VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS EKONOMIKOS IR NEKILNOJAMOJO TURTO VADYBOS KATEDRA

Vytautas Juodagalvis

LIETUVOS VISUOMENINIŲ PASTATŲ MODERNIZAVIMO TYRIMAS

THE RESEARCH OF PUBLIC BUILDINGS MODERNIZATION IN LITHUANIA

Baigiamasis magistro darbas

Nekilnojamojo turto valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621N20013

Nekilnojamojo turto valdymo specializacija

Vadybos ir administravimo mokslo kryptis

Vilnius, 2013

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS EKONOMIKOS IR NEKILNOJAMOJO TURTO VADYBOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

Artūras Kaklauskas

(Vardas, pavardė)

2013 - 01 - 07

(Data)

Vytautas Juodagalvis

LIETUVOS VISUOMENINIŲ PASTATŲ MODERNIZAVIMO TYRIMAS

THE RESEARCH OF PUBLIC BUILDINGS MODERNIZATION IN LITHUANIA

Baigiamasis magistro darbas

Nekilnojamojo turto valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621N20013

Nekilnojamojo turto valdymo specializacija

Vadybos studijų kryptis

Vadovas doc. dr. Natalija Lepkova (Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) 2013-01-07 (Data)

Lietuvių kalbos konsultantas L. Rutkienė (Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) 2013-01-07 (Data)

Vilnius, 2013

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS EKONOMIKOS IR NEKILNOJAMOJO TURTO VADYBOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

Artūras Kaklauskas
(Vardas, pavardė)

2011-10-02
(Data)

Socialinių mokslų sritis

Vadybos mokslo kryptis

Vadybos studijų kryptis

Nekilnojamojo turto valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621N20013

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO UŽDUOTIS

2011-10-02 Nr. .....

Vilnius

Studentui (ei): Vytautui Juodagalviui
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Lietuvos visuomeninių pastatų modernizavimo tyrimas

.....

patvirtinta 2012 m. spalio 23 d. dekano įsakymu Nr. 517 st

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2013 m. sausio mėn. 4 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Atlikti mokslinės literatūros analizę baigiamojo darbo tematika. Apžvelgti visuomeninius pastatus ir esamą jų būklę Lietuvoje. Išanalizuoti Lietuvos visuomeninių pastatų modernizavimo projektų galimybes ir įgyvendinimą. Apžvelgti užsienio šalių praktiką šiais klausimais. Ištirti realų visuomeninio pastato modernizavimo projektą Lietuvoje. Atlikti jo SSGG analizę, pateikti naujus pasiūlymus ir išvadas.

.....

.....

.....

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

.....

.....

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Vadovas ..... doc. dr. Natalija Lepkova
(Parašas) (Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(Parašas)

Vytautas Juodagalvis
(Vardas, pavardė)

2011-10-02
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universiteto egzaminų sesijų ir baigiamųjų darbų rengimo bei gynimo organizavimo tvarkos aprašo 2010–2011 m. m.
6 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Vytautas Juodagalvis, 20073280
(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Statybos
(Fakultetas)

Nekilnojamojo turto valdymas, NTVfm-11
(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO) SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2013 m. Sausio 7 d.
(Data)

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas (projektas) tema Lietuvos visuomeninių pastatų modernizavimo tyrimas

patvirtintas 20 12 m. spalio 23 d. dekano potvarkiu Nr. 517 st, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe (projekte) pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Parenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą (projektą), mane konsultavo mokslininkai ir specialistai:

Mano darbo (projekto) vadovas doc. dr. Natalija Lepkova

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą (projektą) nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs(-usi).

(Parašas)

Vytautas Juodagalvis
(Vardas ir pavardė)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Statybos fakultetas
Statybos ekonomikos ir nekilnojamo turto vadybos katedra

ISBN ISSN
Egz. sk. .....
Data .....-.....-.....

Antrosios pakopos studijų **Nekilnojamojo turto valdymo** programos baigiamasis darbas 3

Pavadinimas **Lietuvos visuomeninių pastatų modernizavimo tyrimas**

Autorius **Vytautas Juodagalvis**

Vadovas **doc. dr. Natalija Lepkova**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe trumpai apibūdinami visuomeniniai pastatai ir reikalavimai jiems, jų būklė Lietuvoje. Išvardinamos pagrindinės visuomeninių pastatų modernizavimo priemonės ir būdai, aprašomas projektų finansavimas ir įgyvendinimas. Apžvelgiama energijos taupymo svarba modernizuojant pastatus, atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo galimybės. Taip pat pristatoma JAV ir Europos šalių visuomeninių pastatų būklė ir pagrindinės jų problemos, išanalizuojamas jų modernizavimas. Pabaigoje ištiriamas realus Lietuvos mokyklos modernizavimo projektas. Išanalizuojami projekto sprendimai, problemos, galimybės. Atliekama projekto SSGG analizė.

Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, visuomeniniai pastatai ir jų modernizavimas Lietuvoje, visuomeninių pastatų modernizavimas užsienyje, Visalaukės pagrindinės mokyklos modernizavimo tyrimas, išvados ir literatūros sąrašas.

Darbo apimtis: 57 p. teksto be priedų, 8 iliustr., 14 lentel., 39 bibliografiniai šaltiniai.

Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai

visuomeniniai pastatai, modernizavimas, energijos taupymas, atsinaujinantys energijos šaltiniai, Visalaukės pagrindinė mokykla.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Civil Engineering
Department of Construction Economics and Property Management

ISBN ISSN
Copies No. .....
Date .....-.....-.....

Master Degree Studies **Real Estate Management** study programme Final Work 3

Title **The Research of Public Buildings Modernization in Lithuania**

Author **Vytautas Juodagalvis**

Academic supervisor **Assoc Prof Dr Natalija Lepkova**

Thesis language:
Lithuanian

Annotation

Description of the public buildings and the requirements for them, their condition in Lithuania are introduced in these final thesis. Produced the main public buildings modernization methods, described their projects financing and implementation. Provides an overview of the importance of energy-saving modernization of buildings, the use of renewable energy sources. The paper also presents United States and European countries condition of public buildings modernization projects. In this final work there are the research Lithuanian school modernization project. Analysis of project methods, solutions and problems. There is given SWOT analysis of the project.

Structure: introduce, public buildings and their modernization in Lithuania, public bulidng modernization in other countries, the research of Visalaukes main school modernization project, conclusions and suggestions, references.

Thesis consists: 57 p. text without appendixes, 8 pictures, 14 tables, 39 bibliographical entries.

Appendixes are included.

Keywords

public buildings, modernization, energy-saving, renewable energy, Visalaukes main school.

TURINYS

Paveikslėlių ir lentelių sąrašas 7
ĮVADAS 8
1. VISUOMENINIAI PASTATAI IR JŲ MODERNIZAVIMAS LIETUVOJE 9
1.1. Visuomeninės paskirties pastatai ir reikalavimai jiems 9
1.2. Visuomeninės paskirties pastatų būklė Lietuvoje 12
1.3. Visuomeninių pastatų modernizavimo priemonės 14
1.4. Energijos taupymo svarba modernizuojant pastatus 16
1.5. Modernizavimo projektų galimybės ir įgyvendinimas 20
1.6. Atlikti visuomeninių pastatų modernizavimo projektai Lietuvoje 22
1.7. Atsinaujinantys energijos šaltiniai Lietuvos visuomeniniuose pastatuose 23
2. VISUOMENINIŲ PASTATŲ MODERNIZAVIMAS UŽSIENYJE 25
2.1. Visuomeninių pastatų modernizavimas JAV 25
2.1.1. Visuomeninių pastatų problema JAV 25
2.1.2. Visuomeninių pastatų modernizavimo galimybės JAV 26
2.1.3. Modernizavimo projektų rengimas ir įgyvendinimas JAV 29
2.1.4. Atsinaujinantys energijos šaltiniai JAV visuomeniniuose pastatuose 30
2.2. Visuomeninių pastatų modernizacija Europoje 30
2.2.1. Visuomeninių pastatų problema Europoje 30
2.2.2. Visuomeninių pastatų modernizavimo galimybės Europoje 31
2.2.3. Europos visuomeninių pastatų būklė 31
2.2.4. Europos visuomeninių pastatų šildymas ir vėdinimas 33
2.2.5. Europos visuomeninių pastatų modernizacijos aktyvumas 36
2.2.6. Atsinaujinantys energijos šaltiniai Europos visuomeniniuose pastatuose 37
3. VISALAUKĖS PAGRINDINĖS MOKYKLOS MODERNIZAVIMO TYRIMAS 38
3.1. Modernizuojamo pastato aprašymas. 38
3.2. Energinį efektyvumą gerinantys modernizavimo projekto sprendimai 40
3.2. Modernizavimo projekto SSGG analizė 43
3.2. Modernizavimo projekto galimybių tyrimas 46
IŠVADOS 53
NAUDOTA LITERATŪRA 54
PRIEDAI 58

Paveikslėlių ir lentelių sąrašas

1.1 pav. Naujų negyvenamųjų pastatų statybos Lietuvoje statistika (Lietuvos statistikos departamentas... 2012) 12
1.2 pav. Viešųjų pastatų modernizavimo būklė 2009 m. lapkričio 1 d. (Zaborskas 2009) 13
1.3 pav. Lietuvos švietimo įstaigų statybos statistika (Lietuvos statistikos departamentas... 2012) 13
1.4 pav. Saulės kolektoriuje pagaminta šiluminė energija 2004-2007 metais (Energijos priemonių… 2007) 24
2.1 pav. Atsinaujinančios energijos diegimo tikslai Europoje (Renewable energy... 2010) 37
3.1 pav. Rekonstruoto pastato sienos ir stogo mazgas (Visalaukės pagrindinės... 2010) 42
3.2 pav. Rekonstruoto pastato grindų mazgas (Visalaukės pagrindinės... 2010) 43
3.3 pav. Dvigubos izoliacijos atsiperkamumas 49
1.1 lentelė. Projektų, kuriems skiriamas finansavimas pagal finansavimo kryptį „Švietimo įstaigų pastatų atnaujinimas (modernizavimas), sumažinant energijos suvartojimo sąnaudas“, sąrašo ištrauka (Dėl finansavimo... 2012) 21
2.1 lentelė. Modernizavimui skiriamų lėšų paskirstymas (Amerikos mokyklų...2011) 27
2.2 lentelė. Austrijos visuomeninių pastatų vėdinimos sistemos (Itard *et al*. 2008) 34
2.3 lentelė. Danijos visuomeninių pastatų šildymas ir vėdinimas (Itard *et al*. 2008) 34
2.4 lentelė. Švedijos visuomeninių pastatų šildymo sistemos (Itard *et al*. 2008) 35
2.5 lentelė. Šveicarijos visuomeninių pastatų vėdinimo sistemos (Itard *et al*. 2008) 35
2.6 lentelė. Danijos visuomeninių pastatų modernizavimas (Itard *et al*. 2008) 36
3.1 lentelė. Bendrieji statinio rodikliai (Visalaukės pagrindinės... 2010) 39
3.2 lentelė. Šildymo sistemos charakteristikos (Visalaukės pagrindinės... 2010) 40
3.3 lentelė. Elektrinio katilo charakteristikos (Visalaukės pagrindinės... 2010) 41
3.4 lentelė. Visaulaukės mokyklos patalpų rekonstrukcijos projekto SSGG analizė 44
3.5 lentelė. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientai (Visalaukės pagrindinės... 2010). 47
3.6 lentelė. Dvigubų izoliacijos sluoksnių atitvarų šilumos perdavimo koeficientai 49
3.7 lentelė. Skirtingų šildymo sistemų naudojimo kainos (Šildymo išlaidų... 2012). 50

ĮVADAS

Visuomeninių pastatų ūkis, kalbant apie pastatų priežūrą, nuolat susiduria su biudžeto mažėjimu. Nuolat kylančios ir nenuspėjamos energijos kainos skatina ne tik didėjančią pastatų priežiūrą, bet ir pastatų modernizavimą (Junghans 2012).

Teigiama, kad nuo 2000 iki 2030 m. bendras energijos suvartojimas Europoje gali padidėti apie 0,6 %. Atsižvelgiant į ribotą gyventojų skaičiaus augimą, tai gali atsitikti tik dėl didėjančio pastatų skaičiaus (+40 mln. naujų pastatų nuo 2000 iki 2030 m.). Todėl labai svarbu didelį dėmesį atkreipti į esamų pastatų modernizavimą ir energijos taupymą (Balaras *et al.* 2007).

Daugumai Lietuvos visuomeninių pastatų yra reikalinga modernizacija (atnaujinimas). Didelė dalis visuomeninių pastatų šalyje yra prastos būklės ir be tinkamos priežiūros. Reikalavimai šio tipo pastatams yra dideli, kadangi jie yra pritaikyti visuomenei, turi atitikti visuomeninius poreikius ir reikalavimus. Kalbant apie tokius pastatus kaip ligoninės, mokyklos, universitetai ir pan., suprantame, kad jų būklė ir kokybė turi būti itin gera. Taip pat, iš visų esančių pastatų, visuomeniniai pastatai naudoja daugiausiai energijos. Energijos vartojimo mažinimo klausimas yra vienas svarbiausių pasaulyje. Visa tai rodo, kokia yra svarbi ir reikalinga šių pastatų modernizacija.

Todėl šio baigiamojo darbo tikslas – išanalizuoti Lietuvos visuomeninių pastatų modernizavimą Lietuvoje, apžvelgiant dabartinę situaciją, esamus sprendinius, galimybes ir realius atvejus.

Numatytam baigiamojo darbo tikslui pasiekti buvo iškelti šie uždaviniai:

1. Apžvelgti visuomeninius pastatus ir esamą jų būklę Lietuvoje.
2. Išanalizuoti Lietuvos visuomeninių pastatų modernizavimo projektų aplinką.
3. Apžvelgti užsienio šalių praktiką šiuo klausimu.
4. Ištirti realų visuomeninio pastato modernizavimo projektą Lietuvoje.

Baigiamąjį darbą sudaro trys dalys. Pirmojoje dalyje aprašomi visuomeniniai pastatai, jų reikalavimai, taip pat kokia yra šių pastatų būklė Lietuvoje. Išvardintos pagrindinės visuomeninių pastatų modernizavimo priemonės ir būdai, aprašytas projektų finansavimas ir įgyvendinimas. Apžvelgta energijos taupymo svarba modernizuojant pastatus, taip pat, atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo galimybės. Antrojoje dalyje pristatoma JAV ir Europos šalių visuomeninių pastatų būklė, pagrindinės problemos, jų atnaujinimas. Trečioje dalyje aprašomas realus Lietuvos mokyklos modernizavimo projektas. Apžvelgiami projekto sprendimai, problemos ir galimybės. Sudaroma projekto SSGG analizė.

Šis baigiamasis darbas supažindina su esama Lietuvos visuomeninių pastatų modernizavimo projektų būkle. Darbe yra apžvelgta ir pasiūlyta modernizavimo projektų tobulinimo galimybės. Darbo pradiniai rezultatai buvo pateikti straipsnyje (A priedas).

1. VISUOMENINIAI PASTATAI IR JŲ MODERNIZAVIMAS LIETUVOJE

1.1. Visuomeninės paskirties pastatai ir reikalavimai jiems

Visuomenės paskirties statiniai apibrėžiami Statybos techninių reikalavimų reglamente STR 2.02.02:2004. Visuomeninės paskirties statiniai. Architektūra, projektavimas, statyba. Pagal šį reglamentą išskiriami visuomeninės paskirties pastatai ir visuomeninės paskirties inžineriniai statiniai. Visuomeninės paskirties pastatas – tai pastatas, skirtas visuomenės poreikiams tenkinti ir atsižvelgiant į STR 1.01.09:2003 nuostatas priklausanti viešbučių, administracinės, prekybos, paslaugų, maitinimo, transporto, kultūros, mokslo, gydymo, poilsio, sporto ar religinės paskirties pastatų pogrupiui. Visuomeninės paskirties inžinerinis statinys – tos pačios paskirties, kaip ir visuomeninės paskirties pastatas, inžinerinis statinys (išskyrus inžinerinius tinklus ir susisiekimo komunikacijas). Reglamento priede pateikiamas toks visuomeninės paskirties pastatų sąrašas:

- Viešbučių paskirties pastatai: viešbučiai, moteliai, svečių namai.
- Administracinės paskirties pastatai: valstybės ir savivaldybių valdymo įstaigų, prokuratūrų, teismų, kitų įstaigų ir organizacijų administraciniai pastatai, ambasadų, bankų, pašto, biržų, darbo biržų, draudimo įstaigų, biurų, advokatų, notarų, antstolių kontorų, informacijos centrų ir kiti pastatai.
- Prekybos paskirties pastatai: parduotuvės, vaistinės, knygynai, prekybos paviljonai, palapinės, kioskai ir kiti pastatai.
- Paslaugų paskirties pastatai: pirtys, grožio salonai, skalbyklos, taisyklos, remonto dirbtuvės, priėmimo – išdavimo punktai, autoservisai, plovyklos, laidojimo namai, krematoriumai ir kiti pastatai.
- Maitinimo paskirties pastatai: valgyklos, restoranai, kavinės, barai ir kiti pastatai.
- Transporto paskirties pastatai: oro uosto, jūros ir upių laivyno, geležinkelio ir autobusų stočių pastatai, muitinių, transporto bilietų, kelionių, turizmo agentūrų ir kiti pastatai.
- Kultūros paskirties pastatai: teatrai, kino teatrai, kultūros namai, klubai, bibliotekos, muziejai, archyvai, parodų rūmai, planetariumai, radijo ir televizijos ir kiti pastatai.
- Mokslo paskirties pastatai: institutai ir mokslinio tyrimo įstaigos, observatorijos, meteorologijos stotys, laboratorijos (išskyrus gamybines laboratorijas), bendrojo lavinimo, profesinės ir aukštosios mokyklos, vaikų darželiai, lopšeliai ir kiti pastatai.

- Gydymo paskirties pastatai: ligoninės, klinikos, poliklinikos, sanatorijos, reabilitacijos centrai, specialiųjų įstaigų sveikatos apsaugos pastatai, gydyklų pastatai, medicininės priežiūro įstaigų slaugos namai, veterinarijos gydyklų ir kiti pastatai.
- Poilsio paskirties pastatai: turizmo centrai, poilsio namai, jaunimo nakvynės namai, kempingų pastatai, kaimo turizmo pastatai, medžioklės nameliai ir kiti pastatai.
- Sporto paskirties pastatai: sporto salių, teniso kortų, baseinų, čiuožyklų, jachtklubų, šaudyklų, stadionų, maniežų ir kiti pastatai.
- Religinės paskirties pastatai: bažnyčios, cerkvės, koplyčios, sinagogos, maldos namai, katedros ir kiti pastatai (STR 2.02.02:2004).

Statybos techninis reglamentas taikomas rengiant detaliuosius planus, visuomeninės paskirties pastatų ir inžinerinių statinių, kitos paskirties pastatuose įrengiamų visuomeninės paskirties patalpų projektus, taip pat rekonstruojant ir remontuojant šiuos ar kitokius pastatus, įrengiant juose visuomeninės paskirties patalpas. Reglamentuojamas statinių mechaninis atsparumas ir pastovumas, gaisrinė sauga, higiena, sveikata, aplinkos apsauga, saugus naudojimas, apsauga nuo triukšmo, energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas, statinio paskirties reikalavimai, pagrindinių patalpų suplanavimas, apsauga nuo smurto, vandalizmo ir vagysčių (STR 2.02.02:2004).

Apsauga nuo triukšmo

Visuomeninės paskirties statiniai turi būti suprojektuoti ir pastatyti taip, kad juose ir šalia jų esančių žmonių girdimo triukšmo lygis nekeltų grėsmės jų sveikatai ir atitiktų jų darbui, poilsiui bei miegui būtinas komfortines aplinkos sąlygas.

Šio esminio reikalavimo nuostatos apima apsaugą nuo:

- statinių išorės aplinkoje ore sklindančio garso;
- gretimose patalpose ore sklindančio garso;
- smūgio garso į perdangas;
- statinio inžinerinių sistemų skleidžiamo triukšmo;
- aidėjimo trukmės patalpose (STR 2.02.02:2004).

Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas

Statinys, jo atitvaros, šildymo, vėdinimo, oro kondicionavimo sistemos turi būti suprojektuoti bei pastatyti taip, kad juos naudojant būtų kuo mažesnės energijos sąnaudos, atsižvelgiant į vietovės klimato sąlygas ir statinio naudotojų reikmes.

Energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo techniniai rodikliai yra susiję su energijos naudojimu:

- patalpoms šildyti;
- patalpoms aušinti;
- patalpų oro drėgmei reguliuoti;
- vandeniui šildyti;
- vėdinti.

Energijos naudojimą lemia:

- išorės aplinka;
- vidaus aplinka;
- statinio projektiniai sprendiniai;
- statybos produktų charakteristikos;
- statinio naudojimas ir priežiūra;
- energijos rūšis, jos kaina, naudojimo laikas ir didžiausias poreikis (STR 2.02.02:2004).

Pagrindiniai energijos taupymo techniniai rodikliai, kurie turi būti nustatomi rengiant visuomeninės paskirties statinių, rekonstruojamų statinių ir patalpų projektus patalpoms šildyti, aušinti ir drėgmei reguliuoti reikalingas energijos kiekis priklauso nuo:

- vidaus sąlygų (komforto reikalavimų) ir šilumos poreikio, įvertinus vidaus šilumos išsiskyrimą;
- išorės aplinkos sąlygų (temperatūros, drėgmės, spinduliavimo, vėjo ir kitų);
- statinio atitvarų šilumos izoliacinių savybių;
- vandens garų pastate susidarymo ir jų sklidimo atitvarose;
- atitvarų laidumo orui;
- mažiausios ir didžiausio oro apykaitos, esant natūraliam ar mechaniniam vėdinimui;
- atitvaros skaidriųjų elementų ploto, jų išdėstymo ir saulės energijos bei spindulių, susidarančių šešėlių ir numatytų apsaugos nuo saulės priemonių efektyvumo;
- atitvarų ir šildymo (aušinimo) dinaminių šiluminių charakteristikų;
- šildymo, oro kondicionavimo ar drėkinimo įrenginių efektyvumo, veikimo būdo ir reguliavimo.

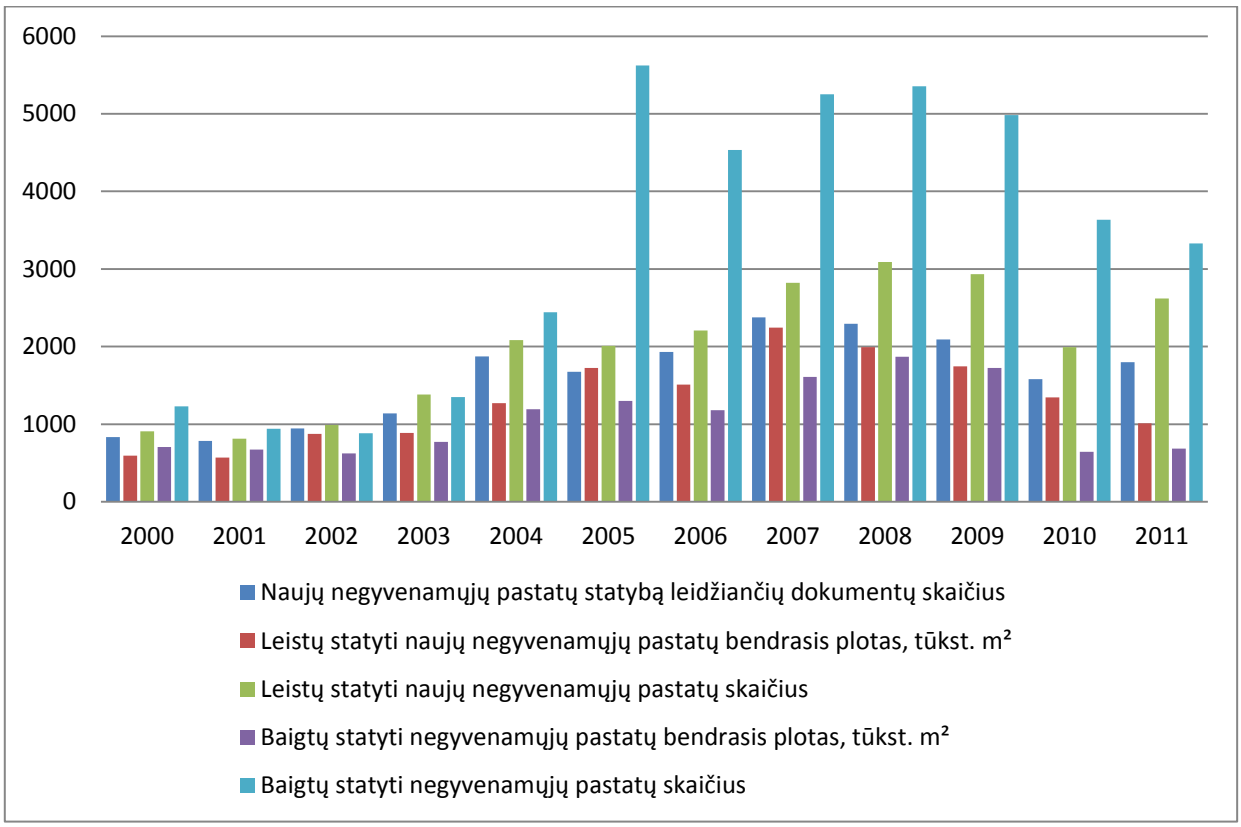
Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas gali būti reguliuojamas šiais penkiais būdais:

- nustatant atitvaroms naudojamų statybos produktų reikalavimus (jų šiluminę varžą, vandens garų sklidimo varžą, infraraudonuosius spindulius atspindinčio sluoksnio emisiją);
- nustatant atitvarų ir statinio inžinerinių sistemų įrenginių charakteristikų reikalavimus (pvz., sienų, stogų, durų ir langų šilumos laidumo, durų ir langų sandarumo, katilų, ventiliatorių, aušinimo įrenginių efektyvumo);

- nustatant statinio ar statinio inžinerinių sistemų naudojimo charakteristikų reikalavimus (pvz., savitųjų šilumos nuostolių, statinio laidumo orui, oro apykaitos, šildymo ar aušinimo sistemos bendrojo efektyvumo);
- nustatant statinio inžinerinių sistemų energijos galios reikalavimus (pvz., metinį šiluminės energijos kiekį, reikalingą pastato patalpoms šildyti ir (ar) aušinti iki numatytos temperatūros, atsižvelgiant į vidaus šilumos išsiskyrimą ir patenkantį saulės energijos kiekį);
- nustatant statinio inžinerinėms sistemoms tiekiamos energijos galios reikalavimus, siekiant nustatyti sistemų naudojimo savybes ir jų efektyvumą (pvz., šildymo ir (arba) aušinimo energijos sunaudojimą), atsižvelgiant į energijos šaltinio ypatybes ir jo kainą (STR 2.02.02:2004).

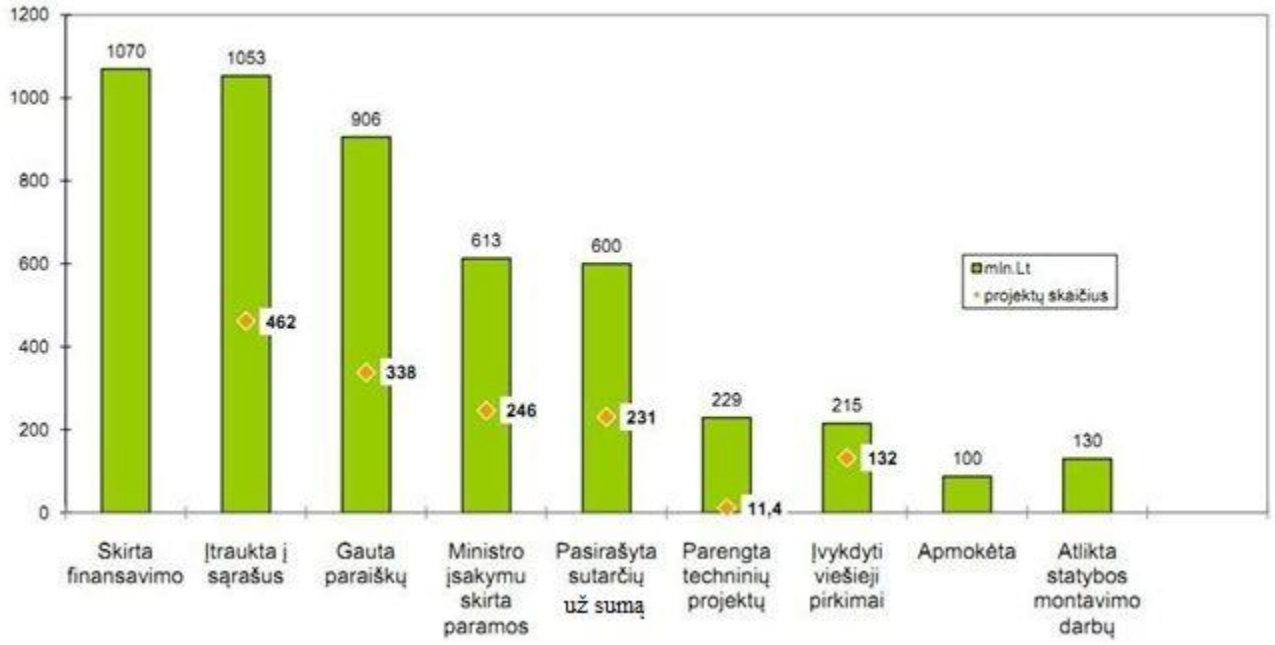
1.2. Visuomeninės paskirties pastatų būklė Lietuvoje

Statistikos departamentas skelbia pastarojo dešimtmečio duomenis (1.1 paveikslas) apie naujų negyvenamųjų pastatų statybą.



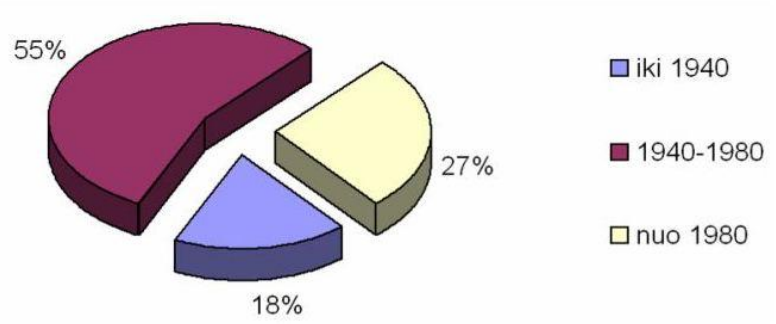
1.1 pav. Naujų negyvenamųjų pastatų statybos Lietuvoje statistika (Lietuvos statistikos departamentas... 2012)

Apie visuomeninių pastatų modernizacijos būklę informacijos nėra daug, tačiau bendrą vaizdą galime susidaryti iš 1.2 paveiksle pavaizduotų 2009 metų lapkričio 1 dienos duomenų.



1.2 pav. Viešųjų pastatų modernizavimo būklė 2009 m. lapkričio 1 d. (Zaborskas 2009)

Lietuvos savivaldybių administracijų tarnybų specialistų atlikta analizė rodo, jog maždaug pusei šalies bendrojo lavinimo mokyklų pastatų reikia kapitalinio remonto. Šiose mokyklose mokosi maždaug pusė Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklų mokinių. Beveik 55 % švietimo įstaigų pastatyta 1940-1980, 18 % pastatyta iki 1940 metų. Statistiniai duomenys pavaizduoti grafiškai 1.3 paveiksle.



1.3 pav. Lietuvos švietimo įstaigų statybos statistika (Lietuvos statistikos departamentas... 2012)

Didžioji dalis mokyklų, ikimokyklinių įstaigų, kolegijų, aukštųjų mokyklų, mokslinio tyrimo institutų, ligoninių, bibliotekų ir kitos visuomeninės paskirties pastatų statyti 1970-1990 m., įrengiant juose šildymo sistemas su ketiniais M140 arba M-140AO tipo arba plieniniais radiatoriais. Mokyklų, darželių-lopšelių, mokymo ir mokslo įstaigų patalpose būtina 1,5-2,0 kartinė oro kaita,

t.y., oro tūris jose turi pasikeisti pusantro ar du kartus per valandą. Per esamus nesandarius langus veržiasi lauko oras, kuris susimaišęs su šiltu oru, kylančiu nuo šildymo prietaisų, vėdino patalpas. Iš viršutinės jų dalies šis oras buvo šalinamas natūraliomis vėdinimo sistemomis, kurios išliko iki šiol. Vidutiniškai 1 m^2 šildyti reikia 228 kWh per metus. Beveik 50% tiekiamos šiluminės energijos prarandama dėl minėtos oro infiltracijos per langus ir šilto oro, šalinamo natūraliomis vėdinimo sistemomis. Tuo tarpu įrengtos tiekiamosios ventiliacijos sistemos neveikia arba jos išardytos. Dėl žemos oro temperatūros ir didelės oro santykinės drėgmės, mokyklų ir net ligoninių patalpose, veisiasi pelėsiniai grybeliai, susidaro didelė anglies dvideginio (CO_2) koncentracija patalpose. Dėl to netenkinamos Higienos normos HN42:2004 nuorodos. Tai kenkia moksleivių, studentų, ligonių ir kitų žmonių sveikatai, mažėja darbingumas, mokymosi kokybė (Gluosnis 2007).

Nusidėvėjusių ir netinkamų naudoti pastatų rekonstrukcija ekonomiškai naudinga visuomeniniuose ir administraciniuose pastatuose tose miesto dalyse, kur naujų sklypų formavimas yra sudėtingas procesas, o jų kaina santykinai aukšta.

1.3. Visuomeninių pastatų modernizavimo priemonės ir metodai

Pastato modernizavimas (atnaujinimas) tai yra statybos darbai, kuriais atkuriamos ar pagerinamos pastato ir (ar) jo inžinerinių sistemų fizinės ir energinės savybės ir (ar) kuriais užtikrinamas iš atsinaujinančių energijos šaltinių gaunamos energijos naudojimas (Statybos įstatymas 2002).

Šiluminė izoliacija yra vienas iš efektyviausių būdų sutaupyti energiją, kuri naudojama šildymui ir pastatų vėdinimui. Svarbu yra išsiaiškinti, kiek šiluminės energijos prireiks pastatų apšildymui žiemos, rudenio ir pavasario metu. Todėl, pagrindinis tikslas yra nustatyti ir pasirinkti optimalų izoliacijos storį (Dylewski, Adamczyk 2011).

<u>Energinį efektyvumą didinančios priemonės</u>

1. Šildymo ir karšto vandens sistemų pertvarkymas ar keitimas:
    - Šilumos punkto ar katilinės (individualių katilų) ir karšto vandens ruošimo įrenginių keitimas ar pertvarkymas, taip pat ir atsinaujinančių energijos šaltinių (saulės, vėjo, geoterminės energijos, biokuro ir panašiai) įrengimas;
    - Balansinių ventilių ant stovų įrengimas;
    - Vamzdynų šiluminės izoliacijos gerinimas;
    - Šildymo prietaisų ir vamzdynų keitimas;
    - Individualios šilumos apskaitos prietaisų ar daliklių sistemos ir (ar) termostatinių ventilių įrengimas butuose ir kitose patalpose.

2. Ventiliacijos ir rekuperacijos sistemų pertvarkymas, keitimas ar įrengimas.
3. Stogo šiltinimas, taip pat ir naujos dangos ar naujo šlaitinio stogo įrengimas (išskyrus patalpų pastogėje įrengimą) ir (ar) perdangos po vėdinama šlaitinio stogo pastoge šiltinimas.
4. Fasado sienų (taip pat ir cokolio) šiltinimas, įskaitant sienų (cokolio) konstrukcijos defektų pašalinimą ir nuogrindos sutvarkymą.
5. Balkonų ar lodžijų įstiklinimas, įskaitant esamos balkonų ar lodžijų konstrukcijos sustiprinimą ir (ar) naujos įstiklinimo konstrukcijos įrengimą pagal vieną projektą.
6. Laiptinių lauko durų ir tambūro durų keitimas, įskaitant susijusius apdailos darbus, įėjimo laiptų remontą ir pritaikymą neįgaliųjų poreikiams.
7. Butų ir kitų patalpų langų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus.
8. Rūsio perdangos šiltinimas.
9. Liftų atnaujinimas (modernizavimas) – jų keitimas techniniu energiniu požiūriu efektyvesniais liftais, įskaitant priėjimo prie lifto pritaikymą neįgaliųjų poreikiams.

<u>Kitos atnaujinimo (modernizavimo) priemonės</u>

10. Kitų pastato bendrojo naudojimo inžinerinių sistemų (nuotekų sistemos, taip pat ir namui priklausančių lokalinių įrenginių, elektros instaliacijos, priešgaisrinės saugos įrenginių, geriamojo vandens vamzdynų ir įrenginių keitimas ar (ar) pertvarkymas, drenažo sutvarkymas) (Atnaujinimo priemonės 2012).

Norint išsaugoti šilumos energiją pastatuose taikomi įvairūs modernizavimo metodai: pavyzdžiui, „Trombono“ sienos metodas. Šiuo principu siūloma esamo pastato fasado pietinę pusę, kuri gauna daugiausiai saulės spindulių padengti specialia medžiaga. Taigi išorinė siena renovuojama pagal šį principą ir ant esamos juodai nudažytos sienos dengiama speciali skaidri medžiaga ir paliekamas tarpas tarp jų. Dažniausiai skaidri medžiaga - tai stiklas. Saulės spinduliuotės į sieną energija yra sulaikoma sienoje kaip šiluminė energija, o stiklas blokuoja šios energijos sklidimą į aplinką, kadangi stiklas - tai tokia medžiaga, kuri yra laidi saulės spinduliams, tačiau nepralaidi ilgųjų bangų šiluminei spinduliuotei. Didžiausias išsaugotos energijos kiekis yra praleidžiamas į vidinę išorinės sienos pusę ir susimaišo su patalpos oru (Yilmaz ir Kundakci 2008).

Kitas pavyzdys – dviejų faktorių metodas, kuris yra tarsi kompromisas tarp daugiakriterio metodo ir tarp įvairių skaičiavimų metodų. Pagrindinė šio metodo idėja yra atskirti investicijas į energijos suvartojimo pagerinimą ir investicijas į pastato renovacinę veiklą. Šio kompleksinio skaičiavimo kaina ir nauda, kurios turi poveikį tiek energijos suvartojimui, tiek pastato konstrukcijų gerinimui, yra atskirtos pritaikius pastato renovacijos koeficientą. Šis koeficientas žymimas k ir atskirti kainai ir naudai kompleksiniuose skaičiavimuose, kur daroma įtaka energijos suvartojimui ir

pastato konstrukcijų pagerinimui. Investicijos į energijos efektyvumo skaičiavimus yra įvertinamos analizuojant išsaugotos energijos kainą, o investicijos į pastato renovacijos skaičiavimus yra įvertinamos naudojant standartines priemones įvertinančias remonto, įvairių taisymo darbų bei renovacines investicijas (Martinaitis *et al*. 2007).

Dar vienas metodas įvertina skirtumą tarp apšiltintų gyvenamojo pastato sienų ir neapšiltintų tipinių molinių plytų sienų. Metodas buvo pateiktas tam, kad architektai ir kūrėjai galėtų analizuoti ir įvertinti pastatų su izoliuotomis išorinėmis sienomis šaltame klimate kainos efektyvumą ir kartu padėti Kinijos vyriausybei priimti tinkamus sprendimus šiuo klausimu. Pasiūlytas metodas leidžia vartotojams įvertinti įvairius apšiltintų sienų tipus ir nustatyti prioritetus, kad būtų tenkinami tiek projektavimo, tiek reguliavimo reikalavimai. Taikant šį metodą galima pagreitinti sprendinių priėmimo procesą nuo projektavimo stadijos ir pagerinti finansinius aspektus įgyvendinant energijos taupymo priemones pastatuose (Wang *et al*. 2007).

Taip pat yra teigiama, kad ekonominė nauda nustatoma taikant gyvavimo ciklo išlaidų metodą; remdamiesi šiluminiu modeliavimu ir įvairiais tyrimais, nagrinėjamas pasirinktas pastatas, kuriame yra analizuojama ekonominė vertė po energijos suvartojimo mažinimo renovacijos (Ouyang *et al*. 2009).

1.4. Energijos taupymo svarba modernizuojant pastatus

Pastatų atnaujinimo sprendimus lemia labai daug įvairių faktorių. Šie faktoriai yra mikrolygio: pastato nusidėvėjimas, jo senėjimas, patalpų kokybė, naujos technologijos, mažesnės kuro išlaidos namų ūkiams, nauda sveikatai – mažiau ligų, susijusių su šalčiu ir drėgme, bei makrolygio: nauda aplinkai – mažesnis užteršimas, ribotų gamtinių išteklių taupymas, socialinė nauda – augantis socialinis teisingumas, gerėjanti žmonių sveikata, ekonominė nauda – augantis užimtumas, gerovės kūrimas ir t. t. (Kaklauskas ir Zavadskas 2002).

Pagrindinė pastatų modernizavimo kryptis – energijos taupymas, taupymo būdai; energijos sąnaudų mažinimas; aplinką teršiančių veiksnių poveikio mažinimas; pastatų eksploatavimo – savininko išlaidų – minimizavimas; pastato gyvavimo laikotarpio prailginimas; gyvenamojo fondo atnaujinimas; pastatų fasadų architektūros atnaujinimas (Mickaitytė 2008).

ES teisės aktai reglamentuojantys energijos taupymą

ES teisės aktai tampa oficialūs kai yra patvirtinami Parlamente prieš tai perėjus išsamią parengimo ir derinimo procedūrą, kuriai vadovauja Komisija kartu su atitinkamais šalių narių deleguotais atstovais. Direktyva yra juridinė gija, siejanti šalis nares. Direktyva nebūtinai turi apimti

išsamių poveikio priemonių reglamentavimą teisės normose, šalims narėms paliekama sprendimo laisvė pritaikyti įpareigojančius veiksnius savo nacionalinės teisėtvarkos sistemoje.

Kiti dokumentai, kurie neturi formalaus ir įpareigojančio statuso šalims narėms, yra rengiami ir tvirtinami Komisijos. Tokiuose dokumentuose yra reglamentuojami ir sprendžiami Europos Sąjungos politikos įgyvendinimo klausimai. Daugelis tokių dokumentų, susijusių su energijos taupymu ir efektyvumo, yra patvirtinti.

Žaliosios knygos yra svarstomojo (diskusijų) lygio dokumentai, patvirtinti Komisijos tam tikroms specifinėms politikos sritims. Tai yra pirminiai dokumentai, skirti suinteresuotoms šalims, organizacijoms, asmenims, kurie kviečiami dalyvauti derybų ir debatų procesuose. Konsultacijos yra prieinamos Europos balso interneto svetainėje.

Baltosios knygos yra dokumentai, apimantys pasiūlymus Bendrijos veiksmams tam tikrose ūkio srityse. Kartais jie būna parengiami Žaliųjų knygų, išleistų pradėti konsultavimo procesus Europos lygmenyje, pasekmėje. Žaliosiose knygose dėstomos idėjų, kurios pristatomos viešosioms diskusijoms ir debatams, o Baltoji Knyga apima formalų pasiūlymų išdėstymą tam tikroms ūkio sritims ir yra naudojama kaip varomasis mechanizmas tolimesniam jų plėtojimui.

Energijos efektyvumo Žaliojoje Knygoje pristatomi strateginiai tikslai iki 2020 metų 20 % pagerinti energijos vartojimo efektyvumą lyginant su dabartine padėtim. Šių tikslų realizavimo pasekoje bus sutaupyta 60 mlrd. Eur. energetinių kaštų ir iki 1 mln. darbo vietų visame ES regione. Atsižvelgiant į teršalų emisijų mažinimo tikslus, 50 % šio tikslo gali būti pasiekta šiuo būdu.

Žaliojoje knygoje išvardinamos finansinės priežastys, kurios formuluojamos kaip turimi nugalėti iššūkiai siekiant efektyvumo tikslų: nepakankamo reguliavimo veiksmai, rinkos proceso trūkumas energijos efektyvumo, skaidrios ir sąnaudų pagrįstumą atitinkančios kainodaros, informacijos viešinimo ir mokymų srityse. Žaliojoje knygoje numatytos priemonės įvairiuose veiksmų lygiuose: Europos, nacionaliniame, regioniniame ir vietiniame, pramonės, vartotojų ir platesnėje tarptautinėje erdvėje. Visa tai turėtų būti išsamiai reglamentuota veiksmų plane. Europos Komisijos dar o programoje numatyta nagrinėti naująjį Energijos efektyvumo priemonių veiksmų planą.

Europos Sąjungoje yra patvirtintos atskiros energijos suvartojimo ženklinimo direktyvos kiekvienai įrenginių grupei: uitiniams įrengimams (92/75/EC), karšto vandens ruošimo katilų našumams (92/42/EC), šaldymo kameroms ir šaldytuvams (96/57/EC), liuminescencinio apšvietimo balastiniams įtaisams (2000/55/EC).

Šios direktyvos numato informacijos apie minėtų įrenginių energijos efektyvumą pateikimo sistemą, bet nenustato jiems kontrolinių efektyvumo skaičių, tam kad būtų sukurtos sąlygos laisvam prekių judėjimui Europos Sąjungos teritorijoje bei geriau įsisavintos energijos taupymo galimybės.

Pastatų energinio naudingumo direktyva (2010/31/ES) Pagrindinis Pastatų energinio naudingumo direktyvos tikslas užtikrinti, kad statybos standartais visoje Europoje būtų siekiama kuo labiau sumažinti energijos suvartojimą pastatuose. Direktyvoje nustatomi reikalavimai energijos poreikio pastatuose skaičiavimams atlikti, supažindinama su energetinių sertifikatų sistema ir nuolatinės katilų bei oro kondicionavimo įrenginių priežiūros tvarka. Remiantis šiais teisės aktais:

- visoje Europos Sąjungoje bus taikoma bendra pastatų energinio naudingumo skaičiavimo metodika, atsižvelgiant į vietines klimato sąlygas;
- šalys narės nustatys minimalias pastatų energetinių charakteristikų normas, kurios bus taikomos naujai statomiems namams, bei iš pagrindų atnaujinamiems esamiems pastatams;
- pastatų sertifikavimo sistema sudarys galimybės akivaizdžiai vertinti energijos suvartojimo lygį tiek pastatų savininkams, nuomotojams bei vartotojams.

Didesni nei minimalaus dydžio katilai ir oro kondicionavimo sistemos turės būti nuolatos tikrinami, kad nustatyti energijos efektyvumo vartojimo bei šiltnamio dujų efektą sukeliančių emisijų lygį.

Šalys narės turės taikyti pastatų energinio naudingumo skaičiavimo metodiką atsižvelgiant į direktyvos priede nustatytą bendrą sistemą. Į pastatų energinio naudingumo vertinimą turi būti įtrauk-tas CO_2 rodiklio matmuo.

Remiantis metodikos nuostatomis turėtų būti nustatomi minimalūs pastatų energinio naudingumo reikalavimai. Šie reikalavimai gali būti skirtingi priklausomai nuo pastatų grupės. Turi būti atkreiptas dėmesys ir įvertintos normos tinkamoms patalpų vidaus klimato sąlygoms pasiekti. Naujai statomiems pastatams didesniems kaip 1000 m^2 bendrojo ploto jau projektavimo stadijoje (prieš pradedant statybos darbus) turi būti įvertintos galimybės alternatyvaus šilumos tiekimo būdui įrengti. Renovuojant esamus pastatus energijos naudingumo charakteristikos turi atitikti minimalius reikalavimus. Šalys narės teisės aktais turi užtikrinti, jog statant, parduodant ar išnuomojant pastatus, energijos naudingumo sertifikatas yra tinkamai išduotas. Sertifikate turi būti nurodomi pastato charakteringi dydžiai bei surašytos rekomendacijos energijos naudingumo ekonominėms gerinimo priemonėms įdiegti. Visuomeniniuose pastatuose energijos naudingumo sertifikatas turi būti iškabintas visiems gerai matomoje vietoje.

Direktyva dėl galutinio energijos vartojimo efektyvumo ir energijos paslaugų (2006/32/EC). Šios direktyvos uždavinys nustatyti tikslus, iniciatyvas bei sukurti institucines, finansines ir teisines sistemas bei energijos paslaugų rinką, kurioje būtų siūloma naudotis energijos taupymo programomis ir kitomis priemonėmis tam, kad galutiniai vartotojai energiją vartotų kuo efektyviau ir ekonomiškiau. Šios direktyvos nuostatos taikomos energijo efektyvumo gerinimo priemonių tiekė-

jams, energijos paskirstytojams, skirstymo sistemų operatoriams, energijos prekybos kompanijoms ir galutiniams vartotojams.

Direktyva reikalauja šalims narėms imtis veiksmų, įgyvendinant direktyvos tikslus, priklausomai nuo šių veiksmų daromų rezultatų galutiniams energijos vartotojams. Direktyvoje taip pat numatyta pilnai atsižvelgiant į energetikos sektoriaus rinkos dalyvių nacionalinius organizavimo principus ir siekiant paspartinti energijos paslaugų ir energijos efektyvumo gerinimo priemonių įdiegimą, šalys narės turi galimybę įpareigoti energijos skirstymo įmones, skirstymo sistemos operatorius bei energijos preky os kompanijas arba, kur įmanoma, du arba visus rinkos dalyvius, teikti tokias paslaugas ir dalyvauti šių priemonių įgyvendinimo procese.

Gaminių ekologinio projektavimo reikalavimų direktyva (2005/32/EB). Nustatyta, kad virš 80 % visų su gamyba susijusių aplinkosauginių poveikių apskaičiuojami gamybos projektavimo stadijos metu. Aplinkosauginių priemonių integravimas kuo ankstesnėje gamybos plėtros stadijoje smarkiai įtakoja produktų gerinimo galimybių įsisavinimui.

Šios direktyvos tikslas užtikrinti laisvą energijos vartojimo prekių judėjimą Europos Sąjungos teritorijoje, gerinti visapusišką produkto poveikio aplinkai lygį, ir apsaugoti gamintojų ir vartotojų interesus ekologinio projektavimo srityje (Mickaitytė 2008).

Lietuvos Respublikos teisės aktai

Lietuvos Respublikos Energetikos įstatymas reglamentuoja: bendrą energetikos veiklą, efektyvų energijos ir energijos išteklių vartojimą, energetikos reguliavimą ir valdymą, darbuotojų kompetencijos didinimą, energetikos plėtojimą (Mickaitytė 2008).

Nacionalinė energetikos strategija nustato plėtros kryptis 20 metų. Strategija numato: nuolat didinti energetikos sektoriaus veiklos efektyvumą, tikslinti ir atnaujinti Nacionalinę energijos vartojimo efektyvumo programą, teisiškai sureguliuoti ES direktyvų reikalavimus efektyvaus energijos ir energijos išteklių vartojimo srityse.

Nacionalinė energijos vartojimo efektyvumo didinimo programa buvo atnaujinama derinant ją su ES direktyvomis ir kitų tarptautinių dokumentų reikalavimais bei atsižvelgiant į Lietuvos ekonomikos padėtį bei vystymosi prognozes ir pokyčius ekonomikoje bei energijos suvartojime. Ši programa pristatyta Vyriausybės Strateginio planavimo komitete. Programoje atliktais skaičiavimais nustatyta, kad įdiegus šalyje pirmaeiles energijos išteklių ir energijos taupymo priemones, galima sutaupyti apie 20–50 % suvartojamų energijos išteklių. Didžioji dalis energijos yra suvartojama gyvenamajame, komerciniame ir aptarnavimo sektoriuose, todėl šiuose sektoriuose energijos gali būti sutaupyta daugiausia. Įgyvendinant programą per 20–25 m. tikimasi sutaupyti apie 25–30 %. dabar suvartojamų importuojamų energijos išteklių, o apie 8–9 % šių išteklių galima būtų pakeisti vietiniais ir atsinaujinančiais energijos ištekliais. Numatoma, kad 2020 m. atsinaujinantys energijos

ištekliai sudarys 23 % šalies pirminės energijos balanso, o elektros energijos, gaminamos iš atsinaujinančių energijos išteklių. Įgyvendinant šią tarpinstitucinę programą kaip ir anksčiau bus vykdomos organizacinės, teisinės, ekonominės, technologijų tobulinimo ir įdiegimo, taikomųjų mokslinių tyrimų, visuomenės švietimo ir informavimo priemonės energijos išteklių ir energijos vartojimo efektyvumui didinti. Programa užtikrins Europos Sąjungos direktyvų ir kitų energijos vartojimo efektyvumo didinimo ir atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo srities tarptautinių dokumentų reikalavimų įgyvendinimą. Nacionalinė energijos vartojimo efektyvumo didinimo programa ir jos įgyvendinimo priemonės tvirtinamos kas penkerius metus (Mickaitytė 2008).

1.5. Modernizavimo projektų galimybės ir įgyvendinimas

Lietuvos Statistikos departamentas aiškiai rodo, kad visuomeninių pastatų ir ypač mokyklų modernizavimas yra būtinas. Švietimo įstaigos, ligoninės bei kiti visuomeniniai pastatai Lietuvoje yra modernizuojami, tačiau ne tokiu mąstu, kokiu turėtų būti. Visuomenės paskirties pastatų modernizavimo galimybės tiesiogiai priklauso nuo jų finansavimų. Šiuo metu beveik visi modernizavimo projektai yra finansuojami Europos Sąjungos ir Lietuvos biudžeto, kur didžiąją dalį finansų sudaro ES lėšos.

Ne visi projektai yra patvirtinami ir finansuojami. Negana to, kad projektas turi įrodyti savo naudingumą energiniam efektyvumui, jis privalo būti neatidėliotinas ir reikšmingesnis už kitus projektus. Kai tai yra įrodoma, projektas dažniausiai gauna finansavimą. Apie finansuotus projektus paskelbia Aplinkos ministras. Toliau pateikiama ištrauka iš Lietuvos Respublikos ministro įsakymo:

„Vadovaudamasis Klimato kaitos specialiosios programos lėšų naudojimo tvarkos aprašo, patvirtinto Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2010 m. balandžio 6 d. įsakymu Nr. D1-275 (Žin., 2010, Nr. 42-2040; 2011, Nr. 99-4668), 75 punktu, Klimato kaitos specialiosios programos lėšų naudojimo 2011 m. sąmatą detalizuojančio plano, patvirtinto Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2011 m. liepos 28 d. įsakymu Nr. D1-602 (Žin., 2011, Nr. 99-4661; 2012, Nr. 15-672), 1.1.1.1 punktu, Klimato kaitos specialiosios programos lėšų naudojimo 2012 m. sąmatą detalizuojančio plano, patvirtinto Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2012 m. balandžio 6 d. įsakymu Nr. D1-300 (Žin., 2012, Nr. 44-2160), I dalies 3 punktu ir Klimato kaitos specialiosios programos projektų atrankos komiteto 2012 m. birželio 4 d. posėdžio protokolu Nr. D4-69,

t v i r t i n u projektų, kuriems skiriamas finansavimas pagal finansavimo kryptį „Švietimo įstaigų pastatų atnaujinimas (modernizavimas), sumažinant energijos suvartojimo sąnaudas“, pridedamas sąrašas (1.1 lentelė) (Dėl finansavimo... 2012).

1.1 lentelė. Projektų, kuriems skiriamas finansavimas pagal finansavimo kryptį „Švietimo įstaigų pastatų atnaujinimas (modernizavimas), sumažinant energijos suvartojimo sąnaudas“, sąrašo ištrauka (Dėl finansavimo... 2012)

Eilės Nr.	Paraiškos registracijos numeris	Pareiškėjas	Projekto pavadinimas	Maksimali skiriama subsidijos suma, Lt	Finansavimo skyrimo sąlygos	Finansavimo šaltinis
1.	2011/1.1.1.1/1	Visagino technologijos ir verslo profesinio mokymo centras	Visagino technologijos ir verslo profesinio mokymo centro pastato atnaujinimas, sumažinant energijos suvartojimo sąnaudas	2058922,76	Finansavimo sutartyje privalo būti nurodytos šios sutarties sąlygos: 1) leidimo atnaujinti (modernizuoti) pastatą pateikimo tvarka ir terminai; 2) pastato atnaujinimo (modernizavimo) projekto pateikimo tvarka ir terminai; 3) pareiškėjo atliktų viešųjų pirkimų dokumentų bei pasirašytų pirkimo sutarčių pateikimo tvarka ir terminai.	Sutartis su Liuksemburgu
2.	2011/1.1.1.1/10	VšĮ Vytauto Didžiojo universiteto „Rasos“ gimnazija	VšĮ Vytauto Didžiojo universiteto pastato Kaune, P. Lukšio g. 40, rekonstravimas	1758000		
3.	2011/1.1.1.1/13	Klaipėdos r. Dovilų pagrindinė mokykla	Dovilų pagrindinės mokyklos pastato, esančio Klaipėdos g. 35, Dovilų miestelyje, Klaipėdos r. savivaldybėje rekonstrukcija	1352179,19		
4.	2011/1.1.1.1/17	VšĮ Panevėžio profesinio rengimo centras		1006390,01		

Kai visuomeninio pastato modernizavimo projektas yra finansuojamas, skelbiamas konkursas rangovams, kurie atliks statybos (modernizavimo) darbus. Konkursai ir jų sąlygos yra skelbiamos

viešai, internetiniame puslapyje https://pirkimai.eviesiejipirkimai.lt/. Šiuo metu visi konkursai yra vykdomi mažiausios kainos kriterijumi. Rangovas pasiūlęs mažiausią kainą, už kurią atliks visus modernizavimo darbus, numatytus projekte, laimi konkursą. Jeigu laimėjęs rangovas atitinka visus reikalavimus, nėra kitų rangos įmonių, dalyvavųsių konkurse, skundų, pasirašoma sutartis su užsakovu (lėšų, projektui įgyvendinti, gavėju). Pradedami vykdyti statybos darbai, atliekama jų kontrolė ir priežiūra, taikomi optimaliausi projektai sprendimai.

1.6. Atlikti visuomeninių pastatų modernizavimo projektai Lietuvoje

Pateikiami keli visuomeninių pastatų modernizavimo pavyzdžiai:

1. **Projektas**: „Lazdijų ligoninės ir meno mokyklos pastatų energetinio ūkio modernizavimas“.
Metai: 2010-2012.
Vertė: 1 463 582 Lt, iš jų Europos Sąjungos lėšos – 1 244 044,70Lt.
Projekto tikslinės grupės – ligoniai, gydytojai, mokiniai, mokytojai ir kiti darbuotojai.
Kas atlikta: apšiltintos pastatų sienos iš lauko pusės, apšiltinti stogai ir perdangos, modernizuotos šilumos ir karšto vandens tiekimo sistemos (pilnai pakeisti magistraliniai ir paskirstymo vamzdynai, seni radiatoriai pakeisti į mažesnio tūrio, bet didesnio pralaidumo radiatorius), seni mediniai langai pakeisti į plastikinius.
Nauda: atnaujintuose pastatuose bus sutaupoma 0,73 GWh energijos per metus. Prailgintos pastatų gyvavimo trukmės (Modernizuoti Lazdijų... 2012).

2. **Projektas**: „Birštono sporto ir sveikatingumo centro pastato, adresu Birutės g. 19, Birštonas, renovavimas, pagerinant jo energetines charakteristikas“.
Metai: 2010 – 2012.
Vertė: 3 097 432 Lt, iš jų 2 632 817,2 Lt Europos Sąjungos lėšos.
Projekto tikslinės grupės – studentai, dėstytojai ir kiti darbuotojai.
Kas atlita: apšiltintos išorinės sienos su cokoline dalimi, seni mediniai, metaliniai langai bei stiklo plokeliai pakeisti į plastikinius langus, pakeistos lauko durys ir vartais, apšiltintos perdangos, stogas, pakeista stogo danga, renovuotas šilumos punktas, modernizuotos šildymo, vėdinimo sistemos.
Nauda: sutaupoma 67,49 % bendro energijos suvartojimo, t.y. 551,96 MWh per metus. Įstaiga kasmet sutaupytų apie 110,5 tūkst. Lt, t.y. 42,21 Lt/m^2 šildomo ploto. Prailginta pastato gyvavimo trukmė (Įgyvendinami projektai 2012).

3. **Projektas**: „Šiaulių miesto Zoknių pagrindinės mokyklos pastato renovavimas“.

Metai: 2009-2011.

Vertė: 1 872 966,48 Lt, iš jų Europos Sąjungos Sanglaudos fondo lėšos – 1 592 021,51 Lt.

Projekto tikslinės grupės – mokiniai, mokytojai ir kiti darbuotojai.

Kas atlita: renovuotas fasadas ir stogas, modernizuotos vėdinimo ir šildymo sistemos, atnaujinta elektros instaliacija, pakeisti šviestuvai.

Nauda: pastato šilumos energijos suvartojimas sumažėjo 191,64 MWh per metus, prailgintas pastato gyvavimo laikas (Įgyvendinami projektai 2012).

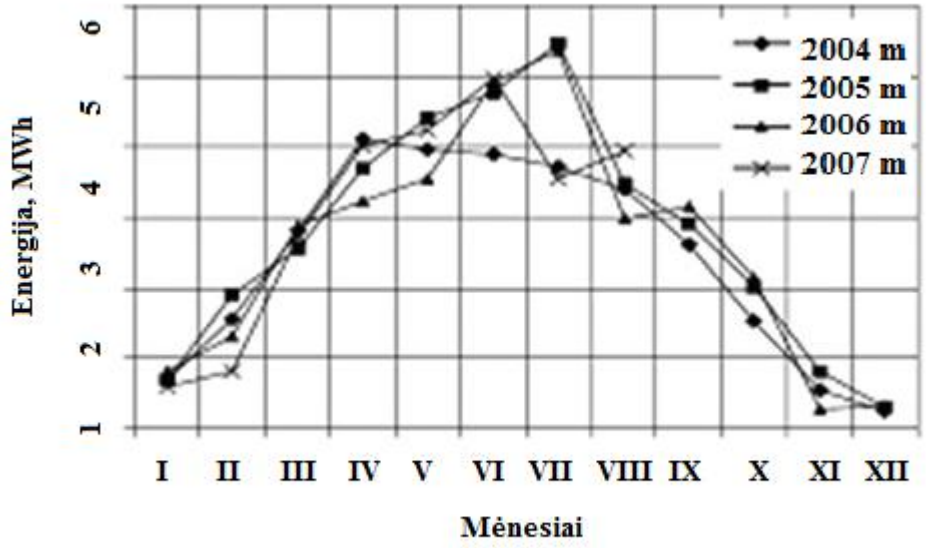
1.7. Atsinaujinantys energijos šaltiniai Lietuvos visuomeniniuose pastatuose

Požiūris į renovuojamus visuomeninius pastatus turėtų būti grindžiamas darnios plėtros koncepcija. Renovuojant pastatą gali būti išspręsta daug problemų: gamtinių išteklių išeikvojimaplinkos taršos bei socialinės gerovės. Ypač aktuali yra gamtinių išteklių išeikvojimo problema, kadangi iškastinio kuro ištekliai yra riboti. Tačiau plėtros galimybės be papildomų energijos šaltinių naudojimo yra neįmanomos. Kai kuriuose regionuose plėtra yra ribojama ir susiduriama su skurdu dėl energijos tiekimo neprieinamo. Todėl labai svarbi yra alternatyvių energijos išteklių paieška. Nors naudojant energijos išteklius aplinkos tarša yra neišvengiama, tačiau tai galima optimizuoti objekto projektavimo etape. Optimizuojant gamtos išteklius, problemos sprendžiamos, šiluminis komfortas yra užtikrinamas, o sąskaitos už energijos suvartojimą sumažinamos (Užšilaitytė, Martinaitis 2010).

Nors Lietuvoje po truputį vis daugėja atsinaujinančių energijos šaltinių pritaikymas, jų panaudojimas pastatuose, ypač visuomeniniuose, yra retas atvejis. Taip yra todėl, kad dažniausiai modernizuojant visuomeninius pastatus yra taikomos tik tradicinės modernizavimo priemonės, net neapgalvojus, neskaičiavus alternatyviosios energijos pritaikymo galimybių. Taip pat, atsinaujinantys energijos šaltiniai kol kas nėra naudingas sprendimas finansiniu bei atsiperkamumo atžvilgiu. Tačiau Lietuvoje pavyzdžių, kaip būtų pritaikyta alternatyvioji energija visuomeniniuose pastatuose, turime, vienas tokių pavyzdžių yra Kačerginės vaikų stovykla, kurioje šilumos gamybai yra panaudota saulės ir biokuro energija.

Rekonstruota šiluminio ūkio sistema Kačerginės vaikų sanatorijoje ‑ tai integruotas, vienintelis Lietuvoje veikiantis tokio sprendimo variantas ‑ bioenergijos ir saulės energijos kombinacija. Ši sistema pakeitė seną krosninį kurą deginančią katilinę. Šis sprendimas leido ženkliai pagerinti šildymo sistemos efektyvumą, sumažinti generavimo kaštus bei CO_2 emisiją. Sanatorijoje yra 9

įvairios paskirties pastatai, kurių bendras šildomas plotas siekia 2319 m^2. Rekonstruojant atskirame konteineryje įrengtas 600 kW biokurą (medieną ir jos atliekas) deginantis katilas su automatine kuro saugykla ir kuro tiekimo sistema, ventiliatoriumi, multiciklonu, dūmų valymo ir automatinio valdymo sistemomis. Taip pat sumontuoti plokštieji saulės kolektoriai tiekia šilumą karšto vandens ruošimui. Jų bendras plotas sudaro 77,28 m^2, 1.4 paveiksle pavaizduota saulės kolektorių pagaminta energija 2004 – 2007 metais. Sanatorijos pastatų šiluminė izoliacija yra labai prasta, renovavus pastatus šilumos sunaudojimą būtų galima sumažinti 30-50 % (Energijos priemonių... 2007).



1.4 pav. Saulės kolektoriuje pagaminta šiluminė energija 2004-2007 metais (Energijos priemonių... 2007)

2. VISUOMENINIŲ PASTATŲ MODERNIZAVIMAS UŽSIENYJE

2.1. Visuomeninių pastatų modernizavimas JAV

2.1.1. Visuomeninių pastatų problema JAV

Jungtinėsė Amerikos Valstijose aktualiausia problema, kalbant apie modernizaciją, yra viešosios mokyklos ir universitetai. Vidutinis JAV viešosios mokyklos pastatas yra 40 metų senumo, o daugelis dar senesni. Išlaikyti geros būklės beveik 100 000 valstybinių mokyklų ir įstaigų kainuoja milžiniškus pinigus (Filardo *et al.* 2012).

Mokykla yra svarbiausia vieta, po namų, kalbant apie vaikų raidą. Psichologiniai aplinkos padariniai, tokie kaip perpildymas, triukšmas, prasta oro kokyvė, apšvietimas, turi didelę įtaką vaikams, jų elgesiui (Duran-Narucki 2008).

Remiantis Amerikos civilinių inžinierių sąjungos duomenimis, mokyklos rajonuose yra be priežiūros ir remonto daugelį metų. Techninės priežiūros ir remonto atidėliojimas gali lemti energijos neveiksmingumą, nesaugaus geriamojo vandens atsiradimą, pastato pelijimą, prastą oro kokybę, nepakankamą priešgaisrinės signalizacijos efektyvumą, pavojų pastatų apsaugai ir kitus struktūrinius pavojus (Filardo *et al.* 2012).

Apskaičiuota, kad 14 milijonų amerikiečių vaikų lanko pastato eksplotacijos požiūriu blogėjančias valstybines mokyklas, kai kuriais atvejais jos neatitinka pagrindinių sveikatos apsaugos ir saugos reikalavimų. Mokyklos šiandien susiduria su didžiulėmis problemomis, įskaitant rekordiškai didelį mokinių skaičių, naujus poreikius švietimo technologijoms ir sveikatos ir saugos pavojų sukeliančiais įrenginiais. Iš esamų 100 000 valstybinių mokyklų daugiau kaip trečdaliui būtina modernizacija. Daugiau negu dviejuose trečdaliuose mokyklų aplinkos sąlygos yra blogos, pavyzdžiui, užterštas patalpų oras, toksiškų chemikalų ir pesticidų naudojimas, pelėsiai, asbesto ir gyvsidabrio buvimas aplinkoje. Pernelyg daug vaikų ir mokyklos darbuotojų dirba mokyklų pastatuose, kurie neigiamai veikia sveikatą. Prastos darbo ir mokymosi sąlygos lemia ir kitokias besimokančiųjų asmenų ir personalo problemas: praleidžiamos pamokos ir paskaitos, sunkiau mokytis, didesnė darbuotojų kaita ir kt. (Filardo *et al.* 2012).

2.1.2. Visuomeninių pastatų modernizavimo galimybės JAV

Kad būtų išlaikyta gera beveik 100 000 JAV valstybinių mokyklų ir įstaigų būklė, reikalinga daug lėšų. Apskaičiuota, kad dėl atidėliotinos techninės priežiūros ir remonto, šiuo metu, norint modernizuoti visas mokymo įstaigas, reikėtų ne mažiau kaip 270 000 000 JAV dolerių (Repairing and...2011).

Amerikos švietimo įstaigų modernizacijai, priežiūrai, remontui yra skiriamos valstybės lėšos. Toliau pateikiamos ištraukos iš Amerikos teisės aktų:

„1. Gubernatorius privalo panaudoti 18,2 % valstybės lėšų paskirstydamas jas pagal skyriuje 14.001: visuomenės saugos ir kitų valdžios paslaugų, kurios gali apimti paramą pradinių ir vidurinių mokyklų ar jų įrenginių modernizavimui, renovacijai ar remontui, taip pat aukštojo mokslo įstaigų modernizavimą, atnaujinimą ir remontą, kuris yra suderintas ir pripažintas jo reikalingumas.

2. Prieinamumas turi būti visoms aukštosioms mokykloms“ (American Recovery... 2009).

„Lėšų panaudojimas pagal vietos švietimo agentūras.

Draudimas. Vietos švietimo agentūros negali naudoti lėšų, gautų pagal šią antraštinę dalį:

1. Mokėjimams išlaikymo išlaidoms padengti;
2. Stadionams ar kitiems objektams, kurie visų pirma naudojami sportiniuose konkursuose ar parodose ar kituose renginiuose, kuriais siekiama įtraukti visuomenę;
3. Transporto priemonių pirkimui ar atnaujinimui;
4. Asmeninių objektų pagerinimui, kurių tikslas yra ne vaikų ugdymas, įskaitant centrinio biuro administravimo atnaujinimus“ (American Recovery... 2009).

„ Lėšų panaudojimas pagal aukštųjų mokslų įstaigas.

Draudimas. Aukštojo mokslo institucija negali naudoti lėšas, gautas pagal šią antraštinę dalį, kad padidintų savo fondą. Papildomas draudimas. Jokios lėšos, skiriamos pagal šią antraštinę dalį negali būti naudojamos:

1. Sistemų, įrangos ar įrenginių priežiūrai;
2. Stadionams arba kitiems objektams, kurie iš esmės yra naudojamos sporto rungtynėms, parodoms ir kitiems renginiams, kuriais siekiama įtraukti visuomene.
3. Įrenginių modernizavimui, renovacijai, remontui, kai:

    3.1. Jie naudojami sektoms ar religiniam garbinimui;

    3.2. Objekto didelė dalis funkcijų priskiriama religijai“ (American Recovery... 2009).

Taip pat yra kuriami įvairūs projektai, planai, kuriais taip pat siekiama moderzniuoti kuo daugiau mokslo įstaigų. Vienas iš tokių yra Prezidento planas, kuriuo siekiama modernizuoti bent 35 000 Amerikos valstybinių mokyklų, kad jos galėtų tenkinti XXI amžiaus poreikius. Tam yra skiriama 30 mlrd. $, iš kurių 25 mlrd. yra skiriami mokykloms, o 5 mlrd. – koledžams. 2.1 lentelėje parodyta, kaip skirstomos lėšos atskiroms valstijoms, pinigų kiekis tiesiogiai priklauso nuo mokyklų darbo vietų.

2.1 lentelė. Modernizavimui skiriamų lėšų paskirstymas (Repairing and...2011)

Valstija	**Valstijos mokykloms skiriamos lėšos**	**Valstijos mokyklų darbo vietų skaičius**	**Valstijos koledžams skiriamos lėšos**
Alabama	$ 390.3M	5100	$ 67.5M
Aliaska	$ 62.0M	800	$ 2.5M
Arizona	$ 544.4M	7100	$ 116.6M
Arkanzasas	$ 270.7M	3500	$ 42.4M
Kalifornija	$ 2812.6M	36.600	$ 1131.1M
Koloradas	$ 265.1M	3400	$ 57.5M
Konektikutas	$ 185.0M	2400	$ 38.0M
Delaveras	$ 73.3M	1000	$ 11.6M
DC	$ 84.7M	1100	$ 2.5M
Florida	$ 1280.3M	16.600	$ 288.4M
Gruzija	$ 909.5M	11.800	$ 140.6M
Havajai	$ 82.2M	1100	$ 18.9M
Idaho	$ 93.6M	1200	$ 11.2M
Ilinojus	$ 1111.6M	14.500	$ 212.7M
Indiana	$ 443.4M	5800	$ 79.8M
Ajova	$ 132.6M	1700	$ 56.7M
Kanzasas	$ 191.4M	2500	$ 45.3M
Kentukis	$ 390.9M	5100	$ 54.7M
Luizianos	$ 516.8M	6700	$ 40.7M
Meino	$ 90.7M	1200	$ 12.8M
Maryland	$ 315.8M	4100	$ 93.9M
Masačusetsas	$ 378.6M	4900	$ 68.8M
Mičiganas	$ 926.3M	12.000	$ 157.7M

2.1 lentelės pabaiga

Minesota	$ 274.5M	3600	$ 87.8M
Misisipė	$ 335.2M	4400	$ 63.1M
Misūris	$ 422.2M	5500	$ 69.1M
Montana	$ 77.1M	1000	$ 5.7M
Nebraska	$ 106.7M	1400	$ 21.4M
Nevada	$ 168.4M	2200	$ 39.1M
Naujasis Hampšyras	$ 70.1M	900	$ 8.7M
Naujasis Džersis	$ 518.6M	6700	$ 123.8M
Naujoji Meksika	$ 196.8M	2600	$ 49.2M
Niujorkas	$ 2020.0M	26.300	$ 235.3M
Šiaurės Karolina	$ 675.7M	8800	$ 163.1M
Šiaurės Dakota	$ 58.9M	800	$ 6.5M
Ohajas	$ 985.5M	12.800	$ 148.3M
Oklahoma	$ 267.4M	3500	$ 57.5M
Oregonas	$ 253.2M	3300	$ 71.2M
Pensilvanija	$ 944.0M	12.300	$ 113.2M
Puerto Rikas	$ 899.6M	6700	$ 7.9M
Rod Ailandas	$ 85.6M	1100	$ 12.7M
Pietų Karolina	$ 381.4M	5000	$ 70.8M
Pietų Dakota	$ 75.6M	1000	$ 4.7M
Tenesis	$ 474.7M	6200	$ 61.8M
Teksasas	$ 2332.1M	30.300	$ 458.4M
Juta	$ 138.7M	1800	$ 37.1M
Vermontas	$ 57.5M	700	$ 5.3M
Virdžinija	$ 425.3M	5500	$ 110.1M
Vašingtonas	$ 365.1M	4700	$ 83.9M
Vakarų Virdžinija	$ 161.2M	2100	$ 15.4M
Viskonsinas	$ 368.7M	4800	$ 79.9M
Vajomingas	$ 56.3M	700	$ 11.7M
Kitos teritorijos	$ 125M	-	$ 12.5M

Mokyklų modernizavimo nauda yra ne tik jų sąlygų pagerinimas. Modernizavimo projektai padėtų sukurti kelis šimtus tūkstančių darbo vietų staybininkams, įvairiems meistrams, taip taip pastatų ūkio valdymo sektoriui. Statybos ir remonto darbai už milijardą JAV dolerių paprastai

sukuria 9000 – 10000 darbo vietų, todėl būtų galima sukurti daugiau nei du milijonus darbo vietų per dvejų metų laikotarpį. Atsižvelgiant į tai, kad gyvenamųjų namų statyba šiuo metu yra niūri perspektyva ir į tai kad 1,5 milijono statybininkų yra bedarbiai, visuomeninių pastatų, mokyklų modernizavimo projektai leistų įdarbintų tūkstančius darbininkų. Visa tai turėtų didelį teigiamą poveikį ekonomikai.

Taip pat dėl mokyklų modernizacijos būtų pagerinta mokytojų ir moksleivių moralė, būtų aukštesni mokinių pasiekimai, pagerinta sveikata ir sauga mokyklų bendruomenėse. Kokybiška mokymosi ir mokymo fizinė aplinka pagerina mokymosi efektyvumą, mokiniai tampa sveikesni, gali lengviau sutelkti dėmesį ir geriau mokytis (Filardo *et al.* 2012).

2.1.3. Modernizavimo projektų rengimas ir įgyvendinimas JAV

Kai atsiranda lėšų, pradedama kurti modernizavimo projektus (kalbama ne apie tuos atvejus, kai jau parengti projektai yra finansuojami). Kai yra finansavimas visai valstijai, skirstant pinigus ir rengiant projektus būtina atsakyti į šiuos klausimus:

1. Ar tinkamos išsilavinimo sąlygos mokymo įstaigoje? Tai yra pagrindinis dalykas, dėl ko yra atliekama modernizacija, todėl reikia išsiaiškinti, ar jos reikalingumas tiesiogiai priklauso nuo netinkamų mokymo sąlgygų. Kurie projekto dalykai yra būtini, o kurie nebūtini. Kadangi finansavimas nėra beribis, atliekami tik būtini dalykai. Mokytojai privalo efektyviai bendradarbiauti sprendžiant šiuos klausimus.
2. Ar aplinka palanki modernizavimui? Mokyklų tobulinimo projektai dažnai turi poveikį esamai aplinkai, todėl rengiant projektą būtina išaanalizuoti kaimynystę politiniu, sociologiniu bei ekologiniu atžvilgiu. Dažnai geri santykiai su aplinka turi teigiamos įtakos projektams.
3. Ar bus taupoma aplinkos energija? Energijos efektyvumas turi būti kiekvieno projekto prioritetas. Visų pastatų modernizacijos esmė yra mažinti energijos sąnaudas, todėl ir mokyklų modernizavimo projektuose turi būti sprendimai, didinantys energijos efektyvumą. Rengiant projektus būtina konsultuotis su ekspertais, kurie žino, kaip taupyti energiją ir gerinti mokymosi aplinką.
4. Koks yra projekto ilgalaikis poveikis? Kaip objektui atsilieps modernizacija, kas bus pagerinta ir kiek sutaupyta? Ar būtina modernizacija ar tik paprastas remontas? Kadangi lėšų nėra daug, modernizavimo projektai atliekami tik ten, kur yra būtini (Filardo *et al.* 2012).

Toliau rengiant ir vykdant projektą būtina išpręsti šiuos klausimus:

1. Bendradarbiavimas. Bendravimas ne tik su užsakovais, tačiau ir su modernizuojamos mokyklos mokytojais, mokinių tėvais, kaimynais gali būti naudingas projektui.

2. Planavimas, grafikų sudarymas. Tai yra vienas svarbiausių klausimų ir didžiausių problemų. Modernizuoti mokyklas galima tik vasarą, kada jose beveik nebūna mokinių ir darbuotojų. Atlikti statybos ir remonto darbus tik per 2-3 mėnesius yra labai sudėtinga. Norint pasiekti geriausius rezultatus, darbai turi būti suplanuoti, nustatyti griežti terminai, sudaryti grafikai, apmąstyta, ką daryti nesėkmės atveju.
3. Statybinių medžiagų parinkimas. Medžiagos turi būti parinktos ne tik tokios, kokios patinka užsakovui, tačiau jos turi atitikti modernizacijos bei XXI amžiaus reikalavimus.
4. Maksimali pastato ir jo aplinkos apsauga ir darbų sauga statybų metu. Darbų sauga turi būti maksimali, kadangi modernizuojamos mokyklos, kuriose būna daug vaikų.
5. Turimos praktikos pritaikymas. Rengiant projektus bei atliekant statybos darbus, nereikia visur visko iš naujo išradinėti, kadangi daugelis Amerikos mokyklų yra statytos panašiais principais, modernizuojant jas galima, remtis jau vykusiais modernizacijos projektais (Filardo *et al.* 2012).

2.1.4. Atsinaujinantys energijos šaltiniai JAV visuomeniniuose pastatuose

Daugiau kaip 500 mokyklų per pastaruosiuos 3 metus įdiegė saulė kolektorius, taip energijos sąnaudos buvo sumažintos trečdaliu. Diegiant atsinaujinančius energijos šaltinius finansavimas yra paprastesnis, nes atsiranda papildomų investuotojų, tokių kaip EPA, Žalioji statyba ir t.t.

Universitetai šiuo klausimu yra pažangesni, jie glaudžiai bendradarbiauja su ekologiją propoguojančiomis organizacijomis ir institucijomis, vykdo projektus. Tokie universitetai, kaip, pvz., Oregono valstijos universitetas, Amerikos universitetas, Vakarų Vašingtono universitetas naudoja saulės, vėjo, biodujų ir kitų alternatyvios energijos šaltinių energiją.

2.2. Visuomeninių pastatų modernizacija Europoje

2.2.1. Visuomeninių pastatų problema Europoje

Europos Sąjungoje pastatai per savo gyvavimo laiką suvartoja apie 40 % energijos. Pastatai vartoja 40 % rinkoje esančių medžiagų, iš kurių 40 - 50 % sudaro kenksmingos dujos, sukeliančios šiltnamio efektą. Šie duomenys įrodo, kad Europos Sąjungos statybų politika turėtų labiau atsižvelgti į aplinkosaugą ir pastatų modernizavimą (Ardente *et al.* 2011).

Europoje visuomeninių pastatų modernizavimo pagrindinis tikslas yra energijos vartojimo efektyvumas (EE). Europoje esminė problema yra per didelis pastatų energijos suvartojimas. Tai apima ir vieną pagrindinių ES tikslų - iki 2020 m. 20 % sumažinti pirminės energijos vartojimo

išlaidas. Nepaisant didelės pažangos siekiant įgyvendinti 20 % mažinimo tikslą, neseniai Europos Komisija atliko tyrimą, kuris rodo, kad jei nebus imtasi papildomų priemonių, ES galės įgyvendinti tik pusę savo tikslo. 2011 metais Europos Komisija priėmė naują EE planą ir pasiūlymą, naujas EE direktyvas, kuriomis reikalaujama, kad valdžios institucijos kasmet galėtų atnaujinti ne mažiau kaip 3 % savo pastatų. Viešasis ir privatus sektoriai turi bendradarbiauti, vykdyti bendrus projektus, pavyzdžiui, kelių, geležinkelių, oro uostų, mokyklų, ligoninių ir kalėjimų ir t.t. (Guidance on... 2012)

2.2.2. Visuomeninių pastatų modernizavimo galimybės Europoje

Norint modernizuoti visuomeninius pastatus Europoje, galimi trys finansavimo būdai:

1. Vidiniai šaltiniai. Viešasis sektorius kartu su savo partneriais, turėdamas pakankamai lėšų, dažniausiai pats save finansuoja, tačiau taip būna retai. Valstybė finansuoti visų projektų neišgali. Be to, kad projektas galėtų būti finansuojamas valstybės lėšomis, jis turi atitikti šiuos reikalavimus:
    - Projektas turi turėti aukštesnį prioritetą lyginant su kitais visuomeniniais projektais, konkuruojančiais dėl to paties finansavimo;
    - Projekto pasiekiama nauda turi būti didesnė nei kitų alternatyvių projektų;
    - Finansavimo mechanizmas neturi būti didesnis nei projekto grąža;
    - Projekto kritinis laikas. Visuomenė nebegali laukti, kol projektą pakeis kitas alternatyvus finansavimas.
2. Išoriniai šaltiniai. Vienas pavyzdžių yra skolinimasis iš ES strūktūrinių fondų, kurie remia EE projektus. Taip pat užsienio investuotojai, įrangos, medžiagų tiekėjų investicijos.
3. Komercinių bankų finansavimas. Tačiau tai nėra paprastas pinigų gavimo būdas, nes dažnai bankai nenori remtis tiesioginiais projekto ekonominiais rodikliais, atsiperkamumu, todėl reikalauja garantijų, kurias suteikti nėra taip lengva (Guidance on... 2012).

2.2.3. Europos visuomeninių pastatų būklė

Austrija

Dauguma betoninių pastatų, ypač tų, kurie buvo pastatyti po 1980 metų, turi apšiltintas ventiliuojamas sienas. Apskritai Austrijoje, jeigu siena yra ventiliuojama, ji yra apšiltinta. 30 % Austrijos prekybos ir pramogų centrų, kurie turi storas išorines sienas, yra apšiltinti, švietimo ir sveikatos priežiūrų tokio tipo pastatų yra 70 %. Daugiausia neapšiltintų pastatų yra statytų anksčiau nei 1970 metais. XX a. visuomeninių pastatų šildymo kokybė prastesnė nei gyvenamųjų, nes trūksta

visuomeninio skatinimo taupyti. Net modernaus stiliaus visuomeniniai pastatai yra pastatyti su storomis išorinėmis sienomis.

Apie 60 % visuomeninių Austrijos pastatų grindų yra apšiltintos. Pastatai su neapšiltintomis grindimis yra statyti seniau nei 1980 metais. Beveik 100 % gyvenamųjų pastatų turi apšiltintas grindis. Neapšiltintas grindis galime rasti tik senuose pastatuose ar sandėliuose.

70 % visuomeninių pastatų šlaitiniai stogai yra apšiltinti, daugiausia pastatuose, kuriuose naudojama palėpė. Iki 1990 metų apšiltinimo storis buvo ≤16 cm, vėlesnės statybos ≥16 cm. Daugelyje pastatų, kuriuose neapšiltintas stogas, izoliacija įrengta tarp palėpės ir paskutinio aukšto.

90 % visuomenių pastatų turi dvigubo stiklo langus, iš jų 5 % - trigubo. Šiuose pastatuose langai sudaro 20-40 % viso fasado ploto. Plastikiniai ir aliuminio langų rėmai naudojami taip pat dažnai kaip ir medžio – aliuminio kombinacijos (Itard *et al*. 2008).

Suomija

Bendra Suomijos visuomeninių pastatų būklė yra gera. Privatūs pastatai dažniausiai yra geresnės būklės negu tie, kurie priklauso valstybei ar savivaldybei, nes jie yra geriau prižiūrimi. 1940-1950 metų statybos pastatai , kurie eksplotuojami šiandien, yra geresnės kokybės nei statyti 1960-1970 metais. Daugiausia problemų kyla dėl drėgmės ir pelėsių, nes naujesnių pastatų statybose naudotos medžiagos neatitinka Suomijos klimato. Tai taip pat sukėlė fomaldehido išsiskyrimą, o tai yra pavojinga žmogaus gyvybei. Didelė dalis drėgmės problemų atsiranda dėl priežiūros trūkumo. Netinkamas išorės požeminis vandens drenažas sukelia drėgmės problemas pamatuose. Kai kuriuose 1970 m. statytuose Suomijos pastatuose betono konstrukcijose yra palikta mediena, kuri supuvo ir taip blogina vidaus oro sąlygas. Tokios kontrukcijos turi būti sunaikintos. Konstrukcinės medžiagos, naudotos prieškariniuose pastatuose (akmenys ir plytos), geriau tinka Suomijos klimatui, nei naujos medžiagos. Taip pat medienos kokybė yra geresnė senesniuose pastatuose. Paprastai senesni pastatai turi daug didesni, turi daugiau lankstumo negu 1980 ir vėlesnių metų statybos pastatai (Itard *et al*. 2008).

Prancūzija

Mokslinės informacijos apie Prancūzijos visuomeninių pastatų fizikinę būklę yra nemažai, tačiau ji išsklaidyta pagal sritis (akustinė, šiluminė ir t.t.) arba pagal pastatų tipus (komerciniai, švietimo, sveikatos priežiūros ir t.t.). Viena iš pagrindinių visuomeninių pastatų problemų yra asbestas, kuris esti pasatatų konstrukcijose. Mokslinė literatūra ir oro kokybės švietimo pastatuose tyrinėjimai rodo, jog pastatų būkle yra rūpinamasi, tačiau išsamūs rezultatai nėra žinomi (Itard *et al*. 2008).

Vokietija

Bendra Vokietijos visuomeninių pastatų būklė yra gera. Yra didelis kokybės skirtumas tarp Rytų ir Vakarų Vokietijos, kalbant apie pastatus, senesnius nei 17 metų. Rytų Vokietijoje tokie pastatai niekada nebuvo modernizuoti, turi mažą energinį naudingumą, įranga yra prastesnė, konstrukcijos nėra gerai išlaikytos. Eksplotuojamų pastatų priežiūra šiuo metu yra pagerinta (Itard *et al*. 2008).

Danija

30 % Danijos prekybos ir pramogų centrų turi gerai apšiltintas sienas, 47 % gerai apšiltintus stogus, 26 % - grindis, 57% turi kokybiškus langus (t.y. bent 2 stiklų). Tik 31 % Danijos švietimo pastatų turi gerai apšiltintas sienas, 38 % gerai apšiltintus stogus ir 21 % gerai apšiltintas grindis. 56 % švietimo įstaigų turi bent dvigubo stiklo langus. Kalbant apie gydymo įstaigas, informacija yra tik apie ligonines ir slaugos namus. 39 % turi gerai apšiltintas sienas, 56% - stogus, 19 % gerai apšiltintas grindis. 85 % ligoninių turi bent dvigubo stiklo langus (Itard *et al*. 2008).

Švedija

Nustatyta, kad Švedijos visuomeninių pastatų būklė, lyginant su kitomis Europos šalimis, yra gera. Visuomeninių pastatų sektoriaus situacija renovavimo požiūriu yra gera. Energinis efektyvumas yra geras, nes šilumos reguliavimas Švedijoje yra griežtai privalomas, kadangi šalyje esti šaltas klimatas (Itard *et al*. 2008).

Šveicarija

Informacijos apie Šveicarijos visuomeninių pastatų būklę nėra daug. Šio sektoriaus pastatų plokšti ir nuožulnūs stogai beveik visi yra apšiltinti. 90 % pastatų turi dvigubo stiklo langus (Itard *et a*l. 2008).

2.2.4. Europos visuomeninių pastatų šildymas ir vėdinimas

Austrija

Dauguma Austrijos visuomeninių pastatų yra šildomi centralizuotomis dujomis arba skystuoju kuru. Elektrinis šildymas taip pat populiarus – apie 30 % šių pastatų šildomi elektra. Centrinis šildymas mediena ar biokuru sudaro tik 2 % visuomeniniuose pastatuose. Saulės energija – mažiau nei 1 % (Itard *et al*. 2008). Austrijos vėdinimo sistemos pateiktos 2.2 lentelėje.

2.2 lentelė. Austrijos visuomeninių pastatų vėdinimos sistemos (Itard *et al*. 2008)

Vėdinimo sistema	Prekybos centrai, proc.	Švietimo įstaigos, proc.	Gydymo įstaigos, proc.
Natūrali ventiliacija pro langus	30	60	10
Natūralus tiekimas, mechaninis pašalinimas	10	0	0
Mechaninis tiekimas ir šalinimas	60	40	80
Ventiliacija per šilumos grąžą	<1	<1	10

Suomija

Dauguma Suomijos visuomeninių pastatų turi centrinį šildymą. Ekspertų nuomone, kiekvienas miestas ar savivaldybė turi medienos ar durpių energijos išteklių. 77 % savivaldybėse esančių pastatų naudoja centrinį šildymą, 6 % centrinį oro šildymą, 6 % - elektrinį. Dauguma ventiliacijos sistemų visuomeniniuose pastatuose yra mechaninio tiekimo ir šalinimo sistemos. Šilumos grąža pradėta nuo 1980 metų ir dabar yra pagrindis reglamentas šilumos reguliavime. Beveik visos parduotuvės ir prekybos centrai turi šaldymo įrangą (Itard *et al*. 2008).

Danija

Šilumos siurbimas turi palyginti didelį teigiamą poveikį visuomeniniams pastatams. Tai yra todėl, nes šilumos pumpavimas (siurbimas) yra grįžtamasis ir gali būti panaudotas kaip šaldymo mašina. Dar daugiau, energijos saugojimas vandens zonose yra plačiai naudojamas Danijoje, daugiau jungiant su šilumos siurbimu naudojant šildymui (Itard *et al*. 2008). 2.3 lentelėje pateiktas Danijos visuomeninių pastatų šyldimo ir vėdinimo sistemos.

2.3 lentelė. Danijos visuomeninių pastatų šildymas ir vėdinimas (Itard *et al*. 2008)

Šildymo ir vėdinimo sistemos	Parduotuvės ir pramogų centrai, proc.	Švietimo įstaigos, proc.	Gydymo įstaigos, proc.
Didelio efektyvumo šildymas dujomis	74	70	62
Šilumos siurbimas	8	11	17
Ventiliacija per šilumos grąžą	7	7	29

2.3 lentelės pabaiga

Mechaninis šaldymas	48	29	60
Didelio efektyvumo apšvietimas	9	17	16
Labai didelio efektyvumo apšvietimas	2	5	6

Švedija

Švedijos visuomeniniuose pastatuose dažniausiai naudojamas centrinis šildymas (Itard *et al*. 2008). Kitoks pastatų šildymas pateiktas 2.4 lentelėje.

2.4 lentelė. Švedijos visuomeninių pastatų šildymo sistemos (Itard *et al*. 2008)

Pastatų sektorius	Skystas kuras, proc.	Centrinis šildymas, proc.	Elektrinis šildymas, proc.	Kolektyvinis šildymas, proc.	Šildymas dujomis, proc.	Kuras ir elektra, proc.	Biokuras ir elektra, proc.	Kita, proc.
Parduotuvės ir pramogų centrai	4	45	9	0	1	4	1	35
Gydimo įstaigos	4	65	3	0	2	4	1	21
Švietimo įstaigos	4	61	6	1	1	3	1	22

Šveicarija

Daugiau nei 50 % visuomeninių pastatų turi paprastą ventiliaciją pro langus. Dideliuose pastatuose mechaninis oro tiekimas ir šalinimas yra dažnai naudojamas kartu su oro šaldymu. Tikslūs skaičiai matomi 2.5 lentelėje. Apie šildymo sistemas informacijos nėra (Itard *et al*. 2008).

2.5 lentelė. Šveicarijos visuomeninių pastatų vėdinimo sistemos (Itard *et al*. 2008)

Mechaninė ventiliacija	Maži pastatai, proc.	Dideli pastatai, proc.
Tiekimas ir šalinimas	0	42
Tiekimas arba šalinimas	29	48
Nėra nieko	71	10

2.2.5. Europos visuomeninių pastatų modernizacijos aktyvumas

Austrija

Pastatų renovacija, siekiant padidinti energijos efektyvumą, yra dažniau atliekama valstybei priklausantiems pastatams. Parduotuvių, prekybos ir laisvalaikio centrų sektoriuje pastatai yra rečiau modernizuojami nei statomi nauji. Švietimo ir gydymo įstaigų sektoriuje atvirkščiai – dažniau modernizuojama nei statomi nauja. Visiškai atnaujintus fasadus turi 8 % parduotuvių, prekybos ir laisvalaikio centrų, 10 % - mokyklų ir viešbučių. Modernizuotus stogus turi 8 % parduotuvių ir prekybos centrų, 12 % mokyklų ir 13 % viešbučių (Itard *et al*. 2008).

Suomija

Nuo 1980 metų Suomija padidino visuomeninių pastatų modernizavimą, tikimasi, kad jis plėsis dar daugiau. Jau modernizuota yra 28 % kultūros pastatų, 63 % švietimo įstaigų, 58 % ligoninių ir 34 % slaugos namų (Itard *et al*. 2008).

Danija

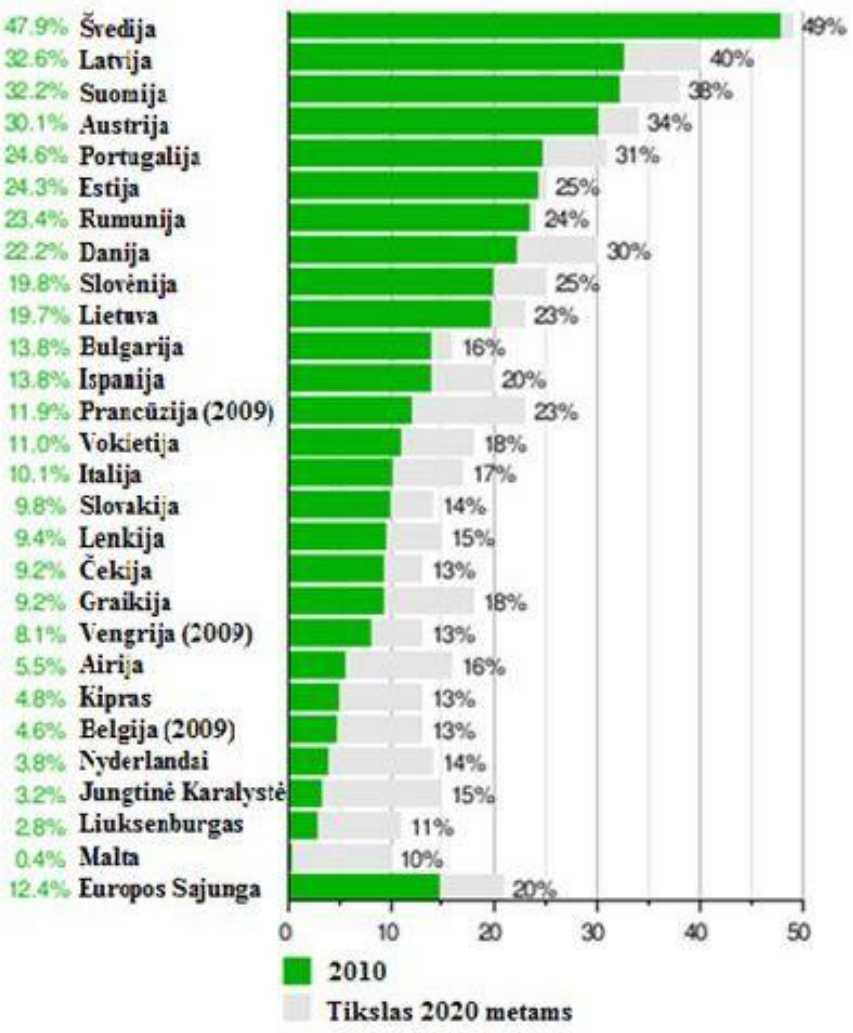
Vidutinis energijos saunaudojimas ir pastato vidaus oro kokybė mokyklose yra daug žemesnė nei leidžia standartai. Tyrimai rodo, kad 80 % mokyklose yra blogos oro sąlygos. Tai yra priežastis, kodėl valdžia pradėjo didelį modernizacijos projektą, pavadinimu „Švarios mokyklos“, kuris turi pagerintį mokyklų vidaus sąlygas, modernizavus vėdinimo sistemas. 2.6 lentelėje pateikta Danijos visuomeninių pastatų modernizacijos raida (Itard *et al*. 2008).

2.6 lentelė. Danijos visuomeninių pastatų modernizavimas (Itard *et al*. 2008)

Pastatų sektorius	Pastatyti arba renovuoti iki 2000 metų	Niekada nerenovuoti	Renovuoti iki 2000 metų
Parduotuvės, prekybos centrai	38	9	53
Švietimo įstaigos	48	10	42
Gydymo įstaigos	39	16	45

2.2.6. Atsinaujinantys energijos šaltiniai Europos visuomeniniuose pastatuose

Europa turi užsibrėžtus griežtus tikslus, kalbant apie atsinaujinačios energijos kūrimą, jos taikymą pastatuose, kuriuos neblogai vykdo (2.1 pav.).



2.1 pav. Atsinaujinančios energijos diegimo tikslai Europoje (Renewable energy... 2010)

3.VISALAUKĖS PAGRINDINĖS MOKYKLOS MODERNIZAVIMO TYRIMAS

Projektas: „Vilniaus r. Visalaukės pagrindinės mokyklos $1C^2$/p pastato patalpų rekonstrukcija “.

Metai: 2009-2011.

Vertė: 598 955,05 Lt.

Rangovas: UAB „Mūras”.

Visi mokyklos modernizavimo projekto duomenys paimti iš įmonės UAB „Mūras“.

3.1. Modernizuojamo pastato aprašymas

Bendros projekto žinios

Rekonstruotas dviejų aukštų pastatas, statytas 1968 m. iš pilnavidurių keraminių plytų, juostiniais betoniniais pamatais, g/b perdangomis ir sutapdintu g/b stogu, dengtu rulonine danga. Vidinės pertvaros iš tuščiavidurių keraminių plytų, tinkuotos ir dažytos. Grindys – betoninės, dengtos lentomis ir linoleumu. Langai ir durys – mediniai. Vidaus apdaila – sienos tinkuotos ir dažytos (Visalaukės pagrindinės... 2010).

Pastato paskirtis

Pastato paskirtis – mokslo. Jis pritaikytas su mokinių susijusiai veiklai, taip pat kultūriniam bei neformaliam bendruomenės švietimui. Jame projektuojamos mokomosios, medicinos bloko ir poilsio patalpos. Pagrindinis pastato plotas – 236,44 m^2. Pagalbinis – 107,41 m^2. Bendras pastato plotas – 392,94 m^2. Mokymo patalpų pagrindinis plotas – 181,93 m^2, pagalbinis – 14,41 m^2. Medicinos bloko pagrindinis plotas – 44,38 m^2, pagalbinis plotas – 3,47 m^2. Įrengiama 5 vietų automobilių aikštelė, iš jų viena skirta žmonėms su negalia.

Rekonstruotas pastatas stovi netoliese pagrindinių mokyklos korpusų. Jų bendras plotas 1099,56 m^2. Pagrindinis plotas: 899,79 m^2, užstatytas plotas: 1123,00 m^2. Mokinių skaičius: 56. Darbuotojų skaičius: 25. Iš viso mokykloje yra 62 patalp. (I aukšte 53 patalpos, II aukšte 9 patalpos). Bendrieji statinio rodikliai pateikiami 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Bendrieji statinio rodikliai (Visalaukės pagrindinės... 2010)

Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekiai
I. SKLYPAS		
1.1. sklypo plotas	m^2	3492
1.2. statinio užimtas žemės plotas	m^2	345,25
1.3. sklypo užstatymo intensyvumas	%	9,5
1.4. sklypo užstatymo plotas	m^2	345,25
1.5. sklypo užstatymo tankumas	%	9,9
1.6 automobilių stovėjimo vietų skaičius	Vnt	5
II. PASTATAI		
2.1. Mokslo paskirties pastatai:		
2.1.1. paskirties rodikliai:		
2.1.2. pavojingų medžiagų ribinio kiekio lygis		nėra
2.1.3. bendrasis plotas:	m^2	392,96
2.1.3.1. pagrindinis	m^2	236,44
2.1.3.2. pagalbinis	m^2	107,41
2.1.3.3 gyvenamas	m^2	49,11
2.1.4. pastato tūris	m^3	2154
2.1.5. aukštų skaičius	vnt.	2
2.1.6. pastato aukštis	M	6,1
2.1.7. pastato atsparumas ugniai (I, II ar III)		I
2.1.8. gaisrinė apkrova	MJ/m^2	341,6
2.1.9.atitvarų šilumos laidumo koeficientas:		
2.1.9.1. sienų	$W/ m^{2 K}$	0,20
2.1.9.2. langų, durų	$W/ m^{2 K}$	1,4
2.1.9.3. denginio	$W/ m^{2 K}$	0,20
III. INŽINERINIAI TINKLAI		
3.1 įvadinių	Km	0,272
3.2.1 lauko buitinės nuotekų tinklai, požeminė dalis	Km	0,107
3.2.2 lauko elektros tinklai, antžeminė dalis	Km	0,165

Fizinės būklės įvertinimas

Anksčiau pastate buvo įsikūrusi mokykla. Patalpos: klasės, biblioteka, valgykla, sanitariniai mazgai ir pagalbinės patalpos. Pastaraisiais metais pastatas buvo apleistas apleistas.

Pastato bendra būklė vertinta vizualiai. Esama stogo dangos konstrukcija – bloga, neatitinka esminių statinio reikalavimų (STR 2.01.[6]:1999): neapšiltinta, kai kur pažeista stogo danga. Pro pažeidimus bėga lietaus vanduo į antro aukšto patalpas. Dėl šios priežasties apibėgusios lubos ir sienos.

Viso pastato išorinių atitvarų šiluminė varža neatitinka STR 2. 01.[6]:1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“ reikalavimų.

Pastato langai ir durys – seni mediniai. Cokolio tinkas vietomis nutrupėjęs nuo drėgmės. Laiptinės laiptų pakopos – nevienodo aukščio, stipriai apgadintos, sutrupėjusios. Elektros instalicija sena. Apdaila – nutrupėjusi. Medinės grindys – nusidėvėjusios. Statinys nepritaikytas žmonėms su negalia. Pastatas – labai prastos būklės (Visalaukės pagrindinės... 2010).

3.2. Energinį efektyvumą gerinantys modernizavimo projekto sprendimai

Šildymo sistema

Rekonstruojamame mokyklos pastate demontuota esama šildymo sistema ir suprojektuota nauja dvivamzdė, apatinio paskirstymo, horizontali šildymo sistema, kuri pajungta prie projektuojamo elektrinio katilo rūsyje. Šildymo sistemos ir elektrinio katilo charakteristikos pateikiamos 3.2 ir 3.3 lentelėse.

3.2 lentelė. Šildymo sistemos charakteristikos (Visalaukės pagrindinės... 2010)

Eil. Nr.	**Pavadinimas**	**Mato vnt.**	**Reikšmė**	**Pastabos**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1.	Bendrieji pastato rodikliai:			
	- *rekonstruojamos pastato dalies šildomas plotas*	m^2	329,48	
	- *rekonstruojamos pastato dalies aukštis*	M	6,17	
	- *aukštų skaičius*	vnt.	2	
2.	Šildymo sistema	Dvivamzdė, apatinio paskirstymo, horizontali; paskirstomieji šilumnešio tiekimo vamzdynai projektuojami pogrindžio kanaluose ir rūsio palubėje		

3.2 lentelės pabaiga

3.	Šildymo prietaisai	Plieniniai šoninio pajungimo radiatoriai su termostatiniai ventiliais, higieniniai plieniniai šoninio pajungimo radiatoriai su termostatiniais ventiliais		
4.	Skaičiuotinas temperatūros grafikas	ºC	80/60	
5.	Šildymo sistemos pasipriešinimas	kPa	30,0	
6.	Šilumos poreikis:	W		
	- *T11, T21*		3540	
	- *T12, T22*		15920	
	- *T13, T32*		1930	
	Iš viso:		**21390**	

3.3 lentelė. Elektrinio katilo charakteristikos (Visalaukės pagrindinės... 2010)

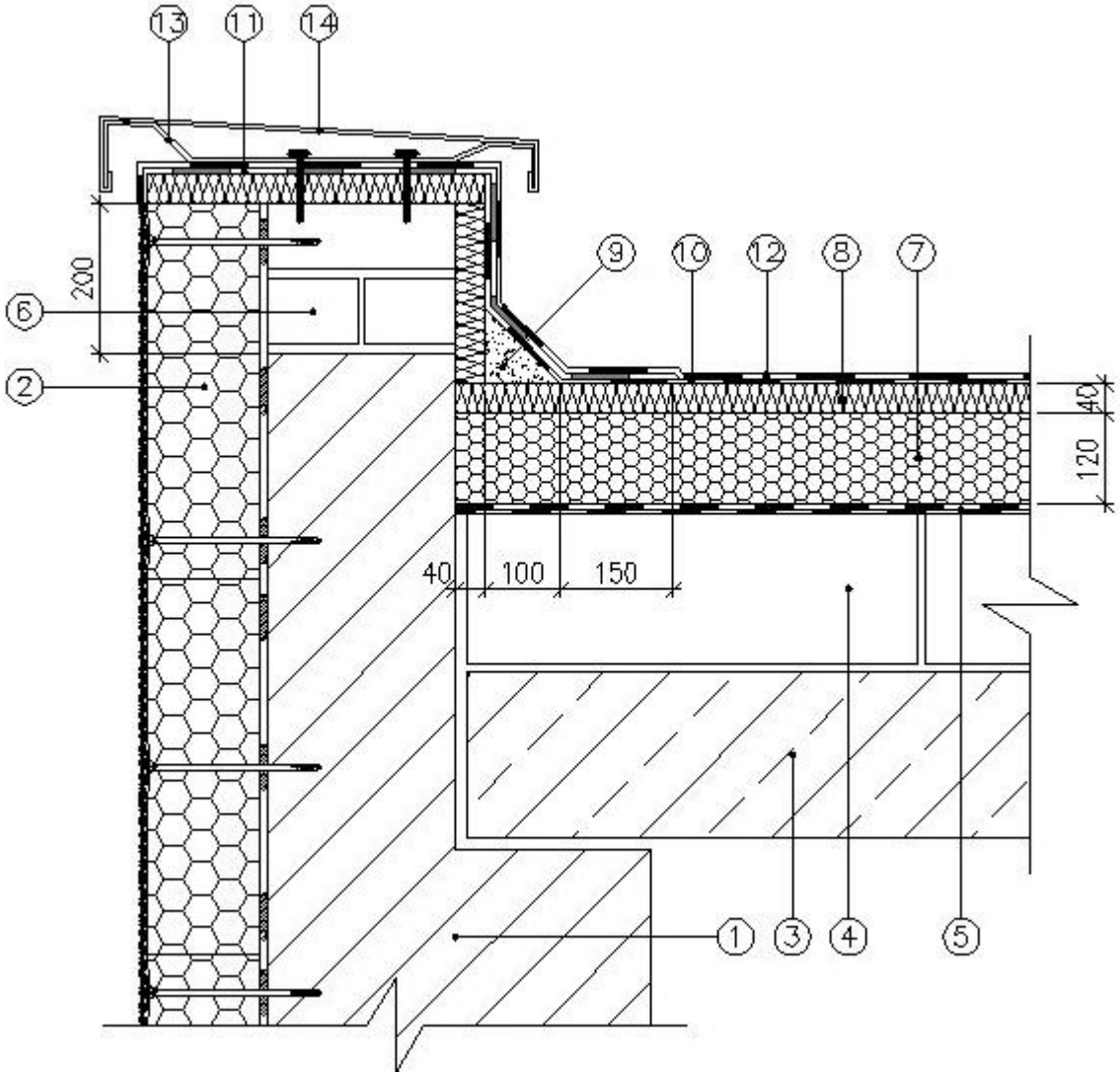
Eil. Nr.	Techniniai duomenys	Parametrai
1	**2**	**3**
1.	Naudojamas galingumas (kW)	22,5
2.	Srovės stiprumas (A)	35
3.	Efektyvumas (%)	99,1
4.	Vandens tūris (dm^3)	13,0
5.	Įtampa (V)	3~400V/50Hz
6.	Maks. darbinis slėgis (kPa)	250(180)
7.	Šilumnešis	Paruoštas vanduo

Vėdinimo sistemos

Kol pastatas buvo naudojamas, patalpos buvo vėdinamos natūraliai – per varstomus langus. Modernizuojant pastatą buvo įrengtos reguliuojamos vėdinimo sistemos: išcentrinis vėdinimas su greičio reguliatoriumi, ašinis vėdinimas su reguliuojamu laikmačiu, kanalinis vėdinimas su greičio reguliatoriumi – priklausomai nuo patalpų pobūdžio (Visalaukės pagrindinės... 2010).

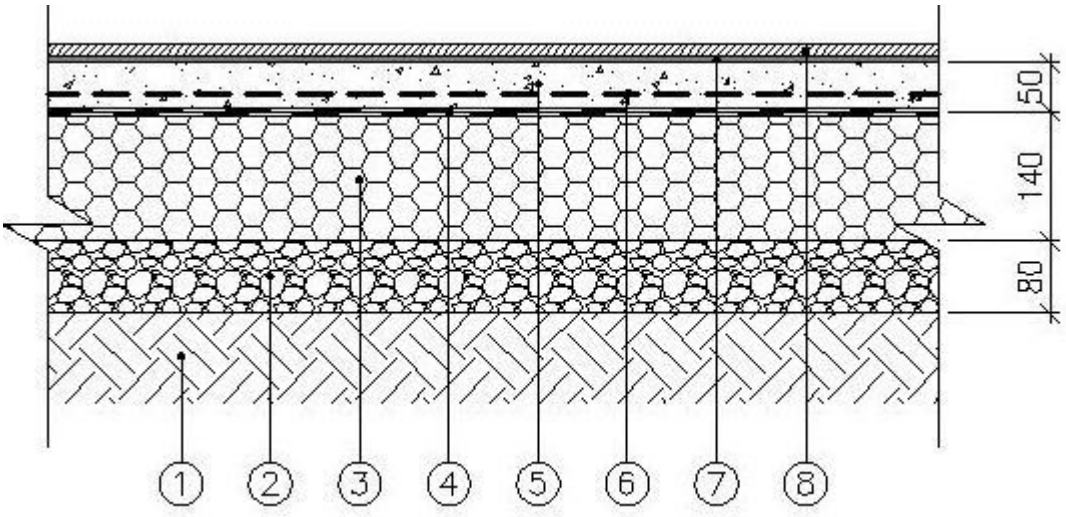
Pasatato atitvarų šiltinimas

Pastato atitvaros šiltinamos putų polistirolio plokštėmis (3.1 ir 3.2 pav.). Stogas papildomai apšiltintas akmens vata (3.1 pav.).



3.1 pav. Rekonstruoto pastato sienos ir stogo mazgas (Visalaukės pagrindinės... 2010)

1. Esama siena.
2. 150 mm storio putų polistirolo EPS 70 šilumos izoliacijos sluoksnis (ƛ=0,039 W/mK).
3. Esamas denginys.
4. Esama stogo šilumos izoliacija.
5. Esama 2 sluoksnių hidroizoliacijos stogo danga.
6. Parapetų kėlimas silikatinių plytų mūru.
7. 120 mm storio putų polistirolo EPS 100 šilumos izoliacijos sluoksnis (ƛ=0,035 W/mK).
8. 40 mm storio kietos akmens vatos šilumos izoliacijos sluoksnis (ƛ=0,041 W/mK, p=155 kg/m3).
9. 100x100 mm betoninis bortelis.
10. 4,0 mm storio apatinis hidroizoliacijos sluoksnis.
11. 5,2 mm storio papildomas hidroizoliacijos sluoksnis.
12. 5,2 mm storio viršutinis hidroizoliacijos sluoksnis.
13. Juostinio plieno į0xę mm, l=750 mm tvirtinimo detalė parapeto apskardinimui.
14. Parapeto apskardinimas plastiku dengta cinkuota skarda.



3.2 pav. Rekonstruoto pastato grindų mazgas (Visalaukės pagrindinės... 2010)

1. Sutankintas gruntas.
2. 80 mm storio žvyro sluoksnis (frakcija 16/40).
3. 140 mm storio putų polistirolo EPS 70 šilumos izoliacijos sluoksnis (ƛ=0,039 W/mK).
4. Du sluoksniai polietileninės plėvelės.
5. 50 mm storio armuotas betono sluoksnis (betonas C 15/20).
6. Armavimo tinklelis (Vr-1, ž=150x150 mm, vielos storis 5 mm).
7. Du sluoksniai teptinės hidroizoliacijos (įrengiama WC patalpose).
8. Grindų dangos įrengimas.

Langų ir durų keitimas

Seni mediniai langai keičiami 5 kamerų PVC profilio naujais langais. Senos lauko durys keičiamos naujomis plieninėmis dviseinėmis durimis, įstiklintos dvigubu stiklo paketu, užpildytos izoliacine medžiaga. Langų ir durų profilio šiluminė varža $R \geq 0{,}714$ m^2K/W ($U \leq 1{,}4$); langų ir durų įstiklinimo šiluminė varža $R \geq 0{,}909$ m^2K/W ($U \leq 1{,}1$) (Visalaukės pagrindinės... 2010).

3.2. Modernizavimo projekto SSGG analizė

Visalaukės pagrindinės mokyklos patalpų rekonstrukcijos projekto efektyvumo lygiui įvertinti naudosime SSGG (SWOT) metodą. SSGG analizė (3.4 lentelė) atspindi *stiprybes* (projekto geriausius sprendimus), *silpnybes* (projekto nekokybiškus ar neekonomiškus sprendimus), *galimybes* (potencialiai galimus, neįvertintus sprendimus) ir *grėsmes* (potencialiai nenaudingas projekto sąlygas).

3.4 lentelė. Visaulaukės pagrindinės mokyklos patalpų rekonstrukcijos projekto SSGG analizė

STIPRYBĖS	***SILPNYBĖS***
• *Automatizuotas šilumos punktas* • *Reguliuojama ventiliacija* • *Modernizuoti apšvietimo elektros tinklai* • *Šiltinimo medžiagos* • *Nauji langai ir durys* • *Įranga skirta ŽN* • *Apsauginė ir gaisrinė signalizacija*	• *Elektrinis katilas* • *Mažas šiltinimo sluoksnis* • *Maža modernizacijos kaina*
GALIMYBĖS	***GRĖSMĖS***
• *Kitas šildymo būdas* • *Šiltinamo sluoksnio didinimas* • *Atsinaujinantys energijos šaltiniai*	• *Prasta darbų kokybė* • *Seno stogo konstrukcijos*

Stiprybės

Automatizuotas šilumos punktas. Jis yra skirtas ekonomiškam centralizuotai tiekiamos šilumos energijos reguliavimui gyvenamuosiuose, visuomeniniuose pastatuose. Automatizuotas šilumos punktas suteikia galimybę vartotojui efektyviai reguliuoti šiluminės energijos sunaudojimą pagal poreikius ir finansines galimybes ir palaikyti patalpose pageidaujamą temperatūrą. Šis punktas skirtas tiekiamai šiluminei energijai ir karštam vandeniui reguliuoti naudojant termofikacinį vandenį, tiekiamą iš centralizuotų šilumos tinklų gyvenamuosiuose namuose, visuomeninės paskirties arba gamybiniuose pastatuose. Vienas automatizuotų šilumos punktų privalumų – automatinis temperatūros palaikymas, nepaisant lauko temperatūros pokyčių. Šio punkto įdiegimas leis sutaupyti šiluminės energijos vartojimą vidutiniškai nuo 20 iki 30 %, palyginti su neautomatizuotu šilumos punktu, priklausomai nuo pastato konstrukcijos.

Automatizuotas šilumos punktas yra kompaktiškas, ekonomiškas, paprastai eksploatuojamas, lengvai montuojamas vietoje, pagamintas iš aukščiausios kokybės produkciją gaminančių firmų įrenginių taikant tipines ir individualias schemas.

Reguliuojama ventiliacija. Daugoma visuomeninių pastatų turi paprastą ventiliaciją (t.y. per langus), kuri sukelia didelius šilumos nuostolius. Taupant pirminių šilumos šaltinių išteklius, būtina įsisavinti šalinamą iš pastatų oro šilumą. Efektyviausias sprendimas yra reguliuojama ventiliacija.

Jos energinio efektyvumo koeficientas 60 - 80%. Taip šilumos nuostoliai dėl ventiliacijos, sumažinami efektyviausiai.

Apšvietimo elektros tinklų modernizavimas. Visuomeniniuose pastatuose didelė dalis energijos suvartojama jų apšvietimui. Modernizavimo projekto metu pakeisti visi laidai, įvadai, rozetės, jungikliai ir t.t. Sumontuoti nauji liuminscenciniai šviestuvai, kurie taip pat padės taupyti elektros energiją.

Nauji langai ir durys. Pakeičiant senus medinius langus ir duris į naujus plastikinius buvo padidinta jų šiluminė varža, taip sumažinant šilumos nuostolius, per juos, maksimaliai.

Įranga skirta žmonėms su negalia. Visuomeninis pastatas pilnai pritaikytas žmonėms su negalia, kadangi modernizavimo projektai ne tik taupo energiją, bet ir yra atnaujinami visuomeniškai.

Apsauginė ir gaisrinė signalizacija. Garantuotas mokinių ir darbuotojų saugumas, kuris yra vienas iš visuomeninių pastatų modernizavimo projektų reikalavimų.

Silpnybės

*Elektrinis katilas***.** Jo pasirinkimas yra nepagrįstas. Atliktų visuomeninių pastatų modernizavimo projektų rezultatai rodo, kad šildymas elektra yra vienas brangiausių, todėl šildymo išlaidos bus didelės.

Mažas šiltinimo sluoksnis. Stogo, sienų ir grindų šiltinamasis sluoksnis yra parinktas minimaliausias, kuris atitinka visuomeninių pastatų modernizacijos šiluminius reikalavimus. Šis sprendimas nesumažina šilumos nuostolių maksimaliai.

Maža modernizacijos kaina. Kadangi projektui skirtas finansavimas buvo 942 210 litų (Objekto aprašymas 2010), o pastato rekonstrukcija buvo atlikta už 598 955,05 litus, galime teigti, jog modernizavimo projektas nebuvo visiškai atliktas.

Galimybės

Kitas šildymo būdas. Kadangi elektrinis šildymo būdas šiuo metu yra vienas brangiausių, vertėtų apmąstyti kitas pastato šildymo galimybes, tokias kaip, kieto kuro katilas, suskystintos dujos ir t.t.

*Šiltinamo sluoksnio didinimas***.** Padidinus stogo, sienų ir grindų šiltinamosios izoliacijos sluoksnį būtų galima sumažinti šilumos nuostolius, taip dar labiau taupant energiją.

Atsinaujinantys energijos šaltiniai. Šio projekto metu visiškai nebuvo svarstyta atsinaujinačių energijos šaltinių panaudojimas energijos taupymo tikslais.

Grėsmės

Prasta darbų kokybė. Kadangi pastato modernizavimo kaina yra žymiai mažesnė už projektui skirta finansavimą, yra didelė grėsmė, kad atltikti darbai bus nekokybiški. Ne visos medžiagos gali atitikti keliamus reikalavimus, darbus atlikę darbuotojai gali būti nekvalifikuoti.

Seno stogo konstrukcijos. Atliekant statybos darbus, senas stogas nebuvo paliestas, nežinoma jo reali situacija. Atsiranda grėsmė, kad, laikui bėgant, senam stogo konstrukcijoms bus reikalingas remontas.

3.3. Modernizavimo projekto galimybių tyrimas

Šiltinamo sluoksnio didinimas

Didžiausia energija, reikalinga pastatui, yra sunaudojama jį šildant. Nagrinėjamas pastatas yra šildomas elektriniu katilu. Pastato šildymui reikalinga energija yra 21 390 W (iš 3.1 lentelės). Skaičiuojame, kad šildymas modernizuotame pastate bus įjungtas 6 mėnesius, t.y. 183 dienas. Kadangi šildymo sistema yra reguliuojama, patalpos bus šildomos 12 valandų per parą, kai mokykloje bus darbuotojai ir mokiniai. Tuomet reikalingas energijos kiekis per metus bus:

$$21390 \cdot 183 \cdot 12 = 46\,972,44 \text{ kWh}.$$

Nuo 2013 metų standartinis elektros tarifas yra 51,9 ct/kWh (Elektros energijos... 2012), skaičiuojame šildymo išlaidas per metus:

$$46\,972,44 \cdot 0,519 = 24\,378,7 \text{ Lt}.$$

Tai yra didelės išlaidos, atsižvelgiant į tai, kad pastatas yra modernizuotas. Taupyti šildymo lėšas galima mažinant šilumos nuostolius. Skaičiuojame šilumo nuostolius per pastato sienas, stogą ir grindis. Mėnesiniai šilumos nuostoliai ($Q_{k)}$ 1 m^2 skaičiuojami pagal formulę (STR2.01.09:2005):

$Q_{k,mėn} = (DD_{h,mėn} \cdot U \cdot 24) / 1000$, [kWh], kur:

$DD_{h,mėn}$ - šildymo dienolaipsniai;

U – atitvarų šilumos perdavimo koeficientas [W/(m^2·K)] (pateikti 3.5 lentelėje).

$DD = (T_i - T_e) \cdot t$, kur:

T_i - vyraujanti patalpų vidaus temperatūra [°C], T_i = 20 °C;

T_e - vidutinė nagrinėjamo mėnesio išorės temperatūra [°C], T_e= -5 °C (Lietuvos klimatas 2007);

t - parų skaičius per mėnesį, t=30.

$DD = (20 – (-5)) \cdot 30 = 750$.

3.5 lentelė. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientai (Visalaukės pagrindinės... 2010)

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vnt.	Reikšmė	Pastabos
1	2	3	4	5
1.	Išorinių sienų (U_{IS})	W/(m^2·K)	0,20	*Atitvarinių konstrukcijų šilumos perdavimo koeficientai nurodyti pagal modernizacijos sprendinius*
2.	Sutapdinto stogo (U_{ST})		0,20	
3.	Apšiltintų grindų (U_{GR})		0,25	

Pastato sienų plotas – 400 m^2, stogo ir grindų – 330 m^2 (Visalaukės pagrindinės... 2010).

Sienų metiniai šilumos nuostoliai:

$Q_k = 6(750 \cdot 0{,}20 \cdot 24) / 1000 \cdot 400 = 8640$ kWh.

Stogo metiniai šilumos nuostoliai:

$Q_k = 6(750 \cdot 0{,}20 \cdot 24) / 1000 \cdot 330 = 7128$ kWh.

Grindų metiniai šilumos nuostoliai:

$Q_k = 6(750 \cdot 0{,}25 \cdot 24) / 1000 \cdot 330 = 8910$ kWh.

Matome, kad nors ir pastato atitvaros yra apšiltintos, šilumos nuostoliai yra dideli. Tarkime visų atitvarų šiluminį izoliacijos (putų polistirolo) storį padvigubiname. Tuomet papildomos investicijos sienoms bus 9 246,09 Lt, stogui - 6415,95 Lt, grindims - 7485,28 Lt, viso - 23147,32 Lt (kainos nurodytos, remiantis projekto sąmatoje esančiomis šiltinimo kainomis).

Padidėjus šiltinimo sluoksniui, iš naujo skaičiuojame šiluminę atitvarų varžą (STR2.01.09:2005):

$$U = \frac{1}{Rs};$$

$$R_s = R_1 + R_2 + ... + R_n;$$

$$R = \frac{d}{\lambda_{ds}},\text{kur:}$$

U - atitvarų šilumos perdavimo koeficientas, [W/(m^2·K)];

R_s – atitvarų šiluminė varža, [m^2·K/W];

$R_{1,2...n}$ – atskiro atitvaros sluoksnio visuminė varža,[m^2·K/W];

d – atskiro atitvaros sluoksnio storis, mm;

λ_{ds} - sluoksnio projektinis šilumos laidumo koeficientas, [W/(m·K)].

Sienų šiluminė varža:

Esama: $R_s = \frac{1}{0,2} = 5$; padvigubinus izoliacijos sluoksnį: $R_s = 5 + \frac{0,15}{0,039} = 8,9$ m^2·K/W.

Stogo šiluminė varža:

Esama: $R_s = \frac{1}{0,2} = 5$; padvigubinus izoliacijos sluoksnį: $R_s = 5 + \frac{0,12}{0,035} = 8,4$ m^2·K/W.

Grindų šiluminė varža:

Esama: $R_s = \frac{1}{0,25} = 4$; padvigubinus izoliacijos sluoksnį: $R_s = 4 + \frac{0,14}{0,039} = 7,6$ m^2·K/W.

Šilumo perdavimo koeficientai, kai izoliacijos sluoksnis yra padvigubintas, pateikiami 3.6 lentelėje. Skaičiuojami atitvarų šiluminiai nuostoliai.

3.6 lentelė. Dvigubų izoliacijos sluoksnių atitvarų šilumos perdavimo koeficientai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vnt.	Reikšmė
1	2	3	4
1.	Išorinių sienų (U_{IS})	W/(m^2·K)	0,11
2.	Sutapdinto stogo (U_{ST})		0,12
3.	Apšiltintų grindų (U_{GR})		0,13

Sienų metiniai šilumos nuostoliai:

$$Q_k = 6(750 \cdot 0{,}11 \cdot 24) / 1000 \cdot 400 = 4752 \text{ kWh}.$$

Stogo metiniai šilumos nuostoliai:

$$Q_k = 6(750 \cdot 0{,}12 \cdot 24) / 1000 \cdot 330 = 4276{,}8 \text{ kWh}.$$

Grindų metiniai šilumos nuostoliai:

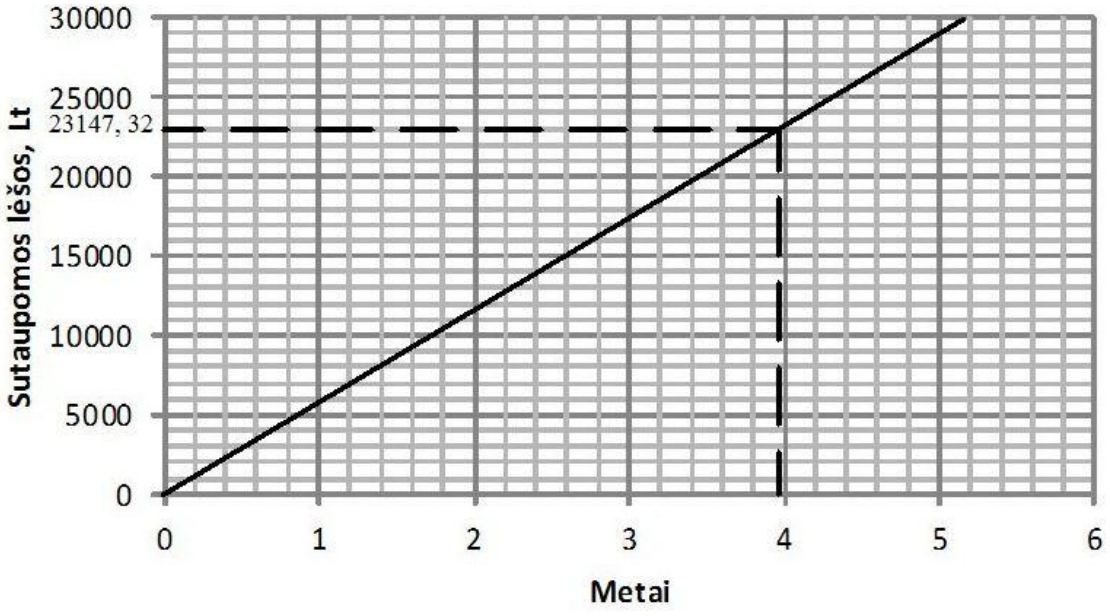
$$Q_k = 6(750 \cdot 0{,}13 \cdot 24) / 1000 \cdot 330 = 4633{,}2 \text{ kWh}.$$

Tuomet per metus bus sutaupoma:

$$8640 + 7128 + 8910 – 4752 – 4276{,}8 – 4633{,}2 = 11016 \text{ kWh, t.y. } 5717{,}30 \text{ Lt.}$$

Atsipirkimo laikas:

$$23147, 32 / 5717{,}30 = 3{,}956,$$ t.y. 4 metai. Grafiškai pavaizduota 3.3 paveiksle.



3.3 pav. Dvigubos izoliacijos atsiperkamumas

Kito šildymo būdo pasirinkimas

Elektrinio katilo pasirinkimas modernizavimo projekte yra nepagrįstas. Internete esančios informacinio pobūdžio šildymo sistemų skaičiuoklės nėra tikslios, tačiau parodo šildymo sistemų kainų skirtumus. Vienas iš tokių skaičiuoklių savo internetiniame tinklalapyje turi UAB „Vilpra“, pritaikius ją analizuojamam projektui gauname tokius duomenis (3.7 lentelė):

Reikalinga galia: 23.1 kW

Šildymui: 51618.51 kWh/metams

3.7 lentelė. Skirtingų šildymo sistemų naudojimo kainos (Šildymo išlaidų... 2012)

Šildymo būdas	Sezono šildymo kaina LTL su PVM
Malkos (džiovintos)	3613.3
Gruntinis šilumos siurblys	5678.04
Orinis šilumos siurblys	5678.04
Suskystintos dujos	10839.89
Pjuvenų granulėlės	6194.22
Gamtinės dujos ir perdavimo mokestis su saulės kolektoriumi	12904.63
Skystas kuras (dyzelinas)	13420.81
Elektra (dien. ir nakt. tarifų vid.)	21679.77

Iš 3.7 lentelės duomenų matome, kad šildymas elektra yra brangiausias, todėl reikėtų apsvarstyti kito šildymo būdo pasirinkimo galimybes.

Atsinaujinantys energijos šaltiniai

Energetiniu požiūriu reikšmingiausia yra saulės energija. Saulės spinduliuotės galia, pasiekianti Žemę, sudaro apie 173 000 TW. Ji apie 13 tūkstančių kartų viršija kasmetinę žmonijos sunaudojamos energijos ekvivalentinę galią ir yra apie 160 kartų didesnė už visus žinomus iškasamojo kuro resursus. Vidutiniškai Lietuvoje saulės energija, krintanti į horizontalų paviršių, sudaro ~1 000 kWh/m^2 per metus. Tai tikrai nemaža energija, kurią tinkamai išnaudojus galima būtų patenkinti visus energetinius poreikius (Atsinaujinančių energijos... 2010).

Išnagrinėsime saulės baterijų panaudojimo Visalaukės pagrindinės mokyklos modernizavimo projekte galimybes. Priimame, jog saulės baterijos bus įrengtos ant modernizuojamo objekto plokščio stogo. Saulės jėgainės įrengtos ant plokščio stogo pagrindinis privalumas yra tai, jog,

priešingai negu naudojant šlaitinį pastato stogą, saulės jėgainė visais atvejais bus nukreipta į pietų pusę ir gamins didžiausią galimą energijos kiekį. Saulės spinduliuojama energija gali būti panaudota 2 būdais: elektros energijos gamybai (fotoelektriniais keitikliais) arba šilumos gamybai (vandens šildymas kolektoriais, tiesioginis pastatų atitvarų šildymas ir pan.). Nagrinėsime atvejį, kad saulės jėgainę panaudosime elektros gamybai.

Įvertinant vidutinę saulės apšvietą ir jos kitimą metų eigoje, priimame, kad 1 W instaliuotos galios fotokeitiklio blokas pagamintų apie 0,8 kWh elektros energijos per metus (Atsinaujinančių energijos... 2010).

Saulės jėgainei įrengti pasirenkame Mono SVSPM saulės baterijas (3.4 paveikslas), kurių galingumas W_p = 160 W. Kolektorių matmenys yra 1580x808x35 mm, kaina 1440,00 Lt už vienetą, garanija – 3 metai (Saulės baterijos 2012).



3.4 pav. Mono SVSPM saulės baterijos (UAB „Saulės ir vėjo energijos pagalba“ 2012)

Stogo plotas yra 330 m^2, priimame, kad darbingas plotas bus 300 m^2. Skaičiuojame saulės baterijų kiekį ant stogo:

$$300 / 1{,}580 \cdot 0{,}808 = 234{,}38 \sim 230 \text{ vienetų.}$$

Elektros energijos pagaminimas per metus:

$$230 \cdot 160 \cdot 0{,}8 = 29\,440 \text{ kWh.}$$

Saulės energijos gamintojų elektros supirkimo kaina priklauso nuo to, ar jėgainė yra integruota, įrengta ant stogo ir nenaudoja žemės. Integruotų saulės jėgainių, kurių galia ne didesnė kaip 30 kW, turėtojai šiemet gaus 1,8 lito už kWh. Galingesni gamintojai elektrą parduos per aukcionus, o

čia komisija yra nustačiusi kainų ribas: 30-100 kW galios – iki 1,66 lito, 100-1000 kW – 1,28 lito (UAB „Danizė“ 2012). Kadangi 230 integruotų saulės baterijų galią yra 36,8 kW, priimame, kad supirkimo kaina yra 1,6 lito už kWh, tuomet per metus bus pagaminama energijos už 47 104 litus.

Investicijos, reikalingos tokiai saulės jėgainei:

$$230 \cdot 1440 = 331\ 220 \text{ Lt},$$

priimame kad investicijos bus apie 350 000 litų, kadangi kainuoja jų įrengimas, eksplotacija ir priežiūra.

Tuomet saulės jėgainės atsiperkamumas bus:

$$350\ 000 / 47\ 104 = 7{,}43,$$

t.y. 7-8 metai.

Jeigu dabar svarstomame atsinaujinančių energijos išteklių įstatyme būtų numatyta garantija elektros supirkimui bent 10 metų, tokia jėgainė turi perspektyvą. Dėl nuolat tobulinamos fotokeitiklių gamybos technologijos, keitiklių kaina vis mažėja. T. y., jeigu šiandien investicijos į tokią jėgainę atsiperka tik per ilgą laiką, tai ateityje, smarkiai sumažėjus investicijų poreikiui dėl atpigusių fotokeitiklių bet išlikus aukštai elektros energijos supirkimo kainai, šio pobūdžio investicijos gali būti patrauklios (Atsinaujinančių energijos... 2010).

IŠVADOS

Dauguma Lietuvos visuomeninių pastatų yra prastos būklės, todėl jų modernizavimas yra aktuali problema šiais laikais. Atlikti ir atliekami visuomeninių pastatų modernizavimo projektai nėra kokybiški ir visiškai išbaigti. Jų finansavimas nėra sudėtingas, kadangi didelę dalį lėšų skiria Europos Sąjunga. Taičiau, net ir turėdama lėšų, Lietuva nesugeba modernizuoti visuomeninius pastatus maksimaliai. Taip yra todėl, kad valstybė reikalauja atlikti projektus už minimalias išlaidas ir neskiria viso gauto finansavimo, dėl to kenčia darbų kokybė, silpnėja projekto sprendimai. Atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimas projektuose, siekiant darnios plėtros, taip pat yra labai menkas. Tačiau negalime teigti, kad viskas yra blogai, projektai yra vykdomi, pastatai modernizuojami, mažinamas energijos vartojimas, gerinama pastatų būklė, ilginamas jų gyvavimo laikotarpis. Užsienio šalyse yra kiek kitaip. Aiškesnis problemos kėlimas į viešumą, labiau suderintas finasavimo skyrimas, geresnė modernizavimo projektų kokybė, didesnė pastatų priežiūra leidžia manyti, kad užsienio šalys yra pažengusios toliau.

Atlikę visuomeninio pastato modernizavimo projekto tyrimą, pamatėme, kad projektas atitiko modernizavimui keliamus reikalavimus ir standartus. Statybų darbai buvo atlikti už minimalią kainą, neskiriant rangos įmonei viso finansavimo, dėl to nukentėjo darbų ir projekto kokybė. Atlikta SSGG analizė parodė, kad modernizavimo projekto sprendimai yra standartiniai, atlikti mažiausiomis išlaidomis. Projekte nebuvo apsvarstytos kitokios galimybės, nebuvo aiškiai išnagrinėtos galimos grėsmės. Pamatėme, kad modernizuoto pastato tolesnei pasatato eksplotacijai bus reikalingos nemažos lėšos, nors pastatas ir yra modernizuotas. Baigiamajame darbe buvo pasiūlyta keletas geresnių projekto sprendimų. Mokyklos atitvarų šiltinimas dvigubu sluoksniu atsipirktų jau po 4 metų. Elektrinio katilo sprendimas projekte yra vienas neekonomiškiausių, todėl būtina svarstyti kito šildymo būdo pasirinkimo galimybes. Įntegruotos į pastatą saulės baterijos atsipirktų po 7-8 metų. Darbo pradiniai rezultatai buvo pateikti straipsnyje (A priedas).

LITERATŪRA

American Recovery and Reinvestment Act [interaktyvus]. 2009. *Arra, School Modernization* [žiūrėta 2012 11 27]. Prieiga per internetą: http://www2.ed.gov/policy/gen/leg/recovery/modernization/index.html.

Repairing and Modernizing America's Schools [interaktyvus]. 2011. *The White House, Office of the Press Secretary* [žiūrėta 2012 11 27]. Prieiga per internetą: http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2011/09/13/fact-sheet-repairing-and-modernizing-americas-schools.

Ardente, F.; Beccali, M; Cellura, M.; Mistretta, M. 2011. Energy and environmental benefits in public buildings as a result of retrofit actions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15: 460-470.

Atnaujinimo priemonės [interaktyvus]. 2012. *Būsto ir urbanistinės plėtros agentūra* [žiūrėta 2012 12 01]. Prieiga per internetą: http://www.atnaujinkbusta.lt/index.php/lt/p/atnaujink-busta/apie-daugiabuciu modernizavimo-programa/daugiabucio-atnaujinimo-priemones.

Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo Ukmergės rajone galimybių studija [interaktyvus]. 2010. Lyderio studija. Ukmergė [žiūrėta 2012 11 27]. Prieiga per internetą: http://www.lyderio.lt/uploads/files/atsinaujinantys.pdf.

Balaras, C. A.; Gaglia, A. G; Georgopoulou, E; Mirasgedis, S; Sarafidis, Y; Lalas, D.P. 2007. European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings, *Building and Environment* 42(3): 1298–1314.

Centrinė viešųjų pirkimų informacinė sistema [interaktyvus]. 2012. Viešųjų pirkimų tarnyba [žiūrėta 2012 11 25]. Prieiga per internetą: https://pirkimai.eviesiejipirkimai.lt/.

Dėl finansavimo skyrimo pagal finansavimo kryptį „Švietimo įstaigų pastatų atnaujinimas (modernizavimas), sumažinant energijos suvartojimo sąnaudas [interaktyvus]. 2012. *Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministro įsakymas* [žiūrėta 2012 11 25]. Prieiga per internetą: http://tar.tic.lt/Default.aspx?id=2&item=results&aktoid=3E3071C6-A177-4C4C-8E6A0256063A69F7.

Dylewski, R.; Adamczyk, J. 2011. Economic and environmental benefits of thermal insulation of building external walls, *Building and Environment* 46: 2615-2623.

Duran-Narucki, V. 2008. School building condition, school attendance, and academicachievement

in New York City public schools: A mediation model, *Journal of Environmental Psychology* 28 (2008) 278–286.

Energijos priemonių skatinimo ir kontrolės būdai . 2007. *Projekto SENET studija* [žiūrėta 2012 01 25]. Prieiga per internetą: http://www.lsta.lt/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,459/.

Filardo, M.; Bernstein, J.; Eidenbrey R. [interaktyvus]. 2012. *An Infrastructure Program to Repair Our Nation's Public Schools* [žiūrėta 2012 12 01]. Prieiga per internetą: http://jaredbernsteinblog.com/wp-content/uploads/2011/08/Fix-Americas-Schools-Today-FAST.pdf

Gluosnis, A. 2007. Kai kurie gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų šildymo ir vėdinimo ypatumai. Pastatų inžinerinės sistemos. *Respublikinė mokslinė konferencija*. Vilnius, 2007.

Įgyvendinami projektai [interaktyvus]. 2012. *ES struktūrinė parama* [žiūrėta 2012 12 16]. Prieiga per internetą: http://www.esparama.lt/projektas?id=16243&order=&page=6&pgsz=10.

Guidance on Energy Efficiency in Public Buildings [interaktyvus]. 2012. *European PPP Exper tise Centre* [žiūrėta 2012 11 27]. Prieiga per internetą: http://www.eib.org/epec/resources/epec_guidance_ee_public_buildings_en.pdf.

Įgyvendinami projektai [interaktyvus]. 2012. *ES struktūrinė parama* [žiūrėta 2012 12 16]. Prieiga per internetą: http://www.esparama.lt/projektas?id=8191&order=&page=6&pgsz=10.

Itard, L.; Meijer, F.; Vrins, E.; Hoiting, H.. 2008. *Building Renovation and Modernisation in Europe: State of the art review.* The Netherlands: Delft University of Technology. 82-88.

Yilmaz, Z.; Kundakci, A. B. 2008. An approach for energy conscious renovation of residential buildings in Istanbul by Trombe wall system, *Building and Environme*nt 43(4): 508– 517.

Junghans, A. 2012. Model for energy effisiency improvement of intire building stock, *Facilities,* Vol. 31, no 3/4. Emerald Group Publishing Limited.

Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K. Internetinė sprendimų parama. Monografija. Vilnius: Technika, 2002. 292 p.

Kuckshinrichs, W.; Kronenberg n, T.; Hansen, P. 2010. The social return on investment in the energy efficiency of buildings in Germany, *Energy Policy* 38: 4317–4329.

Lietuvos statistikos departamentas [interaktyvus]. 2012. *Metiniai pastatų statybos duomenys* [žiūrėta 2012 12 15]. Prieiga per internetą: http://www.stat.gov.lt/lt/pages/view/?id=2441.

Martinaitis, V.; Kazakevičius, E.; Vitkauskas, A. 2007. A two - factor method for appraising building renovation and energy efficiency improvement projects, *Energy Policy* 35(1): 192– 201.

Mickaitytė, A. 2008. Visuomeninių pastatų atnaujinimas pagal darnos principus: Daktaro disertacija. Vilniaus Gedinimo technikos universitetas. Vilnius, Technika.

Modernizuoti Lazdijų ligoninės ir Lazdijų meno mokyklos pastatai pagerinant jų energetines charakteristikas [interaktyvus]. 2012. *Skelbimai. Lazdijų rajono savivaldybės administracija* [žiūrėta 2012 11 25]. Prieiga per internetą: http://www.lazdijai.lt/go.php/lit/Modernizuoti_Lazdiju_ligonines_ir_Lazdij/718.

Objekto aprašymas [interaktyvus]. 2010. *Statybų birža* [žiūrėta 2012 12 24]. Prieiga per internetą: http://www.statybukonkursai.lt/lt/constructions/15568.

Ouyang, J.; Ge, J.; Hokao, K. 2009. Economic analysis of energy - saving renovation measures for urban existing residential buildings in China based on thermal simulation and site investigation, *Energy Policy* 37(1): 140–149.

Renewable energy in the European Union [interaktyvus]. 2010. *Wikipedia*. [žiūrėta 2012 11 27]. Prieiga per internetą: http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy_in_the_European_Union.

Sartori, I.; Bergsdal, H.; Muller, D.B.; Bratteb, H. 2008. Towards modelling of construction, renovation and demolition activities: Norway's dwelling stock, 1900-2100, *Building research & information* 36(5): 412–425.

Saulės baterijos [interaktyvus]. 2012. *UAB „Saulės ir vėjo energijos pagalba.* Vilnius [žiūrėta 2012 12 25]. Prieiga per internetą: http://www.svep.lt/saules-energija/Saules-baterijos/saules-baterija-mono-svspm/.

Statybos įstatymas [interaktyvus]. 2002. *Lietuvos Respublikos Seimas* [žiūrėta 2012 12 01]. Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=404424.

STR 2.01.[6]:1999 Esminiai statinio reikalavimai. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas. Vilnius, 1999.

STR 2.01.09:2005 Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas. Vilnius, 2005.

STR 2.02.02:2004 Visuomeninės paskirties statiniai. Architektūra, projektavimas, statyba. Vilnius, 2004.

Šildymo išlaidų skaičiuoklė [interaktyvus]. 2012. UAB „Vilpra“ [žiūrėta 2012 12 25]. Prieiga per internetą: http://www.vilpra.lt/lt/skaiciuokles/sildymo-irangos-galios-skaiciuokle?area=330&char=4&region=1&temperature=20&water=0&submit=Skai%C4%8Diuoti.

Užšilaitytė, L.; Martinaitis, V. 2010. Search for Optimal Solution of Public Building Renovation in Terms of Life Cycle, *Journal of environmental engineering and landscape management* 18(2): 102–110.

Visalaukės pagrindinės mokyklos 1C2/p pastato patalpų rekonstrukcija. 2010. *Projekto duomenys*. UAB „Mūras“, Vilnius.

Wang, Y.; Huang, Z.; Heng, L. 2007. Cost-effectiveness assessment of insulated exterior walls of residential buildings in cold climate, *International Journal of Project Management* 25(2): 143–149.

Zaborskas, K. 2009. Viešųjų pastatų renovacijos eiga ir patirtis. *LVPA*, Vilnius.

PRIEDAI

VISUOMENINIŲ PASTATŲ ŠILUMOS NUOSTOLIŲ MAŽINIMO GALIMYBĖS

Vytautas Juodagalvis
Vilniaus Gedimino technikos universitetas
El. paštas: eednett@yahoo.com

Santrauka. Straipsnyje nagrinėjamos visuomeninių pastatų šilumos nuostolių mažinimo galimybės. Apžvelgti geriausi ir efektyviausi būdai. Nagrinėjamas pastatų atitvarų varžos didinimo poveikis pastatui, aptariami sienų, stogo, grindų šiltinimo ypatumai. Parodyta tiesioginė pastato šilumos nuostolių priklausomybė nuo atitvarų šiluminės varžos. Darbe pateikti automatizuoto šilumos punkto ir fasado langų keitimo privalumai. Išdėstyti reikalavimai langams, jų tiekėjams, bei gamintojams. Taip pat rašoma apie šilumos ir vėdinimo sistemas, jų reguliavimą, apžvelgiamos didžiausios šių sistemų problemos. Išdėstomi galimi šilumos ir vėdinimo sistemų sprendimai visuomeniniuose pastatuose. Aptariamas pasyvios saulės energijos pritaikymas visuomeniniuose pastatuose. Darbo išvadose išdėstomi pagrindiniai šilumos nuostolių mažinimo sprendimai.

Reikšminiai žodžiai: šilumos nuostoliai, šiluminė atitvarų varža, šildymas, pasyvi saulės enegija.

Įvadas

Energijos taupymas yra svarbi Lietuvos Respublikos ir visos Europos Sąjungos energetikos politikos dalis. Europos šalių pastatuose sunaudojama apie 40 proc. energijos. Trečdalis šio kiekio – pramoninės, komercinės bei visuomeninės paskirties pastatams (biurams, mokykloms, ligoninėms, viešbučiams, kt.), kita dalis tenka gyvenamiesiems namams. Tai yra didelis kiekis, todėl pastato rekonstrukcija, energijos efektyvumo atžvilgiu, yra aktualus dalykas. Energijos mažinimas pasiekiamas mažinant šilumos sąnaudas, atnaujinant pastato katilinę, mažinant elektros energijos, karšto vandens sąnaudas, įrengiant efektyvų vėdinimą. Aptarsime visuomeninių pastatų šilumos nuostolių mažinimo galimybes.

Pastato atitvarų šiltinimas

Didelė dalis patalpoms šildyti panaudotos energijos prarandama per pastatų atitvaras. Senos statybos visuomeninių pastatų padėtis yra nepatenkinama, todėl pastatus būtina apšiltinti. Šiltinant svarbu žinoti, kaip tikrieji šilumos nuostoliai priklauso nuo atitvaros visuminės šiluminės varžos. Kaip matyti iš 1 pav., veiksmingiausia apšiltinti pastatus, kurių atitvarų šiluminė varža yra maža. Pavyzdžiui, šiluminę varžą padidinus nuo 1 iki 2, šilumos nuostoliai sumažėja 50 proc., o padidinus nuo 1 iki 5 – 80 proc. (Lietuvos Respublikos ūkio ministerija 2008).

Apšiltinimo kaina priklauso nuo šiltinimo medžiagų, jų tvirtinimo elementų ar sistemos, apdailos ir darbo vertės. Siekiant didžiausios naudos, apšiltinant pastatus svarbu:

- užsandarinti plyšius atitvarose, kad sumažėtų išorės oro infiltracija;
- apšiltinti sienas, stogą, grindis ant grunto, rūsio, pastogės perdangas;
- įdėti kokybiškesnius langus ir duris;
- bute (patalpoje) naudoti šilumą atspindinčias medžiagas už šildymo prietaisų – jas patogu įrengti atnaujinant, remontuojant ar statant naują pastatą. (Lietuvos Respublikos ūkio ministerija 2008)

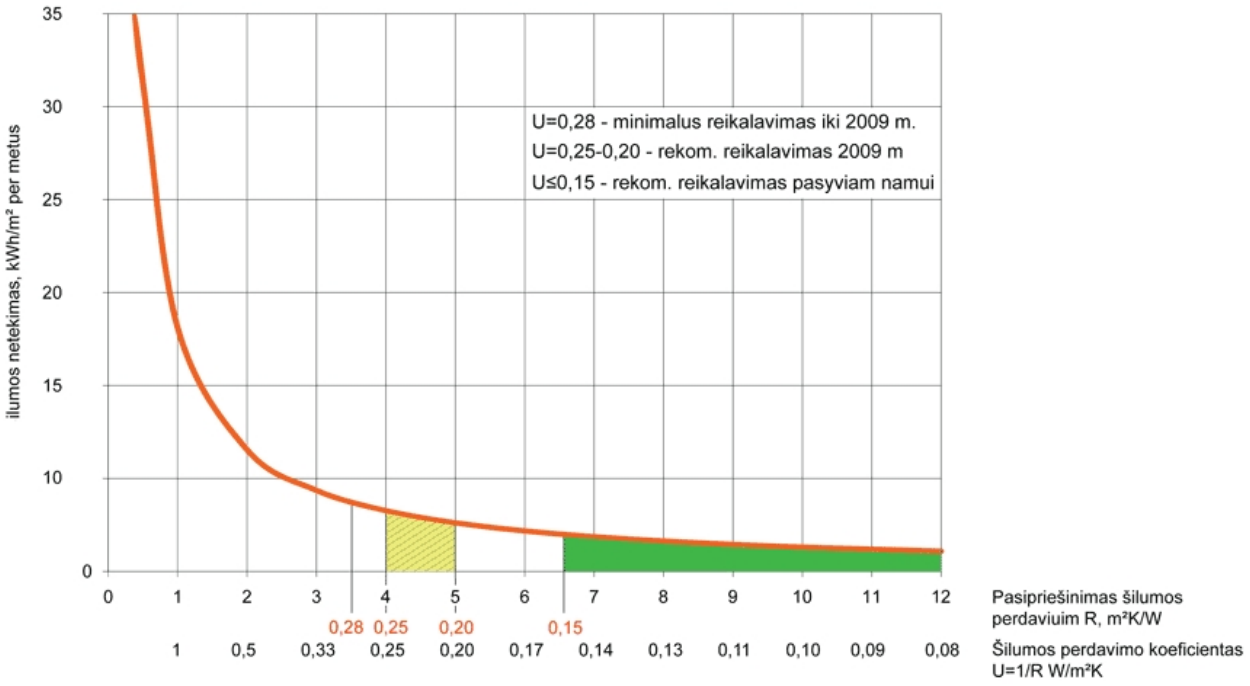
Norint įrengti kokybišką atitvarą - sieną, stogą, grindis, pertvarą - reikia užtikrinti visos konstrukcijos teisingą įrengimą, kadangi net menkiausia klaida gali niekais paversti visas pastangas.

Tai yra bendrosios nuostatos, taikomos šilumą izoliuojančių medžiagų gaminiams.

Šilumą izoliuojančios plokštės privalo:

- visiškai prigulti prie šiltinamos atitvaros paviršiaus;
- būti perstumtos viena kitos atžvilgiu;
- montuojant į vidinį karkasą, turi jį visiškai užpildyti;
- vėjo izoliacijos plokštės iš akmens vatos turi perdengti visas universalių plokščių siūles ir glaudžiai prie jų priglusti.

Tinkamai apšiltintas pastatas sunaudoja vos 27 proc. energijos, kurios reikėtų apšildyti standartinį iki 1974 metų pastatytą namą.



1 pav. Pastato šilumos nuostolių priklausomybė nuo atitvarų šiluminės varžos.

Fig. 1. Heat loss dependence of building thermal resistance.

Šilumos mazgo modernizavimas

Automatizuotas šilumos punktas yra skirtas ekono-miškam centralizuotai tiekiamos šilumos energijos reguliavimui gyvenamuosiuose, visuomeniniuose pasta-tuose. Automatizuoti šilumos punktai suteikia galimybę vartotojui efektyviai reguliuoti šiluminės energijos sunaudojimą pagal poreikius ir finansines galimybes ir palaikyti patalpose pageidaujamą temperatūrą. Šie punktai skirti tiekiamai šiluminei energijai ir karštam vandeniui reguliuoti naudojant termofikacinį vandenį, tiekiamą iš centralizuotų šilumos tinklų gyvenamuosiuose namuose, visuomeninės paskirties arba gamybiniuose pastatuose. Vienas automatizuotų šilumos punktų privalumų – automatinis temperatūros palaikymas, nepaisant lauko temperatūros pokyčių. Šio punkto įdiegimas leidžia sutaupyti šiluminės energijos vartojimą vidutiniškai nuo 20 iki 30 proc, palyginti su neautomatizuotu šilumos punktu, priklausomai nuo pastatų konstrukcijos.

Automatizuotas šilumos punktas yra kompaktiškas, ekonomiškas, paprastai eksploatuojamas, lengvai mont-uojamas vietoje, pagamintas iš aukščiausios kokybės produkciją gaminančių firmų įrengimų, taikant tipines ir individualias schemas.

Šilumos punkto rekonstrukcijos metu elevatorinė šildymo sistema keičiama nepriklausoma, karšto vandens ruošimui įrengiamas individualus plokštelinis šilumo-kaitis, šilumos apskaita, kontrolės ir automatikos prietaisai (2 pav.). Nepriklausomos sistemos įrengimas įgalina daugiabučio namo šildymo sistemoje palaikyti pastovų reikiamą slėgį, apsaugo nuo slėgių svyravimų magistraliniuose tinkluose, namo vamzdžių ar radiatorių avarijų, butų užpylimo pavojaus. Esant šiai sistemai, gyventojai be papildomo susitarimo su šilumos tiekėju gali savo nuožiūra įjungti ar atjungti daugiabučio namo šildymą.

Automatizuoto šilumos punkto pagrindiniai privalumai:

- patalpose automatiškai palaikoma vartotojo pasirinkta norima temperatūra;
- automatinis (programinis) patalpų oro temperatūros sumažinimas nakties metu iki vartotojo pageidaujamos temperatūros;
- automatinis (programinis) patalpų oro temperatūros sumažinimas iki vartotojo pageidaujamos temperatūros nedarbo dienomis (mokyklose, poliklinikose, administra-ciniuose pastatuose ir pan.);
- taupoma energija šildant pastatus, t. y. neperšildant patalpas pavasarį ir rudenį, sumažinant patalpos temperatūrą nakties metu;
- energijos taupymas ruošiant karštą vandenį, t.y. sumažinant karšto vandens temperatūrą naktį;
- automatiškai apsaugo šildymo sistemą nuo užšalimo;
- užtikrina vienodą patalpų šildymą;
- užtikrina reikiamą ir pakankamą karšto vandens temperatūrą.

Fasado langų keitimas

Projektuojant fasadus, ar juos rekonstruojant vienas iš svarbiausių architektūrinių sprendimų yra įstiklinimo charakteristikos: plotas, stiklo rūšis, šilumos perda-vimo koeficientas ir langų orientacija.

Skaidriosios fasado dalys yra labai svarbūs pastato konstrukciniai elementai, nes šiluminiu atžvilgiu yra silpnoji pastato dalis ir jo šilumos laidumas visada bus didesnis nei gerai izoliuotos sienos. Yra paskaičiuota, kad pavyzdžiui JAV apie 3 %, o Švedijoje 7 % visos šalyje suvartojamos energijos yra prarandama dėl langų. Teisingai orientuoti, didelio efektyvumo lan-gai yra vienas iš svarbiausių energiškai efektyvaus pastato elementų. Dideli fasado įstiklinimo plotai didina šilumos nuostolius ir atitinkamai energijos poreikį šildymui žiemą, o vasarą – didesni šilumos pritekėjimai didina energijos poreikius vėsinimui. Langai daro įtaką šildymo, vėsinimo, vėdinimo, apšvietimo bei mikroklimato sistemų siurblių ir ventiliatorių suvarto-jamai energijai regimajam, šiluminiam ir psicholo-giniam komfortui užtikrinti (Motuzienė 2010).

Didinant pastatų atitvarų apšiltinimo lygį, langas išlieka savotiška šilumos praradimo skyle pastate – lango šilumos perdavimo koeficientas vis tiek bus apie 10 kartų didesnis negu kitų aitvarų. Per langus prarandama nemažai šilumos, dėl žemesnės langų vidinių paviršių temperatūros kyla mikroklimato problemų. Todėl didėja langų šiluminių savybių svarba viso pastato energijos sąnaudų kontekste. Kitas svarbus energijos sąnaudų mažinimo pastatuose aspektas yra pastato sandarumo didinimas, susijęs su šilumos nuostolių dėl infiltracijos mažinimu. Kuo pastatas sandaresnis, tuo mažiau šilumos prarandama per nesandarias vietas – tiek langų, tiek ir kitų pastato atitvarų. Kadangi numatytas

privalomas energiškai efektyvių pastatų sandarumo matavimas, kartu bus patikrintas ir langų sandarumas. Todėl labai svarbios ne tik lango šilumos perdavimo koeficiento vertės, bet ir lango orinio laidumo klasės. Kuo geriau pagaminti langai, tuo didesnė langų sumontavimo pastate reikšmė, nes šilumos nuostoliai per angokraštį gali būti didesni už šilumos nuostolius per patį langą. Todėl energiškai efektyviuose pastatuose montuojamiems langams turi būti parengtos langų montavimo schemos ir apskaičiuotos angokraštyje susidarančių ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientų vertės. Kadangi pastato energinis efektyvumas vertinamas ne tik pagal šilumos nuostolius per atitvaras, bet ir pagal saulės šilumos pritekėjimus į pastatą, tampa svarbus lango įstiklintos dalies visuminės saulės energijos pralaidumas, kuris priklauso nuo stiklo paketo stiklų kiekio, stiklo dangų rūšies, langų įstiklintos dalies suskirstymo, apsaugos nuo perkaitimo priemonių panaudojimo.

Reikalavimai langams

Teisingai deklaravus lango įstiklintos dalies visuminės saulės energijos pralaidumo koeficientą, yra tiksliau įvertinamos pastato energijos sąnaudos. Statant energiškai efektyvius namus, yra siekiama, kad juose būtų montuojami ir energiškai efektyvūs langai. Todėl langų gamintojai, norintys tiekti langus tokiems pastatams, turi ne tik deklaruoti atitiktį darniųjų Europos standartų reikalavimams, bet ir atlikti papildomas langų energinio efektyvumo klasifikavimo procedūras.

Numatyti yra šie langų energinio klasifikavimo etapai:

1. Lango šilumos perdavimo koeficiento vertė yra nustatoma tik bandymais pagal LST EN ISO 12567-1:2010 reikalavimus. Bandomųjų langų matmenys – 1480 x1230 mm. Langų gamintojas turi deklaruoti stiklo paketo šilumos perdavimo koeficiento, lango rėmo šilumos perdavimo koeficiento ir ilginio šiluminio tiltelio stiklo paketo perimetru šilumos perdavimo koeficiento vertes. Po bandymų, remiantis tiekėjo deklaruotomis minėtomis vertėmis, turi būti apskaičiuota tų pačių matmenų, kaip ir išbandyto lango, šilumos perdavimo koeficiento vertė pagal LST EN ISO 10077-1:2006 reikalavimus. Jei skaičiavimų ir bandymų rezultatai skirsiasi daugiau už 5 proc., tiekėjas turi patikslinti deklaruojamąsias lango šilumos perdavimo koeficientų vertes. Kai skirtumas bus mažesnis, gamintojas arba tiekėjas apskaičiuoja į rinką tiekiamų kitų nei bandytų matmenų langų šilumos perdavimo koeficientus pagal LST EN ISO 10077-1:2006 reikalavimus. Kiekvienas pastate sumontuotas langas turi turėti savo šilumos perdavimo koeficiento vertę.

2. Lango orinio laidumo klasė turi būti nustatyta bandymais pagal LST EN 1026 ir LST EN 12207 reikalavimus. Energiškai efektyviuose pastatuose bus montuojami tik aukščiausios oro pralaidumo klasės langai.

3. Kartu su langu gamintojas turi pateikti ir lango montavimo schemą. Tai nėra viena schema, tokios schemos turi būti skirtingos karkasiniam, blokų mūro namui, modernizuojamam pastatui ir pan. Lango montavimo metu lango perimetru susidarančio ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficiento vertė turi būti apskaičiuota pagal tiekėjo pateiktos lango montavimo schemos duomenis (geometriniai matmenys, naudojamos medžiagos, jų savybės) pagal LST EN ISO 10211:2008 reikalavimus. Šiam darbui reikalingi įgūdžiai, tačiau, R. Bliūdžiaus tikinimu, tai bus labai naudinga.

4. Lango įstiklintos dalies visuminės saulės energijos praleidimo koeficiento vertei nustatyti lango tiekėjas turi pateikti koeficiento skaičiavimus pagal LST EN 410:2000 reikalavimus. Dauguma skaičiavimui reikalingų duomenų gaunama iš stiklų tiekėjų (Blūdžius 2011).



2pav. Lango su reguliuojama orlaide pjūvis.

Fig. 2. Section of window with controlled airhole.

Šildymo reguliavimas. Vėdinimas

Didžioji dalis mokyklų, ikimokyklinių įstaigų, kolegijų, aukštųjų mokyklų, mokslinio tyrimo institutų, ligoninių, bibliotekų ir kitos visuomeninės paskirties pastatų statyti 1970-1990 m., įrengiant juose šildymo sistemas su ketiniais M140 arba M-140AO tipo arba plieniniais radiatoriais. Mokyklų, darželių-lopšelių, mokymo ir mokslo įstaigų patalpose būtina 1,5-2,0 kartinė oro kaita, t.y., oro tūris jose turi pasikeisti pusantro ar du kartus per valandą. Per esamus nesandarius langus veržiasi lauko oras, kuris susimaišęs su šiltu oru, kylančiu nuo šildymo prietaisų, vėdino patalpas. Iš viršutinės jų dalies šis oras buvo šalinamas natūraliomis vėdinimo sistemomis, kurios išliko iki šiol. Vidutiniškai 1 m^2 šildyti reikia 228 kWh per metus. Beveik 50% tiekiamos šiluminės energijos prarandama dėl minėtos oro infiltracijos per langus ir šilto oro, šalinamo natūraliomis vėdinimo sistemomis. Tuo tarpu įrengtos tiekiamosios ventiliacijos sistemos neveikia arba jos išardytos. Dėl žemos oro temperatūros ir didelės oro santykinės drėgmės, mokyklų ir net ligoninių patalpose, veisiasi pelėsiniai grybeliai, susidaro didelė anglies dvideginio (CO_2) koncentracija patalpose. Dėl to netenkinamos Higienos normos HN42:2004 nuorodos. Tai kenkia moksleivių, studentų, ligonių ir kitų žmonių sveikatai, mažėja darbingumas, mokymosi kokybė.

Per pastaruosius penkerius metus renovuota daugiau kaip 160 mokyklų. Jų tarpe 106, kuriose panaudotos Pasaulio banko ir Šiaurės investicijų banko lėšos. Pagrindinis renovacijos tikslas – pakeisti langus, mažinti šilumos nuostolius per juos, išvengiant šalto lauko oro infiltracijos, t.y. sandarinamos patalpos. 32-ose keisti šilumos punktai, 60-yje renovuotos šildymo sistemos ir tik 18-oje renovuotos vėdinimo sistemos (Gluosnis 2007).

Taupant pirminių šilumos šaltinių išteklius, būtina įsisavinti šalinamą iš pastatų oro šilumą. Ypač efektyvios sistemos su rekuperatoriais ir regeneratoriais, kuriais šildomas į patalpas tiekiamas oras. TŪB „Salda“ siūlo rekuperatorius RIS, kuriais galima šildyti nuo 250 iki 25000 m^3/h oro. Jų energinio efektyvumo koeficientas 40-60%. Orą iki reikiamos temperatūros galima pašildyti juose įrengtais vandens ar elektriniais kaloriferiais. UAB „Amalva“ siūlo labai efektyvius regeneratorius REGO, kuriais galima šildyti nuo 1000 iki 55000 m^3/h oro. Jų energinio efektyvumo koeficientas iki 80%. UAB „Gilius ir Ko” siūlo kanalinius oro šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo įrenginius „Vento System”, kuriais galima tiekti nuo 300 iki 9000 m^3/h šilto oro (Gluosnis 2006).

Jeigu esamą šildymo sistemą nenorime ardyti, ją galima naudoti palaikant patalpose 10°C oro temperatūrą. Juk moksleiviai, darželinukai ar studentai patalpose būna 8-10 valandų, o likusiomis 16-14 valandų nebūtina šiose patalpose palaikyti 18 arba 20°C oro temperatūrą. Taigi, šildymo sistema palaiko oro temperatūrą 10°C visą parą, o darbo metu, įrengus tiekiamąją rekuperacinę arba regeneracinę vėdinimo sistemą, valandą iki prasidedant pamokoms ar užsiėmimams, ją įjungus ir tiekiant iki 24-26°C temperatūros pašildytą lauko orą, pasieksime patalpose reikiamą oro temperatūrą, o svarbiausia – vėdinsime patalpas (Gluosnis 2007).

Pasyvi saulės energija

Visuomeninių patalpų šildymas kasmet pareikalauja didelių išlaidų energijai, gaunamai iš organinio kuro. Tinkamai panaudojus pasyviojo saulės šildymo galimybes, šias išlaidas galima gerokai sumažinti. Lietuvoje šildymo sezonas prasideda spalio mėnesį ir baigiasi balandžio mėnesį, maksimalių energijos sąnaudų pareikalaudamas sausio ir vasario mėnesiais. Tuo metų laiku saulės spinduliavimo intensyvumas yra kaip tik pats mažiausias.

Pasyviojo šildymo paskirtis kelia kitokius reikalavimus saulės energijos panaudojimui, negu šilumos ar elektros gamyboje iš saulės energijos. Pasyviajam šildymui visai neaktualus saulės energijos naudojimas nešildymo sezono metu, bet aktualus maksimalus jos išnaudojimas tik šildymo sezono metu, t. y. mažiausio saulės spinduliavimo periodu. Šiuo požiūriu analizuojant saulės spinduliavimo metinio kitimo kreives, išryškėja viena labai svarbi aplinkybė. Spalio, lapkričio, gruodžio, sausio ir vasario mėnesiais saulės spindu-liavimo intensyvumo kreivė į vertikalią plokštumą, orientuotą pietų kryptimi, praktiškai sutampa su kreive į plokštumą, orientuotą optimaliu kampu. Tai labai svarbi aplinkybė, kadangi vertikali plokštuma – pastato fasadinė siena tampa pagrindine pasyviojo šildymo sistemos dalimi. Kartu tampa nesvarbi šildymo objekto orientavimo erdvėje problema, reikalaujanti ne tik papildomų techninių sprendimų, bet ir nemažų ekonominių sąnaudų.

Spinduliavimo intensyvumas į vertikalų namo fasadą priklauso ir nuo jo orientavimo pasaulio šalių atžvilgiu. Kaip rodo matavimai, žiemą vertikali plokštuma, orientuota 30° kampu į rytus ar vakarus nuo pietų krypties, gauna daugiau energijos negu orientuota tiksliai į pietus. Labai svarbus veiksnys tas, kad siena, netgi atsukta į šiaurę, gauna beveik 70% sienos energijos, atsuktos į pietus.

Pasyviojo saulės šildymo sistema apima namo sudedamųjų dalių (langų, sienų, grindų ir kt.) konfigūraciją ir išdėstymą taip, kad saulės energija būtų maksimaliai kaupiama, išsaugoma ir tinkamai paskirstoma. Energijos vartojimo požiūriu į namą galima žiūrėti kaip į uždarą sistemą, kuri turi keletą išorinės energijos patekimo kelių ir keletą vidinės energijos praradimo kelių. Šildomas namas pirmiausia turi turėti gerą šilumos izoliaciją, kad susiaurintų vidinės energijos praradimo kelius. Tai jau savaime sutrumpina šildymo sezoną ir šildymo išlaidas. Namui šildyti sunaudojama šiluma - tai iš esmės namo šilumos nuostoliams per langus, ventiliacijos kanalus, sienas, stogą, grindis kompensuoti reikalinga šiluma.

Saulės spinduliuojama energija į Šildomos patalpos vidų patenka ir tiesiogiai šviesos pavidalu per langus ir netiesiogiai per sienas ir kitas konstrukcijas. Į namo vidų patekusią Saulės šviesą vidiniai erdvės paviršiai konvertuoja į šilumą. Tai pasyvus erdvės šildymas tiesioginiais saulės spinduliais. Tokių sistemų projektavimo tikslas būtų maksimizuoti tiesioginės šviesos patekimą ir maksimizuoti jos konversiją į šilumą ir kuo daugiau tos energijos akumuliuoti ir išsaugoti.I namą patenka ne tik tiesioginė saulės šviesa, bet dar ir dalis išsklaidytos atmosferoje bei atsispindėjusios nuo žemės paviršiaus ir kitų daiktų. Šviesa. Į namo vidų taip pat patenka ir namo išorėje esančių saulės įkaitintų daiktų šiluma. Ji patenka laidumo, konvekcijos ir spinduliavimo būdais. Be tiesioginio bei išsklaidyto saulės šviesos ir išorėje esančių kitų objektų spinduliuojamos šilumos patekimo į šildomą erdvę, projektuojamos ir specialiosios pasyviojo šildymo priemonės: saulės siena**,** trombė siena**,** saulės erdvė.

Bendruosius pasyviojo saulės šildomo namo projektavimo principus galima suformuluoti taip:

- Gera šildomų patalpų šilumos izoliacija ir minimalūs oro nutekėjimai į išorę, kad būtų minimizuoti šilumos nuostoliai;
- Narnas turi būti orientuotas fasadu į pietus ir turėti maksimalu fasado plotą;
- Namo įstiklinimas turi būti koncentruotas pietiniame fasade;
- Namas žiemą neturi patekti (kitų namų ar statinių šešėlius;
- Namo viduje turi būti maksimaliai panaudotos šilumą sugeriančios, ją išsaugančius ir patalpos temperatūros svyravimus išlyginančios masės. (Kytra, S. 2006)

Pasyvios saulės technologijos:

1. Tiesioginis ir netiesioginis saulės panaudojimas vidaus patalpų šildymui;
2. Saulės fasadai;
3. Saulės šildytuvai vandeniui (savitakės sistemos);
4. Šiluminės masės (pav. saulės sienos) ir fazių kaitos medžiagų* inercijos panaudojimas sulėtinant vidaus oro temperatūros kaitą;

- Saulės viryklės;

- Saulės arba šilumos kaminai - naturaliam patalpų vėdinimui ir vėsinimui suaktyvinti, pritaikant saulės sušildyto oro srauto konvekciją (nuo antikos laikų žinomas ir naudojamas būdas Artimuosiuose rytuose ir senovės Romoje);
- Soliariumai (šiltnamiai) prie pietinės namo pusės;
- Pasyvusis vėdinimas ir vėsinimas mažinantis energijos suvartojimą vasarą, taip pat natūralus vėsinimas naktį, atvėsusiu lauko oru;
- Kitos technologijos, kurios paverčia saulės energiją naudinga šiluma ir absorbuoja energijos atsargas vėlesniam panaudojimui (oro, vandens, šiluminės masės), nenaudojant arba labai mažai naudojant įprastus energijos šaltinius – elektrą, dujas ir pan.

**Fazių kaitos medžiaga – yra medžiaga, kuri išlydoma ir kietėdama esant tam tikrai temperatūrai, gali išsaugoti arba išskirti didelius kiekius energijos. Šiluma absorbuojama arba grąžinama, kai medžiagos fizinis būvis kinta iš kietos į skystą ir atvirkščiai. Šios medžiagos klasifikuojamos kaip "paslėptos šilumos" saugojimo elementai: organiniai (parafinas,riebioji rūgštis) , neorganiniai (druskos hidratas) arba jų mišiniai.*

Išvados

1. Norint sumažinti esamų visuomeninių pastatų šilumos nuostolius, efektyviausia yra apšiltinti pastato atitvaras, taip padidinant jų šiluminę varžą bei pakeisti langus.
2. Projektuojant ir įrengiant pastatuose naujas šildymo sistemas arba rekonstruojant esamuose, taikyti dvivamzdes radiatorines, konvekcines, kanalines, grindines, arba orinio šildymo rekuperacines ar regeneracines sistemas.
3. Siekiant užtikrinti visuomeninių pastatų, normalias sanitarines-higienines sąlygas, atitinkančias higieninės normos HN42:2004 nuorodas, būtina įrengti langus su reguliuojamomis orlaidėmis.
4. Siekiant taupyti šiluminę energiją patalpose, kuriose darbas trunka vieną arba dvi pamainas, reiktų žeminti oro temperatūrą ne darbo valandomis ir švenčių dienomis iki 10-12°C, o likus iki darbo vienai ar dviems valandoms, įšildyti jas iki reikiamos (18-20°C) temperatūros, oro šildymo ir vėdinimo sistemomis.
5. Atliekant rekonstrukcijos darbus ar statant naujus visuomeninius pastatus, būtina atsižvelgti į pasyviąją saulės energiją ir ją panaudoti energijos efektyvumo tikslais.

Literatūra

Gluosnis, A. 2007. Kai kurie gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų šildymo ir vėdinimo ypatumai, iš *Pastatų inžinerinės sistemos:* Respublikinės mokslinės konferencijos, įvykusios Vilniuje 2007 m. balandžio 26-27 d., pranešimų medžiaga. Vilnius. 24-26.

Gluosnis, A. 2006. *Gyvenamųjų, visuomeninių ir Administracinių pastatų vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos ir jų įranga*. Žinynas. Kaunas, Technologija. 209.

Blūdžius, R. 2011. Keičiantis reikalavimams energijos taupymui, keičiasi reikalavimai ir langams. *Lietuvos langų rinka ir langų kokybė:* konferencijos RESTA parodos metu, įvykusios Vilniuje 2011 m. balandžio 22-24 d., diskusijos medžiaga. Prieiga per internetą:
<www.languasociacija.lt> [žiūrėta 2012m. kovo 3d.].

Lietuvos Respublikos ūkio ministerija. 2008. *Pastato atitvarų reikšmė taupant šilumą*. Efektyvaus energijos vartojimo pastatuose vadovas. Kaunas. 9-14.

Kytra, S. 2006. *Pasyviojo saulės šildymo principai.* Atsinaujinantys energijos šaltiniai. Žinynas. Kaunas, Technologija. 104-111

Motuzienė, V. 2010. *Įstiklinimo įtakos viešųjų pastatų energijos poreikiams kompleksinė analizė:* Daktaro disertacija. Vilniaus Gedimino Technikos universitetas. Vilnius, Technika. 13-14.

HEAT LOSS REDUCTION OPTIONS IN PUBLIC BUILDINGS

V. Juodagalvis

Abstract

Heat loss reduction options in public buildings are analysing in the article. There is given an overview of the best and most effective methods. There is a review of thermal resistance enhance. There is showen direct heat loss dependence of house thermal resistance. The paper presents an automatic heat point and house facade windows replacement advantages. The requirements for windows, their suppliers, and manufacturers are reported. The article also deals with heating and cooling systems, their regulation and the biggest problems of it. There are produced an overview of heating and ventilation solutions in public buildings. Work presents options of passive solar energy use in public buildings. In conclusions there are written the main solutions of heat loss.

Keywords: heat loss, thermal resistance, heating, passive sun energy.