

# KAITINAMŲJŲ LEMPŲ ALTERNATYVOS

**Dainius Balbonas, Marius Kernagis**

Šiaulių valstybinė kolegija  
Aušros al. 40, Šiauliai, Lietuva  
El. p. d.balbonas@svako.lt

## **Anotacija**

2009 rugsėjo mėn. 1 d. pradėta laipsniškai atsisakyti kaitinamųjų lempų. Šiame straipsnyje nagrinėjamos esamos alternatyvos kaitinamosioms lempoms, palyginami dabar esančių rinkoje lempų parametrai, išryškunami jų privalumai ir trūkumai. Pateikiami du praktiniai kaitinamųjų lempų keitimo elektrą taupančiomis lempomis pavyzdžiai. Pateikiamos rekomendacijos vartotojams.

**Reikšminiai žodžiai:** energijos taupymas, elektros lempos, šviesos diodų lempa, kompaktinė fluorescencinė lempa, halogeninė lempa.

## **Ivadas**

Dar visai neseniai buitiniams patalpoms apšviesti buvo naudojamos kaitinamosios lempos. Administracinės patalpos buvo apšviečiamos kaitinamosiomis arba dienos šviesos (fluorescencinėmis) lempomis. Paskutinį dešimtmetį dėl technologijos pažangos ir ekologinių reikalavimų į rinką pradėjo skverbtis nauji produktai, kurių kaina didesnė nei tradicinių kaitinamųjų lempučių. Dėl šios priežasties šis procesas buvo gana lėtas. Situacija rinkoje pradėjo keistis, išleidus Europos Sąjungos direktyvą 2005/32/EB. Ši direktyva buvo pradėta įgyvendinti 2009 metais, išleidus komisijos reglamentą, kuriame numatyta įprastinių kaitinamųjų elektros lempučių atsisakymo tvarka.

Šiame straipsnyje pateikiama dabartinė situacija ir ateities perspektyvos, susijusios su buitinių ir administracinių patalpų apšvietimu.

## **Situacijos apžvalga**

Šiuo metu rinkoje galima įsigyti įvairių tipų elektros lempučių: pradedant nuo mums įprastų kaitinamųjų ar kaitinamųjų-halogeninių, baigiant patobulintomis halogeninėmis, kompaktinėmis dienos šviesos (CFL) ir LED lempomis.

Nuo 2009 metų rugsėjo mėn. pradėjo galioti ES teisės aktai, kurie lemia elektros lempučių naudojimo tvarką. Naujos lempučių naudojimo taisyklės pagrįstos solidžiais moksliniais tyrimais ir vartotojų organizacijų bei pramonės pageidavimais. Remiantis atliktais tyrimais ir skaičiavimais, Europos Sąjungoje buvo nuspręsta atsisakyti neefektyvių apšvietimo priemonių. Tikslą buvo nuspręsta pasiekti per kelerius metus, kad vartotojai ir įmonės galėtų laipsniškai prisitaikyti prie pokyčių. 1 lentelėje pateiktas laikinas neefektyvių apšvietimo priemonių atsisakymo grafikas. Minėta direktyva nenustato akcentinės šviesos reflektorinių lempų naudojimo Europos sąjungoje ateities.

1 lentelė

**Neefektyvių apšvietimo priemonių atsisakymo grafikas<sup>x</sup> [1]**

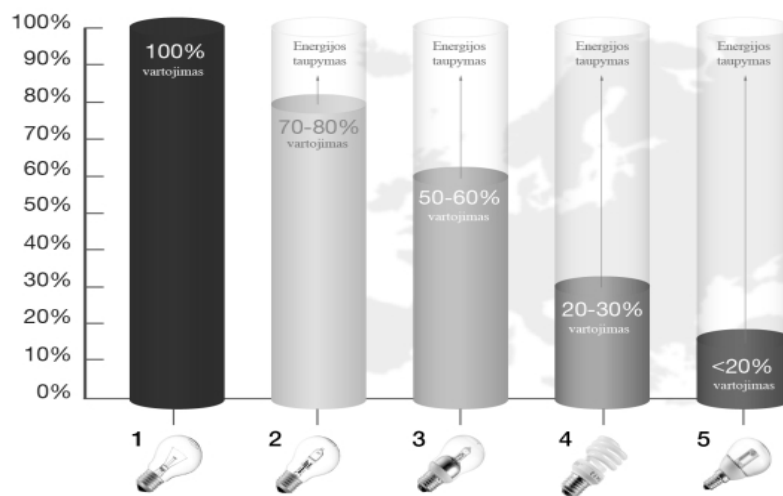
Etapas	Data	Lempų tipai, kurie nebus platinami
1	2009 09 01	Matinės lempos (išskyrus A energijos klasės) ir skaidrios kaitinamosios lempos 80W ir didesnio galingumo
2	2010 09 01	65W ir didesnio galingumo skaidrios kaitinamosios lempos
3	2001 09 01	skaidrios kaitinamosios lempos, kurių galia viršija 45W
4	2012 09 01	skaidrios kaitinamosios lempos, kurių galia viršija 25W
5	2013 09 01	Kokybės parametru didinimas
6	2014 09 01	C klasės energijos lempos

<sup>x</sup> – sprendimą dėl akcentinės šviesos reflektorinių lempų naudojimo Europos Komisija apibūdino kitoje direktyvoje.

Įprastos kaitinamosios lempučių šviesa paverčia tik 5 % sunaudojamos elektros energijos. Geriausiai tokios apšvietimo priemonės neefektyvumas (lyginant su kitomis) pavaizduotas grafiškai 1 paveiksle. Visiškai atsisakius įprastinių kaitinamųjų lempų, Europos gyventojai sutaupytų iki 40 TWh elektros energijos, arba tiek elektros, kiek per metus pagamina dešimt 500 MW elektrinių. Taip pat CO<sub>2</sub> emisija sumažėtų 15 mln. tonų per metus [2].

Iš 1 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad laipsniškas kaitinamųjų lempų atsisakymo procesas yra beveik įpusėjęs. Bet negalima teigti, kad tokių apšvietimo lempų vartojimas butyje būtų drastiškai pasikeitęs, nes nemaža dalis vartotojų yra nepatenkinti naujų lempučių kaina arba tam tikromis savybėmis, nepaisant ilgalaikės ekonominės naudos. Be to, praeitais metais startavęs pirmas etapas neturėjo didelės įtakos dėl to, kad žmonės daugiausia butyje naudoja 60 W ar 75 W lemputes, kurių pradėta atsisakyti antrame etape – nuo 2010-09-01. Taip pat

vertėtų paminėti, kad dėl turimų atsargų, naudojimo ypatumų, nelegalaus tokių lempučių patekimo į rinką (Rusija, Baltarusija toliau naudoja įprastas kaitinamąsias lemputes) šios technologiškai pasenusios lemputės bus dar ilgai naudojamos dalyje namų ūkių.



1 pav. Apšvietimo lempų energijos taupymas. (1 – paprasčiausia kaitinamoji lemputė, 2 – patobulinta kaitinamoji lemputė (halogeninė pripildyta ksenono dujų, C-klasė), 3 – patobulinta kaitinamoji lemputė (halogeninė lemputė su infraraudonąja danga, B klasė), 4 – kompaktinės dienos šviesos lempos, 5 – šviesos diodai (LED)). (Europos komisija 2009)

#### Alternatyvos kaitinamajai lemputei

Kaip matyti 1 paveiksle, alternatyvos kaitinamajai lempai yra patobulinta kaitinamoji lemputė – halogeninė pripildyta ksenono dujų, patobulinta kaitinamoji lemputė – halogeninė lemputė su infraraudonąja danga, kompaktinė dienos šviesos lempa, šviesos diodų lempa, elektronais stimuliuojama liuminescencijos lempa (angl. ESL – electron-stimulated luminescence) ir magnetinės indukcijos (angl. LVD – magnetic induction) lempa.

2 lentelė

#### Alternatyvos kaitinamajai lempai [3,4]

Savybės	Kaitinamosios E, F, G klasės	Kompaktinės dienos šviesos CFL A klasė	Šviesos diodų LED A klasė	Halogeninės, C/B klasės	ESL A klasė	LVD A klasė
Geras energetinis efektyvumas	Ne	Taip	Taip	Ne	Taip	Taip
Puiki šviesos kokybė	Taip	Ne	Ne	Taip	Taip	Taip
Greitas įjungimas	Taip	Ne <sup>x</sup>	Taip	Taip	Taip	Taip
Šviesos ryškumo reguliavimas	Taip	Reguliuojamos CFL brangesnės, dirba ne su visais reguliatoriais	Su srovės reguliator.	Taip	Taip	Taip
Be gyvsidabrio	Taip	Ne	Taip	Taip	Taip	Taip
Darbas su laikrodžiais ar foto įjungėjais	Taip	Ne	Taip	Taip	Taip	Taip
Kaina	žema	vidutinė	Labai didelė	Vidutinė/didelė	didelė	Labai didelė
Saugus perdirbimas	Taip	Ne <sup>xxx</sup>	Ne <sup>xxx</sup>	Taip	Taip	Taip
Nejautri karščiui	Taip	Ne	Ne	Taip	Taip	Taip
Lempučių veikimo trukmė, h.	1000	6000-15000	20000-100000	2000/3000	6000	60000-100000

<sup>x</sup> CFL lemputės įsijungimo laikas iki 1 s, maksimalus šviesos srautas pasiekiamas per 60 s, yra CFL lempučių ir su geresniais parametrais.

<sup>xx</sup> tobulinama, ateityje numatomos reguliavimo galimybės, teoriškai CFL šviesos srautą galima reguliuoti nuo 2 % iki 100 %.

<sup>xxx</sup> Šiose lemputėse yra sudėtingos elektroninės įrangos ir jų nereikėtų išmesti su įprastomis buitinėmis atliekomis. Tai nurodyta pavaizduojant simbolių su kryžmai perbraukta šiukšlių dėže. Šias lemputes reikia grąžinti į vieną iš jas parduodančių parduotuvių arba atiduoti į bet kurią kitą specialią elektroninės įrangos atliekų surinkimo sistemą.

2 lentelės duomenys leidžia teigti, kad kaitinamosios lempos turėjo daug gerų, svarbių savybių, išskyrus energetinį efektyvumą ir ilgaamžiškumą. Būtent žemas energetinis efektyvumas ir lėmė, kad buvo priimtas politinis sprendimas atsisakyti šių lempučių. Šiuo momentu plačiai siūlomos ir populiarėjančios CFL lemputės, neskaitant ilgaamžiškumo ir gerų energetinių savybių, jokių kitų privalumų neturi. Žinoma, CFL lempos yra tobulinamos, gerinamos įjungimo savybės, šviesos kokybė, mažinamas gyvsidabrio kiekis nuo 5mg dabar iki

1-2 mg ateityje. Šviesos diodų lempos be privalumų, kurių svarbiausi – didelis energetinis efektyvumas bei geriausias ilgaamžiškumas, turi ir trūkumų – negalima reguliuoti šviesos srauto, didelė kaina, srovės priklausomybė nuo temperatūros, mažėjantis šviesos srautas ilgėjant eksploatacijos laikui [5].

Halogenininės lempos pasižymi visais privalumais, kuriuos turėjo kaitinamosios lempos. Taip pat turi didesnį eksploataavimo resursą bei yra ekonomiškesnės (ypač B klasės halogeninės lempos). Bet paskutiniai paminėti du parametrai stipriai atsilieka nuo CFL ir LED lempučių, todėl C klasės halogeninių lempų 2016 m. laukia toks pat likimas kaip ir kaitinamųjų. B energetinės klasės halogeninės lempos bus naudojamos toliau.

Kaip matyti iš 2 lentelės geriausias būtų ESL lemputės. Vienintelis jų trūkumas – didelė kaina lyginant su CFL ar B energetinės klasės halogeninėmis lempomis. ESL lempos rinkoje turėjo pasirodyti 2009 m. pabaigoje. Kol kas Lietuvoje jų įsigyti nėra galimybių. LVD lempos už ESL yra ekonomiškesnės, bet brangesnės. Tačiau silpniausios LVD lempos galia siekia 12 W, kas atitinka 100 W kaitinamąją lempą [4]. Į šią lentelę nėra įtrauktos įprastos halogeninės lempos, kurių efektyvumo klasės yra E, F, D (leidžia sutaupyti nuo 0 iki 15 % elektros energijos lyginant su kaitinamosiomis lempomis).

Be 2 lentelėje pateiktų parametru yra svarbūs ir kiti lempų parametrai, tokie kaip [6]:

- skleidžiamos šviesos kiekis (liumenais),
- šviesos spalva (spalvos temperatūra),
- perjungimų skaičius iki lemputei sugendant,
- lemputės veikimo temperatūra.

Lempinės skleidžiamos šviesos srautas matuojamas liumenais. Lempučių efektyvumas yra matuojamas liumenais vienam vatui (lm/W). Šiuo metu rinkoje yra įvairaus tipo lempučių, kurių efektyvumas yra skirtingas, todėl neapartina lyginti elektros lempučių galingumo vatais, nes toks palyginimas yra klaidinantis. Seniau kai rinkoje buvo tik kaitinamosios lempos, tai ryšys tarp šviesos srauto ir galios buvo aiškiai nustatytas, todėl anksčiau kaitinamosios lempinės tarpusavyje buvo galima lyginti naudojant galios vienetus – vatus. 1300–1400 liumenų atitinka 100 W kaitinamąją lempinę, 920–970 liumenų – 75 W, 700–750 liumenų – 60 W, 410–430 liumenų – 40 W ir 220–230 liumenų – 25 W lempinę. Pagal efektyvumą lempinės skirstomos į energetines klases. CFL, LED ir kitos ekonomiškos lempos priklauso A klasei, jų efektyvumas 60-80lm/W; pagerintos halogeninės C ir B klasei, jų efektyvumas siekia 20-30 lm/W; kaitinamosios lempos priklauso žemesnėms klasėms, jų efektyvumas siekia 15lm/W.

Visi įkaitę kūnai tame tarpe ir lempinės skleidžia šviesą, kurios spektras apibūdinamas spalvine temperatūra, kuri išreiškiama pagal absoliutinę temperatūros skalę kelvinais (K). Kuo mažesnė spalvinė temperatūra, tuo skleidžiama šviesa yra raudonesnė. O kuo didesnė spalvinė temperatūra, tuo spalva mėlynesnė. Įprastu kaitinamųjų lempų ir halogeninių lempų šviesos spalva yra 2700-2800K šviesi gelsva. Kitos lempos, tokios kaip CFL, LED gali turėti įvairių spalvinę temperatūrą: nuo šiltai baltos iki šaltai baltos. Lempų spalvinė temperatūra svarbi tuo, kad nuo skleidžiamos lempų šviesos spalvos priklauso apšviečiamos aplinkos ir daiktų spalvos.

Perjungimų skaičius iki lempai sugendant irgi yra gana svarbus parametras, todėl ES numatyta įdiegti reikalavimą – ant lempučių pakuočių rašyti vidutinį įjungimų, išjungimų skaičių, kurį atlaiko lempinė. Ypatingai dažnam junginėjimui yra neatsparios kompaktinės dienos šviesos lempinės (CFL). Tose vietose, kur lempinės yra dažnai perjungiamos, t. y., vidutiniškai daugiau nei tris kartus per dieną, pvz., tualetuose ar koridoriuose su judesio jutikliais, nereikėtų naudoti standartinių kompaktinių dienos šviesos lempučių (kurias galima įjungti ar išjungti 3 000–6 000 kartų). Kitaip ant pakuotės nurodyta jų veikimo trukmė gali sutrumpėti. Tačiau yra tokioms vietoms tinkančių specialių kompaktinių dienos šviesos lempučių, kurias galima junginėti iki 1 milijono kartų. Kitiems šviesos šaltiniams perjungimas įtakos neturi (pvz., patobulintoms kaitinamosioms lempinėms) [6].

Kompaktinės dienos šviesos lempinės (CFL) ir LED lempinės yra jautresnės temperatūrai nei patobulintos kaitinamosios lempinės (halogeninės). Svarbu pasirinkti lempinę, kuri gerai veiks tokioje temperatūroje, kokioje ji bus naudojama. Pvz., renkant lempinę lauke naudojamiems apšvietimo prietaisams klimato zonoje, kur žiemos šaltos, patartina rinktis tokią, kuri veikia taip pat, kai lauke šąla, kitaip žiemos naktimis lempinės šviesos našumas gali sumažėti. Esant neigiamai temperatūrai dauguma CFL lempučių neįsijungia. Yra specifinių CFL lempučių, skirtų naudoti iki -23°C. LED lempučių parametrai užtikrinami esant aplinkos temperatūrai 25°C, bet jos realiai gali veikti nuo -40°C iki +85°C. Esant dideliame nuokrypiui nuo normų kinta lempinės efektyvumas bei šviesos srautas [5].

Dar vienas nepaminėtas parametras yra ultravioletinis spinduliavimas. Šis spinduliavimas būdingas tik CFL lempoms. Nuo šio spinduliavimo galima apsaugoti naudojant CFL lempas su papildomu gaubtu, bet tuo atveju jų energetinis efektyvumas sumažėja iki B klasės ir tai leidžia sutaupyti apie 65 % elektros energijos [8].

### Taupymo galimybės

Buitinėse ir administracinėse patalpose apšvietimui suvartojama elektros energija sudaro nuo 15 % iki 50 % visų elektros energijos sąnaudų [7]. Todėl įdiegę elektrą taupančias lemputes bendrą elektros energijos suvartojimą galėtume sumažinti nuo 10 % iki 30 %.

3 lentelėje pateikiamos kaitinamųjų, halogeninių C klasės, CFL ir LED suvartojamos galios vatais panašiam šviesos srautui gauti. 3 lentelėje pateikti tik tokie lempų tipai, kurie šiuo metu yra prekyboje. B klasės halogeninių, ESL lempučių prekyboje nėra. Dėl sklaidžiamos šilumos, kuri įtakoja viduje įmontuoto transformatoriaus darbą, B klasės halogeninių lempų galia apribota iki 60W [8]. Minimali LVD lempų galia yra per didelė daliai butinių patalpų.

3 lentelė

### Kaitinamųjų lempučių ir jų analogų palyginimas pagal vartojamą galią [1,5]

Kaitinamosios lempos, W	Halogeninės C klasės lempos, W	Kompaktinės liuminescencinės (CFL) lempos <sup>x</sup> , W	LED lempos, W
25	18	5	3
35/40	28	7	4
60	42	11	6
75	52	15	9
100	70	20	12
150	105	30	-

<sup>x</sup> lempos be papildomo gaubto

Toliau bus atliktas teorinis paskaičiavimas ir įvertinta ar verta pakeisti įprastas kaitinamąsias lemvas į ekonomines daugiabučių namų laiptinėse ir butuose.

**Pirmas pavyzdys (Daugiabučio namo laiptinė).** Kaip pavyzdį naudokime penkių aukštų daugiabučio namo laiptinę su mechaniniais-pneumatiniais šviesos jungikliais. Tokioje laiptinėje kiekviename aukšte yra įsukta 60 W kaitinamoji lemputė. Visoje laiptinėje šviesa įjungiama paspaudus bet kurį iš penkių jungiklių. Vadinasi, įjungus šviesą yra naudojama 300 W galia. Taip pat dar vienas šviestuvai su kaitinamąja 60 W lempa įtaisyti prie lauko durų. Šviestuvai valdomos judesio jutikliais. 4 lentelėje pateikiamas skaičiavimas 5 metų laikotarpiui. Apšvietimo sistemoje keičiamos tik lemputės, jungikliai ir šviestuvai paliekami tokie patys.

4 lentelė

### 5 aukštų daugiabučio 1 laiptinės elektros energijos sąnaudos apšvietimui per 5 m.

	Kaitinamosios lempos		Halogeninės C klasės		LED lempos	
	Laiptinė	Lauko durys	Laiptinė	Lauko durys	Laiptinė	Lauko durys
A Naudojama galia, W	5-60	60	5-42	42	5-6	6
B Darbo laikas, h	760	760	760	760	760	760
C Lempos resursas, h	1000		2000		30000	
D Sunaudota elektros energija, kWh (A/1000*B)	228	45,6	159,6	31,9	22,8	4,6
E Vienos kWh kaina, Lt	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
F Bendra suvartotos energijos kaina, Lt $\Sigma(D*E)$	123,1		86,2		12,4	
G Reikalingas lempų skaičius per 5m. <sup>x</sup> (B/C)	3,8	0,76	1,9	0,38	0,125	0,025
H 1 Lempos kaina, Lt	1	1	7	7	49	49
I Bendra lempų kaina per 5m., Lt $\Sigma(G*H)$	4,56		15,96		7,34	
L Galutinė kaina, Lt (F+I)	127,66		102,16		19,74	
K Pradinė investicija ir 5 metų elektros kaina, Lt (F2+H*6)	129,1		128,2		306,4	

<sup>x</sup> neįvertintas įjungimų skaičius lemputės tarnavimo laikui, temperatūros pokytis ir galimi įtampos šuoliai, galintys sugadinti lemputes.

CFL lemputės šiame pavyzdyje nepateikiamos dėl to, kad jos netinkamos šiose patalpose dėl galimo dažno junginėjimo ir ilgo užsidegimo laiko.

Šiame pavyzdyje skaičiuojant prie lauko durų įrengtos lemputės degimo laiką per 5 metus buvo nustatyta, kad lempa po judesio jutiklio suveikimo dega 15 s. Taip buvo daroma prielaida, kad lempai tenka vidutiniškai 100 užsidegimo/užgesinimo ciklų per parą. Skaičiuojant laiptinėje esančių lempų degimo laiką per metus buvo nustatyta, kad lempa po įjungimo vidutiniškai dega 60 s. Taip buvo daroma prielaida, kad lempai tenka vidutiniškai 25 užsidegimo/užgesinimo ciklų per parą.

Iš 4 lentelės duomenų matyti, kad halogeninių ir ypač LED lempų naudojimas leidžia sutaupyti elektros energijos (F eilutė). Apžvelgus 4 lentelės I eilutę, kurioje pateikta, kiek kainuotų reikalingo skaičiaus lempų resursas 5 metams, matyti, kad kaitinamųjų ir LED lempų eksploatacijos kaina yra gana panaši, o halogeninių žymiai didesnė. Taip yra todėl, kad halogeninių lempų kaina yra 7 kartus didesnė nei kaitinamųjų, o resursas tik 2 kartus. Ko

nepasakytume apie LED lempas, kurių kaina didesnė 49 kartus, o resursas net 30 kartų. Apskaičiavus galutinę elektros sąnaudų ir resursų kainą per 5 metus, skirtumas tarp kaitinamųjų ir halogeninių lempų sudaro 25 Lt. Skirtumas tarp kaitinamųjų ir LED – net 108 Lt.

Įvertinus elektros energijos sąnaudas per 5 metus ir pradines investicijas į lempas, nustatyta, kad pradėti naudoti LED lempas yra daugiau kaip du kartus brangiau nei kaitinamąsias ar halogenines. Galima teigti, kad perėjimas nuo kaitinamųjų lempų prie halogeninių leidžia sutaupyti elektros energijos ir tausoti aplinką, bet reali ekonominė nauda namo gyventojams yra labai maža, dėl kol kas didelės halogeninių lempučių kainos. Šiuo atveju reali nauda būtų reikšminga tik tuo atveju, jei kaitinamąsias lempas į halogenines pasikeistų visi miesto ar Lietuvos daugiabučiai. Tuo atveju nauda būtų nuo dešimčių tūkstančių iki milijono kilovatvalandžių per metus. Perėjimas nuo kaitinamųjų lempų prie LED lempų leistų pastebimai sutaupyti elektros energijos, naudojamos daugiabučių laiptinių apšvietimui. Bet šiuo atveju problema yra didelė pradinių investicijų kaina. LED lempučių atsipirkę ne anksčiau kaip po 10 metų. Perėjimas nuo kaitinamųjų lempų prie LED Lietuvos mastu leistų sutaupyti milijonus kilovatvalandžių per metus.

**Antras pavyzdys (Trijų kambarių butas).** Kaip pavyzdį naudokime trijų kambarių butą, kuriame gyvena trijų asmenų šeima ir yra sumontuoti šviestuvai: koridoriuje du šviestuvai, kuriuose yra 75 W kaitinamosios lempos; tualete-vonioje šviestuvai su 100 W kaitinamąja lempa; virtuvėje šviestuvai su 100 W kaitinamąja lempa; miegamajame šviestuvai su 75 W kaitinamąja lempa ir du sieniniai šviestuvai po 40 W; vaiko kambaryje šviestuvai su dviem 75 W kaitinamosiomis lempomis ir stalinis šviestuvai su 60 W lempa; svetainėje šviestuvai su trimis 75 W kaitinamosiomis lempomis. Visi šviestuvai įsijungia nuspaudus standartinį jungiklį. Visų bute esančių šviestuvų naudojama galia yra 940 W. 5 lentelėje pateikiamas skaičiavimas 5 metų laikotarpiui. Apšvietimo sistemoje keičiamos tik lempučių, jungikliai ir šviestuvai paliekami tokie patys.

5 lentelė

**Trijų kambarių būto elektros energijos sąnaudos apšvietimui per 5 m., naudojant kaitinamąsias, halogenines, CFL (be papildomo gaubto) ir LED lempas**

		1 variantas						2 variantas					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
A	Naudojama galia, W	2.75	100	100	75+2.40	2.75+60	3.75	2.52	70	70	52+2.28	2.52+42	3.52
B	Darbo laikas, h	456	2738	3650	913	2738	1368	456	2738	3650	913	2738	1368
C	Lempų resursas, h	1000						2000					
D	Sunaudota el. energija, kWh (A/1000*B1)	68,4	273,8	365	141,5	575	307,8	47,4	191,7	255,5	98,6	399,7	212,4
E	Vienos kWh kaina, Lt	0,45						0,45					
F	Bendra suvartotos el. energijos kaina, Lt $\Sigma(D*E)$	779,3						542,5					
G	Reikalingas lempų skaičius per 5m. <sup>x</sup> (B1/C)	0,9	2,7	3,7	2,7	8,2	4,1	0,4	1,4	1,8	1,4	4,1	2
H	1 Lempos kaina, Lt	1						7					
I	Bendra lempų kaina, Lt $\Sigma(G*H)$	22,3						97,7					
L	Galutinė kaina per 5m., LT (F+I)	801,6						640,2					
K	Pradinė investicija ir 5 metų el. kaina, Lt (F2+H*6)	792,3						633,5					

Šiame pavyzdyje nagrinėjami 5 apšvietimo lempų naudojimo variantai:

1 variantas – visas butas apšviečiamas naudojant kaitinamąsias lempas. 2 variantas – visas butas apšviečiamas, naudojant halogenines C klasės lempas. 3 variantas – visas butas apšviečiamas naudojant LED lempas. 4 variantas – visas butas, išskyrus koridorių, tualetą-voniją, apšviečiamas CFL lempomis, o išskirtos patalpos halogeninėmis lempomis. 5 variantas – visas butas, išskyrus koridorių, tualetą-voniją, apšviečiamas CFL lempomis, o išskirtos patalpos LED lempomis. Daroma prielaida, kad vidutiniškai per parą lempos dega: koridoriuje – 15 min., tualete-vonioje – 90 min., virtuvėje – 120 min., miegamajame – 30 min., vaiko kambaryje – 90 min. ir svetainėje – 45 min.

**Trijų kambarių būto elektros energijos sąnaudos apšvietimui per 5 m., naudojant kaitinamąsias, halogenines, CFL ir LED lempas**

		3 variantas						4/5 variantas					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
A	Naudojama galia, W	2.9	12	12	9+2.4	2.9+6	3.9	2.52/2.9	70/12	20	15+2.7	2.15+11	3.15
B	Darbo laikas, h	456	2738	3650	913	2738	1368	456	2738	3650	913	2738	1368
C	Lempos resursas, h	30000						2000/30000			8000		
D	Sunaudota el. energija, kWh (A/1000*B1)	8,2	32,9	43,8	15,5	65,7	36,9	47,4/8,2	191,7/32,9	73	26,5	112,3	61,6
E	Vienos kWh kaina, Lt	0,45						0,45					
F	Bendra suvartotos el. energijos kaina, Lt $\Sigma(D*E)$	91,4						230,6/141,5					
G	Reikalingas lempų skaičius* (B1/C)	0,02	0,09	0,12	3-0,03	3-0,09	3-0,04	0,4/0,02	1,4/0,09	0,45	3-0,11	3-0,34	3-0,17
H	1 Lempos kaina, Lt	79	129	129	79+2.34	2.79+49	3.79	7/79	7/129	8			
I	Bendra lempų kaina per 5m., Lt	61,2						31,1/31,7					
L	Galutinė kaina per 5m., Lt (F+I)	152,6						261,7/173,2					
K	Pradinė investicija ir 5 m. el. kaina, Lt (F2+H*6)	1098,4						331,6/508,5					

\* neįvertintas įjungimų skaičius lempučių tarnavimo laikui, temperatūros pokytis ir galimi įtampos šuoliai, galintys sugadinti lempučių.

1 – koridorius, 2 – vonia-tualetas, 3 – virtuvė, 4 – miegamasis, 5 – vaiko kambarys, 6 – svetainė.

Apžvelgus trijų kambarių būto elektros apšvietimui sąnaudas, galima teigti, kad senąsias kaitinamąsias lempas apsimoka keisti į halogenines arba CFL ir dalinai į LED lempas. Iš 5 lentelėje pateiktų duomenų aiškiai matyti, kad pigiausiai apšviesti patalpas kainuoja naudojant LED lempas, bet šiuo atveju reikia 1000 Lt pradinę investicijų. Įvertinus sunaudojamos elektros kilovatvalandžių kainas, 1000 Lt pradinė investicija ir 90 Lt sąskaita už apšvietimą per 5 metus nebeatrodo tokia didelė palyginus su atveju kai apšvietimui naudojamos kaitinamosios lempos: pradinė investicija 13Lt, sąskaita už 5 metus 780 Lt. Nepaisant ekonominės naudos ilguoju laikotarpiu mažai namų ūkių sutiktų investuoti 1000 Lt į laiko nepatikrintas LED lempas. Optimaliausias sprendimas šiuo atveju – kaitinamąsias lempas keisti į halogeninių ir CFL lempų derinį, arba LED ir CFL lempų derinį. Nebūtinai pasirinkti tokį sprendimą, koks siūlomas 4 ar 5 variante. Kiekvienas sumanus vartotojas gali rasti sau individualų sprendimą. Pavyzdžiui, svetainėje vietoj kelių vienodų lempų galima kartu suklijuoti halogenines ir CFL. Halogenines įjungti tik tada, kai mums reikia šviesos trumpam, o visas arba tik CFL tada, kai šviesos reikės ilgai. Ekonomiškų lempų naudojimas butyje leistų 3 kambarių bute gyvenančiai šeimai sutaupyti nuo kelių dešimčių iki kelių šimtų kilovatvalandžių per metus, priklausomai nuo naudojamų ekonomiškų lempų tipų ir vartojimo įpročių.

**Išvados ir rekomendacijos**

1. Europos Sąjunga, siekdama sumažinti į aplinką išmetamų šiltnamio dujų kiekį, kaip vieną iš priemonių pasirinko mažinti elektros energijos sunaudojimą apšvietimui. Tuo tikslu buvo pradėtos įgyvendinti įvairios direktyvos, kurių viena susijusi su senų ir neefektyvių kaitinamųjų lempų palaipsniu atsisakymu.

2. Išnagrinėjus daugelį alternatyvų kaitinamosioms lempoms, nustatyta, kad dauguma naujų šviesą skleidžiančių lempų be privalumų (ilgaamžiškumo, aukšto energetinio efektyvumo) turi ir nemažai trūkumų. LED lempų trūkumai – labai didelė kaina, nepakankama šviesos kokybė, šviesos srauto reguliavimui reikalinga papildoma įranga. CFL lempų trūkumai – ilgas užsidegimo laikas, ilgaamžiškumo priklausomybė nuo įjungimo skaičiaus, gyvsidabrio naudojimas. Halogeninės energetinės C klasės lempos lyginant su kaitinamosiomis trūkumų neturi, bet jų energetinis efektyvumas nepakankamas, o halogeninės energetinės B klasės

lempos kol kas yra tik 12V įtampai ir Lietuvoje jomis neprekiuojama. Straipsnyje paminėtos ESL lempos kol kas yra naujovė ir jomis Lietuvoje taip pat neprekiuojama. LVD lempų, kaip ir LED lempų, trūkumai – didelė kaina ir didelė minimali galia, dėl kurios jų tinkamumas butyje ribotas.

3. Straipsnyje išnagrinėti du praktiniai pavyzdžiai rodo, kad ekonomiškios lempos yra naudingos ir leidžiančios sutaupyti nemažai elektros energijos. Jų atsiperkamumo laikas siekia nuo 2 iki 10 m. priklausomai nuo pasirinkto sprendimo ir naudojimo intensyvumo. Papildomai elektros energijos galima sutaupyti naudojant apšvietimo valdymo elektroniką pvz. įvairios „protingo namo“ sistemos, kaip EIB, X-10, apšvietimo valdymo sistemos DALI, DSI ar kiti daliniai valdymo sprendimai.

4. Esant dabartinei sunkmečio situacijai, optimalu apšvietimui butyje naudoti CFL, LED ir halogeninių lempų derinį. Naudoti vien LED lempas yra per brangu, tačiau jų kaina turėtų kristi augant gamybai.

#### **ALTERNATIVES OF INCANDESCENT BULBS**

*On 18 March 2008, the Europe Commission adopted a regulation on non-directional household lamps which would replace inefficient incandescent bulbs by more efficient alternatives (such as improved incandescent bulbs with halogen technology and compact fluorescent lamps) between 2009 and 2012. In this article the parameters of alternative lamps are discussed. Benefits and disadvantages of CFL, LED's and halogens are highlighted.*

*Two practical examples of changing incandescent bulbs to more efficient lamps were submitted in an article. Also some recommendations consumers were presented.*

**Key words:** Energy conservation, Electric lamps, LED lamp, compact fluorescent lamp, halogen lamp.

#### **Literatūra**

1. UAB „Skaitmeninė elektronika“. Prieiga per internetą 2010-09-14: <[www.elektrostaupymas.lt/info/Laipsniskas\\_lempu\\_isemimas.pdf](http://www.elektrostaupymas.lt/info/Laipsniskas_lempu_isemimas.pdf)>.
2. European Commission Eco-design - Regulatory Committee. Prieiga per internetą 2010-09-15: [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/ecodesign/regulatory\\_committee\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/ecodesign/regulatory_committee_en.htm)
3. Vu1 Corporation. Prieiga per internetą 2010-09-20: <<http://vu1corporation.com/technology/technology.htm>>.
4. UAB „Elmo technologijos“. Prieiga per internetą 2010-09-30: <<http://www.elmolight.eu/>>.
5. Y. Gu, N. Narendran, J. P. Freyssinier (2004). White LED performance. Fourth International Conference on Solid State Lighting, Proceedings of SPIE 5530. 119-124p
6. Europos komisija. Prieiga per internetą 2010-09-20: <[http://ec.europa.eu/energy/lumen/index\\_lt.htm](http://ec.europa.eu/energy/lumen/index_lt.htm)>.
7. Aleksonis A. (2007). VšĮ „Kauno regioninė energetikos agentūra“ „Elektra pastatuose“. Prieiga per internetą 2010-09-14: <http://www.krea.lt/uploads/ECHO%20ACTION/Elektra%20pastatuose%20Lengvai%20diegiamos%20ir%20mazai%20kainuojancios%20priemones.pdf>
8. Europa press releases (2009). *Frequently asked questions on the regulation phasing out conventional incandescent bulbs*. Prieiga per internetą 2010-09-25: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/09/368&format=HTML&aged=0&language=EN>

**Įteikta: 2010 m. spalio 5 d.**

**Priimta publikuoti: 2010 m. gruodžio 2 d.**