

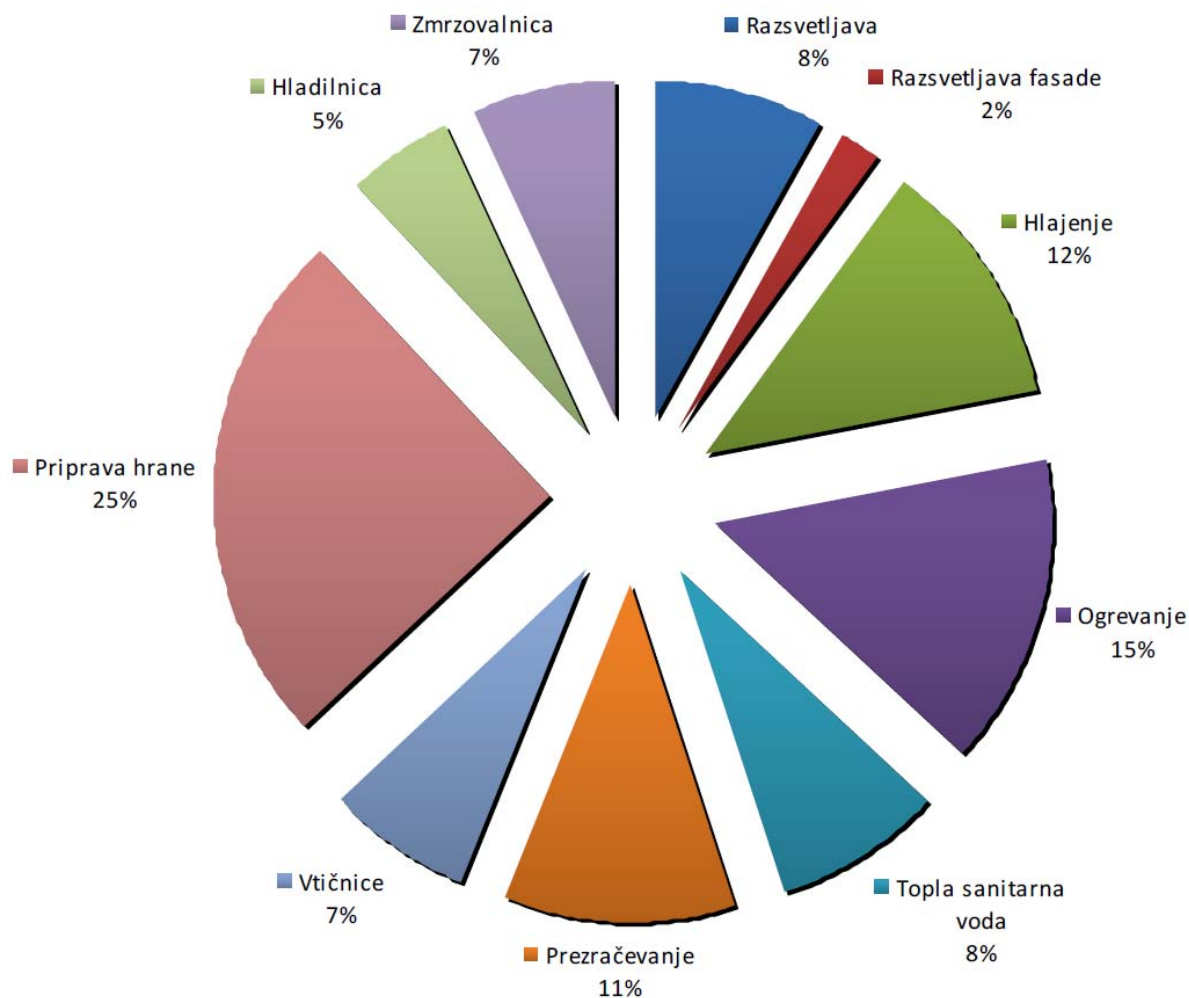
# ENERGIJSKA IZKAZNICA

skladna z zahtevami EPBD in EZ

## 1) ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVB PO EPBD IN EZ

Energijska učinkovitost stavbe je direktivi in zakonu opredeljena smiselno enako in predstavlja izračunano ali izmerjeno količino energije, potrebno za zadovoljevanje potreb po energiji, povezanih z običajno uporabo stavbe, ki med drugim vključuje energijo za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, toplo vodo in razsvetljavo.

Bistveno pri zapisani opredelitvi je razumeti, da je pri energijski učinkovitosti stavb potrebno zajeti celotno rabo energije za običajno rabo stavbe. Slika 1 prikazuje grafikon primer rabe energije v enem letu za restavracijo s kuhinjo, iz katerega je razvidno, da precejšen delež porabljene energije obsega t.i. procesno energijo (zamrzovalnica 7%, hladilnica 5%, priprava hrane 25%, vtičnice 7%), skupaj 44 %.



Slika 1: Primer razdelitve porabljene energije v restavraciji s kuhinjo

Procesna raba energije stavbe predstavlja neregulirano energijo, ki je opredeljena kot energija porabljena v podporo delovnemu procesu, proizvodnji in/ali za pokrivanje drugih poslovnih/bivalnih potreb. To je vseh drugih energijskih potreb, razen tistih za zagotavljanje udobja in potreb uporabnikov stavbe. Energija potrebna za delovanje tehničnih sistemov stavbe

(ogrevanja, hlajenja, prezračevanja, priprave tople vode in razsvetljave) se imenuje regulirana energija, ker je, oziroma mora biti, njena poraba omejena skozi pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES). Seveda ob nujni in skozi EPBD izrecno zahtevani delitvi stavb po namembnosti oziroma po kategorijah. Veljavni PURES nima postavljenih zahtev za rabo regulirane energije glede na kategorije stavb.

## **2) SKORAJ NIČ-ENERGIJSKA STAVBA PO EPBD**

EZ te vrste stavb ni opredelil, je pa njena splošna opredelitev podana v EPBD kot stavba z zelo visoko energijsko učinkovitostjo, določeno v skladu z njeno prilogo I. Za skoraj nič potrebne energije oziroma zelo majhno količino potrebne energije bi v zelo veliki meri morala zadostovati energija iz obnovljivih virov, vključno z energijo iz obnovljivih virov, proizvedeno na kraju samem ali v bližini. Kot takšne se bodo morale graditi vse nove stavbe po letu 2020, stavbe v lasti javnih organov že dve leti prej, 2018. EPBD zahteva od državi članic, da pripravijo nacionalni načrt gradnje takšnih stavb, pri čemer se postavljeni cilji lahko razlikujejo glede na kategorije stavb. Še prej pa od njih zahteva, da to vrsto stavb določijo s številčnim kazalnikom porabe primarne energije v kWh/m<sup>2</sup> na leto, seveda ob delitvi na kategorije.

Kot obrazloženo in prikazano na primeru restavracije s kuhinjo, je porabljena energija stavb deljena na regulirani in neregulirani del. Pri sedanji povprečni evropski stanovanjski enoti predstavlja neregulirani del, ki zajema televizijski sprejemnik, računalnik, pralni & sušilni stroj, pomivalni stroj, hladilnik, zamrzovalnik in hobi naprave 9 % celotne porabljene energije v enem letu, kuhanje dodatnih 3 %, skupaj 12 %. Posledično odpade 88 % na regulirani del, kar pomeni, da lahko pri povprečni stanovanjski enoti s popolno izničitvijo potreb po ogrevanju, hlajenju, prezračevanju, pripravi tople vode in razsvetljavi, to je z gradbeno-tehničnimi ukrepi, inženirji znižamo rabo celotne energije na 12 %. Za že predstavljeno restavracijo s kuhinjo to lahko teoretično znižamo na 44 %. Na nižanje porabe neregulirane energije inženirji dejansko nimamo vpliva, lahko jo kvečjemu poizkušamo pokriti z obnovljivimi viri energije.

Prikazano pomeni, da bi kot skoraj nič-energijsko stanovanjsko stavbo lahko opredelili kot stavbo, katere letna poraba energije bo znižana na okoli 30 do 35 % sedanje porabe, kot skoraj nič-energijsko restavracijo s kuhinjo pa tisto, katere poraba bo znižana na 40 do 45 %.

## **3) PRIMARNA IN DOVEDENA ENERGIJA**

EPBD zahteva, da se energijska učinkovitost stavb prikaže s samim kazalnikom in s številčnim prikazom porabe primarne energije. Zato je pomembno razumeti in razlikovati pojma primarna in dovedena energija.



Primarna energija pomeni energijo iz obnovljivih in neobnovljivih virov, ki še ni bila pretvorjena ali spremenjena. Je precej natančno merilo za energijski odtis stavbe, saj vključuje energijo, ki se je izgubila med proizvodnjo, prenosom in dobavo.



Dovedena energija je merilo porabljene energije, najprej pri načrtovanju stavbe, po njeni zgraditvi pa za uporabnika ta odraža na položnicah. Za pretvorbo dovedene energije v primarno energijo se uporabljajo faktorji pretvorbe (f).

Faktorji pretvorbe primarne energije temeljijo na nacionalnih ali regionalnih letnih povprečnih vrednostih, v njih pa so upoštevani ustrezni standardi. Tehnična smernica predpisuje vrednosti predstavljene v prvem stolpcu tabele 1, v drugem in tretjem stolpcu pa so za primerjavo predstavljene vrednosti iz dodatka E standarda EN 15603: 2008 oziroma ameriškega DOE (U.S. Department of Energy).

Energent	Faktor pretvorbe po TSG	Faktor pretvorbe po EN	Faktor pretvorbe po DOE
Kurilno olje	1,1	1,35	1,01
Plin	1,1	1,36	1,047 (ZP) 1,01 (UNP)
Premog	1,1	1,19	-
Premog/koks	-	1,53	1,0
Lesna biomasa	0,1	1,10	1,0
Električna energija - iz omrežja	2,5	3,31	3,34
Električna energija - pridobljena iz sonca ali vetra na mestu samem	-	-	1,0
Daljinsko ogrevanje brez kogeneracije	1,2	-	1,28
Daljinsko ogrevanje s kogeneracijo	1,0	-	
Daljinsko hlajenje		-	1,05
Para	-	-	1,21
Premog/koks	-	-	1,0
Ostalo (na primer odpadna biomasa)	-	-	1,0

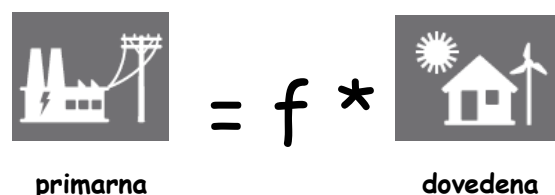


Tabela 1: Faktorji pretvorbe primarna/dovedena energija

#### **4) ENERGIJSKA IZKAZNICA**

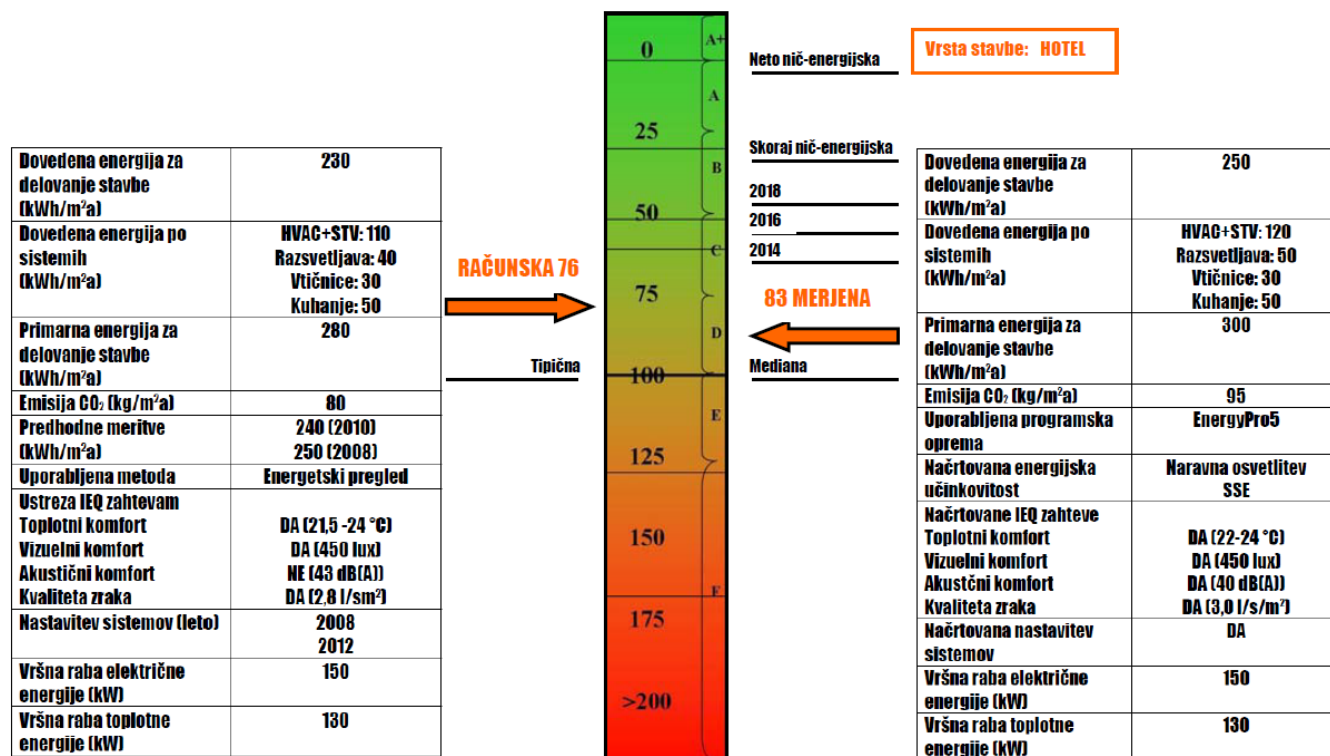
Pomeni uradno potrdilo, ki ga priznava država članica, v katerem je navedena energijska učinkovitost stavbe ali stavbne enote, izmerjena ali izračunana po metodologiji, ki ima osnovo v postavljenem splošnem okvirju v prilogi direktive. Glede na že predstavljena izhodišča in zahtevo po opredelitvi skoraj nič-energijskih stavb z vmesnimi cilji do leta 2020 (2018), se zdi samoumevna predstavitev energijske učinkovitosti stavb na način opisan v nadaljevanju.

Najprej je za doseg namena smiselno uvesti izraz energijski indeks (EI<sub>p</sub>), ki predstavlja računski količnik med izračunano ali izmerjeno porabo primarne energije s postavljenim izhodiščno (tipično) porabo za posamezno kategorijo stavb, pomnožen s 100.

$$EI_p = (\text{izrač. oz. izmer.} / \text{izhodišč.}) * 100 \quad (\text{enačba 1})$$

V porabo energije stavbe morajo biti poleg reguliranih energijskih porabnikov nujno vključeni tudi neregulirani energijski porabniki. Energijski indeks stavbe se prikaže na navpičnem traku, na katerem se prikažejo tudi različne vrednosti/merila: razredi energijske učinkovitosti, končni in

vmesni cilji v prihodnjih letih glede skoraj nič-energijskih stavb, levo in desno od njega pa je prostor za različne podporne podatke o merjeni in/ali računski energijski izkaznici, pa tudi o načrtovani ali na podlagi opravljenega pregleda ugotovljeni kakovosti notranjega okolja. Primer energijske izkaznice z osnovnimi podpornimi podatki je prikazan na sliki 1. Vrsta stavbe kot kategorija in številčne vrednosti so naključne in prikazane zgolj kot primer.



Slika 1: Primer energijske izkaznice

Predstavljena metodologija izračunavanja in prikazovanja energijske učinkovitosti stavb ima naslednje prednosti:

- 1) na istem kazalniku je lahko prikazana merjena in/ali računski izkaznica,
- 2) prikazana številčna ocena od -20 za plus energijske stavbe do preko 200 za primere obstoječih energijsko neučinkovitih stavb je jasna in razumljiva tudi laični javnosti, in
- 3) omogočeno je spremljanje zastavljenih ciljev glede gradnje skoraj nič-energijskih stavb.

Postavljanje ciljev glede gradnje skoraj nič-energijskih stavb v naslednjih letih je pri uvedenem energijskem indeksu dokaj preprosto. Na podlagi končnega cilja, to je končne številčne vrednosti porabljene primarne energije za posamezno kategorijo stavb, se za vsako od prihodnjih let določi številčna vrednost, ki se imenuje skoraj nič-energijski indeks (snEI<sub>20xx</sub>). Na primer za določeno kategorijo stavb vrednost 65 za leto 2015, vrednost 58 za leto 2016, in tako naprej do končnega cilja. Enačba 2 prikazuje izračun dovoljenega energijskega indeksa za določeno leto, seveda za določeno kategorijo stavb.

$$EI_{p,dov20xx} = snEI_{20xx} * (\text{izrač. oz. izmer. / izhodišč.}) \quad (\text{enačba 2})$$

## 5) IZHODIŠČNA STAVBA

V pogledu letne rabe energije je kot izhodiščno oziroma tipično stavbo smiselno privzeti zgrajeno v obdobju gradbenega razcveta v Sloveniji, to je v času med 2004 in 2008. V tem času, oziroma

od 2002 dalje, je bil v veljavi pravilnik o tehničnih zahtevah o učinkoviti rabi energije stavb (PTZURES). Ta pravilnik je zahteval od projektantov strojnih inštalacij in opreme, da so v fazi PGD izdelali izkaz energijskih karakteristik uporabljenih sistemov prezračevanja in klimatizacije stavb, ki se je zaključil z izračunom letno dovedene energije za njihovo obratovanje. Pravilnik je v veljavi še danes, kar predstavlja podvajanje, saj sedanji PURES zahteva izračun celotne regulirane rabe energije v elaboratu gradbene fizike. Kakorkoli, projektanti strojnih inštalacij in opreme podatke za sisteme prezračevanja in klimatizacije projektiranih v zadnjih 10 let imajo. Potrebno jih je torej zbrati in obdelati. Več dela bo verjetno predstavljalo zbiranje podatkov o dovedeni energiji električnih porabnikov, vendar tudi to ne bi smelo predstavljati nepremostljive težave. Projektanti električnih inštalacij in opreme podatke iz svojih načrtov v ta namen lahko pripravijo, nekaj naj bi jih tudi že imeli. Potem so tu tudi že opravljeni energijski pregledi stavb. Podatki torej obstajajo, zbrati in obdelati jih je potrebno tako, da bodo izhodiščne stavbe razdeljene v zahtevane kategorije po EPBD, pri tem pa bo potrebno upoštevati tudi klimatske posebnosti in največkrat uporabljene tehnične sisteme.

Zgolj za »občutek« je v tabeli 2 prikazana raba dovedene energije ameriških stavb ločenih po kategorijah in za klimatska področja 3A, 4A in 5A, ki so zanimiva za Slovenijo, katere je z izhodiščnim letom 2009 pripravil ameriški DOE. V kolikor bi uporabljali ali si pomagali tudi s temi podatki, bi bilo za pretvorbo dovedene energije v primarno potrebno uporabiti faktor pretvorbe, ki bi kar najbolje odražal slovensko »mešanico« energentov.

Klimatska področja	3A	4A	5A
Za izračun uporabljeno mesto	San Francisco	Baltimore	Chicago
	kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Velike pisarne	110	126	136
Srednje velike pisarne	120	142	151
Male pisarne	110	145	161
Skladišča	47	66	76
Samostojne trgovine na drobno	158	227	256
Nakupovalni centri	183	233	268
Osnovne šole	161	192	205
Srednje šole	158	215	240
Supermarket	523	581	615
Restavracija s hitro prehrano	1653	1921	2073
Klasična restavracija	1309	1540	1663
Bolnišnica	448	467	467
Ambulantna ustanova	760	877	855
Majhen hotel	202	237	252
Velik hotel	357	401	435
Srednje visok stanovanjski objekt	104	133	148

\*V primerjavi z zahtevami PURES oz. TSG ima ameriški standard o energetski učinkovitosti stavb ASHRAE 90.1 ki pokriva vse stavbe razen manjših stanovanjskih, dovoljeno toplotno prehodnost površin zunanjega ovoja  $U_{max}$  [(W/(m<sup>2</sup>K))] povprečno za 25 % slabšo (ni enaka za masivno in lahko gradnjo), učinkovitost tehničnih sistemov pa podobna (n. pr.: ameriški standard zahteva za prezračevalne sisteme 50 % entalpijski izkoristek, TSG pa 65 % temperaturni).

\*\*Bruto površina: Vsota talnih površin vseh prostorov v stavbi, vključno s kletmi, vmesnimi etažami, uporabnimi podstrežji z višino 2,3 m ali več. Površina se meri z zunanje strani zunanjih sten ali iz sredine zidov, ki ločujejo stavbe, izključuje pa pokrite prehode, verande, inštalacijske hodnike, zunanje terase in stopnice, dimnike, nadstreške, garaže, parkirne površine in podobno.

Tabela 2: Letno dovedena energija\* na bruto površino stavbe\*\*

Ameriško združenje ASHRAE je za potrebe dimenzioniranja klimatskih sistemov ter računanja rabe dovedene energije tehničnih sistemov kraje po svetu porazdelil v petnajst klimatskih področij, pri čemer je prvi dejavnik toplotno merilo imenovano »stopinja-dan«, drug dejavnik pa zunanja vlažnost. Prvi dejavnik je naveden s številko, drug dejavnik s črko. V nadaljevanju je za razumevanje tega področja podano z obrazložitvijo zgolj najnujnejše.

»Stopinja-dan« (DD - Degree-Day) predstavlja temperaturno razliko med zunanjo srednjo temperaturo (najvišja+najnižja polovic) v 24-urnem obdobju in privzeto izhodiščno temperaturo. V namen določitve gradbenih zahtev za stavbni ovoj in za določene tehnične sisteme stavbe se uporablja naslednja opredelitev:

»Hladilna stopinja-dan z osnovo 10 °C« (CDD 10 - Cooling Degree Day 10): Za katerikoli dan, ko je srednja temperatura višja od 10 °C, obstaja toliko »stopinj-dni«, kot znaša razlika med srednjo temperaturo dneva in izhodiščno temperaturo 10 °C. Letno število »hladilnih stopinj-dni« je vsota »stopinj-dni« preko koledarskega leta.

»Ogrevalna stopinja-dan z osnovo 18 °C« (HDD 18 - Heating Degree Day 18): Za katerikoli dan, ko je srednja temperatura nižja od 18 °C, obstaja toliko »stopinj-dni«, kot znaša razlika med srednjo temperaturo dneva in izhodiščno temperaturo 18 °C. Letno število »ogrevalnih stopinj-dni« je vsota »stopinj-dni« preko koledarskega leta.

Klimatska področja pomembna za Slovenijo so tri, 3A, 4A in 5A, pri čemer so obrazložitve in primeri slovenskih mest prikazani v tabeli 3.

Oznaka področja	Ime	Toplotno merilo	Primer mesta v Sloveniji
3A	Toplo - Vlažno	$CDD10 \leq 2500$ in $HDD18 \leq 2000$	Koper
4A	Mešano - Vlažno	$CDD10 \leq 2500$ in $2000 < HDD18 \leq 3000$	Ljubljana, Nova Gorica
5A	Hladno - Vlažno	$3000 < HDD18 \leq 4000$	Maribor, Kranj

Tabela 3: Klimatska področja s primeri slovenskih mest

Opozorilo vezano na »stopinjo-dan«: Slovenska tehnična smernica pozna izraz »temperaturni primanjkljaj« (z oznako DD in enoto »dan K«), ki pa ga ne gre zamenjevati z zgoraj predstavljenim »Degree-Day«. Slovenski temperaturni primanjkljaj predstavlja vsoto razlik med notranjo temperaturo (20 °C) in povprečno dnevno zunanjo temperaturo zraka po vseh dneh ogrevalne sezone. Temperaturni primanjkljaj upošteva le dneve, ko je bila povprečna temperatura zraka nižja od 12 °C.

Ker v stavbi rabo energije povzročajo posamezni tehnični sistemi (in ne zgolj njen zunanji ovoj), je vezano na izhodiščno stavbo pomembno postaviti tudi izhodišča zanjo. Za izračun letne rabe energije ni vseeno, ali je v izhodiščni stavbi vgrajen en sam kotel moči 100 % izračunanih potreb, ali dva s po 65 %, sistem toplotnih črpalk po načinu VRF (Variable Refrigerant Flow) in tako naprej. Za izračun letne rabe energije so namreč izredno pomembni izkoristki vgrajenih sistemov pri delnih obremenitvah, to je tam, kjer delujejo večino časa v letu. Zato je potrebno postaviti pri izhodiščni stavbi glede na kategorijo tudi sam izhodiščni tehnični sistem. V tabeli 4 so prikazani poenostavljeni predlogi uporabljenih tehničnih sistemov za izhodiščno stavbo glede na njeno kategorijo in tudi velikost.

Kategorija stavbe	Velikost stavbe	Tehnični sistem
Stanovanjska	Vse	1
Nestanovanjska	S kondicionirano površino do 2500 m <sup>2</sup>	2
Nestanovanjska	S kondicionirano površino preko 2500 in manj kot 10.000 m <sup>2</sup>	3
Nestanovanjska	S kondicionirano površino preko 10.000 m <sup>2</sup>	4

Legenda tipov tehničnih sistemov:

1 - toplovodno radiatorsko ogrevanje s kotli(čki), hlajenje z ločljivimi klimatizerji, naravno prezračevanje

2 - toplovodno ogrevanje in hladovodno hlajenje z ventilatorskimi konvektorji, enim kotlom in enim zračno hlajenim hladilnim agregatom, naravno prezračevanje

3 - toplovodno ogrevanje in hladovodno hlajenje z ventilatorskimi konvektorji, enim kotlom in enim zračno hlajenim hladilnim agregatom, mehansko prezračevanje z vračanjem toplote

4 - toplovodno ogrevanje in hladovodno hlajenje preko klimatskih kanalskih sistemov, dvema kotloma in dvema z vodo hlajenima hladilnima agregatoma, mehansko prezračevanje z vračanjem toplote

Uporabljena vrsta energije: Fosilna za toploto in elektrika iz omrežja za pogone in razsvetljavo!

Tabela 4: Tehnični sistemi v izhodiščni stavbi glede na kategorijo in velikost

## 6) PROGRAMSKA OPREMA IN EKONOMSKA ANALIZA

EPBD zahteva od vsake države članice, da pripravi metodologijo računanja rabe energije stavb, ne pa nujno tudi algoritma računalniške programske opreme, ki na začetku dobi določene podatke, na koncu svojega delovanja pa enostavno sporoči dobljen rezultat. Metodologija za razliko od algoritma ni enačba, ampak predstavlja sistem splošnih načel in pravil iz katerih izhajajo specifični postopki v namen razlage ali rešitve različnih problemov znotraj določenega strokovnega področja. Metodologija predstavlja niz vzpostavljenih praks in ne niza enačb.

Za potrebe izdelave energijske izkaznice je na prvem mestu nujno imeti ustrezno metodologijo in druga merila ter računski izhodišča, potem pa je za samo računanje rabe energije smiselno uporabiti že razpoložljivo programsko opremo. V ta namen obstaja na svetu preko 50 validiranih računalniških programov, bolj ali manj zmogljivih s predlogi urnikov, uporabe, zasedenosti, nastavitvenih vrednosti itd, vse glede na kategorijo stavbe. Poleg same rabe energije mora biti programska oprema sposobna izračunati najmanj tudi strošek dovedene energije, saj »EPBD« zahteva pri izdelavi energijske izkaznice tudi vključitev priporočil za stroškovno optimalne ali stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti stavbe. Do teh pa je mogoče le z izdelavo osnovne LCC (Life Cycle Costs) analize.

Stroškovno optimalna raven po EPBD predstavlja raven energetske učinkovitosti, ki vodi v najnižje stroške med ocenjenim ekonomskim življenjskim ciklom. Stroški morajo biti prikazani v neto sedanji vrednosti. Najnižji stroški se določijo ob vključitvi stroška nabave in postavitve, stroškov obratovanja in vzdrževanja ter popravil, stroškov dovedene energije, morebitnih zaslužkov od proizvedene energije, in stroškov odstranjevanja. Enačba 3 predstavlja poenostavljen izraz za zapisano.

$$LCC = I + OM\&R + E - Res + Disp \quad (\text{enačba 3})$$

pri čemer je:

LCC = neto sedanja vrednost predlagane ali izbrane različice

I = neto sedanja vrednost nabave in postavitve (Investment costs)

- OM&R = neto sedanja vrednost obratovanja, vzdrževanja in popravil (Operating, Maintenance and Repair costs)
- E = neto sedanja vrednost stroškov dovedene energije (Energy costs) zmanjšana za morebitne zasluške od prodaje
- Res = neto sedanja preostala vrednost (Residual or Salvage value)
- Disp = neto sedanja vrednost odstranitve (Disposal costs)

Država članica mora v ta namen določiti stavbam tudi ekonomske življenjske cikle.

## **7) NEODVISNI NADZORNI SISTEM**

EPBD zahteva tudi vzpostavitev neodvisnega nadzornega sistema nad izdajanjem energijskih izkaznic stavb. Zdi se primerno, da bi ta organ poleg obsega preverjanja izdanih izkaznic s priporočili imel pooblastilo tudi za vsakodnevno pomoč in razlago sprejete metodologije neodvisnim strokovnjakom, ocenjevanje primernosti programske opreme in v izjemnih primerih tudi za potrditev uporabe posebnih računskih metod. Izjemni primeri bodo nastopili takrat, ko je uporabljena energijska rešitev takšna, da jo programska oprema ne more izračunati.

## **7) VLOGA »IZS«**

Glede na dejstvo, da je ministrstvo pristojno za gradbene zadeve že leta 2002 skozi 17. člen Pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb inženirjem matične sekcije strojnih inženirjev naložilo nalogo, da prikažejo pri projektiranju predvideno letno rabo energije teh sistemov v t.i. izkazu energijskih karakteristik, je mogoče trditi, da ima MSS na podlagi več letnih izkušenj ustrezne vire in znanja, tako za pripravo metodologije energijske izkaznice, kot tudi za ugotavljanje tehnično sprejemljivih ciljev v zvezi s skoraj nič-energijskimi stavbami. Seveda pa brez strokovnjakov s področja rabe električne energije naloge ne bo mogoče opraviti, vendar je znotraj IZS tudi MSE. Skratka, IZS je kot strokovno inženirsko združenje naravnost poklicano, da prevzame pri vsem tem vodilno vlogo.