

PRAVILNIK O METODOLOGIJI ZA PRAĆENJE, MJERENJE I VERIFIKACIJU UŠTEDA ENERGIJE U NEPOSREDNOJ POTROŠNJI

I. OPĆE ODREDBE

Predmet

Članak 1.

Ovim se Pravilnikom propisuje metodologija za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije u neposrednoj potrošnji ostvarenih energetske usluga i mjerama poboljšanja energetske učinkovitosti, u skladu s Direktivom 2006/32/EZ o energetske učinkovitosti i energetske usluga.

Svrha

Članak 2.

Svrha ovoga Pravilnika je uspostava sustava za praćenje i ocjenjivanje uspješnosti provedbe politike energetske učinkovitosti i ostvarivanja ciljeva utvrđenih u Strategiji energetske razvoja Republike Hrvatske, Nacionalnom programu energetske učinkovitosti i Nacionalnom akcijskom planu energetske učinkovitosti.

Sustav za praćenje i ocjenjivanje

Članak 3.

Sustav za praćenje i ocjenjivanje uspješnosti provedbe politike energetske učinkovitosti i ostvarivanja ciljeva ušteda energije u neposrednoj potrošnji temelji se na metodologiji za izračun ušteda energije u neposrednoj potrošnji i izvješćivanju o uštedama ostvarenim:

- 1) na nacionalnoj razini i razini pojedinih sektora neposredne potrošnje energije,
- 2) provedbom mjera poboljšanja energetske učinkovitosti utvrđenih u Nacionalnom akcijskom planu energetske učinkovitosti,
- 3) namjenskim korištenjem sredstava Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti za financiranje provedbe mjera poboljšanja energetske učinkovitosti,
- 4) od strane obveznika gospodarenja energijom definiranih Zakonom.

Definicije pojmova

Članak 4.

Pojmovi koji se koriste u ovome Pravilniku imaju značenja utvrđena Zakonom, Pravilnikom o metodologiji za izračun i određivanje okvirnog cilja ušteda energije u neposrednoj potrošnji, Pravilnikom o energetske bilanci i supsidijarnim propisima. U ovome se Pravilniku koriste i drugi pojmovi koji imaju sljedeća značenja:

1. *Direktiva 2006/32/EZ o energetske učinkovitosti i energetske usluga* je Direktiva 2006/32/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 5. travnja 2006. o energetske učinkovitosti i energetske usluga te o ukidanju Direktive Vijeća 93/76/EEZ (*»Službeni list Europske unije L 114, 27. 4. 2006., str. 64-85)*,

2. *Fond* je Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti koji je kao pravna osoba s javnim ovlastima, osnovan posebnim zakonom,

3. *Međunarodni protokol za mjerenje i verifikaciju ušteda energije* (eng. *International Performance Measurement and Verification Protocol – IPMVP*) je skup dokumenata kojima se utvrđuju principi i metodologije za mjerenje i verifikaciju ušteda energije ostvarenih primjenom mjera poboljšanja energetske učinkovitosti, koji je dostupan na internetskim stranicama Ministarstva,

4. *metode odozgo-prema-dolje* su metode za izračun ušteda energije na nacionalnoj razini i na razini sektora neposredne potrošnje energije (kućanstva, usluge, promet, industrija), a temelje se na pokazateljima energetske učinkovitosti,

5. *metode odozdo-prema-gore* su metode za izračun ušteda energije na razini provedbe pojedine mjere poboljšanja energetske učinkovitosti, a temelje se na matematičkim formulama i referentnim vrijednostima koje se definiraju za pojedinu mjeru poboljšanja energetske učinkovitosti,

6. *ministar* je čelnik središnjeg tijela državne uprave nadležnog za energetiku,

7. *ministarstvo* je središnje tijelo državne uprave nadležno za energetiku,

8. *praćenje energetske ušteda* je postupak utvrđivanja smanjenja potrošnje energije u odnosu na referentne uvjete koji su rezultat energetske usluge ili mjere poboljšanja energetske učinkovitosti u određenom razdoblju. Praćenje se provodi primjenom računskih metoda iz ovoga Pravilnika ili se za izračun koriste podatci dobiveni mjerenjem fizikalnih veličina na način definiran u planu praćenja, mjerenja i verifikacije za pojedini projekt poboljšanja energetske učinkovitosti,

9. *nacionalno izvješće o energetske učinkovitosti* je sastavni dio godišnjega energetske pregleda »Energija u Hrvatskoj«, a sadrži prikaz pokazatelja energetske učinkovitosti na razini sektora neposredne potrošnje energije i podatak o ukupno ostvarenim uštedama energije na nacionalnoj razini i na razini sektora neposredne potrošnje u protekloj godini ocijenjenih metodom odozgo-prema-dolje,

10. *pokazatelj energetske učinkovitosti* je omjer energije utrošene za neku aktivnost izražene u mjernoj jedinici za energiju i mjerljivog rezultata te aktivnosti ili mjerljivog čimbenika koji na tu potrošnju utječe izražene u odgovarajućoj mjernoj ili novčanoj jedinici,

11. *referentna godina* je godina u odnosu na koju se promatra napredak energetske učinkovitosti na nacionalnoj, sektorskoj ili na razini pojedinog potrošača ili grupe potrošača koje su rezultat primjene energetske usluga ili mjera poboljšanja energetske učinkovitosti,

12. *referentna potrošnja energije* je potrošnja energije pri referentnim uvjetima prije provedbe mjere za poboljšanje energetske učinkovitosti, koja se koristi kao osnova za usporedbu u određivanju budućih ušteda energije,

13. *referentni uvjeti* predstavljaju vrijednosti neovisnih varijabli koje utječu na potrošnju energije u građevini u referentnoj godini prije provedbe mjere poboljšanja energetske učinkovitosti, u odnosu na koje se provodi normalizacija ušteda energije,

14. *normalizacija* je postupak prilagođavanja izračunatog iznosa ostvarenih ušteda energije referentnim uvjetima,

15. *specifična (jedinična) potrošnja energije* je pokazatelj energetske učinkovitosti koji se izračunava kao omjer energije utrošene za neku aktivnost izražene u mjernoj jedinici za energiju (toe, Joule ili kWh) i mjerljivog rezultata te aktivnosti izražene u fizičkoj jedinici (npr. tone čelika) ili čimbenika koji na tu potrošnju utječe (npr. po kućanstvu, po automobilu i sl.).

16. *verifikacija ušteda energije* je postupak kojim se potvrđuju uštede energije ostvarene energetskom uslugom ili mjerom poboljšanja energetske učinkovitosti,

17. *Zakon je Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji* (»Narodne novine«, broj 152/08 i 55/12),

18. *životni vijek mjere poboljšanja energetske učinkovitosti* je očekivano vrijeme u kojem će provedena mjera stvarati uštede energije i u kojem se ostvarene uštede pribrajaju nacionalnom okvirnom cilju ušteda energije.

Praćenje, mjerenje i verifikacija ušteda

Članak 5.

Za ocjenu ostvarenja nacionalnog okvirnog cilja ušteda energije u neposrednoj potrošnji i određivanje učinaka pojedinačnih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti u jednoj godini koristi se računski model koji obuhvaća kombinaciju metoda odozgo-prema-dolje i metoda odozdo-prema-gore koje su utvrđene ovim Pravilnikom.

II. METODOLOGIJA ZA PRAĆENJE I OCJENU UŠTEDA ENERGIJE NA NACIONALNOJ RAZINI

Nacionalno izvješće

Članak 6.

(1) Ministarstvo vodi sustav praćenja i ocjene ušteda energije te izrađuje i objavljuje godišnje nacionalno izvješće o energetske učinkovitosti.

(2) Nacionalno izvješće o energetske učinkovitosti je sastavni dio nacionalnog izvješća o stanju u energetskom sektoru koje Ministarstvo objavljuje u godišnjem energetskom pregledu »Energija u Hrvatskoj«, u skladu s Pravilnikom o energetske bilanci.

(3) Izvješće iz stavka 2. ovoga članka mora sadržavati prikaz vrijednosti pokazatelja energetske učinkovitosti utemeljen na metodi odozgo-prema-dolje utvrđenoj ovim Pravilnikom i ukupni iznos ušteda energije u neposrednoj potrošnji na nacionalnoj razini i na razini pojedinih sektora neposredne potrošnje energije izračunat uporabom tih pokazatelja

(4) Podaci iz stavka 3. ovog članka sastavni su dio izvješća o provedbi Nacionalnog akcijskog plana iz članka 7. Zakona, kojega je Vlada dužna usvojiti do kraja travnja tekuće godine za prošlu godinu. Izračun pokazatelja energetske učinkovitosti iz stavka 3. ovog članka za prošlu godinu dan u ovom izvješću, a s obzirom na dostupnost statističkih podataka, može biti temeljen na procijenjenim vrijednostima ulaznih parametara.

Pokazatelji energetske učinkovitosti

Članak 7.

(1) Pokazatelji energetske učinkovitosti određuju se za svaki sektor neposredne potrošnje, u skladu s dostupnim podacima potrebnim za njihov izračun.

(2) Ukupno ostvarene uštede energije za svaki sektor izračunavaju se kao umnožak razlike vrijednosti pokazatelja energetske učinkovitosti u referentnoj godini i u razmatranoj godini i rezultata aktivnosti ostvarenih u tom sektoru u razmatranoj godini.

(3) Referentna godina u odnosu na koju se promatra napredak energetske učinkovitosti na sektorskoj i nacionalnoj razini je 2007.

(4) Ukupno ostvarene uštede na nacionalnoj razini u razmatranoj godini izračunavaju se kao zbroj ukupno ostvarenih ušteda energije u svim sektorima neposredne potrošnje u toj godini.

(5) Izračun pokazatelja energetske učinkovitosti provodi se u skladu s načelima iz metodologije za izračun ušteda energije u neposrednoj potrošnji metodom odozgo-prema-dolje.

(6) Metodologija za izračun ušteda energije u neposrednoj potrošnji metodom odozgo-prema-dolje iz stavka 5. ovoga članka sadržana je u Prilogu I ovog Pravilnika.

III. METODOLOGIJA ZA PRAĆENJE I OCJENU UŠTEDA ENERGIJE PRIMJENOM MJERA POBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Izračun jediničnih i ukupnih ušteda energije

Članak 8.

(1) Za praćenje i ocjenu ušteda energije ostvarenih primjenom mjera poboljšanja energetske učinkovitosti kod obveznika gospodarenjem energijom koristit će se metode odozdo-prema-gore temeljene na matematičkim formulama za izračun jediničnih ušteda energije.

(2) Jedinčne uštede energije izračunavaju se kao razlika jedinične potrošnje energije prije i poslije primjene mjere poboljšanja energetske učinkovitosti, uz provedenu normalizaciju s obzirom na utjecajni čimbenik.

(3) Matematičke formule za izračun jediničnih ušteda energije iz stavka 1. ovog članka definiraju se u metodologiji za izračun ušteda energije u neposrednoj potrošnji metodom odozdo-prema-gore za tipične mjere poboljšanja energetske učinkovitosti koje se primjenjuju u građevinama.

(4) Metodologija za izračun ušteda energije u neposrednoj potrošnji metodom odozdo-prema-gore iz stavka 3. ovoga članka sadržana je u Prilogu II ovog Pravilnika.

(5) Kad obveznik gospodarenjem energijom ima izrađen plan praćenja, mjerenja i verifikacija ušteda energije ili provodi mjere poboljšanja energetske učinkovitosti putem energetske usluge, ne mora koristiti matematičke formule za izračun jediničnih ušteda energije iz Metodologije iz stavka 3. ovog članka.

(6) Potrošnja prije primjene mjere energetske učinkovitosti određuje se za svaku pojedinu mjeru poboljšanja energetske učinkovitosti na temelju dostupnih podataka za građevinu u kojoj se mjere provode ili na temelju karakteristika uređaja i opreme koja se zamjenjuje ili ugrađuje. U slučaju nedostatka takvih podataka koriste se referentne vrijednosti propisane u Metodologiji iz stavka 3. ovog članka.

(7) Ukupno ostvarene godišnje uštede za svaku mjeru izračunavaju se kao umnožak jediničnih ušteda energije i veličine po kojoj se jedinične uštede izračunavaju.

(8) Ukupno ostvarene godišnje uštede energije iz stavka 7. ovog članka vrijede onoliko godina koliki je prosječni životni vijek mjere, utvrđen u Metodologiji iz stavka 3. ovog članka za svaku pojedinu mjeru.

(9) Metodologija iz stavka 3. ovog članka, kada je to moguće i primjereno, primjenjuje se i za ocjenu ukupnih ušteda energije ostvarenih provedbom pojedinih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti definiranih u Nacionalnom akcijskom planu energetske učinkovitosti. Pri tome se uštede ostvarene od strane obveznika gospodarenja energijom pridjeljuju odgovarajućoj mjeri iz Nacionalnog akcijskog plana.

(10) Podaci iz stavka 9. ovog članka sastavni su dio izvješća o provedbi Nacionalnog akcijskog plana iz članka 7. Zakona, kojega je Vlada dužna usvojiti do kraja travnja tekuće godine za prošlu godinu.

Obveze obveznika gospodarenja energijom

Članak 9.

(1) Obveznici gospodarenja energijom dužni su jednom godišnje dostavljati podatke o provedenim mjerama poboljšanja energetske učinkovitosti Ministarstvu.

(2) Sastavni dio informacija iz stavka 1. ovoga članka moraju biti najmanje sljedeći podaci za svaku pojedinu provedenu mjeru poboljšanja energetske učinkovitosti:

- a. naziv mjere,
- b. kratki opis mjere,
- c. vrijeme provedbe mjere (datum početka i kraja provedbe),
- d. iznos ukupno ostvarene godišnje uštede energije,
- e. iznos ukupno ostvarenog godišnjeg smanjenja emisija ugljičnog dioksida (CO₂),
- f. metoda izračuna ušteda energije,
- g. ukupno uložena novčana sredstva za provedbu mjere i
- h. izvori novčanih sredstava.

(3) Godišnje uštede energije iz stavka 2. ovoga članka moraju biti izračunate u skladu s Metodologijom iz članka 8. stavka 3. ovog Pravilnika.

(4) Ministarstvo može uspostaviti informacijski sustav koji će omogućiti korisnicima sredstava Fonda, koji su obveznici gospodarenja energijom temeljem Zakona o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (»Narodne novine« br. 107/03), dostavljanje podataka iz stavka 1. ovog članka i izračun ostvarenih ušteda energije putem interneta.

(5) Kada obveznik gospodarenjem energijom provodi mjeru poboljšanja energetske učinkovitosti za koju nije u Metodologiji iz članka 8. stavka 3. ovog Pravilnika propisana matematička formula za izračun jediničnih i ukupnih ušteda energije, obveznik gospodarenja energijom mora imati plan praćenja, mjerenja i verifikacija ušteda energije usklađen s Međunarodnim protokolom za mjerenje i verifikaciju ušteda energije (IPMVP) iz kojeg je vidljiv način izračuna ušteda energije.

(6) Plan praćenja, mjerenja i verifikacije ušteda energije, mora sadržavati najmanje sljedeće:

- a. naziv mjere,
- b. procijenjene uštede energije koje se planiraju postići mjerom,
- c. granice mjerenja,

d. opis referentnih uvjeta (potrošnja energije, neovisne varijable koje utječu na potrošnju, oprema, operativna praksa),

e. razdoblje primjene plana praćenja, mjerenja i verifikacije,

f. metodologiju utvrđivanja ušteda energije (matematička formulacija odnosa potrošnje energije i neovisnih varijabli koje na nju utječu koja predstavlja osnovu za određivanje jediničnih i ukupnih ušteda energije),

g. mjerenje i mjernu opremu, ako je predviđeno (karakteristike mjernog uređaja, protokol vršenja očitavanja, proceduru upravljanja mjernim uređajem i rutinski kalibracijski protokol),

h. osobu odgovornu za očitavanje mjerenja i praćenje drugih podataka,

i. format izvješća o ostvarenim uštedama.

IV. METODOLOGIJA ZA PRAĆENJE I OCJENU UŠTEDA ENERGIJE OSTVARENIH ENERGETSKIM USLUGAMA

Članak 10.

(1) Obveznici gospodarenja energijom koji provode mjeru poboljšanja energetske učinkovitosti putem energetske usluge moraju imati plan praćenja, mjerenja i verifikacije ušteda energije usklađen s Međunarodnim protokolom za mjerenje i verifikaciju ušteda energije (IPMVP).

(2) Plan praćenja, mjerenja i verifikacije ušteda energije sastavni je dio ugovora o energetskom učinku, a sadrži najmanje podatke iz članka 9. stavka 5. ovog Pravilnika.

V. VERIFIKACIJA UŠTEDA ENERGIJE

Članak 11.

(1) Ministarstvo može zatražiti verifikaciju ostvarenih ušteda energije iskazanih kod obveznika gospodarenja energijom.

(2) Fond može zatražiti verifikaciju ostvarenih ušteda energije iskazanih kod korisnika sredstava Fonda.

(3) Verifikaciju iskazanih ostvarenih ušteda energije obavlja ovlaštena osoba za energetski pregled građevina upisana u Registar ovlaštenih osoba za obavljanje energetske pregleda građevina i energetsko certificiranje zgrada kojega vodi ministarstvo nadležno za graditeljstvo.

VI. PRIJELAZNE I ZAVRŠNE ODREDBE

Članak 12.

Sastavni dio ovoga Pravilnika su Prilog I i Prilog II.

Članak 13.

Ovaj Pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objave u »Narodnim novinama«.

Klasa: 011-01/12-01/106
Urbroj: 526-04-02/1-12-4
Zagreb, 20. lipnja 2012.

Prvi potpredsjednik Vlade i
minister
Radimir Čačić, v. r.

PRILOG I

METODOLOGIJA ZA OCJENU UŠTEDA ENERGIJE U NEPOSREDNOJ POTROŠNJI PRIMJENOM METODA ODOZGO-PREMA-DOLJE

POPIS KRATICA, JEDINICA, PREFIKSA I INDEKSA

Kratice

EK	Europska komisija
ESD	Direktiva 2006/32/EC o energetske učinkovitosti i energetskim uslugama
EU	Europska unija
TD	odozgo-prema-dolje (eng. <i>top-down</i>)
UNP	ukapljeni naftni plin

Jedinice

goe	gram ekvivalentne nafte
toe	tona ekvivalentne nafte
m ²	kvadratni metar
l	litra
J	džul
brtkm	bruto tonski kilometar
tkm	tonski kilometar
pkm	putnički kilometar
Wh	vatsat

Prefiksi

k	tisuća (10 ³)
M	milijun (10 ⁶)
G	milijarda (10 ⁹)

Indeksi

2007	vrijednost u 2007. godini
t	vrijednost u godini t

1. Uvod

Ovaj dokument sadrži metodologiju za izračun ušteda energije pomoću skupa pokazatelja energetske učinkovitosti u sektorima neposredne potrošnje energije. Temelji se na preporukama Europske komisije (EK) danim u dokumentu »*Recommendations on Measurement and Verification Methods in the Framework of Directive 2006/32/EC on Energy End-Use Efficiency and Energy Services*« [1]. Metode prikazane u ovom dokumentu predstavljaju matematičke formule za izračun odozgo-prema-dolje (eng. *top-down* – TD) pokazatelja energetske učinkovitosti.

Ukupne uštede energije za pojedini sektor, podsektor ili specifičnu namjenu izračunavaju se kao razlike vrijednosti odgovarajućeg pokazatelja u referentnoj godini i godini izvješćivanja pomnoženom s vrijednošću pokazatelja aktivnosti ili drugog utjecajnog čimbenika na potrošnju energije u godini izvješćivanja.

Ovakav način izračuna, odnosno ocjena ušteda energije primjenom TD metoda, u potpunosti je u skladu sa zahtjevima Direktive 2006/32/EC o energetske učinkovitosti i energetskim uslugama (ESD).

Postoje tri vrste TD pokazatelja energetske učinkovitosti:

- Preferirani (P) pokazatelji – preporuča se, ukoliko postoje dostupni podaci bilo iz nacionalnih statistika bilo iz rezultata modeliranja, korištenje ovih pokazatelja za izvješćivanje o ostvarenim uštedama,

- Alternativni (A) pokazatelji – korištenje ovih pokazatelja može biti zamjena za neki P pokazatelj,

- Minimalni (M) pokazatelji – ove je pokazatelje moguće izračunati pomoću podataka koji su uobičajeno dostupni iz Eurostatovih odnosno nacionalnih statistika.

Pokazatelji se izračunavaju za četiri glavna sektora neposredne potrošnje energije:

- kućanstva,
- usluge,
- promet,
- industrija.

U hrvatskim se energetskim statistikama sektori neposredne potrošnje energije dijele na promet, industriju i opću potrošnju, koja se potom dijeli na kućanstva, usluge, poljoprivredu i graditeljstvo. Poljoprivreda i graditeljstvo imaju mali udio u ukupnoj potrošnji energije, pa pokazatelji za ove podsektore nisu posebno razvijeni. Ipak, za ocjenu energetske učinkovitosti u njima mogu se koristiti pokazatelji za industriju (graditeljstvo prema ISIC klasifikaciji djelatnosti i pripada sektoru industrije).

Pokazatelji energetske učinkovitosti računaju se u odnosu na početnu, referentnu godinu, koja je za Hrvatsku 2007., jer je to godina koja je prethodila primjeni 1. Nacionalnog akcijskog plana energetske učinkovitosti za razdoblje 2008. – 2010. Pokazatelji se računaju prema dostupnim podacima iz nacionalnih (energetskih) statistika i rezultata modeliranja, a iskazuju se u **mjernoj jedinici danoj uz svaki pokazatelj**. U konačnici se svaki pokazatelj kao i ukupne uštede energije **iskazuju u PJ** (pokazatelji se iskazuje u PJ po jedinici aktivnosti) radi ocjene ostvarivanja nacionalnog cilja koji za 2016. godinu iznosi 19,77 PJ ušteda energije u neposrednoj potrošnji.

2. Pokazatelji energetske učinkovitosti za KUĆANSTVA

Pokazatelji energetske učinkovitosti za kućanstva prikazuju varijacije u neposrednoj potrošnji energije kućanstava u stanovima za pojedine namjene: zagrijavanje i hlađenje prostora, priprema potrošne tople vode (PTV), velike kućanske uređaje i rasvjetu. Potrošnja energije se dijeli na potrošnju električne energije i na potrošnju svih ostalih oblika energije.

Ukupne uštede energije u sektoru izračunavaju se zbrajanjem ostvarenih ušteda po pojedinim namjenama. Pri tome se u obzir *ne uzimaju negativne uštede* koje se događaju u slučaju kada je pokazatelj u godini izvješćivanja veći od pokazatelja u referentnoj godini.

Ukupne uštede mogu se izračunati na tri načina:

- korištenjem pokazatelja P1 do P5;
- korištenjem pokazatelja M1 i M2 ili
- korištenjem kombinacije P i M pokazatelja (M1 i P4, P5).

Pokazatelji su sljedeći:

- P1: Potrošnja energije za grijanje po jedinici površine s klimatskom korekcijom,
- P2: Potrošnja energije za hlađenje po jedinici površine s klimatskom korekcijom,
- P3: Potrošnja energija za grijanje vode po stanovniku,

- P4: Specifična godišnja potrošnja električne energije kućanskih uređaja,
- P5: Potrošnja električne energije za rasvjetu po stanu,
- M1: Potrošnja energije (osim električne i sunčeve energije) po stanu s klimatskom korekcijom,
- M2: Potrošnja električne energije po stanu.

2.1. Potrošnja energije za grijanje po jedinici površine s klimatskom korekcijom (P1)

Pokazatelj P1 je omjer potrošnje energije za grijanje prostora korigirane s obzirom na klimatske uvjete i ukupne površine stalno nastanjenih stanova. Izražava se u jedinici toe/m^2 .

Za izračun pokazatelja P1 potrebni su sljedeći podaci:

- broj stalno nastanjenih stanova,
- prosječna površina stana (m^2),
- potrošnja energije za grijanje korigirana prema klimatskim uvjetima (toe).

Za izračun potrošnje energije za grijanje prostora korigirane prema klimatskim uvjetima potrebni su sljedeći podaci:

- stvarna potrošnja energije za zagrijavanje prostora (toe),
- stvarni broj stupanj-dana grijanja,
- prosječni broj stupanj-dana grijanja.

Postoje različiti statistički podaci o broju stanova. Uobičajeno su iz nacionalnih statističkih izvješća dostupni podaci o ukupnom broju stanova i ukupnom broju stalno nastanjenih stanova¹. Za analizu učinkovitosti potrošnje energije, relevantan je potonji podatak.

Prosječna površina stana (m^2) uobičajeno je dostupna iz popisa stanovništva i nacionalnih statistika.

Pokazatelj P1 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{HSH}}{F} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD^{heating}}$$

a uštede energije:

$$\left[\left(\frac{E_{2007}^{HSH}}{F_{2007}} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD_{2007}^{heating}} \right) - \left(\frac{E_t^{HSH}}{F_t} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD_t^{heating}} \right) \right] * F_t$$

pri čemu su:

$E_{2007}^{HSH}, E_t^{HSH}$ = potrošnja energije za grijanje prostora u 2007. godini i u godini t

F_{2007}, F_t = ukupna površina u m^2 stalno nastanjenih stanova u 2007. godini i u godini t

(izračunava se kao umnožak broja stalno nastanjenih stambenih jedinica i prosječne veličine stambene jedinice)

$MDD_{25}^{heating}$ = srednja vrijednost stupanj-dana grijanja u proteklih 25 godina

$ADD_{2007}^{heating}, ADD_t^{heating}$ = stvarna vrijednost stupanj-dana grijanja u 2007. godini i u godini t

Potrošnja energije za grijanje odnosi se na cijeli sektor kućanstava². Uobičajeno nije uključena u nacionalne statistike niti je takav podatak dostupan iz statistika Eurostata. Procjenjuje se od specijaliziranih organizacija (nacionalnih energetske agencija ili instituta) na temelju istraživanja i modeliranja.

Stvarni broj stupanj-dana grijanja je pokazatelj težine zimskih uvjeta i time potreba za grijanjem. Izračunava se kao zbroj razlike između referentne unutrašnje temperature (uobičajeno $18\text{ }^{\circ}\text{C}$) i prosječne dnevne temperature za svaki dan u sezoni grijanja (npr. od listopada do travnja)³. Broj stupanj-dana grijanja u EU zemljama kreće se od 700-800 za Cipar i Maltu do 4 000 – 5 000 u nordijskim i baltičkim zemljama; prosjek za EU-27 iznosi oko 2 800 stupanj-dana, a za Hrvatsku se koristi podatak 2 294. Mjerenja dnevnih vanjskih temperatura dolaze iz raznih meteoroloških postaja diljem zemlje; ti se podaci uprosječuju kako bi se dobila nacionalna vrijednost stupanj-dana grijanja⁴. Eurostat izračunava ove vrijednosti za sve EU zemlje, ali je na njihovim internetskim stranicama dostupan podatak jedino o aritmetičkoj prosječnoj vrijednosti.

Srednja vrijednost stupanj-dana grijanja predstavlja broj stupanj-dana grijanja za normalnu zimu, a temelji se na dugogodišnjem prosjeku stvarnih stupanj-dana grijanja. Eurostat koristi 25-godišnji prosjek (1980-2004), a u nekim državama se koristi 30-godišnji prosjek⁵.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava utjecaj regulative iz područja zgradarstva, ulaganja u obnovu postojećeg fonda stambenih zgrada i poboljšane učinkovitosti novih sustava grijanja. Ona također uključuje i učinak promjene u ponašanju (npr. temperatura grijanja, trajanje sezone grijanja), što može odgovarati stvarnoj uštedi energije (ako postoji smanjenje temperature), ali i negativnim uštedama energije zbog povećane udobnosti⁶.

2.2. Potrošnja energije za hlađenje po jedinici površine s klimatskom korekcijom (P2)

Pokazatelj P2 je omjer potrošnje energije za hlađenje prostora korigirane s obzirom na klimatske uvjete i ukupne površine stalno nastanjenih stanova. Izražava se u jedinici toe/m^2 .

Za izračun pokazatelja P2 potrebni su sljedeći podaci:

- broj stalno nastanjenih stanova,
- prosječna površina stana (m^2),

² Potrošnja energije sekundarnih prebivališta (vikendica, apartmana) uobičajeno je mala i uključena u podatak o ukupnoj potrošnji energije stalno nastanjenih kućanstava. No, ukoliko udio potrošnje energije u sekundarnim prebivališta postane značajan, treba ga odvojiti iz ukupne potrošnje energije kućanstava.

³ Ukoliko je prosječna dnevna temperatura zimskog dana 5°C , broj stupanj-dana grijanja tog dana je 13 ($18-5$).

⁴ Ovaj nacionalni prosjek može se izračunati kao aritmetička sredina ili kao ponderirani prosjek po populaciji. Trebao bi se koristiti drugi pristup jer bolje predstavlja potrebe za grijanjem u zemlji.

⁵ Neke su zemlje skratile referentno razdoblje i prosjek računaju od 1990. godine kako bi u obzir uzele činjenicu da su od tada zime toplije. Neke, pak, zemlje dodatno mijenjaju i razdoblje izračuna (pokretno razdoblje), što znači da broj stupanj dana nije fiksna.

⁶ U južnim europskim zemljama povećava se udio centralnog grijanja (bilo uslijed daljinskih centraliziranih toplinskih sustava, bilo zbog plinifikacije), čime se toplinska udobnost u kućanstvima povećava te se omogućava zagrijavanje više prostorija. Zamjena sobnog centralnim grijanjem dovodi do povećanja potrošnje energije za grijanje upravo zbog efekta povećanja grijane površine. U tom se slučaju može koristiti potrošnja energije za grijanje po m^2 ekvivalentne stambene jedinice s centralnim grijanjem.

¹ Razlika između ova dva podatka jest broj vikendica/apartmana i praznih stanova.

• potrošnja energije za grijanje korigirana prema klimatskim uvjetima (toe).

Za izračun potrošnje energije za hlađenje prostora korigirane prema klimatskim uvjetima potrebni su sljedeći podaci:

- stvarna potrošnja energije za hlađenje prostora (toe),
- stvarni broj stupanj-dana hlađenja,
- prosječni broj stupanj-dana hlađenja.

2.3.

Pokazatelj P2 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{H_{sc}}}{F} * \frac{MDD_{25}^{cooling}}{ADD_{cooling}}$$

a uštede energije:

$$\left[\left(\frac{E_{2007}^{H_{sc}}}{F_{2007}} * \frac{MDD_{25}^{cooling}}{ADD_{2007}^{cooling}} \right) - \left(\frac{E_t^{H_{sc}}}{F_t} * \frac{MDD_{25}^{cooling}}{ADD_t^{cooling}} \right) \right] * F_t$$

pri čemu su:

$E_{2007}^{H_{SH}}, E_t^{H_{SH}}$ = potrošnja energije za hlađenje prostora u 2007. godini i u godini t

F_{2007}, F_t = ukupna površina u m² stalno nastanjenih stanova u 2007. godini i u godini t (izračunava se kao umnožak broja stalno nastanjenih stambenih jedinica i prosječne veličine stambene jedinice)

$MDD_{25}^{cooling}$ = srednja vrijednost stupanj-dana hlađenja u proteklih 25 godina

$ADD_{2007}^{cooling}, ADD_t^{cooling}$ = stvarna vrijednost stupanj-dana hlađenja u 2007. godini i u godini t.

Potrošnja energije za hlađenje prostora predstavlja električnu energiju u kućanstvu utrošenu u tu svrhu ponajprije za rad split klimatizacijskih uređaja. Ovaj se podatak procjenjuje temeljem istraživanja o postojanju i korištenju uređaja za hlađenje prostora u kućanstvima (npr. split klimatizacijskih uređaja) i modeliranja, uzimajući u obzir intenzitet korištenja (broj radnih sati uređaja) i prosječnu nazivnu snagu uređaja. Ovakve procjene uobičajeno rade specijalizirane organizacije (nacionalne energetske agencije ili instituti).

Stvarna vrijednost stupanj-dana hlađenja pokazatelj je ljetnih temperatura, i time potreba za hlađenjem prostora. Izračunava se kao zbroj razlike između prosječne dnevne temperature za svaki dan u sezoni hlađenja (npr. od svibnja do rujna) i referentne unutrašnje temperature (uobičajeno 20 °C). Trenutno ne postoji harmonizirana metoda za izračun stupanj-dana hlađenja u EU niti Eurostat prikazuje ovaj podatak u svojim statistikama⁷. Srednja vrijednost stupanj-dana hlađenja predstavlja broj stupanj-dana hlađenja za normalno ljeto, a temelji se na dugogodišnjem prosjeku stvarnih stupanj-dana hlađenja (npr. u razdoblju od 25 godina).

⁷ Izračunavanje stupanj-dana hlađenja uobičajeno je u Sjedinjenim Američkim Državama (SAD), gdje se kao referentna vrijednost unutrašnje temperature uzima 20 °C.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava utjecaj regulative u području zgradarstva, poboljšane učinkovitosti novih uređaja za hlađenje prostora, ali također uključuje utjecaj povećane penetracije uređaja za hlađenje u kućanstva (postotak stanova ili površine koja se hladi), koji mogu neutralizirati/prikriti prave tehničke uštede⁸.

2.4. Potrošnja energije za grijanje vode po stanovniku (P3)

Pokazatelj P3 je omjer potrošnje energije za pripremu PTV u kućanstvima i ukupnog broja stanovnika. Izražava se u jedinici toe/ stanovnik.

Za izračun pokazatelja P3 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja energije za pripremu (ktoe),
- ukupan broj stanovnika (u 1 000).

Potrošnja energije za pripremu PTV u kućanstvu nije uobičajen podatak u energetske statistikama i uobičajeno se dobiva temeljem detaljnijih procjena. Potrošnja energije za pripremu PTV uključuje potrošnju naftnih derivata, prirodnog plina, ugljena i lignita, električne energije, topline iz centraliziranih toplinskih sustava, biomase i sunčeve energije. Kako ESD potrošnju sunčeve energije za pripremu PTV smatra uštedom energije, potrošnju sunčeve energije za ovu namjenu treba izuzeti iz ulazne vrijednosti potrošnje energije za izračun pokazatelja P3⁹.

Pokazatelj P3 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{H_{WH}}}{P}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{H_{WH}}}{P_{2007}} - \frac{E_t^{H_{WH}}}{P_t} \right) * P_t$$

pri čemu su:

$E_{2007}^{H_{WH}}, E_t^{H_{WH}}$ = potrošnja energije za pripremu PTV u kućanstvu u 2007. godini i u godini t

(bez potrošnje sunčeve energije)

P_{2007}, P_t = broj stanovnika u 2007. godini i u godini t

2.5. Specifična godišnja potrošnja električne energije kućanskih uređaja (P4)

Pokazatelj P4 jest godišnja jedinična potrošnja električne energije za postojeći fond (*stock*) pojedinog kućanskog uređaja. Izražava se u jedinici kWh/god.

⁸ Jedan od načina kojim bi se bolje pokazale stvarne uštede energije bio bi da se potrošnja energije za hlađenje podijeli s brojem ili površinom stambenih jedinica koje doista imaju uređaje za klimatizaciju prostora.

⁹ Ovakav se pristup razlikuje od pristupa Eurostata, koji u ukupnu potrošnju energije u kućanstvima ubraja i potrošnju sunčeve energije. No, Direktiva 2006/32/EC kao prihvatljivu mjeru poboljšanja energetske učinkovitosti navodi »proizvodnju energije iz obnovljivih izvora energije (OIE), pri čemu se količina kupljene energije smanjuje (npr. sunčevi toplinski sustavi, sustavi pripreme PTV, grijanja i hlađenja potpomognuti sunčevom energijom)« (Prilog III Direktive).

Za izračun pokazatelja P4 potrebni su sljedeći podaci:

- jedinična potrošnja postojećeg fonda kućanskog uređaja10 (kWh/god),
- broj kućanskih uređaja u tisućama.

Jedinična potrošnja električne energije izračunava se kao omjer ukupne godišnje potrošnje električne energije svake pojedine vrste kućanskog uređaja i broja tih uređaja. Ovaj podatak uobičajeno nije dostupan iz nacionalnih energetske statistika, no može se dobiti temeljem procjena koje su specifične za svaku pojedinu vrstu uređaja.

Broj kućanskih uređaja (po vrstama), ukoliko je dostupan, može se preuzeti iz nacionalnih statistika, ili se može procijeniti na dva načina:

modeliranjem temeljenim na podacima o godišnjoj prodaji uređaja i prosječnom životnom vijeku uređaja, ili

iz (godišnjih) ispitivanja koja se provode u kućanstvima o vlasništvu uređaja (% kućanstava koji posjeduju jedan ili više uređaja).

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava poboljšanje energetske učinkovitosti, ali uštede energije koje se ovim pokazateljem izračunaju ipak mogu biti neutralizirane/prikrivene zbog utjecaja promjene ponašanja korisnika kućanskih uređaja (npr. kupovina većih uređaja, intenzivnije korištenje uređaja).

Pokazatelj P2 jest UEC, a uštede energije računaju se matematičkom formulom:

$$(UEC_{2007}^x - UEC_t^x) * Stock_t^x$$

pri čemu su:

UEC_{2007}^x, UEC_t^x = jedinična potrošnja električne energije kućanskog uređaja x u 2007. godini i u godini t (temeljena na prosjeku za postojeći stock uređaja)

$Stock_t^x$ = broj pojedinog kućanskog uređaja u godini t

2.6. Potrošnja električne energije za rasvjetu po kućanstvu (P5)

Pokazatelj P5 je omjer potrošnje električne energije za rasvjetu u kućanstvima i ukupnog broja stalno nastanjenih stanova. Izražava se u jedinici kWh/stan.

Za izračun pokazatelja P5 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja električne energije za rasvjetu (ktoe - > kWh¹¹);
- broj stalno nastanjenih stanova.

Potrošnja električne energije za rasvjetu u kućanstvu nije uobičajen podatak u energetske statistikama. U nekim zemljama ovaj je podatak dostupan kao procjena, temeljena na broju rasvjetnih mjesta, odnosno prosječnoj nazivnoj snazi i prosječnom broju sati rada rasvjete godišnje.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava utjecaj difuzije učinkovitih žarulja, ali i povećanja broja rasvjetnih mjesta i promjene u broju sati rada rasvjete. Povećanje broja rasvjetnih mjesta i/ili broja sati rada rasvjete može neutralizirati/prikriti uštede energije, što može dovesti do podcjenjivanja ostvarenih ušteda ili nemogućnosti mjerenja bilo kakvih ušteda energije¹².

¹⁰ Razmatra se šest grupa kućanskih uređaja, koji predstavljaju najveća trošila u kućanstvu: hladnjaci, zamrzivači, perilice rublja, perilice posuđa, TV, sušilice rublja.

¹¹ 1 toe = 11.630 kWh

¹² Jedan od načina kojim bi se bolje pokazale stvarne uštede energije bio bi da se potrošnja električne energije za rasvjetu podijeli brojem rasvjetnih mjesta.

Pokazatelj P5 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E_{2007}^{H_{LI}}}{D_{2007}}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{H_{LI}}}{D_{2007}} - \frac{E_t^{H_{LI}}}{D_t} \right) * D_t$$

pri čemu su:

$E_{2007}^{H_{LI}}, E_t^{H_{LI}}$ = potrošnja električne energije u kućanstvu za rasvjetu u 2007. i u godini t

D_{2007}, D_t = broj stalno nastanjenih stanova u 2007. godini i u godini t

2.7. Potrošnja energije (osim električne i sunčeve energije) po kućanstvu s klimatskom korekcijom (M1)

Pokazatelj M1 je omjer potrošnje energije (izuzev električne i sunčeve) korigirane s obzirom na klimatske uvjete u kućanstvima i ukupnog broja stalno nastanjenih stanova. Izražava se u jedinici toe/stan.

Za izračun pokazatelja M1 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja energije (izuzev električne i sunčeve) korigirana s obzirom na klimatske uvjete (ktoe),
- broj stalno nastanjenih stanova u tisućama.

Za izračun potrošnje energije (izuzev električne i sunčeve) potrebni su sljedeći podaci:

- ukupna neposredna potrošnja energije u kućanstvima (ktoe),
- potrošnja električne energije u kućanstvima (ktoe),
- potrošnja sunčeve energije u kućanstvima (ktoe).

Objašnjenje postupka korigiranja s obzirom na klimatske uvjete dano je uz pokazatelj P1. Iz ove je potrošnje potrebno izuzeti sunčevu energiju jer ESD uporabu sunčeve energije za zagrijavanje prostora ili PTV smatra izvorom ušteda energije¹³.

Pokazatelj M1 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{H_{NON-EL}}}{D} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD_{25}^{heating}}$$

a uštede energije:

$$\left[\left(\frac{E_{2007}^{H_{NON-EL}}}{D_{2007}} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD_{2007}^{heating}} \right) - \left(\frac{E_t^{H_{NON-EL}}}{D_t} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD_t^{heating}} \right) \right] * D_t$$

pri čemu su:

$E_{2007}^{H_{NON-EL}}, E_t^{H_{NON-EL}}$ = potrošnja energije (izuzev električne i sunčeve) u kućanstvima u 2007. godini i godini t

$MDD_{25}^{heating}$ = srednja vrijednost stupanj-dana grijanja u proteklih 25 godina

¹³ Ovakav se pristup razlikuje od pristupa Eurostata, koji u ukupnu potrošnju energije u kućanstvima ubraja i potrošnju sunčeve energije.

$ADD_{2007}^{heating}$, $ADD_t^{heating}$ = stvarna vrijednost stupanj-dana grijanja u 2007. godini i godini t

D_{2007} , D_t = broj stalno nastanjenih stanova u 2007. godini i godini t.

2.8. Potrošnja električne energije po kućanstvu (M2)

Pokazatelj M2 je omjer potrošnje električne energije u kućanstvima i ukupnog broja stalno nastanjenih stanova. Izražava se u jedinici toe/stan.

Za izračun pokazatelja M2 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja električne energije u kućanstvima (ktoe – > kWh),
- broj stalno nastanjenih stanova u tisućama.

Potrošnja električne energije uobičajeno raste zbog difuzije sve većeg broja uređaja, bez obzira što su ti uređaji sve učinkovitiji. Osim ako nije došlo do zasićenja u difuziji pojedine vrste uređaja, dokazivanje ušteda energije pomoću ovog pokazatelja može biti vrlo teško.

Pokazatelj M2 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{H_{EL}}}{D}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{H_{EL}}}{D_{2007}} - \frac{E_t^{H_{EL}}}{D_t} \right) * D_t$$

pri čemu su:

$E_{2007}^{H_{EL}}$, $E_t^{H_{EL}}$ = potrošnja električne energije u kućanstvima u 2007. godini i godini t

D_{2007} , D_t = broj stalno nastanjenih stanova u 2007. godini i godini t.

2.9. Izračun ukupnih ušteda energije za kućanstva

Ukupne uštede energije za kućanstva mogu se izračunati na tri načina, ovisno o raspoloživosti prethodno navedenih pokazatelja:

- kao zbroj ušteda energije izračunatih korištenjem pokazatelja P1 do P5;
- kao zbroj ušteda energije izračunatih korištenjem pokazatelja M1 i M2;
- kao zbroj ušteda energije izračunatih korištenjem pokazatelja M1 i pokazatelja P4 i P5 (pri čemu treba osigurati da nema dvostrukog obračunavanja ušteda).

Prvi pristup (a) je najtočniji jer daje rezultate koji su najbliži tehničkim uštedama energije. Pristupi (b) i (c) će podcijeniti uštede, jer uključuju utjecaje koji nisu vezani uz energetske učinkovitost, posebice utjecaj rastućeg broja uređaja koji se koriste u kućanstvima.

Za praćenje i ocjenu napretka energetske učinkovitosti na nacionalnoj razini u kućanstvima u Hrvatskoj izračunavaju se svi navedeni pokazatelji, a ukupne uštede se izračunavaju korištenjem pristupa (a), tj. korištenjem pokazatelja P1 do P5. Rezultati se prikazuju u PJ.

3. Pokazatelji energetske učinkovitosti za USLUGE

Pokazatelji energetske učinkovitosti za sektor usluga pokrivaju potrošnju električne i ostalih oblika energije na razini čitavog sektora ili u podsektorima. Također je moguće, kao za kućanstva, izračunavati pokazatelje energetske učinkovitosti i uštede energije po namjenama, no podaci potrebni za takav izračun uobičajeno nisu dostupni.

Ukupne uštede energije u sektoru izračunavaju se zbrajanjem ostvarenih ušteda po pojedinim podsektorima. Pri tome se u obzir ne uzimaju negativne uštede koje se događaju u slučaju kada je pokazatelj u godini izvješćivanja veći od pokazatelja u referentnoj godini.

Ukupne uštede mogu se izračunati na tri načina:

- korištenjem pokazatelja P6 i P7;
- korištenjem pokazatelja M3 i M4 ili
- korištenjem kombinacije P i M pokazatelja (M3 i P7, ili M4 i P6).

Pokazatelji su sljedeći:

- P6: Potrošnja energije (osim električne) s klimatskom korekcijom po pokazatelju aktivnosti u podsektoru;
- P7: Potrošnja električne energije po pokazatelju aktivnosti u podsektoru;
- M3: Potrošnja energije (osim električne) u sektoru usluga s klimatskom korekcijom po ekvivalentnom zaposleniku/ površini;
- M4: Potrošnja električne energije u sektoru usluga po ekvivalentnom zaposleniku/površini.

Na razini podsektora može se kao pokazatelj aktivnosti koristiti površina u m² ili fizički pokazatelj aktivnosti (primjerice broj bolesnika, broj gostiju i sl.) koji nedvojbeno utječe na potrošnju energije u sektoru.

Za izračun pokazatelja P6 i P7, definicija podsektora treba pratiti NACE klasifikaciju:

- maloprodaja i veleprodaja (odjeljak G),
- uredske zgrade: odjeljci H (prijevoz i skladištenje), J (informacije i komunikacije), K (financije i osiguranje), L (nekretnine), M (stručne, znanstvene i tehničke aktivnosti), i N (administracija i ostale usluge),
- hoteli i restorani (odjeljak I),
- javna uprava i obrana (odjeljak O),
- obrazovanje (odjeljak P),
- zdravstvene i aktivnosti socijalnog rada (odjeljak Q),
- umjetnost, zabava i rekreacija (odjeljak R).

3.1. Potrošnja energije (osim električne) s klimatskom korekcijom po pokazatelju aktivnosti u podsektoru (P6)

Pokazatelj P6 je omjer potrošnje energije (osim električne) korigirane s obzirom na klimatske uvjete u pojedinom podsektoru i pokazatelja aktivnosti u tom podsektoru. Izražava se u jedinici toe/pokazatelj aktivnosti.

Za izračun pokazatelja P6 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja energije (izuzev električne) u podsektoru korigirana s obzirom na klimatske uvjete (za objašnjenje postupka korekcije pogledati objašnjenje dano uz pokazatelj P1) (ktoe),
- pokazatelj aktivnosti u podsektoru: površina (m²) ili fizički pokazatelj aktivnosti karakterističan za podsektor.

Stvarna potrošnja energije (izuzev električne) odgovara stvarnoj potrošnji ostalih oblika energije i energenata: fosilnih goriva,

biomase, geotermalne energije i topline iz centraliziranih toplinskih sustava. Sunčeva se energija treba izuzeti iz proračuna jer se njezina uporaba prema ESD smatra izvorom ušteda energije. Dok je ovaj podatak lako dostupan na razini čitavog sektora usluga iz nacionalnih energetskih statistika, na razini podsektora uobičajeno nije, što otežava ili čak onemogućava izračun ovog pokazatelja.

Izbor fizičkog pokazatelja aktivnosti mora biti razvidno doveden u vezu s potrošnjom energije u podsektoru. To može biti npr. toe/broj kreveta ili toe/m² za bolnice, toe/broj noćenja ili toe/m² za hotele, toe/učenik ili toe/m² za obrazovne ustanove i sl.

Varijacije ovog pokazatelja tijekom vremena mogu biti posljedica stvarnih ušteda energije, povezanih s obnovom zgrada, promjenom kotlova i instalacijom sunčevih toplinskih sustava, ali i prelaska s korištenja goriva na korištenje električne energije za toplinske namjene.

Pokazatelj P6 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{S_{NON-EL}}}{IA^{S^X}} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD^{heating}}$$

a uštede energije:

$$\left[\left(\frac{E_{2007}^{S_{NON-EL}}}{IA_{2007}^{S^X}} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD_{2007}^{heating}} \right) - \left(\frac{E_t^{S_{NON-EL}}}{IA_t^{S^X}} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD_t^{heating}} \right) \right] * IA_t^{S^X}$$

pri čemu su:

$E_{2007}^{S_{NON-EL}}, E_t^{S_{NON-EL}}$ = potrošnja energije (izuzev električne) u podsektoru x u 2007. godini i godini t

$IA_{2007}^{S^X}, IA_t^{S^X}$ = pokazatelj aktivnosti u podsektoru x u 2007. godini i godini t

$MDD_{25}^{heating}$ = srednja vrijednost stupanj-dana grijanja u proteklih 25 godina

$ADD_{2007}^{heating}, ADD_t^{heating}$ = stvarna vrijednost stupanj-dana grijanja u 2007. godini i godini t

3.2. Potrošnja električne energije u podsektorima po pokazatelju aktivnosti u podsektoru (P7)

Pokazatelj P7 je omjer potrošnje električne energije u pojedini podsektoru i pokazatelja aktivnosti u tom podsektoru. Izražava se u jedinici **kWh/pokazatelj aktivnosti**.

Za izračun pokazatelja P7 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja električne energije u podsektoru (ktoe -> kWh),
- pokazatelj aktivnosti u podsektoru (kako je objašnjeno za pokazatelj P6).

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena može biti posljedica stvarnih ušteda energije, povezanih s ugradnjom učinkovitijih rashladnih uređaja ili rasvijete. No, jedinična potrošnja može se i povećati zbog prelaska s korištenja goriva na korištenje električne energije za toplinske namjene kao i zbog veće difuzije novih uređaja (pogotovo ICT).

Pokazatelj P7 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{S_{EL}}}{IA^{S^X}}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{S_{EL}}}{IA_{2007}^{S^X}} - \frac{E_t^{S_{EL}}}{IA_t^{S^X}} \right) * IA_t^{S^X}$$

pri čemu su:

$E_{2007}^{S_{EL}}, E_t^{S_{EL}}$ = potrošnja električne energije u podsektoru X u 2007. godini i godini t

$IA_{2007}^{S^X}, IA_t^{S^X}$ = pokazatelj aktivnosti u podsektoru X u 2007. godini i godini t

3.3. Potrošnja energije (osim električne) u sektoru usluga s klimatskom korekcijom po ekvivalentnom zaposleniku/površini (M3)

Pokazatelj M3 je omjer potrošnje energije (osim električne) korigirane s obzirom na klimatske uvjete u cijelom sektoru usluga i broja ekvivalentnih zaposlenika¹⁴ u sektoru. Alternativno, umjesto broja ekvivalentnih zaposlenika u sektoru, može se koristiti ukupna korisna površina (m²). Izražava se u jedinici *toe/zaposlenik ili toe/m²*.

Za izračun pokazatelja M3 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja energije (izuzev električne) u sektoru korigirana s obzirom na klimatske uvjete (za objašnjenje postupka korekcije pogledati objašnjenje dano uz pokazatelj P1) (ktoe);
- Broj ekvivalentnih zaposlenika u sektoru usluga (podatak dostupan iz Eurostat ili nacionalnih statistika) u tisućama ili korisna površina zgrada (m²) u sektoru usluga.

Pokazatelj M3 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{S_{NON-EL}}}{em^{S^{fe}}} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD^{heating}}$$

a uštede energije:

$$\left[\left(\frac{E_{2007}^{S_{NON-EL}}}{em_{2007}^{S^{fe}}} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD_{2007}^{heating}} \right) - \left(\frac{E_t^{S_{NON-EL}}}{em_t^{S^{fe}}} * \frac{MDD_{25}^{heating}}{ADD_t^{heating}} \right) \right] * em_t^{S^{fe}}$$

pri čemu su:

$E_{2007}^{S_{NON-EL}}, E_t^{S_{NON-EL}}$ = potrošnja energije (izuzev električne) u sektoru usluga u 2007. godini i godini t

$em_{2007}^{S^{fe}}, em_t^{S^{fe}}$ = ukupan broj zaposlenika u sektoru usluga (u ekvivalentu stalno zaposlenih) u 2007. godini i u godini t (alternativno se koristi podatak o korisnoj površini u sektoru usluga)

¹⁴ Broj ekvivalentnih zaposlenika se izračunava na temelju ukupnog broja zaposlenika u sektoru usluga svedenog na situaciju u kojoj bi svi zaposlenici bili stalno zaposleni. Broj tako izračunatih ekvivalentnih zaposlenika je manji nego stvarni broj zaposlenika u uslužnom sektoru.

MDD_{25} = srednja vrijednost stupanj-dana grijanja u proteklih 25 godina

$ADD_{2007}^{heating}$, $ADD_t^{heating}$ = stvarna vrijednost stupanj-dana grijanja u 2007. godini i godini t

3.4. Potrošnja električne energije u sektoru usluga po ekvivalentnom zaposleniku/ površini (M4)

Pokazatelj M4 je omjer potrošnje električne energije u cijelom sektoru usluga i broja ekvivalentnih zaposlenika u sektoru. Alternativno, umjesto broja ekvivalentnih zaposlenika u sektoru, može se koristiti ukupna korisna površina (m^2). Izražava se u jedinici *kWh/zaposlenik ili kWh/m²*.

Za izračun pokazatelja M4 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja električne energije u sektoru usluga (ktoe → kWh);
- broj ekvivalentnih zaposlenika u sektoru usluga (podatak dostupan iz Eurostat ili nacionalnih statistika) u tisućama ili korisna površina zgrada (m^2) u sektoru usluga.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena može biti posljedica stvarnih ušteda energije, povezanih s ugradnjom učinkovitiji rashladnih uređaja ili rasvjete. No, jedinična potrošnja može se i povećati zbog prelaska s korištenja goriva na korištenje električne energije za toplinske namjene kao i veće difuzije novih uređaja (pogotovo ICT).

Pokazatelj M4 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{SEL}}{em^{S^{fe}}}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{SEL}}{em_{2007}^{S^{fe}}} - \frac{E_t^{SEL}}{em_t^{S^{fe}}} \right) * em_t^{S^{fe}}$$

pri čemu su:

E_{2007}^{SEL} , E_t^{SEL} = potrošnja električne energije u sektoru usluga u 2007. godini i godini t

$em_{2007}^{S^{fe}}$, $em_t^{S^{fe}}$ = ukupan broj zaposlenika u sektoru usluga (u ekvivalentu stalno zaposlenih) u 2007. godini i u godini t (alternativno se koristi podatak o korisnoj površini u sektoru usluga)

3.5. Izračun ukupnih ušteda za sektor usluga

Ukupne uštede energije u cjelokupnom sektoru usluga izračunavaju se zbrajanjem ušteda električne energije i ostalih oblika energije. Zbrajanje se radi po podsektorima (pokazatelji P6 i P7) ili na razini cijelog sektora (pokazatelji M3 i M4). Kombinacija M i P pokazatelja (M3 i P7 ili M4 i P6) je moguća sve dok nema dvostrukog obračunavanja ušteda.

Za praćenje i ocjenu napretka energetske učinkovitosti i prikaz ukupnih ušteda energije na nacionalnoj razini u sektoru usluga u Hrvatskoj izračunavaju se M pokazatelji (M3 i M4), temeljeni na potrošnji energije po jedinici korisne površine zgrada uslužnog sektora. Rezultati se prikazuju u PJ.

4. Pokazatelji energetske učinkovitosti za PROMET

Pokazatelji energetske učinkovitosti za sektor prometa pokrivaju potrošnju energije u putničkom i teretnom cestovnom, željezničkom i prometu unutrašnjim vodnim putovima.

Pokazatelji energetske učinkovitosti za sektor prometa pokrivaju potrošnju benzina i dizela zajedno. Moguće je i razdvojiti potrošnje ovih dvaju goriva te pokazatelje računati zasebno za svaki od njih, kako bi se u obzir uzeo učinak zamjene goriva.

Također je potrebno u obzir uzeti i potrošnju goriva u tranzitu ili potrošnju goriva koja je rezultat turističkih aktivnosti primjenom nacionalne metode korekcije ukupne potrošnje energije u prometu.

Ukupne uštede energije u sektoru izračunavaju se zbrajanjem ostvarenih ušteda po pojedinim tipovima vozila i po pojedinim oblicima prijevoza. Pri tome se u obzir ne uzimaju negativne uštede koje se događaju u slučaju kada je pokazatelj u godini izvješćivanja veći od pokazatelja u referentnoj godini.

Ukupne uštede mogu se izračunati na tri načina:

- korištenjem pokazatelja P8 (ili A1), P9 (ili A2), P10, P11, P12 i P13 u kombinaciji s M7;
 - korištenjem pokazatelja P8 (ili A1), P9 (ili A2), P12 i P13 u kombinaciji s M6 i M7, ili
 - korištenjem pokazatelja M5 do M7 u kombinaciji s P12 i P13.
- Pokazatelji su sljedeći:
- P8: Potrošnja energije osobnih automobila po putničkom km (GJ/pkm),
 - A1 for P8: Specifična potrošnja energije osobnih automobila (l/100 km),
 - P9: Potrošnja energije kamiona i dostavnih vozila po tonskom km (GJ/tkm),
 - A2 for P9: Potrošnja energije kamiona i dostavnih vozila po vozilu (GK/vozilo),
 - P10: Potrošnja energije u željezničkom prijevozu putnika po putničkom km (GJ/pkm),
 - P11: Potrošnja energija u željezničkom prometu robe po bruto tonskom km (GJ/tkbr)
 - P12: Udio javnog prometa u putničkom prometu (%),
 - P13: Udio željezničkog i riječnog prometa u ukupnom robnom prometu (%),
 - M5: Potrošnja energije cestovnih vozila po ekvivalentnom vozilu (GJ/ekv vozilo),
 - M6: Potrošnja energije u željezničkom prometu po bruto tonskom km (GJ/tkbr),
 - M7: Potrošnja energije u riječnom prometu po tonskom km (GJ/tkm).

Uštede energije za cestovni promet mogu se računati na dva načina, ovisno o dostupnosti podataka:

- kao zbroj ušteda energije izračunatih korištenjem preferiranih pokazatelja P8 (ili A1 za P8) za automobile i P9 (ili A2 za P9) za kamione i dostavna vozila; ili
- kao razlika vrijednosti minimalnog pokazatelja M5.

Uštede energije za željeznički promet mogu se računati na dva načina, ovisno o dostupnosti podataka:

- kao zbroj ušteda energije izračunatih korištenjem preferiranih pokazatelja P10 za putnički i P11 za teretni željeznički promet;
- kao razlika vrijednosti minimalnog pokazatelja M6.

Uštede energije za *promet unutrašnjim vodnim putovima* mogu se izračunati korištenjem minimalnog pokazatelja M7.

Uštede energije koje su rezultat promjene načina prijevoza (tzv. *modal shift*) jednake su zbroju ušteda izračunatih pokazateljima P12 i P13.

Korištenje preferiranih pokazatelja energetske učinkovitosti daje točnije rezultate, koji su bliži stvarnim tehničkim uštedama energije. Minimalni pokazatelji vjerojatno podcjenjuju uštede jer uključuju i učinak čimbenika koji nisu vezani za energetske učinkovitost.

4.1. Potrošnja energije osobnih automobila po putničkom km (P8)

Pokazatelj P8 je omjer ukupne godišnje potrošnje goriva osobnih automobila i njihovog prometa izraženog u putničkim km. Izražava se u jedinici goe/pkm.

Za izračun pokazatelja P8 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja energije osobnih automobila (ktoe),
- automobilski putnički promet (Gpkm).

Potrošnja energije osobnih automobila nije standardni podatak iz energetske statistike. Taj se podatak određuje temeljem službenih statistika o prodaji motornih goriva (benzin, dizel), broju vozila i iz rezultata istraživanja o korištenju vozila u km godišnje, kao i iz podataka o specifičnoj potrošnji goriva (l/100 km) kroz jednostavno modeliranje. Općenito, procjena se ne radi samo za automobile, već je dio opće raspodjele potrošnje motornih goriva po vrstama cestovnih vozila (automobili, kamioni, dostavna vozila, autobusi, motocikli). U nekim zemljama radi se razlika između potrošnje domaćih automobila i ukupne potrošnje, koja uključuje i strana vozila.

Za izračun potrošnje energije osobnih automobila koriste se sljedeći ulazni podaci:

- potrošnja UNP u automobilima (ktoe),
- potrošnja benzina u automobilima (ktoe),
- potrošnja dizela u automobilima (ktoe).

Ukupan promet osobnim automobilima (Gpkm) podatak je koji je dostupan iz općih državnih statistika kao i iz Eurostata. Uobičajeno se temelji na podacima o prijeđenim km po vozilu i prosječnom broju osoba po vozilu.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava razne vrste ušteda energije: tehničke uštede, uštede vezane uz promjene ponašanja u vožnji, uštede vezane uz reduciranu mobilnost automobila kao i uštede vezane uz povećan broj osoba po vozilu.

Pokazatelj P8 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{CA}}{T^{CA}}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{CA}}{T_{2007}^{CA}} - \frac{E_t^{CA}}{T_t^{CA}} \right) * T_t^{CA}$$

pri čemu su:

E_{2007}^{CA}, E_t^{CA} = potrošnja energije osobnih automobila (motorna goriva) u 2007. godini i godini t

T_{2007}^{CA}, T_t^{CA} = ukupan promet osobnih automobila (putnički km) u 2007. godini i godini t

4.2. Specifična potrošnja energije osobnih automobila (A1 za P8)

Pokazatelj A1 predstavlja specifičnu potrošnju automobila. Izražava se u l/100 km.

Za izračun pokazatelja A1 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja energije osobnih automobila (za određivanje ovog podatka pogledati pokazatelj P8) (ktoe);
- broj automobila;
- prosječna udaljenost prijeđena automobilom (km/auto god.);
- pretvorbeni faktor iz litre u toe za motorna goriva (benzin, dizel, biogoriva, UNP).

Broj automobila odgovara broju automobila koji su registrirani u državi na razmatrani datum i koji imaju dozvolu za prometovanje javnim prometnicama¹⁵.

Prosječna udaljenost godišnje prijeđena osobnim automobilom podatak je koji se uobičajeno dobiva iz istraživanja/anketiranja u kućanstvima ili u prometnom sektoru. Treba se temeljiti na godišnjim podacima, a ne na ekstrapolacijama jer može značajno varirati iz godine u godinu ovisno o gospodarskoj situaciji i cijenama goriva.

Pretvorbeni faktor iz litre u toe za benzin i dizel u obzir uzima prosječnu gustoću goriva (0.75 za motorni benzin i 0.85 za dizel¹⁶) i njihovu ogrjevnu moć (1.051 toe/t za motorni benzin i 1.017 toe/t za dizel¹⁷). Prema tome, koeficijenti su: 0.788 koe/l za motorni benzin i 0.88 koe/l za dizel¹⁸. Ovi se koeficijenti moraju korigirati tako da odražavaju i stvarnu uporabu biogoriva u prometu¹⁹.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava kako tehnološke napretke tako i promjene ponašanja vozača. Razlika između ušteda izračunatih pokazateljem P8 i A1 predstavlja učinak promjena u okupiranosti vozila i promjene u strukturi goriva (zbog činjenice da benzin i dizel imaju različite energetske vrijednosti po litri)²⁰.

¹⁵ Službeni podaci često se odnose na sva registrirana vozila (npr. uključujući vozila koja više nisu u uporabi) jer kumuliraju sve nove registracije bez izbacivanja onih vozila koja jesu registrirana ali se više ne koriste.

¹⁶ Raspon je 0.70-0.78 za motorni benzin i 0.82-0.90 za dizel.

¹⁷ 2009. godine uvedene su nove vrijednosti harmonizirane između Eurostat i IEA: 1.051 toe/t za motorni benzin (44000 kJ/kg) i 1.017 toe/t za dizel (42600 kJ/kg).

¹⁸ Što redom odgovara 33000 kJ/l i 36210 kJ/l.

¹⁹ Postoje dva načina mjerenja potrošnje benzina u energetske statistikama, ovisno o izvorima podataka: iz podataka o potrošnji naftnih derivata (iz energetske bilance) ili iz podataka o potrošnji naftnih derivata i biogoriva (iz podataka naftnih tvrtki). Ukoliko su biogoriva uključena u podatke o potrošnji goriva, potrebno je koristiti korekcijski faktor kojim će se u obzir uzeti prosječna gustoća i energetska vrijednost mješavine benzin/biogorivo. Ukoliko nisu uključena u ukupnu potrošnju goriva, tada se jednadžba treba nadopuniti potrošnjom biogoriva. Prosječne vrijednosti preporučene od EK su: 0.78 koe/l za bioetanol i 0.51 koe/l za dizel.

²⁰ Primjerice, povećana uporaba dizela rezultira povećanim energetske sadržajem jedne litre goriva, što vodi do nižih ušteda izračunatih pomoću pokazatelja u goe/pkm u usporedbi s uštedama izračunatim pomoću pokazatelja u l/100 km.

Pokazatelj A2 je E^{CAspec} , a uštede energije računaju se matematičkom formulom:

$$\left[(E_{2007}^{CAspec} - E_t^{CAspec}) \right] * \frac{D_i^{av.km.CA}}{100} * S_t^{CA} * K_t$$

pri čemu je:

$$K_t = \frac{(E_t^{CAgasoline} * F_{gasoline}^{conversion}) + (E_t^{CAdiesel} * F_{diesel}^{conversion})}{E_t^{CA}}$$

Pretvorbeni faktori su:

$$F_{gasoline}^{conversion} = 0.80$$

$$F_{diesel}^{conversion} = 0.88$$

pri čemu su:

E_{2007}^{CAspec} , E_t^{CAspec} = specifična potrošnja goriva u automobilima u l/100 km u 2007. godini i u godini t

$D_i^{av.km.CA}$ = prosječna godišnja udaljenost u km po automobilu u godini t

$$S_t^{CA} = \text{ukupan broj automobila u godini t}$$

K_t = prosječni ponderirani koeficijent za benzin i dizel u godini t.

$E_t^{CAgasoline}$ = potrošnja benzina u automobilima u l/100 km u godini t21

$E_t^{CAdiesel}$ = potrošnja dizela u automobilima u l/100 km u godini t.

Postoje dvije metode izračuna pokazatelja A1 (E^{CA}). Prva metoda podrazumijeva uporabu sljedećih ulaznih podataka:

- broj automobila (benzinski, dizel i UNP),
- prosječna godišnja kilometraža po automobilu (km/auto god.),
- potrošnja energije automobila (u litrama l) (E^{CA}).

Pri tome je $E^{CAspec} = E^{CA} / (S^{CA} \cdot D_i^{av.km.CA} \cdot 100)$. Za pretvorbu podataka o potrošnji energije iskazanih u toe u litre koriste se sljedeće donje ogrjevne moći i pretvorbeni faktori: 46,89 MJ/kg i 0,53 kg/l za UNP, 44,59 MJ/kg i 0,77 kg/l za benzin te 42,71 MJ/kg i 0,85 kg/l za dizel.

Drugi način izračuna podrazumijeva uporabu podataka o specifičnoj potrošnji benzinskih, dizelskih i UNP automobila u l/100 km i broja automobila (benzinskih, dizel i UNP) u tisućama:

$$E^{CAspec} = (E^{CAgasoline} \cdot S^{CAgasoline} + E^{CAdiesel} \cdot S^{CAdiesel} + E^{CAUNP} \cdot S^{CAUNP}) / S^{CA}$$

Ukoliko su ulazni podaci ispravni, rezultati za pokazatelja A2 dobiveni na oba opisana načina moraju biti isti.

4.3. Potrošnja energije kamiona i dostavnih vozila po tonskom km (P9)

Pokazatelj P9 je omjer potrošnje energije kamiona i dostavnih vozila i cestovnog prometa roba izraženog u tonskim km. Izražava se u jedinici goe/tkm.

Za izračun pokazatelja P9 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja energije kamiona i dostavnih vozila (ktoe),
- cestovni promet roba u tonskim km (Gtkm).

Potrošnja energije kamiona i dostavnih vozila temelji se na podacima o prodaji motornih goriva po tipu cestovnog vozila (pogledati objašnjenje dano uz pokazatelj P8). Cestovni promet roba u tonskim km je uobičajen podatak u nacionalnim statistikama kao i u Eurostatu. Često se radi razlika između domaćeg i međunarodnog prometa kao i između domaćih i stranih vozila. Za izračun ušteda energije, promet roba se treba odnositi na promet u zemlji bez obzira radi li se o domaćim ili stranim vozilima.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava učinak sveukupnog napretka u učinkovitosti cestovnog prometa roba: ovo može biti posljedica tehničkog napretka (npr. smanjenje specifične potrošnje vozila u l/100 km), poboljšano upravljanje flotom vozila, koje rezultira povećanom opterećenošću vozila, i konačno prijelaza na veće kamione, kojima se povećava specifična potrošnja po vozilu, ali se zbog veće količine tereta smanjuje potrošnja po tonskom km.

Uštede energije povezane s kamionima treba pažljivo interpretirati, jer je moguće da je povećana uporaba dizela vezana uz strane kamione (tranzit), a da to nije uzeto u obzir u nacionalnim energetskim statistikama vezanim uz potrošnju energije u prometu.

Pokazatelj P9 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{TLV}}{T^{TLV}}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{TLV}}{T_{2007}^{TLV}} - \frac{E_t^{TLV}}{T_t^{TLV}} \right) * T_t^{TLV}$$

pri čemu su:

E_{2007}^{TLV} , E_t^{TLV} = potrošnja energije kamiona i dostavnih vozila u 2007. godini i godini t

T_{2007}^{TLV} , T_t^{TLV} = ukupan promet kamiona i dostavnih vozila u tonskim km u 2007. godini i godini t

4.4. Potrošnja energije kamiona i dostavnih vozila po vozilu (A2 za P9)

Pokazatelj A2 je omjer godišnje potrošnje energije (goriva) kamiona i dostavnih vozila i broja kamiona i dostavnih vozila. Izražava se u jedinici toe/vozilo.

Za izračun pokazatelja A2 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja motornih goriva u kamionima i dostavnim vozilima (ktoe),
- broj kamiona i dostavnih vozila (u tisućama).

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava u prvom redu tehničke uštede (smanjenje specifične potrošnje vozila u l/100 km) i učinak smanjenja prosječne veličine vozila.

²¹ Pogledati gornju napomenu vezanu uz biogoriva.

Razlika u uštedama izračunatim pomoću pokazatelja P9 i A2 rezultat je boljeg upravljanja flotom vozila (povećano opterećenje vozila, tj. količina tereta i smanjenje broja ruta bez tereta) i promjene prosječne veličine vozila. Korištenjem A2 prijelaz na manja vozila prikazivat će se kao ušteda, što korištenjem P9 ne mora nužno biti slučaj. S druge strane, povećanje opterećenja vozila pokazat će se kao ušteda korištenjem pokazatelja P9, no to ne mora biti slučaj i pri korištenju pokazatelja A2.

Pokazatelj A2 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{TLV}}{S^{TLV}}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{TLV}}{S_{2007}^{TLV}} - \frac{E_t^{TLV}}{S_t^{TLV}} \right) * S_t^{TLV}$$

pri čemu su:

E_{2007}^{TLV} , E_t^{TLV} = potrošnja energije kamiona i dostavnih vozila u 2007. godini i u godini t

S_{2007}^{TLV} , S_t^{TLV} = broj kamiona i dostavnih vozila u 2007. godini i godini t

4.5. Potrošnja energije u željezničkom prijevozu putnika po putničkom km (P10)

Pokazatelj P10 je omjer potrošnje energije putničkih vlakova i putničkog željezničkog prometa mjenenog u putničkim km. Izražava se u jedinici goe/pkm.

Za izračun pokazatelja P10 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja energije putničkih vlakova (ktoe),
- putnički željeznički promet (Gpkm).

Službene energetske statistike uobičajeno prikazuju ukupnu potrošnju energije u željezničkom prometu, bez diferencijacije na putnički i teretni željeznički promet. Ukoliko ne postoje podaci o potrošnji energije u putničkom željezničkom prometu, može se napraviti aproksimacija koja se svodi na iskazivanje željezničkog putničkog i teretnog prometa u istoj jedinici – bruto tonskim km (brtkm). Ovaj podatak reflektira ukupnu težinu koja se transportira, uključujući težinu lokomotiva i vagona. Pri tome se koristi koeficijent koji izražava prosječnu bruto težinu po putniku i po toni roba²².

Podatak o ukupnoj potrošnji energije željezničkog prometa dostupan iz nacionalnih energetske statistika i Eurostata te se, prema tome, alocira na putnički promet i promet roba prema udjelu ovih prometa u ukupnim bruto tonskim km²³.

Podatak o željezničkom putničkom prometu u putničkim km standardni je podatak iz nacionalnih statistika kao i iz Eurostata.

²² Mogu se koristiti sljedeće vrijednosti: 1.7 tkbr po putničkom km i 2.5 tkbr po tonskom km.

²³ Potrošnja električne energije u sustavima podzemnih željeznica (metro) i u tramvajima može biti uključena u ukupnu potrošnju energije željezničkog prometa. Stoga izračun bruto tonskih km treba biti konzistentan s obuhvatom potrošnje energije koji se navodi u statistikama. Idealno bi bilo da postoje podaci koji odvajaju potrošnju energije tramvaja i metroa od potrošnje vlakova.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava kako tehničke uštede energije tako i utjecaj povećanja prosječnog faktora opterećenja vlakova. Razvoj super-brzih vlakova može neutralizirati/prikriti ove uštede, jer velike brzine povećavaju specifičnu potrošnju vlakova. S druge strane, ovakvi vlakovi privlače i dio putnika iz zračnog prijevoza, a time uzrokuju uštede u ovom segmentu prometa koje se razmatranim pokazateljem ne mogu uzeti u obzir.

Pokazatelj P10 računa se matematičkom formulom

$$\frac{E^{RPa}}{T^{RPa}}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{RPa}}{T_{2007}^{RPa}} - \frac{E_t^{RPa}}{T_t^{RPa}} \right) * T_t^{RPa}$$

pri čemu su:

E_{2007}^{RPa} , E_t^{RPa} = potrošnja energije u putničkom željezničkom prometu u 2007. godini i godini t

T_{2007}^{RPa} , T_t^{RPa} = ukupni putnički željeznički promet u putničkim km u 2007. godini i godini t.

4.6. Potrošnja energije u željezničkom prometu robe po bruto tonskom km (P11)

Pokazatelj P11 izračunava se kao omjer potrošnje energije teretnih vlakova i željezničkog prometa roba mjenenog u tonskim km. Izražava se u jedinici goe/tkm.

Za izračun pokazatelja P11 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja energije željezničkog prometa roba (ktoe),
- teretni željeznički promet (Gtkm).

Definicija i izračun potrošnje energije željezničkog teretnog prometa je slična kao i za putnički promet (pogledati pokazatelj P10). Podatak o željezničkom teretnom prometu u tonskim km je standardni podatak dostupan iz nacionalnih statistika kao i iz Eurostata.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava kako tehničke uštede tako i povećanje prosječnog faktora opterećenja vlakova.

Pokazatelj P11 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{RFR}}{T^{RFR}}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{RFR}}{T_{2007}^{RFR}} - \frac{E_t^{RFR}}{T_t^{RFR}} \right) * T_t^{RFR}$$

pri čemu su:

E_{2007}^{RFR} , E_t^{RFR} = potrošnja energije u željezničkom teretnom prometu u 2007. godini i godini t

$T_{2007}^{RFr}, T_t^{RFr}$ = ukupni teretni željeznički promet u 2007. godini i godini t.

4.7. Udio javnog prometa u putničkom prometu (P12)

Jedinična potrošnja energije u javnom putničkom prometu izražava se u **goe/pkm** i izračunava kao omjer potrošnje energije u svim oblicima javnog putničkog prijevoza i prometa izraženog u putničkim km. Udio javnog prometa u putničkom prometu izražava se u **postotcima**, a predstavlja omjer putničkog javnog prometa i ukupnog putničkog prometa.

Potrošnja energije u javnom putničkom prijevozu nije podatak dostupan iz energetske bilance izrađene prema pravilima Eurostata. Ovaj se podatak izračunava na temelju potrošnje motornih goriva prema tipu vozila (pogledati pokazatelj P8) i potrošnje energije u putničkom željezničkom prometu (pogledati pokazatelj P10).

Za izračun pokazatelja P12 potrebni su sljedeći podaci:

- ukupan putnički promet (Mpkm),
- putnički javni promet (Mpkm),
- jedinična potrošnja automobila (toe/pkm) – pokazatelj P8,
- jedinična potrošnja energije javnog prometa (toe/pkm).

Ukupan putnički promet uključuje sljedeće oblike prijevoza: automobile, motocikle, autobuse, metro, tramvaje i vlakove, sve mjereno u putničkim km. Putnički javni promet uključuje: autobuse, metro, tramvaje i vlakove, sve mjereno u putničkim km. Prema tome, putnički javni promet predstavlja ukupan putnički promet umanjen za promet osobnim vozilima (automobili i motocikli). Jedinična potrošnja automobila u goe/pkm odgovara pokazatelju P8, a jedinična potrošnja energije javnog prometa je *de facto* jedinična potrošnja energije putničkog autobusnog prometa, metroa, tramvaja i vlakova (često sadržano pod željeznicom) i prometa unutrašnjim plovnicima putovima. Dodatni podaci koji su potrebni za izračun jedinične potrošnje javnog prometa, a nisu objašnjeni kod izračuna prethodnih pokazatelja (P8 i P10) su:

- putnički promet autobusima (Mpkm),
- potrošnja dizela u autobusima (ktoe),
- potrošnja dizela u prometu unutrašnjim plovnicima putovima (ktoe).

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava promjenu udjela javnog prometa u ukupnom putničkom prometu. Smanjivanje udjela javnog prijevoza rezultira nultim uštedama zbog promjene načina prijevoza.

Pokazatelj P12 računa se matematičkom formulom:

$$PT = \frac{T_{public}^{Pa}}{T_t^{Pa}}$$

a uštede energije:

$$(PT_t - PT_{2007}) * T_t^{Pa} * (UE_t^{CA} - UE_t^{PT})$$

pri čemu su:

PT_{2007}, PT_t , = udio javnog prometa u 2007. godini i u godini t

T_t^{Pa} = ukupni putnički promet u godini t u putničkim km

T_{public}^{Pa} = putnički javni promet u putničkim km

UE_t^{CA} = jedinična potrošnja energije automobila u godini t (goe/pkm)

UE_t^{PT} = jedinična potrošnja energije u javnom prometu u godini t (goe/pkm).

4.8. Udio željezničkog prometa i prometa unutrašnjim riječnim putovima u ukupnom robnom prometu (P13)

Jedinična potrošnja energije željezničkog i riječnog prometa izražava se u **goe/tkm**, a izračunava kao omjer potrošnje energije i ukupnog prometa (u tonskim km) ostvarenog ovim oblicima prometa. Udio željezničkog i prometa unutrašnjim plovnicima u teretnom prometu izražava se u **postotcima**, a predstavlja omjer ovih oblika prometa i ukupnog prometa roba.

Podatak o potrošnji energije željezničkog i riječnog prometa je dostupan iz nacionalnih energetske statistika i Eurostata.

Za izračun pokazatelja P13 potrebni su sljedeći podaci:

- ukupan promet roba (Mtkm);
- željeznički promet roba (Mtkm);
- promet roba unutrašnjim plovnicima putovima (Mtkm);
- jedinična potrošnja energije cestovnog prometa roba (goe/tkm) – pokazatelj P9;
- jedinična potrošnja energije željezničkog i prometa roba unutrašnjim plovnicima putovima (goe/tkm).

Ukupan promet roba uključuje sljedeće oblike prijevoza: kamione i dostavna vozila, vlakove i unutrašnje plovne putove, sve mjereno u tonskim km. Promet roba željeznicom i unutrašnjim plovnicima putovima standardan je podatak dostupan iz nacionalnih statistika i Eurostata. Jedinična potrošnja energije cestovnog prometa roba (kamioni i dostavna vozila) u goe/tkm odgovara pokazatelju P9.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava uštede zbog povećanog udjela željezničkog i riječnog prometa u ukupnom prometu roba. Što se tiče putničkog prometa, u većini zemalja prisutan je trend smanjenja udjela ovih vrsta prometa, što rezultira nultim uštedama energije zbog promjene načina prijevoza.

Pokazatelj P13 računa se matematičkom formulom:

$$RW = \frac{T_{RW}^{Fr}}{T^{Fr}}$$

a ušteda energije:

$$(RW_t - RW_{2007}) * T_t^{Fr} * (UE_{RW_t}^{Fr} - UE_{RW_t}^{Fr})$$

pri čemu su:

RW_t, RW_{2007} = udio željezničkog prometa roba i prometa roba unutrašnjim plovnicima putovima u 2007. godini i godini t u ukupnom prometu roba

T_{RW}^{Fr} = željeznički i promet roba unutrašnjim plov-
nim putovima

T_t^{Fr} = ukupni promet roba (cestovni, željeznički i
unutrašnjim plovnicima) u godini t

$UE_{RV,t}^{Fr}$ = jedinična potrošnja energije cestovnog pro-
meta roba (kamioni i dostavna vozila) u godini t

$UE_{RW,t}^{Fr}$ = jedinična potrošnja energije željezničkog i
riječnog prometa roba u godini t

4.9. Potrošnja energije cestovnih vozila po ekvivalentnom vozilu (M5)

Pokazatelj M5 zamjenjuje pokazatelje P8 i P9, ukoliko oni ne
mogu biti izračunati zbog nedostatka podataka o potrošnji energije
u cestovnom prometu po tipu vozila.

Pokazatelj M5 povezuje ukupnu potrošnju energije u cestovnom
prometu s fiktivnim brojem svih cestovnih vozila izraženih u broju
ekvivalentnih automobila. Izražava se u jedinici toe/ekv.auto.

Za izračun pokazatelja M5 potrebni su sljedeći podaci:

- ukupna potrošnja energije cestovnog prometa (ktoe);
- broj cestovnih vozila po tipu (autobusi, motocikli, kamioni,
dostavna vozila i automobili) u tisućama;
- koeficijent koji odražava razliku u prosječnoj godišnjoj potroš-
nji energije između svakog pojedinog tipa vozila i automobila (jer se
sve svodi na ekvivalentni automobil).

Ukupna potrošnja energije cestovnog prometa podatak je do-
stupan iz nacionalnih energetske statistika odnosno Eurostata.
Ukoliko postoje podaci ili procjene udjela stranih vozila u ukupnom
cestovnom prometu, ovaj se podatak i povezana potrošnja energije
mogu izuzeti iz ukupne potrošnje energije cestovnog prometa koja
je dostupna iz nacionalne energetske bilance.

Podatak o broju cestovnih vozila po tipu vozila (automobili,
kamioni, dostavna vozila, autobusi i motocikli) dostupan je iz naci-
onalnih statistika i Eurostata.

Pretvorba broja ostalih tipova vozila u ekvivalentne automobile
radi se pomoću odgovarajućih koeficijenata kako bi se u obzir uzele
njihove međusobne razlike u potrošnji energije (goriva). Ukoliko,
primjerice, autobus troši prosječno 15 toe/god., a automobil 1 toe/
god., jedan je autobus jednak 15 ekvivalentnih automobila. Ovi se
koeficijenti mogu odrediti iz istraživanja (ili procjena) o prijedenoj
udaljenosti i specifičnoj potrošnji (l/100 km) za odabrane godine.
Moguće je koristiti sljedeće vrijednosti:

- 1 kamion i dostavno vozilo = 4 ekvivalentna automobila,
- 1 autobus = 15 ekvivalentnih automobila, i
- 1 motocikl = 0.15 ekvivalentna automobila.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava različite
vrste ušteda: tehničke (povećana energetska učinkovitost vozila),
uštede vezane uz promjenu ponašanja (zajedničko korištenje auto-
mobila, tzv. *car pooling*) i smanjenje udaljenosti prijedene vozilima.

Pokazatelj M5 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{RV}}{S^{RVCAeq}}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{RV}}{S_{2007}^{RVCAeq}} - \frac{E_t^{RV}}{S_t^{RVCAeq}} \right) * S_t^{RVCAeq}$$

pri čemu su:

E_{2007}^{RV} , E_t^{RV} = potrošnja energije cestovnih vozila (auto-
mobili, kamioni i dostavna vozila, motocikli, autobusi) u 2007. godini
i u godini t

S_{2007}^{RVCAeq} , S_t^{RVCAeq} = broj cestovnih vozila u ekvivalentnim au-
tomobilima u 2007. godini i u godini t

4.10. Potrošnja energije u željezničkom prometu po bruto tonskom km (M6)

Pokazatelj M6 izračunava se kao omjer potrošnje energije u že-
ljezničkom prometu i u ukupnom prometu roba izraženom u bruto
tonskim km²⁴. Izražava se u jedinici goe/brtkm.

Za izračun pokazatelja M6 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja energije u željezničkom prometu (ktoe);
- ukupni željeznički promet (Gbrtkm).

Podatak o potrošnji energije u željezničkom prometu dostupan
je iz nacionalne energetske bilance. Podaci o željezničkom put-
ničkom prometu u putničkim km i željezničkom prometu roba u
tonskim km uobičajeno su odstupni iz nacionalnih statistika i Eu-
rostata, a iz njih se izračunava ukupan željeznički promet. Ukupan
željeznički promet izračunava se pretvorbom putničkog prometa i
prometa roba u istu mjernu jedinicu – bruto tonski km (brtkm) –
koja odražava ukupnu težinu tereta koji se mora prevoziti uključuju-
ći težinu lokomotive i vagona. U ovu se svrhu koristi koeficijent koji
izražava ukupnu (bruto) prosječnu težinu po putniku i po toni robe²⁵
i te se vrijednosti standardno koriste u svim zemljama.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava ukupne
uštede koje su rezultat poboljšane učinkovitosti vlakova i povećanog
faktora njihovog opterećenja.

Pokazatelj M6 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^R}{T^R}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^R}{T_{2007}^R} - \frac{E_t^R}{T_t^R} \right) * T_t^R$$

pri čemu su:

E_{2007}^R , E_t^R = potrošnja energije željezničkog prometa u
2007. godini i u godini t

²⁴ Bruto tonski km je uobičajena mjerna jedinica za ukupni promet roba i
putnika u tonskim km, uključujući i težinu lokomotive i vagona. Koristi se
za agregiranje podataka o putničkom prometu i prometu roba. Potrošnja
energije se uobičajeno alokira između putničkog prometa i prometa roba
prema njihovom udjelu u ukupnom prometu izraženom u tkbr.

²⁵ Koriste se sljedeće vrijednosti: 1.7 tkbr po putničkom km za putnike i 2.5
tkbr po tonskom km za robe.

T_{2007}^R, T_t^R = ukupni željeznički promet u bruto tonskim km u 2007. godini i u godini t

4.11. Potrošnja energije u prometu unutrašnjim plovnim putovima po tonskom km (M7)

Pokazatelj M7 izračunava se kao omjer potrošnje energije prometa unutrašnjim plovnim putovima i tog prometa izraženog u tonskim km. Izražava se u jedinici kgoe/tkm.

Za izračun pokazatelja M7 potrebni su sljedeći podaci:

- potrošnja energije prometa unutrašnjim plovnim putovima (ktoe);

- promet roba unutrašnjim plovnim putovima (Mtkm).

Podatak o potrošnji energije ove vrste prometa dostupan je iz nacionalne energetske bilance odnosno Eurostata. Podatak o prometu roba u tonskim km je također dostupan iz nacionalnih statistika i Eurostata.

Ukoliko je putnički promet unutrašnjim plovnim putovima značajan (što u Hrvatskoj nije), putnički se promet može pretvoriti u tonske km na način opisan uz pokazatelj M6.

Varijacija ovog pokazatelja tijekom vremena odražava poboljšanu energetska učinkovitost brodova kao i povećanje faktora opterećenja.

Pokazatelj M7 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^W}{T^W}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^W}{T_{2007}^W} - \frac{E_t^W}{T_t^W} \right) * T_t^W$$

pri čemu su:

E_{2007}^W, E_t^W = potrošnja riječnog prometa u 2007. godini i u godini t

T_{2007}^W, T_t^W = ukupan riječni promet u 2007. godini i u godini t.

4.12. Izračun ukupnih ušteda energije za promet

Ukupne uštede energije postignute u sektoru prometa izračunavaju se kao zbroj ušteda ostvarenih po pojedinom tipu prometa i ušteda zbog promjene načina prometa (D).

Uštede energije po tipu prometa su zbroj ušteda ostvarenih u:

- cestovnom prometu,
- željezničkom prometu i
- riječnom prometu (unutrašnji plovni putovi).

Ukupne uštede energije, prema tome, jednake su zbroju A+B+C+D.

Uštede energije za cestovni promet (A) mogu se računati na dva načina u ovisnosti o raspoloživosti podataka:

- kao zbroj ušteda energije za automobile te kamione i dostavna vozila izračunatih korištenjem pokazatelja P8 (ili A1) i P9 (ili A2);
- kao ušteda energije izračunata korištenjem pokazatelja M5.

Uštede energije za željeznički promet (B) mogu se računati na dva načina u ovisnosti o raspoloživosti podataka:

- kao zbroj ušteda energije za putnički željeznički promet i željeznički promet roba izračunatih korištenjem pokazatelja P10 i P11;
- kao ušteda energije izračunata korištenjem pokazatelja M6.

Uštede energije za promet unutrašnjim plovnim putovima (C) izračunava se korištenjem pokazatelja M7.

Prvi je pristup (a) + (c) najtočniji jer daje rezultate najbliže tehničkim uštedama energije. Pristup (b) + (d) će podcijeniti uštede, jer će uključivati i učinke koji nisu vezani uz energetska učinkovitost²⁶.

Uštede energije koje su rezultat promjene načina prijevoza jednake su zbroju ušteda izračunatih korištenjem pokazatelja P12 i P13.

Za praćenje i ocjenu napretka energetske učinkovitosti na nacionalnoj razini u prometu u Hrvatskoj izračunavaju se svi navedeni pokazatelji, a ukupne uštede se izračunavaju korištenjem pristupa (a)+(c)+(C)+(D), tj. korištenjem pokazatelja P8 do P13 i M7. Rezultati se prikazuju u PJ.

5. Pokazatelji energetske učinkovitosti za INDUSTRIJU

Pokazatelji energetske učinkovitosti za industriju temelje se na potrošnji energije u svim industrijskim granama koje su u obuhvatu ESD. *Poljoprivreda može biti uključena kao jedan podsektor.*

Kako ESD ne uključuje potrošnju energije u onim postrojenjima čije aktivnosti pripadaju listi danoj u Prilogu I Direktive 2003/87/EC kojom se uspostavlja shema trgovanja pravima na emisiju stakleničkih plinova, potrebno je iz izračuna pokazatelja izuzeti ovu potrošnju. Izuzimanje se radi pomoću korekcijskog faktora K koji predstavlja udio u ukupnoj potrošnji energije u industrijskoj grani za kojega su odgovorna postrojenja iz obuhvata Direktive 2003/87/EC.

Ukupne uštede energije u sektoru izračunavaju se zbrajanjem ostvarenih ušteda po pojedinim industrijskim granama. Pri tome se u obzir ne uzimaju negativne uštede koje se događaju u slučaju kada je pokazatelj u godini izvješćivanja veći od pokazatelja u referentnoj godini.

Ukupne uštede mogu se izračunati korištenjem pokazatelja P ili M.

Pokazatelji su sljedeći:

- P14: potrošnje energije u industrijskoj grani po jedinici proizvodnje (indeksu proizvodnje)
- M8: potrošnje energije u industrijskoj grani po dodanoj vrijednosti.

Za izračun pokazatelja potrebni su podaci o potrošnji energije i indikatorima aktivnosti (indeks proizvodnje ili dodana vrijednost) u svakoj industrijskoj grani. Popis industrijskih grana dan je u Prilogu, a temelji se na ISIC klasifikaciji²⁷.

Ukoliko vrijednosti ulaznih parametara po industrijskim granama nisu dostupni, pokazatelje je moguće računati na razini cijelog sektora. No, takav izračun nije u potpunosti točan i treba ga izbjegavati, jer ukupna potrošnja energije u industriji prema metodologiji EK uključuje potrošnju energije u ISIC kategorijama C (rudarstvo), D (proizvodnja) i F (graditeljstvo), dok izvori podataka za dodanu vrijednost uključuju kategorije C, D i F ali i kategoriju E (opskrba električnom energijom, plinom i vodom). Također, vrijednosti indeksa proizvodnje uključuju samo kategorije C, D i E i (bez kategori-

²⁶ Moguće su sve kombinacije : a+b, a+c, b+c, b+d

²⁷ ISIC klasifikacija (eng. International Standard Industrial Classification of All Economic Activities)

je F). Zbog te činjenice, jedini točan izračun pokazatelja energetske učinkovitosti u industriji je njihova vrijednosti po granama. Izračun pokazatelja na razini cijelog sektora može poslužiti samo kao aproksimacija.

	C (rudarstvo)	D (proizvodnja)	E (električna energija, plin & voda,)	F (graditeljstvo)
Ukupna potrošnja energije	x	x		x
Dodana vrijednost	x	x	x	x
Indeks proizvodnje	x	x	x	

Izvori podataka za dodanu vrijednost i indeks proizvodnje su baza podataka statističkog odjela UNECE²⁸, koja sadrži podatke iz nacionalnih i međunarodnih izvora (CIS, EUROSTAT, IMF, OECD).

4.13. Potrošnja energije u industrijskoj grani po jedinici proizvodnje (P14)

Pokazatelj P14 je omjer neposredne potrošnje energije i indeksa proizvodnje u razmatranoj industrijskoj grani. Izražava se u jedinici toe/indeks.

Za izračun pokazatelja P14 potrebni su sljedeći podaci:

- neposredna potrošnja energije industrijske grane (toe);
- indeks proizvodnje industrijske grane (vrijednost indeksa/100);
- udio u potrošnji energije industrijske grane koji je u obuhvatu ESD.

Podatak o neposrednoj potrošnji energije po industrijskim granama dostupan je iz Eurostata za 13 grana koje odgovaraju NACE klasifikaciji (u Prilogu je dana ISIC klasifikacija):

- rudarstvo (NACE 13-14),
- prehrambena i duhanska industrija (NACE 15-16),
- tekstilna industrija (NACE 17-19),
- drvena industrija (NACE 20),
- industrija papira (NACE 21-22),
- kemijska industrija (NACE 24),
- industrija nemetalnih minerala (NACE 26), od toga cementna industrija (NACE 26.51),
- industrija željeza i čelika (27.1),
- industrija obojenih metala (27.2),
- proizvodnja strojeva i metala (NACE 28-32), od toga proizvodni od metala (NACE 28),
- oprema za prijevoz (NACE 34-35),
- ostala industrija (NACE 25+33+36+37), od toga guma i plastika (NACE 25),
- graditeljstvo (NACE 45).

Industrijski indeks proizvodnje je najčešće korišteni pokazatelj industrijske aktivnosti (proizvodnje) po granama²⁹; uobičajeno se veže na neku početnu godinu (npr. indeks je 100 za 2000. godinu). Ovaj je podatak dostupan iz Eurostata kao i nacionalnih statistika.

Udio potrošnje energije u industrijskim granama koje su u obuhvatu ESD odgovara dijelu industrijske potrošnje koji nije pokriven (odnosno neće biti pokriven) shemom trgovanja emisijama. Ovaj udio se uzima iz prvog Nacionalnog akcijskog plana i drži se konstantnim za razdoblje 2008.-2016. ukoliko ne postoje precizniji godišnji podaci. Ukoliko su godišnji podaci dostupni, taj bi udio trebao biti ažuriran svake godine.

Ušteda energije izračunata pomoću ovog pokazatelja pokazuje tehničke uštede energije, ali za pojedine grane može uključiti i utjecaj promjena u proizvodnom miksu (poglavito je ovo izraženo u kemijskoj industriji u kojoj se događa prelazak proizvodnje s teških kemikalija na lakše, poput kozmetičkih ili farmaceutskih proizvoda).

Suproizvodnja toplinske i električne energije (kogeneracija) jedna je od glavnih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti u industriji. Zbog načina na koji međunarodne organizacije prate statistike o **neposrednoj potrošnji energije**, povećana uporaba kogeneracije rezultirat će uštedama goriva na razini pojedine industrijske grane; rezultirajuće uštede su stoga već uključene u uštede izračunate temeljem razlike specifične potrošnje energije u pojedinoj grani. Doprinos kogeneracijskih postrojenja mogao bi se izračunati iz varijacija u tržišnoj penetraciji kogeneracije, primjerice korištenjem difuzijskih pokazatelja, ali se ne smiju dodavati izračunatim uštedama po granama korištenjem pokazatelja P14.

Pokazatelj P14 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{I^x}}{IPI^{I^x}}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{I^x}}{IPI_{2007}^{I^x}} - \frac{E_t^{I^x}}{IPI_t^{I^x}} \right) * IPI_t^{I^x} * K_{2007}^{I^x}$$

pri čemu su:

$E_{2007}^{I^x}$, $E_t^{I^x}$ = potrošnja energije industrijske grane x u 2007. godini i u godini t

$K_{2007}^{I^x}$ = udio u potrošnji energije industrijske grane x koji je u obuhvatu ESD u 2007. godini

$IPI_{2007}^{I^x}$, $IPI_t^{I^x}$ = indeks industrijske proizvodnje grane x u 2007. godini i u godini t

4.14. Potrošnja energije u industrijskoj grani po dodanoj vrijednosti (M8)

Pokazatelj M8 je omjer neposredne potrošnje energije i dodane vrijednosti u razmatranoj industrijskoj grani. Iz neposredne potrošnje energije se isključuje potrošnja onih postrojenja koja će ući u shemu trgovanja pravima na emisije stakleničkih plinova (objašnjenje je dano uz pokazatelj P14).

Za izračun pokazatelja M8 potrebni su sljedeći podaci:

- neposredna potrošnja energije industrijske grane (pogledati objašnjenje dano uz pokazatelj P14);

²⁸ <http://w3.unece.org/pxweb/database/STAT/20-ME/2-MENA/?lang=1>

²⁹ Indeksi proizvodnje računaju se vrlo precizno (4 – 5 znamenaka) temeljem podataka o fizičkoj proizvodnji u različitim jedinicama (npr. litre proizvedenog mlijeka, tone mesa i sl.). Da bi se izračunao indeks za granu (dvije znamenke u NACE klasifikaciji), detaljni indeksi se agregiraju kao ponderirani prosjek na temelju udjela svake podgrane u dodanoj vrijednosti cijele grane u baznoj godini (2000.).

• dodana vrijednost (realna) u industrijskoj grani (primjenom tečaja);

• udio u potrošnji energije industrijske grane koji je u obuhvatu ESD (pogledati objašnjenje faktora K dano uz pokazatelj P14)

Realna dodana vrijednost po industrijskim granama uobičajen je pokazatelj kojim se mjeri industrijska aktivnost (proizvodnja) u novčanoj vrijednosti (euro). Podatak je dostupan iz Eurostata ili nacionalnih statistika.

Ušteda energije izračunata pomoću ovog pokazatelja pokazuje tehničke uštede energije, ali također i utjecaj netehničkih faktora koji nisu vezani uz mjere energetske učinkovitosti (npr. promjena profita, miksa proizvoda ili kvalitete). Zbog toga se preporuča korištenje pokazatelja P14.

Pokazatelj M8 računa se matematičkom formulom:

$$\frac{E^{Ix}}{VA^{Ix}}$$

a uštede energije:

$$\left(\frac{E_{2007}^{Ix}}{VA_{2007}^{Ix}} - \frac{E_t^{Ix}}{VA_t^{Ix}} \right) * VA_t^{Ix} * K_{2007}^{Ix}$$

pri čemu su:

E_{2007}^{Ix} , E_t^{Ix} = potrošnja energije industrijske grane x u 2007. godini i u godini t

K_{2007}^{Ix} = udio u potrošnji energije industrijske grane x koji je u obuhvatu ESD u 2007. godini

VA_{2007}^{Ix} , VA_t^{Ix} = dodana vrijednost (realna) industrijske grane x u 2007. godini i u godini t

4.15. Izračun ukupnih ušteda za sektor industrije

Ukupne uštede energije u cjelokupnom sektoru industrije izračunavaju se zbrajanjem ušteda ostvarenih po pojedinim granama. Pri tome se za izračun ušteda po granama koristi ili pokazatelj P14 ili pokazatelj M8. Alternativno se ovi pokazatelji mogu izračunati i na razini cijelog industrijskog sektora, ali samo kao aproksimacija stvarnih ušteda.

Za praćenje i ocjenu napretka energetske učinkovitosti na nacionalnoj razini u sektoru industrije u Hrvatskoj izračunavaju se P i M pokazatelji (P14 i M8). Ukupno ostvarene uštede energije u sektoru izračunavaju se korištenjem pokazatelja P14. Rezultati se iskazuju u PJ.

6. Izračun ukupnih ušteda energije u neposrednoj potrošnji

Za izračun pokazatelja energetske učinkovitosti po sektorima kao i za izračun ukupnih ušteda energije potrebno je koristiti odgovarajući alat (MS Excel) kojega će biti moguće nadopunjavati svake godine novim podacima i tako kontinuirano izračunavati pokazatelje i uštede na godišnjoj razini. Svaki pokazatelj izračunava se u posebnom radnom listu, na posljednjem radnom listu izračunavaju se ostvarene godišnje uštede energije izračunavane pomoću svakom pojedinog pokazatelja te u konačnici ukupan

iznos ostvarenih ušteda energije po sektoru. Za svaki se sektor izračunavaju dvije vrijednosti ukupnih ušteda energije:

• Ukupne sektorske uštede 1: izračunate korištenjem minimalnih pokazatelja (M)

• Ukupne sektorske uštede 2: izračunate korištenjem preferiranih pokazatelja (P).

Ukupne uštede u neposrednoj potrošnji na nacionalnoj razini predstavljaju zbroj sektorski ušteda (temeljem P pokazatelja, osim u sektoru usluga gdje se koriste M pokazatelji) iskazan apsolutnom iznosu (PJ) i ako udio u ukupnom nacionalnom cilju (19,77 PJ u 2016. godini).

Preporučeni konačni prikaz pokazatelja i ušteda po sektorima i ukupno na nacionalnoj razini dan je sljedećim tablicama.

Tablica 1. Prikaz ušteda energije po sektorima

Oznaka pokazatelja	Uštede energije – SEKTOR	Jedinica	2008	2009	2010	...	t
M	Naziv pokazatelja						
...	...						
	Ukupne uštede 1 s M pokazateljima						
P	Naziv pokazatelja						
P	...						
...	...						
	Ukupne uštede 2 s P pokazateljima						

Tablica 2. Prikaz pokazatelja energetske učinkovitosti po sektorima

Oznaka pokazatelja	Pokazatelji energetske učinkovitosti – SEKTOR	Jedinica	2008	2009	2010	...	t
M	Naziv pokazatelja						
...	...						
P	Naziv pokazatelja						
P	...						
...	...						

Tablica 3. Prikaz ukupno ostvarenih ušteda energije na nacionalnoj razini

	2010	2011	...	t
	PJ			
Kućanstva				
Usluge				
Industrija				
Promet				
Ukupno				
Udio u nacionalnom cilju (19,77 PJ) za 2016. [%]				

7. ISIC

ISIC Rev.3.1

(International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Rev.3.1)

A – Poljoprivreda, lovstvo i šumarstvo

B – Ribarstvo

C – Rudarstvo

D – Proizvodnja

E – Opskrba električnom energijom, plinom i vodom

F – Graditeljstvo

G – Veleprodaja i maloprodaja; popravak motornih vozila, motocikla i osobnih i kućnih proizvoda
 H – Hoteli i restorani
 I – Promet, skladištenje i komunikacije
 J – Financijsko posredništvo
 K – Nekretnine, iznajmljivanje i poslovne aktivnosti
 L – Javna uprava i obrana, obvezna socijalna sigurnost
 M – Obrazovanje
 N – Zdravstvo i socijalni rad
 O – Ostale društvene, socijalne i osobne uslužne aktivnosti
 P – Aktivnosti privatnih kućanstava kao poslodavaca i nerazvrstane proizvodne aktivnosti privatnih kućanstava
 Q – Ekstrateritorijalne organizacije i tijela

ISIC Rev.3.1

(International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Rev.3.1)

A – Poljoprivreda, lovstvo i šumarstvo
 01 – Poljoprivreda, lovstvo i povezane uslužne aktivnosti
 02 – Šumarstvo, sječa drveta i povezane uslužne aktivnosti

B – Ribarstvo
 05 – Ribarstvo, akvakultura i sporedne uslužne aktivnosti vezane uz ribarstvo

C – Rudarstvo i vađenje
 10 – Vađenje ugljena i lignita; vađenje treseta
 11 – Vađenje sirove nafte i prirodnog plina; sporedne uslužne aktivnosti vezane uz vađenje nafte i prirodnog plina, isključujući mjerenja
 12 – Vađenje urana i torija
 13 – Vađenje metalnih ruda
 14 – Ostale rudarske djelatnosti

D – Proizvodnja
 15 – Proizvodnja prehrambenih proizvoda i pića
 16 – Proizvodnja duhanskih proizvoda

17 – Proizvodnja tekstila
 18 – Proizvodnja odjeće; dorada i bojenje krzna
 19 – Štavljenje i obrada kože; proizvodnja kovčega, torbica, sedlarskih, remenarskih proizvoda i obuće
 20 – Proizvodnja drva i proizvoda od drva i pluta, osim namještaja; proizvodnja proizvoda od slame i pletarskih materijala
 21 – Proizvodnja papira i proizvoda od papira
 22 – Izdavaštvo, tiskanje i umnožavanje snimljenih zapisa
 23 – Proizvodnja koksa, rafiniranih naftnih proizvoda i nuklearnog goriva

24 – Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda
 25 – Proizvodnja gumenih i plastičnih proizvoda
 26 – Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda
 27 – Proizvodnja osnovnih metala
 28 – Proizvodnja metalnih proizvoda, osim strojeva i uređaja
 29 – Proizvodnja strojeva i uređaja, d.n.
 30 – Proizvodnja uredske i računalne opreme
 31 – Proizvodnja električnih strojeva i uređaja, d.n.
 32 – Proizvodnja radijske, televizijske i komunikacijske opreme i uređaja
 33 – Proizvodnja medicinskih, preciznih i optičkih instrumenata i satova
 34 – Proizvodnja motornih vozila, prikolica i polu-prikolica
 35 – Proizvodnja ostale opreme za promet
 36 – Proizvodnja namještaja; ostala proizvodnja n.d.
 37 – Recikliranje

E – Opskrba električnom energijom, plinom i vodom
 40 – Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom
 41 – Prikupljanje, pročišćavanje i distribucija vode

F – Graditeljstvo
 45 – Graditeljstvo

G – Veleprodaja i maloprodaja; popravak motornih vozila, motocikla i osobnih i kućnih proizvoda

8. Reference

[1] Recommendations on Measurement and Verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services, European Commission, Directorate – General for Energy, Directorate C – New and renewable sources of energy, Energy efficiency & Innovation, C.4 – Energy Efficiency, 2010

[2] Calculation of energy savings with energy efficiency indicators for the ESD, Enerdata, siječanj 2011.

PRILOG II

METODOLOGIJA ZA OCJENU UŠTEDA ENERGIJE U NEPOSREDNOJ POTROŠNJI PRIMJENOM METODA ODOZDO-PREMA-GORE

Popis tablica

Tablica 1 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih povećanjem toplinske zaštite i zamjenom opreme za grijanje u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

Tablica 2 – Preporučene referentne vrijednosti za učinkovitost komponenti sustava grijanja prema preporukama EMEEES projekta

Tablica 3 – Preporučene referentne vrijednosti za specifične toplinske potrebe prema zahtjevima propisa važećih u određenom razdoblju (za stambeni i nestambeni sektor)

Tablica 4 – Specifični faktori emisije CO₂ po jedinici goriva i jedinici korisne topline

Tablica 5 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije ostvarenih povećanjem toplinske zaštite i zamjenom opreme za grijanje u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

Tablica 6 – Proračun prosječnih jediničnih ušteda za kućanstva za zgrade građene do 2006. g.

Tablica 7 – Proračun jediničnih ušteda za usluge zgrade građene do 2006. g.

Tablica 8 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih toplinskom izolacijom konstrukcija vanjske ovojnice zgrade

Tablica 9 – Preporučena formula za izračun ušteda energije ostvarenih toplinskom izolacijom pojedinih konstrukcija vanjske ovojnice zgrade u stambenim i nestambenim (uslužnim) zgradama – zid, prozor, krov

Tablica 10 – Maksimalno dozvoljeni koeficijenti prolaska topline prema novim Tehničkim propisima iz 2005. i 2008. godine

Tablica 11 – Karakteristični koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice (prosječni i prema periodima izgradnje)

Tablica 12 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije ostvarenih toplinskom izolacijom pojedinih konstrukcija vanjske ovojnice zgrade u stambenim i nestambenim (uslužnim) zgradama – zid, prozor, krov

Tablica 13 – Proračun jediničnih ušteda po površini pojedine konstrukcije vanjske ovojnice za stambeni sektor

Tablica 14 – Proračun jediničnih ušteda po površini pojedine konstrukcije vanjske ovojnice za sektor usluga

Tablica 18 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih povećanjem minimalnih zahtjeva u pogledu ušteda energije u novoj građevinskoj regulativi

Tablica 19 – Preporučena formula za izračun ušteda energije iz projekata novih zgrada

Tablica 17 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata novih zgrada primjenom nove građevinske regulative

Tablica 18 – Proračun prosječnih jediničnih ušteda za kućanstva za zgrade građene do 2006. g.

Tablica 19 – Proračun jediničnih ušteda za nestambene zgrade građene do 2006. g.

Tablica 20 – Preporučena formula za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih zamjenom opreme za grijanje u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

Tablica 21 – Preporučena formula za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novih sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

Tablica 22 – Zahtjevi za stupnjeve djelovanja novih toplovodnih kotlova na tekuće i plinovito gorivo prema Pravilniku o zahtjevima za

stupnjeve djelovanja novih toplovodnih kotlova na tekuće i plinovito gorivo (NN 135/05)

Tablica 23 – Preporučene referentne vrijednosti stupnjeva djelovanja sustava grijanja u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora prema preporukama EMEEES projekta

Tablica 24 – Normativi potrošnje korisne energije za pripremu potrošne tople vode u zgradama uslužnog sektora

Tablica 25 – Preporučene referentne vrijednosti specifične godišnje korisne energije za grijanje (SHD) za kućanstva i zgrade uslužnog sektora

Tablica 26 – Preporučene referentne vrijednosti specifične godišnje korisne energije za pripremu potrošne tople vode (SWD) za kućanstva i zgrade uslužnog sektora

Tablica 27 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije ugradnjom učinkovitog sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode kod kućanstva i zgrada uslužnog sektora – nova instalacija

Tablica 28 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije uslijed zamjene opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora s učinkovitom opremom

Tablica 33 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije uslijed ranije zamjene opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode prije isteka životnog vijeka opreme u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora s učinkovitom opremom

Tablica 30 – Preporučena formula za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih instalacijom solarnih toplinskih sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

Tablica 31 – Preporučene referentne vrijednosti za USAVE za dvije osnovne izvedbe solarnih kolektora

Tablica 32 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije ugradnjom solarnih toplinskih sustava za pripremu potrošne tople vode

Tablica 33 – Formula preporučena prema EMEEES projektu za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih ugradnjom dizalice topline za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

Tablica 34 – Vrijednosti sezonskog faktora učinkovitosti SPF za tri osnovne izvedbe dizalice topline dobivene istraživanjem od strane Fraunhofer ISE u Njemačkoj

Tablica 35 – Preporučene referentne vrijednosti sezonskog faktora učinkovitosti SPF za tri osnovne izvedbe dizalice topline za Hrvatsku

Tablica 36 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije ugradnjom dizalice topline kod kućanstva i zgrada uslužnog sektora – nova instalacija

Tablica 37 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije uslijed zamjene opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora s dizalicom topline

Tablica 44 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije uslijed ranije zamjene opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode prije isteka životnog vijeka opreme u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora s dizalicom topline

Tablica 39 – Preporučena formula za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih instalacijom ili zamjenom split klima-uređaja (< 12 kW) u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

Tablica 40 – Energetski razredi split i multi-split klima-uređaja zrakom hlađenih s obzirom na režim rada (hlađenje/grijanje)

Tablica 41 – Energetski razredi split i multi-split klima-uređaja vodom hlađenih s obzirom na režim rada (hlađenje/grijanje)

Tablica 42 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije ugradnjom visokoučinkovitog klima-uređaja – nova instalacija

Tablica 43 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije zamjenom postojećeg klima-uređaja s visokoučinkovitim klima uređajem

Tablica 44 – Referentne vrijednosti faktora hlađenja split i multi-split klima-uređaja zrakom hlađenih

Tablica 45 – Referentne vrijednosti faktora hlađenja split i multi-split klima-uređaja zrakom hlađenih

Tablica 46 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novog kućanskog uređaja

Tablica 47 – Godišnja potrošnja energije postojećih uređaja prema ODYSSEE bazi podataka

Tablica 48 – Jedinične uštede energije za pojedine uređaje prema preporukama EK

Tablica 49 – Jedinične uštede energije za pojedine uređaje prema izračunu za Hrvatsku

Tablica 50 – Karakteristike novih uređaja koji se trebaju promovirati poticajnim shemama

Tablica 51 – Karakteristike neučinkovitih uređaja na tržištu (»market average«)

Tablica 52 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitijih kućanskih uređaja

Tablica 53 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novog kućanskog uređaja

Tablica 54 – Preporučene vrijednosti jediničnih ušteda za uredsku opremu

Tablica 55 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitijih kućanskih uređaja

Tablica 56 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novih rasvjetnih tijela u kućanstvima

Tablica 57 – Prosječne snage žarulja sa žarnom niti i CFL žarulja .

Tablica 58 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitijih rasvjetnih tijela u kućanstvima

Tablica 59 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novih rasvjetnih sustava u zgradama uslužnog sektora

Tablica 60 – Vrijednosti redukcijskog faktora r u ovisnosti o primijenjenoj strategiji upravljanja rasvjetom

Tablica 61 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitijih rasvjetnih sustava u građevinama uslužnog i industrijskog sektora

Tablica 62 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata EnU u sustavima javne rasvjete 75

Tablica 63 – Pretvorbeni faktori..... 78

Tablica 64 – Podaci za odabrane električne i hibridne automobile

Tablica 65 – Prosječna godišnja kilometraža po vrstama vozila za 2008. i 2009. godinu

Tablica 66 – Emisijski faktori CO² za pojedine vrste goriva

Tablica 67 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata zamjene ili kupnje vozila

Tablica 68 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za programe i projekte eko-vožnje

Tablica 69 – Preporučene referentne vrijednosti za faktore E i ER¹⁰

Tablica 70 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata poticanja eko-vožnje

Tablica 71 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih energetskim pregledima prema EMEEES projektu

Tablica 72 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz energetskih pregleda

Popis kratica i indeksa

BU	odozdo-prema-gore (eng. <i>bottom-up</i>)
CEN	Europski odbor za standardizaciju (eng. <i>European Committee for Standardization</i>)
CFL	fluokompaktne žarulje
DSM	upravljanje potrošnjom energije (eng. <i>demand side management</i>)
EK	Europska komisija
EMEEES	projekt » <i>Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-Use Efficiency and Energy Services</i> «
EnU	energetska učinkovitost
EU	Europska unija
FES	ušteda energije u neposrednoj potrošnji
Fond	Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost
MINGO	Ministarstvo gospodarstva
NAPEnU	Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti
NN	Narodne novine
OIE	obnovljivi izvori energije
TD	odozgo-prema-dolje (eng. <i>top-down</i>)
UFES	jedinična ušteda energije u neposrednoj potrošnji
UNP	ukapljeni naftni plin
new	novo (_{nov})
old	staro (_{post})
init	početno (_{post})

1. Uvod

U ovom dokumentu utvrđena je metodologija za ocjenu učinaka projekata energetske učinkovitosti (EnU) u smislu smanjenja potrošnje energije. Valja istaknuti da se kod uspostave metodologije vodilo najboljim primjerima iz Europske unije (EU) i preporukama Europ-

ske komisije (EK) navedenim u dokumentu »Recommendations on Measurement and Verification Methods in the Framework of Directive 2006/32/EC on Energy End-Use Efficiency and Energy Services».

Metodologija odozdo-prema-gore (BU) sastoji se od matematičkih formula za izračun jediničnih ušteda energije (UFES) koje se izražavaju po jedinici relevantnoj za razmatranu mjeru energetske učinkovitosti. Ukupne uštede energije u neposrednoj potrošnji (FES) izračunavaju se množenjem vrijednosti UFES s vrijednosti relevantnog utjecajnog čimbenika u razmatranom razdoblju i zbrajanjem svih pojedinačnih rezultata (projekata) koji su ostvareni u sklopu neke mjere. Izračun UFES temelji se na razlici u specifičnoj potrošnji energije 'prije' i 'poslije' provedbe mjere poboljšanja energetske učinkovitosti. Ukoliko vrijednost potrošnje energije 'prije' ne može biti određena za konkretni projekt koriste se referentne vrijednosti. Prilikom utvrđivanja doprinosa ušteda od provedenih mjera energetske učinkovitosti u ostvarivanju nacionalnog okvirnog cilja ušteda energije, potrebno je u obzir uzeti životni vijek mjere koji predstavlja broj godina u kojima je su izračunate godišnje uštede energije još uvijek važeće i mogu se uračunati u nacionalni cilj.

Metodologija dana u ovom dokumentu odnosi se na najčešće korištene mjere energetske učinkovitosti u zgradama, javnoj rasvjeti i prometu, a također obuhvaća i energetske preglede. Mjere obuhvaćene ovom metodologijom su sljedeće:

- 1) mjere integralne obnove postojećih stambenih i uslužnih zgrada,
- 2) obnova toplinske izolacije pojedinih dijelova ovojnice zgrade
- 3) uvođenje nove građevinske regulative za nove stambene i uslužne zgrade,
- 4) zamjena opreme za grijanje i pripremu potrošne tople vode u postojećim stambenim i uslužnim zgradama,
- 5) instalacija ili zamjena split klimatizacijskog sustava nazivne snage manje od 12 kW u novim i postojećim stambenim i uslužnim zgradama,
- 6) instalacija sunčevog toplinskog sustava za zagrijavanje prostora i/ili potrošne vode u novim i postojećim stambenim i uslužnim zgradama,
- 7) instalacija dizalice topline u novim i postojećim stambenim i uslužnim zgradama,
- 8) zamjena ili nabava novih kućanskih uređaja u novim i postojećim stambenim zgradama,
- 9) zamjena ili nova instalacija rasvjete u novim i postojećim stambenim zgradama,
- 10) zamjena i poboljšanje sustava rasvjete ili njegovih komponenti ili nova instalacija rasvjete u novim i postojećim uslužnim zgradama,
- 11) zamjena javne rasvjete,
- 12) zamjena ili instalacija nove uredske opreme u postojećim i novim uslužnim zgradama,
- 13) zamjena postojećih i kupovina novih, učinkovitijih vozila,
- 14) poticanje eko-vožnje,
- 15) energetske preglede.

Preporuča se na temelju ovdje dane metodologije **razviti web alat** kojim će se omogućiti obveznicima gospodarenja energijom u Hrvatskoj (cjelokupni javni sektor, korisnici sredstava Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost te veliki potrošači s godišnjom potrošnjom energije > 10.000 MWh) da sami unose minimalne podatke o svojim projektima, te da se rezultirajuće uštede automatski izračunavaju. Ovako će se omogućiti i olakšati izvješćavanje o ostvarenim učincima, kao i o izvršavanju zakonskih obveza. Također je

potrebno dalje unaprjeđivati metodologiju i razvijati nacionalne BU metoda za ostale mjere EnU.

2. Obnova postojećih stambenih i uslužnih zgrada

2.1. EU preporuke

Europska komisija (EK) u svojim preporukama navodi formulu za ocjenu godišnje uštede energije koja je rezultat obnove postojećih stambenih i nestambenih (uslužnih) zgrada¹. Pri obnovi dakako mora doći do poboljšanja energetske učinkovitosti. Formulu se preporuča koristiti za složene projekte u kojima istodobno dolazi do poboljšanja ovojnice zgrade i sustava grijanja, kao i drugih energetskih sustava u zgradi.

Jedinična ušteda energije u neposrednoj potrošnji (UFES) izražava se u kWh/m²/god, a izračunava se kao razlika omjera specifičnih toplinskih potreba građevina (SHD u kWh/m²) i učinkovitosti sustava grijanja (η) »prije« i »poslije« provedbe mjere EnU (η_{init} ; η_{new}). Situacija »prije« zadana je parametrima svake zgrade ili se mogu koristiti referentne vrijednosti u ovisnosti o razdoblju izgradnje zgrade i zahtjevima tadašnje regulative. Vrijednost SHD se treba korigirati prema stupanj danu grijanja. Ukoliko je omjer SHD/ η poznat (npr. temeljem mjerenja), može se koristiti ova vrijednost bez posebnog navođenja zasebnih vrijednosti za SHD i η .

Ukupne godišnje uštede finalne energije (FES) za neku zgradu izražavaju se u kWh/god množenjem UFES površinom zgrade (m²)². Formula za izračun UFES preporučena od EK prikazana je u Tablici 1.

Tablica 1 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih povećanjem toplinske zaštite i zamjenom opreme za grijanje u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti – životni vijek
$UFES = \frac{SHD_{\text{init}}}{\eta_{\text{init}}} - \frac{SHD_{\text{new}}}{\eta_{\text{new}}}$	η_{init} = učinkovitost starog sustava grijanja prije mjere EnU	Prosječna učinkovitost sustava grijanja prije i nakon mjere EnU (Tablica 3)	20 godina za kućanstva 25 godina za usluge
[kWh/m ² /god]	η_{new} = učinkovitost novog sustava grijanja nakon mjere EnU	Prosječne toplinske potrebe zgrade u razdoblju njezine izgradnje (Tablica 4)	
	SHD _{init} = specifične toplinske potrebe građevine prije mjere EnU [kWh/m ² /god]		
	SHD _{new} = specifične toplinske potrebe građevine nakon mjere EnU [kWh/m ² /god]		

2.2. Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Predložena formula je jednostavna i lako primjenjiva. Idealna uporaba ove formule bila bi u slučaju kada bi za svaki pojedini projekt postojali podaci za sve ulazne parametre. No, situacija u praksi je daleko od idealne i uobičajeno se jedino s relativnom sigurnošću može doći do podatka o prosječnoj grijanoj korisnoj površini (koja se većinom razlikuje od stvarne korisne površine) te o učinkovitosti postojećeg i novog sustava grijanja. Zbog toga je nužno odrediti referentne vrijednosti koje se mogu koristiti u slučaju nedostatka

¹ European Commission: »Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services«

² Potrebno je opredijeliti se za vrstu površine koja će se koristiti u izračunu – ukupna površina, ukupna korisna površina, ukupna grijanja površina ili dr.

podataka specifičnih za pojedini projekt. Potrošnja energije za grijanje, kao i energetske uštede u pravilu se iskazuju po m² grijane korisne površine zgrade.

Preporuke za referentne vrijednosti učinkovitosti sustava grijanja u zgradama prije i poslije provedbe zamjene dane su u EMEEES projektu³ te se one mogu primijeniti i u Hrvatskoj. Valja istaknuti da je Hrvatska u svoje zakonodavstvo preuzela tehničke zahtjeve za učinkovitost kotlova u skladu sa Eko-dizajn direktivom, te se stanje na tržištu može smatrati istovjetnim stanju na tržištu u EU. Zbog toga je opravdano preuzeti preporučene vrijednosti iz EMEEES projekta, koje su dane u Tablici 2. Ukupna učinkovitost sustava dobije se množenjem učinkovitosti svake pojedine komponente.

Tablica 2 – Preporučene referentne vrijednosti za učinkovitost komponenti sustava grijanja prema preporukama EMEEES projekta

Podsustavi sustava grijanja	Stupanj djelovanja η podsustava prije provedbe mjere EnU „Stock baseline“	Stupanj djelovanja η podsustava (opreme) na tržištu (neučinkovito rješenje) „Market inefficient baseline“	Minimalni stupanj djelovanja η podsustava nakon provedbe mjere EnU (učinkovito rješenje)
Podsustav proizvodnje topline (kotao) η_{koda}	0,82	0,89	0,94 ^[1]
Podsustav razvoda topline (distribucije) η_{dis}	0,93	□	0,97
Podsustav emisije topline u prostor η_{em}	0,78	0,83	0,93
$\eta = \eta_{koda} \times \eta_{dis} \times \eta_{em}$	0,595		0,848

Referentne vrijednosti za specifične toplinske potrebe (SHD) mogu se odrediti na nacionalnoj razini prema zahtjevima propisa iz različitih razdoblja gradnje te su dane u Tablici 3.

Tablica 3 – Preporučene referentne vrijednosti za specifične toplinske potrebe prema zahtjevima propisa važećih u određenom razdoblju (za stambeni i nestambeni sektor)

Razdoblje izgradnje	SHD [kWh/m ²] – korisna energija za grijanje prostora
do 1940	180
1940-1970	250
1970-1987	200
1987-2006	150
od 2006 do danas	<95 kWh/m ² , prosječno 85 kWh/m ² stambene zgrade < 30.40 kWh/m ² prosječno 25 kWh/m ² (107.5 kWh/m ²) nestambene zgrade
Prosjeck do 2006.g.	206 (prosjeck za staru gradnju prema udjelu u pojedinom periodu izgradnje)
Ukupni prosjeck za RH (stvarna potrošnja 2006.g.)	180 stambeni sektor (stambene zgrade) 190 sektor usluga (nestambene zgrade)

Referentna vrijednost specifične potrebne toplinske energije za grijanje za stambeni sektor građen do 2006. g. je 206 kWh/m², a vrijednost je dobivena iz specifične potrebne toplinske energije za grijanje i zastupljenosti broja zgrada prema razdoblju izgradnje u ukupnom stambenom fondu. Referentna vrijednost uzeta u kalkulaciju je ona iz energetske bilance Hrvatske od 180 kWh/m², prema stvarnoj energetskej potrošnji ukupnog sektora zgrada u 2006. godini. Referentna vrijednost specifične potrebne toplinske energije za grijanje za nove zgrade je manja od maksimalno dozvoljene vrijednosti prema Tehničkom propisu. U ovoj analizi je uzeta prosječna vrijednost od 85 kWh/m²/god ocijenjena prema srednjem faktoru oblika zgrada.

Referentna vrijednost specifične potrebne toplinske energije za grijanje za nestambeni sektor građen do 2006.g. je 206 kWh/m², a vrijednost je dobivena iz specifične potrebne toplinske energije za grijanje i zastupljenosti broja zgrada prema razdoblju izgradnje u ukupnom

nestambenom fondu. Referentna vrijednost uzeta u kalkulaciju je ona iz energetske bilance Hrvatske od 190 kWh/m², prema stvarnoj energetskej potrošnji ukupnog sektora zgrada u 2006. godini. Referentna vrijednost specifične potrebne toplinske energije za nove zgrade je manja od maksimalno dozvoljene vrijednosti prema Tehničkom propisu. U ovoj analizi je uzeta vrijednost od 107,5 kWh/m²/god ocijenjena prema srednjem faktoru oblika zgrada i prosječnoj visini etaže nestambenih zgrada od 4,30 m.

Grijana površina stambenih zgrada procijenjena je u 2010. godini na prosječno 66,25 % od ukupne korisne površine, a grijana površina nestambenih zgrada 43,9 % od ukupne korisne površine, prema energetskej bilanci Hrvatske. Važno je naglasiti da je kod ocjene ušteda energije konkretnih projekata imperativ poznavanje stvarne grijane površine zgrade u kojoj se provodi mjera EnU.

U svakom slučaju treba naglasiti da kod ocjene energetskej ušteda pojedine zgrade treba nastojati doći do točnih podataka uvidom u projektnu dokumentaciju i realizirano stanje, a preporučenim prosječnim vrijednostima se služiti samo u nedostatku svih potrebnih podataka. Ovisno o namjeni zgrade i načinu korištenja, stvarna potrošnja energije može značajno odstupati od referentnih vrijednosti.

Obvezni ulazni podaci:

Minimum koji se mora zahtijevati od obveznika gospodarenja energijom jest podatak o ukupnoj grijanoj površini objekta, iako se i za taj ulazni parametar mogu koristiti referentne vrijednosti. No, ovaj podatak je uobičajeno lako dostupan, a značajno može doprinijeti točnosti ocjena. Poželjno je znati učinkovitost postojećeg i novog sustava grijanja (prema podacima proizvođača ili projekta) kao i podatak o SHD (koji uvođenjem obveze energetske certifikacije zgrada postaje dostupan). Najtočniji rezultati dobivaju se provedbom detaljnog energetskeg pregleda prije i nakon rekonstrukcije i primjene mjera energetske učinkovitosti.

Veličina koja je još potrebna za izračun ukupno ostvarenih ušteda energije i određivanje njihovog vremenskog trajanja jest životni vijek mjere. U tu svrhu koristit će se preporuke EK. S obzirom da se radi o složenim mjerama, koje podrazumijevaju promjene u sustavima grijanja te u ovojnici zgrade, razumno je pretpostaviti kao životni vijek 20-25 godina.

Rezultat ovakvih projekata jest ušteda goriva ili energije potrebne za zadovoljavanje SHD. Ušteda goriva donosi i smanjenje emisija CO₂, a koliko je to smanjenje ovisi o vrsti goriva/energije korištene u sustavu grijanja. Pri ovakvim mjerama EnU može doći i do zamjene goriva, pa na to također treba obratiti pozornost. Emisijski faktori za pojedine vrste goriva dani su u Tablici 4. Pri tome treba računati s vrijednostima po energetskej jedinici goriva. Ukoliko podaci nisu poznati uzet će se emisijski faktor za prirodni plin kako bi ocjena bila konzervativna. Također, možemo uzeti i prosječnu CO₂ emisiju prema udjelu energenata u ukupnoj proizvodnji toplinske energije u RH, koja iznosi 0,279 kg/kWh.

Mjerene vrijednosti

Često se u praksi nalazi slučaj kada je ostvarene uštede moguće odrediti temeljem mjerenja potrošnje energije »prije« i »poslije«. U tom se slučaju mjerena potrošnja energije može podijeliti s površinom zgrade »prije« i »poslije« (moguće je da je kod rekonstrukcije došlo do promjene korisne površine zgrade pa taj efekt također treba uzeti u obzir) čime se dobivaju vrijednosti za omjere SHD/ η bez poznavanja njihovih točnih vrijednosti. Pri tome treba voditi računa o tome da se FES izračuna množenjem s relevantnom površinom zgrade nakon rekonstrukcije.

³ Izvor: EMEEES projekt Metoda 4 – Kućanski kondenzacijski bojleri: http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_Metod_4_resboilers_080609.pdf

Tablica 4 – Specifični faktori emisije CO₂ po jedinici goriva i jedinici korisne topline⁴

Gorivo	Faktor emisije CO ₂		
	po prirodnoj jedinici goriva [kgCO ₂ /kg (ili m ³)]	po energetske jedinici goriva [kgCO ₂ /kWh]	po jedinici korisne topline [kgCO ₂ /kWh]
Ekstra lako loživo ulje*	3,13	0,264	0,318
Loživo ulje	3,08	0,276	0,332
Ukapljeni naftni plin	2,93	0,225	0,264
Kameni ugljen	2,31	0,334	0,439
Mrki ugljen	1,79	0,339	0,446
Lignit	1,16	0,357	0,470
Prirodni plin	1,90	0,201	0,236
Električna energija	/	0,376	0,383
Toplinska energija	/		0,300

* – ekstra lako i lako loživo ulje su grupirani i prikazani kao ekstra lako loživo ulje, a srednje i teško loživo ulje kao loživo ulje

2.3. Preporučena metoda za Hrvatsku

Preporučena formula za izračun ušteda koje rezultiraju iz projekata povećanja toplinske zaštite i zamjene opreme u sustavima grijanja stambenih i uslužnih zgrada, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt dani su u Tablici 5.

Tablica 5 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije ostvarenih povećanjem toplinske zaštite i zamjenom opreme za grijanje u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

UFES [kWh/jedinica/god]	$UFES = \frac{SHD_{init} - SHD_{new}}{\eta_{init} - \eta_{new}}$
η_{init}	Učinkovitost sustava grijanja prije provedbe mjere EnU
η_{new}	Učinkovitost sustava grijanja nakon provedbe mjere EnU
SHD_{init} [kWh/m ²]	Specifične godišnje toplinske potrebe za grijanje zgrade prije provedbe mjere EnU
SHD_{new} [kWh/m ²]	Specifične godišnje toplinske potrebe zgrade nakon provedbe mjere EnU
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \times A_i$
A_i [m ²]	Korisna (grijana) površina stambenog sektora
Referentne vrijednosti	η_{init} 0,595 (Tablica 2)
	η_{new} 0,848 (Tablica 2)
	SHD_{init} 180 za stambeni sektor, 190 za nestambeni sektor (Tablica 3)
	SHD_{new} 85 za stambeni sektor, 107 za nestambeni sektor (Tablica 3).
	A Preporučeno koristiti stvarne podatke o grijanoj površini zgrade Grijana površina stambenih zgrada procijenjena je u 2010. godini na prosječno 66,25 % od ukupne korisne površine, a grijana površina nestambenih zgrada 43,9 % od ukupne korisne površine
Životni vijek:	20 godina za kućanstva; 25 godina za usluge
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]	$E_{CO_2} = FES \times e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [tCO ₂ /MWh] FES – ukupna ušteda energije [MWh] e prema Tablica 4

U slučaju nepostojanja podataka specifičnih za pojedinu zgradu, mogu se koristiti i vrijednosti jediničnih ušteda energije koje su prikazane u Tablici 6. Prikazane uštede su prosječne jedinične uštede proračunate za provedbu složenih integralnih rekonstrukcija postojećeg fonda zgrada građenih do 2006. g.

Tablica 6 – Proračun prosječnih jediničnih ušteda za kućanstva za zgrade građene do 2006. g.

$UFES = \frac{SHD_{init} - SHD_{new}}{\eta_{init} - \eta_{new}}$	180/0,595 – 85/0,848 202,30 kWh/m ² /god
$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \times A_i$	202,30 kWh/m ² x m ² grijane korisne površine zgrade
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]	202,30 kWh/m ² x m ² x 0,279 kg/kWh/god

⁴ Izvor: Pravilnik o energetskim pregledima građevina (NN 05/11)

Napomena: u proračun treba uzeti stvarne vrijednosti ako je moguće, te emisije CO₂ računati prema faktorima u Tablica 4.

Tablica 7 – Proračun jediničnih ušteda za usluge zgrade građene do 2006. g.

$UFES = \frac{SHD_{post} - SHD_{novi}}{\eta_{post} - \eta_{novi}}$	190/0,595 – 107,5/0,848 192,60 kWh/m ² /god
$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \times A_i$	192,60 kWh/m ² x m ² grijane korisne površine zgrade
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]	192,60 kWh/m ² x m ² x 0,279 kg/kWh/god

Napomena: u proračun treba uzeti stvarne vrijednosti ako je moguće, te emisije CO₂ računati prema faktorima u Tablici 4.

3. Mjere obnove toplinske izolacije primijenjene na pojedine komponente zgrade

3.1. EU preporuke

Europska komisija (EK) u svojim preporukama navodi formulu za ocjenu godišnje uštede energije koja je rezultat obnove elemenata ovojnice zgrada, bez zamjene opreme za grijanje⁵.

Jedinična ušteda energije u neposrednoj potrošnji (UFES) izražava se u kWh/m²/god, a izračunava se temeljem razlike U-vrijednosti građevnih komponenti »prije« i »poslije« primjene mjere energetske učinkovitosti. Situacija »prije« zadana je parametrima svake zgrade ili se mogu koristiti referentne vrijednosti u ovisnosti o razdoblju izgradnje zgrade i zahtjevima tadašnje regulative. U-vrijednost se trebaju korigirati prema stupanj danu grijanja, te ako je moguće prema učinkovitosti i intermitenciji sustava grijanja.

Ukupne godišnje uštede finalne energije (FES) za neku zgradu izražavaju se u kWh/god množenjem UFES površinom ovojnice zgrade koje je bila obnovljena (m²)⁶. Formula za izračun UFES preporučena od EK prikazana je u Tablici 8.

Tablica 8 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih toplinskom izolacijom konstrukcija vanjske ovojnice zgrade

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti – životni vijek
$UFES = \frac{(U_{init} - U_{novi}) \times HDD \times 24h \times a \times c}{1000}$	U_{init} Koefficient prolaska topline za karakteristični element prije rekonstrukcije U_{novi} Koefficient prolaska topline nakon rekonstrukcije HDD – Stupanj dan grijanja a – korekcijski faktor ovisan o klimatskoj zoni u kojoj se zgrada nalazi b = η Sezonska učinkovitost sustava grijanja c = f Koefficient prekida grijanja	Koefficienti prolaska topline prije i poslije rekonstrukcije Stupanj dan grijanja Površina konstrukcije vanjske ovojnice	20 godina za kućanstva 25 godina za usluge
[kWh/m ² /god]			

⁵ European Commission: »Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services«

⁶ Potrebno je opredijeliti se za vrstu površine koja će se koristiti u izračunu – ukupna površina, ukupna korisna površina, ukupna grijanja površina ili dr.

3.2. Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Preporučena se formula primjenjuje za zidove, prozore i stropove (krovove).

Tablica 9 – Preporučena formula za izračun ušteda energije ostvarenih toplinskom izolacijom pojedinih konstrukcija vanjske ovojnice zgrade u stambenim i nestambenim (uslužnim) zgradama – zid, prozor, krov

$UFES_{zid}$ [kWh/m ² /god]	$UFES_{zid} = \frac{(U_{post_zid} - U_{novi_zid}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$
$UFES_{prozor}$ [kWh/m ² /god]	$UFES_{prozor} = \frac{(U_{post_prozor} - U_{novi_prozor}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$
$UFES_{krov}$ [kWh/m ² /god]	$UFES_{krov} = \frac{(U_{post_krov} - U_{novi_krov}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$
U_{post} [W/m ² K] U_{novi} [W/m ² K] HDD a b=η c=f	Koeficijent prolaska topline za karakteristični stari element Koeficijent prolaska topline prema Tehničkom propisu (2007) Stupanj dan grijanja Korekcijski faktor ovisan o klimatskoj zoni u kojoj se zgrada nalazi Sezonska učinkovitost sustava grijanja Koeficijent prekida grijanja
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \times A_i$
$A_i = \Sigma A_z + A_p + A_k$ [m ²]	Površina vanjske ovojnice zgrade

Obvezni ulazni podaci:

Minimum koji se mora zahtijevati od obveznika gospodarenja energijom jest podatak o površini rekonstruirane konstrukcije vanjske ovojnice i koeficijent prolaska topline prije i poslije rekonstrukcije, iako se za taj ulazni parametar mogu koristiti referentne vrijednosti. Ovaj podatak je uobičajeno lako dostupan a značajno može doprinijeti točnosti ocjena. Poželjno je znati učinkovitost sustava grijanja kao i točni podatak o HDD, odnosno stvarnoj klimatskoj zoni u kojoj se zgrada nalazi.

Za procjenu ušteda koristi se razlika vrijednosti koeficijenta prolaska topline U za prosječne elemente konstrukcija do 2006. g. i koeficijentna važećih u 2011. g. Trenutno važeći koeficijenti su umanjeni i uzete su uobičajene vrijednosti iz novih projekata toplinske zaštite zgrada.

Za zgrade grijane na temperaturu višu od 18 °C propisani su maksimalno dozvoljeni koeficijenti prolaska topline za pojedine konstrukcije vanjske ovojnice (U_{max}) i maksimalno dozvoljena ukupna korisna toplinska energija za grijanje ($Q_{H,ind}$), što je prethodno detaljno opisano. Propisane vrijednosti koeficijenta prolaska topline obavezne su za stambene i nestambene zgrade, kao i za zgrade nakon većih rekonstrukcija i zgrade male površine (<50 m²) te su prikazane u Tablica 10.

Tablica 10 – Maksimalno dozvoljeni koeficijenti prolaska topline prema novim Tehničkim propisima iz 2005. i 2008. godine

Konstrukcija	Tehnički propis o racionalnoj upotrebi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/08 i 38/09)		Tehnički propis o uštedi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 79/05, 155/05 i 74/06)	
	U_{max} [W/m ² K]		U_{max} [W/m ² K]	
	$\Theta_{e,mj,min} > 3^\circ C$	$\Theta_{e,mj,min} \leq 3^\circ C$	$\Theta_{e,mj,min} > 3^\circ C$	$\Theta_{e,mj,min} \leq 3^\circ C$
Vanjski zid	0,60	0,45	1,00	0,80
Ravni i kosi krov iznad grijanog prostora, strop prema tavanu, strop iznad vanjskog zraka, strop iznad garaže	0,40	0,30	0,80	0,70
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0 °C	0,65	0,50	0,65	0,50
Zidovi prema tlu	0,50	0,50	0,80	0,80
Stjenka kutije za roletu	0,80	0,80		
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	1,80	1,80	1,80	1,80
Vanjska vrata, vrata prema negrijanom stubištu, s neprozirnim vratnim kriplom	2,90	2,90	2,90	2,90
Stropovi između stanova, stropovi između grijanih radnih prostorija različitih korisnika	-	-	1,40	1,40

Važno je naglasiti da je uz ograničenje koeficijenta prolaska topline za konstrukcije vanjske ovojnice, ovim propisima uvedeno i ograničenje maksimalne specifične potrošnje toplinske energije za grijanje $Q_{H,ind}$, te da zadovoljavanjem ovog uvjeta koeficijenti U moraju biti u većini slučajeva i značajno manji od maksimalno dopuštenih.

Prosječni koeficijenti prolaska topline za zgrade građene do 2006. g. su izračunati na temelju vrijednosti koeficijenta karakterističnih konstrukcija po razdobljima gradnje (prosjeak za sve tipične konstrukcije) i zastupljenosti stambenih i nestambenih zgrada tog razdoblja u ukupnom fondu zgrada. Koeficijent prolaska topline ovisi o sastavu konstrukcije, debljini sloja materijala u građevnom dijelu i projektnoj vrijednosti toplinske provodljivosti materijala. Koeficijent prolaska topline U je količina topline koju građevni element gubi u 1 sekundi po m² površine kod razlike temperature od 1K, izraženo u W/m²K. Za točnije rezultate uvijek je bolje izračunati koeficijent U nego uzimati referentne vrijednosti, jer one mogu i značajno odstupati od stvarne situacije, ovisno o materijalu konstrukcije.

Karakteristične konstrukcije za zgradu građenu do 1940. g.:

- zidovi su masivni zidovi debljine oko 50 cm od opeke i kamena bez toplinske izolacije, strop prema negrijanom tavanu je od drvenih greda s ispunom od rastresitog materijala, a prozori su od drvenih okvira, dvostruki s jednostrukim ostakljenjem.

Karakteristične konstrukcije za zgradu građenu od 1940. g. do 1970. g.:

- zid je od opeke (do 30 cm) ili betona (do 20 cm) bez toplinske izolacije, strop prema negrijanom tavanu ili krov je armiranog betona ili strop od opeke s tankom betonskom pločom s minimalnom debljinom toplinske izolacije (drvena vuna ili polistiren do 2 cm), a prozori su drveni ili metalni (čelik, rjeđe aluminij) bez prekinutog toplinskog mosta) s dvostrukim ostakljenjem (prostor između stakala ispunjen zrakom).

Karakteristične konstrukcije za zgradu građenu od 1970. g. do 1987. g.:

- zid je od opeke (do 30 cm) ili betona (do 20 cm) bez ili s tanjim slojem toplinske izolacije, strop prema negrijanom tavanu ili krov je armiranog betona ili strop od opeke s tankom betonskom pločom s minimalnom debljinom toplinske izolacije (drvena vuna ili polistiren do 2 cm), a prozori su drveni ili metalni (čelik, rjeđe aluminij) bez prekinutog toplinskog mosta s dvostrukim ostakljenjem (prostor između stakala ispunjen zrakom), pojava izo stakla.

Karakteristične konstrukcije za zgradu građenu od 1987.g. do 2006.g.:

– zid je sendvič konstrukcija od opeke ili betona s minimalnom debljinom toplinske izolacije (3 do 8 cm), strop prema negrijanom tavanu ili krov je od armiranog betona ili strop od opeke s tankom betonskom pločom s minimalnom debljinom toplinske izolacije (5 do 10 cm), a prozori su drveni, plastični ili metalni (čelik ili aluminij) češće s prekinutim toplinskim mostom s dvostrukim izolacijskim ostakljenjem.

Prosječni koeficijenti su izračunati na temelju koeficijenata karakterističnih konstrukcija za promatrano razdoblje i udjela broja zgrada izgrađenih u tom periodu.

Tablica 11 – Karakteristični koeficijenti prolaska topline konstrukcija vanjske ovojnice (prosječni i prema periodima izgradnje)

karakteristični koeficijenti U W/m ² K	do 1940	1940-1970	1970-1987	1987-2006
zid	1,63	2,23	1,08	0,595
prozor	4,4	4,4	3,08	2,23
strop	1,31	2,93	1,96	0,86
zastupljenost zgrada u ukupnom fondu	0,16	0,31	0,40	0,12
prosječni koeficijent U W/m ² K				
zid		1,46		
prozor		3,60		
strop		2,02		

3.3. Preporučena metoda za Hrvatsku

Pregled preporučenih formula i referentnih vrijednosti dan je u Tablici 12.

Tablica 12 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije ostvarenih toplinskom izolacijom pojedinih konstrukcija vanjske ovojnice zgrade u stambenim i nestambenim (uslužnim) zgradama – zid, prozor, krov

UFES _{zid} [kWh/m ² /god]	$UFES_{zid} = \frac{(U_{post_zid} - U_{novi_zid}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$																				
UFES _{prozor} [kWh/m ² /god]	$UFES_{prozor} = \frac{(U_{post_prozor} - U_{novi_prozor}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$																				
UFES _{krov} [kWh/m ² /god]	$UFES_{krov} = \frac{(U_{post_krov} - U_{novi_krov}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$																				
U _{post} [W/m ² K] U _{novi} [W/m ² K] HDD a b = η c = f	Koeficijent prolaska topline za karakteristični stari element Koeficijent prolaska topline prema Tehničkom propisu (2007) Stupanj dan grijanja Površina elementa kojem su poboljšanja toplinska svojstva Sezonska efikasnost sustava grijanja Koeficijent prekida grijanja																				
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \times A_i$																				
A _i = Σ A _z + A _p + A _k [m ²]	Površina vanjske ovojnice zgrade																				
Referentne vrijednosti	<table border="1"> <tbody> <tr><td>U_{post_zid}</td><td>1,4</td></tr> <tr><td>U_{novi_zid}</td><td>0,45</td></tr> <tr><td>U_{post_prozor}</td><td>3,6</td></tr> <tr><td>U_{novi_prozor}</td><td>1,4 stambeni sektor, 1,8 usluge</td></tr> <tr><td>U_{post_krov}</td><td>2,0</td></tr> <tr><td>U_{novi_krov}</td><td>0,35</td></tr> <tr><td>HDD</td><td>2200</td></tr> <tr><td>a</td><td>1</td></tr> <tr><td>b=η</td><td>0,595 (Tablica 2)</td></tr> <tr><td>c=f</td><td>1 za kućanstva, 0,62 za usluge</td></tr> </tbody> </table>	U _{post_zid}	1,4	U _{novi_zid}	0,45	U _{post_prozor}	3,6	U _{novi_prozor}	1,4 stambeni sektor, 1,8 usluge	U _{post_krov}	2,0	U _{novi_krov}	0,35	HDD	2200	a	1	b=η	0,595 (Tablica 2)	c=f	1 za kućanstva, 0,62 za usluge
U _{post_zid}	1,4																				
U _{novi_zid}	0,45																				
U _{post_prozor}	3,6																				
U _{novi_prozor}	1,4 stambeni sektor, 1,8 usluge																				
U _{post_krov}	2,0																				
U _{novi_krov}	0,35																				
HDD	2200																				
a	1																				
b=η	0,595 (Tablica 2)																				
c=f	1 za kućanstva, 0,62 za usluge																				
Životni vijek:	20 godina za kućanstva 25 godina za usluge																				
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]	E _{CO2} = FES x e / 1000 [t] e = emisijski faktor [tCO ₂ /MWh] FES – ukupna ušteda energije [MWh] e prema Tablica 4																				

Temeljem referentnih vrijednosti izračunate su referentne jedinične uštede i prikazane u Tablici 13 i Tablici 14.

Tablica 13 – Proračun jediničnih ušteda po površini pojedine konstrukcije vanjske ovojnice za stambeni sektor

$UFES_{zid} = \frac{(U_{post_zid} - U_{novi_zid}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$	84,30 kWh/m ²
$UFES_{prozor} = \frac{(U_{post_prozor} - U_{novi_prozor}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$	195,20 kWh/m ²
$UFES_{krov} = \frac{(U_{post_krov} - U_{novi_krov}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$	146,40 kWh/m ²
$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \times A_i$	
Ukupne uštede FES [kWh/god]	FES x 0,279
Ukupno smanjenje CO ₂ [t/god]	kg/kWh/god

Tablica 14 – Proračun jediničnih ušteda po površini pojedine konstrukcije vanjske ovojnice za sektor usluga

$UFES_{zid} = \frac{(U_{post_zid} - U_{novi_zid}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$	57,75 kWh/m ²
$UFES_{prozor} = \frac{(U_{post_prozor} - U_{novi_prozor}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$	98,99 kWh/m ²
$UFES_{krov} = \frac{(U_{post_krov} - U_{novi_krov}) \times HDD \times 24h \times a \times \frac{1}{b} \times c}{1000}$	90,74 kWh/m ²
$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \times A_i$	
Ukupne uštede FES [kWh/god]	FES x 0,279
Ukupno smanjenje CO ₂ [t/god]	kg/kWh/god

Važno je naglasiti da su ovdje uzete prosječne referentne vrijednosti koje mogu značajno odstupati od stvarnih vrijednosti. Tako npr. za armirano betonske konstrukcije u kontinentalnom području jedinične vrijednosti ušteda kod izolacije vanjskog zida mogu iznositi i 360 kWh/m², uz U=3,2 W/m²K, a HDD 3200. Isto tako, zidovi od opeke u primorskoj Hrvatskoj, uz ulazni podatak U=1,2 W/m²K, a HDD 1200 mogu ostvariti jedinične uštede od svega 36 kWh/m². Velike razlike u uštedama mogu se pojaviti i kod zamjene prozora, s obzirom da koeficijenti prolaska topline za prozore mogu varirati od preko 5, za jednostruka ostakljenja do 0,8 kod prozora s trostrukim ostakljenjem. Slično je i kod sektora usluga.

4. Uvođenje građevinske regulative za nove stambene i uslužne zgrade i promoviranje zgrada s energetske svojstvima boljim od zahtijevanih

4.1 EU preporuke

Europska komisija (EK) u svojim preporukama navodi formulu za ocjenu godišnje uštede energije koja je rezultat donošenja strože regulative vezane uz zahtjeve za toplinskom energijom zgrada te mjera kojima se promovira izgradnja zgrada koje imaju energetska svojstva bolja od zahtijevanih regulativom⁷.

Jedinična ušteda energije u neposrednoj potrošnji (UFES) izražava se u kWh/m²/god, a izračunava se kao razlika omjera specifičnih toplinskih potreba građevina (SHD u kWh/m²) i učinkovitosti sustava grijanja (η) »prije« i »poslije« donošenja nove regulative. Za nove zgrade koje imaju energetska svojstva bolja od onih zahtijevanih regulativom, situaciju »prije« predstavljaju zahtjevi postojeće regulative, a situaciju »poslije« stvarna svojstva zgrade. Podatke o SHD treba korigirati s obzirom na klimatske uvjete korištenjem stupanj – dana grijanja.

⁷ European Commission: »Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services«

Ukupne godišnje uštede energije (FES) za neku zgradu izražavaju se u kWh/god množenjem UFES površinom ovojnice zgrade koje je bila obnovljena (m²)⁸. Formula za izračun UFES preporučena od EK prikazana je u Tablici 8.

Tablica 15 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih povećanjem minimalnih zahtjeva u pogledu ušteda energije u novoj građevinskoj regulativi

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti – životni vijek
$UFES = \frac{SHD_{old}}{\eta_{old}} - \frac{SHD_{new}}{\eta_{new}}$ [kWh/m ² /god]	η_{old} učinkovitost sustava grijanja prijašnjeg standarda gradnje η_{new} Učinkovitost sustava grijanja novog standarda gradnje SHD _{old} specifične godišnje toplinske potrebe zgrade prijašnjeg standarda gradnje [kWh/m ² /god] SHD _{new} specifične godišnje toplinske potrebe novog standarda gradnje [kWh/m ² /god]	Prosječne toplinske potrebe zgrade u razdoblju njezine izgradnje u periodu 1987.-2006. Prosječne toplinske potrebe zgrade prema novoj građevinskoj regulativi iz 2006.	

4.2. Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Metoda je jednostavna i primjenjiva za Hrvatsku te se preuzima kao nacionalna BU metoda.

Tablica 16 – Preporučena formula za izračun ušteda energije iz projekata novih zgrada

UFES [kWh/jedinica/god]	$UFES = \frac{SHD_{old}}{\eta_{old}} - \frac{SHD_{new}}{\eta_{new}}$
η_{old} η_{new} SHD _{OLD} [kWh/m ²] SHD _{NEW} [kWh/m ²]	Učinkovitost sustava grijanja prijašnjeg standarda gradnje Učinkovitost sustava grijanja novog standarda gradnje Specifične godišnje toplinske potrebe zgrade prijašnjeg standarda gradnje Specifične godišnje toplinske potrebe zgrade novog standarda gradnje
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \times A_i$
A _i [m ²]	Korisna (grijana) površina zgrade

Standard gradnje u RH je u razdoblju od 1987. do 2006. godine bio određen hrvatskom normom HRN U.J5.600 koja je indirektno maksimalnim koeficijentima prolaska topline vanjske ovojnice rezultirala prosječnom godišnjom potrebnom toplinskom energijom za grijanje od 150 kWh/m²a. Novi tehnički propis u obaveznoj primjeni od 2006. godine uvodi ograničenje maksimalne dozvoljene specifične potrošnje toplinske energije za grijanje od 51,31 do 95,01 kWh/m² godišnje za stambene zgrade, odnosno 16,42 do 30,40 kWh/m³ godišnje za nestambene zgrade, u ovisnosti o faktoru oblika zgrade. Prosječna specifična potrošnja toplinske energije za grijanje primijenjena u ovoj metodi izračuna ušteda za nove zgrade iznosi 85 kWh/m²a za nove stambene zgrade i 107,5 kWh/m²a za nove nestambene zgrade.

Obvezni ulazni podaci:

Minimum koji se mora biti poznat je površina zgrada izgrađena po novoj regulativi. Ukoliko se radi o mjeri poticanja zgrada energetskih svojstava boljih od regulativom zahtijevanih, obveznici gospodarenja energijom dužni su dostaviti podatak za SHD i η nove zgrade.

⁸ Potrebno je opredijeliti se za vrstu površine koja će se koristiti u izračunu – ukupna površina, ukupna korisna površina, ukupna grijanja površina ili dr.

4.3 Preporučena metoda za Hrvatsku

Preporučena metoda EK preuzima se kao nacionalna metoda.

Tablica 17 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata novih zgrada primjenom nove građevinske regulative

UFES [kWh/jedinica/god]	$UFES = \frac{SHD_{old}}{\eta_{old}} - \frac{SHD_{new}}{\eta_{new}}$
η_{old} η_{new} SHD _{OLD} [kWh/m ²] SHD _{NEW} [kWh/m ²]	Učinkovitost sustava grijanja prijašnjeg standarda gradnje Učinkovitost sustava grijanja novog standarda gradnje Specifične godišnje toplinske potrebe zgrade prijašnjeg standarda gradnje Specifične godišnje toplinske potrebe zgrade novog standarda gradnje
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \times A_i$
A _i [m ²]	Korisna (grijana) površina zgrade
Referentne vrijednosti	η_{old} 0,75-0,80 za period izgradnje 1987.-2006. η_{new} 0,848 za period izgradnje 2006.-2010. SHD _{OLD} 150 prema Tablica 3 za period izgradnje 1987.-2006. SHD _{NEW} 85 za stambeni sektor, 107 za nestambeni sektor A Podaci iz statistike o novim zgradama izgrađenim u periodu 2006.-2010.
Životni vijek:	
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]	$E_{CO_2} = FES \times e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [tCO ₂ /MWh] FES – ukupna ušteda energije [MWh] e prema Tablica 4

U sljedećim tablicama prikazane su jedinične uštede energije koje se mogu pripisati razvoju regulative.

Tablica 18 – Proračun prosječnih jediničnih ušteda za kućanstva za zgrade građene do 2006. g.

$UFES = \frac{SHD_{old}}{\eta_{old}} - \frac{SHD_{new}}{\eta_{new}}$	150/0,80 – 85/0,848 87,26 kWh/m ² /god
$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \times A_i$	87,26 kWh/m ² x m ² grijane korisne površine zgrade
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]	87,26 kWh/m ² x m ² x 0,279 kg/kWh/god

Napomena: u proračun treba uzeti stvarne vrijednosti ako je moguće, te emisije CO₂ računati prema faktorima u Tablica 4.

Tablica 19 – Proračun jediničnih ušteda za nestambene zgrade građene do 2006. g.

$UFES = \frac{SHD_{post}}{\eta_{post}} - \frac{SHD_{novi}}{\eta_{novi}}$	150/0,80 – 107,5/0,848 60,73 kWh/m ² /god
$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \times A_i$	60,73 kWh/m ² x m ² grijane korisne površine zgrade
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]	60,73 kWh/m ² x m ² x 0,279 kg/kWh/god

Napomena: u proračun treba uzeti stvarne vrijednosti ako je moguće, te emisije CO₂ računati prema faktorima u Tablica 4.

5. Nova instalacija ili zamjena sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

5.1 EU preporuke

EK u svojim preporukama⁹ navodi posebno formulu za ocjenu jedinične godišnje uštede energije koja je rezultat zamjene postojeće opreme za grijanje i posebno formulu za ocjenu jedinične godišnje uštede energije koja je rezultat zamjene postojeće opreme za

⁹ European Commission: »Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services«

pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora.

U slučaju nove instalacije ili zamjene postojećeg sustava grijanja jedinična godišnja ušteda energije u neposrednoj potrošnji (*UFES*) izražava se u kWh/(jedinica×god), a izračunava se kao umnožak razlike učinkovitosti sustava grijanja »prije« i »poslije« provedbe mjere EnU, specifičnih toplinskih potreba građevina (kWh/m²) i grijane površine (m²).

Ukupne godišnje uštede energije (*FES*) izražavaju se u kWh/god zbrajanjem svih *UFES* iz svakog pojedinog projekta. Tablica 20 navodi formulu preporučenu od strane Europske komisije za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novih sustava grijanja.

Tablica 20 – Preporučena formula za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih zamjenom opreme za grijanje u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti – Životni vijek (Tablica III.) ¹
$UFES = \left(\frac{1}{\eta_{\text{init}}} - \frac{1}{\eta_{\text{new}}} \right) \cdot SHD \cdot A$ [kWh/(jedinica-god)]	η_{init} = sezonski stupanj djelovanja starog sustava grijanja prije mjere EnU η_{new} = sezonski stupanj djelovanja novog sustava grijanja nakon mjere EnU SHD = specifične toplinske potrebe građevine [kWh/(m ² ·god)] A = prosječna površina grijana sustavom grijanja	Prosječni stupnjevi djelovanja opreme za postojeće zgrade 1995 (1991) za rane aktivnosti, 2007 za zamjene nove instalacije: prosječni stupnjevi djelovanja opreme na tržištu 1995 (1991) za rane aktivnosti, 2007 za nove mjere.	Kotlovi za grijanje u stambenim zgradama: 20 godina Kotlovi za grijanje u zgradama uslužnog sektora > 30 kW: 25 godina

Kod sustava za pripremu potrošne tople vode jedinična godišnja ušteda energije u neposrednoj potrošnji (*UFES*) izražava se u kWh/(jedinica×god), a izračunava se kao umnožak razlike učinkovitosti sustava pripreme potrošne tople vode »prije« i »poslije« provedbe mjere EnU i specifičnih toplinskih potreba za zagrijavanje potrošne tople vode (kWh/(jedinica×god)). Ukupne godišnje uštede energije (*FES*) izražavaju se u kWh/god zbrajanjem svih *UFES* iz svakog pojedinog projekta.

Tablica 21 navodi formulu preporučenu od strane Europske komisije (EK) za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novih sustava za pripremu potrošne tople vode.

Tablica 21 – Preporučena formula za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novih sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti – Životni vijek (Tablica III.) ¹
$UFES = \left(\frac{1}{\eta_{\text{init}}} - \frac{1}{\eta_{\text{new}}} \right) \cdot SWD,$ [kWh/(jedinica-god)] $SWD = \frac{C_{\text{hot_water_daily}} \cdot 365 \text{ d} \cdot n_{\text{persons/building}} \cdot X}{1000}$ $X = (t_{\text{hot_water}} - t_{\text{cold_water}}) \cdot c_{\text{water}} \cdot c_f$ [kWh/(jedinica-god)]	η_{init} , η_{new} = učinkovitost starog i novog sustava PTV prije mjere EnU SWD = specifične potrebne energija za pripremu PTV [kWh/(jed-god)] $365 \text{ d} = 365$ dana $C_{\text{hot_water_daily}}$ = prosječna dnevna potrošnja tople vode po osobi [l] $n_{\text{persons/building}}$ = prosječan broj osoba u zgradi koji se opskrbljuje toplom vodom $t_{\text{hot_water}}$ = temperatura tople vode (obično 60°C) $t_{\text{cold_water}}$ = temperatura hladne vode (obično 15°C) c_{water} = specifični toplinski kapacitet vode = 1 kcal/(kg·°C) c_f = pretvorbeni faktor 0,001163 kWh/kcal uz 1 litra vode = 1 kg vode	Prosječna učinkovitost opreme za postojeće zgrade 1995 (1991) za rane aktivnosti, 2007 za zamjene nove instalacije: prosječna učinkovitost opreme na tržištu 1995 (1991) za rane aktivnosti, 2007 za nove mjere.	Kotlovi za grijanje u stambenim zgradama: 20 godina Kotlovi za grijanje u zgradama uslužnog sektora > 30 kW: 25 godina

5.2 Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Formule predložene od strane Europske komisije (Tablica 20, Tablica 21) su jednostavne i lako primjenjive. Idealna uporaba ovih formula bila bi u slučaju kada bi za svaki pojedini projekt postojali podaci za sva ulazne parametre. No, situacija u praksi je daleko od idealne i uobičajeno se jedino s relativnom sigurnošću može doći do podatka o ukupnoj površini objekta i eventualno o prosječnoj grijanoj površini (koja može biti različita od stvarne korisne površine) te o stupnjevima djelovanja novog sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode. Zbog toga je nužno odrediti referentne vrijednosti koje se mogu koristiti u slučaju nedostatka podataka specifičnih za pojedini projekt.

Nadalje, sustavi za pripremu potrošne tople vode najčešće su integrirani u sustav grijanja prostora zgrade, pogotovo kada se radi o centralnim sustavima grijanja (na plinovito gorivo ili EL loživo ulje) ili etažnim sustavima grijanja na plinovito gorivo. Iznimka je svakako velik broj električnih bojlera koji se koriste u ovu svrhu. No, ovu je mjeru teško gledati izolirano od sustava grijanja i većinom je ona njezin sastavni dio. Ova se tvrdnja potvrđuje i činjenicom da se u austrijskom sustavu ocjene ušteda energije BU metodama^{10, 11} upravo koristi ovakav pristup. Stoga se takav pristup preporuča i za Hrvatsku.

Općenito, sustav grijanja se sastoji od podsustava proizvodnje topline (izvor toplinske energije), podsustava razvoda (distribucije)

¹⁰ Izvor: <http://www.monitoringstelle.at/Boilers.503.0.html>

¹¹ Methoden zur richtlinienkonformen Bewertung der Zielerreichung gemäß Energieeffizienz- und Energiedienstleistungsrichtlinie 2006/32/EG Bottom Up Methoden, Austrian Energy Agency, Wien, August 2010.

toplinske energije i podsustava emisije (predaje) topline u prostor (ogrjevnja tijela). Toplinska energija proizvedena u podsustavu proizvodnje toplinske energije razvodi se preko podsustava razvoda toplinske energije do krajnjeg podsustava sustava grijanja, ogrjevnih tijela. Svaki od navedenih podsustava sustava grijanja sadrži toplinske gubitke uključujući i gubitke uslijed regulacije, koji se moraju uzeti u obzir prilikom izračuna godišnje konačne toplinske energije za grijanje. Godišnja konačna toplinska energija predstavlja potrebnu korisnu toplinsku energiju uvećanu za toplinske gubitke uključujući i gubitke uslijed regulacije. Potrebno je odrediti referentne vrijednosti kojima bi se obuhvatili spomenuti gubici svih podsustava sustava grijanja.

Najčešće korišteni izvori toplinske energije u Hrvatskoj su kotlovi. Prema temperaturnom režimu vode u kotlu postoje tri osnovne vrste toplovodnih kotlova: standardni, niskotemperaturni i kondenzacijski kotlovi. *Pravilnik o zahtjevima za stupnjeve djelovanja novih toplovodnih kotlova na tekuće i plinovito gorivo* (NN 135/05) propisuje zahtjeve za stupnjeve djelovanja novih toplovodnih kotlova na tekuće i plinovito gorivo u području nazivnog učina kotlova od 4 do 400 kW kod nazivnog učina P_n i kod djelomičnog učina ($0,3 \times P_n$) (Tablica 22). Pravilnik ne propisuje stupnjeve djelovanja kotlova na kruta goriva. Kod kotlova novije tehnologije, niskotemperaturnih i kondenzacijskih, stupanj djelovanja je veći kod manjih opterećenja, dok se kod standardnih kotlova stupanj djelovanja smanjuje s opterećenjem kotla.

Tablica 22 – Zahtjevi za stupnjeve djelovanja novih toplovodnih kotlova na tekuće i plinovito gorivo prema Pravilniku o zahtjevima za stupnjeve djelovanja novih toplovodnih kotlova na tekuće i plinovito gorivo (NN 135/05)

Tip kotla	Područje nazivnog učina, [kW]	Stupanj djelovanja η kod nazivnog učina P_n		Stupanj djelovanja η kod djelomičnog učina $0,3 \cdot P_n$	
		Prosječna temperatura vode u kotlu, [°C]	Stupanj djelovanja, [%]	Prosječna temperatura vode u kotlu, [°C]	Stupanj djelovanja, [%]
Standardni kotao	4 – 400	70	$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n$	> 50	$\geq 80 + 3 \cdot \log P_n$
Niskotemperaturni kotao	4 – 400	70	$\geq 87,5 + 1,5 \cdot \log P_n$	40	$\geq 87,5 + 1,5 \cdot \log P_n$
Kondenzacijski kotao na tekuće gorivo					
Plinski kondenzacijski	4 – 400	70	$\geq 91 + 1 \cdot \log P_n$	30^{12}	$\geq 97 + 1 \cdot \log P_n$

Proizvođači kotlova u Hrvatskoj moraju proizvoditi kotlove određenog stupnja djelovanja s obzirom na tip kotla i nazivni učin kotla sukladno spomenutom *Pravilniku o zahtjevima za stupnjeve djelovanja novih toplovodnih kotlova na tekuće i plinovito gorivo* (NN 135/05), koji se u Hrvatskoj primjenjuje od 31. ožujka 2006. godine. Kondenzacijski kotlovi su danas na tržištu kotlovi s najvećim mogućim stupnjem djelovanja od svih kotlova pod uvjetom da rade u nižem temperaturnom režimu kod kojeg dolazi do kondenzacije vodene pare i iskorištavanja topline kondenzacije vodene pare za dodatno zagrijavanje kotlovske vode. Iz navedenog razloga se podrazumijeva i uzima kao standard, da se *postojeći stari kotlovi zamjenjuju s kondenzacijskim kotlovima*, koji maksimalno iskorištavaju uloženo gorivo.

Preporuke za referentne vrijednosti sezonskih vrijednosti stupnjeva djelovanja sustava grijanja u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora prije i poslije provedbe zamjene dane su u EMEES projekti-

¹² temperatura povratne vode u kotao

ma¹³ te se one mogu primijeniti i u Hrvatskoj. S obzirom na to da je Hrvatska u svoje zakonodavstvo preuzela tehničke zahtjeve za stupnjeve djelovanja novih kotlova u skladu sa Eko-dizajn direktivom, te se stanje na tržištu može smatrati istovjetnim stanju na tržištu u EU. Zbog toga je opravdano preuzeti preporučene vrijednosti iz EMEES projekta.

Općenito, ukupni stupanj djelovanja sustava grijanja dobije se množenjem stupnja djelovanja svakog pojedinog podsustava sustava grijanja na sljedeći način:

$$\eta_{\text{init}} = \eta_{\text{boiler}} \cdot \eta_{\text{dis}} \cdot \eta_{\text{em}}, \quad \eta_{\text{new}} = \eta_{\text{boiler}} \cdot \eta_{\text{dis}} \cdot \eta_{\text{em}}$$

η_{boiler} stupanj djelovanja kotla (stupanj djelovanja podsustava proizvodnje toplinske energije) uključujući regulaciju

η_{dis} stupanj djelovanja razvoda (stupanj djelovanja podsustava razvoda toplinske energije) uključujući regulaciju

η_{em} stupanj djelovanja ogrjevnog tijela (stupanj djelovanja podsustava emisije toplinske energije) uključujući regulaciju

Tablica 23 – Preporučene referentne vrijednosti stupnjeva djelovanja sustava grijanja u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora prema preporukama EMEES projekta

Podsustavi sustava grijanja	Stupanj djelovanja η podsustava prije provedbe mjere EnU „Stock baseline»	Stupanj djelovanja η podsustava (opreme) na tržištu (neučinkovito rješenje) „Market inefficient baseline»	Minimalni stupanj djelovanja η podsustava nakon provedbe mjere EnU (učinkovito rješenje)
Podsustav proizvodnje topline (kotao) η_{boiler}	0,82	0,89	$0,94^{14}$
Podsustav razvoda (distribucije) topline η_{dis}	0,93	–	0,97
Podsustav emisije topline u prostor η_{em}	0,78	0,83	0,93
	$\eta_{\text{old}} = \eta_{\text{boiler}} \cdot \eta_{\text{dis}} \cdot \eta_{\text{em}}$ $\eta_{\text{old}} = 0,595$	$\eta_{\text{average}} = \eta_{\text{boiler}} \cdot \eta_{\text{dis}} \cdot \eta_{\text{em}}$	$\eta_{\text{new}} = \eta_{\text{boiler}} \cdot \eta_{\text{dis}} \cdot \eta_{\text{em}}$ $\eta_{\text{new}} = 0,848$

Glede određivanja specifične potrebne energije za pripremu potrošne tople vode SWD, u Prilogu 6. (*Metodologija energetskog certificiranja stambenih zgrada*) i Prilogu 7. (*Metodologija energetskog certificiranja nestambenih zgrada*) *Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada* (NN 36/10) dana je metoda izračuna godišnje potrebne toplinske energije za zagrijavanje potrošne tople vode SWD.

Za stambene zgrade (kućanstva) se, prema Prilogu 6. *Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada* (NN 36/10) preporuča uzeti sljedeće pojednostavljene vrijednosti godišnje potrebne toplinske energije za zagrijavanje potrošne tople vode:

1. Stambene zgrade s do 3 stambene jedinice $\rightarrow \frac{SWD}{A_k} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{god.})$

2. Stambene zgrade s više od 3 stambene jedinice $\rightarrow \frac{SWD}{A_k} = 16,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{god.})$

A_k je ploština korisne površine zgrade (ukupna ploština neto podne površine grijanog dijela zgrade).

¹³ STAMBENE ZGRADE * EMEES bottom-up case application 4: Residential condensing boilers in space heating: http://www.evaluate-energy-savings.eu/emees/downloads/EMEEES_WP42_Method_4_resboilers_080609.pdf

ZGRADE USLUŽNOG SEKTORA * EMEES bottom-up case application 8: Non residential space heating improvement in case of heating distribution by a water loop (tertiary sector): http://www.evaluate-energy-savings.eu/emees/downloads/EMEEES_WP42_8_non_residential_heating_Final.pdf

¹⁴ Minimalni sezonski stupanj djelovanja kondenzacijskih kotlova svaden na donju ogrjevnu vrijednost goriva

Vrijednost potrebne korisne energije za zagrijavanje potrošne tople vode ovisi samo o neto podnoj površini grijanog dijela stambene zgrade.

U zgradama uslužnog sektora, do podatka za SWD se može doći na način preporučen od strane Europske komisije samo ukoliko su na raspolaganju podaci o potrošnji tople vode u razmatranoj zgradi.

Općenito, uslužni sektor se može podijeliti po specifičnim skupinama na: zdravstvo, školstvo, upravne djelatnosti, ugostiteljstvo i turizam i ostale uslužne djelatnosti. Potrošnja potrošne tople vode u nekoj zgradi uslužnog sektora ovisi prije svega o djelatnosti koja se u njoj obavlja.

U sklopu rada pod nazivom »Analiza potrošnje energije u uslužnim djelatnostima na otocima Primorsko-goranske županije« autora Anice Trp, Kristiana Lenića i Bernarda Frankovića¹⁵, temeljem provedene ankete od strane Energetskog instituta Hrvoje Požar, za uslužni sektor su prikazane strukture potrošnje korisne energije i dani su normativi potrošnje energije za grijanje, hlađenje, kuhanje, pripremu potrošne tople vode i netoplinske namjene. Analizirani su sektori zdravstva, školstva, uprave, ugostiteljstva i turizma, trgovine i ostalih usluga na otocima Primorsko-goranske županije (Krk, Cres, Lošinj, Rab, Unije, Ilovik i Susak). Potrošnja korisne energije za pripremu potrošne tople vode svedena je po jedinici ukupne površine objekta (Tablica 24).

Tablica 24 – Normativi potrošnje korisne energije za pripremu potrošne tople vode u zgradama uslužnog sektora

Podsustavi sustava grijanja	Normativi potrošnje korisne energije za pripremu potrošne tople vode, [kWh/m ² ukupne površine objekta]	
	Centralno grijana potrošna topla voda	Grijanje potrošne tople vode pojedinačnim uređajima
Zdravstvo	0,527	2,472
Školstvo	0,472	0,666
Upravne ustanove	0,500	0,388
Ostale ustanove ¹⁶	0,500	0,333
Ugostiteljstvo i turizam	3,500	–
Trgovina	–	1,222
Ostale usluge	–	0,305

Kao što je već istaknuto, potrošnja tople vode ovisi prije svega o djelatnosti koja se obavlja u pojedinoj zgradi uslužnog sektora. U literaturi se dnevna potrošnja vode u zgradama uslužnog sektora navodi u ovisnosti o broju zaposlenika, broju kreveta u hotelu, broju učenika itd.. Prilikom izračuna ušteda ostvarenih provedbom neke mjere energetske učinkovitosti, jedini podatak koji je dostupan za dotičnu zgradu je njezina površina. Zbog toga bi bilo izuzetno praktično svesti potrošnju korisne energije za pripremu potrošne tople vode po m² grijane površine objekta kao što se to radi i kod sustava grijanja.

Za sektor usluga najveća potrošnja korisne energije za pripremu potrošne tople vode je očekivano najveća u turizmu i ugostiteljstvu te iznosi oko 3,5 kWh/m² ukupne površine objekta. Za sve ostale zgrade uslužnog sektora potrošnja je mala i iznosi 0,5 kWh/m² ukupne površine objekta.

Referentne vrijednosti specifične godišnje korisne energije za grijanje (SHD) određene su na nacionalnoj razini za kućanstva i zgrade uslužnog sektora (Tablica 25).

Tablica 25 – Preporučene referentne vrijednosti specifične godišnje korisne energije za grijanje (SHD) za kućanstva i zgrade uslužnog sektora

Tip objekta		Specifična korisna energija za grijanje SHD, [kWh/(m ² ·god)]	
		Postojeće stanje	Novo stanje
KUĆANSTVA (STAMBENE ZGRADE)		180	85
ZGRADE USLUŽNOG SEKTORA		190	107,5

Tablica 26 navodi preporučene referentne vrijednosti specifične godišnje korisne energije za pripremu potrošne tople vode (SWD) za kućanstva i zgrade uslužnog sektora.

Tablica 26 – Preporučene referentne vrijednosti specifične godišnje korisne energije za pripremu potrošne tople vode (SWD) za kućanstva i zgrade uslužnog sektora

Tip objekta	Specifična korisna energija za pripremu potrošne tople vode SWD, [kWh/(m ² ·god)]
KUĆANSTVA (STAMBENE ZGRADE)	
- s do tri stambene jedinice	12,5
- s više od tri stambene jedinice	16,0
ZGRADE USLUŽNOG SEKTORA	
- turizam i ugostiteljstvo	3,5
- ostale zgrade uslužnog sektora	0,5

Obvezni ulazni podaci:

Minimum koji se mora zahtijevati od obveznika gospodarenja energijom jest podatak o grijanoj površini objekta.

Dobro bi bilo prikupiti osnovne podatke o postojećem kotlu (tip, godina proizvodnje, stupanj djelovanja) i novom (tip, godina proizvodnje/ugradnje, stupanj djelovanja).

5.3 Preporučena metoda za Hrvatsku

U kućanstvima i zgradama uslužnog sektora moguće je definirati mjere za povećanje energetske učinkovitosti sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode za sljedeća tri slučaja:

- 1. nova instalacija sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode** (nove građevine, ugradnja opreme koja je učinkovitija u odnosu na trenutnu opremu na tržištu prosječne učinkovitosti)
- 2. zamjena postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode** (zamjena opreme po isteku životnog vijeka s učinkovitijom opremom)
- 3. ranija zamjena postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode** (prisilna zamjena opreme prije isteka životnog vijeka s učinkovitijom opremom)

Nova instalacija sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode

U slučaju nove instalacije sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode kod novih građevina postignute uštede se mogu odrediti na osnovu usporedbe učinkovitog sustava grijanja sa prosječnim sustavom grijanja na tržištu (»Market inefficient baseline«).

Tablica 27 daje preporučenu formulu i referentne vrijednosti za izračun ušteda kod kućanstva i zgrada uslužnog sektora koje rezultiraju ugradnjom učinkovite opreme sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode umjesto ugradnje opreme prosječne učinkovitosti na tržištu (»Market inefficient baseline«).

¹⁵ Anica Trp, Kristian Lenić, Bernard Franković: *Analiza potrošnje energije u uslužnim djelatnostima na otocima Primorsko-goranske županije*, Energy and the Environment (2004) 191-202, http://bib.irb.hr/datoteka/166386.EE2004_Trp_Lenic_Frankovic.pdf

¹⁶ Ustanove kulture i sporta te društveni domovi

Tablica 27 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije ugradnjom učinkovitog sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode kod kućanstva i zgrada uslužnog sektora – nova instalacija

UFES [kWh/(jedinica-god)]	$UFES = \left(\frac{1}{\eta_{average}} - \frac{1}{\eta_{new}} \right) \cdot (SHD + SWD) \cdot A$
$\eta_{average}$ η_{new} SHD [kWh/(m ² -god)] SWD [kWh/(m ² -god)] A [m ²]	Ukupni sezonski stupanj djelovanja sustava grijanja prosječne učinkovitosti na tržištu Ukupni sezonski stupanj djelovanja sustava grijanja nakon provedbe mjere EnU Specifične godišnje toplinske potrebe zgrade (projektirana vrijednost, vrijednost iz energetskog certifikata) Specifične godišnje potrebe energije za pripremu potrošne tople vode Prosječna grijana površina zgrade
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i$
Referentne vrijednosti	$\eta_{average}$ Tablica 23 → $\eta_{average} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,89, \eta_{dis} = 0,83$
	η_{new} Tablica 23 → $\eta_{new} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,94, \eta_{dis} = 0,97, \eta_{em} = 0,93$
	SHD Tablica 25
	SWD Tablica 26
	A Stvarni ulazni podatak
Životni vijek:	20 godina za stambene zgrade 25 godina za zgrade uslužnog sektora
Smanjenje emisija CO₂ [t/god]	$E_{CO_2} = FES \times e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [t CO ₂ /MWh], FES – ukupna ušteda energije [MWh] e prema Tablica 4

Zamjena postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode (po isteku životnog vijeka opreme)

Ušteda energije se postiže zamjenom opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode s učinkovitom opremom. U slučaju izračuna svih energetskih ušteda koriste se referentne vrijednosti za »Stock baseline« koje se odnose na postojeće stanje, a u slučaju izračuna dodatnih ušteda energije koriste se referentne vrijednosti za »Market baseline«.

Tablica 28 navodi preporučenu formulu za izračun ušteda u Hrvatskoj koje rezultiraju zamjenom opreme sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora po isteku životnog vijeka opreme, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt. Jedinična godišnja ušteda je povezana sa zamjenom postojećih kotlova s kondenzacijskim kotlovima, koji imaju najveći stupanj djelovanja od svih kotlova te maksimalno iskorištavaju uloženo gorivo.

Tablica 28 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije uslijed zamjene opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora s učinkovitom opremom

UFES [kWh/(jedinica-god)]	SVE ENERGETSKE UŠTEDE → „Stock baseline“	
	$UFES = \left(\frac{1}{\eta_{old}} - \frac{1}{\eta_{new}} \right) \cdot (SHD + SWD) \cdot A$	
η_{old} $\eta_{average}$ η_{new} SHD [kWh/(m ² -god)] SWD [kWh/(m ² -god)] A [m ²]	DODATNE ENERGETSKE UŠTEDE → „Market baseline“	
	$UFES = \left(\frac{1}{\eta_{average}} - \frac{1}{\eta_{new}} \right) \cdot (SHD + SWD) \cdot A$	
Referentne vrijednosti	η_{old} Tablica 23 → $\eta_{old} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,82, \eta_{dis} = 0,93, \eta_{em} = 0,78$	
	$\eta_{average}$ Tablica 23 → $\eta_{average} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,89, \eta_{em} = 0,83$	
	η_{new} Tablica 23 → $\eta_{new} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,94, \eta_{dis} = 0,97, \eta_{em} = 0,93$	
	SHD Tablica 25	
	SWD Tablica 26	
A Stvarni ulazni podatak		
Životni vijek:	20 godina za stambene zgrade 25 godina za zgrade uslužnog sektora	
Smanjenje emisija CO₂ [t/god]	$E_{CO_2} = FES \times e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [t CO ₂ /MWh], FES – ukupna ušteda energije [MWh] e prema Tablica 4	

Ranija zamjena postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode (prije isteka životnog vijeka opreme)

Ušteda energije se postiže zamjenom opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode prije isteka životnog vijeka opreme s učinkovitom opremom. Do isteka životnog vijeka postojeće opreme za izračun energetskih ušteda se koriste referentne vrijednosti za »Stock baseline«, a nakon isteka životnog vijeka za izračun energetskih ušteda se koriste referentne vrijednosti za »Market baseline«.

Tablica 29 navodi preporučenu formulu za izračun ušteda koje rezultiraju zamjenom opreme sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora prije isteka životnog vijeka opreme, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt. Jedinična godišnja ušteda je povezana sa zamjenom postojećih kotlova s kondenzacijskim kotlovima, koji imaju najveći stupanj djelovanja od svih kotlova te maksimalno iskorištavaju uloženo gorivo.

Tablica 29 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije uslijed ranije zamjene opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode prije isteka životnog vijeka opreme u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora s učinkovitom opremom

UFES [kWh/(jedinica-god)]	SVE ENERGETSKE UŠTEDE → „Stock baseline“	
	$UFES = \left(\frac{1}{\eta_{old}} - \frac{1}{\eta_{new}} \right) \cdot (SHD + SWD) \cdot A$	
η_{old} $\eta_{average}$ η_{new} SHD [kWh/(m ² -god)] SWD [kWh/(m ² -god)] A [m ²]	DODATNE ENERGETSKE UŠTEDE → „Stock baseline“ i „Market baseline“	
	$UFES = \left(\frac{1}{\eta_{old}} - \frac{1}{\eta_{new}} \right) \cdot (SHD + SWD) \cdot A \rightarrow \text{„Stock baseline“}$ do isteka životnog vijeka $UFES = \left(\frac{1}{\eta_{average}} - \frac{1}{\eta_{new}} \right) \cdot (SHD + SWD) \cdot A \rightarrow \text{„Market baseline“}$ nakon isteka životnog vijeka	
Referentne vrijednosti	η_{old} Tablica 23 → $\eta_{old} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,82, \eta_{dis} = 0,93, \eta_{em} = 0,78$	
	$\eta_{average}$ Tablica 23 → $\eta_{average} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,89, \eta_{em} = 0,83$	
	η_{new} Tablica 23 → $\eta_{new} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,94, \eta_{dis} = 0,97, \eta_{em} = 0,93$	
	SHD Tablica 25	
	SWD Tablica 26	
A Stvarni ulazni podatak		
Životni vijek:	20 godina za stambene zgrade 25 godina za zgrade uslužnog sektora	
Smanjenje emisija CO₂ [t/god]	$E_{CO_2} = FES \times e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [t CO ₂ /MWh], FES – ukupna ušteda energije [MWh] e prema Tablica 4	

Uštede se mogu izračunati na osnovi kompletne zamjene opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode s učinkovitijom opremom ili na osnovu zamjene opreme jedinog postojećeg podsustava sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode s učinkovitijom opremom (npr. samo zamjena izvora toplinske energije, ili zamjena ogrjevnih tijela). Općenito se preporuča integralni pristup sustavu grijanja i sustavu za pripremu potrošne tople vode da bi se poboljšala ukupna energetska učinkovitost spomenutih sustava, pri čemu se promatraju svi podsustavi sustava grijanja, a ne samo pojedini podsustavi sustava grijanja.

Nadalje, ukoliko se djeluje na učinkovitost samo jednog podsustava sustava grijanja u formulu za izračun ukupnog stupnja djelovanja sustava grijanja uzima se samo jedan stupanj djelovanja za učinkovitije rješenje, a za ostale stupnjeve djelovanja uzimaju se vrijednosti za postojeće stanje. Međutim, u nekim slučajevima se zamjenom pojedinog podsustava sustava grijanja djeluje u nekoj mjeri i na stupanj djelovanja preostalih podsustava sustava grijanja, iako se oni nisu mijenjali. Najbolji primjer je zamjena starog standardnog kotla s kondenzacijskim kotlom, kod kojeg se temperatura vode u kotlu mijenja klizno te koji radi u nižem temperaturnom režimu (moguće je snižavanje temperaturnog režima ukoliko se provede toplinska izolacija vanjske ovojnice, a ogrjevna tijela se ne mijenjaju). Snižavanjem temperaturnog režima u sustavu grijanja uslijed zamjene izvora toplinske energije dolazi i do povećanja stupanj djelovanja podsustava razvoda i podsustava emisije topline u prostor (manja temperatura vode → manji toplinski gubici).

6. Solarni toplinski sustavi za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

6.1 EU preporuke

EK u svojim preporukama¹⁷ navodi formulu za ocjenu jedinične godišnje uštede energije koja je rezultat instalacije solarnih toplinskih sustava za pripremu potrošne tople vode u postojećim ili novim kućanstvima i zgradama uslužnog sektora.

Jedinična godišnja ušteda energije u neposrednoj potrošnji (*UFES*) izražava se u kWh/(m²×god), a izračunava se dijeljenjem prosječne uštede energije po m² solarnog kolektora s prosječnom učinkovitošću sustava za pripremu potrošne tople vode u godini instalacije solarnog toplinskog sustava.

Ukupne godišnje uštede energije (*FES*) izražavaju se u kWh/god i dobivaju se množenjem jediničnih godišnjih ušteda energije (*UFES*) s ukupno instaliranom površinom solarnih kolektora u m². Tablica 30 navodi formulu preporučenu od strane Europske komisije za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih instalacijom solarnih toplinskih sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora.

Tablica 30 – Preporučena formula za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih instalacijom solarnih toplinskih sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti – životni vijek (Tablica III.) ¹
$UFES = \frac{USAVE}{\eta_{stock_average_heating_system}}$ [kWh/(m ² ·god)]	<p>USAVE = prosječne godišnje uštede energije po m² solarnog kolektora odnosno prosječna godišnja proizvodnja toplinske energije po m² solarnog kolektora [kWh/(m²·god)]</p> <p>$\eta_{stock_average_heating_system}$ = sezonski stupanj djelovanja postojećeg sustava za pripremu potrošne tople vode u godini u kojoj je solarni kolektor instaliran</p>	/	20 godina

¹⁷ European Commission: »Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services«

6.2. Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Predložena formula je jednostavna i lako primjenjiva. Osnovni ulazni parametar je vezan uz prosječnu godišnju proizvodnju toplinske energije po m² USAVE instaliranog solarnog kolektora. Tablica 31 navodi referentne vrijednosti za USAVE, koje se preporučaju koristiti u Hrvatskoj, za dvije osnovne izvedbe solarnih kolektora, pločaste i vakuumske (cijevne) kolektore.

Tablica 31 – Preporučene referentne vrijednosti za USAVE za dvije osnovne izvedbe solarnih kolektor

	Prosječna godišnja proizvodnja toplinske energije po m ² površine solarnog kolektora USAVE, [kWh/(m ² ·god)]	
	Pločasti kolektori	Kolektori s vakuumskim cijevima
PRIMORSKA HRVATSKA	700	840
KONTINENTALNA HRVATSKA	550	660

Prilikom izračuna prosječne godišnje proizvodnje toplinske energije po m² površine solarnog kolektora USAVE, preuzete su iz Priručnika za energetske korištenje Sunčevog zračenja – Sunčevo zračenje na području Republike Hrvatske¹⁸ srednje dnevne ozračenosti prema jugu nagnute plohe (pod nekim godišnjim optimalnim kutom) za dva grada u Hrvatskoj, Karlovac kao predstavnik kontinentalne Hrvatske i Šibenik kao predstavnik Primorske Hrvatske. Ukupna prosječna godišnja ozračenost za Karlovac iznosi 1.353,77 kWh/(m²×god), a za Šibenik 1.733,27 kWh/(m²×god). Za pločasti solarni kolektor je pretpostavljena prosječna godišnja učinkovitost pretvorbe Sunčeve energije u toplinsku energiju od 45 %. Također su na godišnjoj razini pretpostavljeni ostali gubici od 10 % u konačnoj energiji. Prosječna godišnja proizvodnja toplinske energije po m² površine kolektora s vakuumskim cijevima dobivena je povećanjem vrijednosti izračunatih za pločaste kolektore za 20%.

Drugi ulazni parametar u formuli za izračun jedinične godišnje uštede energije *UFES*, preporučenoj od strane Europske komisije, je učinkovitost prosječnog postojećeg sustava za zagrijavanje vode u godini u kojoj je solarni kolektor instaliran. Iako bi se prema objašnjenju formule dalo zaključiti da je pri izračunu potrebno koristiti podatke o »starom« sustavu, logičnije je koristiti podatke o referentnoj učinkovitosti novog, energetski učinkovitog kotla. Na taj način gledamo učinak odabira sunčevog sustava kao alternative za poboljšanje energetske učinkovitosti.

Obvezni ulazni podaci – instalirana površina solarnih kolektora, izvedba solarnih kolektora, godina ugradnje solarnih kolektora, mjesto u Hrvatskoj u kojem su kolektori ugrađeni:

Podaci koje obveznici gospodarenja energijom moraju osigurati jesu izvedba solarnog kolektora (pločasti ili vakuumski), ukupna instalirana površina solarnih kolektora i godina ugradnje solarnih kolektora.

Potrebno je poznavati i mjesto u Hrvatskoj u kojoj su solarni kolektori instalirani da se odredi da li se radi o Kontinentalnoj ili Primorskoj Hrvatskoj na osnovu stupanj dana grijanja.

Za USAVE i η se uvijek koriste referentne vrijednosti.

¹⁸ Zdeslav Matić: SUNČEVO ZRAČENJE NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE – Priručnik za energetske korištenje Sunčevog zračenja, Energetski institute Hrvoje Požar, Zagreb, ožujak 2007.

6.3 Preporučena metoda za Hrvatsku

Tablica 32 daje preporučenu formulu za izračun ušteda uslijed ugradnje solarnih kolektora za pripremu potrošne tople vode, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt.

Za izračun ušteda važno je s kojim izvorom toplinske energije se dogrijava potrošna topla voda u razdobljima kada Sunčeva energija nije dostatna za pokrivanje potreba za pripremom potrošne tople vode. To mogu biti plinski kotlovi različitih vrsta, uljni kotlovi, kotlovi na biomasu ili npr. kompresijske dizalice topline s različitim stupnjem djelovanja. Preporuča se uzeti prosječni sezonski stupanj djelovanja od 80%.

Tablica 32 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije ugradnjom solarnih toplinskih sustava za pripremu potrošne tople vode

UFES [kWh/(m ² ·god)]	$UFES = \frac{USAVE}{\eta_{AVG}}$
USAVE [kWh/(m ² ·god)] η_{AVG}	Prosječna godišnja proizvodnja toplinske energije po m ² površine solarnog kolektora Sezonski stupanj djelovanja postojećeg sustava za pripremu potrošne tople vode
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i \cdot A_i$ A – ukupno instalirana površina solarnih kolektora
Referentne vrijednosti	USAVE Tablica 31 η_{AVG} 0,80 A Ulazni podatak od strane korisnika
Životni vijek:	20 godina
Smanjenje emisija CO₂ [t/god]	$E_{CO_2} = FES \cdot e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [t CO ₂ /MWh] FES – ukupna ušteda energije [MWh] e prema Tablica 4 (energent koji se zamjenjuje sunčevom energijom)

7. Dizalice topline

7.1 EU preporuke

Europska komisija (EK) u svojim preporukama¹⁹ ne navodi formulu za ocjenu godišnje uštede energije koja je rezultat ugradnje dizalice topline kao izvora toplinske/rashladne energije.

No, dizalice topline su tehnologija koja se sve više upotrebljava, pa je za očekivati da će velik broj ovakvih projekata biti predmetom financijskih potpora u Hrvatskoj. Nadalje, zbog sve većih potreba za hlađenjem u ljetnim mjesecima prikladno je odabrati jedan uređaj, kao što je to dizalica topline, koji određenu zgradu u zimskom razdoblju opskrbljuje toplinskom energijom, a u ljetnom razdoblju rashladnom energijom. U zimskom razdoblju se toplina preko isparivača uzima iz okoline (zrak, tlo, voda), pa se jedan dio dobavljene toplinske energije sustavu grijanja smatra obnovljivim izvorom energije. U ljetnom se razdoblju, prilikom proizvodnje rashladne energije pomoću dizalice topline, dio otpadne topline, koja se uobičajeno preko kondenzatora odvodi u okoliš, može iskoristiti za pripremu potrošne tople vode. Stoga je potrebno razviti metodologiju za izračun ušteda energije koje su rezultat zamjene postojećeg sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode dizalicom topline ili novom instalacijom dizalice topline.

Metoda za ocjenu energetskih ušteda razvijena je u EMEES projektu²⁰. Preporuke dane u tom projektu će se koristiti za uspostavu nacionalne metode za određivanje ušteda energije iz projekata dizalica topline. Metoda se temelji na pretpostavci da se dizalicom topline

osigurava energija za pripremu PTV i to djelomično ili u cijelosti. S druge strane, austrijska metoda²¹ za ovu tipsku mjeru pretpostavlja da će se dizalicom topline u potpunosti osigurati toplinske potrebe građevine za grijanje prostora i za pripremu potrošne tople vode. Posljednja je pretpostavka prisutnija u praksi u Hrvatskoj pa će se primijeniti takva modifikaciju u odnosu na originalnu formulu iz EMEES projekta. Tablica 33 navodi formulu, razvijenu u EMEES projektu²⁰, za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih ugradnjom dizalice topline za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora. Predložena formula napisana je i oznakama prilagođenim ovom dokumentu.

Tablica 33 – Formula preporučena prema EMEES projektu za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih ugradnjom dizalice topline za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti – životni vijek (Tablica III.) ¹
Izvorni oblik formule: $\Delta E_U^{(HP)} = (D - \Delta E_{SC} - \Delta E_{BM} - \Delta E_{FF}) \cdot \left(\frac{1}{\eta_{FF}} - \frac{1}{\eta_{HP}} \right)$ $D = n \cdot v \cdot (T_1 - T_0) \cdot \rho \cdot \chi$ $\Delta E_U^{(HP)} =$ godišnja toplinska energija osigurana preko dizalice topline $D =$ godišnja potrebna toplinska energija za pripremu PTV $n =$ broj korisnika u zgradi $v =$ godišnja prosječna potrošnja tople vode po korisniku, [m ³ /(korisnik·god)] $T_1, T_0 =$ temperatura tople i hladne vode $\rho =$ gustoća vode ($\rho = 995,64$ kg/m ³ kod temperature 30 °C) $\chi =$ specifični toplinski kapacitet vode ($\chi = 4190$ J/(kgK)) $\Delta E_{SC} =$ godišnja toplinska energija osigurana preko solarnih kolektora (ako su instalirani) $\Delta E_{BM} =$ godišnja toplinska energija osigurana preko kotla na biomasu (ako je instaliran) $\Delta E_{FF} =$ godišnja toplinska energija osigurana preko kotla na fosilna goriva (ako je instaliran) za pokrivanje potreba za toplinom u slučajevima kada obnovljivi izvori energije nisu dostatni $\eta_{FF} =$ sezonski stupanj djelovanja kotla na fosilna goriva $\eta_{HP} =$ sezonski stupanj djelovanja dizalice topline	$\eta_{int} =$ sezonski stupanj djelovanja starog sustava grijanja + PTV prije mjere EnU (kotao na fosilna goriva) $\eta_{HP} =$ sezonski stupanj djelovanja dizalice topline nakon mjere EnU (sezonski faktor učinkovitosti ili godišnji toplinski množitelj dizalice topline <i>SPF</i>) $SWD =$ specifične potrebna energija za pripremu PTV [kWh/(jed·god)] $\Delta E_{other} =$ energija iz drugih sustava u zgradi (solarni kolektori, kotlovi na biomasu, kotlovi na fosilna goriva) [kWh/(jed·god)]	/	Dizalice topline zrak-zrak: 10 godina Dizalice topline zrak-voda: 15 godina Dizalice topline tlo-voda: 25 godina
Formula napisana oznakama prilagođenim ovom dokumentu: $UFES = \left(\frac{1}{\eta_{int}} - \frac{1}{\eta_{HP}} \right) \cdot (SWD - \Delta E_{other})$ [kWh/(jednica·god)]			

7.2 Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Predložena formula je jednostavna i lako primjenjiva. Ipak, u praksi podaci o udjelu drugih sustava u zadovoljavanju toplinskih potreba zgrade (ΔE_{other}) nisu dostupni, barem za projekte koji su se sufinancirali u prethodnom razdoblju od strane Fonda. Zbog toga će se u ocjeni taj dio zanemarivati i razmatrati situacija kao da dizalica topline podmiruje sve toplinske potrebe (grijanje i PTV). No, za buduće programe usmjerene na dizalice topline ovi se podaci trebaju osigurati.

Dizalice topline su, prema Europskoj direktivi 2010/31/EU o energetskim svojstvima zgrada – EPBD²², visoko učinkoviti alternativni sustavi opskrbe energijom, koji toplinu preuzetu iz okoline (zrak,

¹⁹ European Commission: »Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services«

²⁰ EMEES bottom-up case application 7: Domestic Hot Water - Heat Pumps: http://www.evaluate-energy-savings.eu/emees/downloads/EMEEES_WP42_7_Heat_Pumps_Final.pdf

²¹ Izvor: <http://www.monitoringstelle.at/Heat-Pumps.504.0.html>

Methoden zur richtlinienkonformen Bewertung der Zielerreichung gemäß Energieeffizienz- und Energiedienstleistungsrichtlinie 2006/32/EG Bottom Up Methoden, Austrian Energy Agency, Wien, August 2010.

²² Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)

tlo, voda) na nižem temperaturnom nivou, pomoću kompresora pogonjenog električnom energijom (kod kompresijskih dizalica topline), dižu na viši temperaturni nivo odnosno predaju sustavu grijanja odnosno sustavu za pripremu potrošne tople vode. Iz razloga što se toplina uzima iz okoline Europska direktiva 2009/28/EC o promociji uporabe energije iz obnovljivih izvora energije – RES23 svrstava dizalice topline u obnovljive izvore energije prema sezonskom faktoru učinkovitosti *SPF* (eng. *Seasonal Performance Factor*) koji se još naziva godišnji toplinski množitelj, a predstavlja omjer stvarno proizvedene toplinske energije dizalice topline tijekom godine i ukupne godišnje električne energije utrošene za pogon dizalice topline (kompresori, pumpe, ventilatori, sustav odleđivanja isparivača ...). Dio toplinske energije koji se dobiva od dizalica topline i koji se prema spomenutoj direktivi smatra obnovljivim računa se prema sljedećoj formuli:

$$E_{RES} = Q_{usable} \cdot \left(1 - \frac{1}{SPF}\right)$$

Q_{usable} je korisna toplina predana od strane dizalice topline na kondenzatoru sustavu grijanja i sustavu za pripremu potrošne tople vode. Sezonski faktor učinkovitosti *SPF* se može izračunati prema BIN metodi sukladno normi HRN EN 15316-4-2 (*Sustavi za proizvodnju topline, sustavi dizalica topline*). Spomenuti izračun sezonskog faktora učinkovitosti *SPF* je dosta složen i iziskuje poznavanje većeg broja ulaznih podataka, te je nužno potrebno odrediti referentne vrijednosti za *SPF* koje se mogu koristiti u slučaju nedostatka podataka. Tablica 34 daje vrijednosti sezonskog faktora učinkovitosti *SPF* za tri osnovne izvedbe dizalica topline, dobivene istraživanjem od strane Fraunhofer ISE u Njemačkoj.

Tablica 34 – Vrijednosti sezonskog faktora učinkovitosti *SPF* za tri osnovne izvedbe dizalica topline dobivene istraživanjem od strane Fraunhofer ISE u Njemačkoj

Izvedba dizalice topline	Sezonski faktor učinkovitosti ili godišnji toplinski množitelj <i>SPF</i>			
	Izvor A ²⁴	Izvor B ²⁵	Izvor C ²⁶	Izvor D ²⁷
Dizalica topline ZRAK-VODA	2,9	2,99	2,89	3,0
Dizalica topline VODA-VODA	–	3,39	3,71	3,5
Dizalica topline TLO-VODA	3,8	–	3,88	3,7

Tablica 35 navodi vrijednosti sezonskog faktora učinkovitosti *SPF* za tri osnovne izvedbe dizalica topline koje se preporuča ko-

²³ DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC

²⁴ Rezultati ispitivanja provedenih od strane Fraunhofer ISE Njemačka (EGEC – Geothermal heat pumps – ground source heat pumps, 2009.) (<http://egec.info/wp-content/uploads/2011/01/EGEC-Brochure-GSHP-2009.pdf>)

²⁵ Marek MIARA, *Performance/optimization of state-of the art residential heat pump*, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, 9th Heat Pump Conference, Zürich 2008. (http://www.annex32.net/pdf/presentations/Annex32_workshop_HPC2008_Miara.pdf)

²⁶ Marek Miara, Danny Günther, Thomas Kramer, Thore Oltersdorf, Jeannette Wapler: *Wärmepumpen Effizienz Messtechnische Untersuchung von Wärmepumpenanlagen zur Analyse und Bewertung der Effizienz im realen Betrieb*, Fraunhofer ISE, Mai 2011 (http://wp-effizienz.ise.fraunhofer.de/download/wp_effizienz_endbericht_langfassung.pdf)

²⁷ Methodology for statistical determination of the share of renewable energy for heat pumps in buildings, in view of annex VII of Directive 2009/28/EC (http://circa.europa.eu/Public/irc/dsis/chpwp/library?l=/renewable_statistics_1/proposal_industrypdf/_EN_1.0_&a=d) navedene vrijednosti su rezultat istraživanja Fraunhofer Instituta za instalirane dizalice topline u Njemačkoj 2008. godine

ristiti u Hrvatskoj za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih ugradnjom određene izvedbe dizalice topline.

Tablica 35 – Preporučene referentne vrijednosti sezonskog faktora učinkovitosti *SPF* za tri osnovne izvedbe dizalica topline za Hrvatsku

Izvedba dizalice topline	Sezonski faktor učinkovitosti ili godišnji toplinski množitelj <i>SPF</i> za Hrvatsku
Dizalica topline ZRAK-VODA	3,0
Dizalica topline VODA-VODA	3,5
Dizalica topline TLO-VODA	3,8

VAŽNA NAPOMENA: U nedostatku podataka uzete su vrijednosti sezonskog faktora učinkovitosti *SPF* dobivene istraživanjem tri osnovna tipa dizalica topline provedenim od Fraunhofer ISE u Njemačkoj. Za Hrvatsku je važno napraviti svoja istraživanja. Dok se istraživanja ne provedu, preporuča se korištenje referentnih vrijednosti *SPF* navedenih u Tablici 35

Prilikom izračuna smanjenja emisija CO₂ treba voditi računa o zamjeni goriva. Tako, ako se postojeći sustav na EL loživo ulje zamjenjuje dizalicom topline, potrebno je smanjenje emisija izračunati temeljem razlike emisijskih faktora za EL loživo ulje i električnu energiju. U slučaju ugradnje dizalice topline u novu građevinu, predlaže se izračun emisija temeljiti na prirodnom plinu kao alternativni.

Obvezni ulazni podaci – izvedba dizalice topline i sezonski faktor učinkovitosti *SPF*:

Podatke koje obveznici gospodarenja energijom moraju osigurati jesu izvedba dizalice topline (zrak-voda, voda-voda, tlo-voda) i ukoliko je poznat sezonski faktor učinkovitosti *SPF*. Ukoliko se ne dostavi *SPF*, na osnovu izvedbe dizalice topline bira se određena referentna vrijednost sezonskog faktora učinkovitosti *SPF* za Hrvatsku.

Za SHD i SWD se mogu koristiti referentne vrijednosti u sektoru kućanstva i sektoru usluga. Obveznici moraju dostaviti podatak o prosječnoj grijanoj površini zgrade A.

Korisnik, ukoliko poznaje, mora dostaviti i iznos energije koja se osigurava iz drugih izvora u zgradi Δ_{other} (npr. solarni kolektori, kotlovi na biomasu, kotlovi na fosilna goriva). Ukoliko iznos nije poznat uvrštava se $\Delta_{other} = 0$.

U slučaju zamjene postojećeg sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode s dizalicom topline potrebno je uzeti podatak o godini ugradnje starog postojećeg sustava, te godina ugradnje dizalice topline.

7.3 Preporučena metoda za Hrvatsku

U kućanstvima i zgradama uslužnog sektora moguće je definirati mjere za povećanje energetske učinkovitosti sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode za sljedeća tri slučaja:

1. nova instalacija dizalice topline za grijanje i pripremu potrošne tople vode (nove građevine)
2. zamjena postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode s dizalicom topline (zamjena opreme po isteku životnog vijeka s dizalicom topline)
3. ranija zamjena postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode s dizalicom topline (prisilna zamjena opreme prije isteka životnog vijeka s dizalicom toplinom)

Nova instalacija dizalice topline za grijanje i pripremu potrošne tople vode

Kod novih građevina u slučaju ugradnje dizalice topline postignute uštede se mogu odrediti na osnovu usporedbe učinkovitosti sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode pomoću dizalice topline sa prosječnim sustavom grijanja na tržištu (*»Market inefficient baseline«*).

Tablica 36 daje preporučenu formulu i referentne vrijednosti za izračun ušteda kod kućanstva i zgrada uslužnog sektora koje rezultiraju ugradnjom dizalice topline umjesto ugradnje opreme za grijanje prosječne učinkovitosti na tržištu (*»Market inefficient baseline«*).

Tablica 36 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije ugradnjom dizalica topline kod kućanstva i zgrada uslužnog sektora – nova instalacija

UFES [kWh/(jedinica-god)]	$UFES = \left(\frac{1}{\eta_{average}} - \frac{1}{SPF} \right) \cdot (SHD + SWD - \Delta E_{other}) \cdot A$	
$\eta_{average}$ SPF SHD [kWh/(m ² -god)] SWD [kWh/(m ² -god)] ΔE_{other} [kWh/(m ² -god)] A [m ²]	Ukupni sezonski stupanj djelovanja sustava grijanja prosječne učinkovitosti na tržištu Sezonski faktor učinkovitosti ili godišnji toplinski množitelj dizalice topline Specifične godišnje toplinske potrebe zgrade Specifične godišnje potrebe energije za pripremu potrošne tople vode Energija iz drugih sustava u zgradi (npr. solarni kolektori, kotlovi na biomasu, kotlovi na fosilna goriva) Prosječna grijana površina zgrade	
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i$	
Referentne vrijednosti	$\eta_{average}$ SPF	Tablica 23 → $\eta_{average} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,89$, $\eta_{em} = 0,83$
	SHD	Tablica 35 ili stvarna vrijednost ukoliko je poznata
	SWD	Tablica 25
	ΔE_{other}	Tablica 26
	A	Stvarna vrijednost ukoliko je poznata, ako nije poznata uzima se $\Delta E_{other} = 0$ kWh/(m ² -god) Stvarni ulazni podatak
Životni vijek:	Dizalice topline zrak-zrak: 10 godina Dizalice topline zrak-voda: 15 godina Dizalice topline tlo-voda: 25 godina	
Smanjenje emisija CO₂ [t/god]	$E_{CO_2} = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{e_{p,plin}}{\eta_{average}} - \frac{e_{el,energija}}{SPF} \right) \cdot (SHD + SWD - \Delta E_{other}) \cdot A \right]_{i,j}$ E_{CO_2} = smanjenje emisije CO ₂ [t] $e_{p,plin}$ – emisijski faktor alternativnog energenta – PRIRODNI PLIN [t CO ₂ /MWh] $e_{el,energija}$ – emisijski faktor za električnu energiju [t CO ₂ /MWh] e prema Tablica 4	

Zamjena postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode s dizalicom topline (po isteku životnog vijeka opreme)

Ušteda energije se postiže zamjenom opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode s dizalicom topline. U slučaju izračuna svih energetske ušteda koriste se referentne vrijednosti za *»Stock baseline«* koje se odnose na postojeće stanje, a u slučaju izračuna dodatnih ušteda energije koriste se referentne vrijednosti za *»Market baseline«*.

Tablica 37 navodi preporučenu formulu za izračun ušteda u Hrvatskoj koje rezultiraju zamjenom sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora po isteku životnog vijeka opreme s dizalicom topline, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt.

Tablica 37 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije uslijed zamjene opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora s dizalicom topline

UFES [kWh/(jedinica-god)]	SVE ENERGETSKE UŠTEDE → „Stock baseline“ $UFES = \left(\frac{1}{\eta_{old}} - \frac{1}{SPF} \right) \cdot (SHD + SWD - \Delta E_{other}) \cdot A$	
	DODATNE ENERGETSKE UŠTEDE → „Market baseline“ $UFES = \left(\frac{1}{\eta_{average}} - \frac{1}{SPF} \right) \cdot (SHD + SWD - \Delta E_{other}) \cdot A$	
η_{old} $\eta_{average}$ SPF SHD [kWh/(m ² -god)] SWD [kWh/(m ² -god)] ΔE_{other} [kWh/(m ² -god)] A [m ²]	Ukupni sezonski stupanj djelovanja sustava grijanja prije provedbe mjere EnU Ukupni sezonski stupanj djelovanja sustava grijanja prosječne učinkovitosti na tržištu Sezonski faktor učinkovitosti ili godišnji toplinski množitelj dizalice topline Specifične godišnje toplinske potrebe zgrade Specifične godišnje potrebe energije za pripremu potrošne tople vode Energija iz drugih sustava u zgradi (npr. solarni kolektori, kotlovi na biomasu, kotlovi na fosilna goriva) Prosječna grijana površina zgrade	
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i$	
Referentne vrijednosti	η_{old}	Tablica 23 → $\eta_{old} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,82$, $\eta_{dis} = 0,93$, $\eta_{em} = 0,78$
	$\eta_{average}$	Tablica 23 → $\eta_{average} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,89$, $\eta_{em} = 0,83$
	SPF	
	SHD	Tablica 35 ili stvarna vrijednost ukoliko je poznata
	SWD	Tablica 25
	ΔE_{other}	Stvarna vrijednost ukoliko je poznata, ako nije poznata uzima se $\Delta E_{other} = 0$ kWh/(m ² -god) Stvarni ulazni podatak
Životni vijek:	Dizalice topline zrak-zrak: 10 godina Dizalice topline zrak-voda: 15 godina Dizalice topline tlo-voda: 25 godina	
Smanjenje emisija CO₂ [t/god]	$E_{CO_2} = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{e_{p,plin}}{\eta_{old}} - \frac{e_{el,energija}}{SPF} \right) \cdot (SHD + SWD - \Delta E_{other}) \cdot A \right]_{i,j}$ $E_{CO_2} = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{e_{p,plin}}{\eta_{average}} - \frac{e_{el,energija}}{SPF} \right) \cdot (SHD + SWD - \Delta E_{other}) \cdot A \right]_{i,j}$ E_{CO_2} = smanjenje emisije CO ₂ [t] $e_{p,plin}$ – emisijski faktor alternativnog energenta – PRIRODNI PLIN [t CO ₂ /MWh] $e_{el,energija}$ – emisijski faktor za električnu energiju [t CO ₂ /MWh] e prema Tablica 4	

Ranija zamjena postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode s dizalicom topline (prije isteka životnog vijeka opreme)

Ušteda energije se postiže zamjenom opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode prije isteka životnog vijeka opreme s dizalicom topline. Do isteka životnog vijeka postojeće opreme za izračun energetske ušteda se koriste referentne vrijednosti za *»Stock baseline«*, a nakon isteka životnog vijeka za izračun energetske ušteda se koriste referentne vrijednosti za *»Market baseline«*.

Tablica 38 navodi preporučenu formulu za izračun ušteda koje rezultiraju ranijom zamjenom opreme sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode u stambenim zgradama i zgradama uslužnog sektora prije isteka životnog vijeka opreme s dizalicom topline, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt.

Tablica 38 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije uslijed ranije zamjene opreme postojećeg sustava grijanja i sustava za pripremu potrošne tople vode prije isteka životnog vijeka opreme u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora s dizalicom topline

SVE ENERGETSKE UŠTEDE → „Stock baseline»		
UFES [kWh/(jedinica·god)]	$UFES = \left(\frac{1}{\eta_{old}} - \frac{1}{SPF} \right) \cdot (SHD + SWD - \Delta E_{other}) \cdot A$	
DODATNE ENERGETSKE UŠTEDE → „Stock baseline» i „Market baseline»		
	$UFES = \left(\frac{1}{\eta_{old}} - \frac{1}{SPF} \right) \cdot (SHD + SWD - \Delta E_{other}) \cdot A \rightarrow \text{„Stock baseline»}$ do isteka životnog vijeka	
	$UFES = \left(\frac{1}{\eta_{average}} - \frac{1}{SPF} \right) \cdot (SHD + SWD - \Delta E_{other}) \cdot A \rightarrow \text{„Market baseline»}$ nakon isteka životnog vijeka	
η_{old} $\eta_{average}$ SPF SHD [kWh/(m ² ·god)] SWD [kWh/(m ² ·god)] ΔE_{other} [kWh/(m ² ·god)] A [m ²]	Ukupni sezonski stupanj djelovanja sustava grijanja prije provedbe mjere EnU Ukupni sezonski stupanj djelovanja sustava grijanja prosječne učinkovitosti na tržištu Sezonski faktor učinkovitosti ili godišnji toplinski množitelj dizalice topline Specifične godišnje toplinske potrebe zgrade Specifične godišnje potrebe energije za pripremu potrošne tople vode Energija iz drugih sustava u zgradi (npr. solarni kolektori, kotlovi na biomasu, kotlovi na fosilna goriva) Prosječna grijana površina zgrade	
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i$	
Referentne vrijednosti	η_{old}	Tablica 23 → $\eta_{old} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,82$, $\eta_{dis} = 0,93$, $\eta_{em} = 0,78$
	$\eta_{average}$	Tablica 23 → $\eta_{average} = \eta_{boiler} \cdot \eta_{dis} \cdot \eta_{em}$ $\eta_{boiler} = 0,89$, $\eta_{em} = 0,83$
	SPF	Tablica 35 ili stvarna vrijednost ukoliko je poznata
	SHD	Tablica 25
	SWD	Tablica 26
	ΔE_{other}	Stvarna vrijednost ukoliko je poznata, ako nije poznata uzima se $\Delta E_{other} = 0$ kWh/(m ² ·god)
A	Stvarni ulazni podatak	
Životni vijek:	Dizalice topline zrak-zrak: 10 godina Dizalice topline zrak-voda: 15 godina Dizalice topline tlo-voda: 25 godina	
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]	$E_{CO_2} = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{\epsilon_{p,plin}}{\eta_{old}} - \frac{\epsilon_{el,energija}}{SPF} \right) \cdot \frac{(SHD + SWD - \Delta E_{other}) \cdot A}{1000} \right]_i$	
	$E_{CO_2} = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{\epsilon_{p,plin}}{\eta_{average}} - \frac{\epsilon_{el,energija}}{SPF} \right) \cdot \frac{(SHD + SWD - \Delta E_{other}) \cdot A}{1000} \right]_i$	
	E_{CO_2} = smanjenje emisije CO ₂ [t] $\epsilon_{p,plin}$ – emisijski faktor alternativnog energenta – PRIRODNI PLIN [t CO ₂ /MWh] $\epsilon_{el,energija}$ – emisijski faktor za električnu energiju [t CO ₂ /MWh] e prema Tablica 4	

8. Nova instalacija ili zamjena split klima uređaja (< 12 kW) u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

8.1 EU preporuke

EK u svojim preporukama²⁸ navodi formulu za ocjenu jedinične godišnje uštede energije koja je rezultat instalacije ili zamjene split klima uređaja u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora.

Jedinična godišnja ušteda energije u neposrednoj potrošnji (UFES) izražava se u kWh/(jedinica×god), a izračunava se na osnovu poboljšanja faktora hlađenja (eng. *Energy Efficiency Ratio-EER*), nazivnog rashladnog učina (kW) i godišnjeg broja sati rada split klima uređaja kod nazivnog učina (h). Ukupne godišnje uštede energije (FES) izražene u kWh/god, dobivaju se zbrajanjem svih jediničnih godišnjih ušteda ostvarenih zamjenom ili instalacijom split klima uređaja.

²⁸ European Commission: »Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services«

Tablica 39 daje formulu za izračun jedinične godišnje uštede UFES prilikom instalacije ili zamjene split klima uređaja (< 12kW) u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora, preporučenu od strane EK.

Tablica 39 – Preporučena formula za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije ostvarenih instalacijom ili zamjenom split klima uređaja (< 12 kW) u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti – životni vijek
$UFES = \left(\frac{1}{EER_{average}} - \frac{1}{EER_{best_perf_on_market}} \right) \cdot P_n \cdot n_h$ [kWh/(jedinica·god)] $n_h = n_{ah} \cdot f_u$	EER = faktor hlađenja ²⁹ $EER_{average}$ = sezonski faktor hlađenja referentnog uređaja $EER_{best_perf_on_market}$ = sezonski faktor hlađenja visokoučinkovitog zamjenskog uređaja P_n = nazivni rashladni učin uređaja [kW] n_h = godišnji broj sati rada kod nazivnog rashladnog učina [h] n_{ah} = godišnji broj sati rada uređaja [h] f_u = faktor djelomičnog opterećenja (preporučena vrijednost: 58%)	Prosječna učinkovitost opreme za postojeće zgrade (1995) za rane aktivnosti, 2007 za zamjene uređaja [kW] Za nove instalacije: prosječna učinkovitost opreme na tržištu (1991) za rane aktivnosti, 2007 za nove mjere.	Split klima uređaji u kućanstvima i zgradama uslužnog sektora: 10 godina

8.2. Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Prema Direktivi o energetskom označavanju klima uređaja 2002/31/EZ od 22. ožujka 2002. godine kojom se provodi Direktiva Vijeća 92/75/EEZ³⁰, split i multi-split klima uređaji se razvrstavaju u energetske razrede prema režimu rada (hlađenje, hlađenje/grijanje) i načinu hlađenja (hlađenje zrakom, hlađenje vodom). Ako se split odnosno multi-split klima uređaj koristi u režimu hlađenja, energetski razred se određuje na osnovu njegovog faktora hlađenja EER , dok se u slučaju grijanja energetski razred određuje na osnovu faktora grijanja COP (eng. *Coefficient of Performance*) (Tablica 40 – split i multi-split klima uređaji zrakom hlađeni).

Tablica 41 – split i multi-split klima uređaji vodom hlađeni). Navedena direktiva se odnosi na split i multi-split klima uređaje, rashladnog učina do 12 kW, koji su pogonjeni električnom energijom.

²⁹ European Commission: »Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services«

³⁰ COMMISSION DIRECTIVE 2002/31/EC of 22 March 2002 implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household air-conditioners

Tablica 40 – Energetski razredi split i multi-split klima uređaja zrakom hlađenih s obzirom na režim rada (hlađenje/grijanje)

Energetski razred	SPLIT I MULTI-SPLIT KLIMA UREĐAJI zrakom hlađeni	
	HLAĐENJE	GRIJANJE
A	EER > 3,20	COP > 3,60
B	3,00 < EER ≤ 3,20	3,40 < COP ≤ 3,60
C	2,80 < EER ≤ 3,00	3,20 < COP ≤ 3,40
D	2,60 < EER ≤ 2,80	2,80 < COP ≤ 3,20
E	2,40 < EER ≤ 2,60	2,60 < COP ≤ 2,80
F	2,20 < EER ≤ 2,40	2,40 < COP ≤ 2,60
G	EER ≤ 2,20	COP ≤ 2,40

Tablica 41 – Energetski razredi split i multi-split klima uređaja vodom hlađenih s obzirom na režim rada (hlađenje/grijanje)

Energetski razred	SPLIT I MULTI-SPLIT KLIMA UREĐAJI vodom hlađeni	
	HLAĐENJE	GRIJANJE
A	EER > 3,60	COP > 4,00
B	3,30 < EER ≤ 3,60	3,70 < COP ≤ 4,00
C	3,10 < EER ≤ 3,30	3,40 < COP ≤ 3,70
D	2,80 < EER ≤ 3,10	3,10 < COP ≤ 3,40
E	2,50 < EER ≤ 2,80	2,80 < COP ≤ 3,10
F	2,20 < EER ≤ 2,50	2,50 < COP ≤ 2,80
G	EER ≤ 2,20	COP ≤ 2,50

U slučaju najčešće korištenih zrakom hlađenih split/multi-split klima uređaja donja granična vrijednost faktora hlađenja za klima uređaje energetskog razreda A iznosi 3,2 (Tablica 40). Danas se na tržištu mogu naći visokoučinkoviti split/multi-split klima uređaji s faktorom hlađenja većim od 4 (npr. proizvođači TOSHIBA, MITSUBISCHI, FUJITSU, AIRWELL). Isto tako na tržištu ima mnoštvo klima uređaja niskog energetskog razreda. Svrha energetskog označavanja je da se kupcima daju jasni i objektivni podaci o uštedi energije i da ih se potakne da odaberu proizvode koji manje štete okolišu.

Obvezni ulazni podaci:

Podatak koji obveznici gospodarenja energijom moraju osigurati je nazivni rashladni učin uređaja P_{in} i faktor hlađenja novog split/multi-split klima uređaja kao i postojećeg (kod zamjene). Ukoliko se traženi podaci o faktoru hlađenja ne navedu, koriste se referentne vrijednosti.

Interesantni podatak je i radna tvar koja se koristi u lijevokretnom rashladnom krugu.

8.3 Preporučena metoda za Hrvatsku

S obzirom na gore opisanu obvezujuću kategorizaciju split i multi-split klima uređaja prema smjernicama direktive 2002/31/EZ moguće je u slučaju korištenja split i multi-split klima uređaja nazivnog rashladnog učina manjeg od 12 kW definirati mjere za povećanje energetske učinkovitosti kod kućanstva i zgrada uslužnog sektora za slijedeća dva slučaja:

1. nova instalacija split/multi-split klima uređaja
2. zamjena postojećeg split/multi-split klima uređaja

Nova instalacija split/multi-split klima uređaja

U slučaju nove instalacije split/multi-split klima uređaja energetskog razreda A postignute uštede se mogu odrediti na osnovu usporedbe klima uređaja energetskog razreda A s klima uređajem prosječnog energetskog razreda C.

Tablica 42 daje preporučenu formulu i referentne vrijednosti za izračun ušteta kod kućanstva i zgrada uslužnog koje rezultiraju ugradnjom visokoučinkovitog klima uređaja energetskog razreda A umjesto ugradnje klima uređaja prosječnog energetskog razreda C.

Tablica 42 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteta energije ugradnjom visokoučinkovitog klima uređaja – nova instalacija

UFES [kWh/(jedinica.god)]	$UFES = \left(\frac{1}{EER_{average}} - \frac{1}{EER_{new}} \right) \cdot P_{in} \cdot \eta_h$	
$EER_{average}$ [-] EER_{new} [-] P_{in} [kW] η_h [h]	faktor hlađenja klima uređaja prosječnog energetskog razreda C faktor hlađenja klima uređaja najvećeg energetskog razreda A nazivni rashladni učin uređaja godišnji broj sati rada kod nazivnog rashladnog učina	
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i$	
Referentne vrijednosti	$EER_{average}$	Tablica 44 → $EER_{average} = 2,90$
	EER_{new}	Stvarna vrijednost ili referentna vrijednost Tablica 44 → $EER_{new} = 3,75$
Životni vijek:	η_h	
		10 godina
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]	$E_{CO_2} = FES \times e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [t CO ₂ /MWh] FES – ukupna ušteda energije [MWh] e prema Tablica 4	

Zamjena postojećeg split/multi-split klima uređaja

Ušteda energije se postiže zamjenom postojećeg klima uređaja s visokoučinkovitim klima uređajem. Pri tome je pretpostavljeno da su postojeći klima uređaji energetskog razreda E (prosječni faktor hlađenja $EER_{existing} = 2,50$).

Nadalje u Hrvatskoj ima dosta instaliranih klima uređaja s klorofluorouglikovodicima (HCFC) kao radnom tvari u rashladnom krugu (npr. R22 – CHF₂Cl). Prema Montrealskom protokolu klorofluorouglikovodici spadaju u tvari koje oštećuju ozonski sloj. Potrošnja klorofluorouglikovodika kao radne u Hrvatskoj je prema Uredbi o tvarima koje oštećuju ozonski sloj (NN 120/05) dopuštena do 31. prosinca 2015. godine.

Tablica 43 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije zamjenom postojećeg klima uređaja s visokoučinkovitim klima uređajem

$UFES$ [kWh/(jedinica·god)]	$UFES = \left(\frac{1}{EER_{existing}} - \frac{1}{EER_{new}} \right) \cdot P_m \cdot \eta_h$	
$EER_{existing}$ [-] EER_{new} [-] P_m [kW] η_h [h]	faktor hlađenja postojećeg klima uređaja prosječnog energetskog razreda E faktor hlađenja klima uređaja najvećeg energetskog razreda A nazivni rashladni učin uređaja godišnji broj sati rada kod nazivnog rashladnog učina	
FES [kWh/god]	$FES = \sum_{i=1}^n UFES_i$	
Referentne vrijednosti	$EER_{existing}$	Stvarna vrijednost ili referentna vrijednost Tablica 44 → $EER_{existing} = 2,50$
	EER_{new}	Stvarna vrijednost ili referentna vrijednost Tablica 44 → $EER_{new} = 3,75$
	η_h	10 godina
Životni vijek:		10 godina
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]		$E_{CO_2} = FES \times e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [t CO ₂ /MWh] FES – ukupna ušteda energije [MWh] e prema Tablica 4

Tablica 44 navodi referentne vrijednosti faktora hlađenja, potrebne za izračun jediničnih godišnjih ušteda energije.

Tablica 44 – Referentne vrijednosti faktora hlađenja split i multi-split klima uređaja zrakom hlađenih

	Energetski razred klima uređaja	EER , [-]
EER_{new}	A	3,75
$EER_{average}$	C	2,90 ³¹
$EER_{existing}$	E	2,50 ³²

Tablica 45 navodi godišnji broj sati rada klima uređaja kod nazivnog rashladnog učina za tri klimatska područja u Hrvatskoj. Vrijednosti za kućanstva dobivene su na osnovu ankete provedene od strane Energetskog instituta Hrvoje Požar pod nazivom *Anketa o potrošnji energije u kućanstvima u Splitsko-dalmatinskoj županiji* (2008.). Broj sati rada klima uređaja kod zgrada uslužnog sektora dobiven je množenjem broja sati rada klima uređaja kod nazivnog rashladnog učina za kućanstva s faktorom 2,17.

Tablica 45 – Referentne vrijednosti faktora hlađenja split i multi-split klima uređaja zrakom hlađenih

	Godišnji broj sati rada klima uređaja kod nazivnog rashladnog učina η_h , [h]	
	Stambena zgrada	Zgrade uslužnog sektora
DALMACIJA PRIMORJE	310	670
LIKA I GORSKI KOTAR	150	325
KONTINENTALNA HRVATSKA	230	500

9. Zamjena ili novi kućanski uređaji u stambenim zgradama

9.4 EU preporuke

EK u svojim preporukama navodi formulu za ocjenu godišnje uštede energije koja je rezultat zamjene postojećih kućanskih uređaja koji

³¹ Prosječna vrijednost faktora hlađenja energetskog razreda C za split i multi-split uređaje zrakom hlađene

³² Prosječna vrijednost faktora hlađenja energetskog razreda E za split i multi-split uređaje zrakom hlađene

za svoj rad trebaju energiju novim uređajima, energetski učinkovitim. Formula se također može koristiti i za ocjenu ušteda koje su rezultat potpuno nove instalacije energetski najučinkovitijih kućanskih uređaja.

Jedinična ušteda energije u neposrednoj potrošnji (UFES) izražava se u kWh/uređaj/god, a izračunava se kao razlika godišnje potrošnje energije postojećih uređaja u referentnoj godini (»stock average«) i potrošnje energije novih prodanih ili instaliranih uređaja. U slučaju nove ugradnje uređaja, umjesto »stock average« vrijednosti koristi se »market average« vrijednost, tj. prosječna potrošnja uređaja na tržištu u referentnoj godini.

Ukupne godišnje uštede finalne energije (FES) izražavaju se u kWh/god, a dobivaju se množenjem UFES brojem uređaja prodanih ili instaliranih u sklopu mjere poboljšanja energetske učinkovitosti. Formula za izračun UFES preporučena od EK prikazana je u Tablici 46.

Tablica 46 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novog kućanskog uređaja

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti – životni vijek
$UFES = AEC_{refnear_stockaverage} - AEC_{refmarket_promotedenergylast}$ [kWh/uređaj/god]	AEC = Godišnja potrošnja energije uređaja [kWh/ur/god] Napomena: Države članice definiraju učinkovite uređaje na tržištu	Za zamjene: Prosječna potrošnja postojećih uređaja – »stock avg.« Za nove instalacije: Prosječna potrošnja uređaja na tržištu – »market avg.«	15 godina za rashladne uređaje (hladnjake, ledenice i kombinacije) 12 godina perlice (posuda, rublja, bubnjaste sušilice)

9.2. Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Iako je formula vrlo jednostavna i trebala bi biti lako primjenjiva, u praksi se kao veliki problem pokazuje dostupnost podataka o količinama prodanih i zamijenjenih uređaja iz kojih bi se mogle izračunati ukupne uštede koje su rezultat općih mjera poput energetskog označavanja kućanskih uređaja.

Godišnje potrošnje energije postojećih uređaja dani su u ODYSSEE bazi podataka te prikazani u Tablici 47. Zbog nedostatka podataka, potrošnje uređaja u bazi se nisu mijenjale od 2000. godine. U tablici su prikazani i podaci o zastupljenosti uređaja u kućanstvima, tj. podaci o postotku kućanstava u Hrvatskoj koja posjeduju navedeni uređaj.

Tablica 47 – Godišnja potrošnja energije postojećih uređaja prema ODYSSEE bazi podataka

Vrsta uređaja	Godišnja potrošnja energije [kWh/god]	Zastupljenost kućanstvima [%]
Hladnjak	366	98
Ledenica (i hladnjak-ledenica)	700	67
Perilica rublja	395	92
Perilica posuda	500	20

Valja istaknuti da će se analizirati samo navedene grupe uređaja jer one predstavljaju najveći udio u potrošnji kućanstva. Vrijednosti navedene u gornjoj tablici mogu se smatrati vrijednostima »stock average«, iako se modeliranjem dolazi do nešto nižih podataka zbog napretka tehnologije i penetracije učinkovitijih uređaja na tržište.

EK u svojim preporukama također daje i referentne vrijednosti jediničnih ušteda energije za pojedine grupe uređaja koje su dane u

Tablici 48. Države članice mogu koristiti navedene vrijednosti za izračun ukupnih ušteda energije.

Tablica 48 – Jedinične uštede energije za pojedine uređaje prema preporukama EK

Vrsta uređaja	Godišnja potrošnja energije [kWh/god]
Hladnjak	67
Ledenica	71
Hladnjak-ledenica	69
Perilica rublja	13
Perilica posuda	44

Shema označavanja kućanskih uređaja u Hrvatskoj uvedena je kasnije nego u ostalim državama članicama. Prema istraživanju tržišta koje je provedeno 2004. godine, početno stanje na tržištu bilo je sljedeće:

o hladnjaci: A+– 0,3%, A– 26,6, B– 57,7%, ostali 15,4%

o ledenice: A– 2,8%, B– 12,1, C– 21,6%, ostali 63,5%

o perilice rublja: A–17,6%, B– 26,7%, ostali 55,7%

o perilice posuda: A– 2,8%, B– 12,1, C– 21,6 %, ostali 63,5%

Ovakvo polazno stanje nalaže ponovni izračun jediničnih ušteda koje će se jednostavno moći koristiti ubuduće za ocjenu učinka sheme označavanja i poticajnih mjera. Izračun je temeljen na projekciji specifične godišnje potrošnje svih uređaja (bez penetracije novih uređaja na tržište) i specifične godišnje potrošnje novih uređaja (stanje s postupnom zamjenom postojećih uređaja). Pri tome je pretpostavljeno da se godišnje zamjenjuje 7% uređaja te je uzeta u obzir struktura uređaja prema njihovoj starosti: do 5 godina 38%, od 5 do 10 godina 38% i 24% stariji od 10 godina. Situacija je znatno drukčija od navedenog jedino za perilice rublja, koje su još relativno rijetke u hrvatskim kućanstvima te većinom nisu starije od 10 godina. Za svaku godinu do 2016. izračunate su uštede energije te je izračunat prosjek, koji je i preporučena vrijednost jediničnih ušteda energije. Rezultati izračuna (modeliranja) dani su Tablici 49. Rezultati su očekivano različiti od preporuka EK – za rashladne kućanske uređaje dobivene su veće vrijednosti, upravo zbog starosti postojećeg fonda uređaja i lošijeg »početnog« stanja na tržištu nego u EU zemljama.

Tablica 49 – Jedinične uštede energije za pojedine uređaje prema izračunu za Hrvatsku

Vrsta uređaja	Godišnja potrošnja energije [kWh/god]
Hladnjak	75
Ledenica	85
Hladnjak-ledenica	80
Perilica rublja	10
Perilica posuda	45

Gore navedene jedinične vrijednosti mogu se koristiti za ocjenu općih mjera kao što je označavanje energetske učinkovitosti uređaja.

Prilikom definiranja posebnih poticajnih programa novi uređaju moraju zadovoljavati najviši razred energetske učinkovitosti, tj. barem razred A++. Godišnje potrošnje energije za nove uređaje koji se trebaju promovirati budućim poticajnim shemama dani su u Tablici 50 temeljem podataka o najboljim dostupnim uređajima na europskom tržištu.³³

Tablica 50 – Karakteristike novih uređaja koji se trebaju promovirati poticajnim shemama

Vrsta uređaja	Energetski razred	Godišnja potrošnja energije [kWh/god]
Hladnjak	A+++ (A++)	155
Ledenica	A+++ (A++)	220
Hladnjak-ledenica	A+++ (A++)	200
Perilica rublja	A+++ (A++)	210
Perilica posuda	A+++ (A++)	250

Prilikom kupnje potpuno novog uređaja (bez zamjene starog), taj uređaj mora biti najboljih karakteristika na tržištu (Tablica 50). Za potrebe izrade ove metodologije napravljen je uvid u stanje na tržištu te je utvrđeno da je dana u hrvatskim trgovinama vrlo teško pronaći navedene uređaje razreda energetske učinkovitosti manjeg od B. Stoga se kao referentne vrijednosti za »market average« uzimaju godišnje potrošnje energije za uređaje razreda A.

Tablica 51 – Karakteristike neučinkovitih uređaja na tržištu (»market average«)

Vrsta uređaja	Energetski razred	Godišnja potrošnja energije [kWh/god]
Hladnjak	A	240
Ledenica	A	350
Hladnjak-ledenica	A	320
Perilica rublja	A	270
Perilica posuda	A	280

9.3. Preporučena metoda za Hrvatsku

Preporučena formula za izračun ušteda koje rezultiraju iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitijih kućanskih uređaja, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt dani su u Tablici 52. Pri tome razlikujemo dva slučaja: kupnja novog uređaja i zamjena postojećeg uređaja.

Tablica 52 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitijih kućanskih uređaja

UFES [kWh/uređaj/god]	$UFES = AEC_{old} - AEC_{new}$	
AEC _{OLD} [kWh/god]	Godišnja potrošnja energije starog uređaja	
AEC _{NEW} [kWh/god]	Godišnja potrošnja energije novog uređaja	
N – broj kupljenih/zamijenjenih uređaja	/	
FES [kWh/god]	$FES = UFES \times N$	
Referentne vrijednosti	AEC _{OLD} [kWh/uređaj/god]	Zamjena postojećih uređaja: Tablica 47
	AEC _{NEW} [kWh/uređaj/god]	Kupovina novog uređaja: Tablica 51
	UFES [kWh/uređaj/god]	Tablica 50
Životni vijek:	Tablica 49 (koristi se samo u slučaju nedostatka specifičnih podataka i za opće mjere)	
	Rashladni uređaji: 15 godina Perilice: 12 godina	
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]	$E_{CO_2} = FES \times e / 1000$ [t] e = emisijski faktor [tCO ₂ /MWh] FES – ukupna ušteda energije [MWh] e = 0,376 t/MWh ³⁴	

10. Zamjena ili nova uredska oprema u zgradama uslužnog sektora

10.7 EU preporuke

EK u svojim preporukama navodi formulu za ocjenu godišnje uštede energije koja je rezultat zamjene postojeće uredske opreme novom, energetske učinkovitijom ili je rezultat nabavke potpuno nove, energetske učinkovitije opreme.

Jedinična ušteda energije u neposrednoj potrošnji (UFES) izražava se u kWh/uređaj/god, a treba se izračunavati za svaki tip uredske opreme posebno (računala, zaslone, pisači i dr.). UFES

³³ Izvor: <http://www.topten.pt>

³⁴ Izvor: Pravilnik o energetskim pregledima građevina (NN 05/11)

se izračunava kao razlika godišnje potrošnje energije postojećih uređaja u referentnoj godini («stock average») i potrošnje energije novih prodanih ili instaliranih uređaja. Pri tome preporuke razlikuju tri slučaja: uštede u radu uređaja, uštede u tzv. *stand-by* stanju uređaja, te uštede koje rezultiraju iz promjene načina rada postojećih uređaja a temelje se na razlici broja sati u režimu rada prije i poslije uvođenja mjere (npr. softwareske kontrole). U slučaju nove ugradnje uređaja, umjesto «stock average» vrijednosti koristi se «market average» vrijednost, tj. prosječna potrošnja uređaja na tržištu u referentnoj godini.

Ukupne godišnje uštede finalne energije (FES) izražavaju se u kWh/god, a dobivaju se množenjem ukupnog UFES (zbroy ušteda ostvarenih na sva tri prethodno opisana načina) brojem uređaja prodanih ili instaliranih u sklopu mjere poboljšanja energetske učinkovitosti. Formula za izračun UFES preporučena od EK prikazana je u Tablici 53.

Tablica 53 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novog kućanskog uređaja

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti – životni vijek
Rad: $UFES = (PA_{\text{refactor_stockaverage}} - PA_{\text{refactor_bestmarket}}) \times h_{\text{active}} / 1000$ Stand-by: $UFES = (PS_{\text{refactor_stockaverage}} - PS_{\text{refactor_bestmarket}}) \times h_{\text{standby}} / 1000$ Upravljanje (bez zamjene): $UFES = ((PA \times h_{\text{active}} + PS \times h_{\text{standby}})_{\text{nov}} - (PA \times h_{\text{active}} + PS \times h_{\text{standby}})_{\text{old}}) / 10$	$PA =$ Električna snaga uređaja u radu $PS =$ Električna snaga uređaja u stand-by	Za zamjene: Prosječna snaga postojećih uređaja – „stock avg.“ Za nove instalacije: Prosječna snaga uređaja na tržištu – „market avg.“	3 godine
[kWh/uređaj/god]	h_{active} – broj sati u radu h_{standby} – broj sati u stand-by		

10.2 Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Dane formule su jednostavne i lako primjenjive. No, problem je dakako odrediti referentne vrijednosti posebice za postojeće uređaje («stock average»). No, s obzirom na preporučeni i realni životni vijek uredske opreme, učestalost njihove zamjene je velika i učinkovitost postojećeg fonda uređaja se kontinuirano i brzo mijenja. Stoga je najbolje odrediti jedinične uštede za pojedine grupe uređaja te temeljem tih pretpostavljenih vrijednosti i broja uređaja računati ukupno ostvarene uštede.

U tu svrhu korištene su preporuke EMEES projekta, a potrošnja energije postojećih i učinkovitih uređaja dane su u Tablici 54. Ovisno o vrsti zamjene, iz tih se podataka računaju jedinične uštede (npr. moguće je da će se stolno računalo s CRT zaslonom zamijeniti prijenosnim računalom). Dane vrijednosti predstavljaju ukupnu potrošnju uređaja, u radu, *stand-by* i *off* načinu rada.

Tablica 54 – Preporučene vrijednosti jediničnih ušteda za uredsku opremu

Vrsta uređaja	Potrošnja energije prosječnog uređaja [kWh/uređaj/god]	Potrošnja energije učinkovitog uređaja [kWh/uređaj/god]
Stolno računalo	299,9	62,1
Prijenosno računalo	87,3	20,5
CRT zaslon	207,2	136,5
LCD zaslon	93,1	46,4

S obzirom da su računala dominantna uredska oprema, procjena je dana samo za njih. Treba istaknuti da su vrijednosti u EMEES projektu dane na osnovu studija iz 2007. godine. Jasno je da je od tada napredovala i računalna tehnologija, ali isto tako je došlo i do obnove fonda uredske opreme. Stoga se ovi podaci, tj. uštede energije koje se izračunavaju na temelju njih mogu smatrati važećima i danas (jer se uštede računaju na osnovi razlika potrošnje). Za ostale uredske uređaje, poglavito pisalice i fotokopirne uređaje, također bi trebalo napraviti ocjene. Navedeno će se i ostvariti u sklopu mjere P3 »Zelena« javna nabava iz NAPEnU, kada će se napraviti detaljne analize i definirati kriteriji za nabavku energetski učinkovite uredske opreme.

10.3 Preporučena metoda za Hrvatsku

Preporučena formula za izračun ušteda koje rezultiraju iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitije uredske opreme, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt dani su u Tablici 55. Pri tome razlikujemo dva slučaja: kupnja novog uređaja i zamjena postojećeg uređaja. Ipak, kada je to moguće, a posebice prilikom zamjene uređaja, potrebno je koristiti formule prema preporukama EK jer se njima točnije ocjenjuje stanje »prije« i »poslije« zamjene.

Tablica 55 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitijih kućanskih uređaja³⁵

UFES [kWh/uređaj/god]	$UFES = AEC_{\text{old}} - AEC_{\text{new}}$
AEC_{old} [kWh/god]	Godišnja potrošnja energije starog uređaja
AEC_{new} [kWh/god]	Godišnja potrošnja energije novog uređaja
N – broj kupljenih/zamijenjenih uređaja	/
FES [kWh/god]	$FES = UFES \times N$
Referentne vrijednosti	AEC_{old} [kWh/uređaj/god] Tablica 54 AEC_{new} [kWh/uređaj/god] Tablica 54
Životni vijek:	Rashladni uređaji: 15 godina; Perilice: 12 godina
Smanjenje emisija CO2 [t/god]	$E_{\text{CO2}} = FES \times e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [tCO2/MWh]; FES – ukupna ušteda energije [MWh]; e = 0,376 t/MWh ³⁵

11. Zamjena ili instalacija novih rasvjetnih tijela u kućanstvima

11.1 EU preporuke

EK u svojim preporukama navodi formulu za ocjenu godišnje uštede energije koja je rezultat zamjene rasvjetnih tijela (žarulja) novim učinkovitijima ili koja je rezultat ugradnje novih učinkovitih rasvjetnih tijela³⁶.

Jedinična ušteda energije u neposrednoj potrošnji (UFES) izražava se u kWh/jedinica/god, a izračunava se temeljem razlike nazivne električne snage rasvjetnih tijela u referentnoj godini (snaga »prije« provedbe mjere energetske učinkovitosti) i nazivne električne snage novih rasvjetnih tijela (snaga »nakon« provedbe mjere energetske učinkovitosti). Ukupne godišnje uštede energije (FES) izražavaju se u kWh/god množenjem UFES brojem instaliranih novih rasvjetnih tijela. Formula za izračun UFES preporučena od EK prikazana je u Tablici 56.

³⁵ Izvor: Pravilnik o energetskim pregledima građevina (NN 05/11)

³⁶ European Commission: »Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services«

Tablica 56 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novih rasvjetnih tijela u kućanstvima

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti (Tablica I.2 & III.) ¹
$UFES = \frac{(P_{STOCK\ AVERAGE} - P_{BEST\ MARKET\ PROMOTED}) \times n_h}{1000}$ [kWh/jedinica/god]	$P_{STOCK\ AVERAGE}$ = Prosječna snaga žarulja u kućanstvima [W] $P_{BEST\ MARKET\ PROMOTED}$ = Snaga promovirane žarulje [W] n_h = Prosječan broj sati rada rasvjete F _{rep} – Korekcijski faktor koji uzima u obzir da se sve postojeće žarulje neće odmah zamijeniti	Prosjek za postojeća kućanstva 1995 (1991) Za rane aktivnosti, 2007 za zamjene. Za nove instalacije : prosječna snaga žarulja na tržištu 1995 (1991) za rane aktivnosti, 2007 za nove mjere.	UFES = 47 kWh/jedinica n_h = 1.000 h/god Životni vijek: 6.000 sati

11.2 Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Predložena formula je vrlo jednostavna i lako primjenjiva, a omogućava:

- izračun ušteda koje proizlaze iz zamjene rasvjetnih tijela u pojedinom kućanstvu:

o prosječna nazivna snaga »starih« i »novih« žarulja je u ovom slučaju poznat podatak (vrijednosti iz pojedinačnog projekta) i unosi se u formulu kao ulazni podatak (npr. vrlo je uobičajeno da se žarulje sa žarnom niti od 60 W zamjenjuju CFL žaruljama od 11 W, odnosno žarulje od 100 W CFL žaruljama od 21 W, itd.)

- izračunavanje učinaka ciljanih programa za zamjenu rasvjetnih tijela u kućanstvima (npr. DSM programa koje provode elektroprivredne tvrtke, a kojima se kupcima nude besplatne CLF žarulje; aktivnosti u sklopu sustava bijelih certifikata ili sl.)

o zbog velikog broja kućanstava potencijalno obuhvaćenih ovom vrstom mjera (programa) energetske učinkovitosti, često nije moguće točno znati snagu »starih« žarulja (može se dogoditi da se »stare« žarulje od 40 W zamijene CFL žaruljama koje imaju ekvivalentan svjetlosni tok kao žarulja sa žarnom niti od 60W, čime će se povećati rasvijetljenost prostora; dakako moguća je i obratna situacija), pa je stoga poželjno uvesti opravdane pretpostavke, tj. utvrditi referentne vrijednosti. Snaga »novih« žarulja koje se promoviraju programom poznat je (ili bi barem trebao biti poznat) podatak. Prema tome, može se pretpostaviti da je prosječna snaga »starih« žarulja oko 5 puta veća (vidi Tablica 57).

Prema dostupnim podacima proizvođača rasvjetnih tijela prisutnih na hrvatskom tržištu, u Tablici 57 prikazane su tipične snage žarulja sa žarnom niti i njima CFL žarulja s ekvivalentnim svjetlosnim tokom.

Tablica 57 – Prosječne snage žarulja sa žarnom niti i CFL žarulja

Snaga žarulje sa žarnom niti [W]	Snaga ekvivalentne CFL [W]	Razlika [W]	UFES [kWh/jedinica] temeljeno na 800 sati/god
25	5	20	16
40	7	33	26,4
60	10-11	49-50	40
75	14-15	59-60	48
100	18-21	79-88	70,4
120	22-24	98-96	76,8
150	30	120	96

Posljedično, tri su moguće uporabe gore navedene formule, a temelje se na:

- referentnoj vrijednosti za UFES, koja odražava najčešće provedene zamjene žarulja sa žarnom niti CFL žaruljama;
- referentnom odnosu (omjeru) nazivnih snaga »starih« i »novih« sustava, u slučaju kada su vrijednosti za »nove« poznate s visokim stupnjem sigurnosti (npr. kada elektroprivredna tvrtka koja provodi program točno zna broj i snagu novih učinkovitih žarulja koje dijeli svojim kupcima);
- stvarnim vrijednostima iz pojedinačnog projekta, ukoliko su poznate.

Prema tome, osnovna se formula može napisati na sljedeći način (značenje pojmova objašnjeno je u Tablica 56):

$$UFES = \frac{(P_{OLD} - P_{NEW}) \times n_h \times F_{rep}}{1000} \text{ [kWh/jedinica/god]} \quad (2.1)$$

S obzirom da je udio 60 W-nih žarulja sa žarnom niti u prosječnom hrvatskom kućanstvu najveći, razumno je pretpostaviti da je razlika u potrošnji »starih« i »novih« žarulja jednaka 50 W. Uz ovu vrijednost i pretpostavku od 800 radnih sati sustava rasvjete u kućanstvu, lako se izračuna UFES = 40 kWh / god. Ova je vrijednost preporučena kao referentna za Hrvatsku. Ukupna ušteda energije (FES) izračunava se množenjem referentnog UFES brojem zamijenjenih ili novoinstaliranih CFL žarulja.

Referentna vrijednost za UFES preporučena od EK (Tablica 56) počiva na pretpostavci od 1.000 radnih sati godišnje. To je za hrvatske uvjete (južna pozicija s većim brojem sati u kojima nema potrebe za rasvjetom negoli je to prosjek u EU) precijenjena vrijednost, te je prikladnije računati s 800 sati, što znači da je rasvjeta upaljena u prosjeku 2,2 sata dnevno.

Tablica 57 pokazuje da je omjer između prosječne snage »starih« i »novih« žarulja jednak 5, stoga se ta vrijednost može koristiti u izračunima za slučaj b).

U preporučenoj formuli također se nalazi i korekcijski faktor F_{rep} , koji uzima u obzir vjerojatnost da se neće sve učinkovitije žarulje odmah instalirati tj. da one neće odmah zamijeniti postojeće žarulje. Vrlo je malo vjerojatno da će izvođači ovakvih programa biti u mogućnosti utvrditi ovaj faktor sa zadovoljavajućim stupnjem sigurnosti. Stoga će referentna vrijednost ovog faktora biti 1 za Hrvatsku.

I na kraju, EK preporučuje da je životni vijek ove mjere 6,000 h. Ista je vrijednost preporučena i od CEN-a pa će se ona primjenjivati i za Hrvatsku, iako prema podacima proizvođača CFL žarulje imaju čak i dvostruko veći životni vijek. Međutim, ipak je bolje koristiti nižu vrijednost s obzirom na činjenicu da životni vijek ovisi o načinu korištenja (visoka ili niska frekvencija paljenja-gašenja svjetla) i kvaliteti električne energije.

Obvezni ulazni podaci – broj zamijenjenih/novih žarulja:

Jedini podatak kojega obveznici gospodarenja energijom moraju osigurati jest broj zamijenjenih odnosno novih žarulja. Korištenjem referentne vrijednosti za UFES moguće je utvrditi ukupne uštede energije.

Ipak, preporuča se da se od korisnika uvijek traži barem snaga novih učinkovitijih žarulja koje se promoviraju programom, a poželjno i snaga 'starih' žarulja koje se programom zamjenjuju.

11.3 Preporučena metoda za Hrvatsku

Preporučena formula za izračun ušteta koje rezultiraju iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitijih rasvjetnih tijela u kućanstvima, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt dani su u Tablici 58.

Tablica 58 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteta energije iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitijih rasvjetnih tijela u kućanstvima

UFES [kWh/jedinica/god] Formula uz poznate projektne podatke Referentna formula Referentna formula uz poznat P _{NEW}	$UFES = \frac{P_{OLD} - P_{NEW}}{1000} \times n_h \times F_{rep}$ $UFES = \frac{P_{OLD} - P_{NEW}}{1000} \times n_h (F_{rep} = 1)$ $UFES = \frac{(R-1) \times P_{NEW}}{1000} \times n_h (F_{rep} = 1)$
P _{OLD} [W] P _{NEW} [W]	Nazivna snaga žarulje sa žarnom niti prije provedbe mjere EnU Nazivna snaga CFL žarulje (ili druge vrste energetski učinkovitije žarulje, npr. LED) nakon provedbe mjere EnU
n _h – broj radnih sati godišnje	Referentna vrijednost: 800 sati
FES [kWh/god]	$FES = UFES \times N$ N – broj žarulja
Referentne vrijednosti	UFES [kWh/jedinica/god] 40 R (prosječan omjer električne snage žarulje sa žarnom niti i ekvivalentne CFL žarulje) 5
Životni vijek:	6.000 sati (7,5 godina)
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god]	$E_{CO_2} = FES \times e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [tCO ₂ /MWh] FES – ukupna ušteda energije [MWh] e = 0,376 t/MWh ³⁷

12. Zamjena, poboljšanje ili instalacija novih rasvjetnih sustava i njegovih komponenti u zgradama uslužnog (i industrijskog) sektora**12.1. EU preporuke**

EK u svojim preporukama navodi formule za ocjenu godišnje uštete energije koja je rezultat zamjene rasvjetnih tijela i ostalih komponenti sustava rasvjete novim učinkovitijima, ugradnje nove opreme (npr. senzora prisutnosti) ili poboljšanja u postojećim rasvjetnim sustavima u zgradama uslužnog sektora³⁸.

Formula a može se koristiti za širok raspon mogućih mjera poboljšanja EnU sustava rasvjete te uzima u obzir smanjenje instalirane snage žarulje ali i prigušnice. Ukupne godišnje uštede energije [kWh/godina] izračunavaju se zbrajanjem godišnjih jediničnih ušteta energije ostvarenih u pojedinim dijelovima zgrade, zgradama ili grupama zgrada u kojima se provodila mjera poboljšanja EnU sustava rasvjete.

Formula b omogućava ocjenu ušteta energije temeljem smanjenja instalirane snage komponenti sustava rasvjete kao što su žarulje (u kW/jedinica/god) i broja radnih sati sustava rasvjete u

godini. Ukupne godišnje uštede energije (kWh/god) izračunavaju se množenjem godišnje jedinične uštete energije i broja ugrađenih učinkovitih komponenti sustava rasvjete.

Formula c omogućava ocjenu uštete energije po jedinici površine (izražava se u kWh/jedinica/god), a definira se kao razlika između gustoće snage (W/m²) prije i poslije zamjene, pomnožena s brojem sati rada godišnje. Ukupne godišnje uštede energije (kWh/god) izračunavaju se množenjem godišnje jedinične uštete energije i ukupne površine (m²) na kojoj je došlo do poboljšanja sustava rasvjete, a zatim zbrajanjem ušteta ostvarenih u svakoj pojedinoj zgradi.

Tablica 59 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteta energije ostvarenih zamjenom ili instalacijom novih rasvjetnih sustava u zgradama uslužnog sektora

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti	Preporučene vrijednosti (Tablica I.2 & III.)
Formula a $UFES = \frac{H_{st} \times \sum_{i=1}^{N_{st}} (N_{Lst} \times P_{Lst} + N_{Bst} \times P_{Bst}) - H_{ef} \times \sum_{i=1}^{N_{ef}} (N_{Lef})}{1000}$ [kWh/god] $H_{ef} = H_{st} \times (1 - F_c)$	Indeksi: I – žarulja b – prigušnica a – standardna ef – učinkovita N – broj jedinica P – snaga [W] H – broj radnih sati F _c – kontrolni faktor, ovisan o primijenjenoj strategiji upravljanja rasvjetom; bez dimenzije i s vrijednostima između 0 i 1 FD = korekcijski faktor zbog uvođenja učinkovite prigušnice (A1 klase), bez dimenzije i s vrijednostima	Prosječna učinkovitost sustava rasvjete u postojećim zgradama 1995 (1991) za rane aktivnosti, 2007 za nove instalacije prosječno na tržištu za rane aktivnosti, 2007 za nove mjere	Klasične žarulje: CFL: UFES = 118 kWh/jedinica/god T8 s T5: UFES = 22,5 kWh/jedinica/god Prigušnice: UFES = 15 kWh/jedinica/god Senzori prisutnosti: UFES = 40 kWh/jedinica/god Uredske zgrade: n _h = 2.500 sati komercijalne zgrade: n _h = 4.000 sati Bolnice: n _h = 5.000 sati Životni vijek 15 godina

³⁷ Izvor: Pravilnik o energetskim pregledima građevina (NN 05/11)

³⁸ European Commission: »Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services«

	između 0 i 1		
<p>Formula b</p> $UFES = \frac{P_{ini} \times n_{h,ini} - P_{new} \times n_{h,new}}{1000} \text{ [kWh/jedinica/god]}$	<p>P_{ini} = Prosječna snaga instalirana prije mjere [W]</p> <p>P_{new} = 1995 (1991) za rane aktivnosti, 2007 za nove mjere</p> <p>$n_{h,ini}$ = broj radnih sati prije provedbe mjere</p> <p>$n_{h,new}$ = broj radnih sati nakon provedbe mjere</p>	<p>Prosječna snaga u postojećim zgradama (1995 (1991) za rane aktivnosti, 2007 za nove mjere)</p>	
<p>Formula c</p> $UFES = \frac{P_{ini} \times n_{h,ini} - P_{new} \times n_{h,new}}{1000} \text{ [kWh/m}^2\text{/god]}$	<p>P_{ini} = Prosječna gustoća snage prije mjere [W]</p> <p>P_{new} = 1995 (1991) za rane aktivnosti, 2007 za nove mjere</p> <p>$n_{h,ini}$ = broj radnih sati prije provedbe mjere</p> <p>$n_{h,new}$ = broj radnih sati nakon provedbe mjere</p>	<p>Prosječna gustoća snage u postojećim zgradama (1995 (1991) za rane aktivnosti, 2007 za nove mjere)</p>	
	<p>radnih sati prije provedbe mjere</p> <p>$n_{h,new}$ = broj radnih sati nakon provedbe mjere</p>	<p>nove mjere</p> <p>Za nove instalacije ref. vrijednost je prosječna gustoća snage uređaja na tržištu u 1995 (1991) za rane aktivnosti, 2007 za nove mjere</p>	

12.2 Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

EK preporučuje primjenu gore navedenih jednadžbi u sektoru usluga. Međutim, projekti poboljšanja energetske učinkovitosti sustava rasvjete također su vrlo česti u sektoru industrije. Stoga će se u Hrvatskoj razvijena metoda koristiti za oba sektora, tj. u građevinama uslužnog i industrijskog sektora.

Formula a. je najsloženija, ali u svojoj suštini je ona jednaka **formuli b.**, jer obje počivaju na sljedećim ulaznim parametrima:

1. električnoj snazi sustava rasvjete prije i poslije provedbe mjere EnU, što uključuje snagu žarulje, snagu prigušnice ili zbroj tih dvaju vrijednosti

a. U praksi je moguće napraviti sljedeće:

i. zamijeniti i / ili instalirati novi sustav rasvjete – u ovom slučaju uvijek je potrebno u izračun uključiti snagu prigušnica kako za stare tako i za nova rasvjetna tijela;

ii. zamijeniti elektromagnetske elektroničkim prigušnicama bez mijenjanja žarulja;

2. broju radnih sati prije i poslije provedbe mjere EnU:

a. broj radnih sati sustava rasvjete može se razlikovati prije i poslije primjene mjere EnU zbog primjene nove strategije upravljanja rasvjetom.

BU metodologija bi se trebala razvijati na »keep it simple« načelu.

Formula a. je s tog aspekta vrlo komplicirana za primjenu, zbog korekcijskih faktora koje neiskusne i netehničke osobe koje će najčešće biti zadužene za izvješćivanje (npr. službenici u lokalnim samoupravama) teško mogu odrediti. S druge strane, **formula b.** se može dodatno pojednostaviti uvođenjem referentnih korekcijskih faktora koji će se koristiti za procjenu broja radnih sati u situaciji nakon uvođenja nove strategije upravljanja rasvjetom.

Dakle, pojednostavljena formula za izračun UFES, koji kombinira gore prikazane formule a. i b. može biti kao što slijedi:

$$UFES = \frac{P_{OLD} \times n_{OLD} - P_{NEW} \times n_{NEW}}{1000} \text{ [kW} \square \text{/jedinica/god]} \quad (12.1)$$

Uobičajeno vrijedi da je $n_{h,NEW} = n_{h,HOLD}$ osim ako se kroz mjeru EnU ne uvede i nova strategija upravljanja rasvjetom. Učinak nove strategije upravljanja može se u obzir uzeti redukcijskim faktorom r koji ovisi o primijenjenoj strategiji upravljanja rasvjetom, pa se formula (12.1) primjenom jednakosti $n_{h,NEW} = n_{h,HOLD} \times r$ transformira u:

$$UFES = \frac{P_{OLD} - P_{NEW} \times r}{1000} \times n_{\square} \text{ [kW} \square \text{/jedinica/god]} \quad (12.2)$$

gdje je n_{\square} sada referentni broj radnih sati sustava rasvjete.

Preporučene vrijednosti redukcijskih faktora dane su u Tablici 60. Ukoliko postoji više načina upravljanja rasvjetom, pojedini se redukcijski faktori međusobno množe da bi se dobio sveukupni redukcijski faktor za sustav.

Tablica 60 – Vrijednosti redukcijskog faktora r u ovisnosti o primijenjenoj strategiji upravljanja rasvjetom³⁹

Redukcijski faktor r	Kontrolna strategija
0,9	Djelomično gašenje-paljenje (zoniranje prostora)
0,9	Vremensko upravljanje
0,8	Senzori prisutnosti
0,8	Prilagodba intenzitetu dnevne svjetlosti

³⁹ Izvor: EMEES projekt Metoda 9 – Sustavi rasvjete: http://www.evaluate-energy-savings.eu/emees/downloads/EMEEES_Method_9_Lighting_final.pdf

Mora se istaknuti da snaga u gornjim formulama podrazumijeva zbroj snage žarulje i snage prigušnice.

Formula c. temelji se na gustoći snage [W/m^2] u sustavu rasvjete prije i poslije primjene mjere EnU. U praksi bi ove podatke bilo puno teže dobiti (iz izračuna ili mjerenja) te je ovaj podatak manje razumljiv osobama koje nisu stručnjaci u ovom području negoli je to podatak o broju zamijenjenih rasvjetnih tijela. Stoga se korištenje formule c. **ne preporuča** za Hrvatsku.

Nekoliko je tipičnih primjena formule (12.2):

- zamjena žarulja sa žarnom niti CFL žaruljama;
- zamjena T8 fluorescentnih žarulja T5 fluorescentnim žaruljama;
- zamjena elektromagnetskih prigušnica elektroničkim na postojećim T8 fluorescentnim žaruljama ili zamjena postojećih T8 žarulja novim T8 žaruljama s elektroničkim prigušnicama;
- zamjena 400 W živine žarulje 250 W metal halogenom žaruljom (uključujući prigušnicu);
- zamjena 250 W živine žarulje 150 W metal halogenom žaruljom (uključujući prigušnicu);

Primjene pod d. i e. su tipične za industrijske građevine.

Za ove tipične primjene odredit će se referentne vrijednosti za UFES. U tu svrhu, prvo će se odrediti prosječan broj radnih sati sustava rasvjete. Za Hrvatsku se preporuča da to bude **1.600 sati godišnje**. Vrijednost je puno manja nego što se može naći u literaturi, što čini procjenu konzervativnom. Međutim, iskustvo stečeno kroz energetske preglede pokazuje da je to dobra procjena za uredske zgrade i obrazovne ustanove, koje su najčešće mjesta gdje se takve mjere provode (valja imati na umu da je javni sektor u Hrvatskoj zakonski obavezan gospodariti energijom, pa je za očekivati da će se većina mjera ovog tipa provoditi upravo u ovoj vrsti građevina). Daljnji napredak u točnosti ocjene energetske uštede može se postići razlikovanjem prosječnog broja radnih sati za tipične građevine (npr. poslovne zgrade, obrazovne institucije, bolnice, hotele i restorane, industrijske građevine). Dakako, najpoželjnije je korištenje stvarne vrijednosti za svaki pojedini objekt.

U nastavku je dan izračun UFES za gore navedenih 5 tipičnih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti u sustavima rasvjete.

a. Izračun UFES je istovjetan onom u poglavlju 2, samo što je broj radnih sati sustava rasvjete udvostručen. Prema tome zamjena žarulja sa žarnom niti CFL žaruljama u uslužnom i industrijskom sektoru rezultirat će jediničnim godišnjim uštedama $UFES = 80 kWh/jedinica/god.$

b. 18, 36 i 58 W-ne T8 fluorescentne cijevi predstavljaju najčešće korištene izvore svjetlosti u uslužnom sektoru. T5 cijevi mogu biti napajanje jedino elektroničkim prigušnicama i zato se promoviraju kao energetski učinkovitije rješenje. Međutim, uštede energije su usporedive sa uštedama ostvarenim zamjenom starih T8 cijevi s elektromagnetskim prigušnicama novim T8 cijevima s elektroničkim prigušnicama. Istina jest da T5 cijevi obično imaju 2-3% veću učinkovitost nego učinkovite T8 cijevi. Međutim, T8 i T5 cijevi nemaju isti svjetlosni tok (lm) i nisu lako zamjenjive. Broj starih i novih rasvjetna tijela ne mora, i obično nije isti. EMEES projekt preporučuje da se ne uspostavlja referentne vrijednosti već da se formula koristi s podacima specifičnima za projekt. S druge strane, EK preporučuje korištenje referentne vrijednosti u iznosu $22,5 kWh/jedinica / god.$ Za Hrvatsku se preporuča korištenje podataka specifičnih za projekt.

c. Mjera koja se vrlo često provodi u uslužnom sektoru (i u industrijskim građevina) je zamjena prigušnica za fluorescentnu rasvjetu (ili zamjena starih fluorescentne cijevi (T8) s istovjetnima ali koje koriste elektroničke umjesto elektromagnetskih prigušnica). Razlika u snazi elektromagnetske i elektroničke prigušnice je oko 10 W, pa su rezultirajuće jedinične uštede za ovu mjeru $16 kWh/jedinica / god.$ Ovo je vrlo pojednostavljen pristup jer se neke činjenice ne uzimaju u obzir, npr. elektroničke prigušnice smanjenju gubitke u mreži čime se uštede povećavaju, elektroničke prigušnice se koriste na principu jedna prigušnica za dvije cijevi (rjeđe četiri), dok se jedna elektromagnetska prigušnica može u nekim slučajevima koristiti za dvije (pa i tri i četiri) cijevi. EK preporučuje zadanu vrijednost $15 kWh/jedinica/god.$ Međutim, Hrvatska će računati s ovom malo većom vrijednosti izračunatom na opisani način.

d. Živine žarulje su vrlo uobičajene u industrijskim građevinama. Ne samo da one troše više energije od alternativa dostupnih na tržištu, već su i zbog sadržaja žive vrlo ekološki neprihvatljive kada je u pitanju njihovo odlaganje. Stoga je jedna od vrlo uobičajenih industrijskih mjera EnU zamjena živinih žarulja metal halogenim žaruljama. Obje vrste žarulja rade na istom principu – ovo su visokotlačne žarulje koje rade na principu izboja u plinu te je za njihov rad potreban starter i prigušnica. Zbog toga, kod ovih projekata je uvijek u obzir potrebno uzeti snagu startera i prigušnice, ali i njihov utjecaj na gubitke u mreži. Dakle, pretpostavlja se da se zbog potrebe za starterom i prigušnicom nazivna snaga živine žarulje povećava za 15%, a metal halogene žarulje za 10% (u slučaju elektroničke prigušnice za metal halogenu žarulju gubici su uobičajeno 6%, dok su i u slučaju ugradnje novije generacije elektromagnetskih prigušnica gubici manji i tipično iznose 10-12%), a da su gubici u transformatoru i mreži 4% (nazivna snaga žarulja se zato povećava za 19% kod izračuna UFES). Temeljem ovih pretpostavki i referentnog broja radnih sati (1.600 radnih sati godišnje), jedinične uštede koje su rezultat zamjene 400 W živinih žarulja 250 W metal halogenim žaruljama iznosi *oko 305 kWh/ jedinica/god.*

e. Na isti način kao pod d), referentna vrijednost za UFES koje su rezultat zamjene 250 W živine žarulje 150 W metal halogenom žaruljom je približno $202 kWh/jedinica/god$

U svim slučajevima, životni vijek mjere EnU je 15 godina, kako je preporučeno od strane EK i CEN.

Obvezni ulazni podaci – broj i vrsta zamijenjenih/novih žarulja:

Podatke koje obveznici gospodarenja energijom moraju osigurati jesu broj zamijenjenih odnosno novih žarulja te vrsta stare i nove žarulje (fluorescentna cijev, živina žarulja i dr.). Korištenjem referentne vrijednosti za UFES moguće je utvrditi ukupne uštede energije.

Ipak, preporuča se da se od korisnika uvijek traži snaga starih i novih žarulja.

12.3 Preporuke za Hrvatsku

Preporučena formula za izračun ušteda koje rezultiraju iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitijih rasvjetnih sustava u građevinama uslužnog i industrijskog sektora, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt dani su u Tablici 61.

Tablica 61 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata zamjene ili instalacije učinkovitijih rasvjetnih sustava u građevinama uslužnog i industrijskog sektora

UFES [kWh/jedinica/god] Formula uz poznate projektne podatke Referentna formula	$\frac{P_{OLD} \times n_{h,OLD} - P_{NEW} \times n_{h,NEW}}{1000} \times r$	
P_{OLD} [W] P_{NEW} [W]	Instalirana snaga žarulje i prigušnice prije primjene mjere EnU Instalirana snaga žarulje i prigušnice nakon primjene mjere EnU	
n_h – referentni broj radnih sati $n_{h,OLD}$ $n_{h,NEW} = n_{h,OLD} \times r$	$n_h = 1.600$ sati Prosječno godišnje vrijeme rada sustava rasvjete za specifični projekt prije primjene mjere EnU Prosječno godišnje vrijeme rada sustava rasvjete za specifični projekt nakon primjene mjere EnU	
r	0,9 Djelomično gašenje-paljenje (zoniranje prostora) 0,9 Vremensko upravljanje 0,8 Senzori prisutnosti 0,8 Prilagodba intenzitetu dnevne svjetlosti	
FES [kWh/god] Formula uz poznate projektne podatke Referentna formula	$FES = \frac{P_{OLD} \times n_{h,OLD} - P_{NEW} \times n_{h,NEW}}{1000}$ $FES = P_{NEW} \times n_{h,NEW}$	
N – broj žarulja (prigušnica) N_{OLD} N_{NEW}	Broj žarulja (prigušnica) prije primjene mjere EnU Broj žarulja (prigušnica) nakon primjene mjere EnU	
Referentne vrijednosti za UFES [kWh/jedinica/god]	Zamjena žarulje sa žarnom niti CFL žaruljom	80
	Zamjena T8 fluorescentne cijevi fluorescentnom cijevi T5	(22,5)* *preporuča se korištenje vrijednosti specifičnih za projekt
	Zamjena elektromagnetske prigušnice elektroničkom (zamjena T8 cijevi novom T8 cijevi koja koristi elektroničku prigušnicu)	16
	Zamjena 400 W živine žarulje 250 W metal halogenom žaruljom	305
	Zamjena 250 W živine žarulje 150 W metal halogenom žaruljom	202
Zivotni vijek:	Za CFL: 6.000 sati Za sustave rasvjete s prigušnicama: 15 godina	
Smanjenje emisija CO2 [t/god]	$E_{CO2} = FES \times e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [CO2/MWh] FES – ukupna ušteda energije [MWh] e = 0,376 t/MWh ⁴⁰	

13. Zamjena ili instalacija novog sustava javne rasvjete

13.1 EU preporuke

EK nije posebno odredila preporučenu formulu za izračun ušteda energije iz projekata EnU u sustavima javne rasvjete. No, u tu se svrhu može koristiti formula a (poglavlje 12.).

13.2 Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Za ocjenu ušteda iz mjera EnU u sustavima javne rasvjete primijenit će se pojednostavljena preporučena formula, koja je detaljno opisana u prethodnom poglavlju.

Primjena strategija upravljanja rasvjetom vrlo je uobičajena u sustavima javne rasvjete, pa će referentna formula za izračun UFES biti:

$$UFES = \frac{P_{OLD} \times n_{h,OLD} - P_{NEW} \times n_{h,NEW}}{1000} \times r \quad (13.1)$$

gdje je n_h referentni broj radnih sati sustava rasvjete godišnje.

Valja istaknuti da se snaga u formuli (13.1) u slučaju javne rasvjete mora računati na način da se zbroje snage žarulja, prigušnice te da se uzmu u obzir gubici u mreži. U postojećim sustavi-

ma javne rasvjete gubici prigušnice iznose oko 21% snage žarulje, a gubici u mreži su 4% snage žarulje, što znači da u izračunu snagu postojeće žarulje treba biti povećana za 25%. Snagu nove žarulje treba povećati za oko 19% (kao u prethodnom poglavlju).

Broj radnih sati sustava javne rasvjete može se utvrditi s velikom sigurnosti i referentna vrijednost za Hrvatsku iznosi **4.100 sati**. Vrijeme života ove mjere EnU je **15 godina** kako je preporučeno od strane EU (CEN predlaže 13 godina).

U hrvatskim sustavima javne rasvjete najčešće su korištene živine žarulje. One se obično zamjenjuju visokotlačnim natrijevim žaruljama ili metal halogenim žaruljama koje pružaju isti svjetlosni tok i istu kvalitetu rasvijetljenosti. Princip proračuna isti je kao u poglavlju 3, a rezultati u obliku preporučenih referentnih vrijednosti prikazani su u:

Tablica 32.

Obvezni ulazni podaci – broj i vrsta zamijenjenih/novih žarulja: Podatke koje obveznici gospodarenja energijom moraju osigurati jesu broj zamijenjenih odnosno novih žarulja te vrsta stare i nove žarulje (fluorescentna cijev, živina žarulja i dr.). Korištenjem referentne vrijednosti za UFES moguće je utvrditi ukupne uštede energije. Ipak, preporuča se da se od korisnika uvijek traži snaga starih i novih žarulja. S obzirom da u sustavima rasvjete postoje mjerni uređaji za potrošnju energije, korisnike/obveznike gospodarenja energijom koji su proveli ovakve projekte trebalo bi obvezati da dostave mjerene vrijednosti potrošnje električne energije prije i poslije provedbe mjere EnU, čime bi se dobila najtočnija ocjena ušteda, bez ulaganja velikih napora u prikupljanje podataka.
--

13.3 Preporučena metoda za Hrvatsku

Preporučena formula za izračun ušteda koje rezultiraju iz projekata EnU u sustavima javne rasvjete, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt dani su Tablici 62.

Tablica 62 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata EnU u sustavima javne rasvjete

UFES [kWh/jedinica/god] Formula uz poznate projektne podatke Referentna formula	$\frac{P_{OLD} \times n_{h,OLD} - P_{NEW} \times n_{h,NEW}}{1000} \times r$
P_{OLD} [W] P_{NEW} [W]	Instalirana snaga žarulje i prigušnice prije primjene mjere EnU Instalirana snaga žarulje i prigušnice nakon primjene mjere EnU
n_h – referentni broj radnih sati $n_{h,OLD}$ $n_{h,NEW} = n_{h,OLD} \times r$	$n_h = 4.100$ sati Prosječno godišnje vrijeme rada sustava rasvjete za specifični projekt prije primjene mjere EnU Prosječno godišnje vrijeme rada sustava rasvjete za specifični projekt nakon primjene mjere EnU
r ⁴¹	1 Bez kontrolne strategije 0,72 50% smanjenje snage od 23 do 6 sati 0,65 100% smanjenje snage od 1 do 5 sati
FES [kWh/god] Formula uz poznate projektne podatke Referentna formula	$FES = \frac{P_{OLD} \times n_{h,OLD} - P_{NEW} \times n_{h,NEW}}{1000}$ $FES = P_{NEW} \times n_{h,NEW}$
N – broj žarulja (prigušnica)	

⁴⁰ Izvor: Pravilnik o energetske pregledima građevina (NN 05/11)

⁴¹ Izvor: <http://www.monitoringstelle.at/Lighting.507.0.html>

N_{OLD} N_{NEW}	Broj žarulja (prigušnica) prije primjene mjere EnU Broj žarulja (prigušnica) nakon primjene mjere EnU
Referentne vrijednosti UFES za [kWh]/jedinična/god	Zamjena 400 W živine žarulje 250 W metal halogenom žaruljom ili 250 W visokotlačnom natrijevom žaruljom
	Zamjena 250 W živine žarulje 150 W metal halogenom žaruljom ili 150 W visokotlačnom natrijevom žaruljom
Zivotni vijek:	15 godina
Smanjenje emisija CO2 [t/god]	$E_{CO2} = FES \times e / 1000$ [t] e – emisijski faktor [tCO2/MWh] FES – ukupna ušteda energije [MWh] e = 0,376 t/MWh ⁴²

14. Zamjena postojećih i kupovina novih, učinkovitijih vozila

14.1 EU preporuke

Preporuke EK⁴³ fokusirane su samo na tipske mjere iz sektora zgradarstva, pa u službenim preporukama za izračun ušteda primjenom metodologije *bottom-up* nema riječi o mjerama iz sektora transporta. No, mjere poboljšanje energetske učinkovitosti (EnU) kao što su zamjena postojećih vozila vozilima s manjom potrošnjom goriva ili stimuliranje nabavke električnih i hibridnih vozila vrlo su uobičajene u EU zemljama, prvenstveno kroz pružanje financijskih poticaja. Takve su mjere prisutne i u Hrvatskoj, pa se postoji potreba za definiranjem metodologije za ocjenu rezultirajućih ušteda energije.

Dodatno, u dokumentu EK-e s najčešće postavljanim pitanjima vezanim uz ocjenu ušteda energije za potrebe izrade 2. nacionalnog akcijskog plana EnU, kojega je izradio JRC Institute for Energy, preporučena je upravo uporaba *bottom-up* metoda za ocjenu ovakvih projekata.

U slučaju zamjene vozila novim učinkovitijim vozilom, preporuča se izračun ušteda temeljen na razlici potrošnje goriva starih i novih vozila (u l/100 km), pomnoženoj s prosječnom godišnjom kilometražom i brojem automobila koji se zamijeni. U slučaju kupovine električnih vozila, potrebno je imati podataka o potrošnji energije električnih vozila (kWh/100 km), a uštede se računaju prema opisanoj metodologiji: izračunava se razlika između jedinične potrošnje vozila s unutarnjim izgaranjem (za koje je potrebno pretvoriti l/100 km u kWh/100 km) i električnog vozila te se množi s prosječnom godišnjom kilometražom i broj zamijenjenih (ili novo kupljenih) automobila.

14.2 Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Gore preporučeni pristup za izračun ušteda energije koje proizlaze iz tipične mjere poboljšanja EnU u sektoru prometa je vrlo jednostavan, razumljiv i lako primjenjiv, te će se stoga primijeniti i u Hrvatskoj.

Razlikovat će se dva tipična slučaja:

a. zamjena starih benzinskih ili diesel vozila novim, učinkovitijim benzinskim ili diesel vozilima (moguće je u obzir uzeti i vozila koja koriste druge energente, kao npr. UNP ili KPP)

b. kupnja novih električnih ili hibridnih vozila

Jedinična ušteda energije će se izračunati primjenom sljedeće jednadžbe:

⁴² Izvor: Pravilnik o energetskim pregledima građevina (NN 05/11)

⁴³ European Commission: »Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services«

$$\square\square\square\square = (\square\square\square\square \square\square_{\square\square\square} - \square\square_{\square\square} \square\square_{\square\square\square}) \times \square \{ \square\square\square/\square\square\square/\square\square\square \} \quad (1)$$

gdje su

FC_{OLD} - potrošnja goriva starog vozila [l/100km]

FC_{NEW} - potrošnja goriva novog vozila [l/100km]

f_{c_OLD} - faktor pretvorbe l/100km u kWh/100km za stara vozila

f_{c_NEW} - faktor pretvorbe l/100km u kWh/100km za nova vozila

d - prosječna kilometraža za određenu vrstu vozila [km]

**Obvezni ulazni podaci – zamjena staro-novo:
Obveznici gospodarenja energijom moraju prijaviti podatke o prosječnoj potrošnji starog i novog vozila.**

Pretvorbeni faktori dani su u Tablica 63.

Tablica 63 – Pretvorbeni faktori

Vrsta goriva	Potrošnja goriva		
	l/100 km ili m ³ /100 km	MJ/100 km (napomenu ⁴⁴)	(vidjeti kWh/100 km ⁴⁵)
benzin	1	34,4235	9,5622
diesel	1	36,0899	10,0251
UNP	1	25,9771	7,2159
KPP	1	34,43	9,5640

U slučaju kupnje novih električnih ili hibridnih vozila (slučaj b.) mora biti poznat podatak o potrošnji energije u kWh/100km za novo vozilo, koja je jednaka umnošku $FC_{NEW} \times f_{c_NEW}$ u gornjoj jednadžbi. Podaci o potrošnji energije za nekoliko tipova električnih i hibridnih vozila dani su u Tablici 64.

Tablica 64 – Podaci za odabrane električne i hibridne automobile⁴⁶

Model	Neposredna energija (Tank-to-Wheel) kWh/100km	Primarna energija (Well-to-Wheel) kWh/100km	CO2 emisije (Well-to-Wheel) gCO2/km
Toyota Prius	44	55	122
REVAi	11	30	50
QUICCI	14	39	63
TESLA Roadster	13	34	56
Nissan LEAF	15	41	67
Mitsubishi i MIEV	10	27	45
Think	16	43	71
Smart Fortwo EV	12	33	53
Citroen C- Zero	13	35	58

Kako bi se izračunale uštede energije, potrebno je poznavati potrošnju ekvivalentnog vozila s motorom s unutrašnjim sagorijevanjem. Razumno je pretpostaviti da ekvivalentni automobil (prema snazi motora) s benzinskim motorom troši prosječno 7 litara/100km (gradska vožnja je dominantna), što je ekvivalent oko 67 kWh/100 km. Ova vrijednost se može koristiti kao referentna vrijednost za umnožak $FC_{OLD} \times f_{c_OLD}$ u jednadžbi (1). Ukoliko se radi o vozilu koje nije automobil, npr. motocikl ili vozilo posebne namjene (turistička i posebna vozila za nacionalne parkove), referentna je pretpostavka da bi ekvivalentno benzinsko vozilo trošilo tri puta više energije.

**Obvezni ulazni podaci – kupnja električnog ili hibridnog vozila:
Obveznici gospodarenja energijom moraju prijaviti podatak o prosječnoj potrošnji novog vozila.**

I posljednji unos podataka potrebnih za izračun ušteda energije je prosječna godišnja kilometraža vozila. Ovaj podatak za Hrvatsku lako se može dobiti iz baze Odyssee baze podataka, a prikazan je u Tablici 65. Tablica 65 za različite vrste vozila. Valja istaknuti

⁴⁴ Konverzijski faktori su preuzeti iz godišnjeg energetskog izvješća »Energija u Hrvatskoj«. Ti su faktori korišteni u izradi nacionalne energetske bilance. Za naftne derivate (benzin, diesel i UNP) osnovna mjerna jedinica je kg, pa su podatci o gustoći također uzeti u obzir.

⁴⁵ 1 MJ = 0,27778 MWh

⁴⁶ Izvor: http://www.e-mobilnost.hr/zasto_e-mobilnost/potrosnja.html

da metodologija i alat (Excel tablica za izračun) dozvoljava i unos stvarne kilometraže za pojedina vozila, no ta kilometraža treba biti korigirana na način da se uzme u obzir samo ona prevaljena unutar Hrvatske (u prijevozu roba, na međunarodni prijevoz otpada oko 45% prema podacima Državnog zavoda za statistiku).

Tablica 65 – Prosječna godišnja kilometraža po vrstama vozila za 2008. i 2009. godinu⁴⁷

Vrsta vozila	Prosječna godišnja kilometraža u 2008. [km/god]	Prosječna godišnja kilometraža u 2009. [km/god]
automobil	11.802	11.816
kamion	38.000	32.000
lako dostavno vozilo	18.200	15.630
autobus	54.700	54.700

U rezultatima EU projekta EMEEES⁴⁸, projekta čiji su rezultati poslužili kao podloga za izradu preporuka EK, preporučena referentna vrijednost za godišnju kilometražu 12.000 km za automobile i 18.300 km za komercijalna vozila. Bez obzira na ovo, preporuča se koristiti nacionalne vrijednosti.

Obvezni ulazni podaci – godišnja kilometraža:

Obveznici gospodarenja energijom *moгу* kao ulazni podatak unijeti prosječno prijedenu godišnju udaljenost na teritoriju Hrvatske. Ukoliko s tim podatkom ne raspoložu, koristi se referentna vrijednost ili vrijednost izračunata temeljem dostupnih podataka i stručnih pretpostavki.

Valja uočiti da će se ostvarene ukupne uštede uzimati u obzir tijekom određenog vremena. U smislu zadovoljavanja zahtjeva Direktive 2006/32/EC i nacionalnog akcijskog plana, važno je odrediti do kada će »važiti« ostvarene uštede, tj. hoće li njihov učinak biti osjetan sve do 2016. godine, za koju je utvrđen nacionalni okvirni cilj za uštede energije. Za automobile, prema preporukama EMEEES projekta, ovo vrijeme, koje se naziva životni vijek mjere energetske učinkovitosti, odgovara 100.000 prijedjenih km, a to bi bilo ekvivalentno 8 godina. Stoga će se ova vrijednost koristiti kao referentna za sva vozila.

I na kraju, s obzirom da je energetska učinkovitost ujedno i mjera zaštite okoliša i to posebice mjera suzbijanja klimatskih promjena, potrebno je ocijeniti i učinak u smislu smanjenja emisija CO₂. Uštede emisija izračunavaju se temeljem ostvarene uštede potrošnje goriva i emisijskog faktora za pojedinu vrstu goriva, koji su prikazani u Tablici 66.

Tablica 66 – Emisijski faktori CO₂ za pojedine vrste goriva⁴⁹

Vrsta goriva	Jedinica	Emisija CO ₂ po jedinici [kg/jedinica]
benzin	l	2,322
diesel	l	2,672
UNP	l	2,718
KPP	kg	1,492
električna energija	kWh ⁵⁰	0,376

14.3 Preporučena metoda za Hrvatsku

Preporučena formula za izračun ušteda koje rezultiraju iz projekata zamjene ili kupnje energetski učinkovitijih vozila, kao i referentne

vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt dani su u Tablici 67.

Tablica 67 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata zamjene ili kupnje vozila

Jedinične uštede energije (jedinica=vozilo) UFES [kWh/jedinica/god]	$UFES = (FC_{OLD} \cdot I - FC_{NEW} \cdot I) \times d$	Prosječna potrošnja goriva starog vozila Prosječna potrošnja goriva novog vozila
Zamjena starog benzinskog ili diesel vozila (UNP i KPP također)	$FC_{OLD} \cdot I / 100 \text{ km}$ $FC_{NEW} \cdot I / 100 \text{ km}$	
Kupnja novog električnog ili hibridnog vozila	$FC_{OLD} \cdot x \cdot f_{e_OLD}$ $FC_{NEW} \cdot x \cdot f_{e_NEW}$	76 kWh/100 km (referentna vrijednost za ekvivalentni automobil s benzinskim motorom) Za ostala vozila vrijedi $FC_{OLD} \cdot x \cdot f_{e_OLD} = 3 \cdot FC_{NEW} \cdot x \cdot f_{e_NEW}$
d [km]		Obvezni ulazni podataka Referentne vrijednosti prema Tablici 65 Tablica 65 Preporuča se unošenje vrijednosti specifičnih za projekt
Ukupne uštede energije FES [kWh/god]	$FES = UFES \times N$	
N		Broj zamijenjenih/kupljenih vozila
Životni vijek [god]		8 godina
Smanjenje emisija CO ₂ [kg/god]	$EM_{red} = (EM_{old} - EM_{new}) \times d$	EM_{old} – emisije CO ₂ prije provedbe mjere (umnožak emisijskog faktora iz Tablica 66 i FC_{OLD}) EM_{new} – emisije CO ₂ nakon provedbe mjere (umnožak emisijskog faktora iz Tablica 66 i FC_{NEW})

15. Poticanje eko-vožnje

15.1. EU preporuke

Preporuke EK fokusirane su samo na tipske mjere iz sektora zgradarstva, pa u službenim preporukama za izračun ušteda primjenom metodologije *bottom-up* nema riječi o mjerama iz sektora transporta. No, mjere poboljšanje energetske učinkovitosti (EnU) koje ulaze u kategoriju poticanje eko-vožnje vrlo su uobičajene u EU zemljama. Prema EMEEES projektu⁵¹, eko-vožnja podrazumijeva razne aktivnosti usmjere na promjenu ponašanja kojima se potiče odgovornije ponašanje vezano uz potrošnju goriva u putničkom prometu i u prometu roba.

U cilju popularizacije eko vožnje, kao jedne od najjeftinijih mjera za provedbu politike energetske učinkovitosti u prometu, u sklopu programa Inteligentna energija u Europi – IEE pokrenut je projekt ECOWILL⁵² – Masovna implementacija standarda eko vožnje u program izobrazbe kandidata za vozače i provedba kampanje među licenciranim vozačima – (engl.: *Ecodriving – Widespread Implementation for Learners and Licensed Drivers*). Projekt je nastavak na prijašnje europske projekte poput TREATISE, FLEAT te na posljatku ECODRIVEN projekta. Cilj projekta je smanjenje emisija stakleničkih i drugih štetnih plinova, kao doprinos ispunjenju obveza nacionalnih i EU vlada prema Kyoto protokolu, kroz masovnu implementaciju standardizirane škole eko vožnje u program izobrazbe kandidata za vozače, kao i **provedba kratkih tzv. »snack« treninga za već licencirane vozače**. Projektom će se razviti standardizirana aplikacija eko-vožnje koja će se implementirati u komercijalni sadržaj svih autoškola na području Europe u trenerskom, ali i ispitnom djelu. Projektni konzorcij predvođen Austrijskom Energetskom Agencijom jest poduprijet stručnim implementacijskim odborom u razvoju implementacije aktivnosti kampanje i materijala, koji sačinjavaju predstavnici sljedećih utjecajnih tvrtki: Ford of Europe, FIA, CIECA, ACAE, German Road Safety Council DVR, ..., itd. Projektom se očekuje direktno provođenje edukacije o eko-vožnji barem

⁴⁷ Izvor: ODYSSEE baza podataka

⁴⁸ Izvor EMEEES projekt Metoda 14 – Energetski učinkovita vozila: http://www.evaluate-energy-savings.eu/emees/downloads/EMEEES_WP42_Method_14_Vehicle_EE_080226.pdf

⁴⁹ Izvor: <http://archive.defra.gov.uk/environment/business/reporting/index.htm>

⁵⁰ Izvor: Pravilnik o energetskim pregledima građevina (NN 05/11)

⁵¹ Izvor: EMEEES projekt, Metoda 16 – Eko-vožnja, http://www.evaluate-energy-savings.eu/emees/downloads/EMEEES_WP42_16_Ecodriving_Final.pdf

⁵² Izvor: www.ecodrive.org

za 1.000.000 vozača s vozačkom dozvolom te najmanje 750.000 kandidata, dok će oko 2.000.000 postojećih i budućih vozača biti indirektno upoznato s elementima eko-vožnje kroz promidžbenu kampanju projekta. Implementacijom ECOWILL projekta očekuje se ukupno smanjenje emisija CO₂ u iznosu od 8 Mton do 2015. godine, kroz usvojenu anticipiranu i ekološki optimiranu vožnju budućih polaznika škole i postojećih vozača. U Republici Hrvatskoj se za vrijeme trajanja projekta očekuje provedba edukacije za minimalno 100 instruktora vožnje, minimalno 850 kandidata za vozače, minimalno 150 već licenciranih vozača (kampanja eko vožnje), najmanje 10 treninga eko vožnje te ukupno izbjegavanje 1 kton CO₂ emisija u prometu do 2015. godine. Na osnovi ECOWILL projekta uspostaviti će se Nacionalna kampanja eko vožnje putem koje će se na osnovi godišnjih treninga provoditi edukacija licenciranih vozača o tehnici eko vožnje.

Aktivnosti za poticanje eko-vožnje su primjerice:

- razvoj infrastrukture instruktora/ispitivača certificiranih za provedbu treninga eko-vožnje
- posebna obuka vozača (uključujući i primjerice obuku na simulatorima vožnje)
- integracija i usklađivanje minimalnog europskog standarda eko-vožnje u postupak izobrazbe vozača kandidata
- inicijacija nacionalna kampanje eko-vožnje
- provedba kraćih treninga eko-vožnje za vozače osobni i teretnih vozila te autobusa
- poticanje ugradnje uređaja za kontrolu potrošnje goriva u vozila
- poticanje ugradnje uređaja za učinkovitije korištenje otpadne topline iz rashladne tekućine motora, za vrijeme kada je motor ugašen (konkretan primjer primjene su taksi vozila u zimskim mjesecima za vrijeme dok nisu u pogonu).
- dobrovoljni sporazumi s prijevozničkim tvrtkama

Za ovakve mjere EMEEES projekt preporuča formulu za izračun jediničnih ušteda energije i referentne vrijednosti dane u Tablici 68.

Tablica 68 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za programe i projekte eko-vožnje

Jedinične uštede energije -UFES	Definicije	Referentne vrijednosti
$UFES = E \times EC \times N$ [kWh/jedinica/god]	E – djelatnost (% vozača koji su promijenili svoje navike kao rezultat provedene aktivnosti eko-vožnje)	Ovisi o vrsti aktivnosti (vidjeti Tablica 69)
jedinica – broj sudionika u programu	ER – stopa učinkovitosti (učinak na uštedu energije u %)	
	EC – prosječna potrošnja energije sudionika u aktivnosti u kWh	

15.2. Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Iako je gore dana formula vrlo jednostavna, određivanje faktora E i ER može biti problematično. Određivanje EC je jednostavno jer mora biti poznata potrošnja goriva za vozilo/vozača obuhvaćenog aktivnostima eko-vožnje u l/100 km kao i prosječna godišnja kilometraža (Tablica 65), tj. vrijedi:

$$EC = \frac{E_{CO_2}}{d} \times 100$$

EC se dakle određuje za svakog sudionika (vozača) temeljem vozila kojega vozi. Međutim, ova vrijednost može se odrediti i iz nacionalne statistike dijeljenjem ukupne potrošnje energije u sektoru prometa s brojem vozača ili se mogu uzeti podatci iz ODYSSEE baze podataka o jediničnoj potrošnji određene kategorije vozila.

Za faktore E i ER treba odrediti referentne vrijednosti koje predstavljaju minimalni iznos uštede energije koje se mogu očekivati kao rezultat mjera. Te vrijednosti preporučuje EMEEES projekt, a navedene su u Tablici 69.

Tablica 69 – Preporučene referentne vrijednosti za faktore E i ER¹⁰

Vrsta aktivnosti	Djelotvornost E [%]	Stopa učinkovitosti [%]
Treningi za vozače	26	7,5
Integracija u program za dobivanje vozačke dozvole	26	7,5
Trening na simulatorima vožnje	10	7,5
Ugradnja uređaja za nadzor potrošnje goriva	67,5	3,8

Kako bi se izračunala ukupna ušteda energije, potrebno je znati broj sudionika u aktivnostima. Za ugradnju uređaja za nadzor potrošnje goriva treba poznavati broj ugrađenih uređaja.

U Hrvatskoj su posebno zanimljivi projekti ugradnje uređaja za nadzor potrošnje goriva u vozilima. Kod ocjene takvih projekata preporuča se izračun ušteda temeljiti na podacima o potrošnji goriva prije i poslije ugradnje te na prosječnoj godišnjoj kilometraži prijeđenoj u Hrvatskoj na način opisan u prethodnom poglavlju.

Glede životnog vijeka ovakvih aktivnosti, uobičajeno se koristi podatak da učinci treninga opadaju na godišnjoj razini 10%¹⁰. Glede ugradnje uređaja za nadzor potrošnje goriva, pretpostavljeno vrijeme života ove aktivnosti bit će isto kao i u prethodnoj mjeri, a to je 8 godina. Uštede emisija CO₂ računaju se na način opisan u prethodnom poglavlju (Tablica 66).

15.3. Preporučena metoda za Hrvatsku

Preporučena formula za izračun ušteda koje rezultiraju iz projekata poticanja eko-vožnje, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt dani su Tablici 70.

Tablica 70 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz projekata poticanja eko-vožnje

Jedinične uštede energije (jedinica=vozač/vozilo)	$UFES = E \times EC \times N$
UFES [kWh/jedinica/god]	$UFES = E \times EC \times N$
EC [kWh]	Prosječna godišnja potrošnja energije po sudioniku u programu eko-vožnje po vozaču ili vozilu Referentne vrijednosti za EC ⁵³
	Automobili Laka dostavna vozila (< 3,5 t) Autobusi i kamioni (> 3,5 t)
	8.723 kWh 46.520 kWh 120.720 kWh
FC [l/100km]	Prosječna potrošnja vozila uključenog u program
fc	Konverzijski faktor prema Tablica 63
d [km]	Referentna vrijednost prema Tablica 65 ili vrijednost specifična za svakog sudionika
FES [kWh/god]	$FES = E \times FC \times d$
N	Broj uključenih vozila/vozača
Životni vijek:	Za trening aktivnosti – 10% manje svake godine Za uređaje za nadzor potrošnje goriva – 8 godina
Smanjenje emisija CO ₂ [kg/god]	$EM_{red} = (EM_{old} - EM_{new}) \times d$ EM_{old} – emisije CO ₂ prije provedbe mjere (umnožak emisijskog faktora iz Tablica 66 i FC _{OLD}) EM_{new} – emisije CO ₂ prije provedbe mjere (umnožak emisijskog faktora iz Tablica 66 i FC _{NEW})

⁵³ Izvor: ODYSSEE data base

16. Energetski pregledi

16.1. EU preporuke

EK u svojim preporukama ne navodi metode za procjenu energetskih ušteda koje su rezultat provedbe energetskih pregleda. Međutim, Direktiva 2006/32/EC o energetskoj učinkovitosti i energetskim uslugama (ESD) ističe energetske preglede kao važan element u postizanju uštede energije i definira energetske preglede kao »sustavan postupak za stjecanje odgovarajućeg znanja o postojećoj potrošnji energije zgrade ili skupine zgrada, tehnološkog procesa i/ili industrijskog postrojenja, privatnih ili javnih usluga te za utvrđivanje i određivanje isplativosti mogućnosti za uštede energije te izvješćivanje o nalazima«. Ista se definicija preuzima i u Zakonu o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (NN 152/08). Dodatno, u svom članku 12. ESD propisuje da države članice moraju uspostaviti sheme energetskih pregleda.

Činjenica je da energetski pregledi sami ne ostvaruju uštede energije. Također je činjenica da svaki energetski pregled mora biti prilagođen i uzeti u obzir karakteristike građevine u kojoj se pregled odvija, te je svaki energetski pregled specifičan. Međutim, svaki energetski pregled u konačnici rezultira ocjenom potencijala za uštede energije i sama ta informacija može biti važan i snažan pokretač aktivnosti poboljšanja EnU. Taj pokretački efekt energetskih pregleda će biti uzet u obzir prilikom ocjene ušteda energije. Pri tome treba napomenuti da se u ocjenu uzimaju samo energetski pregledi koji su na neki način stimulirani od strane države, kao što je u Hrvatskoj slučaj s energetskim pregledima sufinanciranim od strane Fonda.

Metoda za ocjenu energetskih ušteda razvijena je u EMEEES projektu⁵⁴. Preporuke dane u tom projektu će se koristiti za uspostavu nacionalne metode za određivanje ušteda energije iz shema energetskih pregleda. Razrada dana u EMEEES projekt je vrlo opsežna i neće se ponavljati u ovom dokumentu. No, treba reći da EMEEES projekt nudi tri opcije za ocjenu učinaka energetskih pregleda, a odabir ovisi o raspoloživosti podataka temeljem kojih se uštede mogu ocijeniti. Prvi pristup podrazumijeva ocjenu na temelju podataka o početnoj potrošnji energije u razmatranoj građevini, drugi pristup uštede ocjenjuje temeljem utvrđenih potencijala za uštede energije iskazanih u završnom izvješću energetskog pregleda, a treći pristup je najkompleksniji i zahtjeva detaljne i kontinuirane povratne informacije o tome koje su mjere doista provedene, a koje se planiraju provesti. Najpraktičniji pristup za Hrvatsku bio bi ocijeniti uštede energije temeljem utvrđenih potencijala iskazanih u izvješću energetskog pregleda. U EMEEES izvješću, ovo je proračun razine 2, opcija b. Osnovne pretpostavke u ovom pristupu su kako slijedi:

1. potencijal za uštede energije je poznat iz izvješća energetskog pregleda
2. stupanj provedbe mjera EnU predloženih u izvješću energetskog pregleda nije poznat (nema praćenja putem izvješćivanja, anketiranja ili intervjuiranja subjekata kod kojih je energetski pregled proveden)

U nekim slučajevima čak niti ovi uvjeti nisu zadovoljeni, tj. ponekad nadležna institucija (npr. Fond) ne raspolaže ni završnim izvješćem energetskog pregleda. Tada se mora koristiti proračun razine 1 predložen u EMEEES projektu, koji uštede procjenjuje kao postotak ukupne potrošnje električne i ostalih oblika energije.

Formule za izračun ušteda energije razine 1 i razine 2.b iz EMEEES projekta prikazane su u Tablici 71.

Tablica 71 – Preporučena formula za izračun jediničnih ušteda energije ostvarenih energetskim pregledima prema EMEEES projektu

UFES	Definicije	Referentne vrijednosti
<p>Razina 1:</p> $\frac{E_{pot} - E_{real}}{E_{pot}} = \frac{E_{pot} - E_{real}}{E_{pot}} + \frac{E_{pot} - E_{real}}{E_{pot}}$ <p>[kWh/pregled/god]</p>	<p>DV_{ref} – referentna vrijednost za udio u ukupnoj godišnjoj potrošnji toplinske energije i goriva koji je ušteden kao posljedica energetskog pregleda</p> <p>DV_e – referentna vrijednost za udio u ukupnoj godišnjoj potrošnji električne energije koji je ušteden kao posljedica energetskog pregleda</p> <p>AC_{pot} – ukupna godišnja potrošnja toplinske energije i goriva (kWh/god) – podatak poznat iz prijavnog obrasca</p> <p>AC_e – ukupna godišnja potrošnja električne energije (kWh/god) – podatak poznat iz prijavnog obrasca</p>	<p>Za zgrade javnog sektora:</p> <p>$DV_{ref} = 3\%$</p> <p>$DV_e = 2\%$</p> <p>Za zgrade komercijalnog sektora:</p> <p>$DV_{ref} = 4\%$</p> <p>$DV_e = 1,5\%$</p> <p>Za industriju:</p> <p>$DV_{ref} = 2\%$</p> <p>$DV_e = 1\%$</p>
<p>Razina 2.b:</p> $\frac{E_{pot} - E_{real}}{E_{pot}} = \frac{E_{pot} - E_{real}}{E_{pot}} + \frac{E_{pot} - E_{real}}{E_{pot}}$ <p>[kWh/pregled/god]</p>	<p>DV_{ref} – referentna vrijednost za udio ukupnih mogućih ušteda toplinske energije i goriva koji se doista i ostvario</p> <p>DV_e – referentna vrijednost za udio ukupnih mogućih ušteda električne energije koji se doista i ostvario</p> <p>TSP_{pot} – ukupan potencijal ušteda energije za toplinsku energiju i goriva (kWh/god) – podatak poznat iz izvješća energetskog pregleda</p> <p>TSP_e – ukupan potencijal ušteda električne energije (kWh/god) – podatak poznat iz izvješća energetskog pregleda</p>	<p>Za zgrade uslužnog sektora: (javne i komercijalne)</p> <p>$DV_{ref} = 25\%$</p> <p>$DV_e = 25\%$</p> <p>Za industriju:</p> <p>$DV_{ref} = 15\%$</p> <p>$DV_e = 20\%$</p>

16.2. Određivanje formule za izračun ušteda energije i referentnih vrijednosti

Gore navedene formule su vrlo jednostavne i primjenjive za Hrvatsku. Međutim, referentne vrijednosti treba ipak ispraviti. Naime, razina doista ostvarenih ušteda energije nakon provedenog energetskog pregleda ovisna je o kvaliteti samog pregleda. Poticanje provedbe energetskih pregleda u Hrvatskoj je putem Fonda započelo još 2004. godine. Međutim, u to vrijeme nije bilo sustava za ovlaštavanje osoba za provedbu energetskih pregleda, što je dovelo do situacije da provedeni energetski pregledi značajno variraju s obzirom na njihovu kvalitetu. Također se u Fondu nije uspostavio sustav praćenja ostvarenja, odnosno nije poznato koje predložene mjere su se doista i provele. Čak u nekim slučajevima nisu dostupna ni izvješća o energetskim pregledima s procjenom potencijala za uštede energije. Stoga je potrebno referentne vrijednosti preporučene u EMEEES projektu smanjiti, jer su one temeljene na iskustvima iz dugogodišnje provedbe vrlo jasno uređenih dobrovoljnih sporazuma (Finska, Danska). Na temelju austrijskog pristupa⁵⁵, za izračun razine 2.b

⁵⁴ Izvor: EMEEES projekt Metoda 18 – Energetski pregledi: http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/en/evaluation_tools/bottom-up.php

⁵⁵ Izvor: <http://www.monitoringstelle.at/Bottom-Up.500.0.html>

uvest će se jedinstveni faktor od 5% te će se koristiti pojednostavljena formula kao što slijedi:

$$\square\square\square\square = \square\square \times \square\square\square \quad (16.1)$$

gdje su

DV – referentna vrijednost za udio u ukupnim potencijalima za uštedu energije koji se doista i ostvario (0,05)

TSP – ukupni potencijal za uštedu energije prema izvješću energetskog pregleda [kWh/god]

Glede razine 1, u izračunu će se koristiti preporučene EU vrijednosti. No treba istaknuti da je preferirana metoda upravo ova razine 2.b s korigiranim referentnom vrijednosti za DV.

Sustav za praćenje postignuća energetskih pregleda u Hrvatskoj **potrebno je značajno unaprijediti**. Za sve buduće sheme energetskih pregleda (koji će se provoditi od 2011. godine pa nadalje), trebalo bi zahtijevati izvješća o doista provedenim mjerama EnU i postignutim uštedama u petogodišnjem razdoblju nakon provedbe energetskog pregleda (to je ujedno i dinamika kojom zakonski obveznici trebaju provoditi energetske preglede).

I na kraju, potrebno je utvrditi vijek trajanja ovako procijenjenih ušteda energije kako bi se na ispravan način uvrstile u ostvarivanje nacionalnog cilja 2010. i 2016. godine. U EMEES projektu preporuča se vrijednost od 6 godina za uslužni sektor i 8 godina za industriju. Detaljniji podatci o stvarnoj provedbi predloženi mjera EnU bi omogućili preciznije određivanje životnog vijeka ove mjere. Za Hrvatsku će se primjenjivati jedinstveno razdoblje od **5 godina**. Ovo je razdoblje odabrano u skladu sa Pravilnikom o energetskim pregledima građevina (NN 05/11) prema kojemu su obveznici provođenja energetskih pregleda dužni izvršiti ovu obvezu svakih 5 godina.

Posljedica ušteda energije je i smanjenje emisija CO₂ pa i njih treba prikazati kao jedan od rezultata projekata EnU. Emisijski faktori po gorivima te za električnu energiju i toplinsku energiju iz centraliziranih toplinskih sustava dani su u Pravilniku o energetskim pregledima građevina (NN 05/11) te ih treba koristiti za ocjenu ovih učinaka. U slučaju kada nije poznata struktura energenata, emisijski faktor se uzima kao za prirodni plin čime se osigurava konzervativnost procjene.

S obzirom da je pri ocjenu ušteda energije BU metodama potrebno izbjeći dvostruko obračunavanje ušteda energije, to se postiglo na način da se iz analize isključuju oni subjekti koji su nakon provedenog energetskog pregleda zatražili i dobili potporu od Fonda za provedbu svih mjera EnU predviđenih energetskim pregledom. U pravilu, ovo je bio samo slučaj za energetske preglede sustava javne rasvjete, pa su oni izuzeti iz ocjene.

Obvezni ulazni podaci – izvješće energetskog pregleda:

Obveznici gospodarenja energijom **moraju dostaviti izvješće o energetskom pregledu u skladu s važećom regulativom**. U njemu trebaju biti iskazani potencijali ušteda svih oblika energije zasebno te ukupni potencijal. Fond također treba zahtijevati izvješća od korisnika kojima će se utvrditi kolike su se uštede energije ostvarile nakon provedbe energetskog pregleda, npr. kroz godišnje izvještaje u razdoblju od 5 godina nakon provedbe pregleda.

16.3. Preporučena metoda za Hrvatsku

Preporučena formula za izračun ušteda koje rezultiraju iz energetskih pregleda, kao i referentne vrijednosti koje se trebaju koristiti u nedostatku podataka za pojedini projekt dani su u Tablica 72. Kao

što je već istaknuto, preporučena je formula razine 2.b iz EMEES projekta, no u nedostatku podataka primjenjuje se formula razine 1 s referentnim vrijednostima prikazanim u Tablica 72.

Tablica 72 – Preporučena formula i referentne vrijednosti za izračun ušteda energije iz energetskih pregleda

UFES [kWh/pregled/god] Referentna formula	$\square\square\square\square = \square\square_{\square+\square} \times \square\square\square_{\square+\square} + \square V_{\square} \times \square\square\square_{\square}$ $\square\square\square\square = \square\square \times \square\square\square$
TSP [kWh/god]	Ukupni potencijal za uštedu energije u objektu prema izvješću energetskog pregleda
DV	Referentna vrijednost za udio doista ostvarenih ušteda u ukupno procijenjenom potencijalu DV = 0,05
FES [kWh/god]	$\square\square\square = \sum_{\square=\square} \square\square\square\square$
N	Broj energetskih pregleda
Životni vijek:	5 godina
Smanjenje emisija CO ₂ [t/god] ⁵⁶	$E_{CO_2} = FES \times e / 1000 [t]$ e – emisijski faktor [tCO ₂ /MWh] FES – ukupna ušteda energije [MWh] e = 0,376 t/MWh za električnu energiju e = 0,300 t/MWh za toplinsku energiju e – za ostala goriva prema Prilogu 9, tablica 2 Pravilnika o energetskim pregledima građevina (NN 05/11)

17. Izračun ukupnih ušteda energije u neposrednoj potrošnji⁵⁶

BU metodologija služi za izračun ušteda energije koje su rezultat provedbe pojedine mjere energetske učinkovitosti. Ukupne uštede energije ostvarene provedbom mjera dobivaju se zbrajanjem ušteda svake pojedine mjere. Pri tome je potrebno izbjeći dvostruko obračunavanje mjera tj. uštede se moraju pribrojiti samo jednom. Ovo je posebice važno s obzirom na kategorije obveznika gospodarenja energijom prema Zakonu o učinkovitom gospodarenju energijom u neposrednoj potrošnji (»Narodne novine« br. 152/08) a to su: javni sektor, veliki potrošači i korisnici sredstava Fonda. Naime, javni sektor i veliki potrošač mogu istodobno biti i korisnici sredstava Fonda i u tom slučaju uštede se ne smiju obračunavati dvostruko.

Također, u Izvješću o provedbi Nacionalnog akcijskog plana potrebno je mjere prijavljene od strane obveznika gospodarenja energijom povezati s mjerama definiranim u Planu i tim mjerama pridijeliti uštede izračunate primjenom BU metodologije dane u ovom dokumentu.

Ukupne godišnje uštede »vrijede« onoliko godina koliki je navedeni životni vijek mjere. Podatak o životnom vijeku mjere naveden je u tabličnom prikazu svake metode. Podatak o životnom vijeku mjere izuzetno je važan zbog uvažavanja doprinosa pojedine mjere u ostvarivanju nacionalnog okvirnog cilja ušteda energije, o čemu računa moraju voditi tijela nadležna za praćenje i verifikaciju ušteda energije (MINGO na nacionalnoj razini u skladu s člankom 15. ZUKE, a Fond u svom djelokrugu u skladu s člankom 16. ZUKE). Primjerice, ukoliko je energetski pregled izvršen 2010. godine, godišnje uštede koje se izračunaju primjenom BU metode za energetske preglede vrijedit će do 2015. godine, ali 2016. više se neće ubrajati u ostvarenje nacionalnog cilja. Iz ovog razloga obveznici gospodarenja energijom dužni su u svojim izvještajima navesti početak primjene mjere, a to je datum kada je provedba mjere započela, tj. kada je ona tehnički u potpunosti izvedena i počela je generirati uštede energije. Preporučene vrijednosti životnog vijeka mjera energetske učinkovitosti od strane EK dane su u Prilogu. Ove je vrijednosti potrebno koristiti za one mjere za koje ne postoji propisana BU metoda dana u prethodnim poglavljima ovog dokumenta.

⁵⁶ Izvor: Pravilnik o energetskim pregledima građevina (NN 05/11)

PRILOG 1.

Životni vijek pojedinih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti prema preporukama EK

Br.	Mjera poboljšanja energetske učinkovitosti	Životni vijek mjere (godine)
Kućanstva – tehničke mjere i programi		
1.a	Toplinska izolacija zgrade: izolacija zidova	30
1.b	Toplinska izolacija zgrade: izolacija tavana/krova	25
2.	Eliminiranje propuha materijalom koji popunjava šupljine oko vrata i prozora te smanjuje zrakopropusnost zgrade	5
3.	Prozori s dobrim toplinskim karakteristikama	30
4.	Zamjena postojećeg spremnika tople vode novim	15
5.	Izolacija cijevi za dovod tople vode	20
6.	Instalacija izolacijskog materijala između radijatora i zida s ciljem reflektiranja topline u prostoriju	18
7.	Mali bojleri snage do 30 kW	20
8.	Veliki bojleri iznad 30 kW	25
9.	Kontrola grijanja: vremensko upravljanje, termostati i termostatski ventili	10
10	Povrat otpadne topline	17
11.	Štedne armature za toplu vodu s ograničenjem protoka	15
12.a	Dizalice topline: zrak-zrak	10
12.b	Dizalice topline: zrak-voda	15
12.c	Dizalice topline: zemlja	25
13.	Energetski učinkovit sobni rashladni uređaj	15
14.	Novi ili revitalizirani sustav daljinskog grijanja	30
15.	Sunčevi toplinski kolektori za pripremu tople potrošne vode	20
16.	Energetski učinkoviti kućanski hladnjaci, ledenice i kombinacije	15
17.	Energetski učinkovite perilice posuđa, perilice rublja, sušilice rublja i perilice-sušilice rublja	12
18.a	Elektronički uređaji (npr. DVD, računalo)	3
18.b	Televizori	5
19.	Energetski učinkovite štedne žarulje (kompaktne fluorescentne žarulje) za uporabu u kućanstvima	6.000 sati
20.	Fluorescentna rasvjeta s elektroničkim prigušnicama	15
21.	Energetski učinkovita arhitektura (optimizacija toplinskih svojstava građevnih materijala, orijentacija građevine prema prirodnom svjetlu i izvorima topline, uporaba prirodne ventilacije)	25
22.	Mikro kogeneracija	15
23.	Fotonaponski sunčevi paneli	23
Kućanstva – organizacijske mjere i programi		
24.	Hidrauličko balansiranje u sustavu za grijanje tako da je topla voda u sustavu raspoređena optimalno po prostorijama	10
Kućanstva – mjere i programi za promjenu ponašanja		
25.	Uštede električne energije (npr. isključivanje rasvjete u prostorijama koje se više ne koriste, isključivanje elektroničkih uređaja)	2
26.	Uštede toplinske energije (npr. smanjivanje ili isključivanje grijanja u prostorijama koje se više ne koriste)	2
27.	Pametno mjerenje koje pruža informacije o potrošnji energije	2
Usluge (komercijalne i javne) – tehničke mjere i programi		
28.	Prozori s dobrim toplinskim karakteristikama	30
29.	Toplinska izolacija zgrade: izolacija zidova, izolacija tavana/krova	25

30.	Povrat otpadne topline	20
31.	Energetski učinkovita arhitektura (optimizacija toplinskih svojstava građevnih materijala, orijentacija građevine prema prirodnom svjetlu i izvorima topline, uporaba prirodne ventilacije)	25
32.a	Dizalice topline: zrak-zrak	10
32.b	Dizalice topline: zrak-voda	15
32.c	Dizalice topline: zemlja	25
33.	Energetski učinkoviti rashladni uređaji u sustavu klimatizacije	17
34.	Energetski učinkoviti sustavi ventilacije (mehanički kontrolirani sustavi koji izvlače iskorišteni zrak i dobavljaju prethodno zagrijani zrak	15
35.	Komercijalno hlađenje	8
36.	Energetski učinkovita uredska oprema (stolna i prijenosna računala, pisari, fotokopirni uređaji, fax uređaji)	3
37.a	Kogeneracija ispod 5 MW	15
37.b	Kogeneracija iznad 5 MW	20
38.	Senzori pokreta kojim se isključuje rasvjeta kada nema nikoga u prostoriji	10
39.	Energetski učinkovita rasvjeta u novom ili renoviranom uredu	12
40.	Energetski učinkovita rasvjeta na javnim površinama (npr. cestovna rasvjeta)	15
41.	Individualni ili zajednički bojleri nazivne snage veće od 30 kW	25
Usluge (komercijalne i javne) – organizacijske mjere i programi		
42.	Sustav gospodarenja energijom (npr. praćenje potrošnje energije, ISO, EMAS)	5
Promet – tehničke mjere i programi		
43.	Energetski učinkovita vozila koja troše malo primarne energije za prevaljenu udaljenost	100.000 km
44.	Automobili: gume s niskim otporom	50.000 km
45.	Kamioni: gume s niskim otporom	100.000 km
46.	Aerodinamični dodatci na kamionima za smanjenje otpora strujanja zraka	50.000 km
47.	Uređaji za automatsko praćenje pritiska u gumama za kamione	50.000 km
Promet – organizacijske mjere i programi		
48.	Prelazak na korištenje oblika prijevoza koji je energetski učinkovitiji (npr. prijelaz s automobila na bicikl, s kamiona na željeznicu)	5
Promet – mjere i programi za promjenu ponašanja		
49.	Ekonometar: uređaj koji daje povratnu informaciju o potrošnji goriva za automobile i kamione s ciljem poboljšanja učinkovitosti načina vožnje	2
50.	Optimalni pritisak u gumama	2
51.	Eko-vožnja	2
Industrija – tehničke mjere i programi		
52.	Kogeneracija	15
53.	Povrat otpadne topline	15
54.	Učinkoviti sustavi komprimiranog zraka: uporaba učinkovitih kompresora ili učinkovita uporaba kompresora	15
55.	Energetski učinkoviti elektromotori i upravljanje brzinom	12
56.	Energetski učinkoviti sustavi pumpi u industrijskim procesima	15
57.	Energetski učinkoviti sustavi ventilacije u industrijskim sustavima	15
Industrija – organizacijske mjere i programi		
58.	Sustav gospodarenja energijom (npr. praćenje potrošnje energije, ISO, EMAS)	5