položaj ugradnje rashladnih tijela (neprimjereno, primjereno).

#### 4.2.4. Sistemi ventilacije, djelimične klimatizacije i klimatizacije

Prilikom provođenja energijskog audita sistema ventilacije, djelimične klimatizacije i klimatizacije važno je prikupiti prije svega podatke o stvarnom režimu rada sistema ventilacije, djelimične klimatizacije i klimatizacije, te sve podatke navedene u Izvještaju o provedenom redovnom pregledu sistema grijanja/hlađenja prostora.

Prilikom provođenja energijskog audita sistema ventilacije, djelimične klimatizacije i klimatizacije, potrebno je utvrditi radi li se o centralizovanom ili decentralizovanom (lokalnom ili pojedinačnom) sistemu ventilacije, djelimične klimatizacije i klimatizacije ili o kombinaciji navedenih sistema.

Centralizovani sistem ventilacije, djelimične klimatizacije i klimatizacije se može podijeliti na sljedeće tri glavne cjeline:

- klima komora (gdje se priprema zrak),
- kanalni razvod,
- krajnji elementi za distribuciju/odsis, kojima se ubacuje/odsisava zrak.

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita svake pojedine klima komore:

- prostor koji se kondicionira klima komorom
  - kratki opis, namjena prostora,
  - predviđena unutrašnja temperatura prostora u [°C],
  - predviđena unutrašnja relativna vlažnost prostora u [%],
  - volumen kondicioniranog prostora u [m<sup>3</sup>],
- interni naziv klima komore (najčešće vezan na naziv prostora koji se kondicionira),
- proizvođač i tip (model) klima komore,
- godina ugradnje/proizvodnje klima komore,
- nazivni volumni protok zraka u tlačnom kanalu u [m<sup>3</sup>/h],
- nazivni volumni protok zraka u odsisnom kanalu u [m<sup>3</sup>/h],
- broj izmjena zraka u [h<sup>-1</sup>],
- mjesto ugradnje klima komore odnosno smještaj klima komore,
  - izvan zone (to može biti negrijani prostor ili vani izvan zgrade),
  - unutar grijane/hlađene zone,
- oplošje stijenki klima komore (podatak potreban za proračun toplotnih gubitaka transmisijom preko stijenki klima komore) - potrebno izmjeriti dimenzije klima komore tokom provođenja energijskog audita,
- sastavni elementi klima komore (vezano na moguće obrade zraka koje klima komora ostvaruje),
  - grijač – ukoliko postoji navesti vrstu grijača (vodeni, električni, parni, direktna ekspanzija radne tvari) i toplotni kapacitet grijača u [kW],
  - hladnjak – ukoliko postoji navesti vrstu hladnjaka (vodeni, direktna ekspanzija radne tvari) i rashladni kapacitet hladnjaka u [kW],
  - ovlaživač – ukoliko postoji navesti vrstu ovlaživača (vodeni, parni), temperatura vode za ovlaživanje (ako je ovlaživanje vodeno), smještaj pumpe za vodeno ovlaživanje,
- sistem povrata toplote
  - vrsta sistema povrata toplote (nema, povrat osjetne toplote, povrat

- o osjetne i latentne toplote),
  - o stepen povrata osjetne toplote (u sezoni grijanja odnosno u sezoni hlađenja) u [%],
  - o stepen povrata latentne toplote u [%],
  - o smještaj pumpe u sistemu povrata toplote (ako se radi o rekuperatoru s posrednim medijem kao sistemu povrata toplote) - u grijanoj/hlađenoj zoni, u negrijanoj/nehlađenoj prostoriji, izvan zgrade,
  - o regulacija pumpe u sistemu povrata toplote (ako se radi o rekuperatoru s posrednim medijem kao sistemu povrata toplote) - pumpa bez regulacije, pumpa s regulacijom brzinom vrtnje,
  - o električna snaga za pogon rotora rotacijskog regeneratora (ukoliko se koristi rotacijski regeneratorski sistem povrata toplote),
- ventilatori klima komore
  - o regulacija ventilatora (konstantni broj obrtaja, frekventna regulacija),
  - o električna snaga tlačnog ventilatora u [kW],
  - o električna snaga odsisnog ventilatora u [kW],
- filteri klima komore
  - o tip filtera,
  - o klasa filtera,
  - o stanje filtera (neprimjereno, primjereno),
  - o datum zadnje izmjene filtera,
  - o regulacija (ručno, automatski, automatski prema potrebi, centralizovani nadzor i upravljanje),
- kategorija SFP za klima komoru (SFP 1 - SFP 7),
- klasifikacija kućišta klima komore prema koeficijentu prolaska toplote (T1 – T5),
- klasa propuštanja klima komore – (L1 – L3),
- nepropusnost klima komore (vizuelni pregled),
- serviser klima komore,
- stvarni režim rada klima komore (CNUS, informacija korisnika).

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita pripadajućeg kanalnog razvoda svake pojedine klima komore:

- stanje toplotne izolacije kanalnog razvoda (vizuelni pregled),
- nepropusnost kanalnog razvoda (vizuelni pregled),
- klasa kanalnog razvoda (2.5 klasa A, klasa A, klasa B, klasa C),
- oplošje kanalnog razvoda u [m<sup>2</sup>] (podatak potreban za proračun toplotnih gubitaka transmisijom preko stijenki kanalnog razvoda) - najbolje odrediti iz projektne dokumentacije,
- oplošje kanala smještenih unutar grijane zone u [m<sup>2</sup>],
- oplošje kanala smještenih unutar negrijane zone u [m<sup>2</sup>],
- temperatura negrijanog prostora kroz koji prolazi kanalni razvod (ukoliko kanalni razvod prolazi kroz negrijani prostor) – sezona grijanja,
- temperatura nehlađenog prostora kroz koji prolazi kanalni razvod (ukoliko kanalni razvod prolazi kroz nehlađeni prostor) – sezona hlađenja.

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita krajnjih elemenata za distribuciju i odsis:

- stanje elemenata za distribuciju i odsis zraka (neprimjereno, primjereno),
- mjesto / položaj ugradnje elemenata za distribuciju i odsis zraka.

### **4.3. Sistemi napajanja i potrošnje električne energije**

U segmentu napajanja električnom energijom opisuju se podaci vezani za:

- naponski nivo preuzimanja električne energije,
- razvod električne energije i
- sisteme besprekidnog napajanja.

Što se tiče sistema potrošnje električne energije, tokom provođenja energijskog audita detektuju se svi značajniji pojedini potrošači električne energije te se grupišu u pojedine sisteme prema namjeni.

#### **4.3.1. Mašine i pogoni za tehničko-tehnološke procese**

U sklopu energijskog audita postojećeg stanja mašina i pogona za tehničko-tehnološke procese, potrebno je za pojedine potrošače prikupiti i prikazati sljedeće podatke:

- tehničke karakteristike (nazivna snaga, faktor snage, efikasnost),
- karakteristike rada (režim rada, podaci o potrošnji i snazi ovisno o segmentima režima rada, tip i način regulacije) te
- stanje sistema (dotrajalost, kvalitet održavanja).

Za pojedine grupe potrošača definisani su specifičniji podaci koje je potrebno prikupiti i prikazati.

#### **4.3.2. Rasvjeta**

U sklopu energijskog audita postojećeg stanja sistema unutrašnje i vanjske električne rasvjete potrebno je analizirati sve elemente sistema uključujući svjetiljke (armature), predspojne naprave, izvore svjetlosti uz stanje sistema, energijsku efikasnost, održavanje i vođenje/regulaciju sistema prema prikupljenim ulaznim podacima:

- izvori svjetlosti (podaci o izvorima svjetlosti/sijalicama) – navesti tip i nazivnu snagu,
- predspojne naprave – navesti tip (elektromagnetna, elektronička) i ostale elemente,
- svjetiljke/armature u kojima se nalaze izvori svjetlosti – navesti vrste svjetiljki prema tipu i efikasnosti koje se koriste uz naznaku stanja istih,
- način regulacije – opisati regulaciju sistema sa svim karakteristikama,
- namjena sistema (u kojim tipičnim uslovima i namjeni se koriste koji tipovi električne rasvjete),
- opće stanje i efikasnost sistema – vizuelnim pregledom ocijeniti opće stanje sistema te stanje osvjetljenosti radnih prostora prema namjeni tipičnih prostorija (u sklopu kontrolnih mjerenja osvjetljenosti radnih prostora, ne kao provjera minimalnih tehničkih uslova i zadovoljavanje važećih propisa, nego kao smjernica radi pravilnog izbora mjera energijske efikasnosti,
- stanje osvjetljenosti vanjskih prostora prema namjeni.

#### **4.3.3. Ostali sistemi potrošnje električne energije**

Potrebno je prikupiti ulazne podatke za analizu sistema potrošnje električne energije s ciljem ustanovljavanja potrebne godišnje električne energije za sve specifične grupe potrošača, a koja nisu prethodno navedena.

U okviru analize definiše se instalirana oprema po grupama i tipu, po trajanju rada u satima (npr. prosječno za svaku grupu), ukupnu instaliranu snagu po grupi i za cijelog velikog potrošača te troškove održavanja (životni vijek) i slično.

Definišu se nazivne veličine snage svake od spomenutih grupa, period rada, broj dnevnog/mjesečnog korištenja i sl. kako bi se mogli utvrditi udjeli u energijskom bilansu i u vršnoj angažovanoj snazi (modeliranom ili mjerenom dnevnom dijagramu opterećenja).

Kako bi se odredio prijedlog mjera za poboljšanje energijske efikasnosti velikog potrošača, kod prikupljanja podataka u svrhu proračuna bilansa potrebne (i troškova) električne energije svih sistema i potrošača energije koji imaju značajan udjel u ukupnoj potrošnji energije, potrebno je utvrditi najmanje sljedeće:

- tehničke karakteristike (nazivna snaga, faktor snage, efikasnost) te
- karakteristike rada i stanje sistema (režim rada, tip i način regulacije).

#### **4.4. Ostali specifični sistemi**

Tokom provođenja energijskog audita velikog potrošača mogu se pojaviti, uz ove navedene i mnogi specifični sistemi kao što su parni sistemi, sistemi komprimiranog zraka i slično.

##### **4.4.1. Parni sistemi**

Vrste parnih sistema s obzirom na pritisak pare:

- niskotlačni parni sistemi s najvišim dopuštenim pretlakom pare do 1 bar,
- visokotlačni parni sistemi s pogonskim pretlakom pare iznad 1 bar,
- vakuumski parni sistemi s pogonskim apsolutnim pritiskom pare nižim od 1 bar.

Para se proizvodi u parnom kotlu kao izvoru toplotne energije, ili se dovodi na lokaciju parovodom iz toplane.

Parni sistem se sastoji od sljedećih podsistema:

- podsistem proizvodnje pare – parni kotlovi, parna toplotna podstanica,
- podsistem razvoda pare (uključujući parovod, regulacijske ventile, odvajače kondenzata),
- krajnji potrošači pare,
- podsistem povrata kondenzata (uključujući cjevovod, spremnike kondenzata, pumpe za povrat kondenzata),
- podsistem za mjerenje, nadzor i regulaciju.

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita parnog kotla, kao uređaja za proizvodnju pare:

- proizvođač,
- model/tip,
- pogonsko gorivo (prirodni gas, lož ulje, biomasa,...),
- snaga parnog kotla u [kW],
- protok pare odnosno kapacitet pare u [t/h],
- predgrijač pare (postoji, ne postoji),

- max. pretlak u [bar],
- max. temperatura u [°C],
- godina proizvodnje,
- gorionik kotla
  - proizvođač, tip,
  - maksimalna snaga gorionika u [kW],
  - električna snaga ventilatora gorionika u [kW],
- namjena pare (grijanje, PTV, ostalo),
- iskorištavanje osjetne toplote dimnih gasova
  - zagrijač vode - ekonomajzer (postoji, ne postoji),
  - predgrijač zraka (postoji, ne postoji),
- odmuljivanje parnog kotla (ručno, automatsko odmuljivanje),
- sistem povrata kondenzata (otvoren, zatvoren),
- udio vraćenog kondenzata u pari [%],
- godišnji broj sati rada parnog kotla u [h/god.],
- postupci pripreme vode iz vodovoda na ulazu u kotao (hemijska priprema, reverzna osmoza, termička priprema vode u svrhu otplinjavanja),
- stepen efikasnosti parnog kotla u [%], dobiven mjerenjem na osnovu mjerenja gubitka osjetne toplote dimnih gasova - tokom provođenja energijskog audita zatražiti posljednji Izvještaj o provedenim mjerenjima emisije onečišćujućih tvari u zrak.

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita parne toplotne podstanice:

- proizvođač,
- model/tip,
- snaga toplotne podstanice u [kW],
- protok pare odnosno kapacitet pare u [t/h],
- max. pretlak pare u [bar],
- max. temperatura pare u [°C],
- godina proizvodnje,
- namjena pare (grijanje, PTV, kuhinja, sterilizacija, ostalo).

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita podsistema razvoda pare i povrata kondenzata:

- ukupan broj polaznih krugova pare – napisati namjenu pojedinog polaznog kruga pare,
- materijal izrade cijevnog razvoda,
- stanje toplotne izolacije cijevnog razvoda,
- procjena stanja odvajača kondenzata,
- broj spremnika kondenzata,
- procjena stanja spremnika kondenzata,
- temperatura povratnog kondenzata u [°C].

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita krajnjih potrošača pare:

- naziv krajnjeg potrošača,
- količina pare u [kg/h],

- temperatura pare u [°C],
- pretlak pare u [bar].

#### 4.4.2. Sistemi komprimiranog zraka

Osnovni elementi sistema komprimiranog zraka:

- kompresor,
- spremnik komprimiranog zraka,
- sistem razvoda zraka,
- krajnji potrošači komprimiranog zraka,
- ostali elementi (filter čestica, filter za uklanjanje ulja – odvajači ulja, sušači zraka).

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita sistema komprimiranog zraka:

- kompresor
  - broj instaliranih kompresora,
  - proizvođač i model/tip pojedinog kompresora,
  - nazivni kapacitet zraka u [m<sup>3</sup>/min],
  - maksimalni pritisak u [bar],
  - instalirana električna snaga elektromotora pojedinog kompresora u [kW],
  - način hlađenja (zrak, voda),
  - godina proizvodnje pojedinog kompresora,
  - godišnji broj sati rada pojedinog kompresora,
- spremnik komprimiranog zraka
  - broj spremnika,
  - volumen spremnika u [l],
  - maksimalni dozvoljeni pritisak u [bar],
  - ugrađen odvod kondenzata (da, ne),
  - godina proizvodnje,
- krajnji potrošači komprimiranog zraka (namjena sistema)
  - potrebni pretlak zraka u [bar],
  - potrebni kapacitet zraka u [m<sup>3</sup>/min].

#### 4.4.3. Rashladni sistemi

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita rashladnih sistema:

- broj instaliranih hladnjača,
- proizvođač i model/tip pojedine hladnjače,
- zapremina hladnjače,
- spratnost i dimenzije,
- vrsta hlađenja,
- vrsta odmrzavanja,
- rashladno sredstvo,
- unutrašnja temperatura [°C],
- ukupno instalisana snaga [kW],
- ostali specifični podaci u zavisnosti od tipa i namjene komore.

#### 4.4.4. Sušilice i sušare

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita sistema sušenja zavisi od vrste i namjene same sušare. Ispod su navedeni neki od podataka koje je potrebno prikupiti prilikom energijskog audita sistema sušenja:

- broj instaliranih sušara,
- proizvođač i model/tip pojedine sušare,
- kapacitet sušare,
- snaga grijača [kW],
- vrsta grijača,
- broj ventilatora,
- snaga motora ventilatora [kW],
- dimenzije,
- godišnji broj sati rada,
- način upravljanja,
- ostali specifični podaci u zavisnosti od tipa sušare (npr. ulazna/izlazna temperatura, maksimalni kapacitet isparavanja, materijal sušara, broj komora, dimenzije itd.)

#### 4.4.5. Industrijske pumpe i ventilatori

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita za industrijske pumpe:

- broj instaliranih pumpi,
- proizvođač i model/tip pojedine pumpe,
- glavna namjena,
- radni medij,
- kapacitet [ $\text{m}^3/\text{h}$ ],
- radni medij,
- visina dobave [m],
- način regulacije,
- maksimalni radni pritisak [bar],
- radna temperatura [ $^{\circ}\text{C}$ ],
- nazivna električna snaga [W],
- smjestaj pumpe,
- ocjena stanja cirkulacionih pumpi (primjereno, neprimjereno).

Podaci koje je potrebno prikupiti tokom provođenja energijskog audita za ventilatore:

- broj instaliranih ventilatora,
- proizvođač i model/tip pojedinog ventilatora,
- vrsta ventilatora,
- dimenzije,
- protok zraka [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]
- statički pritisak [Pa],
- tip motora,
- snaga motora [kW],

- ostali specifični podaci (broj obrtaja, nominalna struja, tip motora itd)

#### **4.5. Sistemi snabdijevanja i potrošnje vode**

Podaci koji se prikupljaju tokom provođenja energijskog audita sistema snabdijevanja i potrošnje vode:

- broj izljevni mjesta i ukupni broj pojedine vrste izljevni mjesta,
- broj osoba u posmatranom objektu, koja troše vodu,
- način korištenja vode od strane korisnika prostora,
- navesti eventualnu potrošnju vode u tehničkim sistemima koji troše vodu (rashladni tornjevi, za ovlaživanje i sl.),
- definisati sistem snabdijevanja pitkom vodom (vodovod i slično) – način snabdijevanja, eventualni gubici, stanje sistema i razvodne mreže, nedostatak sistema za regulaciju pritiska, evidentirati neželjena curenja i sl.,
- ispitati stanje hidrantske mreže (ukoliko je prisutna) i ustanoviti eventualne gubitke vode,
- računi za vodu za posljednje tri godine,
- zadnji dostupni račun za vodu (za određivanje jedinične cijene vode).

#### **4.6. Sistemi regulacije i upravljanja**

Potrebno je prikazati podatke koji se prikupljaju prilikom analize svih elemenata za upravljanje tehničkim sistemima kod velikog potrošača. Opisati centralizovani sistem regulacije i upravljanja energijom, ukoliko je izveden za cijelog velikog potrošača ili za pojedine cjeline. Pod tim sistemima podrazumijevaju se sistemi upravljanja rasvjetom, unutrašnjom i vanjskom, automatske klimatizacijske sisteme, sisteme grijanja, hlađenja, klimatizacije, ventilacije (npr. regulisanje prema izmjerenoj temperaturi), alarmne sisteme, sisteme za video nadzor i druge.

Različiti podsistemi mogu se automatizirati integracijom raznih tehničkih sistema u jednu funkcionalnu jedinicu, sa interfejsom jednostavnim za upotrebu.

Prema podsistemima, preporučljivo je regulisanje:

- temperature,
- pritiska,
- protoka,
- vlažnosti zraka,
- nivoa osvijetljenosti te
- vršnog opterećenja.

Prema tipu regulacije razlikuje se:

- ručna regulacija - stalna kontrola odnosno povremena kontrola,
- centralizovana on/off regulacija,
- automatska regulacija,
- prema unutrašnjoj temperaturi,
- prema vanjskoj temperaturi,
- po zonama zgrade velikog potrošača,
- prema sezonskim karakteristikama,
- dimabilna/fotosenzibilna regulacija (rasvjeta),

- regulacija s vremenskim zatezanjem (npr., stubišni automati, elektromotorni pogon),
- lokalna regulacija, po prostorijama – manji raspon temperature, termoregulacijskim ventilima.

Opisi samih sistema regulacije i upravljanja mogu biti ukomponirani u cjeline opisa energijskih sistema koje regulišu i/ili upravljaju, odnosno mogu biti izdvojeni u zaseban segment.

#### **4.7. Transport**

Podaci koji se prikupljaju tokom provođenja energijskog audita, a odnose se na segment transporta su:

- broj i tip vozila (putnička, teretna, radne mašine),
- ukupne količine utrošenog goriva za tri prethodne cijele uzastopne kalendarske godine,
- ukupni troškovi za gorivo za tri prethodne cijele uzastopne kalendarske godine (preporuka je uzeti i račune u tekućoj godini, a posebno zadnji račun),
- ukupan (za cjelokupan vozni park) broj pređenih kilometara pojedinih vozila (km),
- ukupna (za cjelokupan vozni park) i prosječna potrošnja goriva pojedinih vozila (l/km),
- ukupna (za cjelokupan vozni park) i prosječna emisija CO<sub>2</sub> pojedinih vozila (g CO<sub>2</sub>/km).

#### **4.8. Mjerenja tokom provođenja energijskog audita velikog potrošača**

U sklopu provođenja energijskog audita mogu se provesti slijedeća kontrolna mjerenja:

- osnovna mjerenja električnih veličina (potrošnja radne i reaktivne energije, opterećenje/angažovana električna snaga, faktor snage) za cijelog velikog potrošača ili pojedinu grupu potrošača ili pojedinačnog potrošača ukoliko su moguća,
- mjerenja osvijetljenosti tipičnih prostorija,
- mjerenja temperature prostorija grijanog i hlađenog dijela zgrade velikog potrošača zavisno od sezone i režima grijanja i hlađenja,...

Mjerenja koja se provode smatraju se kontrolnim mjerenjima te nisu nikako provjera minimalnih tehničkih uslova i zadovoljavanja važećih propisa, nego služe kao smjernica za pravilan izbor mjera energijske efikasnosti, prepoznavanja ponašanja zaposlenika u pravnom licu, režima rada potrošača i slično.

Specifikacija potrebne opreme za mjerenje kod energijskih audita velikih potrošača data je u Prilogu 3 Pravilnika o energijskim auditima velikih potrošača.

#### **4.9. Prikupljanje računa o potrošnji svih oblika energije i vode za potrebe velikog potrošača**

Kako energijski audit između ostalog uključuje analizu potrošnje i troškova svih oblika energije, energenata i vode za razdoblje od tri prethodne kalendarske godine, prikupljaju se kopije svih računa za potrošene sve oblike energije, energenata i vode u protekloj kalendarskoj godini te svim prošlim mjesecima tekuće godine. Ukoliko su dostupni, provodi se i analiza podataka o potrošnji energije i vode za period od protekle 3 godine.

U tu svrhu se prikupljaju:

- računi za električnu energiju,
- računi za toplotnu energiju (centralno grijanje, prirodni gas, lož ulje, biomasa itd.) i
- računi za vodu.

## 5. ENERGIJSKA ANALIZA

Krajnji rezultati provedene energijske analize su:

- jedinične cijene energije/vode (prema posljednjem dostupnom računu),
- referentna potrošnja energije/vode (na godišnjem i mjesečnom nivou),
- raspodjela potrošnje energije/vode po pojedinim grupama potrošača odnosno po pojedinoj namjeni (rezultat modeliranja).

### 5.1. Određivanje referentne potrošnje energije i vode

Potrošnja svake vrste energije, koja se troši za potrebe velikog potrošača, te potrošnja vode, se moraju analizirati posebno. Krajnji rezultati provedene analize računa za energiju i vodu se navode tabelarno gdje se unose dobivena referentna godišnja potrošnja energije (električna energija, prirodni gas, EL lož ulje,...) i vode za posmatranog velikog potrošača, te godišnji troškovi i godišnja emisija CO<sub>2</sub> za navedenu referentnu godišnju potrošnju.

Nadalje, osim na godišnjem nivou, referentna potrošnja energije i vode se mora prikazati i po mjesecima (u mjernim jedinicama prema kojima se vrši naplata). Prikaz referentne potrošnje energije i vode po mjesecima naglašava sezonski karakter i predstavlja prvi korak prema povezivanju potrošnje energije s intenzitetom aktivnosti kod velikog potrošača. Kretanje potrošnje po obračunskim periodima mora biti protumačeno i iskomentarisano uz objašnjenje iznimnih slučajeva.

Odabir referentne godišnje potrošnje energije i vode prvenstveno zavisi od njihove potrošnje u zadnjih 36 mjeseci. Uobičajeno se referentna godišnja potrošnja energije i vode određuje kao prosjek potrošnje u posmatrane 3 godine (ukoliko je potrošnja ujednačena i nije bilo značajnih promjena). To je moguće, samo ukoliko nije bilo:

- poremećaja u aktivnostima velikog potrošača (npr. značajnija promjena broja zaposlenih, značajna promjena režima korištenja),
- poremećaja u snabdijevanju energijom i vodom,
- promjena u energijskim karakteristikama zgrade velikog potrošača,
- promjena u tehničkim sistemima (npr. nadogradnja tehničkog sistema, zamjena starog neefikasnog pogona novim pogonom,...) i slično.

Određena referentna godišnja potrošnja se koristi za prikazivanje ušteda (energije i vode), koje će se ostvariti kod analiziranog velikog potrošača primjenom predloženih mjera povećanja energijske efikasnosti.

Ako mjesečna i godišnja potrošnja nije ujednačena (npr. u jednoj godini postoje velike oscilacije u potrošnji, povećana potrošnja vode uzrokovana puknućem, povećana potrošnja električne energije zbog instaliranja klima komora, smanjena potrošnja gasa u zimskim mjesecima i povećana potrošnja električne energije zbog kvara na kotlu i korištenja električnih grijalica i sl.) za referentnu potrošnju je potrebno izolovati mjesece ili cijelu godinu u kojima je potrošnja nerealna (odstupa od uobičajene) te u

prosjeck uzeti samo podatke koji odgovaraju realnom/trenutnom načinu korištenja kod velikog potrošača.

Ako je mjesečna i godišnja potrošnja ujednačena, za referentnu potrošnju se može uzeti prosječna potrošnja u zadnjih 36 mjeseci (ili onoliko koliko je dostupno).

Godišnji troškovi za definisanu referentnu godišnju potrošnju energije i vode određuju se na osnovu varijabilnog dijela jediničnih cijena energije i vode navedenih na zadnjim dostupnim računima. Također, varijabilni dio jedinične cijene se koristi prilikom proračuna ušteda i određivanja jednostavnog perioda povrata investicije za predložene mjere povećanja energijske efikasnosti.

## **5.2. Indikatori potrošnje, indikatori troškova i indikatori emisija CO<sub>2</sub>**

Indikator potrošnje energije/vode (pokazatelj potrošnje energije/vode) predstavlja omjer energije/vode utrošene za pokrivanje određene potrebe velikog potrošača i odgovarajuće mjerljive veličine, koja utiče na tu potrošnju.

Indikatori potrošnje:

- ukupna godišnja potrošnja energije<sup>2</sup> po proizvodu (kWh ili kJ/jedinica mjere proizvoda ili po različitim proizvodima u zavisnosti od veličine velikog potrošača),
- ukupna godišnja potrošnja energije po radniku (kWh ili kJ/radnik), ili
- bilo koji drugi specifični indikator potrošnje energije karakterističan za industriju/sektor za koji se vrši energijski audit.

Indikator troškova za energiju/vodu (pokazatelj troškova za energiju/vodu) predstavlja omjer troškova za energiju/vodu utrošene za pokrivanje određene potrebe velikog potrošača i odgovarajuće mjerljive veličine, koja utiče na te troškove.

Indikatori troškova:

- ukupni godišnji troškovi za energiju po proizvodu (KM/jedinica mjere proizvoda ili po različitim proizvodima u zavisnosti od veličine velikog potrošača),
- ukupni godišnji troškovi za energiju po radniku (KM/radnik).

Indikator emisija CO<sub>2</sub> (pokazatelj emisija CO<sub>2</sub>) predstavlja omjer emisija CO<sub>2</sub> kod velikog potrošača i odgovarajuće mjerljive veličine, koja utiče na te emisije.

Indikatori emisija CO<sub>2</sub>:

- ukupna emisija CO<sub>2</sub> po proizvodu (t CO<sub>2</sub>/jedinica mjere proizvoda ili po različitim proizvodima u zavisnosti od veličine velikog potrošača),
- ukupna emisija CO<sub>2</sub> po radniku (t CO<sub>2</sub>/radnik).

---

<sup>2</sup> Ukoliko je moguće i postoji potreba, zasebno odrediti indikatore potrošnje i troškova za toplotnu energiju, električnu energiju i vodu.

### 5.3. Bilans potrošnje i troškova energije i vode

Referentna godišnja potrošnja, određena za svaku vrstu energije i vode, se zasebno raščlanjuje po glavnim grupama potrošača odnosno prema potrebama (namjeni).

#### 5.3.1. Električna energija

Električna energija, se koristi za različite potrebe kao što su rasvjeta, hlađenje, pogon pomoćnih sistema za potrebe grijanja i pripreme potrošne tople vode, te pogon raznoraznih uređaja i elektromotora. Postupkom modeliranja se električna energija posebno raspodjeljuje po potrebama koje pokriva. Uobičajeno, postupak modeliranja se provodi na godišnjem nivou.

Načelno, potrošnja potrošača proračunava se prema instaliranim snagama potrošača i vremenu rada.

$$E = P \times t \text{ [kWh]}$$

gdje su:

E - godišnja utrošena električna energija, [kWh/god.]

P - nazivna instalirana električna snaga potrošača, [kW]

t - godišnji broj sati rada potrošača na nazivnoj instaliranoj snazi, [h/god]

Nazivna instalirana električna snaga predstavlja ključnu tehničku karakteristiku te se u većini slučajeva može iščitati sa samog uređaja. Godišnji broj sati rada predstavlja vremensko korištenje uređaja reducirano na iznos efektivnih sati korištenja na nazivnoj snazi.

Dva osnovna cilja proračuna bilansa su:

- dobivanje raspodjele potrošnje električne energije, te
- usporedba potrošnje električne energije modelirane u skladu s karakteristikama svih potrošača s vrijednostima potrošnje prema računima dobavljača.

U slučaju uspoređivanja proračunate i stvarne potrošnje električne energije sve pretpostavke i eventualna odstupanja moraju biti pojašnjena.

Za proračun bilansa potrošnje (i troškova) električne energije potrebno je utvrditi najmanje sljedeće:

- tehničke karakteristike i režim rada instaliranih uređaja (npr. nazivna snaga, faktor snage, životni vijek, efikasnost, period rada, utjecaj na dijagram opterećenja, broj isključivanja/uključivanja, tip regulacije i sl.),
- sve energijske i ekonomske parametre (potrošnja i troškovi električne energije u višem i nižem dnevnom tarifnom periodu (VT i NT), angažovana vršna radna snaga, tarifni model i uslovi zakupa snage (ugovor sa snabdjevačem), vrsta priključka, prekomjerno preuzeta reaktivna energija/cos φ, i sl.),
- sve potrebne elemente potrošnje energije koji se mogu dobiti iz provedenih

- elektroenergijskih mjerenja,
- sisteme nadzora i upravljanja (nadzorni i upravljački sistem potrošnje električne energije, kompenzacija reaktivne snage (prekomjerno preuzete reaktivne energije), sistem upravljanja vršnom snagom i sl.

Sumarna modelirana vrijednost utrošene električne energije mora odgovarati referentnoj potrošnji električne energije.

### 5.3.2. Toplotna energija

Toplotna energija se koristi za različite potrebe kao što su grijanje, priprema potrošne tople vode i slično. Postupkom modeliranja se svaka vrsta isporučene toplotne energije posebno raspodjeljuje po potrebama koje pokriva.

Uobičajeno, postupak modeliranja se provodi na godišnjem nivou, a može se po potrebi provesti i po mjesecima.

Prilikom modeliranja izuzetno je važno definisati potrebe koje se isporučenom toplotnom energijom pokrivaju u zimskom odnosno ljetnom dijelu godine. Ukoliko postoji potreba, može se provesti i mjesečna raspodjela potrošnje isporučene toplotne energije (npr. prirodni gas, EL lož ulje, toplotna energija iz toplane,...) što nije problem u slučaju mjesečnih računa.

Ukoliko je samo poznata godišnja potrošnja isporučene toplotne energije, ali ne i njena mjesečna raspodjela (npr. kod EL lož ulja), onda se godišnja isporučena toplotna energija u slučaju grijanja može raspodijeliti na osnovu stepen dana grijanja.

Kad se modeliranjem odredi isporučena toplotna energija za potrebe grijanja  $Q_H$ , potrebno je na osnovu gubitaka u centralizovanom sistemu grijanja doći do godišnje potrebne toplotne energije za grijanje  $Q_{H,nd}$  od strane računa. Gubici u centralizovanom sistemu grijanja se određuju na osnovu ukupnog stepena efikasnosti  $\eta_{uk}$  centralizovanog sistema grijanja.

$$Q_{H,nd} = Q_h \cdot \eta_{uk}$$

Ukupni stepen efikasnosti centralizovanog sistema grijanja  $\eta_{uk}$  (u ovom slučaju s kotlom kao izvorom toplotne energije) predstavlja umnožak stepena efikasnosti kotla  $\eta_{uk}$  (u slučaju standarnog kotla uvrštava se godišnji stepen efikasnosti), stepena efikasnosti podsistema razvoda  $\eta_{raz}$  i stepena efikasnosti regulacije  $\eta_{reg}$ .

$$\eta_{uk} = \eta_k \cdot \eta_{raz} \cdot \eta_{reg}$$

Dobivena vrijednost godišnje potrebne toplotne energije  $Q_{H,nd} = Q_h \cdot \eta_{uk}$  od strane računa se uspoređuje s proračunatom vrijednošću prema BAS EN ISO 13790 za stvarne klimatske podatke i stvarni režim rada grijanja. Njihovo odstupanje od 10 % je prihvatljivo, ukoliko je veće potrebno ga je objasniti.

### 5.3.3. Voda

Modeliranjem vode se referentna godišnja potrošnja vode raspodjeljuje po određenim grupama potrošača odnosno po pojedinim vrstama izljevnih mjesta. Da bi se moglo provesti modeliranje referentne godišnje potrošnje vode potrebno je za pojedinu vrstu izljevnih mjesta pretpostaviti potrošnju vode po jednom korištenju, te dnevni broj korištenja pojedinog izljevno mjesta.

Modeliranje referentne godišnje potrošnje vode je obavezno provesti ukoliko se:

- predlažu mjere u sistemima snabdijevanja i potrošnje vode odnosno u sistemima pripreme potrošne tople vode,
- ukoliko je indikator potrošnje vode neuobičajeno visok.

U ostalim slučajevima nije potrebno provesti modeliranje potrošnje vode.

## 6. PRIJEDLOG MJERA POVEĆANJA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI

Općenito postoje dvije vrste mjera povećanja energijske efikasnosti:

### 1. Mjere energijske efikasnosti

Cilj primjene mjera je ušteda energije i/ili vode uz zadržavanje ili poboljšanje kvaliteta usluga ili kvaliteta proizvoda. Rezultat mjera je ušteda u potrošnji energije i/ili vode, troškova za energiju i/ili vodu te smanjenje emisija stakleničkih gasova.

### 2. Mjere sa ciljem zadovoljavanja minimalnih propisanih tehničkih uslova

Cilj ovih mjera je poboljšanje kvaliteta usluge ili kvaliteta proizvoda te zadovoljavanja važećih minimalnih tehničkih uslova definisanih propisima. Takve mjere mogu za rezultat imati povećanje potrošnje energije i/ili vode te nisu nužno mjere energijske i ekonomske efikasnosti.

### 6.1. Popis mjera povećanja energijske efikasnosti

Kod davanja prijedloga mjera neophodno je utvrditi:

- mogućnosti zamjene izvora energije ili korištenja obnovljivih izvora energije za proizvodnju toplotne i/ili električne energije u svim dijelovima gdje je to tehnički izvodljivo,
- poboljšanje energijskih karakteristika sistema grijanja,
- poboljšanje energijskih karakteristika sistema pripreme potrošne tople vode,
- poboljšanje energijskih karakteristika sistema ventilacije i klimatizacije,
- poboljšanje energijskih karakteristika sistema hlađenja,
- poboljšanje energijskih karakteristika sistema električne rasvjete,
- poboljšanje energijskih karakteristika sistema potrošnje električne energije,
- poboljšanje energijskih karakteristika specifičnih podsistema,
- poboljšanje sistema regulacije i upravljanja,
- poboljšanje sistema snabdijevanja vodom i potrošnje,
- smanjenje potrošnje goriva u transportu,
- potrebne procjene i proračune ušteda za odabrane mjere energijski, ekonomski i ekološki vrednovane.

U cilju postizanja veće energijske efikasnosti potrebno je vrednovati mogućnosti korištenja različitih vrsta izvora energije s obzirom na investiciju, ostvarenu uštedu i zaštitu okoliša uslijed smanjenja emisije CO<sub>2</sub>.

Uz provedenu analizu svake predložene mjere navode se sljedeći podaci:

- godišnje uštede energije/vode u [kWh/god.]/[m<sup>3</sup>/god.],
- godišnje uštede troškova energije/vode u [KM/god.],
- godišnje smanjenje emisija ugljičnog dioksida u [t CO<sub>2</sub>/god.],
- investicijski troškovi, troškovi projektovanja, troškovi montaže i demontaže, troškovi puštanja u pogon, vijek trajanja i potrebne dozvole, specifikacija potrebne opreme i radova, uz eventualnu procjenu troškova održavanja,
- jednostavni period povrata investicije JPP u [god.].

Sve predložene mjere poboljšanja energijskih karakteristika moraju biti prikazane i analizirane u odnosu na stvarnu potrošnju. Svi ulazni podaci za analizu i proračun mjera te rezultati istih moraju biti transparentno prikazani i provjerljivi kroz podatke date u Izvještaju o provedenom energijskom auditu velikog potrošača.

Prilikom predlaganja mjera povećanja energijske efikasnosti, predlaže se korištenje BAT-ova (engl. Best Available Technology) za pojedine sektore i podsektore.

U nastavku su prikazane uobičajene mjere povećanja energijske efikasnosti.

### **6.1.1. Popis mjera povećanja energijske efikasnosti – upravljanje energijom i vodom**

Sistemska upravljanje energijom predstavlja sistemski put za obezbjeđivanje kontinuirane brige o efikasnosti potrošnje energije i vode, a time i brige o zaštiti okoliša.

Uspostava upravljanja energijom započinje definisanjem strategije, uspostavljanjem odgovornosti za energiju i vodu i definisanjem energijskih troškovnih cjelina. U okviru ove mjere definišu se podloge za potpunu uspostavu upravljanja energijom kod velikog potrošača. Naime, same tehničke mjere bez uspostave upravljanja energijom 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.

Ovo je obavezna mjera koja se predlaže nastavno na energijski audit te prethodi svakoj sljedećoj mjeri za poboljšanje energijske efikasnosti. Sve dodatne mjere za poboljšanje energijske efikasnosti nastaju uspostavom organizacijske i odgovorne strukture za upravljanjem energijom od planiranja projekta, implementacije te monitoringa, upravljanja i kasnije verifikacije ušteta.

Ova mjera može uključivati informacijski sistem sa ugrađenim sistemom mjerne opreme i opreme centralizovanog nadzora pojedinih sistema, organizacijskom strukturom na više nivoa upravljanja dodijeljenim odgovornostima ljudi u organizacijskoj strukturi.

Kod manjih ili manje zahtjevnih velikih potrošača upravljanje energijom može uključivati jednostavno imenovanje odgovorne osobe za upravljanjem energijom i vodom koja uz postojeća brojila energije i vode prati potrošnju, poduzima korake za smanjenje potrošnje te izvještava odgovorne u pravnom licu. Dakle, sistematičan pristup osigurava se pravilnim djelovanjem i edukacijom svih zaposlenih te podizanjem svijesti o neophodnosti brige za energiju i zaštitu okoliša.

Mjera uvođenja upravljanja energijom doprinosi razvoju sistemskog pristupa energijskim pitanjima kojim će se pronaći mjere i procedure za smanjenje potrošnje energije i vode. Upravljanje energijom je specifičan skup znanja i vještina koje se zasniva na organizacijskoj strukturi koja povezuje sljedeće ključne elemente koji moraju biti razrađeni u izvještaju o provedenom energijskom auditu velikog potrošača:

- ljude s dodijeljenim odgovornostima,
- procedure praćenja indikatora potrošnje te definisane ciljeve za poboljšanje,
- sistem mjerenja indikatora potrošnje,
- razrada plana uspostave upravljanja energijom, pripadajuće organizacijske

strukture, plana praćenja, mjerenja i verifikacije ušteda energije i vode.

Uspostava upravljanja energijom također podrazumijeva i provođenje aktivnosti za edukaciju i podizanje svijesti zaposlenih o važnosti racionalnog korištenja energije. Ovakve aktivnosti dugoročno osiguravaju kontinuiranost i uspješnost programa energijske efikasnosti.

Također, unutar okvira ove mjere razrađuju se i predlažu besplatne mjere ili mjere energijske efikasnosti bez znatnih finansijskih ulaganja, kao mjere koje se odnose na aktivno ponašanje zaposlenih u pravnom licu u smislu dobrog upravljanja energijom i svjesnog ponašanja u pravnom licu sa ciljem uštede energije i vode.

### **6.1.2. Popis mjera povećanja energijske efikasnosti – termotehnički sistemi**

Uobičajene mjere povećanja energijske efikasnosti, koje se predlažu kod termotehničkih sistema, prikazane su zasebno za pojedini termotehnički sistem.

Mjere povećanja energijske efikasnosti kod sistema grijanja i pripreme potrošne tople vode (PTV):

- korištenje alternativnih/obnovljivih izvora energije
  - korištenje biomase,
  - korištenje energije Sunčevog zračenja,
  - korištenje geotermalne energije,
  - kogeneracija/trigeneracija,
- zamjena ekološki neprihvatljivog energenta (npr. EL lož ulja) s ekološki prihvatljivim energentom (manja emisija CO<sub>2</sub> u okoliš), te s nižom jediničnom cijenom po kWh
  - zamjena EL lož ulja s biomasom,
  - prelazak na toplotne pumpe,
  - prelazak na daljinsko/blokovsko grijanje,
- centralizacija sistema grijanja,
- zamjena starog standardnog kotla s kotlom novije tehnologije (kondenzacijski kotao ili s nekim drugim izvorom toplotne energije (npr. toplotna pumpa),
- sanacija dimnjaka / gradnja novog dimnjaka u slučaju zamjene starog kotla s kondenzacijskim kotlom,
- obavezna ugradnja uređaja za samoregulaciju (termostatski ili elektronički radijatorski ventil kod radijatora, sobni termostat s elektroničkim ventilom kod ventilokonvektora, sobni termostat panelnog grijanja) za sve nove objekte,
- ugradnja uređaja za samoregulaciju prilikom zamjene generatora toplote kod postojećih objekata, ukoliko nemaju sistem samoregulacije, ako je to tehnički izvodljivo,
- ugradnja automatskih ventila za hidrauličko uravnoteženje,
- opremanje centralizovanih sistema grijanja/hlađenja prostora s vodom kao prijenosnikom energije u novim objektima sa elektroničkim pumpama (pumpe s promjenjivim brojem obrtaja i elementima za dinamičko hidrauličko uravnoteženje ako je to tehnički izvodljivo,
- zaštita postojeće cirkulacione pumpe od pregaranja (u slučaju ugradnje TRV na radijatore)
- ugradnja prestrujnog ventila ili ugradnja nove pumpe s promjenjivim brojem obrtaja (elektronska pumpa),

- sprječavanje predimenzionisanosti kotlova i cirkulacionih pumpi,
- odabir što je moguće nižeg temperaturnog režima grijanja - niže temperature ogrjevnog medija u izvoru, razvodu i kod ogrjevnih tijela – manji toplotni gubici,
- tolotna izolacija podsistema razvoda centralizovanog sistema grijanja i pripreme PTV-a,
- ugradnja solarnih kolektora u sistemu pripreme PTV-a,
- vremensko programiranje rada recirkulacione pumpe u sistemu pripreme PTV-a,
- toplotna izolacija akumulacionog spremnika tople vode i spremnika za pripremu PTV-a,
- zamjena člankastih lijevano željeznih radijatora zbog njihove tromosti,
- ugradnja obloga sa zadnje strane radijatora postavljenih ispred staklenih ploha,
- ugradnja centralizovanog sistema regulacije i upravljanja,
- opremanje sistema grijanja i pripreme PTV s mjernim uređajima s ciljem praćenja i određivanja potrošnje energije (termometri, manometri, kalorimetri, vodomjeri,...),
- zamjena klasičnog dvostepenog pretlačnog gorionika s pretlačnim gorionikom s promjenljivim brojem obrtaja,...

Mjere povećanja energijske efikasnosti kod sistema hlađenja:

- ugradnja rashladnih i klima uređaja energijskog razreda A ili A+,
- centralizacija sistema hlađenja,
- smještaj kondenzacijske jedinice rashladnog uređaja zaštićene od direktnog sunčevog zračenja, uz dobru cirkulaciju okolnog zraka,
- redovno održavanje rashladnih i klima uređaja te toplotnih pumpi; jednom godišnje hemijski ili mehanički čistiti prašinu, lišće i ostale nečistoće s orebrenih površina kondenzatora; isparivačke sekcije redovno čistiti i provjeravati ispravnost sistema za odleđivanje isparivača; nečistoće na orebrenim sekcijama kondenzatora, te led na orebrenim sekcijama isparivača značajno smanjuju koeficijent prolaza toplote izmjenjivača, uslijed čega dolazi do smanjenja rashladnog učinka, povećanja kompresijskog omjera, a time i povećanja potrošnje energije za pogon kompresora.; povećanje temperature kondenzacije za 1 °C, znači približno 3 % veću potrošnju električne energije za pogon kompresora,
- izolacija usisnih cjevovoda rashladnih i klima uređaja kako bi se spriječila kondenzacija vodene pare; izolacija isparivača posrednih sistema hlađenja toplotnom izolacijom s parnom branom debljine 13 ili 19 mm,
- primjena stepenovane regulacije rada rashladnog uređaja upravljane frekvencijskim pretvaračem ili s više kompresora u paralelnom radu ima znatno bolju efikasnost u odnosu na intermitirajuću regulaciju,
- optimalno dimenzionisanje učinka rashladnih uređaja (toplotnih pumpa) – predimenzionisani uređaji u kombinaciji s intermitirajućom regulacijom doprinose značajnom povećanju potrošnje električne energije za pogon rashladnih i klima uređaja, te veliki broj ciklusa uključivanja i isključivanja kompresora,
- rashladni i klima uređaja kod kojih je došlo do propuštanja radne tvari, prvo servisirati, ispitati na propusnost, a tek tada napuniti s radnom tvari - manjak radne tvari u rashladnom uređaju ima za posljedicu smanjenje rashladnog (ogrjevnog) učinka i povećanu potrošnju energije; često dopunjavanje sistema

povećava potrošnju novih količina radne tvari, te time doprinosi onečišćenju okoliša stakleničkim gasovima,

- redovno održavanje rashladnih tornjeva; kondenzatori hlađeni optočnom vodom s rashladnog tornja za približno 15 % smanjuju potrošnju električne energije za pogon kompresora u odnosu na rashladne agregate hlađene zrakom; ako rashladni toranj nije dobro održavan, navedena energijska ušteda iščezava, a dolazi do povećane potrošnje vode,
- ostale radnje: ugradnja uređaja s parcijalnom ili potpunom rekuperacijom toplote kondenzacije, primjena elektroničkih ekspanzijskih ventila, namještanje pregrijavanja radne tvari na termoekspanzijskom ventilu, provjera propusnosti radne tvari iz rashladnih i klima uređaja, provjera radnih pritisaka isparavanja i kondenzacije radne tvari, kontrola kvalitete i nivoa ulja u kompresoru, praćenje potrošnje energija za pogon sistema,
- ugradnja sistema za akumulaciju rashladne energije (banka leda),
- ugradnja kompresijskog rashladnog uređaja s opcijom slobodnog hlađenja (engl. free cooling) za prostore koji iziskuju hlađenje tokom cijele godine,...

Mjere povećanja energijske efikasnosti kod sistema ventilacije i klimatizacije:

- optimalno dimenzionisanje pojedinih komponenata i sistema kao cjeline,
- održavanje (čišćenje komponenata sistema, zamjena filtera, zamjena dotrajalih potrošnih dijelova i dr.),
- isključivanje sistema kada pogon nije potreban,
- „besplatno” hlađenje s vanjskim zrakom kada uslovi dopuštaju,
- hidrauličko uravnoteženje razvoda ogrjevnog i rashladnog medija (zraka, vode),
- smanjenje istjecanja medija uslijed propuštanja razvoda,
- provjera i podešavanje pogonskih parametara sistema prije sezone grijanja i sezone hlađenja,
- korištenje sniženog temperaturnog nivoa ugodnosti u prostorima izvan perioda korištenja,
- ugradnja sistema povrata toplote,
- ugradnja ventilatora i pumpi s modulirajućom regulacijom brzine vrtnje,
- poboljšanje toplotne izolacije dijela sistema koji se nalazi u negrijanom prostoru,
- mjere kod izvora toplotne / rashladne energije: korištenje jeftinijeg ekološki prihvatljivog energenta, korištenje alternativnih izvora energije (obnovljivi izvori energije, kogeneracija, toplotne pumpe),...

### **6.1.3. Popis mjera povećanja energijske efikasnosti – sistemi potrošnje električne energije**

Mjere povećanja energijske efikasnosti kod ostalih sistema potrošnje električne energije:

#### Rekonstrukcija (revitalizacija) sistema električne rasvjete

- čišćenje, poboljšanje ili zamjena svjetiljki (većinom u kombinaciji s drugim mjerama u električnoj rasvjeti)
- zamjena predspojnih naprava (npr. zamjena elektromagnetnih prigušnica s elektroničkim)
- zamjena izvora svjetlosti

- zamjena sijalica sa žarnim nitima fluokompaktnim sijalicama
- zamjena fluorescentnih cijevi efikasnijim
- zamjena halogenih sijalica efikasnijim
- zamjena visokotlačnih živinih sijalica natrijevim ili metalhalogenim sijalicama
- ugradnja LED rasvjete
- regulacija rada sistema električne rasvjete
- mogućnost djelimičnog korištenja električne rasvjete
- ugradnja senzora pokreta i/ili osvjetljenosti
- pametni sistem električne rasvjete

#### Mjere kod elektromotornih pogona

- zamjena elektromotornih pogona,
- frekventna regulacija elektromotornih pogona (npr. ugradnja frekventnog pretvarača)
- ispravnost upuštanja – vrsta spoja elektromotora, meki upuštač i slično.

#### Ugradnja fotonaponskih sistema

##### **6.1.4. Popis mjera povećanja energijske efikasnosti – sistemi potrošnje vode**

Mjere povećanja energijske efikasnosti kod sistema potrošnje vode:

- sistem za upravljanje vodom (nadzorni sistem potrošnje sanitarne vode),
- ugradnja štednih armatura na izljevnim mjestima (npr. vremenski regulisani ventili, potisni ventili itd.),...

##### **6.1.5. Popis mjera povećanja energijske efikasnosti – ostali specifični sistemi**

Mjere povećanja energijske efikasnosti kod ostalih sistema potrošnje električne energije:

- zamjena tarifnog modela te napona preuzimanja električne energije
- provjera opterećenosti transformatora (za preuzimanje na srednjenaponskoj razini)
- provjera kvaliteta električne energije
- ispravno ugovaranje snage
- upravljanje vršnim opterećenjem (rezanje vrhova)
- kompenzacija reaktivne snage
- mjere kod sistema komprimiranog zraka
  - poboljšanje stanja i održavanosti sistema (krpanje mjesta gubitka pritiska u sistemu i slično)
  - optimiziranje rada kompresora (skraćivanje rada u praznom hodu) i razvoda u cilju smanjenja pada pritiska između kompresorske stanice i krajnjih potrošača
  - zamjena predimenzionisanih uređaja s manjim i pogonu prilagođenim
  - centralizacija sistema
  - optimizacija pritiska u sistemu (snižavanje pritiska komprimiranog zraka na optimalni nivo)
  - iskorištenje otpadne toplote kompresora

- isključivanje kompresora tokom dnevnih pauzi kada ne postoji potreba za komprimiranim zrakom
- zamjena i korištenje efikasnijih uređaja u ostalim sistemima,
- postavljanje u optimalan rad ili ugradnja regulacije rada sistema.

#### **6.1.6. Popis mjera povećanja energijske efikasnosti – transport**

Mjere povećanja energijske efikasnosti kod sistema transporta:

- zamjena vozila hibridnim vozilima,
- zamjena vozila električnim vozilima,
- zamjena dizel viljuškara električnim viljuškarima,
- optimizacija distribucije vozila,
- optimizacija vožnje.

## **7. ENERGIJSKO, EKONOMSKO I EKOLOŠKO VREDNOVANJE PREDLOŽENIH MJERA**

Predložene mjere povećanja energijske efikasnosti potrebno je energijski, ekonomski i ekološki vrednovati.

Energijsko vrednovanje podrazumijeva proračun godišnjih ušteda energije/vode u [kWh/god] / [m<sup>3</sup>/god].

Ekonomsko vrednovanje podrazumijeva proračun smanjenja troškova energije/vode u [KM/god] te proračun jednostavnog perioda povrata investicije (JPP; jednostavniji proračun) u [god].

Ekološko vrednovanje podrazumijeva proračun godišnjih emisija CO<sub>2</sub> prema proračunatim uštedama u [t CO<sub>2</sub>/god].

Predložene mjere potrebno je analizirati s obzirom na njihovu izvodljivost i vijek trajanja te procijeniti energijske, ekonomske i ekološke uštede. Predlaže se kombinacija onih mjera koje dovode do najvećih ušteda uz ekonomski prihvatljivo vrijeme povrata investicije. Uštede energije treba iskazati odvojeno od investicijskih troškova. Ekonomska analiza iskazuje se kroz jednostavni proračun perioda povrata investicije, dok se kod zahtjevnijih rekonstrukcija mogu raditi i detaljnije ekonomske analize isplativosti pojedinih mjera.

U zaključku Izvještaja o provedenom energijskom auditu velikog potrošača sve navedene mjere povećanja energijske efikasnosti moraju biti prikazane prema predloženom redoslijedu implementacije. Neophodno je uzeti u obzir da je uslijed implementacije mjera povećanja energijske efikasnosti moguće da dođe u apsolutnom iznosu do povećanja potrošnje energije uz istovremeno povećanje produktivnosti velikog potrošača (npr. povećanje proizvodnje određene mašine u jedinici vremena ili korištenog resursa), a da pri tome u specifičnom iznosu se poveća efikasnost u odnosu na postojeće stanje (po jedinici proizvodnje). S tim u vezi, potrebno je prilikom predlaganja mjera i postavljanja prijedloga rangiranja mjera uzeti u obzir i povećanje produktivnosti velikog potrošača. S tim u vezi, predlaže se i korištenje benchmarking pristupa tj. komparativne analize energijskih performansi velikog potrošača sa drugim velikim potrošačima iste namjene (ukoliko postoje podaci).

Godišnje uštede energije/vode kao i smanjenje emisije CO<sub>2</sub> se određuju u odnosu na referentnu potrošnju energije / vode određenu za velikog potrošača.

### **7.1. Energijsko vrednovanje**

Nakon identifikacije potencijalnih mjera poboljšanja energijskih karakteristika velikog potrošača potrebno je za svaku pojedinu mjeru izraziti godišnje uštede energije/vode u [kWh/god] / [m<sup>3</sup>/god], koje bi se ostvarile s predloženom mjerom.

Energijska ušteda je razlika između energije/vode koja se trenutno troši i energije/vode koja bi se trošila nakon provedene mjere povećanja energijske efikasnosti.

## 7.2. Ekonomsko vrednovanje

Nakon određene godišnje uštede energije/vode, potrebno je procijeniti troškove ulaganja (investicije) i proračunati jednostavni period povrata ulaganja (JPP). To je potrebno napraviti za svaku pojedinu mjeru, ali i za kombinacije pojedinih mjera, kako bi se došlo do optimalnog izbora mjera i preporuka za optimalno ulaganje.

JPP predstavlja osnovni pokazatelj ekonomske isplativosti mjera povećanja energijske efikasnosti na nivou energijskog audita velikog potrošača. Na osnovu njega se definiše prioritarna lista mjera za poboljšanje energijske efikasnosti.

Jednostavni period povrata investicije predstavlja omjer ukupne investicije i ostvarenih ušteda nakon provođenja mjere.

Osim JPP-a mogu se koristiti i drugi složeniji ekonomski pokazatelji kao što su neto sadašnja vrijednost (NPV) i interna stopa povrata (IRR).

Prilikom proračuna godišnjih ušteda u [KM/god.] za predložene mjere povećanja energijske efikasnosti koristi se isključivo varijabilni dio jedinične cijene energije/vode prema zadnjem dostupnom računu.

## 7.3. Ekološko vrednovanje

Ekološko vrednovanje podrazumijeva proračun godišnjih emisija CO<sub>2</sub> u [t CO<sub>2</sub>/god] prema proračunatim godišnjim uštedama energije/vode određenim u odnosu na referentnu potrošnju energije/vode.

Proračun godišnjih emisija CO<sub>2</sub> se provodi prema faktorima emisije CO<sub>2</sub> za svaki energent (izvor energije) datim u narednoj tabeli.

Tabela: Faktori emisije CO<sub>2</sub>

Izvor energije	Faktor emisije CO <sub>2</sub>		
	Po prirodnoj jedinici goriva (kgCO <sub>2</sub> /kg (m <sup>3</sup> ))	Po energijskoj jedinici goriva (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	Po jedinici korisne toplote (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Ekstra lako loživo ulje*	3,153018	0,263974	0,318
Lož ulje*	3,063372	0,275735	0,332/0,340413
Ukapljeni plin	2,559876	0,202095	0,264
Kameni ugalj	2,54947	0,333749	0,439
Mrki ugalj	1,788761	0,338923	0,446/0,484176
Lignit	1,120689	0,357034	0,470/0,525055
Prirodni gas	2,065322	0,20095	0,236/0,236412

\*ekstra lako i lako lož ulje su grupisani i prikazani kao ekstra lako lož ulje, a srednje i teško lož ulje kao lož ulje

#### **7.4. Integralna ocjena optimalne kombinacije mjera**

Nakon određivanja svih mogućih mjera energetske efikasnosti pristupa se određivanju optimalnog scenarija poboljšanja energetske efikasnosti velikog potrošača.

Za pravilnu ocjenu optimalne kombinacije mjera važno je međudjelovanje mjera, čime se efekti pojedinih intervencija umanjuju, ali sinergijski efekat na velikog potrošača je bitno veći.

Optimalna kombinacija mjera energetske efikasnosti uveliko zavisi od stanja samog velikog potrošača i sistema kod velikog potrošača te načinu korištenja.

Sve uštede je potrebno računati prema stvarnoj potrošnji energije i vode na lokaciji.

Optimalna kombinacija mjera je ona kombinacija koja donosi najveću uštedu u energetske, ekološke i ekonomske pogledu, uz najmanju investiciju.

## **8. SADRŽAJ IZVJEŠTAJA O PROVEDENOM ENERGIJSKOM AUDITU VELIKOG POTROŠAČA**

Rezultati energijskog audita velikog potrošača se dostavljaju naručitelju u obliku Izvještaja o provedenom energijskom auditu velikog potrošača u pisanom i elektronskom obliku.

Izvještaj o provedenom energijskom auditu je dokument koji sadrži sve propisane podatke, analize, procjene i prijedloge iz Pravilnika o energijskim auditima velikih potrošača, te je izrađen u skladu s Metodologijom provođenja energijskih audita velikih potrošača.

Izvještaj o energijskom auditu velikog potrošača potpisuju sve ovlaštene osobe koje su učestvovala u njegovoj izradi.

Sadržaj izvještaja o energijskom auditu velikog potrošača obavezno sadrži sljedeća poglavlja:

### **1. Naslovna strana obavljenog energijskog audita**

- 1.1. Naziv i pečat pravnog lica
- 1.2. Ime i prezime imenovanih osoba koje su izradile energijski audit
- 1.3. Datum početka i završetka energijskog audita

### **2. Sažetak**

- 2.1. Cilj i okvir energijskog audita
- 2.2. Ključne informacije o energijskoj performansi velikog potrošača
- 2.3. Sažetak preporučenih mjera za poboljšanje energijske efikasnosti uz prikaz: troškova implementacije, ušteda (energije, emisija CO<sub>2</sub>, resursa) i ekonomskih indikatora

### **3. Opći podaci o velikom potrošaču**

- 3.1. Lokacija velikog potrošača/pravnog lica
- 3.2. Osnovi podaci o velikom potrošaču i uslugama (broj zaposlenih, vrsta usluge, godišnji kapacitet proizvodnje)

### **4. Opis proizvodnog/poslovnog procesa**

- 4.1. Kratki opis proizvodnog/poslovnog procesa
- 4.2. Tehnološka shema procesa
- 4.3. Specifikacija osnovnih i pomoćnih sirovina (vrsta, količina i troškovi)

### **5. Analiza postojećeg stanja zgrade i svih tehničkih sistema**

- 5.1. Analiza načina upravljanja energijom kod velikog potrošača
- 5.2. Analiza energijskih karakteristika zgrade
- 5.3. Analiza energijskih karakteristika sistema za grijanje, hlađenje, ventilaciju i klimatizaciju
- 5.4. Analiza energijskih karakteristika sistema za pripremu potrošne tople vode
- 5.5. Analiza energijskih karakteristika sistema potrošnje električne energije
- 5.6. Analiza energijskih karakteristika parnih sistema
- 5.7. Analiza energijskih karakteristika sistema komprimiranog zraka

- 5.8. Analiza energijskih karakteristika industrijskog sistema za proizvodnju toplotne energije
- 5.9. Analiza energijskih karakteristika industrijskog rashladnog sistema
- 5.10. Analiza energijskih karakteristika grupe potrošača i ostalih tehničkih sistema
- 5.11. Analiza karakteristike sistema potrošnje sanitarne i tehnološke vode
- 5.12. Analiza sistema za regulaciju i upravljanje
- 5.13. Analiza transporta
- 6. Analiza potrošnje energije, energenata i vode**
  - 6.1. Analiza potrošnje energije po tehničkim sistemima
    - 6.1.1. Rezultati izrade inventara potrošača energije
  - 6.2. Analiza potrošnje energenata i vode
    - 6.2.1. Analiza računa za energente (električna energija, gas, ugalj...) i vodu
    - 6.2.2. Profil potrošnje/opterećenja za električnu energiju
    - 6.2.3. Dijagram za prikaz odnosa potrošnje energije i proizvodnje
  - 6.3. Komparativna analiza energijskih performansi velikog potrošača sa drugim velikim potrošačima iste ili slične namjene
- 7. Energijski i materijalni bilans**
- 8. Izvještaj o provedenim mjerenjima**
- 9. Analiza mjera za poboljšanje energijske efikasnosti velikog potrošača**
  - 9.1. Identifikacija mjera za poboljšanje energijske efikasnosti
  - 9.2. Analiza izvodljivosti mjera za poboljšanje energijske efikasnosti uz proračun koristi
- 10. Zaključak sa preporukama za implementaciju mjera za poboljšanje energijske efikasnosti uz izradu akcionog plana implementacije**

**9. UPITNIK ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA O ENERGIJSKIM  
KARAKTERISTIKAMA VELIKOG POTROŠAČA**

**UPITNIK ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA  
O ENERGIJSKIM KARAKTERISTIKAMA VELIKOG POTROŠAČA**

**OSNOVNI PODACI O VELIKOM POTROŠAČU**

Naziv pravnog lica:						
Adresa:						
Mjesto:				Poštanski broj:		
Grana industrije:						
Radno vrijeme:	ponedjeljak - petak					
	subota					
	nedjelja					
Kolektivni godišnji odmor	<input type="radio"/>	da	<input type="radio"/>	ne	U kojem periodu:	
Odgovorno lice:	Telefon:					
	Email:					
Broj zaposlenih:						
Kratak opis pravnog lica i proizvodnih procesa:						
Ukupna bruto površina [m <sup>2</sup> ]:						
Ukupna korisna površina [m <sup>2</sup> ]:						

**PODACI O RADU INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA**

Kratak opis proizvodnog pogona i kapaciteta:					
Broj proizvodnih pogona:					

## PODACI O PROIZVODNOM POGONU

Utrošene sirovine:	Mjerna jedinica	Godina 1	Godina 2	Godina 3
Proizvodi:	Mjerna jedinica	Godina 1	Godina 2	Godina 3

## TERMOTEHNIČKI SISTEMI

### PODACI O SISTEMU GRIJANJA

Način grijanja:	<input type="radio"/> lokalno <input type="radio"/> etažno <input type="radio"/> centralno <input type="radio"/> daljinsko			
Broj instaliranih uređaja za dobijanje toplotne energije:				
KOTAO 1:				
Vrsta uređaja za dobijanje toplotne energije:				
Proizvođač:		Tip:		
Kapacitet (kW):		Stepen efikasnosti (%):		
Godina proizvodnje uređaja:				
Godina ugradnje/značajne obnove sistema grijanja:		Broj istih uređaja za dobijanje topl. energije:		
KOTAO 2:				
Vrsta uređaja za dobijanje toplotne energije:				
Proizvođač:		Tip:		
Kapacitet (kW):		Stepen efikasnosti (%):		
Godina proizvodnje uređaja:				
Godina ugradnje/značajne obnove sistema grijanja:		Broj istih uređaja za dobijanje topl. energije:		
KOTAO 3:				
Vrsta uređaja za dobijanje toplotne energije:				
Proizvođač:		Tip:		
Kapacitet (kW):		Stepen efikasnosti (%):		
Godina proizvodnje uređaja:				
Godina ugradnje/značajne obnove sistema grijanja:		Broj istih uređaja za dobijanje topl. energije:		

**PREGLED POTROŠNJE ENERGENATA I TROŠKOVA ZA ENERGENTE ZA POSMATRANI PERIOD**

Energent	Godina 1			Godina 2			Godina 3		
	jed.mjere	količina	KM	jed.mjere	količina	KM	jed.mjere	količina	KM

Način regulacije rada uređaja za proizvodnju toplotne energije:	<i>(opisati način regulacije za svaki od kotlova)</i>								
Ogrijevni medij za prenos toplotne energije:	ostalo						<i>(upisati ostalo)</i>		
Projektna temperatura ogrijevnog medija:	polaz		°C	povrat		°C			
Instalisana oprema u sistemu grijanja:	<input type="radio"/> cirkulacione pumpe <input type="radio"/> <i>(drugo upisati)</i>								
Vrsta grijnih tijela za predaju toplotne energije:	<input type="radio"/> radijatori			<input type="radio"/> konvektori					
	<input type="radio"/> cijevni grijači			<input type="radio"/> površinski grijači (podno/zidno/stropno)					
	<input type="radio"/> <i>(upisati ostalo)</i>								
Ukupna instalisana snaga grijnih tijela:								kW	
Način regulacije sistema grijanja:	<input type="radio"/> ručno								
	<input type="radio"/> automatski								
	<input type="radio"/> centralni nadzor i upravljanje								
	<input type="radio"/> <i>(upisati ostalo)</i>								

**PODACI O SISTEMU PRIPREME POTROŠNE TOPLE VODE (PTV)**

Način pripreme potrošne tople vode	<input type="radio"/> lokalno <input type="radio"/> etažno <input type="radio"/> spremnik <input type="radio"/> protočno			
Izvor energije za pripremu potrošne tople vode	<input type="radio"/> prirodni gas			
	<input type="radio"/> UKPN			
	<input type="radio"/> lož ulje			
	<input type="radio"/> električna energija			
<input type="radio"/> ugalj				
<input type="radio"/> daljinski izvor				
<input type="radio"/>	OIE	<i>(upisati koji je to izvor)</i>		
<input type="radio"/>	ostalo	<i>(upisati koji je to izvor)</i>		
Nazivna snaga kotla za PTV [kW]:	<i>(ukoliko postoji odvojen kotao za pripremu PTV-a)</i>			
Zapremina spremnika za PTV [m <sup>3</sup> ]:				
Snaga grijača [kW]:	<i>(ukoliko postoji)</i>			

PODACI O SISTEMU HLAĐENJA													
Način hlađenja:	<input type="radio"/>	lokalno	<input type="radio"/>	etažno	<input type="radio"/>	centralno	<input type="radio"/>	nema					
Vrsta uređaja za dobijanje rashladne energije:	Kompresorski vodom hlađeni					<i>(upisati ostalo)</i>							
Godina proizvodnje uređaja za hlađenje:			Godina ugradnje/značajne obnove sistema hlađenja:										
Izvori energije:	<i>(upisati izvor energije)</i>												
Broj uređaja za proizvodnju rashladne energije:													
Nazivna rashladna snaga instaliranih uređaja za proizvodnju rashladne energije:									kW				
Nazivna električna snaga instaliranih uređaja za proizvodnju rashladne energije:									kW				
SEER									%				
Radna tvar u sistemu hlađenja:	<i>(upisati radnu tvar)</i>		Spremnik rashladne energije			<input type="radio"/>	Da	<input type="radio"/>	Ne				
Zapremina i temperatura spremnika rashladne energije:					m <sup>3</sup>		°C						
Rashladni medij za prenos rashladne energije:	ostalo				<i>(upisati ostalo)</i>								
Projektna temperatura rashladnog medija:	polaz				°C		povrat						
Vrsta rashladnih tijela za izmjenu rashladne energije	<input type="radio"/>				direktni isparivač/unutr. jedinica			<input type="radio"/>			ventilokovektori		
	<input type="radio"/>				površinska rashladna tijela			<input type="radio"/>			<i>(upisati ostalo)</i>		
Instalisana rashladna snaga instaliranih uređaja za prenos rashladne energije:									kW				
Način regulacije sistema hlađenja:	<input type="radio"/>									ručno			
	<input type="radio"/>									automatski			
	<input type="radio"/>									centralni nadzor i upravljanje			
	<input type="radio"/>									<i>(upisati ostalo)</i>			
PODACI O SISTEMU PRISILNE VENTILACIJE													
Vrsta sistema prisilne ventilacije u objektu:	<input type="radio"/>	<i>pod pritiskom</i>		<input type="radio"/>	<i>odsisni</i>		<input type="radio"/>				<i>pod pritiskom i odsisni</i>		
Procesi pripreme zraka u objektu:	<input type="radio"/>	<i>grijanje</i>		<input type="radio"/>	<i>hlađenje</i>		<input type="radio"/>	<i>ovlaživanje</i>		<input type="radio"/>		<i>sušenje</i>	
Godina ugradnje sistema ventilacije:			Godina značajne obnove sistema ventilacije:										
Rekuperacija:	<input type="radio"/>	<i>Da</i>		<input type="radio"/>	<i>Ne</i>								
Vrsta uređaja za rekuperaciju:	<input type="radio"/>				<i>povrat osjetne toplote</i>			<input type="radio"/>				<i>povrat osjetne toplote i vlage</i>	
Stepen povrata toplotne energije (stepen iskoristivosti):					[%]								
Stepen povrata vlage:					[%]								
Ogrijevni medij za prenos toplotne energije do grijača zraka:	<input type="radio"/>	<i>voda</i>		<input type="radio"/>	<i>para</i>		<input type="radio"/>	<i>radna tvar</i>		<input type="radio"/>		<i>(upisati ostalo)</i>	
Nazivna ogrijevna snaga instaliranih grijača zraka (ukupno):					[kW]								
Nazivna električna snaga instaliranih ventilatora za prenos zraka (ukupno):					[kW]								

Nazivna električna snaga instaliranih uređaja za prenos toplotne/rashladne energije (sekundarna cirkulacija medija):		[kW]
Medij za ovlaživanje zraka:	<input type="radio"/> voda	<input type="radio"/> para
Instalirani učinak ovlaživača:		[kg/h]
Način regulacije sistema prisilne ventilacije:	<input type="radio"/> ručno	
	<input type="radio"/> automatski	
	<input type="radio"/> centralni nadzor i upravljanje	
	<input type="radio"/> (upisati ostalo)	
<b>PODACI O SISTEMU KOMPRIMIRANOG ZRAKA</b>		
Broj kompresora:		
Proizvođač i tip kompresora:	<i>(ukoliko ima više različitih upisati podatke za svaki)</i>	
Godina proizvodnje i godina instalacije na lokaciji:	<i>(ukoliko ima više različitih upisati podatke za svaki)</i>	
Ukupan kapacitet [nm <sup>3</sup> /min]:		
Kapacitet po kompresoru [nm <sup>3</sup> /min]:	<i>(ukoliko ima više različitih upisati podatke za svaki)</i>	
Radni parametri kompresora, granice pritiska [kPa ili bar]:	<i>(ukoliko ima više različitih upisati podatke za svaki)</i>	
Nazivna snaga elektromotora po kompresorima [kW]:	<i>(ukoliko ima više različitih upisati podatke za svaki)</i>	
Broj spremnika komprimiranog zraka:	<i>(ukoliko ima više različitih upisati podatke za svaki)</i>	
Zapremina po spremniku [m <sup>3</sup> ]:	<i>(ukoliko ima više različitih upisati podatke za svaki)</i>	
<b>PODACI O SISTEMU PARNOG POSTROJENJA</b>		
Broj generatora pare:		
Proizvođač i tip generatora pare:	<i>(ukoliko ima više različitih upisati podatke za svaki)</i>	
Godina proizvodnje i godina instalacije na lokaciji:	<i>(ukoliko ima više različitih upisati podatke za svaki)</i>	
Ukupna snaga generatora pare [kW]:		
Ukupan kapacitet generatora pare [t/h]:		
Temperatura pare [°C]:		
Pritisak pare [bar]:		
Vrsta goriva:		
Stepen efikasnosti generatora pare [%]:		

**TRANSPORT**

Tip vozila	Vrsta goriva	Ukupan broj vozila	Broj pređenih kilometara*	Godina 1		Godina 2		Godina 3	
				I	KM	I	KM	I	KM
Odaberi tip vozila									
Odaberi tip vozila									
Odaberi tip vozila									
Odaberi tip vozila									
Odaberi tip vozila									
Odaberi tip vozila									
Odaberi tip vozila									

\*ukupan broj pređenih kilometara za prethodne tri godine