



L. USTINOVICIUS, G. AMBRASAS,
J. ALCHIMOVIENTĖ, Č. IGNATAVIČIUS,
T. VILUTIENĖ

STATINIŲ EKSPLOATAVIMAS IR ATNAUJINIMAS



Vilnius, „Technika“ 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

L. USTINOVICIUS, G. AMBRASAS,
J. ALCHIMOVIENTE, Č. IGNATAVICIUS,
T. VILUTIENTE

STATINIŲ EKSPLOATAVIMAS IR ATNAUJINIMAS

Mokomoji knyga

Vilnius „Technika“ 2012

L. Ustinovičius, G. Ambrasas, J. Alchimovienė, Č. Ignatavičius, T. Vilutienė.
Statinių eksploatavimas ir atnaujinimas: mokomoji knyga. Vilnius: Technika,
2012. 232 p.

Leidinyje aptariami atskirų pastatų ir gyvenamųjų teritorijų atnaujinimo (modernizavimo) tikslai, aptariamose darnaus gyvenamųjų teritorijų atnaujinimo problemos ir sprendžiami uždaviniai, pateikiama konkrečių pavyzdžių.

Apžvelgiami reikalavimai naujiems pastatams, esamų daugiabučių pastatų būklės ir modernizavimo poreikio įvertinimo klausimai, užsienio šalių patirtis. Aptariama modernizavimo darbų planavimo, organizavimo ir finansavimo specifika, energetinio efektyvumo užtikrinimo priemonės.

Nemažas dėmesys skirtas modernizavimo projektų vertinimui darnos aspektu. Pateikiami dažniausiai pasaulyje taikomi pastatų darnumo vertinimo metodai, taip pat Lietuvos daugiabučių namų darnumo vertinimo metodas, paremtas BREEAM metodika.

Suprasdami šiuolaikines darnios statybos ir pastatų atnaujinimo tendencijas autoriai aptaria atsinaujinančius energijos šaltinius, modernias pastatų koncepcijas ir jų panaudojimo atnaujinimo projektuose galimybes. Didelis dėmesys leidinyje skirtas kvartalų ir gyvenamųjų rajonų kompleksiniam modernizavimui, aprašomi įdomiausi įgyvendinti projektai.

Įvertindami analizuojamų problemų sprendimų gausą, autoriai siūlo efektyvaus varianto parinkimui taikyti daugiakriterinio vertinimo metodus.

Leidinyje skirtas VGTU Statybos technologijų ir valdymo studijų studentams.

Leidinyje parengtas ir išleistas už Europos socialinio fondo lėšas vykdamas projektą „Transporto ir civilinės inžinerijos sektorių mokslo, verslo ir studijų integralumo didinimas (TRANCIV)“, VP1-2.2-ŠMM-09-V-01-008.

VGTU leidyklos TECHNIKA 1415-S
mokomosios metodinės literatūros knyga
<http://leidykla.vgtu.lt>

ISBN 978-609-457-350-7
doi:10.3846/1415-S

© L. Ustinovičius, 2012
© G. Ambrasas, 2012
© J. Alchimovienė, 2012
© Č. Ignatavičius, 2012
© T. Vilutienė, 2012
© Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2012

TURINYS

ĮVADAS	5
1. REIKALAVIMAI, KELIAMI PASTATUI IR JO DALIMS	8
1.1. Pastatų defektai ir jų priežastys	18
1.2. Pastato esamos būklės įvertinimas (diagnozavimas)	23
2. PASTATŲ IŠORINIŲ ATITVARŲ ŠILUMOS IZOLIACINIAI PARAMETRAI PAGAL LIETUVOJE GALIOJANČIŲ REGLAMENTŲ REIKALAVIMUS	29
3. MODERNIZAVIMO POREIKIS	37
3.1. Pastatų modernizavimo tikslai	46
3.2. Inžinerinių tinklų modernizavimas	47
4. UŽSIENIO ŠALIŲ PATIRTIS	48
4.1. Darnaus vystymosi ir darnaus daugiabučių namų atnaujinimo sampratos, principai	48
4.2. Užsienio šalių pastatų modernizavimo analizė	51
4.3. Europos Sąjungos šalių energijos suvartojimo duomenys	60
5. MODERNIZAVIMO PLANAVIMAS, ORGANIZAVIMAS, FINANSAVIMAS ...	67
5.1. Statinių modernizavimo teisinis reglamentavimas	67
5.2. Modernizavimo teisinė bazė Lietuvoje	68
5.3. Šiluminės renovacijos ir modernizacijos sąvokos	71
5.4. Lietuvos daugiabučių namų atnaujinimo finansavimo paramos priemonės, fondai	75
6. ENERGINIO EFEKTYVUMO UŽTIKRINIMO PRIEMONĖS	79
6.1. Apsauga nuo perkaitimo šiltuoju metų laiku	82
6.2. Garų difuzija	84
7. PRIEŠPROJEK TINĖ DIAGNOSTIKA IR MODERNIZAVIMO PROJEKTŲ VERTINIMAS	87
7.1. Gyvenamųjų rajonų ir kvartalų daugiabučių namų būklė ir gyvenamosios aplinkos kokybės problemos	87
7.2. Pasaulyje taikomos darnių pastatų vertinimo sistemos ir metodai	95
7.4. Gyvenamųjų namų darnumo vertinimo metodas BREEAM	100
7.5. Pasiūlytas daugiabučių gyvenamųjų namų vertinimo metodas Lietuvai ...	104
7.6. Metodo aprašymas	104

8. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS ŠALTINIŲ PANAUDOTI PASTATŲ ATNAUJINIMO PROJEKTUOSE GALIMYBĖS.....	113
8.1. Atsinaujinančios energijos sistemos	113
9. ŠILTINIMO PROCESO MODELIAVIMAS.....	130
9.1. SENTRO projekto metu sukurtas įrankis	130
9.2. „RETScreen“ skaičiavimo metodika	133
9.3. Galimybių taikyti energiją taupančias technologijas statyboje vertinimas... ..	139
10. PASYVIOJO NAMO KONCEPCIJA PASTATŲ MODERNIZAVIME	146
10.1. Susisteminta statinių rekonstrukcija samprata	146
10.2. Pasyviojo namo koncepcija apibendrinus skirtingų šalių patirtį.....	148
10.3. Statinių rekonstrukcijos ir Pasyviojo namo idėjų sintezė	152
10.4. Geriausios užsienio praktikos pavyzdžių analizė	153
10.5. Energetiškai efektyvių namų statyba Lietuvoje.....	166
11. KVARTALŲ IR GYVENAMŲJŲ RAJONŲ KOMPLEKSNIS MODERNIZAVIMAS: ENERGIJOS TAUPYMAS, NEKILNOJAMOJO TURTO VERTĖ IR GYVENIMO KOKYBĖ	174
11.1. ES šalių praktika atnaujinant miestų kvartalus ir rajonus.....	174
11.2. Vokietijos Berlyno Hellersdorf'o rajono modernizavimo projektas	174
11.3. Vokietijos Brunck kvartalo Ludwigshafen mieste modernizavimas	179
11.4. Daugiabučių gyvenamųjų namų rajonų modernizavimo strategijos ir jomis grindžiami scenarijai	188
12. DAUGIAKRITERINIO VERTINIMO METODŲ TAIKYMO GALIMYBĖS ...	196
12.1. Sprendimo modelio sudarymas.....	198
12.2. Šilumos perdavimo koeficiento rodiklio nustatymo aprašymas.....	199
12.3. Rodiklių reikšmingumų nustatymas porinio lyginimo metodu.....	204
12.4. Rodiklių integruoto, subjektyvaus ir objektyvaus reikšmingumo nustatymas	210
12.5. Integruotų efektyvumo rodiklių reikšmingumų nustatymo metodika	213
12.6. Daugiatiksliai metodai	213
12.7. Pateikto sprendimų medžio modelio formalizacija	217
12.8. Konstrukcinių, technologinių ir saugos sprendimų sintezės metodas SyMAD-3.....	218
LITERATŪRA.....	225

IVADAS

Statinio gyvavimo trukmė priklauso nuo statinio naudojimo paskirties ir statybos produktų, iš kurių jis pastatytas, ilgaamžiškumo, statinio naudojimo sąlygų, tinkamai vykdomos priežiūros ir laiku atliekamų būtinų statinio priežiūros bei remonto darbų, laiku atlikto modernizavimo.

Dauguma Lietuvos gyventojų (net 66 %) gyvena įvairių tipų daugiabučiuose namuose, pastatytuose 1961–1990 m.. Šie gyvenamieji namai statyti pagal tarybiniais metais galiojusias normas, reglamentavusias ypač žemus reikalavimus pastatų energiniam efektyvumui (Burinskienė 2003). Lietuvoje yra apie 30 tūkst. daugiabučių, kuriuos būtina modernizuoti. Pastatų tipų įvairovė nedidelė, vyrauja apie 7 tipų stambiaplokščiai, 6 tipų mūriniai bei 4 tipų monolitiniai pastatai. Vilniuje apie 59 % butų daugiaaukščiuose yra stambiaplokščiuose pastatuose.

Tyrimais nustatyta, kad daugelio iki 1990 m. Lietuvoje statytų daugiaaukščių stambiaplokščių gyvenamųjų namų, konstrukcijos (pvz., balkonų plokštės, įėjimų stogeliai) pažeistos. Tai yra dar viena svari priežastis pastatus modernizuoti.

Per pastarąjį dešimtmetį vis daugiau lėšų investuojama darniai aplinkai kurti, pabrėžiant darnų pastatų atnaujinimą, siekiant sumažinti energijos suvartojimą. Lietuvoje įvestas privalomas naujai statomiems ir kapitaliai rekonstruojamiems pastatams, kurių naudingasis plotas didesnis kaip 1000 m² energinio naudingumo įvertinimas – sertifikavimas. Pastatų energinio naudingumo įvertinimas atliekamas pagal kvalifikacinio rodiklio C vertę.

Modernizacijos patirtis aktuali daugeliu požiūriu. Visų pirma skirtingas šalis sieja tas pats modernizacijos tikslas – energetinio efektyvumo didinimas. Be to sprendžiami tie patys klausimai: ar modernizacija tikslinga, kokie jos prioritetai prieš naująją statybą. Vokietijoje dažnai minima frazė, kurią galime užduoti ir mes: „Neu neu oder alt neu“, išverstus iš vokiečių kalbos reikštų „naujas naujai ar senas naujai“? Išskyla klausimas – ar verta modernizuoti statinius, kokie privalumai naujos statybos prieš modernizavimą tiek gyvenamųjų namų ar administracinių statinių.

Pastatai daro didelį ir nuolat augantį poveikį aplinkai. Statant, eksploatuojant ir griauinant pastatus sunaudojama daug energijos, medžiagų ir pinigų, bei daromas poveikis aplinkai. Apie darnų vystymąsi statyboje šiandien kalbama vis daugiau.

Darnios statybos terminas vartojamas apibūdinti darnaus vystymo taikymą statyboje. Bazinis darnios statybos apibrėžimas suformuluotas 1994 m. JAV vykusios CIB organizuotoje konferencijoje: Tai sveikos aplinkos statiniuose ir už jų ribų kūrimas ir valdymas, laikantis išteklių efektyvaus naudojimo ir ekologiškumo principų. Pastatų, statytų praėjusiais dešimtmečiais, ir jų aplinkos darnus atnaujinimas yra vis didėjančios svarbos uždavinys privatiems, visuomeniniams, ne pelno siekiantiems savininkams ar investuotojams.

Gyvenamųjų namų atnaujinimu siekiama sumažinti energijos ir pastatų priežiūros sąskaitas, siekiant pagerinti saugumą, komfortą, estetiką, padidinti rinkos vertę. Tačiau visa tai turi būti vykdoma pagal darnios plėtros principus.

Leidinyje aptariamas BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) vertinimo metodas, sukurtas 1990 m. Didžiojoje Britanijoje. Tai vienas plačiausiai taikomų metodų vertinant poveikį aplinkai, susijusį su pastatais. BREEAM sertifikatus turi daugiau nei 200000 pastatų pasaulyje ir daugiau nei milijonas registruotų sertifikavimui (BREEAM 2009). Šis metodas leidžia įvertinti pastato naudingumą ekologiniu požiūriu valdymo, sveikatos ir gerovės, energijos, transporto, vandens, medžiagų, atliekų, žemės panaudojimo ir ekologijos srityse.

Ypatingas modernus sprendimas siekiant darnos principų įgyvendinimo – atsinaujinančios energijos išteklių (AEI) plėtra. Pasaulyje atsinaujinantys energijos ištekliai per pastaruosius dešimtmečius buvo aktyviai tiriami bei tobulinami ir jų techniniai ekonominiai rodikliai gerėjo. Pavyzdžiui, per 1980–1990 m. laikotarpį vėjo jėgainių Danijoje lyginamasis metinis našumas padidėjo 1,8 karto. Nuo 1985 iki 1995 m. Japonijoje pramoninės gamybos silicio fotoelementų naudin-

gumo koeficientas padidėjo beveik 1,4 karto. Pagrindinės tendencijos aptariamose atskirame leidinio skyriuje.

Kita svarbi leidinio tema – sėkmingai įgyvendinti miestų rajonų darnaus atnaujinimo projektai ir tokių projektų perspektyvos. Atnaujinant ne tik pavienius pastatus, bet kompleksiskai modernizuojant visą rajoną ar kvartalą, pasiekiamas efektyvesnis rezultatas mažinant energijos vartojimo mastą, gerinant gyvenimo kokybę, didinant nekilnojamojo turto rinkos vertę. Kuo daugiau pastatų bus statoma ir atnaujinama pagal darnos principus, tuo daugiau turėsime darnių miestų ir sumažinsime bendrą poveikį aplinkai. Vokietija yra viena iš lyderių atnaujinant ne tik pastatus, bet modernizuojant visą kvartalą ar rajoną.

Sprendžiant kompleksinius uždavinius, vertinant alternatyvas ir primant sprendimą autoriai rekomenduoja naudoti daugiakriterio vertinimo metodus, kurių pagrindiniai taikymo principai aptarti atskirame šio leidinio skyriuje.

1. REIKALAVIMAI, KELIAMI PASTATUI IR JO DALIMS

Statiniai klasifikuojami pagal jų naudojimo paskirtį ir jų gyvavimo trukmę (atsižvelgiant į statybos produktus, iš kurių jie pastatyti, klimato sąlygas ir naudojimo paskirtį) taikant statybos techninį reglamentą STR 1.12.06:2002 „Statinio naudojimo paskirtis ir gyvavimo trukmė“.

Statinio gyvavimo trukmė – teorinis laikotarpis, per kurį statinys, normaliai naudojamas (nuo statinio naudojimo pradžios iki jo nugriovimo), atsižvelgiant į statybos produktus, iš kurių jis pastatytas, bei vietos klimatinės sąlygas, atitinka esminius statinio reikalavimus.

Statinio gyvavimo trukmė priklauso nuo statinio naudojimo paskirties ir statybos produktų, iš kurių jis pastatytas, ilgaamžiškumo, statinio naudojimo sąlygų, tinkamai vykdomos priežiūros ir laiku atliekamų būtinų statinio priežiūros bei remonto darbų (1.1 lentelė).

1.1 lentelė. Statinio gyvavimo trukmė, atsižvelgiant į statinio naudojimo paskirtį ir statybos produktus, iš kurių jis pastatytas

Eil. Nr.	Statinys, statybos produktas, iš kurio statinys pastatytas	Statinio gyvavimo trukmė, metais
1.	Daugiabutis gyvenamasis namas:	
1.1.	plytų mūro arba mišrių konstrukcijų	100
1.2.	stambiaplokščiai	100
1.3.	monolito	120
1.4.	rąstų	60
1.5.	rąstų apmūryti	70
1.6.	mediniai su karkasu	40
1.7.	mediniai su karkasu apmūryti	50
2.	Vieno ir dviejų butų gyvenamieji namai:	
2.1.	plytų mūro	100
2.2.	stambiaplokščiai	100
2.3.	šlakbetonio	100
2.4.	rąstų	65
2.5.	mediniai su karkasu	40
2.6.	mediniai apmūryti	70
2.7.	mediniai skydų	50
2.8.	monolito	120

Šaltinis: STR 1.12.06:2002 „Statinio naudojimo paskirtis ir gyvavimo trukmė“.

Lietuvos Respublikos Statybos įstatymo 4 straipsnio pirmas punktas sako, kad statinys (jo dalis) turi būti suprojektuotas ir pastatytas iš tokių statybos produktų, kurių savybės per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrintų šiuos esminius statinio reikalavimus:

- 1) mechaninio atsparumo ir pastovumo, t. y. kad apkrovos, galinčios statinį veikti statybos ir naudojimo metu, nesukeltų šių pasekmių: viso statinio ar jo dalies griūties, didesnių deformacijų nei leistinos, žalos kitoms statinio dalims, įrenginiams ar sumontuotai įrangai; žalos dėl aplinkybių, kurių be didelių sunkumų ir išlaidų galima išvengti ar jas apriboti (sprogimas, smūgis, perkrova, žmonių padarytos klaidos);
- 2) gaisrinės saugos, t. y. kad kilus gaisrui statinio laikančiosios konstrukcijos tam tikrą laiką galėtų išlaikyti jas veikusias ir dėl gaisro atsiradusias apkrovas; būtų apribota: gaisro kilimo galimybė ir ugnies bei dūmų plitimas statinyje, gaisro išplitimas į gretimus statinius; statinyje esantys žmonės galėtų saugiai išeiti iš jo ar būtų galima juos išgelbėti kitomis priemonėmis; veiktų žmonių išpėjimo ir gaisro gesinimo sistemos; gelbėtojai (ugniagesiai) galėtų saugiai dirbti;
- 3) higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos, t. y. kad būtų nepažeistos statinyje ar prie jo esančių žmonių higienos sąlygos ir nekiltų grėsmė žmonių sveikatai dėl šių priežasčių: kenksmingųjų dujų išsiskyrimo, pavojingų kietųjų dalelių ar dujų atsiradimo ore, pavojingos spinduliuotės, vandens ar dirvožemio taršos, nuotekų, dūmų, kietųjų ar skystųjų atliekų netinkamo šalinimo, statinių konstrukcijų ar statinių vidaus drėgmės;
- 4) saugaus naudojimo, t. y. kad statinį naudojant ar prižiūrint būtų išvengta nelaimingų atsitikimų (paslydimo, kritimo, susidūrimo, nudegimo, sužeidimo ar sužalojimo elektros srove, sprogo) rizikos;
- 5) apsaugos nuo triukšmo, t. y. kad statinyje ar prie jo būnančių žmonių girdimas triukšmas nekeltų grėsmės jų sveikatai, leistų miegoti, ilsėtis bei dirbti normaliomis sąlygomis;

energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo, t. y. kad naudojamas šiluminės energijos kiekis, atsižvelgiant į vietovės klimato sąlygas ir gyventojų poreikius, nebūtų didesnis už reikiamą (t. y. apskaičiuotą pagal higienos normų ir pastato ar jo patalpų paskirties reikalavimus).

Trumpai tariant, statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad normaliomis naudojimo sąlygomis, atitiktų esminius statinio reikalavimus (mechaninio atsparumo ir pastovumo, gaisrinės saugos, higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos, saugaus naudojimo, apsaugos nuo triukšmo, energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo) visą nustatytą šio statinio gyvavimo trukmę.

Ekonomiškai pagrįsta statinio naudojimo trukmė – laikotarpis, per kurį tikslinga naudoti statinį, palaikant jo naudojimo savybes, atitinkančias esminius statinio reikalavimus, atsižvelgiant į visus tarpusavyje susijusius aspektus: projektavimo, statybos, naudojimo bei naudojamo statinio draudimo išlaidas, išlaidas naudojimo sutrikimams išvengti; statinio griūties riziką ir pasekmes jo naudojimo laikotarpiu; planuojamą dalinį atnaujinimą; valymo, techninės priežiūros ir remonto išlaidas.

Normalus statinio naudojimas reiškia prevencinių ir kitų priemonių visumą, siekiant užtikrinti statinio naudojimo paskirties reikalavimus visą jo naudojimo trukmę. Šios priemonės apima tinkamos būklės palaikymą, atnaujinimą, atskirų statinio dalių instaliavimą ir pakeitimą. Normalus naudojimas taip pat apima kontrolines apžiūras, atliekamas tuo atveju, kai reikia įvertinti apskaičiuotų išlaidų santykį su tam tikrų statinio dalių verte.

Pastatas ir jo atskiros dalys turi būti gana stiprūs ir pastovūs, t. y. turi būti besąlygiškai garantuota statinio konstrukcijų laikomoji galia. Be to, viso statinio, jo atskirų dalių poslinkiai neturi viršyti ribų, kurios lemia naudojimo galimybes ir patogumą, naudojimo metu neturi atsirasti plyšių bei kitų defektų, trukdančių normalų statinio ar jo elementų (dalių) naudojimą arba mažinančių ilgaamžiškumą.

Kai laikančioji konstrukcija praranda jai keliamus statybos ir naudojimo reikalavimus, konstrukcija ar pastato dalis pasiekia vadinamąjį ribinį būvį. Mechaninį atsparumą ir pastovumą lemia saugos ir tinkamumo ribiniai būviai. Pirmasis atsiranda, kai laikančioji konstrukcija praranda pastovumą arba svyra, antrasis – kai laikančiosios konstrukcijos poslinkiai (įlinkiai) viršija leistinuosius arba atsiranda plyšių, didesnių nei leistinieji.

Saugos ribiniam būviui priskiriamas įvairaus pobūdžio konstrukcijų suirimas ar jam artimas būvis:

1. Griūtis dėl didelių deformacijų ar sėdimų.
2. Konstrukcinės sistemos virtimas mechanizmu.
3. Standumo netekimas.
4. Konstrukcijos ar bet kurios jos dalies stabilumo netekimas.

Tinkamumo ribinis būvis atitinka konstrukcijos būvį, kai dėl specifinių kriterijų tolesnis konstrukcijų naudojimas ar funkcionavimas neįmanomi. Tinkamumo ribinis būvis – tai:

1. Neleistinos deformacijos ar poslinkiai, kurie trukdo normaliai statinį naudoti.
2. Neleistinos vibracijos, kurios sukelia diskomfortą žmonėms arba pavojų statiniams ar juose esantiems įrenginiams arba riboja jų funkcionalumą.
3. Neleistinas supleišėjimas.

Mechaninis atsparumas ir pastovumas turi būti užtikrinti per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo laikotarpį, atsižvelgiant į:

1. Nuolatinius poveikius (savąjį svorį, gravitacinius, grunto ar skysčių slėgį, deformacijas, atsiradusias statybos metu, ir kt.).
2. Laikinuosius poveikius (perdangas, denginį ir kitas statinio dalis veikiantys poveikiai (išskyrus vėjo ir sniego); sniego ir ledo, vėjo poveikį (statinį ir dinaminį); vandens ir bangų slėgį, temperatūros poveikį, šaltį, silosų ir rezervuarų poveikius, transporto priemonių poveikį tiltams ir grindiniams, kranų keliamąją galią, statybos metu atsirandančius poveikius ir kt.).

Išvardytus esminius statinio reikalavimus ir techninius statinio parametrus pagal statinių ar statybos produktų charakteristikų lygius bei klases nustato tokie normatyviniai statybos techniniai dokumentai:

- 1) statybos techniniai reglamentai – Vyriausybės įgaliotos institucijos teisės aktai (branduolinės energetikos objektams – šios institucijos ir Valstybinės atominės energetikos saugos inspekcijos teisės aktai), kurie nustato statinių, jų statybos, naudojimo ir priežiūros techninius reikalavimus tiesiogiai arba nuorodomis į standartus arba statybos ar statinių naudojimo ir techninės priežiūros taisykles;

- 2) pripažintos nacionalinės standartizacijos institucijos nustatyta tvarka parengti ir priimti statybos srities Lietuvos standartai, taip pat kaip Lietuvos standartai perimti Europos ir tarptautiniai standartai;
- 3) techniniai liudijimai – Vyriausybės įgaliotos institucijos nustatyta tvarka parengti ir priimti statybos produktų tinkamumo naudoti nustatymo dokumentai. Jie rengiami, kai nėra parengtų atitinkamų Lietuvos ar Europos standartų arba kai neplanuojama šių standartų rengti.

Lietuvos Respublikos Statybos įstatymas statinio naudojimą apibrėžia kaip „esminių statinio reikalavimų pagrindu sukurto statinio savybių panaudojimas naudotojo poreikiams tenkinti“. Statinio naudotojas apibrėžiamas kaip statinio savininkas arba kitas fizinis ar juridinis asmuo, kuris naudoja statinį (jo dalį) Lietuvos Respublikos įstatymų, administracinių aktų, sutarčių ar teismo sprendimų pagrindu.

Pastato naudotojo uždavinys – išlaikyti pastatą tokios būklės, kad per pastato naudojimo trukmę jo elementai neprarastų tų savybių, kurios atitinka esminius statinio reikalavimus ir buvo užfiksuoti pradinio statinio naudojimo etapu.

Statinių naudotojai privalo:

- 1) naudoti statinį (jo patalpas) pagal paskirtį;
- 2) laikytis normatyviniuose statybos techniniuose dokumentuose ar normatyviniuose statinio saugos ir paskirties dokumentuose nustatytų statinio naudojimo ir priežiūros reikalavimų, kad būtų išlaikytos statinio (jo dalių, inžinerinių sistemų) savybės, atitinkančios esminius statinio reikalavimus;
- 3) įstatymų nustatyta tvarka organizuoti ir (ar) atlikti statinio techninę priežiūrą;
- 4) suremontuoti, rekonstruoti arba nugriauti statinius, jeigu tolesnis jų naudojimas kelia pavojų žmonių gyvybei, sveikatai ar aplinkai;
- 5) leisti statinių naudojimo priežiūrą atliekančių viešojo administravimo subjektų pareigūnams, atliekantiems savo funkcijas, įstatymų nustatyta tvarka pateikti į naudojamą statinį, butą ir kitas gyvenamąsias patalpas ir apžiūrėti juos; pateikti šiems pareigūnams su

statinio, buto ir kitų gyvenamųjų patalpų naudojimu ir jų techninė priežiūra susijusius dokumentus.

Lietuvos Respublikos Statybos įstatymas pateikia statinio priežiūros, statinio techninė priežiūros ir statinio naudojimo priežiūros apibrėžimus.

Statinio priežiūra – šio ir kitų įstatymų bei kitų teisės aktų nustatytų techninių, organizacinių ir viešojo administravimo priemonių visuma vykdanč statinio techninę priežiūrą ir statinio naudojimo priežiūrą.

Statinio techninė priežiūra – statinio naudotojo organizuojama teisės aktų nustatytų techninių, organizacinių priemonių visuma, užtikrinanti Lietuvos Respublikos Statybos įstatymo 4 straipsnio 1 dalyje nustatytus statinio esminius reikalavimus per visą statinio ekonomiškai pagrįstą naudojimo trukmę.

Statinio naudojimo priežiūra – viešojo administravimo subjekto atliekama kontrolė, kurios tikslas – nustatyti, ar statinio techninė priežiūra atitinka teisės aktų, taip pat normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalavimus.

Lietuvos Respublikos Statybos įstatymo 41 straipsnis nustato, kad statinio techninę priežiūrą organizuoja statinio naudotojas ūkio būdu arba sutarties pagrindu paskirdamas statinio techninį priežiūrėtoją. Nesudėtingų statinių, taip pat 1–2 butų gyvenamųjų namų ir jų priklausinių bei statinių, esančių kaimo namų valdoje, techninę priežiūrą gali atlikti patys naudotojai, nepaskirdami pastato techninio priežiūrėtojo. Minėtiems naudotojams kvalifikaciniai reikalavimai nekeliami. Statinio techninis priežiūrėtojas, atlikdamas konkretaus statinio techninę priežiūrą, vykdo organizacines ir technines priemones statinio techninei būklei palaikyti, kad būtų užtikrinti statinio esminiai reikalavimai per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę.

Statinių techninės priežiūros taisyklės ir kvalifikacinius reikalavimus statinio techniniam priežiūrėtojui nustato Vyriausybės įgaliotos institucijos, atsižvelgdamos į statinių paskirtį ir jų konstrukcijos sudėtingumą.

Statinio techninę priežiūrą sudaro:

- 1) nuolatinis statinio būklės stebėjimas, kurio tikslas – nustatyti vizualiai pastebimus statinio būklės pokyčius statinio naudojimo metu;

- 2) statinio periodinės ir specializuotos apžiūros, kurių tikslas – nustatyti statinio techninės būklės pokyčius per tam tikrą laiką;
- 3) pastebėtų statinio būklės defektų šalinimas;
- 4) remonto (paprastojo arba kapitalinio) organizavimas.

Paiškęs, kad statinio būklė kelia pavojų statinyje ar arti jo esančių žmonių sveikatai, gyvybei ar aplinkai, atsižvelgdamas į grėsmės pobūdį ar įvykus statinio avarijai, statinio naudotojas ir (ar) statinio techninis prižiūrėtojas privalo imtis priemonių žmonėms apsaugoti ir kitų priemonių, pavyzdžiui:

- 1) organizuoti ir suteikti pagalbą nukentėjusiems asmenims;
- 2) imtis skubių priemonių, kad būtų išvengta tolesnių avarijos pasekmių;
- 3) pranešti apie avariją teisėsaugos institucijai, jei yra nukentėjusių žmonių;
- 4) užtikrinti statinio avarijos vietos apsaugą nuo poveikio, galinčio trukdyti tirti avarijos priežastis;
- 5) pranešti apie avariją savivaldybės administracijos direktoriui (jo įgaliotam savivaldybės administracijos valstybės tarnautojui), valstybinei teritorijų planavimo ir statybos inspekcijai prie Aplinkos ministerijos, viešojo administravimo subjektui, atliekančiam statinio naudojimo priežiūrą; jei avarija įvyko statybos metu, – taip pat statytojui (užsakovui), statinio statybos techninės priežiūros vykdytojui ir statinio projektuotojui. Jeigu avarija įvyksta kultūros paveldo statinyje, kultūros paveldo objekto teritorijoje, apie avariją taip pat turi būti pranešta už nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugą atsakingai institucijai, o jeigu įvyksta avarija, dėl kurios buvo (gali būti) užteršta aplinka, – už aplinkos apsaugą atsakingai institucijai;
- 6) jei statinio avarija įvyko dėl energetikos ar potencialiai pavojingų įrenginių avarijos arba jei dėl statinio avarijos buvo pažeisti šie įrenginiai, taip pat apie tai pranešti atitinkamoms valstybinės priežiūros bei kontrolės institucijoms, o branduolinės energetikos objektų avarijos atveju – taip pat Valstybinei atominės energetikos saugos inspekcijai;

- 7) aprašyti statinio būklę po avarijos, statinio pakitimus ir jų atsiradimo vietas.

Statinų naudojimo priežiūros atlikimo tvarką nustato Aplinkos ministerija. Statinių naudojimo priežiūrą atliekantys viešojo administravimo subjektai tikrina, kaip statinių naudotojai vykdo teisės aktų nustatytus statinių techninės priežiūros ir naudojimo bei statinių saugos reikalavimus. Statinių naudojimo priežiūrą atlieka šie viešojo administravimo subjektai:

- 1) susisiekties komunikacijų ir su jomis susijusių kitų inžinerinių statinių, taip pat hidrotechnikos statinių Baltijos jūroje ir vidaus vandens telkiniuose – Susisiekties ministerija ir (ar) jos įgalios organizacijos (išskyrus susisiekties komunikacijas, kurios nepriklauso jos valdymo sričiai) pagal Vyriausybės ar jos įgalios institucijos patvirtintą sąrašą;
- 2) statinių, išskyrus nurodytus 1 punkte, – savivaldybių administracijos;
- 3) statinių įrangos ir paskirties reikalavimų įgyvendinimo priežiūrą atlieka saugos ir paskirties reikalavimų valstybinės priežiūros institucijos.

Viešojo administravimo subjektų, atliekančių statinio naudojimo priežiūrą, pareigūnai turi teisę reikalauti, kad statinio naudotojas pateiktų privalomuosius statinio priežiūros dokumentus ir leistų atlikti jiems pavestas kitas statinio naudojimo priežiūros funkcijas.

Statinio techninės priežiūros dokumentai yra:

- statinio techninis pasas (ar techninės apskaitos kortelė),
- apšildomų pastatų, kurių naudingasis plotas didesnis kaip 1000 kvadratinų metrų, – pastato techninis-energetinis pasas,
- statinio techninės priežiūros žurnalas,
- statinio periodinių ir specialiųjų apžiūrų aktai
- kiti Vyriausybės įgaliotų institucijų ar statinio naudotojo nustatyti dokumentai.

Statinio techniniame pase (apskaitos kortelėje) turi būti nurodomos statinio techninės ekonominės ir konstrukcijos charakteristikos bei jų pokyčiai po statinio kapitalinio remonto ar rekonstravimo. Pastato techniniame energetiniame pase papildomai nurodomos statinio energetinės charakteristikos.

Statinio techninės priežiūros žurnale turi būti registruojami statinio nuolatinio stebėjimo metu pastebėti konstrukcijų bei inžinerinės techninės įrangos defektai ar deformacijos, jeigu jie (jos) reikalauja statybinių tyrinėjimų ar remonto darbų, taip pat periodinių ir specialiųjų apžiūrų aktų registravimo duomenys, nurodant jų atlikimo datą, vadovus, pastebėtus defektus ir priemones jiems pašalinti.

Statinio techninės priežiūros dokumentų formas, jų pildymo ir saugojimo tvarką nustato normatyviniai statybos ir specialieji techniniai dokumentai.

Kad statinys atitiktų jam keliamus reikalavimus, turi būti taikomos šios priemonės:

1. Pastatas ir jo aplinka turi būti naudojami pagal paskirtį.
2. Namų ir jo aplinkos būklė turi būti nuolat stebima ir nuolat prižiūrima (turi būti vykdoma namų konstrukcijų ir inžinerinės įrangos techninė priežiūra, patalpų valymas, priskirtos teritorijos tvarkymas ir kiti prevenciniai darbai).
3. Pastato energinis ūkis turi būti valdomas racionaliai.
4. Turi būti laiku likviduojamos avarinės būklės.
5. Turi būti planuojami statybos darbai – pastato ar jo dalių remontai ar rekonstrukcijos, įskaitant energijos taupymo priemonių įgyvendinimą.
6. Privalomieji reikalavimai įgyvendinami tokiais etapais:
 - nustatoma esama gyvenamojo namo būklė ir įvertinama jos ir privalomųjų reikalavimų atitikties;
 - nustatomi privalomieji darbai, parengiamas jų vykdymo ir finansavimo planas;
 - vykdomi privalomieji darbai.

Statinio aplinka. Lietuvos Respublikos statybos įstatymas statinį apibrėžia kaip „pastatą arba inžinerinį statinį, turintį laikančiąsias konstrukcijas, kurios visos (ar jų dalis) sumontuotos statybos vietoje atliekant statybos darbus, ir kuris yra nekilnojamasis daiktas“. Tai pastatai (gyvenamieji, pramoniniai, komerciniai, biurai, sveikatos apsaugos, švietimo, poilsio, žemės ūkio ir kiti) ir inžineriniai statiniai ar mišrios rūšies statiniai (su inžineriniais statiniais sujungti pastatai), taip pat statinių

priestatai, antstatai ir jų dalys, įrenginių, technologinių inžinerinių sistemų ir statinio inžinerinių sistemų statybinės konstrukcijos.

Statinys veikiamas įvairių aplinkos sąlygų iš išorės ir iš vidaus.

Statinį veikiantys poveikiai skirstomi į išorinius ir vidinius, kurie gali būti fizikiniai ir cheminiai, mechaniniai. Prie fizikinių ir cheminių poveikių priskiriami: temperatūra, spinduliavimas, krituliai, dujos, cheminės medžiagos, elektromagnetinės bangos, triukšmas, grunto spaudimas, drėgmė, vibracija, kenkėjai. Prie mechaninių poveikių priskiriami: oro srautai, žaibo iškvos, nuolatinės, laikinosios, ilgalaikės ir trumpalaikės apkrovos, funkcinis procesas, temperatūros svyravimai, srovės nuotėkiai, įšalai.

Statinų ir konstrukcijų būklė priklauso nuo:

1. Klimatinių poveikių (vėjo, saulės radiacijos, lietaus, temperatūrinių pokyčių).
2. Agresyvių gruntinių poveikių (pamatai, pagrindai, kitos požeminės konstrukcijos gruntinio vandens ir tirpalų).
3. Vidaus aplinkos (dujos, garai, temperatūra, skysčiai).
4. Mechaninių poveikių (smūgiai, vibracija, trintis).

Klimatiniam poveikiui pastatams mažinti būtina:

1. Nuolat stebėti atitvarines pastato konstrukcijas (stogus, sienas, cokolius) ir pastebėtas konstrukcijos pažaidas laiku likviduoti.
2. Stebėti ir tvarkyti pamatų bei kitų konstrukcijų hidroizoliaciją, drenažo sistemą.
3. Užtikrinti vandens nuleidimą nuo stogo.
4. Apskardinti latakus, lietvamzdžius.
5. Laiku šalinti susikaupusį ant stogų ir kitų konstrukcijų sniegą ir ledą.
6. Stebėti elementų jungiamąsias siūles ir kitas vietas, kur gali atsirasti pavojingų deformacinių požymių (plyšių, apsauginio sluoksnio pažaidų, vandens nuleidimo vamzdžių užsikimšimo ir pan.).

Saugant pastato konstrukcijas nuo agresyviųjų gruntinių poveikių būtina:

1. Užtikrinti, kad pamatai, pagrindai ir kitos požeminės konstrukcijos nebūtų tiesiogiai veikiamos gruntinio vandens ar kitų agresyviųjų skysčių.

2. Užtikrinti pastatų grindų ir vandens nuleidimo nuo stogo kokybišką įrengimą.
3. Nesodinti medžių ir krūmų arti pastato.
4. Stebėti pastato inžinerinę įrangą, imtis skysčių ir dujų nutekėjimo prevencinių priemonių, norint išvengti konstrukcijų korozijos ir sprogimo.

Vidaus aplinkos veiksnių poveikiui mažinti būtina:

1. Vengti konstrukcijų perkrovų gamybos metu, sandėliuojant ir transportuojant žaliavas bei produkciją.
2. Nesilpninti konstrukcijų pjaunant ar išpjaunant atskiras jų dalis, gręžiant ar išmušant skylės, angas perdangose, denginiuose, sijose, kolonose, sienose ar kitose laikančiosiose konstrukcijose.
3. Eksploatuojant pastatus užtikrinti tvarkingai veikiančią vėdinimo sistemą.
4. Imtis avarių prevencijos priemonių, norint sumažinti dujų, vandens ir kitų agresyviųjų skysčių nutekėjimo.
5. Stebėti pastato inžinerinę įrangą, konstrukcijas, jų jungtis ir laiku likviduoti atsirandančias neatitiktis.

Išskiriami du konstrukcijų nusidėvėjimo pobūdžiai: 1) linijinis ir 2) eksponentinis. Linijinis konstrukcijos nusidėvėjimas pastebimas, kai nusidėvėjimą lemiantis veiksnys veikia konstrukciją nenutrūkstamai ilgą laiko tarpą. Toks nusidėvėjimas atsiranda dėl erozijos nuo vėjo ar vandens efekto, intensyvios UV radiacijos poveikio ar mikroorganizmų veiklos. Eksponentinio pobūdžio defektai atsiranda dėl vykstančių fizinių ir cheminių procesų, pavyzdžiui, betono susitraukimas ar tinko byrėjimas.

1.1. Pastatų defektai ir jų priežastys

Įvairių pagerinimų pastatuose poreikis atsiranda dėl to, kad pastatų būklė pradeda blogėti nuo jų atidavimo eksploatuoti momento. Įvairių aplinkos sąlygų veikiamas iš lauko ir iš vidaus pastatas nusėda, medžiagos plečiasi ir traukiasi; oras, per vandenį plintantys chemikalai ir purvas ardo paviršius. Išskiriamos kelios pastato būklės pablogėjimo priežastys:

- 1) projektavimo klaidos;
- 2) pastato naudojimas ne pagal paskirtį;
- 3) statybos metų naudotų ir projektinių medžiagų neatitikimas;
- 4) statybos proceso metu prasta darbų atlikimo kokybė;
- 5) nepalankios aplinkos sąlygos;
- 6) netinkamas pastatų priežiūros vykdymas;
- 7) intensyvus pastato naudojimas ir kitos.

Pastatų naudojimo saugumui užtikrinti, tinkamų remonto metodų ir profilaktikos sistemai parinkimui būtina konstrukcijų, elementų, mazgų ir jungčių techninės būklės objektyvi informacija. Todėl svarbu anksti nustatyti konstrukcijų defektus ir pažaidas, optimizuoti technines apžiūras ir remonto procesus, nustatyti pažaidų priežastis ir remonto darbų apimtis.

Įvairių šalių mokslininkų atlikti pastatų nusidėvėjimo tyrimai rodo panašias pastatų nusidėvėjimo tendencijas. Mokslininkai nustatė, kad pagal kilmę defektai pasiskirsto taip: daugiausiai defektų atsiradimą įtakoja montavimo kokybė, eksploatacija, medžiagų kokybė, mažiau – projektavimas ir visų įvardytų faktorių atsiradimo kartu sutapimas. Pagal konstrukcijų rūšį defektai pasiskirsto taip: daugiausiai pažeidžiamas mūras, gelžbetoninės konstrukcijos, plienas, šilumos izoliacija, medinės konstrukcijos. Pastato konstrukcijas ardo drėgmė: lietaus vanduo (50 %), kondensatas (32 %), atsitiktinis konstrukcijų sudrėkimas (10 %), drėgmės kaupimasis (8 %). Lietaus drėgmė daugiausiai ardo sienas (38 %), denginius (36 %), langus (18 %), kitas konstrukcijas (8 %).

Nustatyta, kad dauguma daugiaaukščių stambiaploščių gyvenamųjų namų, statytų iki 1990 m. Lietuvoje, turi pažeistą konstrukciją. Nustatyta, kad pagrindiniai pastatų defektai – tai įvairūs plyšiai sienose ir jų sandūrose. Pagal išsidėstymo pobūdį beveik visuose pastatuose plyšiai turi bendrų bruožų: kryptis, vieta, dydis pagal aukštį ir pan. Dažniausiai vertikalieji plyšiai išsidėstę išorinių ir vidinių sienų sankirtos vietose. Didžiausias plyšių plotis yra viršutiniuose aukštuose. Atskirose zonose susidariusių plyšių plotis siekia net 8–10 mm.

Laikančiųjų konstrukcijų defektų priežastys skirstomos į priežastis, atsiradusias: 1) tikslų nustatymo etapu – 41 %; 2) statybos etapu – 31 %; 3) naudojimo etapu – 28 %.

Tikslių nustatymo ir projektavimo etapu atsiradusių laikančiųjų konstrukcijų defektų priežastys:

- skaičiavimo ir dimensionavimo klaidos – 41 %;
- apkrovų ir poveikių neteisingas įvertinimas – 15 %;
- konstruktyvinės schemos neteisingas pasirinkimas – 28 %;
- kai kurių techninių klausimų, taip pat atskirų projekto dalių nesuderinimas – 16 %.

Statybos metu atsiradusių laikančiųjų konstrukcijų defektų priežastys:

- žema medžiagų kokybė, gamybos ir montavimo netikslumai – 77 %;
- nuokrypiai nuo projekto – 16 %;
- neteisinga darbų organizacija ir vykdymas nesilaikant reikalavimų – 3 %;
- neteisingas sandėliavimas ir transportavimas – 4 %.

Naudojimo etapu atsiradusių laikančiųjų konstrukcijų defektų priežastys:

- korozija – 30 %;
- smūgiai, vibracija – 27 %;
- perkrovos – 12 %;
- klimatiniai poveikiai – 6 %;
- paplovimai, sulaužimai – 6 %;
- neištirtos medžiagų savybės – 19 %.

Pagal vykdomų darbų rūšis dažniausiai suklystama:

- įrengiant pagrindus – 12 %;
- įrengiant pamatus – 5 %;
- vykdant montavimo ir suvirinimo darbus – 48 %;
- vykdant mūro darbus – 26 %;
- vykdant monolitinio betonavimo darbus – 5 %;
- apsaugant konstrukcijas nuo korozijos – 1 %;
- dengiant stogus – 3 %.

Pastebėta, kad eksploataavimo pradžioje (įdirbio periodu) gedimų atsiranda dažniau nei darbo periodu. Šiuo laikotarpiu intensyviai atsirandantys staigūs gedimai – tai paslėptų ir aiškių statybinių gaminių bei

įrengimų defektų, skirtingų medžiagų ir statybos bei montavimo darbų žemos kokybės pasekmė. Jau pirmaisiais pastatų ir statinių funkcionavimo metais reikalingos papildomos lėšos neplaniniam remontui ir net atskirų elementų keitimui. Antrasis periodas, dar vadinamas normalios eksploatacijos periodu, yra pagrindinis ir gali trukti keletą dešimtmečių. Šiuo laikotarpiu staigūs (netikėti) gedimai lygiais laiko tarpais pasireiškia palyginti vienodai. Trečiuoju periodu pastatas ima nusidėvėti. Nuo šio momento masiškai pasireiškia senėjimo ir susidėvėjimo procesai, gedimų srautas pradeda augti, atitinkamai didėja ir remonto bei priežiūros išlaidos. Vieno elemento gedimas gali daryti įtaką kitų sistemos elementų darbo režimo pokyčiams ir padidina jų gedimo tikimybę ateityje.

Didelė pastatų ir statinių gedimų dalis yra mechaninės prigimties – stiprio, standumo, pastovumo netekimas, plyšių atsivėrimas už leistinųjų ribų ir kt. Pagal parametrų kitimo pobūdį skiriami staigūs (katastrofiniai) gedimai, atsirandantys parametrų šuoliškais pokyčiais (trapioji irtis, sluoksnio plyšamoji irtis, lūžiai ir t. t.), ir tolydieji (parametriniai) gedimai, atsirandantys lėtai kintant vienam ar keliems parametrams (elementų ir visos sistemos senėjimas ir (arba) susidėvėjimas veikiant apkrovoms ir poveikiams). Pastatų gedimai pagal pavojingumą skirstomi į grupes:

I grupė – turintys įtakos eksploataavimo sąlygoms;

II grupė – turintys įtakos saugumui;

III grupė – turintys įtakos išorės vaizdui.

Tyrimo metu nustatomi defektai skirstomi į dvi grupes:

1. *Bendrieji* viso objekto poslinkiai ir deformacijos.

2. *Vietiniai* atskirų konstrukcijų, sujungimo mazgų ir kt. defektai.

Pagrindinė defektų ir deformacijų priežastis – netolygūs pastato nusėdimai. Pastato nusėdimai išmatuojami nivelyru. Pastato poslinkiai nustatomi teodolitu.

Pagal *pavojingumą* pastato konstrukcijų defektai skirstomi į keturias kategorijas:

– I kategorijos defektai nedideli, laikui bėgant nesiplėtoja ir neturi reikšmės konstrukcijų laikomajai galiai, standumui, pleišėjamajam

atsparumui ir ilgaamžiškumui. Norint pagerinti konstrukcijų išvaizdą ir patenkinti higienos reikalavimus, šios kategorijos defektus reikia panaikinti arba paslėpti.

- II kategorijos defektai turi neigiamą įtaką konstrukcijų laikomajai galiai, standumui ir ilgaamžiškumui. Laikui bėgant šie defektai ir jų neigiama įtaka gali padidėti, o konstrukcijų deformacijų dydžiai, plyšių parametrai gali viršyti leistinąsias ribas, todėl tokius defektus rekomenduojama pašalinti.
- III kategorijos defektai yra pavojingi, nes dėl jų sumažėja konstrukcijos arba atskirų jos elementų laikomoji galia, atsiranda deformacijų. Normali konstrukcijos eksploatacija su šios kategorijos defektais negalima ir konstrukciją reikia remontuoti.
- IV kategorijos defektai labai sumažina konstrukcijos laikomąją galią, todėl konstrukcija pasiekia avarinę būklę. Būtina pašalinti konstrukcijos avarinę būklę sukėlusias priežastis, konstrukciją sustiprinti, atstatyti, pakeisti visą ar jos dalį.

Pagal pastato ar jo dalių *irties laipsnį* ir jo pasekmių pavojingumą defektai skirstomi į tris kategorijas:

- I – griūties pobūdžio defektai, atsiradę dėl projektavimo ir statybos klaidų, stichinių nelaimių bei netinkamos pastato priežiūros. Nusidėvėję elementai ar konstrukcijos keičiami iš dalies arba visiškai.
- II – laikančiųjų konstrukcijų defektai, nekeliantys griūties pavojaus ir pašalinami remonto metu.
- III – antraeilių elementų pažaidos pašalinamos remonto metu.

Atskirų pastato dalių ir įrangos naudojimo be sutrikimų laikas nevienodas. Yra nustatyta, kiek vidutiniškai galima naudoti atskirą dalį. Tuo vadovaujantis nustatomi normatyvai. Atskirų pastato dalių ir įrangos naudojimo trukmė gali skirtis net kelis kartus, palyginti su viso pastato normatyvinio naudojimo trukme. Kad visos pastato sistemos būtų tinkamos nustatytą laiką, tenka atskiras jo dalis remontuoti arba pakeisti. Pvz., ilgiausia normatyvinė gyvenamojo namo eksploataavimo trukmė – 120 metų, o, pvz., lentų grindų – 40 metų. Tad grindis teks keisti tris kartus. Atskiros inžinerijos įrangos dalys taip pat nevienodai naudo-

jamos. Pvz., radiatorius galima naudoti 40 metų, o šildymo sistemos vamzdynus – 30 metų ir t. t.

Be to, naudojant pastatą metu tenka keisti ne tik techniškai ar fiziškai susidėvėjusias dalis, bet ir dėl jų nekokybiškos priežiūros. Pvz., jeigu ilgai nedažytume langų, apatinė lango dalis pradės pūti ir gali tekti pakeisti langus anksčiau laiko.

Tačiau ir laiku atliekant remontus gali pasitaikyti, kad prietaisai ir įranga atsitiktinai sugenda, ir visa sistema negali normaliai veikti. Gali atsirasti ir įvairių smulkių gedimų, kuriuos reikia taisyti. Taigi įrangą prižiūrintys technikos darbuotojai turi gedimus taisyti ir laiku atlikti profilaktinius remontus.

Atlikus remontą ir pakeitus atskiras dalis sistemos patikimumas kiek padidėja, tačiau ji negali būti iki galo patikima, kadangi konstrukcijose vis dėlto lieka kitų susidėvėjusių elementų. Todėl, keičiant ir remontuojant atskiras dalis, visiškai atkurti jo patikimumo neįmanoma. Būtent dėl to pastatas per tam tikrą laiką susidėvi. Ir laikui bėgant faktiška pastato vertė mažėja.

1.2. Pastato esamos būklės įvertinimas (diagnozavimas)

Pastato būklė ir jos bei privalomųjų reikalavimų visumos atitiktis įvertinami atliekant apžiūras, stebėjimus ir tyrinėjimus:

1. Nuolatinius stebėjimus.
2. Kasmetines pastato, atskirų jo konstrukcijų ir inžinerinės įrangos apžiūras, kurios atliekamos pasibaigus žiemos sezonui, ir inžinerinės įrangos apžiūras, rengiantis žiemos sezonui.
3. Neeilines apžiūras, kurios atliekamos po stichinių nelaimių (gaisro, liūties, uragano, sprogimo ir pan.), pastato ar atskirų jo konstrukcijų griūties ir kitų reiškinių, sukėlusių pavojingas konstrukcijų deformacijas, taip pat keičiantis gyvenamojo namo savininkui, valdytojui ar administratoriui.
4. Statybinius tyrinėjimus, jeigu jie reikalingi namo ar atskirų jo elementų būklei nustatyti.

5. Energinį pastato auditą, kuris atliekamas jo savininkų (naudotojų) sprendimu, priimtu balsų dauguma, arba specialiųjų teisės aktų nustatyta tvarka parengiant energinį pastato sertifikatą.

Pastato ir jo elementų apžiūras atlieka:

1. Nuolatinius stebėjimus – pastato priežiūros vadybininkas, turintis ne žemesnį kaip aukštesnįjį inžinerinį techninį išsilavinimą.
2. Kasmetines ir neeilines apžiūras – specialistų grupė (komisija), kurios vadovas privalo turėti bet kurios statybos techninės veiklos pagrindinės srities vadovo atestatą.
3. Statybinius tyrinėjimus – atestuotos inžinerinių paslaugų įmonės (laboratorijos), ekspertai, turintys eksperto kvalifikacijos atestatą.
4. Energinį auditą – energetikos konsultavimo paslaugas teikiančios įmonės, įstaigos ar organizacijos.

Nuolatinių stebėjimų metu vizualiai tikrinamos pagrindinės pastato konstrukcijos, inžinerinė įranga, fiksuojami pastebėti defektai, avarijų ar griūties pavojai ir numatomos priemonės jiems pašalinti, tikrinama gaisrinės saugos įrenginių ir priemonių bei apsaugos nuo triukšmo būklė, bendrojo naudojimo patalpų ir aplinkos sanitarinė būklė.

Kasmetinių apžiūrų metu detalai apžiūrimos ir tikrinamos pagrindinės pastato konstrukcijos, inžinerinė įranga, nustatomas statybinių tyrinėjimų poreikis, pastato defektai ir remonto darbų poreikis, įvertinama nuolatinių stebėjimų kokybė.

Pastato būklės įvertinimai apžiūros metu aprašomi ir registruojami šiuose dokumentuose:

1. Nuolatinių stebėjimų – įrašais operatyvinės veiklos dokumentuose (žurnaluose), kurių formas nustato pats administratorius, taip pat namo techninės priežiūros žurnale, jeigu pastebėtiems defektams įvertinti reikia statybinių tyrinėjimų arba remonto darbų (žurnalo forma pridedama).
2. Kasmetinių ir neeilinių apžiūrų – atitinkamos apžiūros akte (rekomenduojama akto forma pateikta 1 priede) ir įrašų namo techninės priežiūros žurnale (2 priedas).
3. Statybiniai tyrinėjimai bei energinis auditas – techninėse ataskaitose ar projektuose priklausomai nuo sutarčių šiems darbams atlikti.

Pastato būklės diagnostikos tikslas – išsiaiškinti statinio laikančiųjų konstrukcijų darbo ypatumus laikui bėgant, poslinkių dydžių bei plyšių pločių gelžbetoninėse konstrukcijose, sutikimą su skaičiuojamosioms reikšmėmis.

Pastato būklės diagnostikos turinys priklauso nuo to, koku pastato gyvavimo etapu ją reikia atlikti. Rekonstruojant statinį, kai gali keistis apkrovos ir poveikiai, svarbu nustatyti laikančiųjų konstrukcijų realią techninę būklę bei gebą laikyti naujas apkrovas arba spręsti apie sutvirtinimo būtinybę.

Modernizuojant (atnaujinant) statinį, pavyzdžiui, prieš priimant sprendimą apie atitvarų šiltinimo techninį variantą, būtina įvertinti techninę jo laikančiųjų konstrukcijų būklę.

Vykdam ekspertizę, vertinami nuokrypiai nuo projekto, nustatomos įvairių defektų atsiradimo priežastys, nustatomos galimos pasekmės, siūlomi racionalūs konstrukcijų būklės atkūrimo sprendimai. Pastato konstrukcijų būklės diagnostika gali būti atliekama *vizualiai* arba *taikant instrumentinius metodus*.

Vizualinės pastato konstrukcijų būklės diagnostikos esmė – statinio apžiūra natūroje, preliminarus tyrimų apimtys, konkrečiam statiniui būdingos specifikos įvertinimas. Šiuo etapu suplanuojami būtinį paruošiamieji darbai:

- a) išsprendžiamas priėjimas prie probleminių vietų (įrengiami pastoliai, laiptai);
- b) numatomi paviršiai, nuo kurių reikės nuvalyti suodžius, numušti tinką ir pan.;
- c) nustatomos konstrukcijos, kurias reikės detalai tirti;
- d) sprendžiama apie specialių tyrimų (cheminių, metalografinių, polichrominių ir kt.) būtinumą;
- e) analizuojami projektavimo dokumentai.

Taikant *instrumentinius* statinio tyrimus, natūroje nustatomi laikančiųjų konstrukcijų parametrai, lemiantys jų stiprumą ir stabilumą. Šiuo etapu taikomi neardomieji bandymo metodai ir bandymo metodai, apkraunant konstrukcijas kontroline apkrova.

Į diagnostikos turinį įeina:

1. Projektavimo ir techninių dokumentų analizė.
2. Statinio (laikančiosios konstrukcijos) apžiūrėjimas natūroje.

3. Diagnostikos programos parengimas.
4. Natūriniai tyrimai.
5. Patikrinamieji skaičiavimai.
6. Išvados ir rekomendacijos.

Projektavimo ir techninių dokumentų analizės metu nagrinėjama:

1. Projektavimo darbo dokumentacijų sudėtis:

- darbo brėžiniai,
- aiškinamieji raštai,
- duomenys apie poveikius,
- skaičiavimo schemas,
- skaičiavimai,
- rekomendacijos darbams vykdyti,
- rekomendacijas statiniui naudoti.

2. Darbų vykdymo dokumentų sudėtis:

- atliktų darbų žurnalus,
- įvykdytų montavimo darbų išpildomosios nuotraukos,
- paslėptų darbų aktai,
- dokumentai, patvirtinantys naudotų medžiagų ir konstrukcijų atitiktį projekto reikalavimams,
- projekto pakeitimų projektiniai sprendimai,
- darbų kokybės kontrolės rezultatai,
- vykdytų bandymų rezultatai.

3. Statinio priežiūros žurnalai.

Natūrinių tyrimų tikslai – tiesiogiai išsiaiškinti realias laikančiųjų konstrukcijų darbo sąlygas, įvertinti laikančiųjų konstrukcijų techninę būklę bei darbo ypatumus.

Konstrukcijų pasiekimo būdai parenkami vizualinių tyrimų metu ir numatomi sudarant natūrinių tyrimų programą. Svarbu pasirūpinti pakankamu konstrukcijų apšvietimu, paruošti konstrukcijų paviršius tirti.

Natūrinių tyrimų rezultatai fiksuojami sudarytame kiekvienos laikančiosios konstrukcijos defektų žiniaraštyje, parodant:

- plyšių vietas, aprašomas jų pobūdis ir plotis (plyšiai fotografuojami);
- defektų ir pažaidų vietas;

- faktinius skerspjūvių geometrinius matmenis;
- kai yra gelžbetonio konstrukcijos, parodoma apnuoginta armatūra, jos būklė, padėtis skerspjūvyje, apsauginis betono sluoksnis;
- elementų tarpusavio konstrukcinių jungčių būklę, nukrypimus nuo projekto;
- žymeklių ant charakteringųjų plyšių pastatymo vietas.

Defektų žiniaraščiuose pateikiami konstrukcijų paviršių brėžiniai, pažymimi nustatyti defektai. Pridedama charakteringų defektų fotofiksacija.

Apžiūrų metu atskleidus deformacijų, defektų ar šiurkščių pastato naudojimo ir priežiūros taisyklių pažeidimų, dėl kurių kyla pavojus žmonių sveikatai ar aplinkai arba galimi dideli materialiniai nuostoliai, atsakingas už apžiūrą asmuo privalo nedelsdamas apie tai informuoti pastato savininką (naudotoją) arba jo įgaliotą asmenį.

Asmuo, kuriam pranešta apie pastato, jo konstrukcijų ar inžinerinės įrangos kritinę būklę, turi nedelsdamas imtis veiksmų, apsaugančių žmones, aplinką ir pastatą nuo galimų pasekmių. Pašalinus grėsmę, surašomas atliktų darbų aktas. Jis įregistruojamas namo techninės priežiūros žurnale.

Pagal apžiūrų rezultatus organizuojami ir vykdomi nuolatinės priežiūros darbai, sudaromi metiniai ir ilgalaikiai pastato bei jo inžinerinės įrangos privalomųjų remonto (ar rekonstrukcijos) darbų ir jų finansinio aprūpinimo planai. Statinio remonto ir rekonstravimo darbai atliekami, vadovaujantis Lietuvos Respublikos statybos įstatymu ir statybos techniniu reglamentu STR 1.08.02:2002 „Statybos darbai“.

Pagrindiniai pastatų būklės diagnostavimo aspektai išvardyti 1.2 lentelėje.

Priežiūra turi būti pradėta planuoti statinio projektavimo etapu ir trukti visą jo gyvavimo trukmę. Pastato savininkas ir naudotojas turi aktyviai dalyvauti šiame procese. Daugelis pastatų genda ne tiek dėl išorinės aplinkos poveikio, kiek dėl jų savininkų aplaidumo, blogo namų ūkio tvarkymo, neadekvačios priežiūros. Pastato naudojimo trukmė gali būti prailginta laiku atliekant remontus. Visiems naujiems pastatams reikia nustatyti priežiūros taisykles, kuriomis vadovaudamasis pastato savininkas galėtų jį tinkamai prižiūrėti.

1.2 lentelė. Pastatų būklės parametrai, jų lygio nustatymo būdai ir prietaisai

Tikrinami pagrindinių pastatų techninių parametų lygiai	Pagrindinių pastato techninių parametų nustatymo būdai	Pagrindinių pastato techninių parametų nustatymo prietaisai
1. Geometriniai matmenys, apsauginio sluoksnio storis	1. Matavimai instrumentais	1. Storio matavimo prietaisai; geodeziniai prietaisai
2. Konstrukcijos stiprumas, patvarumas	2. Pavyzdžių rinkimas, mechaninis arba neardomasis stiprumo nustatymas	2. Ultragarsiniai prietaisai
3. Leistinosios deformacijos	3. Deformacijos, poslinkių matavimai	3. Įlinkio matuokliai; geodeziniai prietaisai
4. Konstrukcijos šiluminis laidumas	4. Šilumos srauto matavimas	4. Potenciometras; šilumos matuoklis (termovizorius)
5. Konstrukcijų hidroizoliacija: denginių, siūlių ir t. t.	5. Paviršiaus sudrėkinimas; siūlių laidumo orui matavimas	5. Elektroninis šilumos matuoklis; skystųjų kristalų šilumos indikatorius
6. Atitvarų garso izoliacija	6. Triukšmo lygio matavimas	6. Triukšmo matuoklis; smogiamoji mašina
7. Patalpų apšvietimas	7. Šviesos srauto matavimas	7. Liuksometras
8. Patalpų temperatūra ir drėgmė; cheminė oro sudėtis	8. Oro temperatūros ir drėgmės matavimas	8. Psichrometras; termometras; anemometras; dujų analizatorius; termografas; higrografas; interferometras
9. Konstrukcijos drėgnumas	9. Medžiagos pavyzdžių rinkimas; drėgmės matuoklių naudojimas	9. Konstrukcijos drėgnumas

2. PASTATŲ IŠORINIŲ ATITVARŲ ŠILUMOS IZOLIACINIAI PARAMETRAI PAGAL LIETUVOJE GALIOJANČIŲ REGLAMENTŲ REIKALAVIMUS

Vienas iš svarbiausių išorinių atitvarų parametru yra šilumos perdavimo koeficientas U . Jis parodo išeinančios šilumos kiekį W pro atitvaros 1 m^2 per 1 h , išorės ir vidaus temperatūrų skirtumui esant 1 K arba $1 \text{ }^\circ\text{C}$. Šilumos perdavimo koeficientas U yra svarbus tuo, kad jis yra tiesiogiai proporcingas šilumos kiekiui Q , išeinančiam pro statinio išorines atitvaras (1). Kuo šis išorinių atitvarų koeficientas yra mažesnis, tuo mažiau reikia šilumos energijos pastatų šildymui, tuo mažesni šilumos energijos nuostoliai, mažiau sudeginama kuro, mažiau išmetama į atmosferą teršalų, sukeliančių šiltnamio efektą, pigesnė pastatų eksploatacija ir pan.

$$Q = \Sigma \cdot U \cdot (\Theta_i - \Theta_e) \cdot A \cdot t, (\text{kWh})/a \quad (2.1)$$

čia: U – išorinių atitvarų šilumos perdavimo koeficientas, $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$;

Θ_i – patalpos oro temperatūra, $^\circ\text{C}$;

Θ_e – vidutinė išorės oro temperatūra per apšildymo laikotarpį, $^\circ\text{C}$;

A – išorinių atitvarų plotas, m^2 ;

t – pastato apšildymo trukmė, h .

Šilumos perdavimo koeficientas U yra valstybinės reikšmės parametras ir jis yra reglamentuojamas STR 2.05.01:2005 (2.1–2.3 lentelės).

2.1 lentelė. Pastatų atitvarų norminės šilumos perdavimo koeficiento U_N , $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$, vertės iš STR 2.05.01:2005

Atitvaros rūšis	Atitvarą žymintis poraidis	Gyvenamieji pastatai	Negyvenamieji pastatai	
			Viešosios paskirties	Pramonės
Stogai	r	$U_N=0,16\kappa$	$U_N=0,20\kappa$	$U_N=0,25\kappa$
Perdangos, kurios ribojasi su išore	ce			

Atitvaros rūšis	Atitvarą žymintis poraidis	Gyvenamieji pastatai	Negyvenamieji pastatai	
			Viešosios paskirties	Pramonės
Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu	fg	$U_N=0,25\kappa$	$U_N=0,30\kappa$	$U_N=0,40\kappa$
Perdangos virš nešildomų rūšių ir pogrindžių	cc			
Sienos	w	$U_N=0,20\kappa$	$U_N=0,25\kappa$	$U_N=0,30\kappa$
Langai ir kitos skaidrios atitvaros	wd	$U_N=1,6\kappa$	$U_N=1,6\kappa$	$U_N=1,9\kappa$
Durys, vartai	d	$U_N=1,6\kappa$	$U_N=1,6\kappa$	$U_N=1,9\kappa$

Pastabos:

1. 7.10.4.1 lentelėje $\kappa = 20/(\Theta_i - \Theta_e)$ – temperatūros pataisa. Kai projektinė patalpos oro temperatūra $\Theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, o išorės – $\Theta_e = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, tada $\kappa = 1$.
2. Kai atitvara yra šildymo sistemos dalis (pavyzdžiui šildomos grindys arba lubos), tokios atitvaros temperatūros pataisa $\kappa = 20/(\Theta_{si} - \Theta_e)$.
3. Jeigu gyvenamųjų pastatų langų ir kitų skaidrių atitvarų plotas didesnis už 25 % pastato sienų ploto, visų skaidrių atitvarų šilumos perdavimo koeficiento norminė vertė turi būti $1,3\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.
4. Jeigu viešosios paskirties pastatų langų ir kitų skaidrių atitvarų plotas didesnis už 35 % pastato sienų ploto, visų skaidrių atitvarų šilumos perdavimo koeficiento norminė vertė turi būti $1,3\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Parduotuvių ir panašios paskirties patalpų pirmųjų dviejų aukštų langams ir kitoms skaidrioms atitvaroms leidžiama taikyti $1,9\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ vertę.

2.2 lentelė. Pastatų atitvarų leistinosios šilumos perdavimo koeficiento $U_{MN} W/(m^2K)$, vertės iš STR 2.05.01:2005

Atitvaros rūšis	Atitvarą žymintis poraidis	Gyvenamieji pastatai	Negyvenamieji pastatai	
			Viešosios paskirties pastatai	Pramonės pastatai
Stogai	r	$U_N \leq 0,25\kappa$	$U_N \leq 0,25\kappa$	$U_N \leq 0,40\kappa$
Perdangos, kurios ribojasi su išore	ce			
Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu	fg	$U_N \leq 0,35\kappa$	$U_N \leq 0,40\kappa$	$U_N \leq 0,50\kappa$
Perdangos virš nešildomų rūšių ir pogrindžių	cc			
Sienos	w	$U_N \leq 0,30\kappa$	$U_N \leq 0,40\kappa$	$U_N \leq 0,50\kappa$
Langai ir kitos skaidrios atitvaros	wd	$U_N \leq 1,9\kappa$	$U_N \leq 1,9\kappa$	$U_N \leq 3,00\kappa$
Durys, vartai	d	$U_N \leq 1,9\kappa$	$U_N \leq 1,9\kappa$	$U_N \leq 3,00\kappa$

Pastaba. Žr. 2.1 lentelės pastabas.

2.3 lentelė. Iš išorės papildomai apšiltinamų gyvenamųjų ir negyvenamųjų viešosios paskirties pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficiento $U, W/(m^2K)$ vertės iš STR 2.05.01:2005

Atitvaros rūšis	Šilumos perdavimo koeficientas $U, W/(m^2K)$
Stogai	0,20 κ
Perdangos, kurios ribojasi su išore	
Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu	0,30 κ
Perdangos virš nešildomų rūšių ir pogrindžių	
Sienos	0,25 κ

Pastaba. Žr. 2.1 lentelės pastabas.

Viena iš priimtinausių priemonių išorinių atitvarų šilumos perdavimo koeficientui U mažinti, yra jų šiltinimas efektyviomis šilumą izoliuojančiomis medžiagomis.

Šilumos perdavimo koeficientas U yra atvirkščias dydis šiluminei varžai R_t . Jis apskaičiuojamas pagal (2.2).

$$U = 1/R_t, \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad (2.2)$$

čia: R_t – atitvaros visuminė šiluminė varža apskaičiuojama pagal (2.5) ($\text{m}^2\text{K)/W}$.

Tais atvejais, kai termoizoliacinį sluoksnį kerta metalinės jungtys, jungiančios atitvaros vidaus ir išorės sluoksnius, atitvaros šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal (2.3).

$$U = 1/R_t + \Delta U_{fn}, \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad (2.3)$$

čia: ΔU_{fn} – šilumos perdavimo koeficiento pataisa dėl papildomo šilumos nutekėjimo per metalines jungtis apskaičiuojama pagal (2.4)

$$\Delta U_{fn} = \alpha \cdot \lambda_{fn} \cdot n_{fn} \cdot A_{fn} / d_{fn}, \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad (2.4)$$

čia: α – struktūrinis daugiklis parenkamas iš 2.4 lentelės; λ_{fn} – jungties šilumos laidumo koeficientas parenkamas iš STR 2.01.03:2009 arba kitų įteisintų dokumentų, W/(mK) ; n_{fn} – jungčių kiekis viename m^2 parenkamas iš projekto, vnt; A_{fn} – vienos jungties skerspjūvio plotas apskaičiuojamas aritmetiškai, m^2 ; d_{fn} – skaičiuojamasis jungties ilgis prilygintas termoizoliacijos sluoksnio storiui, m.

2.4 lentelė. Struktūrinio daugiklio α vertės iš STR 2.05.01:2005

Jungčių vieta	α
Sienoje tarp mūro ir medienos	0
Sienoje tarp mūro ir betono	0,5
Sienoje tarp dviejų betono sluoksnių	0,6
Tvirtinantys varžtai tarp stogo ritininės dangos ir metalo lakštų	0,6
Tvirtinantys varžtai tarp stogo plastikinės dangos ir metalo lakštų	0,4
Varžtai tarp metalinių lakštų	0,8

Atitvaros visuminė šiluminė varža R_t apskaičiuojama pagal (2.5).

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se}, \text{ (m}^2\text{K)/W; } \quad (2.5)$$

čia: R_{si} – atitvaros paviršiaus patalpoje šiluminė varža parenkama iš 2.5 lentelės; R_s – atitvaros sluoksnių suminė šiluminė varža apskaičiuojama pagal (2.6), kai atitvaroje yra vėdinamas tarpas, išorinis atitvaros sluoksnis ir vėdinamas tarpas skaičiavimuose neįvertinami; R_{se} – atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža parenkama iš 2.5 lentelės, kai atitvaroje yra vėdinamas tarpas, R_{se} prilyginama R_{si} .

Vėdinamu tarpu laikytinas išorės oru vėdinamas tarpas ir kurio angų plotas A_v fasade:

- ne mažesnis kaip 15 cm² kiekvienam atitvaros perimetro metrui, kai tarpas vertikalus;
- ne mažesnis kaip 15 cm² vienam kvadratiniam horizontalaus tarpo metrui.

2.5 lentelė. Aitvarų paviršiaus patalpoje ir išorėje šiluminės varžos R_{si} ir R_{se} , (m²K)/W iš STR 2.05.01:2005

Paviršiaus patalpoje šiluminė varža, R_{si} (m²K)/W			Išorinio paviršiaus šiluminė varža, R_{se} , (m²K)/W		
Šilumos srauto kryptis					
Horizontali →	Aukštyn ↑	Žemyn ↓	Visomis kryptimis		
0,13	0,10	0,17	0,04	0,04	0,04

Pastabos:

1. Pertvarų, skiriančių dvi patalpas su skirtingomis oro temperatūromis, suminė abiejų paviršių šiluminė varža (R_{si} ir R_{se}) prilyginama 0,25 (m²K)/W.
2. Horizontaliu vadinamas srautas, kurio kryptis vertikalios plokštumos atžvilgiu nesiskiria daugiau kaip ± 30°.

Jei reikia įvertinti vėjo poveikį, išorės paviršiaus šiluminės varžos vertės imamos iš 2.6 lentelės.

2.6 lentelė. R_{se} vertės, esant įvairiam vėjo greičiui, $(m^2K)/W$ iš STR 2.05.01:2005

Vėjo greitis, m/s	1	2	3	5	7	10
$R_{se}, (m^2K)/W$	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02

Atitvaros termiškai vienalyčių sluoksnių suminė šiluminė varža R_s , m^2K/W , apskaičiuojama pagal (2.6).

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n + (R_g + R_q + R_u), (m^2K)/W; \quad (2.6)$$

čia: $R_1, R_2, \dots, R_n$ – atitvaros atskirų, termiškai vienalyčių sluoksnių, šiluminės varžos apskaičiuojamos pagal (2.7);

R_g – nevėdinamo arba ribotai vėdinamo tarpo šiluminė varža, $(m^2K)/W$;

R_q – plono sluoksnio (plėvelės) šiluminė varža, $(m^2K)/W$;

R_u – nešildomos pastogės šiluminė varža, $(m^2K)/W$.

R_g, R_q ir R_u parenkamos iš STR 2.05.01:2005.

Termiškai vienalyčio sluoksnio, kurio šiluminiai parametrai bet kuria kryptimi nekinta, šiluminė varža R , $(m^2K)/W$, apskaičiuojama pagal formulę (2.7)

$$R = d/\lambda_{ds}, (m^2K)/W; \quad (2.7)$$

čia: d – termiškai vienalyčio sluoksnio storis parenkamas iš projekto, natūros arba apskaičiuojamas pagal formulę, m;

λ_{ds} – termiškai vienalyčio sluoksnio medžiagos projektinis šilumos laidumo koeficientas parenkamas iš STR 2.01.03:2009.

Jei STR 2.01.03:2009 nėra pasirinktos medžiagos projektinio šilumos laidumo koeficiento, tada jis apskaičiuojamas pagal formulę (2.8).

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_{\omega} + \Delta\lambda_{cv}, W/(mK); \quad (2.8)$$

čia: λ_{dec} – deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas, $W/(mK)$, priimamas iš medžiagos gamintojo įteisintų dokumentų;

$\Delta\lambda_{\omega}$ – pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijose, $W/(mK)$, imama iš STR 2.01.03:2009, 2.5 ir 2.6 lentelių;

$\Delta\lambda_{cv}$ – pataisa dėl šiluminės konvekcijos poveikio, $W/(mK)$.

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl vidinės šilumos konvekcijos medžiagoje ir termoizoliacinio sluoksnio plyšiuose tarp termoizoliacinių gaminių, taip pat tarp termoizoliacinių gaminių ir juos ribojančių paviršių poveikio apskaičiuojama pagal formulę (2.9).

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{dec} K_{cv}, \text{ W/(mK)}; \quad (2.9)$$

čia: λ_{dec} – kaip formulėje (4.8); K_{cv} – šilumos konvekcijos poveikio koeficientas, imamas iš STR 2.01.03:2009, 2.7 lentelės.

Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas priklauso nuo konstrukcijos vėdinimo intensyvumo, vėjo izoliacijos sluoksnio orinio laidžio K , termoizoliacinio sluoksnio įrengimo būdo ir šio sluoksnio medžiagos oro laidumo koeficiento l , nustatomo pagal ISO 9053:1991.

Išorinės atitvaros konstruojamos pagal daugelį parametrų: architektūrinį vaizdą, fizinį stiprį, ilgaamžiškumą, šilumos bei triukšmo pralaidumą, turimas medžiagas, jų kainą, statybos ir eksploatacijos kaštus ir pan. Šilumos izoliacinės medžiagos dažniausiai parenkamos jau sukonstruotai atitvarai. Sukonstruotai atitvarai su konkrečiais laikančių, apdailinių, vėdinimo ir kitų sluoksnių parametrais, tenka parinkti tik šilumos izoliacinę medžiagą ir apskaičiuoti jos storį d_N . Rekomenduojama norminį šilumos izoliacijos storį apskaičiuoti pagal formulę (2.10).

$$d_N = \left[\frac{1}{U_N - \Delta U_{fn}} - R_{si} - R_{se} - R_l - R_2 - \dots - R_n - (R_g + R_q + R_u) \right] \bullet \lambda_{ds}, \text{ m}; \quad (2.10)$$

Formulės (2.10) dešinėje pusėje esantys parametrai yra parenkami bei apskaičiuojami aprašytais būdus.

Apskaičiuotą norminį storį d_N dažnai tenka derinti prie gamintojų gaminamų šilumos izoliacinių plokščių storį.

Pagal STR 2.05.01:2005 (žr. 2.2 lentelę) atitvaros šilumos perdavimo koeficientą U_N , tuo pačiu ir šilumos izoliacijos storį d_N leidžiama koreguoti taip, kad pastato atitvarų savitieji šilumos nuostoliai H_{TD} būtų ne didesni už pastato atitvarų norminius savituosius šilumos nuostolius H_{TN} (2.11). Savitieji pastato atitvarų šilumos nuostoliai yra šilumos srautas, praeinantis per visas pastato atitvaras iš vidaus į išorę, kai temperatūrų skirtumas 1 K, W/K.

$$H_{TD} \leq H_{TN}; \quad (2.11)$$

$$H_{TN} = \Sigma(A_r \cdot U_{N,r}) + \Sigma(A_{ce} \cdot U_{N,ce}) + \Sigma(A_{fg} \cdot U_{N,fg}) + \Sigma(A_{cc} \cdot U_{N,cc}) + \Sigma(A_w \cdot U_{N,w}) + \Sigma(A_{wd} \cdot U_{N,wd}) + \Sigma(A_d \cdot U_{N,d}) + \Sigma(\Psi_{Nt} \cdot l_t), \text{ W/K}, \quad (2.12)$$

čia: A – atitinkamos atitvaros plotas, m^2 , nustatomas pagal STR 2.05.01:2005 3-čio priedo reikalavimus; r, ce, fg, cc, w, wd, d ir t – porai-
džiai nusako atitvaros rūšį, kaip nurodyta 1, 2 lentelėse;

U_N – atitinkamos atitvaros norminis šilumos perdavimo koeficientas, $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$; Ψ_{Nt} – ilginio šiluminio tiltelio norminis šilumos perdavimo koeficientas, $\text{W}/(\text{mK})$; l_t – ilginio šiluminio tiltelio ilgis, m , nustatomas pagal STR 2.05.01:2005 3-čio priedo reikalavimus.

$$H_{TD} = \Sigma(A_r \cdot U_{D,r}) + \Sigma(A_{ce} \cdot U_{D,ce}) + \Sigma(A_{fg} \cdot U_{D,fg}) + \Sigma(A_{cc} \cdot U_{D,cc}) + \Sigma(A_w \cdot U_{D,w}) + \Sigma(A_{wd} \cdot U_{D,wd}) + \Sigma(A_d \cdot U_{D,d}) + \Sigma(\Psi_{D,t} \cdot l_t), \text{ W/K}, \quad (2.13)$$

čia: U_D – atitinkamos atitvaros projektinis šilumos perdavimo koeficientas, $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$; $\Psi_{D,t}$ – ilginio šiluminio tiltelio projektinis šilumos perdavimo koeficientas, $\text{W}/(\text{mK})$.

Kiti dydžiai ir indeksai pateikti prie formulės (2.12).

3. MODERNIZAVIMO POREIKIS

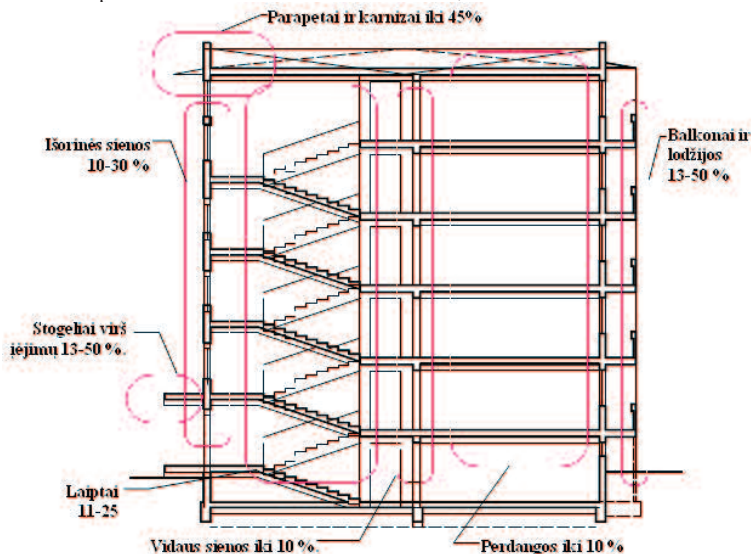
Lietuvoje didžioji dauguma gyvenamųjų namų yra pastatyta sovietmečiu. Jie buvo suprojektuoti ir pastatyti pagal tų laikų normatyvines nuorodas. Jų betoninių ir gelžbetoninių laikančių konstrukcijų eksploatacijos trukmė buvo numatyta 125 metai, medinių atitvarų – 40–50 metų, fasadų dažytos apdailos – 6 metai, ritininių stogo dangų – 10 metų, stambiaplokščių namų siūlių sandarinimas – 8 metai ir pan. (3.1 lentelė).

3.1 lentelė. Vidutinė eksploatacijos trukmė pagal SSSR normas

Eil. Nr.	Konstrukcijų, jų apdailos ir inžinerinių tinklų pavadinimas	Eksploatacijos trukmė m
1	Betoniniai ir gelžbetoniniai pamatai	125
2	Surenkamos gelžbetoninės sienos	125
3	Surenkamos gelžbetoninės perdangos	125
4	Langai ir durys mediniuose rėmuose	40
5	Medinės durys patalpose	50
6	Lentų grindų danga	40
7	Linoleumo grindų danga	20
8	Keraminių plytelių grindų danga	80
9	Stogo danga iš 2–3-jų sluoksnių ruberoido ir 1-no sluoksnio pergamino	10
10	Sandūrų hermetizavimas	8
11	Dažyta fasadų apdaila	6
12	Terazitinis fasadų tinkas	50
13	Šalto vandentiekio cinkuotas vamzdynas	30
14	Karšto vandentiekio cinkuotas vamzdynas	15
15	Dujotekis	20

1993 m. atlikti stambiaplokščių namų konstrukcijų nusidėvėjimo tyrimai parodė, kad jų išorinės sienos esti susidėvėjusios 10 – 20 % (3.1 pav.), o vidinės sienos iki 10 %. Smarkiai nusidėvėję ir net susidėvėję yra seni mediniai langai, durys, sukorodavusi nuolajų, parapetų bei

kitose vietose esanti skarda ir ypatingai susidėvėjusi daugumos namų fasadų apdaila. Išorinių sienų vandens įgerties tyrimai „KARSTEN“ prietaisu (3.2 pav.) parodė, kad vietomis vanduo į išorines sienas skverbiasi $16 \text{ cm}^3/\text{min}$ ir daugiau, o ties plyšiais vanduo skverbiasi taip smarkiai, kad net neįmanoma tiksliai išmatuoti jo kiekį. Rekomenduotina vidutinė vandens į išorines sienas skverbtis iki $0,5 \text{ cm}^3/\text{min}$.



3.1 pav. Vilniaus stambiaplokščių namų konstrukcijų vidutinis nusidėvėjimas 1992 metais

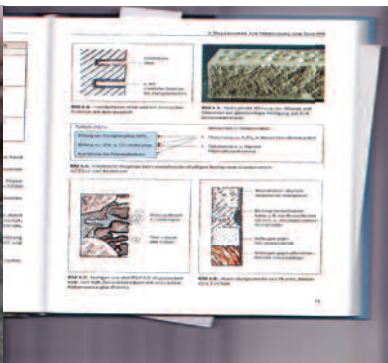
Analizuojant fasadų paviršių sandarumą nustatyta, kad juose esti įvairaus dydžio ertmių, kuriose kaupiasi ne tik atmosferinis vanduo, bet ir įvairios dulkės bei teršalai (3.3 pav.). Ertmėse esantis vanduo virsdamas ledu didina savo tūrį $\approx 9 \%$ ir ardo fasadą. Atmosferinis vanduo sąveikaudamas su teršalais tampa rūgštus. Toks vanduo pasiekęs pastatė esančias metalines jungtis bei detales jas ardo, sutrumpina jų eksploatacijos trukmę ir gali sudaryti net avarinę situaciją (3.4). Tokie reiškiniai tampa ypač pavojingi stambiaplokščiuose bei karkasiniuose pastatuose.

Įvairių šalių pastatų defektų analizė rodo, kad jie pasiskirsto taip:

išorinėse sienose 25 – 35 %;
 stoguose, terasose bei balkonuose 11 – 33 %;
 žemėje įgilintose konstrukcijose 15 – 17 %.



3.2 pav. Fasado įgerties bandymas
 „KARSTEN“ prietaisu



3.3 pav. Susidėvėjusios fasadų ap-
 dailos pjūvio schema



3.4 pav. 9-nių aukštų stambiaplokščio gyvenamojo namo 4-to aukšto yrantį sieną
 nuo atmosferinės drėgmės poveikio.

Defektai būna susiję su: statybos darbais ~55 %; projektavimu ~18 %;
 eksploatavimu ~11 %.

Daugiau nei 90 % defektų esti atitvarinse konstrukcijose; mažiau nei
 10 % defektų esti laikančiose konstrukcijose; daugiau nei 50 % defektų
 yra susiję su drėgmės poveikiais.

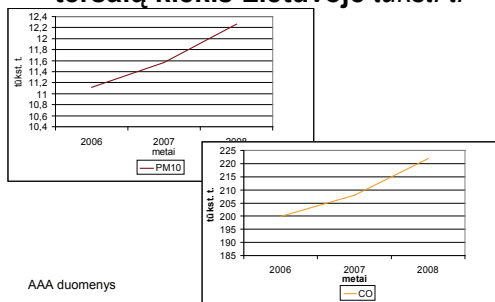
Žmonių sveikai būsenai patalpose užtikrinti yra būtinas tinkamas patalpų mikroklimatas. Lietuvos higienos normoje HN 42:2009 2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“ teigiama (3.2 lentelė), kad šaltuoju metų laikotarpiu gyvenamųjų ir lankytojams skirtų visuomeninių pastatų patalpose oro temperatūra turėtų būti 18–22 °C, temperatūrų skirtumas 0,1 m ir 1,1 m aukštyje nuo grindų paviršiaus, ne daugiau kaip 3°C. Kadangi Lietuvoje apie pusę metų orai esti šalti, žiema oro temperatūra gali nukristi net iki –42,9 °C (1956 metais Utenoje), todėl norint užtikrinti normalų patalpų mikroklimatą, pastatus būtina šildyti. Lietuvoje šaltasis laikotarpis, t. y. pastatų šildymo trukmė trunka apie 180 – 190 dienų. Mūsų šalyje pastatų šildymui suvartojama apie 40% gaminamos šilumos energijos (Interneto prieiga www.lsta.lt). Kadangi Lietuvoje esti nedaug šilumos energijos resursų (10–12 %), todėl juos tenka nuolat importuoti iš užsienio ne pačia pigiausia kaina. Senesnės statybos namuose gyvenantys žmonės už šilumos energiją išleidžia 30 – 55 % ir daugiau gaunamų pajamų. Ryšium su tuo mūsų šalies žmonėms tenka ir teks ieškoti racionalių priemonių vartojamos šilumos energijos kiekiams mažinti. Efektyviausia priemonė vartojamos šilumos energijos kiekiams pastatų šildymui mažinti yra pastatų išorinių atitvarų patikimas šiltinimas.

3.2 lentelė. Gyvenamųjų patalpų ir lankytojams skirtų visuomeninių patalpų mikroklimato parametrų ribinės vertės

Eil. Nr.	Mikroklimato parametrai	Ribinės vertės	
		Šaltuoju metų laikotarpiu	Šiltuoju metų laikotarpiu
1.	Oro temperatūra, °C	18–22	18–28
2.	Temperatūrų skirtumas 0,1 m ir 1,1 m aukštyje nuo grindų, ne daugiau kaip °C	3	3
3.	Santykinė oro drėgmė, %	35–60	35–65
4.	Oro judėjimo greitis, m/sek	0,05–0,15	0,15–0,25

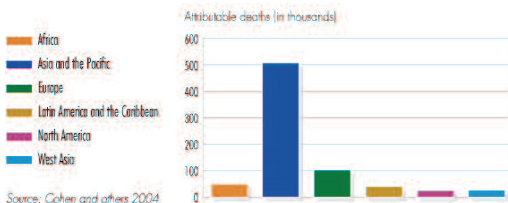
Gaminant šilumos energiją yra sudeginama daug įvairaus kuro. To pasėkoje į atmosferą patenka didelis kiekis (3.5 pav.) anglies monoksido (CO), kietųjų dalelių (KD) bei kitų teršalų, kuriais kenkiama ne tik žmonių sveikatai bet ir aplinkai bei gamtai. Moksliniai tyrimai rodo, kad ten kur yra smarkiai teršiama aplinka, ten didėja žmonių mirštamumas (3.6 pav.).

Į atmosferą išmetamų CO ir PM₁₀ teršalų kiekis Lietuvoje tūkst. t.



3.5 pav. Į atmosferą išmetamų teršalų kiekis Lietuvoje (AAA).

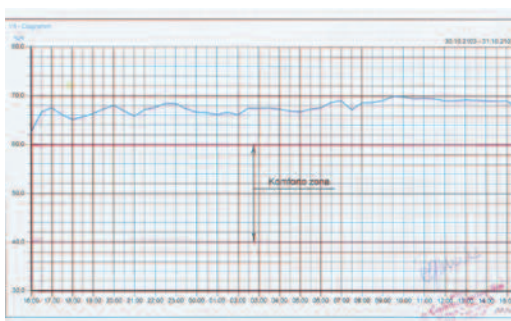
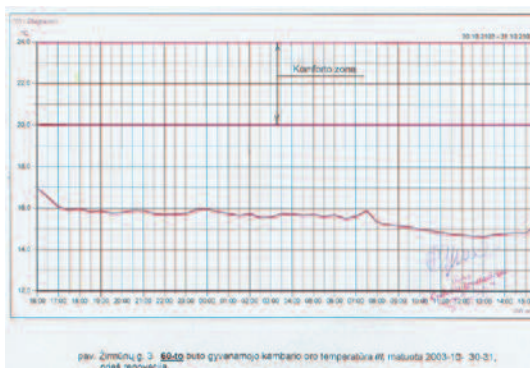
Ankstyvosios mirtys dėl miestų aplinkos taršos PM₁₀ dalelėmis



3.6 pav. Ankstyvosios mirtys dėl miestų aplinkos taršos KD₁₀ dalelėmis (AAA).

Tais atvejais, kai pastatų išorinės atitvaros blogai izoliuoja šilumą, jų patalpose esti žema oro temperatūra (3.7 pav.). Tada žmonės sandarina patalpas, užkemša net vėdinimo angas. Dėl to patalpose susidaro didelis santykinis oro drėgnis (> 60%), o prie blogai apšiltintų išorinių

aitvarų paviršiaus jis tampa didesnis nei 80 % (3.8 pav.). Tada užsiveisia pelėsiniai grybai – mikromicetai (3.9 pav.). Pelėsiniai grybai – mikromicetai gali taip pat kenkti žmonių sveikatai, pastatams, baldams ir kt. Esti pelėsinių grybų kurie gali sukelti žmonėms kvėpavimo, odos ir net onkologines ligas.



Č. Ignatavičius

Gyvybingos pelėsinių grybų sporos gali tūnoti iki 40 ir daugiau metų. Atsiradus palankioms sąlygoms – drėgmei ir organiniams teršalams, jie

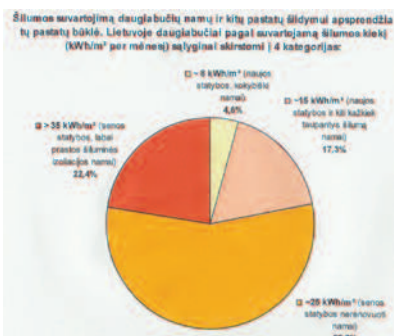
gali atsigauti ir veistis toliau. Tai patys gyvybingiausi gyviai mūsų planetoje. Moksliniai tyrimai rodo, kad kai kurie mikromicetai pabuvoję atvirame kosmose net du metus, nežūva, sugrįžę į žemę ima dar aktyviau veistis.

Tais atvejais, kai žmonės esti užsandarintose, blogai vėdinamose patalpose, jose didėja ir anglies dvideginio (CO_2) koncentracija. Jei patalpų oras yra blogas, tai dėl to irgi gali sutrikti žmonių sveikata bei jų darbingumas. Žmonės gali būti nevalgę apie mėnesį, negėrę apie savaitę, bet negali tiek ilgai išbūti nekvėpavę. Oras yra pagrindinis žmogaus organizmo maistas ir jo kokybė būtina rūpintis ne mažiau nei gėrimais bei valgiais.

Efektyviausia priemonė išvardintoms blogybėms išvengti yra tinkamas pastatų išorinių aitvarų apšiltinimas. Lietuvoje pastatai buvo projektuojami ir statomi įvairiais laikais pagal skirtingas normines nuorodas. Todėl pastatų išorinės atitvaros turi labai skirtingus šilumos izoliacinius parametrus. Senesnių gyvenamųjų namų išorinių atitvarų šilumos perdavimo koeficientai kartais skiriasi nuo dabartinių 8 ir daugiau kartų. Ryšium su tuo pastatų apšildymui suvartojami labai skirtingi šilumos energijos kiekiai. Šilumos tiekėjų duomenimis (3.10 pav.).



3.9 pav. Patalpose su padidintu santykinio oro drėgnumu užsiveisę pelėsiniai grybai – mikromicetai



3.10 pav. Daugiabučių namų klasifikacija pagal vidutinį šilumos suvartojimą kWh/m^2 per mėnesį

Lietuvoje esti daugiausia senos statybos namų – 55,7 %, kurių apšildymui per mėnesį vidutiniškai suvartojama ~ 25 kWh/m² šilumos energijos. Padauginus šį šilumos energijos kiekį iš šildymo trukmės ~ 6 mėn. gauname 150 kWh/m² per metus (a). Sulyginę šį šilumos energijos kiekį su šilumos energijos kiekiu, suvartojamu dabartiniuose pasyviuose namuose (15 kWh/m²a), gauname, kad daugumoje mūsų namų šildymui suvartojama apie 10 kartų daugiau šilumos energijos nei pasyviuose namuose. Tuo pačiu ir mokesčiai už šildymą esti apie 10 kartų didesni nei pasyviuose namuose. Lietuvoje esti ir dar blogesnių namų (22,4 %), kur šilumos energijos suvartojama > 35 kWh/m² per mėnesį, arba > 210 kWh/m²a. Tokiuose namuose už šildymą mokama apie 14 kartų daugiau nei pasyviuose namuose (Interneto prieiga www.lsta.lt).

Siekiant įgyvendinti Europos Sąjungos politikos ir veiklos kryptis, atsižvelgiant į aplinkos apsaugos reikalavimus; racionaliai ir ekonomiškai naudoti energijos šaltinius (naftos produktus, gamtines dujas, kietąjį kurą ir kt.) kurie yra ir pagrindiniai anglies dvideginio išskyrimo šaltiniai; sudaryti prielaidas efektyvesniam šilumos energijos vartojimui, nes efektyvesnis energijos vartojimas sudaro svarbią politikos ir taikomų priemonių dalį, reikalingą, kad būtų laikomasi 1997 m. gruodžio mėn. 11 d. Kiote priimto Jungtinių Tautų Bendrosios klimato kaitos konvencijos Kioto protokolo, ratifikuoto 2002 m. lapkričio mėn. 19 d. Įstatymu Nr. IX-1203 „Lietuvos Respublikos Įstatymas dėl Jungtinių Tautų Bendrosios klimato kaitos konvencijos Kioto protokolo ratifikavimo“ ir kt. Lietuvoje įvestas privalomas naujai statomiems ir kapitaliai rekonstruojamiems pastatams, kurių naudingasis plotas didesnis kaip 1000 m² energinio naudingumo įvertinimas – sertifikavimas. Pastatų energinio naudingumo įvertinimas atliekamas pagal kvalifikacinio rodiklio C vertę

Pagal šį rodiklį pastatai klasifikuojami į 7 klases: A, B, C, D, E, F ir G. A klasė laikoma aukščiausia, ji nurodo labai energiškai efektyvų pastatą. Dabar naujai statomų pastatų (pastato dalių) energinio naudingumo klasė turi būti ne žemesnė kaip C. Didesnių kaip 1000 m² naudingojo ploto kapitaliai rekonstruojamų pastatų (pastato dalių) energinio naudingumo klasė turi būti ne žemesnė kaip D.

Pastatų energinis naudingumas apskaičiuojamas pagal šią tvarką:

$$\text{jeigu } \frac{Q_{sum}}{Q_{N.sum.}} \leq 1, C = \frac{Q_{sum}}{Q_{N.sum.}}; \quad (3.1)$$

$$\text{jeigu } \frac{Q_{sum}}{Q_{R.sum.}} \geq 1, C = 1 + \frac{Q_{sum}}{Q_{R.sum.}}; \quad (3.2)$$

$$\text{kitais atvejais } C = 1 + \frac{Q_{sum} - Q_{N.sum.}}{Q_{R.sum.} - Q_{N.sum.}}. \quad (3.3)$$

čia: $Q_{N.sum}$ - norminės suminės energijos sąnaudos (kWh/(m²a)). Apskaičiuojamos pagal formulę (3.4); $Q_{R.sum}$ - atskaitinės suminės energijos sąnaudos (kWh/(m²a)). Apskaičiuojamos pagal formulę (3.5); $Q_{R.sum}$ - skaičiuojamosios suminės energijos sąnaudos (kWh/(m²a)). Apskaičiuojamos pagal formulę (3.6).

$$Q_{N.sum} = \frac{(Q_{N.env.} + Q_{R.vent.} + Q_{d1} + Q_e - Q_i)}{\eta_{N.h.s.}} + Q_{+E} + Q_{h.w.} \quad (3.4)$$

$$Q_{R.sum.} = \frac{(Q_{R.env.} + Q_{R.vent.} + Q_{d1} + Q_{R.inf.} - Q_e - Q_i)}{\eta_{R.h.s.}} + Q_E + Q_{h.w.} \quad (3.5)$$

$$Q_{sum.} = \frac{(Q_{env} + Q_{vent} + Q_{d1} + Q_{inf} - Q_e - Q_i)}{\eta_{h.s.}} + Q_E + Q_{h.w.} \quad (3.6)$$

Pagal kvalifikacinio rodiklio C vertę pastatui priskiriama energinio naudingumo klasė pagal šią tvarką:

- A klasė, jei $C < 0,5$;
- B klasė, jei $0,5 \leq C < 1$;
- C klasė, jei $1 \leq C < 1,5$;
- D klasė, jei $1,5 \leq C < 2$;
- E klasė, jei $2 \leq C < 2,5$;
- F klasė, jei $2,5 \leq C < 3$;
- G klasė, jei $C > 3$.

Pažymėtina, kad nustatant suminės energijos sąnaudas yra sunku tiksliai įvertinti natūrinius atitvarų šilumos izoliacinius parametrus. Dėl to kartais galimi ženklūs skaičiavimo nuokrypiai nuo realybės.

Energinio naudingumo įvertinimas – sertifikavimas neatliekamas: pastatams, kurie yra kultūros paveldo statiniai, jeigu laikantis reikalavimų nepageidautinai pakistų charakteringos jų savybės ar išvaizda; maldos namų ir kitokios religinės veiklos pastatams; laikiniams pastatams, skirtiems naudoti ne ilgiau kaip 2 metus; poilsio paskirties, sodų paskirties pastatams, naudojamiems ne ilgiau kaip 4 mėnesius per metus; atskirai stovintiems pastatams, kurių naudingasis patalpų plotas ne didesnis kaip 50 m^2 ; nedaug energijos suvartojantiems gamybos ir pramonės, sandėliavimo paskirties bei žemės ūkiui tvarkyti skirtiems negyvenamiesiems pastatams, t. y. pastatams, kuriuose ilgiau kaip keturis mėnesius per metus šildomas mažesnis negu 50 m^2 naudingasis plotas, o likusi pastato naudingojo ploto dalis šildoma trumpiau kaip 2 mėnesius per metus arba jos šildymui naudojama technologinių procesų metu išsiskirianti šiluma.

3.1. Pastatų modernizavimo tikslai

Modernizuojant pastatus siekiama šių tikslų:

1. Užtikrinti sveiką žmonių gyvenamąją aplinką – norminį gyvenamųjų patalpų komfortą.
2. Gyvenamųjų patalpų oro temperatūra, oro ir aitvarų paviršiaus temperatūrų skirtumas, oro santykinis drėgnis, anglies dvideginio (CO_2) koncentracija bei kiti parametrai turi tenkinti HN 42–2004 reikalavimus.
3. Suteikti namams, rajonams bei miestams estetinės išvaizdos naujumą.
4. Sumažinti šilumos nuostolius, t. y. sumažinti išorinių atitvarų šilumos pralaidumą.
5. Sumažinti anglies dvideginio bei kitų teršalų emisiją į atmosferą.
6. Sulaikyti drėgmės skverbimąsi į išorines sienas bei sustabdyti fasadų dulėjimą.
7. Prailginti gyvenamųjų namų eksploatacijos trukmę.

3.2. Inžinerinių tinklų modernizavimas

Pastato rekonstrukcijos metu pertvarkomas esamas statinys, priimant ekonomiškus ir efektyvius sprendimus. Prieš pradedant rekonstrukciją turi būti atliekami pastato tyrimai, nustatant esamą būklę, investicijų atsipirkimo paskaičiavimai. Rekonstrukcijos tikslas yra gyvenamosios aplinkos gerinimas, šilumos nuostolių mažinimas, namo eksploatacijos trukmės prailginimas, inžinerinių pastato sistemų pakeitimas ekonomiškesnėmis energijos suvartojimo atžvilgiu.

Rekonstruojant pastatus reikalinga atnaujinti vidinius inžinerinius tinklus. Inžineriniai tinklai – tai bendras pavadinimas visų komunikacijos sistemų, kuriuos rekonstruojant yra iškeltas uždavinys garantuoti gyvenamųjų namų, ofisų, gamybinių patalpų komfortiškumą. Inžinerinės sistemos – tai vandentiekio ir kanalizacijos, apšildymo, ventiliacijos ir oro kondicionavimo, silpnųjų srovių, elektrinių įrengimų ir elektros tiekimo sistemų samprata. Vidinių komunikacijų apimtis, išdėstymas turi būti numatyta kiekvieno rekonstruojamo objekto darbo projekte, o techninė dokumentacija suderinta su atitinkamomis institucijomis. Rekonstrukcijos metu vykdomas procesas, naudojami produktai turi atitikti šiuolaikinius techninius reikalavimus.

Inžinerinės komunikacijos turi būti tiesiamos techniniam aptarnavimui ir remontui prieinamose vietose. Rekonstruojamuose pastatuose, tiesiant inžinerines komunikacijas, leidžiama panaudoti esamus techninius pagrindžius ne žemesnius kaip 1,6 m, turinčius atskirą išėjimą per duris, kurių aukštis ne mažesnis kaip 1,4 m. Vamzdynų ar kitų tinklų susikirtimai su durų angomis ar praėjimais neleidžiami.

Jei inžinerinės komunikacijos tiesiamos žemiau pastato pamatų reikalinga numatyti priemonės, kurios pašalintų pamato apkrovą ant vamzdynų.

4. UŽSIENIO ŠALIŲ PATIRTIS

4.1. Darnaus vystymosi ir darnaus daugiabučių namų atnaujinimo sampratos, principai

Pasaulio mastu ilgalaikio darnaus vystymosi strategijos pagrindinės nuostatos buvo suformuluotos Jungtinių Tautų „Darbotvarkėje 21“, pasaulio viršūnių susitikime, įvykusiame 1992 m. Rio de Žaneire, Brazilijoje. Darnaus vystymosi koncepcijos pagrindą sudaro 3 lygiaverčiai komponentai – aplinkosauga, ekonominis ir socialinis vystymasis (LR Vyriausybė. 2009). Darnus vystymasis apibūdinamas kaip visuomenės vystymasis, sudarantis galimybę pasiekti visuotinę gerovę dabarties ir ateities kartoms, derinant aplinkosauginius, ekonominius ir socialinius visuomenės siekius ir neviršijant leistinių poveikio aplinkai ribų. Burinskienė ir Rudzkienė (2009), Medineckienė ir kt. (2010), Wedding ir Crawford-Brown (2007) ir daugelis kitų sutinka, kad darnaus vystymosi tikslas yra suderinti ekonominį augimą, socialinę pažangą, taipiai naudoti gamtos išteklius, palaikyti ekologinę pusiausvyrą ir užtikrinti palankias gyvenimo sąlygas dabar ir ateityje. Darnus vystymasis grindžiamas ne ekonominiu, socialiniu, ekologiniu ar instituciniu matmeniu, bet jų sistema, suprantama kaip integruota visuma. Teigiama, kad darnios plėtros koncepcija suprantama kaip procesas kurti sveiką aplinką, gyvybingą ekonomiką, socialinę gerovę ir aktyvią bendruomenę, o darni plėtra statyboje suprantama kaip statyba pastatų, kurie geriau tenkina žmonių ir aplinkos poreikius. Tačiau reikia pabrėžti, kad žmogaus daromas neigiamas poveikis aplinkai, ir statant, ir atnaujinant pastatus privalo būti kuo mažesnis. Pastato atnaujinimas tai veikla, kurios tikslas – pertvarkyti esamą statinį, siekiant pašalinti jo fizinį, inžinerijos įrangos, architektūrinį ir estetinį, funkcinį, komfortinį, eksploatacinį, socialinį ir kitą nusidėvėjimą. Tačiau šio tikslo turi būti siekiama vadovaujantis darnaus pastato sąvoka. ALwaer ir Clements-Croome (2010) darnų pastatą suprantą kaip kompleksą, iš trijų pagrindinių, tarpusavyje susijusių, dalių:

tai žmonės (savininkai, gyventojai, vartotojai ir pan.), produktai (medžiagos, struktūra, įrenginiai, įranga, automatika ir kontrolė, paslaugos) ir procesai (techninė priežiūra, įrenginių valdymas). Tai pagrindinės tarpusavyje glaudų ryši turinčios dalys. Tačiau kitas labai aktualus klausimas: ar darnus pastatas neturėtų stovėti darnioje aplinkoje?

Pastaruoju metu vis daugiau pasaulinių organizacijų investuoja daug lėšų darniai aplinkai kurti, pabrėžiant darnų pastatų atnaujinimą, siekiant sumažinti energijos suvartojimą ir išmetamą anglies dioksido kiekį. Pastatų, statytų praėjusiais dešimtmečiais, ir jų aplinkos atnaujinimas yra vis didėjančios svarbos uždavinys privatiems, visuomeniniams, ne pelno siekiantiems savininkams ar investuotojams. Žmogaus ir visos žmonijos gerovė priklauso nuo sudėtingų socialinių, ekonominių ir gamtos procesų pusiausvyros, todėl šios vystymosi dalys turi būti nagrinėjamos kaip visuma. Tik taip galima sukurti ne tik darnią statybą, darnų pastatų atnaujinimą, bet ir darnų pasaulį.

Darnios statybos terminas vartojamas apibūdinti darnaus vystymo taisyklą statyboje. Bazinis darnios statybos apibrėžimas suformuluotas 1994 m. JAV vykusios CIB organizuotoje konferencijoje: Tai sveikos aplinkos statiniuose ir už jų ribų kūrimas ir valdymas, laikantis išteklių efektyvaus naudojimo ir ekologiškumo principų. Ši sąvoka taip pat apima darną užtikrinančias statybines medžiagas, saugią statybos praktiką ir naujas technologijas. Tą patį apibrėžimą galima taikyti ir darniam daugiabučių namų ir jų aplinkos atnaujinimui. Atsižvelgiant į klimato kaitą, didelį energijos suvartojimą, gyvenamajame sektoriuje svarbu suprasti ir skatinti naujų technologijų pritaikymą, efektyvų energijos ir atsinaujinančių energijos šaltinių vartojimą.

Gyvenamųjų namų atnaujinimu siekiama sumažinti energijos ir pastatų priežiūros sąskaitas, siekiant pagerinti saugumą, komfortą, estetiką, padidinti rinkos vertę. Tačiau visa tai turi būti vykdoma pagal darnios plėtros principus. Vilniaus miesto prioritetinis bendrojo plano tikslas – sudaryti sąlygas nuolatiniam, socialiai ir ekonomiškai motyvuotam gyvenimo kokybės augimui ir teritorinių skirtumų mažinimui (Vilniaus m. strateginis planas 2010–2020). Statybos sektorius turi ypatingai glaudų

ryšį socialiniu, ekonominiu ir aplinkosaugos požiūriais. Nepaisant skirtingo klimato, kultūros ir ekonomikos tarp išsivysčiusių ir besivystančių šalių yra daug panašumų kalbant apie statybos pramonės poveikį aplinkai. Ypatingai greitai dabartiniame pasaulyje auga energijos poreikiai, tai viena iš pagrindinių priežasčių kodėl turi būti siekiama darnaus pastatų atnaujinimo.

Daugiabučių namų ir jų aplinkos atnaujinimas siekia šių tikslų:

- sumažinti energijos suvartojimą;
- sumažinti pastatų naudojimo išlaidas;
- sumažinti aplinką teršiančių veiksnių poveikį ir tuo pačiu padidinti aplinkos vertę;
- pagerinti pastatų būklę ir prailginti jų naudojimo trukmę (apie 30–40 m.);
- pagerinti žmogaus komforto sąlygas pastatų vidaus patalpose;
- pagerinti pastatų kokybę, padidinti miesto vietovių patrauklumą;
- padidinti pastatų rinkos vertę;
- pritraukti ir išlaikyti vidurinės klasės piliečius.

Nacionalinės darnaus vystymosi strategijos įgyvendinimo ataskaitoje 2005–2007 m. numatoma, kad iki 2020 metų Lietuvoje bus atnaujinta 70 % senų daugiabučių namų (apie 28 tūkst. daugiabučių), o šiluminės energijos sąnaudos būsto sektoriuje bus sumažintos apie 30 %. Norint įgyvendinti šiuos planus ir gauti efektyvų rezultatą, būtina įvykdyti daug sąlygų, viena jų – tinkamai įvertinti pastatų ir juos supančios aplinkos atnaujinimo variantus, taikant pripažintas pasaulyje darnios statybos sertifikavimo sistemas.

Pastato atnaujinimo, modernizavimo procese turi būti išsaugoma pusiausvyra tarp pagrindinių keturių komponentų: pastato apvalkalo, šildymo, vėdinimo ir aplinkos sąlygų (4.1 pav.).



4.1 pav. Keturi pagrindiniai darnaus pastatų atnaujinimo komponentai

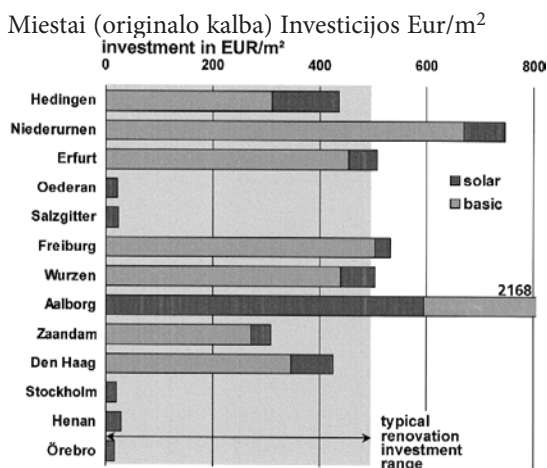
4.2. Užsienio šalių pastatų modernizavimo analizė

Modernizacijos aktuali daugeliu požiūriu. Visų pirma skirtingas šalis sieja tas pats modernizacijos tikslas – energetinio efektyvumo didinimas. Be to skirtingose duomenų bazėse sprendžiami tie patys klausimai: ar modernizacija tikslinga, kokie jos prioritetai prieš naująją statybą. Vokietijoje dažnai minima frazė, kurią galime užduoti ir mes: „Neu neu oder alt neu“, išverstus iš vokiečių kalbos reikštų „naujas naujai ar senas naujai“? Iškyla klausimas – ar verta modernizuoti statinius, kokie privalumai naujos statybos prieš modernizavimą tiek gyvenamųjų namų ar administracinių statinių.

Karsten Voss 1999 metų straipsnyje „Saulės energijos panaudojimas renovuojant statinius – pavyzdinių pastatų išvados ir rezultatai“ („Solar energy in building renovation – results and experience of international demonstration buildings“) nagrinėja nuo 1995 iki 1998 metų įvairiose Europos miestuose (angl. Niederurnen, Hedingen, Erfurt, Freiburg, Oederan, Salzgitte, Wurzen, Aalborg, Den Haag, Zaandam, Stockholm, Henan, Oerebro, Golden) vykdyto modernizavimo projektų, siekiant geriau panaudoti Saulės energiją, rezultatus. Šiame šaltinyje pateikiamas naujas požiūris į modernizavimą su senais tikslais: kaip pagerinti komforto sąlygas, padidinti erdves, pagerinti energinius rodiklius. Šiems tikslams įgyvendinti buvo įrengtos saulės energijos technologijos: Saulės

kolektoriai, papildomi stikliniai balkonai su mechanine arba natūralia ventiliacija, be to buvo atlikti termoizoliaciniai konstrukciniai pakeitimai (ang. Transparent insulation – TI). Modernizavimo projektai buvo inicijuoti, rengiami bei įvertinti pagal Tarptautinės energijos agentūros projektą „Saulės energijos šiluma ir vėdinimas“. Keturiolika projektų buvo įvertinti tiek energiniu, tiek finansiniu bei kitais aspektais. Projektuose statinių plotas buvo nuo 504 m² iki 43000 m². Pastatų statybos metai – nuo 1900 iki 1994, taigi jų amžiaus skirtumas yra net 94 metai, tačiau visuose statiniuose buvo įgyvendinti Saulės energijos panaudojimo uždaviniai. Būtent seniausiam 1900 metų statybos statinyje, Aalborg mieste, panaudoti net keli technologiniai sprendiniai, įrengiant 18 m² Saulės kolektorius bei įstiklinus balkonus, tokiu būdu įgyvendinta standartinė modernizacija, pagerinta insoliacija, bei Saulės energijos panaudojimas, padidintas energinis efektyvumas. Pažymėtina, kad modernizuoti statiniai yra įvairių paskirčių. Erfurto, Wurzen ir Henan miestuose buvo modernizuojamos mokyklos, kituose miestuose didžioji dalis yra daugiabučiai gyvenamieji namai, kiti – pramoninės bei komercinės paskirties statiniai. Vertinant pagrindinius projekto rodiklius nustatyta, kad didžiausios išlaidos buvo modernizuojant senos statybos daugiabutį namą, kurio ir technologiniai Saulės energijos panaudojimo sprendiniai sudarė didžiausią išlaidų dalį. Vidutinė investicijų kaina yra apie 600 eurų už 1 m² (apie 2076 litų, pagal LB 3,46 Lt už eurą kursą) pagal tų metų kainas (4.2 pav.).

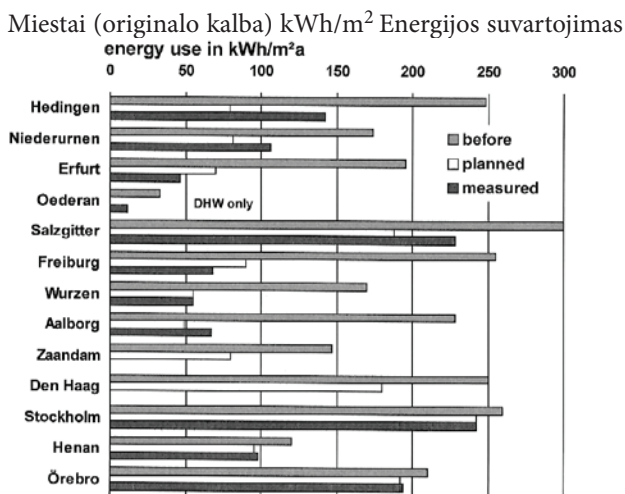
Modernizuojant statinius buvo siekiama atnaujinti statinius, pagerinti komforto sąlygas, statinių vaizdą, tačiau projektai buvo tikslingai nukreipti į energijos vartojimo mažinimą. Projektų analizė parodė, kad energijos poreikis sumažėjo nuo 3 % iki 70 % (4.3 pav.). K. Voss teigia, kad bet kokie energijos suvartojimo pokyčiai, kaip ir Saulės energijos panaudojimas energijos sumažinimui gali būti vertinamas pagal investicijų poreikį todėl aprašo Saulės kolektorių konstrukcinius sprendinius, jų įgyvendinimą, veikimą, įrengimo išlaidas. Aprašomas ir insoliacijos bei natūralus šildymo ir vėdinimo veikimas, veikiant saulės spinduliams.



Pagrindinės
Saulės
energijos

Vidutinė išlaidų suma

4.2 pav. Miestų projektų investicijos



Prieš moder-
nizavimą
Projektinis
Po moderni-
zavimo

4.3 pav. Projektų energijos poreikio pokytis

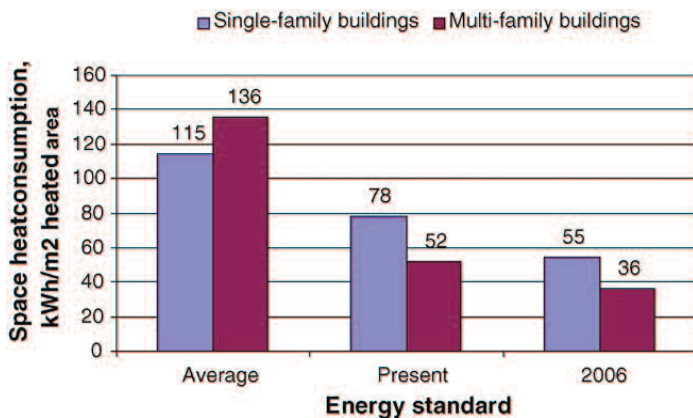
Ibrahimas Cakmanus (Cakmanus 2004) straipsnyje „Biuro pastatų renovacija, mažinant energinius poreikius: Ankaros miesto Turkijoje pavyzdys“ („Renovation of existing office buildings in regard to energy economy: an example from Ankara, Turkey“) nagrinėja Turkijos energijos

suvartojimo ir išsaugojimo problematika. Energijos poreikis Turkijoje yra labai didelis: Europos miestų bendras gyvenamųjų namų energijos poreikis yra 100 kWh/m², tuo tarpu Turkijos net 200 kWh/m². Priežastį – ilgą laiką Turkijoje nebuvo kreipiamas dėmesys į šilumos išsaugojimą, pastatų termoizoliaciją. Pagerinus energijos suvartojimo rodiklius, galima pagerinti gyvenimo kokybę ir sumažinti aplinkos taršą, CO₂ kiekį. nalaizuoti Ankaros viešojo sektoriaus pastatai, kurie buvo pastatyti 1988 m. Prognozuota, kad bendras energijos poreikis gali būti sumažintas net iki 47 %. Pastaraisiais dešimtmečiais visose šalyse buvo tikslinami statybų standartai. Ši veikla buvo intensyvi tiek, kiek šaliai buvo aktualus energetinis klausimas. 2002 metų Vokietijos reglamentas EnEv2002 bei Europos Sąjungos komisijos direktyva 2002/91/EC nustatė naujus dydžius energijos vartojimo tikslingumui. Turkija stengiasi lygiuotis į Vakarų šalių naujuosius statybų reikalavimus. Straipsnyje taip pat minima, kad vienas iš pagrindinių modernizacijos tikslų yra energinis efektyvumas, kuris turėtų būti sprendžiamas per konstrukcinių sprendinių analizės prizmę. Tik bendradarbiaujant architektams bei elektrotechnikos inžinieriams galima pasiekti tiek konstrukcinių tiek inžinerinių sprendinių kompromisą. Analizuotas administracinis pastatas. Tiriant statinio trūkumus pastebėta, kad pastate sunaudojami didžiuliai elektros energijos kiekiai, jis neatitinka naujų gaisrinės saugos reikalavimų, yra akivaizdžiai per didelis energijos poreikis šildymui, nepakankamas vėdinimas, nereguliuojama vidaus temperatūra. Todėl statiniui prireikė šildymo bei vėdinimo reguliavimo sistemos modernizavimas. Išanalizavus bendrus rodiklius ir pasiektus rezultatus paaiškėjo, kad investicijų atsipirkimas įmanomas per 6–7 metus po modernizavimo. Šiuo atveju energinis efektyvumas sprendžiamas ne tik atnaujinant konstrukcijas, bet ir įrengiant naujas inžinerines sistemas ir tai sudaro modernizavimo visumą.

H. Tommerup ir S. Svendsen (2006) nagrinėja energijos išsaugojimo problemą aktualią Danijos gyvenamiesiems pastatams, pastatytiems iki 1979 m. Autorius ypač domina teisinė modernizavimo pusė, todėl Danijos pastatų modernizavimas analizuojamas Europos bendrijos direktyvų ir reglamentų kontekste. Teisinis pagrindas straipsnyje suvokiamas kaip modernizavimo būtinybė. Danijos valstybėje modernizavimo projektai

sėkmingai vykdomi, tai parodo šaltino grafikas (4.4 pav.), kuriame matome, koks yra šilumos poreikis vienam kvadratiniam metrui, pateikiama vidutinė reikšmė, dabartinė bei planuojama 2006 m., atsižvelgiant į naujuosius reikalavimus.

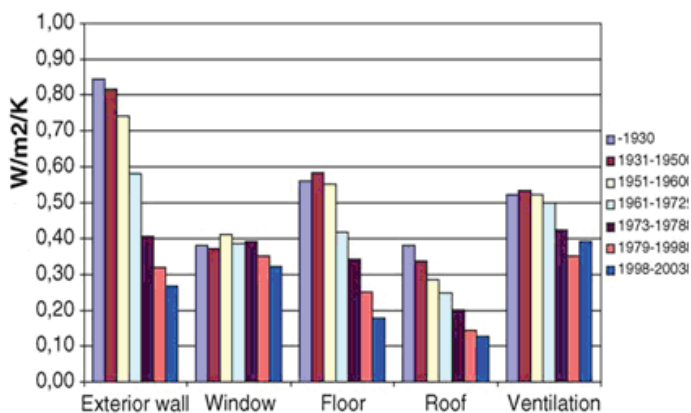
Energijos išsaugojimo projektų problemos yra finansavimo šaltinių trūkumas, menki valdymo sprendimai modernizavimo projektams, tinkamų techniškai pagrįstų sprendinių stoka. Šios trys kliūtys stabdo daugiabučiams gyvenamiesiems namams. Straipsnyje pabrėžiama, kad vienas iš pagrindinių rekonstrukcijos tikslų yra energinis efektyvumas, kuris turėtų būti sprendžiamas per konstrukcinių sprendinių analizės priemonę. Pabrėžiama, kad efektyvų rezultatą galima pasiekti palyginti nedidelėmis išlaidomis, tik modernizavimo projektai turi būti parengti itin išsamiai ir tikslingai.



4.4. pav. Energijos poreikis šildymui gyvenamiesiems namams Danijoje

Be to, energijos išsaugojimo priemonių taikymas turi būti planuojamas ne statistiškai, o atsižvelgiant į perspektyvinius energijos išsaugojimo reikalavimus. 4.5 paveiksle pateiktame grafike matome, kaip kito šilumos netekimas per konkrečias pastato konstrukcijas. Matome, kad griežtėjantys teisiniai aktai reguliuoja energetinius rodiklius. 1998–2003 metais šilumos nuostoliai padidėjo tik vėdinimo srityje.

L. Itard ir G. Klunder (2007) nagrinėja Olandijos modernizuojamų namų rajonų ir naujų namų rajonų įtaka aplinkai. Šioje šalyje atnaujimas nukreiptas dvejopas: senų namų modernizavimas ir senų namų griovimas ir naujų statyba. Urbanistinis atnaujimas vykdomas kvartalais, kompleksiskai. Šiame straipsnyje lyginama, kaip modernizavimas, griovimas ir naujų statinių statyba veikia aplinką. Tyrimas atliktas vertinant panaudotų medžiagų kiekį, energijos bei vandens poreikį, statybines atliekas, tiesioginį poveikį aplinkai.

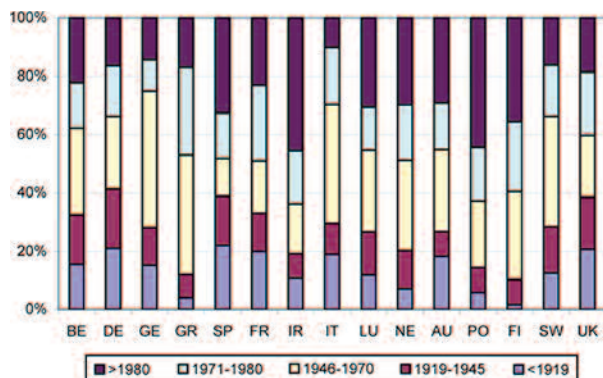


Išorinės sienos Langai Grindys Stogas Ventiliacija

4.5 pav. Šilumos netekimas gyvenamuose namuose pagal konstrukcijas, metus

4.6 paveikslo grafike matoma, kad Vakarų šalyse, remiantis šiuo straipsniu, vyrauja 1946–1970 metų statybos namai. Ši statyba pradėta pokario metais ir tęsėsi iki 1970 metų energetinės krizės. Kita didelė statinių grupė yra nuo 1980 metų. Pokario metais esant dideliui būsto poreikiui buvo vykdomos masinės statybos, todėl Europos Sąjungos šalys turi daugybę šio laikotarpio statinių. Šio periodo statiniai eksploatuojami jau pakankamą laiką. Pasikeitus tiek gyventojų poreikiams, tiek teisinei bazei, sprendžiamas klausimas dėl miesto atnaujimo. Atnaujinant miestą turi būti sprendžiama, kaip pasiekti norimą rezultatą. Aplinkosauginiu požiūriu modernizavimas yra daug efektyvesnis ir au-

toriai tai patvirtina savo atliktais tyrimais ir jų analize. Pastebėta, kad būtina derinti tiek energinius poreikius, tiek techninius sprendimus. Išanalizavus įvairius urbanistinio atnaujimo variantus galima pastebėti kiekvieno iš jų privalumus ir trūkumus, kokią įtaką turi energiniu požiūriu, koks tokių statinių eksploatavimo ciklas.

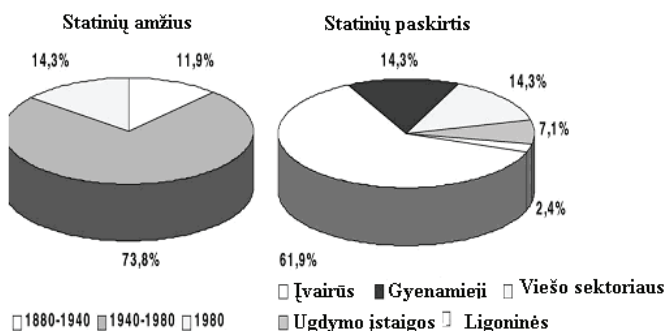


4.6. pav. Gyvenamųjų namų kiekis pagal statybos metus Europos šalyse: BE-Belgija, GE-Vokietija, GR-Graikija, DE-Danija, SP-Ispanija, FI-Suomija, FR-Prancūzija, UK-Didžioji Britanija, IE-Airija, IT-Italija, LU-Liuksemburgas, NE-Olandija, PO-Portugalija, SW- Švedija, AU-Austrija.

A. M. Papadopoulos su bendraautoriais (2001) nagrinėja modernizavimo aktualumą ir būtinumą Graikijos šalies pavyzdžiu ir praktinė analizė. Modernizavimo sąvoka čia vartojama kaip svarbus įrankis energijos suvartojimo mažinimo aspektu. Pagrindinė problema Graikijoje modernizuojant statinius yra įvairių statybos metų sienų apšiltinimo sprendiniai, o kai kur jų išvis nėra. Todėl ši šali tam tikrose regionuose suvartoja palyginti didelį kiekį energijos būsto apšildymui. Problema apima ir techninius, ekonominius bei socialinius aspektus. Todėl Graikijoje visuomeninės paskirties pastatai laikomi puiku pavyzdžiu modernizavimo naudai parodyti, pateikti kaip pavyzdį, išspręti finansavimo klausimus. Straipsnyje palyginamai pateikiama atliktos studijos rezultatai su kryptingumu energetiniam taupymui. Yra palygintos panašaus klimato šalys Graikija su miestu Thessaloniki, Prancūzija su miestu Toulon, JAV su miestu Florida. Tyrimo rezultatais

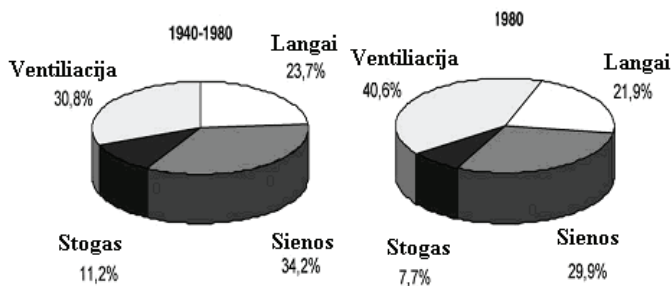
remiantis teigiama, kad vidutinis šilumos poreikis yra 130–180 kWh/m². Tinkamai apšildinus statinius poreikis sumažėtų iki 80–110 kWh/m². Lyginant su Europos bendrijos narėmis paimtas vokietis pavyzdys, kur nuo 1990 metų reglamentuotai standartas yra 70 kWh/m².

4.7 paveiksle matoma tirtų pastatų kiekį pagal statybos metus, paskirtį. Galima konstatuoti, kad didžioji modernizuotinių ir esamų statinių yra pokario laikotarpyje, taigi Graikija taip pat ne išimtis. Beveik 62 % statinių yra mišraus naudojimo, tai pasiskirstę gyvenamosios paskirties ir komercinės paskirties objektai.



4.7 pav. Tirtų pastatų kiekis pagal statybos metus, paskirtį

4.8 paveiksle grafiškai pateikiama, per kokias konstrukcijas tirti statiniai netenka daugiausia šilumos energijos dviejų statybos perioduose 1940–1980 ir 1980 ir vėlesnės statybos. Didžioji dalis šilumos netenkama per sienas ir ventiliaciją. Graikijoje senos statybos namuose sienos nebuvo tinkamai šildomos dėl klimato ypatybių bei neplanuojant mažinti CO₂ emisijos, išmetamos gaminant energiją. Šiuo metu tarptautiniai susitarimai bei sutartys įpareigoja vykdyti taupymo politiką, skirti finansinį srautą bei dėmesį gamtosauginiams projektams. Įdomus faktas, kad tirtų statinių šilumos nuostoliai per ventiliaciją ir per sienas sąlyginai skiriasi nedaug. Šis faktas leidžia spręsti, kad derinant šių trūkumų panaikinimą galima pasiekti itin didelius rezultatus, pagerinti termoizoliacijos savybes, pagerinti gyvenimo kokybę, tikslingai siekti gamtosauginių tikslų įgyvendinimo.



4.8 pav. Šilumos netekimas per atitinkamas konstrukcijas pagal statinių statybos metus.

K. Alanne (2004) straipsnyje aprašomos modernizacijos variantų pasirinkimo galimybės, galimos problemos ir pateikiamas matematinio modelio panaudojimas parenkant technologinius sprendinius, modernizuojant statinius. Optimalių variantų parinkimas pagrįstas skaičiavimais palengvina sprendimų priėmimą. Šiuo metu siuloma daugybė naujų technologinių sprendinių, kurie gali būti panaudoti pagerinti gyvenimo kokybę statiniuose bei aplinką. Todėl šiuo metu efektyvių variantų parinkimas tapo itin aktualus. Autorius išskiria du modernizavimo tipus. Pirmasis tipas tai – „modifikavimas“, kai esamo statinio konstrukcijos pagerinamos, pakeičiamos. Antras tipas, tai atnaujinimas, kai statinio konstrukcijos atnaujinamos tokios, kokios buvo statinio gyvavimo pradžioje. „Knapsack“ modeliui panaudotas Suomijoje statytas stambia-plokštis gyvenamasis pastatas (4.9 pav.).

Atlikus matematinius skaičiavimus buvo sudaryta galimų konstrukcinių sprendinių grandinė, kurioje kiekvienam lokaliai statinio konstrukcijai parinktas galutinis tinkantis variantas.

Tęsiant duomenų bazių straipsnių paieška pastebėta, kad modernizavimo ir energijos taupymo klausimas yra aktualus daugelyje šalių. Visuose straipsniuose minimi teisės aktai reglamentuojantys šilumos suvartojimą ir strateginius planus energetiniais klausimais. Pagrindinė šilumos išsaugojimo problema yra konstrukcijų termoizoliacijos parinkimas bei venti-

liacija. Kiti aspektai nežymiai prisideda prie šilumos išsaugojimo. Dažnai pabrėžiama, kad atnaujinimo klausimas turi būti sprendžiamas kompleksškai, įvertinant tiek architektūrinius, tiek inžinerinius galimus sprendinius.



4.9 pav. Tyrimo objektas Suomijoje, Kirkkonummi mieste.

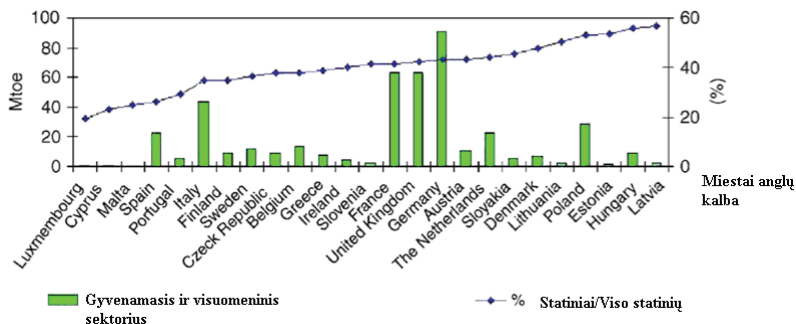
4.3. Europos Sąjungos šalių energijos suvartojimo duomenys

Balaras ir kt. (2007) straipsnyje taip pat nagrinėja aktualią temą – energijos suvartojimą pastatuose. Pasak jų, Europos šalyse egzistuojančių pastatų suvartojamas energijos kiekis sudaro apie 40 % viso Europoje suvartojamo energijos kiekio, o, pavyzdžiui, gyvenamieji pastatai suvartoja apie 60 % viso pastatų suvartojamo energijos kiekio. Būtent todėl svarbu imtis priemonių, kad būtų sumažinti minėti skaičiai. Autoriai nustatė, kad įrengiant izoliacijas išorinėse sienose sutaupoma apie 33–60 % energijos, saugant šilumos netekimą per atviras erdves – 16–21 %, įrengiant dvigubus langus – 14–20 %, šildymo sistemų nuolatinis remontas ir priežiūra – 10–12 % bei saulės kolektorių įrengimas – 50–80 %.

Nagrinėjant platesniu mastu Balaras ir kt. (2007) pateikia šiek tiek statistinių duomenų: Europos Sąjungoje esančiose valstybėse gyvenamųjų pastatų yra apie 196 mln., iš kurių daugiausiai yra šiose šalyse: Vokietijoje – 18,6 %, Italijoje – 13,8 %, Jungtinėje karalystėje – 13,2 %,

Prancūzijoje – 12,7 %, Ispanijoje – 10,8 %, Lenkijoje – 6,5 % ir Olandijoje – 3,5 %, o kiekvienais metais pastatomų naujų gyvenamųjų namų skaičius procentais, lyginant su visų egzistuojančių pastatų skaičiumi Švedijoje, yra nuo 0,3 – 3,5 %, Airijoje vidutiniškai 1,1 %, o nugriovimai ir pakartotinės statybos visoje Europoje yra pakankamai mažos – 0,07 %. Nuo 1990 iki 2000 metų Europoje gyvenamųjų namų skaičius paaugo 0,9 %, o energijos suvartojimas šiek tiek sumažėjo. Taip įvyko todėl, kad patobulėjo gyvenamųjų pastato statybos projektai, buvo naudojamos kokybiškesnės medžiagos, naujoviškesnės konstrukcijos, efektyvesnė įranga, taigi pastatų kokybė šiek tiek pagerėjo.

Šiame straipsnyje spėjama, kad nuo 2000 iki 2030 metų bendras energijos suvartojimas gali padidėti apie 0,6 %. Atsižvelgiant į ribotą gyventojų skaičiaus augimą, tai gali atsitikti tik dėl didėjančio gyvenamųjų pastatų skaičiaus (planuojama 40 milijonų naujai statomų pastatų nuo 2000 iki 2030 metų). Kaip ir kituose straipsniuose, šiame teigiama, kad daugiausiai gyvenamuosiuose pastatuose energijos suvartojama patalpų šildymui – apie 70 % viso suvartojimo, vandens šildymui – 14 %, o likę – kitoms paslaugoms. Šie skaičiai svyruoja priklausomai nuo klimato zonų: pavyzdžiui, Švedijoje ir Jungtinėje Karalystėje patalpų šildymui energijos suvartojimas sudaro 50– 60 % viso suvartojimo, o Vokietijoje ir Olandijoje – 75 %. Pietų Europoje energijos suvartojimas patalpų šildymui yra mažesnis: 50 % Ispanijoje ir 30 % Portugalijoje. Energijos suvartojimo rezultatai pateikti 4.10 paveiksle.



44.10 pav. Galutinis energijos suvartojimas Europos sąjungos valstybėse

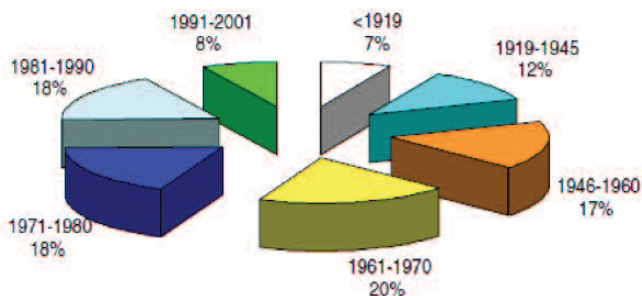
Kairėje grafiko dalyje pavaizduotas metinis energijos suvartojimas milijonais tonų naftos ekvivalento (Mtoe). Taškai parodo energijos suvartojimą šalyse procentais nuo bendro energijos suvartojimo, o šalys surikiuotos pagal procentinį energijos suvartojimą.

Suvartojamas energijos kiekis pastate priklauso nuo tokių pagrindinių faktorių: pastato fasado konstrukcijos, pastato amžiaus, klimato sąlygų, pastato dydžio bei pastate naudojamos įrangos, todėl svarbu diegti naujoves naujai statomuose pastatuose, kad po tam tikro laikotarpio vėl nereikėtų modernizavimo. Dalis Europos Sąjungos narių jau pritaikė tam tikrus veiksmus mažinant energijos suvartojimą šildymui: pavyzdžiui, reglamentavo tam tikrus standartus gyvenamiesiems pastatams, mokesčius ir subsidijas. Pritaikius šias priemones, energijos suvartojimas sėkmingai buvo sumažintas. Taigi naujesni Europos Sąjungos šalių gyvenamieji pastatai yra net 60 % efektyvesni energijos suvartojimo atžvilgiu nei tie pastatai, kurie buvo pastatyti iki 1970 metų ir 28 % efektyvesni už pastatus, pastatytus iki 1985 metų. Didžiausias energijos suvartojimo sumažėjimas buvo pastebėtas 2002 metais statytuose pastatuose – lyginant su 1990 metais statytų gyvenamuoju pastatu, šis suvartojo net 24 % mažiau energijos.

Nagrindėdami situaciją kitose šalyse, galima teigti, kad, pavyzdžiui, Airijoje 1996 metais buvo mažiausiai dvigubais stiklais gyvenamųjų pastatų šiaurės Europoje, izoliacijas, įrengtas pastato išorinėje sienoje, turėjo tik ketvirtadalis Jungtinės Karalystės gyvenamųjų pastatų, o Austrijoje – 26 %. Grindyse įrengtos izoliacijos būdingos tik 4 % Jungtinės Karalystės pastatų, o Austrijoje – 11 %, Belgijoje apie 12 % gyvenamųjų pastatų yra įrengta grindų izoliacija, o trečdalis gyvenamųjų pastatų turėjo ir stogo izoliaciją. O tokios šalys kaip Danija, Norvegija, Suomija ir Švedija turi pavyzdinius gyvenamojo pastato dalių apšiltinimo rodiklius. 1990 metais kasmetinis vidutinis energijos suvartojimas gyvenamuosiuose pastatuose buvo 150 – 230 kWh/m². Rytų ir centrinėje Europoje energijos suvartojimas buvo 250–400 kWh/m², t.y. maždaug 2–3 kartus didesnis nei vakarų Europoje. Skandinavijos šalyse daugelis gyvenamųjų pastatų yra gerai izoliuoti, todėl kasmetinis vidutinis energijos suvartoji-

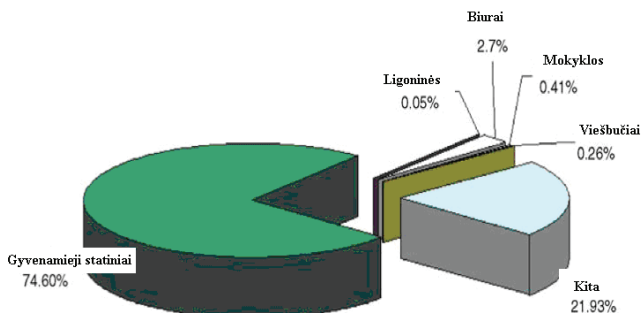
mas yra 120–150 kWh/m². Taigi taip vadinamieji mažai energijos eikvojantys pastatai suvartoja vidutiniškai 60–80 kWh/m², tačiau iš neseniai atliktos audito kompanijos tyrimo Europos gyvenamuosiuose pastatuose, vidutinis energijos suvartojimas yra 174,3 kWh/m² (žemiausia vertė – 30,6 kWh/m² Graikijoje, o aukščiausia – 763,3 kWh/m² Lenkijoje). Nagrinėjant Graikijos energijos suvartojimą, šiame straipsnyje kalbama, kad nuo 1990 iki 2002 metų energijos poreikiai padidėjo net 27,4 % – tai buvo staigiausias poreikio padidėjimas Europoje. Nors nuo 1980 metų Graikijoje galiojo įstatymai reglamentuojantys gyvenamųjų pastatų išorinių sienų izoliavimo taisykles, šiluminio laidumo dydį, skirtingose klimato zonose, tačiau Graikijoje vis dar dauguma gyvenamųjų pastatų yra neizoliuotomis išorinėmis sienomis. 1990 metų duomenimis Graikijoje buvo 95 % gyvenamųjų pastatų neizoliuotomis išorinėmis sienomis, 99 % neizoliuotomis grindimis (perdangomis), 70 % neizoliuotais stogais, 98 % neįsirengę dvigubų langų, 96 % neizoliuotais šildymo sistemos vamzdžiais. Nors 1996 metų duomenimis, situacija šiek tiek pagerėjo – 12 gyvenamųjų pastatų buvo įrengtos išorinių sienų izoliacijos, 8 buvo įrengti dvigubo stiklo langai.

Nagrinėjant pastatų statybos raidą Graikijoje, daug informacijos matyti iš 4.11 paveikslo. Pastatai, pastatyti iki 1980 metų, sudaro 74,6 % visų pastatų. Šie pastatai nėra termiškai izoliuoti, todėl suvartoja daug energijos iš išleidžia daug šilumos.



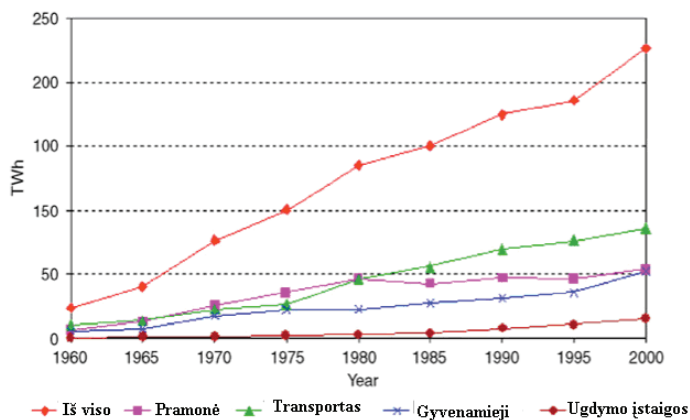
4.11 pav. Pastatų statybos raida Graikijoje (Balaras *et al.* 2007)

Graikijos gyvenamieji pastatai skirstomi į tokias pagrindines kategorijas: gyvenamieji pastatai, ligoninės, viešbučiai, mokyklos ir biurų/komerciniai pastatai. Iš 4.12 paveikslą matyti, kad didžiąją dalį (74,6 %) sudaro gyvenamieji pastatai, kurie ir yra didžiausi energijos vartotojai.



4.12 pav. Graikijos pastatų pasiskirstymas (Balaras et al. 2007)

Per pastarąsias dekalas didžiausias energijos suvartojimas Graikijoje buvo pastebėtas gyvenamųjų namų sektoriuje dėl nuolat didėjančio gyvenamųjų pastatų skaičiaus ir dėl vis komfortablesnių pastatų vidaus sąlygų poreikio. Evoliuciniai energijos pokyčiai pavaizduoti 4.13 paveiksle.



4.13 pav. Energijos suvartojimo kaita Graikijoje

Pagal pateiktus procentinius rodiklius, akivaizdu, kad svarbu imtis priemonių, kad energijos suvartojimas būtų mažinamas, todėl būtina atkreipti dėmesį į gyvenamųjų pastatų modernizavimą ir jo teikiamą naudą. 4.1 lentelėje aprašyti pagrindiniai pastatų modernizavimo privalumai.

Šioje lentelėje pateikiama susisteminta informacija apie įvairius pastato modernizavimo būdus, esamą situaciją Graikijoje, modernizavimo veiksmų teikiamą piniginę naudą, bei energijos suvartojimo sumažinimą.

4.1 lentelė. Modernizavimo nauda Graikijos pastatams

Eil. Nr.	Modernizavimo būdas	Prielaidos	Energijos sutaupymai	Vidutinė kaina
1	Šiluminės izoliacijos įrengimas išorinėje sienoje	Beveik visi iki 1980 metų pastatyti gyvenamieji pastatai nebuvo izoliuoti. O 10 % pastatų, pastatytų iki 2001 metų, turi įrengtas reikalavimus neatitinkančias išorinio fasado izoliacijas. Medžiagos gyvavimo laikas – 30 metų	33–60 % energijos sutaupoma patalpų šildymui	33 €/m ² sienų paviršiaus
2	Stogo šiluminės izoliacijos įrengimas	Maždaug 70% gyvenamųjų pastatų pastatytų iki 1980 neturi įrengtos stogo izoliacijos. O 10% pastatų, pastatytų iki 2001 metų turi įrengtas reikalavimus neatitinkančias stogo izoliacijas. Medžiagos gyvavimo laikas – 2 metai	2–14 % energijos sutaupoma patalpų šildymui	28 €/m ² šiluminės izoliacijos
3	Įrengiami dvigubų stiklų langai	Visiems iki 1985 metų pastatytiems pastatams ir 10 % gyvenamųjų pastatų pastatytų iki 2001 metų reikia įrengti dvigubo stiklo langus. Dvigubo stiklo gyvavimo laikas – 30 metų	14–20 % energijos sutaupoma patalpų šildymui	160 €/m ² stiklo paviršiaus

4.1 lentelės pabaiga

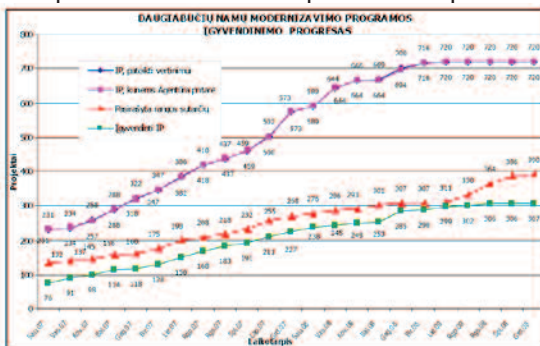
Eil. Nr.	Modernizavimo būdas	Prielaidos	Energijos sutaupymai	Vidutinė kaina
4	Patalpų ir ertmių sandarinimas	Visiems pastatams statytiems iki 1990 metų ir 10 pastatų statytų per 1990 metus reikia ertmių sandarinimo. Medžiagos gyvavimo laikas – 2 metai	16–21 % energijos sutaupoma patalpų šildymui	20 €/pastatui
5	Šildymo sistemų remontas ir priežiūra	Visi jau egzistuojantys pastatai reikalauja šildymo sistemų priežiūros ir nuolatinio remonto	10–12 % energijos sutaupoma patalpų šildymui	20 €/boileriui
6	Pakeitimas neproduktyvaus boilerio nauju – dujomis veikiančiu boileriu	15 egzistuojančių gyvenamųjų pastatų. Boileriogyvavimolaikas – 25 metai	21 % energijos sutaupoma patalpų šildymui	2935 €/boileriui
7	Temperatūrą balansuojančio ir reguliuojančio prietaiso įrengimas	Visiems gyvenamiesiems pastatams, kurie neturi temperatūros reguliavimo įrenginio	3–6 % energijos sutaupoma patalpų šildymui	880 €/pastatui

5. MODERNIZAVIMO PLANAVIMAS, ORGANIZAVIMAS, FINANSAVIMAS

5.1. Statinių modernizavimo teisinis reglamentavimas

Šiuo metu yra susidariusi sudėtinga nekilnojamo turto bei statybų verslo situacija. Žiniasklaidos neigiamų emocijų straipsnių pasirodymai, pesimistinės gyventojų nuomonės, verčia ieškoti alternatyvų statybų sektoriaus plėtrai. Tai ypač aktualu gyvenamųjų pastatų sektoriuje, kuomet, esant vis dar didelei gyvenamo būsto paklausai, bei sparčiai didėjant energijos poreikiui bei jos kainoms. Galima išeitis – valstybės remiamas statinių modernizavimas. Dėl šių aspektų yra pasirenkama modernizavimo strategija, kuriamos bendrijos ar pasirašoma savininkų sutartis ir įgyvendinami projektai, kurių didėjantį skaičių ir klausimo aktualumą parodo 5.1 pav.

Šiuo metu šilumos išsaugojimas ir gyvenimo kokybės pagerinimas yra pagrindinis modernizuojamų pastatų bazinis aspektas, kuriuo grindžiamas projektas ir dažniausiai pateikiami šiluminiai rodikliai prieš bei po modernizavimo. Modernizuojant statinį – apšildant fasadą bei stogą, pamatus bei rūšį, pakeičiant ar įrengiant papildomas šiluminės izoliacijos konstrukcijas, atnaujinus šilumos tiekimo sistemas, pakeičiant inžinerines, nuotakynės bei vandens tiekimo, sistemas pasiekama nauja pastato kokybė, nauja vertė, pagerinami esminiai statinio vertinimo rodiklių dydžiai, dažnai žymiai sumažinamos eksploatacinės išlaidos ir padidinama pastato estetika.



5.1 pav. Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros informacija

5.2. Modernizavimo teisinė bazė Lietuvoje

Šilumos išsaugojimas yra gyvenamųjų namų vienas iš pagrindinių rodiklių, parenkant konstrukcijas ir šie rodikliai yra reglamentuojami LR statybos teisės aktuose. Statybos reglamentuose, STR 2.05.01:1999 “Pastatų atitvarų šiluminė technika” ir STR 2.01.03:1999 “Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių-techninių dydžių deklaruojamosios ir projektinės vertės” nurodo statybos techninius–projektinius reikalavimus. Statybos techniniai reglamentai nurodo ir kitų teisės aktų taikymą, atitinkamų davinių, skaičiavimo principų ir taisyklių, sąvokų reikšmes (pvz.: išorės oro temperatūros imamos iš RSN 156–94, patalpų vidaus nurodytų ribų parametrai imami iš atitinkamų higienos normų, pramonės pastatų vidaus oro temperatūros imamos iš šio reglamento E priedo). Nustato šiluminio komforto aplinkos ribinius dydžius bei reikalavimus. Lietuvoje pateiktas toks teisinių aktų sąrašas susijusių su modernizavimu:

1. Kodeksai:

Lietuvos Respublikos civilinis kodeksas (patvirtintas 2000–07–18 Lietuvos Respublikos civilinio kodekso patvirtinimo, įsigaliojimo ir įgyvendinimo įstatymu Nr. VIII-1864 (Žin., 2000, Nr. 74–2262).

2. Įstatymai:

Lietuvos Respublikos daugiabučių namų savininkų bendrijų įstatymas Nr. I-798 (Žin., 1995, Nr. 20–449; 2000, Nr. 56–1639, 2001, Nr. 91–3187, 2004, Nr. 25–758).

Lietuvos Respublikos žemės įstatymas Nr. I-446 (Žin., 1994, Nr. 34–620; 2004, Nr. 28–868).

Lietuvos Respublikos statybos įstatymas Nr. I-1240 (Žin., 1996, Nr. 32–788; 2000, Nr. 84–2533; 2001, Nr. 101–3597).

Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo įstatymas Nr. I-1120 (Žin., 1995, Nr. 107–2391; 2004, Nr. 21–617).

Lietuvos Respublikos šilumos ūkio įstatymas Nr. IX-1565 (Žin., 2003, Nr. 51–2254).

Lietuvos Respublikos piniginių socialinės paramos mažas pajamas gaunančioms šeimoms (vieniems gyvenantiems asmenims) įstatymas

Nr. IX-1675 (Žin., 2003, Nr. 73–3352) ir Lietuvos Respublikos piniginės socialinės paramos mažas pajamas gaunančioms šeimoms (vieniems gyvenantiems asmenims) įstatymo 8 straipsnio pakeitimo įstatymas Nr. X-144 (Žin., 2005, Nr. 47–1555)

Lietuvos Respublikos valstybės paramos būstui įsigyti ar išsinuomoti bei daugiabučiams namams modernizuoti įstatymas Nr. I-2455 (Žin., 1992, Nr. 14–378; 2002, Nr. 116–5188; 2005, Nr. 47–1554).

Lietuvos Respublikos gyventojų pajamų mokesčio įstatymas Nr. IX-1007 (Žin., 2002, Nr. 73–3085).

Lietuvos Respublikos piliečių nuosavybės teisių į išlikusį nekilnojamąjį turtą atkūrimo įstatymas Nr. VIII-359 (Žin., 1997, Nr. 65–1558).

3. Nutarimai, įsakymai:

LR Vyriausybės 2006 m. vasario 28 d. nutarimas Nr. 198 “Dėl Valstybės remiamų būsto kreditų teikimo tvarkos aprašo patvirtinimo” (Žin., 2006, Nr. 27–886);

LR finansų ministro 2006 m. gegužės 2 d. Nr. 1K-180 įsakymas “Dėl Valstybės remiamų būsto kreditų, teikiamų asmenims (šeimoms), turintiems teisę į Valstybės paramą būstui įsigyti pagal Lietuvos Respublikos Valstybės paramos būstui įsigyti ar išsinuomoti bei daugiabučiams namams modernizuoti įstatymą, limito 2006 metams paskirstymo bankams pagal savivaldybes”.

4. Savivaldybių sprendimai:

Savivaldybių priimtus sprendimus galima rasti ir atsisiųsti naudodami savivaldybių dokumentų paieškos sistemomis.

Kai kurie aktualūs dokumentai:

2006–06–07 Nr. 1–1206 “Dėl daugiabučių namų bendrosios nuosavybės administravimo tarifų apskaičiavimo metodikos patvirtinimo”

2004–11–17 Nr. 1–569 „Dėl daugiabučių namų šildymo ir karšto vandens sistemų priežiūros maksimalių tarifų nustatymo“

2001–05–09 Nr. 295 „Dėl daugiabučių namų patalpų savininkų bendrosios nuosavybės administravimo skyrimo tvarkos“

1997-03-03 Nr. 222 „Dėl daugiabučių namų savininkų bendrijų rėmimo fondo nuostatų patvirtinimo”

Taigi matoma ir darytina išvadą, kad statinių modernizavimo teisinį reglamentavimą galima būti išskirti į du skyrius:

Statybos (vykdymo) ir projektavimo (proceso) darbų teisinis reglamentavimas;

Finansavimo/paramos teikimo teisinis reglamentavimas.

Statybos įstatymas nurodo kokie statybos techninio normavimo pagrindiniai principai ir pateikia šių dokumentų pagrindinę sistemą (II skirsnis 7, 8 straipsniai):

„7 straipsnis. Statybos techninio normavimo pagrindiniai principai

Nacionalinių normatyvinių statybos techninių dokumentų sistemos sudarymo nuostatos turi neprieštarauti Europos Sąjungos ir tarptautinių organizacijų, kurių narė Lietuva yra, normatyvinių statybos techninių dokumentų sistemos principams ir reikalavimams, šiam ir kitiems Lietuvos Respublikos įstatymams bei kitiems teisės aktams.“

Esant teisės aktų hierarchijai vieni teisės aktai turi didesnę teisinę galią už kitus ir atitinkamai duoda pagrindą vadovautis atitinkamu aktu jei atsiranda reglamentuojamo objekto kolizija. Atitinkamai Lietuvai esant Europos Bendrijos nare jos teisės aktai turi neprieštarauti Bendrijos teisiniams aktams.

„8 straipsnis. Normatyvinių statybos techninių dokumentų sistema. Normatyviniai statybos techniniai dokumentai yra:

- 1) statybos techniniai reglamentai – Vyriausybės įgaliotos institucijos teisės aktai (branduolinės energetikos objektams – šios institucijos ir Valstybinės atominės energetikos saugos inspekcijos teisės aktai), kurie nustato statinių, jų statybos, naudojimo ir priežiūros techninius reikalavimus tiesiogiai arba nuorodomis į standartus arba statybos ar statinių naudojimo ir techninės priežiūros taisykles;
- 2) statybos taisyklės, statinių naudojimo ir techninės priežiūros taisyklės – ministerijų, Vyriausybės įstaigų, kitų valstybės institucijų ar juridinių asmenų dokumentai, kurie nurodo statybos techninių reglamentų įgyvendinimo būdus ir metodus;

- 3) pripažintos nacionalinės standartizacijos institucijos nustatyta tvarka parengti ir priimti statybos srityje taikomi Lietuvos standartai, taip pat kaip Lietuvos standartai perimti Europos ir tarptautiniai standartai;
- 4) techniniai liudijimai – Vyriausybės įgaliotos institucijos nustatyta tvarka parengti ir priimti statybos produktų tinkamumo naudoti nustatymo dokumentai. Jie rengiami, kai nėra parengtų atitinkamų Lietuvos ar Europos standartų arba kai neplanuojama šių standartų rengti;
- 5) metodiniai nurodymai, rekomendacijos – projektavimo ir statybos įmonių, mokslo ir studijų institucijų paskelbti savanoriškai taikomi dokumentai, kurie nurodo būdus ir metodus, kaip įgyvendinti statybos techninius reglamentus.“

Šio įstatymo II skyriaus 8 straipsnio 2 punktą nurodo, jog Statybos techniniai reglamentai yra privalomi visiems statybos dalyviams, taip pat viešojo administravimo subjektams, inžinerinių tinklų ir susisieki-
mo komunikacijų savininkams (naudotojams), juridiniams ir fiziniams asmenims, kurių veiklą reglamentuoja Statybos įstatymas. Šio straipsnio taikymo principus galėtume sugretinti su LR Konstitucijos pagrindiniais principais, jos prieš įstatymą yra lygus visi. Atitinkamai užtikrinamas teisės akto taikymo principas.

5.3. Šiluminės renovacijos ir modernizacijos sąvokos

Atliekant šiluminės renovacijos teisės aktų analizę svarbu išsiaiškinti tam tikras sąvokas. Dažnai asmenims sunku susigaudyti, kokio masto ir paskirties yra norimas jo statybos būdas, kokie konkretūs reikalavimai turi būti taikomi, kurie ne, kokias išlygas numato teisės aktai. Kalbant apie šiluminę renovaciją minėkime bendrą renovacijos sąvoką, akivaizdu, kad senieji pastatai renovuojami ir į jų darbų sąrašą įtraukiama šiluminės renovacijos darbai. Todėl renovacija ir šiluminė renovacija neatskiriami renovacijos technologine ir darbų įgyvendini-
mo prasme.

Lietuvos Respublikos (toliau – LR) statybą reglamentuojantys aktai neišskiria tokios sąvokos, kaip renovacija. Todėl turime įsigilinti į rekonstrukcijos sąvoką, kurią pateikia LR statybos įstatymas (bei kiti susiję statybos teisės aktai bei normos): Statybos įstatymo 18. punkte pažymėta:

Statinio rekonstravimas – statybos rūšis, kai yra tikslas iš esmės pertvarkyti esamą statinį, sukurti jo naują kokybę: pastatyti naujus aukštus (antstatus) ar nugriauti dalį esamų (nedidinant statinio užimto žemės ploto matmenų, išskyrus šioje dalyje nurodytą priestato atvejį); pristatyti prie statinio (ar pastatyti tarp gretimų statinių) priestatą – pagalbinį statinį (pagal naudojimo paskirtį susijusį su statiniu, prie kurio jis pristatomas), kurio visų aukštų, taip pat rūšio (pusrūšio), antstatų, pastogės patalpų plotų suma nebūtų didesnė kaip 10 % už tokiu pat būdu apskaičiuotą statinio, prie kurio priestatas pristatomas, plotų sumą; iš esmės keisti statinio fasadų išvaizdą (keičiant apdailą – jos konstrukcijas, medžiagas, įrengiant naujus statinio elementus – balkonus, duris, langus, architektūros detales, keičiant šių statinio elementų matmenis, tipą, išdėstymą ar juos pašalinant); keisti (pašalinti nereikalingas) bet kurias laikančiąsias konstrukcijas kito tipo konstrukcijomis; iš esmės keisti pastato patalpų planą pertvarkant laikančiąsias konstrukcijas; apšiltinti statinio išorines atitvaras (sienas, stogą); atlikti šio straipsnio 20 dalyje išvardytus statinio kapitalinio remonto darbus, jei šie darbai atliekami kartu su statinio rekonstravimu; pertvarkyti statinio bendrąsias inžinerines sistemas keičiant jų tipą, pralaidumą; atlikti technologinių įrenginių ir technologinių inžinerinių sistemų, inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų rekonstravimo darbus, nurodytus normatyviniuose statinio saugos ir paskirties dokumentuose; pritaikyti statinį naujai paskirti, kai normatyvinių statybos techninių dokumentų ir normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų nustatyti naujos statinio paskirties reikalavimai yra griežtesni negu buvusios ir kai šių reikalavimų negalima laikytis atliekant paprastąjį ar kapitalinį remontą.

Taigi kalbėdami apie modernizavimą mes kalbame apie statinio rekonstrukciją, remiantis šia sąvoka, turime pagrindinius kriterijus, kurie atsiranda atliekant modernizavimo darbus:

- 1) „...iš esmės keisti statinio fasadų išvaizdą (keičiant apdailą – jos konstrukcijas, medžiagas, spalvinę gamą)...“
- 2) „...įrengiant naujus statinio elementus – balkonus, duris, langus, architektūros detales...“
- 3) „...apšiltinti statinio išorines atitvaras (sienas, stogą)...“.

Vadovaujantis šiais kriterijais modernizavimą priskiriame prie statinio rekonstravimo.

Analizuodami Statybos įstatymo 19-tą ir 20-tą punktuose pateiktas Statinio remonto ir Statinio kapitalinio remonto sąvokas taip pat galime įžvelgti modernizavimo darbų atitikmenis, tačiau pagrindinis vertinimo kriterijus turėtų būti naujo konstruktyvinio sprendimo suformavimas parenkant termoizoliacinius sluoksnius, išorinių atitvarų sluoksnius.

19. Statinio remontas – statybos rūšis, kai yra tikslas iš dalies arba visiškai atkurti normatyvinių statybos techninių dokumentų nustatytas statinio ar jo dalies savybes, pablogėjusias dėl statinio naudojimo, arba jas pagerinti. Statinio remontas skirstomas į statinio kapitalinį remontą ir statinio paprastąjį remontą.

20. Statinio kapitalinis remontas – statinio remontas, kai: statinio susidėvėjusios laikančiosios konstrukcijos (išskyrus laikančiąsias sienas, karkasą ir pamatus, kurie tik stiprinami) keičiamos į tokias pat ar ilgaamžiškesnes bei geresnes naudojimo savybes turinčias laikančiąsias konstrukcijas ar esamos laikančiosios konstrukcijos stiprinamos; iš dalies keičiama statinio fasadų išvaizda (keičiama dalis fasado elementų ar įrengiami papildomai nauji elementai – balkonai, durys, langai, architektūros detalės, keičiama susidėvėjusi statinio išorės apdaila į tokio pat tipo kaip buvusi ar į kitą apdailą); keičiamos susidėvėjusios statinio bendrosios inžinerinės sistemos ar jų elementai į kitas tokio pat tipo sistemas (elementus) nedidinant jų pralaidumo; įrengiamos atskirosios statinio inžinerinės sistemos; atliekami technologinių įrenginių bei technologinių inžinerinių sistemų, inžinerinių tinklų ir susisiektimo komunikacijų kapitalinio remonto darbai, nurodyti normatyviniuose statinio saugos ir paskirties dokumentuose.

21. Statinio paprastasis remontas (atitinka Civilinio kodekso sąvoką „einamasis remontas“) – statinio remontas, kai: atliekami statinio išorės ir vidaus konstrukcijų bei kitų statinio elementų remonto darbai – šalinami šių elementų defektai nekeičiant ir nestiprinant statinio laikančiųjų konstrukcijų, bet keičiant ar stiprinant kitas statinio konstrukcijas bei statinio elementus; keičiamos pertvarų vietos; nežymiai keičiamas statinio fasadas (atnaujinama fasado apdaila, įstiklinamos gyvenamojo namo atskirų butų lodžijos, balkonai, pakeičiami butų ar kitų patalpų langai, durys, vėdinimo angos nekeičiant kiekvieno iš jų matmenų daugiau kaip 10 %), keičiamos atskirosios statinio inžinerinės sistemos (jų tipas, pralaidumas) ar šalinami jų defektai; šalinami bendrųjų statinio inžinerinių sistemų defektai – pakeičiami atskiri sudėvėję šių sistemų elementai, tačiau nekeičiamas jų tipas bei pralaidumas; atliekamas bendrųjų statinio inžinerinių sistemų dalių, kurios skirtos tik butų ar kitų patalpų reikmėms, remontas pertvarkant, pakeičiant visiškai ar iš dalies šias sistemų dalis, tačiau nekeičiant butuose ar kitose patalpose esančių bendrųjų statinio inžinerinių sistemų bendrojo naudojimo elementų; atliekami technologinių įrenginių ir technologinių sistemų, inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų paprastojo remonto darbai, nurodyti normatyviniuose statinio saugos ir paskirties dokumentuose.

Statybos Įstatymo 89 punkte pateikta pastato atnaujinimo (modernizavimo) sąvoka:

„Pastato atnaujinimas (modernizavimas) – 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“.

Taigi vadovaujantis Statybų įstatymo 18–21 bei 89 punktais turėtų asmuo nusistatyti, koks jo statybos darbų atitikmuo ir koks sekantis teisinis procedūrinis etapas turėtų sekti įgyvendinant pasirinktą statybos būdą.

5.4. Lietuvos daugiabučių namų atnaujinimo finansavimo paramos priemonės, fondai

Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos (LŠTA) duomenimis, šilumos suvartojimą daugiabučiams ir kitiems namams šildyti lemia pastatų būklė. Lietuvoje daugiabučiai pagal suvartojamą šilumos kiekį santykinai skirstomi į 4 kategorijas. Naujos statybos namų, suvartojančių mažiausiai šilumos energijos, šalyje yra 4,6 %. Skaičiuojama, kad šių namų vienam kvadratiniam metrui apšildyti užtenka 8 kWh. Antrai kategorijai priskiriami mažai arba vidutiniškai šilumos suvartojantys daugiabučiai (17,3 %) – jiems reikia 15 kWh. Trečios kategorijos (55,7 %) daugiabučių šilumos suvartojimas siekia 25 kWh vienam kvadratiniam metrui. Ketvirtai kategorijai priskiriami patys prasčiausi šalyje daugiabučiai (22,4 %) – net 35 kWh vienam kvadratiniam metrui. Valstybė paramą teiks iki 1993 m. pastatytiems daugiabučiams modernizuoti. Lietuvoje daugiau kaip 60 % gyvenamųjų namų buvo pastatyti 1960–1990 m., vyraujant stambiaplokščių namų statybai. Šie pastatai neefektyvūs energijos vartojimo požiūriu (prarandama 30–40 % šilumos), jų šildymas brangiai kainuoja. Dalį šilumos kaštų mažas pajamas gaunantiems asmenims ir šeimoms padengia valstybė. Tokias kompensacijas gauna apie 11 % šalies gyventojų. Parama apmokant dalį investicijų bus skiriama pagal projekto energinį efektyvumą, t. y. pagal tai, kiek numatoma sutaupyti energijos.

Daugiabučių namų atnaujinimui skatinti, Vyriausybė parengė daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) finansinį modelį. Jame numatyta lėšų daugiabučių atnaujinimui pritraukti iš įvairių šaltinių: Europos Sąjungos, valstybės biudžeto lėšų ir pačių gyventojų. Galimybes pasinaudoti ES lėšomis daugiabučiams atnaujinti suteikia ES iniciatyva JESSICA (Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas) (Atnaujink būstą 2010–2012a).

Ši paramos priemonė įkurta Europos Komisijos ir Europos investicijų banko (EIB) iniciatyva, bendradarbiaujant su Europos Tarybos plėtros banku (CEB). JESSICA remia darnią miestų plėtrą bei regeneravimą taikant finansius inžinerijos mechanizmus (European Commission 2012).

ES valstybės narės naudodamasis šia iniciatyva dalį joms skirtos ES struktūrinių fondų paramos gali skirti investicijoms į darnių miestų projektus. Išnagrinėjus galimybes šią iniciatyvą taikyti Lietuvoje, pirmiausia buvo nutarta investuoti į energijos vartojimo efektyvumą. Kadangi Lietuvoje apie 96 % visų daugiabučių namų pastatyti arba gavę statybos leidimus iki 1993 m., todėl valstybės parama buvo orientuota į jų atnaujinimą.

Lietuva yra viena pirmųjų valstybių Europos Sąjungoje, pasitelkusi JESSICA iniciatyvą energijos vartojimo efektyvumui didinti. Pagal parengtą modelį, lėšos daugiabučiams atnaujinti skiriamos iš Kontroluojančiojo fondo, kurį įkūrė Lietuvos Respublikos finansų bei aplinkos ministerijos ir EIB (pastarasis paskirtas fondo valdytoju).

Projekto atsiperkamumą lems įgyvendinamų energiją taupančių priemonių efektyvumas ir dėl to sumažėjęs mokestis už šildymą. Energinį efektyvumą didinančios priemonės remiamos valstybės:

1. Šildymo ir karšto vandens sistemų pertvarkymas ar keitimas.
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 ener-

giniu požiūriu efektyvesniais liftais, įskaitant priėjimo prie lifto pritaikymą neįgalųjų poreikiams.

10. Kitos atnaujinimo priemonės:

11. 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 pertvarkymas, drenažo sutvarkymas).

Valstybės parama skiriama daugiabučių namų atnaujinimui:

- 3 % fiksuotos lengvatinės palūkanos, paskolai iki 20 metų;
- 15 % parama energinį efektyvumą didinančioms priemonėms;
- 100 % parama projekto parengimo ir administravimo išlaidoms; statybos darbų techninei priežiūrai (iki 2013 12 31);
- 100 % parama socialiai remtiniams asmenims ar šeimoms.

Iki 100 % išlaidų, patirtų rengiant būtinus dokumentus, gyventojams gali būti kompensuojama jei pagal numatytas priemones pasiekiami ne mažesnė kaip D pastato energinio naudingumo klasė ir sumažinamos skaičiuojamosios šiluminės energijos sąnaudos ne mažiau kaip 20 %, palyginus su šiluminės energijos sąnaudomis iki projekto įgyvendinimo.

Energinio naudingumo klasei pasiekti, atnaujinimo projekte skaičiuojamos šiluminės energijos sąnaudos per metus, atsižvelgiant į namo dydį, turi būti ne didesnės kaip:

- 110 kW/h kvadratiniam metrui, jei daugiabučio naudingas plotas yra didesnis nei 3000 kvadratinų metrų;
- 130 kW/h kvadratiniam metrui, jei daugiabučio naudingas plotas – nuo 501 iki 3000 kvadratinų metrų;
- 145 kW/h kvadratiniam metrui, jei daugiabučio naudingas plotas siekia iki 500 kvadratinų metrų.

Sanglaudos fondas. Naujausios 2007–2013 metų sanglaudos politikos esmė – didesnis augimas ir daugiau darbo vietų visiems Europos Sąjungos regionams ir miestams. Europos sanglaudos politikos paskirtis – padėti pasiekti konkrečių rezultatų, skatinant ekonominę bei socialinę sanglaudą, taip siekiant sumažinti įvairių regionų išsivystymo skirtumus.

Pirmosios prielaidos sukurti Sanglaudos fondą sudarytos 1993 m. lapkričio 1 d., įsigaliojus Europos Sąjungos (Mastrichto) sutarčiai. Sanglaudos fondas padeda valstybėms narėms, kurių bendrosios nacionalinės pajamos (BNP) vienam gyventojui yra mažesnės kaip 90 % Bendrijos BNP vidurkio, mažinti ekonominę bei socialinę atsilikimą ir stabilizuoti ekonomiką. Sanglaudos fondas remia su konvergencijos tikslu susijusią veiklą ir teikia finansinę paramą:

- aplinkos apsaugos projektams, padedantiems siekti aplinkos kokybės, žmonių sveikatos, saikingo gamtinių išteklių naudojimo ir regioninių arba pasaulinių aplinkos apsaugos problemų srityse;
- valstybių narių finansuojamiems bendros svarbos transporto infrastruktūros projektams;
- su fondo paramą galinčiais gauti projektais susijusiems parengiamiesiems tyrimams;
- techninės paramos priemonėms ir su jomis susijusiems tyrimams.

Nuo Sanglaudos fondo įkūrimo iki 2004 m. ES plėtros Sanglaudos fondo paramą gavo Ispanija, Graikija, Airija ir Portugalija. 2004–2006 metais Sanglaudos fondo paramą kartu su Graikija, Ispanija, Portugalija gavo ir naujosios ES narės – Čekija, Estija, Kipras, Latvija, Lenkija, Lietuva, Malta, Slovakija, Slovėnija, Vengrija (Finansų ministerija 2009). 2007–2013 metais iš Sanglaudos fondo teikiama parama Bulgarijai, Čekijai, Estijai, Graikijai, Kiprui, Latvijai, Lietuvai, Maltai, Lenkijai, Portugalijai, Rumunijai, Slovėnijai, Slovakijai ir Vengrijai (Europos Komisija 2012). Viso 2007–2013 metams Lietuvai yra skirta 6885 mln. eurų (Sanglaudos politika 2007–2013 m.). Projektams keliami reikalavimai:

- finansuojami ne mažesni kaip 10 mln. eurų vertės investiciniai projektai;
- gali būti padengiami ne daugiau kaip 80–85 % projekto vertės;
- lėšos transporto ir aplinkos apsaugos sektoriams turi būti paskirtos lygiomis dalimis.

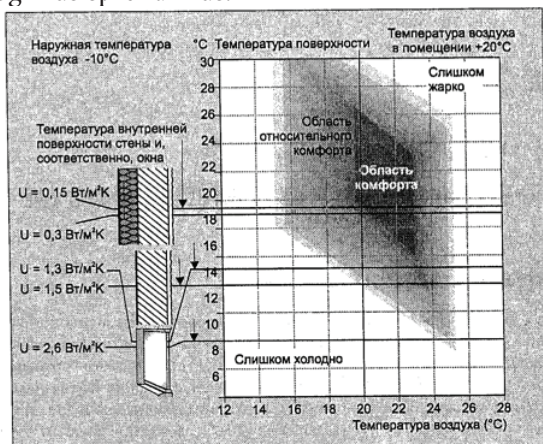
Kadangi Sanglaudos fondas skiria finansinę paramą ekonominėms, ekologinėms ir socialinėms problemoms spęsti, siekiant sumažinti įvairių rajonų išsivystymo skirtumus – daugiabučių namų miestų gyvenamuosiuose rajonuose kompleksinis atnaujinimas (įtraukiant visą infrastruktūrą) galėtų būti viena iš prioritetinių sričių fondo finansinei paramai gauti.

6. ENERGINIO EFEKTYVUMO UŽTIKRINIMO PRIEMONĖS

Pagrindinis tikslas statant naują gyvenamąjį būstą ir modernizuojant pastatus yra mikroklimato ir komforto sąlygų užtikrinimas. Kokios yra komforto sąlygos ir koks tikslus jų apibūdinimas? Kad mikroklimatas patalpose būtų patrauklus būtina sąlyga, kad nebūtų per karšta arba per šalta. Taip pat svarbus yra patalpų oros drėgnumas. Kai jis viršija 70 %, laikoma, kaip neigiama sąlyga ir atvirkščiai kai jis mažesnis nei 40 %. Patalpų gyventojai skundžiasi per sausu oru. Vasarą nedidelis skersvėjis laikomas teigiam sąlyga, tačiau šaltuoju laikotarpiu neigiama. Tačiau patalpų vėdinimams yra būtinas, siekiant panaikinti nemalonius kvapus ir mažinti susikaupusią drėgmę. Yra žinoma, kad nedideli temperatūros svyrvimai sukelia oro judėjimą, o labai dideli temperatūrų skirtumai sukelia gyventojams peršalimo ligas.

Komfortinėmis yra laikomos sąlygos patalpose, kuomet oro temperatūra yra 20–22 °C laipsniai, o oro drėgnumas nuo 50 iki 70 %. 6.1 pav. pavaizduota patalpų mikroklimato priklausomybė nuo oro temperatūros. Čia yra nurodytos vidaus patalpų sienų ir langų su dvigubu stiklo paketu temperatūros šaltuoju metų laikotarpiu. Paveiksle matoma, kad prie didesnės sienų temperatūros (daugiau kaip 18 °C laipsnių) būtinas mikroklimato komfortinės sąlygos pasiekiamos prie žymiai mažesnės oro temperatūros patalpoje. Iki pramoninės eros pradžios (pramonės perversmo laikotarpis, XIII a.) piliečiai džiaugėsi bet kokia galimybe nešalti savo būstuose. Esant žemai oro temperatūrai buvo atitinkamai pasirenkamas rūbas. Po II pasaulinio karo atsirado standartai būsto kokybei. Iki XX a. 70 dešimtmečio pastatų termoizoliacija nebuvo gerinama. Dėl šios priežasties didėjo energijos suvartojimas ir poreikis, o patalpų apšiltinimas tapo norma. 1990 m. pradžioje buvo aiškiai suvokta, kad energetiniai resursai nėra begaliniai, o esant dideliame energijos resursų naudojimui didėja išmetamų į atmosferą žalingų medžiagų kiekis.

Pastatų šiltinimui būtina naudoti efektyvius statybos ir energijos taupymo technologinius sprendimus.



6.1 pav. Bendra sienų paviršiaus ir kambario oro temperatūros įtaka komforto mikroklimatui

Vokietijoje buvo priimti teisės aktai reglamentuojantys šilumos išsaugojimą (Wärmeschutzverordnung 1995 m., WSV 95) ir lydinčios teisės aktai dėl energijos taupymo (Energieeinsparverordnung 2002 m. EpEU). Šių teisės aktų pagrindu buvo atliekami jų keitimai ir naujų rengimas, kurie pasirodė 2004, 2007 ir 2009 metais. Šie teisės aktų dokumentai nustatė minimalius dydžius šilumos išsaugomui. Nustatyti dydžiai privalomi visai naujai statybai ir senos statybos pastatų modernizacijai. Senos statybos namų savininkai priversti lygiuotis į nustatytus šilumos išsaugojimo dydžius, atlikti modernizaciją savo pastatams, tačiau katu jiems yra siūlomi įvairūs modernizacijos variantai bei valstybės ekonominė/finansinė parama. Pasinaudojus suteiktomis galimybėmis namų savininkai gali atnaujinti įvairių pastatų konstrukcijų šilumos izoliaciją ir pastatų šildymo sistemą, tokiu būdu padidinant būsto vertę.

Dažnai yra neįvertinami mikroklimato gerinimo aspektai, modernizuojant pastatus, kuomet mažimamas energijos suvartojimas ir metiniai suvartojimo rodikliai. Be alinkosauginių aspektų yra didinama pastatų

vertė, bendra būklė, ir padidinamas pastato tarnavimo laikas. Priemonės, kurių pagalba mažinamos pastatų šildymo išlaidos, pateikiamos 6.1 lentelėje. Efektyvų energetinį poreikį, esant tam tikromis sąlygomis, galima pasiekti pasirinkus pastato konstrukcinius pakeitimus. Šiems pakeitimams priklauso pvz. pietinės pastato pusės langų ir balkonų istiklinimas, energiją taupančio fasado įrengimas (vok. *Energiefassade*) arba saulės kolektorių įrengimas vandens pašildinimui ir šildymo sistemos palaikymui. Šie pakeitimai apima, pavyzdžiui, stiklinimas pietinė pusė, vienetas „energijos priešais“ (*Energiefassade*), ar įrengimo saulės kolektorių vandens šildymui ir šildymo sistemų priežiūra, ir t. t.

6.1 lentelė. Senos statybos statinio energetinių nuostolių mažėjimas

Užduotis	Priemonės
Šilumos tiekimo nuostalių mažėjimas per išorines sienas ir kitus konstrukcinius elementus	1. palėpių ir stogų apiltinimas
	2. senų langų keitimas į naujus dviejų ar trijų stiklo paketų ir padidinta šilumos izoliacija
	3. išorinių sienų apšiltinimas (vidinis arba išorinis)
	4. rūšio perdangų apšiltinimas
	5. šilumos tiltų nustatymas
Šilumos nuostolių mažinimas vėdinant	6. išorinių konstrukcinių elementų siūlių užtaisymas (tarp langų ir sienų, sienų ir stogo ir pan.), nehermetinių ir susidėvėjusių plotų pašalinimas
	7. vėdinimo užtikrinimas higieniniais tikslais, geriausiai mechaninėmis ventiliacinėmis priemonėmis
Efektyvus šilumos energijos gavimas	8. efektyvių šildymo sistemos prietaisų įrengimas, numatant efektyvų kuro panaudojimą
	9. šildymo technikos įrengimas, numatant atsikuriančių šaltinių energijos panaudojimą (pvz. medis, granulės)
	10. pasyvių saulės elementų panaudojimas (saulės kolektoriai) vandens šildymui, šildymo sistemos papildymui piko metu
	11. vamzdinių optimizavimas ir slėgio kompensacijos numatymas
	12. stambių daugiabučių pastatų šilumos ir elektros energijos išgavimas kombinuotu būdu, o taip pat šilumos siurblių panaudojimas

Dėka tinkamos termoizoliacijos ir profesionalaus inžinerinės šildymo sistemos modernizacijos darbų atlikimo galima pasiekti šių teigiamų pakitimų:

- a) gyvenamos patalpos greičiau sušils iki reikiamos temperatūros ir lėčiau atvės.
- b) Sienos bus sausos ir be sienų grybelio.
- c) Temperatūrų skirtumai nedarys didelės įtakos patalpų temperatūrai. Padidės vidinių sienų temperatūra, todėl pagerės mikroklimatas.
- d) Automatinė šildymo sistema nuolat palaikys patalpų šilumos komfortinį lygį, panaudodama optimalų kuro kiekį.
- e) Energijos poreikis ir nuostaliai bus sumažinti.

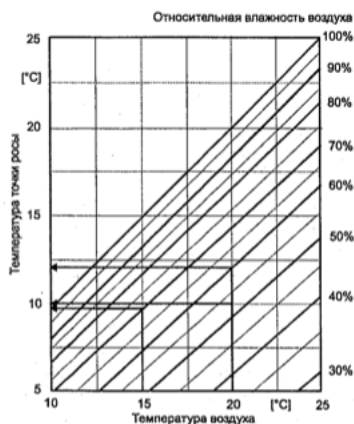
6.1. Apsauga nuo perkaitimo šiltuoju metų laiku

Vokietijoje nėra skiriama daug dėmesio patalpų perkaitimui, tačiau yra vadovaujamosi standartu LST 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“ (aukštybinių pastatų izoliacija). Pastebėta, kad kuo senesnis pastatas tuo masivesnės jo sienos. Senuose pastatuose, kuriuose nebuvo keičiamos ir didinamos langų angos, yra maža tikimybė, kad patalpos perkais, dėl gero elementų, turinčių šiluminę inerciją, ir langų ploto santykio. Todėl net esant aukštai oro temperatūrai (pvz. rugpjūtis) šilumos didėjimas patalpose beveik nepastebimas. Išimtis yra tik mansardinis aukštas, kur patalpas įšildo per neapšiltinto arba prastai apšiltinto stogo, arba plonų sienų konstrukcijos. Ši problema gali būti išsprendžiam tinkamai apšiltinant palėpės, stogo konstrukcijas.

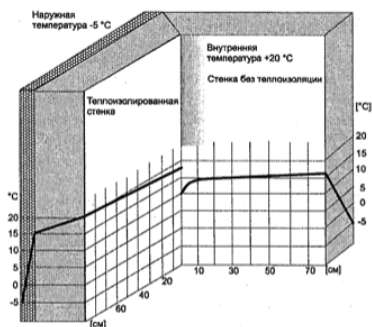
Senų pastatų patalpų temperatūra nusistovi vasarą. Tačiau atlikus išorinių sienų pakeitimus, galima pasiekti ir papildomą apsaugą nuo perkaitimo. Šios priemonės apima:

- Platesnių stoglangių įrengimas pietų ir pietvakarių fasado pusėse;
- Langų didinimas pietų ir vakarų fasado pusėse;
- Pietų ir pietvakarių fasado sienų apšiltinimas.

Pelėsio susidarymas ant sienų ir lubų. Ant senų pastatų sienų, lubų, kambarių kampuose, langų kraštuose pelėsio susidarymas yra problema, kuri pasitaiko dažnai. Dažnai teigiama, kad to priežastis prastas patalpų šildymas ir vėdinimas. Pelėsio priežastis yra ne tik patalpų gyventojų įpročiai, bet ir išorinių sienų termoizoliacijos stoka ir „šilumos tiltų“ formavimas. Grybelio susidarymui būtina drėgmė patalpose, o tai reiškia, kad ant sausų sienų pelėsis nesusidaro. Gyvenamųjų patalpų sienos tampa drėgnos dėl drėgmės kondensavimosi iš oro, kuomet sienų paviršiau temperatūra žemesnė negu sienų rasos taško prie tam tikros patalpų oro drėgmės. 6.2 paveiksle matoma priklausomybė tarp patalpos oro temperatūros ir oro drėgmės, įvertinant rasos tašką. Jeigu oro temperatūra yra 20 C°, esant 60 % santykinio drėgnumo, rasos taško temperatūra sienos paviršiuje yra lygi 12 C°, kai patalpos oro temperatūra 15 C° ir santykinis drėgnumas 70 % – 9,5 C°. Kitos pelėsių atsiradimo priežastys (6.3 pav.) yra drėgmė kylanti iš cokolio, kuomet lietaus vanduo įsigeria į sienas, ir nehermetizuotos vandens nukleidimo sistemos (latakai, vamzdiniai).



6.2 pav. Oro temperatūros ir patalpų temperatūros priklausomybė prie atitinkamos drėgmės ir rasos taške



6.3 pav. Pelėsių atsiradimo priežastys patalpų kampuose. Pateikta pagal Tarptautinės energetinės agentūros medžiagą

Laikui bėgant kondensuojantis drėgmiai ant vidinių sienų paviršių sienos įdrėksta, o jei apdailos sudėtyje yra organinių medžiagų atsiranda pelėsinis grybas. Daugeliu atveju nepakankama termoizoliacija ir prasta ventiliacija yra pelėsių atsiradimo priežastys (6.3 pav.). Pateiktame paveikslėlyje vienos sienos su termoizoliacija šilumos perdavimo koeficientas yra $0,25 \text{ W/mK}$, o kitos be izoliacijos koeficientas yra $1,45 \text{ W/mK}$. Todėl sienų sandaroje paviršiaus temperatūra nukrenta iki 1 laipsnio ir pelėsių augimas prasideda, kai patalpos oro santykinis drėgnis yra 52 % (6.2 pav.). Prevencinės priemonės prieš pelėsių susidarymą yra: gerinti sienų termoizoliaciją, didinant vidinių sienų temperatūrą ir mažinant garų susidarymą. Numatant vėdinimą įrengti drėgmę šalinančius įrenginius.

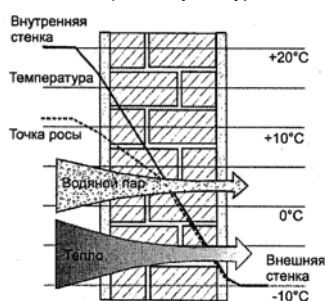
6.2. Garų difuzija

Nagrinėjant termoizoliacijos įrengimą dažnai minimas garų difuzijos terminas. Garų difuzijos reiškinį neįmanoma pavaizduoti vizualiai, vandens garai, kaip ir kitos medžiagos, prasiskverbiančios per įvairius konstrukcijų elementus, nematomi. Šaltuoju metu laiku, kai lauko temperatūra nukrenta, o patalpų viduje yra šilta ir drėgna, vandens garai kondensuojasi. Šiam procesui (6.4 pav.) veikiant ilgą laiką konstrukcijos gali pilna sudrėgti ir būti pažeistos. Kad išvengtų šio poveikio konstruktyve naudojamos termoizoliacinės bei garo izoliacinės medžiagos. Dauguma statybinių medžiagų gali sugerti drėgmę ir paskui ją išgarinti, todėl yra laidžios drėgmei. Šaltuoju metų laiku šiltas oras patalpų viduje turi daugiau vandens garų palyginus su šaltu lauko oru. Todėl vandens garų slėgio skirtumo dėka garai skverbiasi per pastatų sienas. Dėl to, kad kartu su garais skverbiasi ir patalpų šiluma, o patalpų oro temperatūra mažėja, laikuriuose konstrukcijose garai kondensuos. Dažnai vienos rūšies plytų sienose susidaro kondensatas, tačiau jis menkai pastebimas dėl nedidelio jo kiekio. O taip pat tokios sienos pavasarį ir vasarą visiškai išdžiūsta.

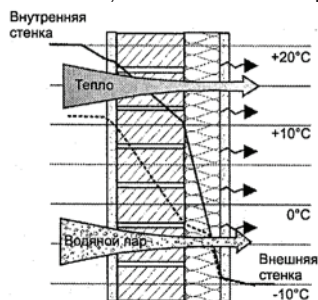
Siekiant išvengtų konstrukcijų sudrėkimo yra siūlomos dvi strategijos:

1. Numatyti būdus, kad į pastatų konstrukcijas prasiskverbtų kuo mažiau vandens garų, nei jų išskiriama. Kad to pasiekti termoizoliacijos pagalba ant vidinės šiltos sienos būtina padengti garų izo-

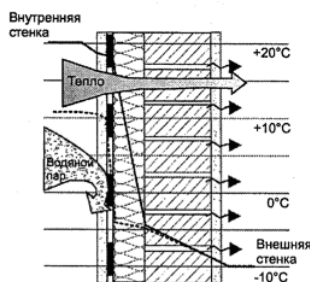
- liuojančias medžiagas, kurios lėtina difuziją, o ant išorinės šaltos sienos – šilumos izoliaciją iš medžiagų, kurios nestabdo difuzijos.
2. Kuo didesnė temperatūra izoliuojančioje medžiagoje, pritvirtintoje prie konstrukcijos, tuo mažiau drėgmės kondensuosis. Ir atvirkščiai, kuo mažesnė temperatūra izoliuojančiame sluoksnyje, tuo intensyviai susidarys kondensatas. Jeigu apšiltinti lauko sieną, tuomet sienos viduje temperatūra padidės kadangi šilumos izoliacija padengs didžiąją konstruktyvo dalį. Todėl kondensato susidarymo rizika sumažėja. Ir atvirkščiai, apšiltinus vidinę sieną likusi konstrukcijos dalis apribojama nuo šilumos ir temperatūra sienos viduje krenta ir susidaro pavojus kondensato susidarymui ypač jei termoizoliacija neapsaugota su garo izoliuojančiomis medžiagomis.



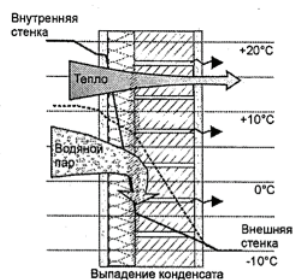
a) Vienodas šilumos ir vandens garų judėjimas per vientisą išorinę sieną.



b) Išorinė termoizoliacija nesudaro sunkumų drėgmės išgarinimui



c) Garo izoliacijos įrengimas vidinėje pusėje kartu su vidine termoizoliacija užkerta kelią dideliame drėgmės kiekiui patekti į konstruktyvą.



d) esant vidiniam apšiltinimui ir neįrengus garo izoliacijos termoizoliaciniame sluoksnyje gali susidaryti kondensatas.

6.4. pav. Šilumos difuzija ir vandens garų judėjimas sienų konstrukcijose

Išorinė šilumos izoliacija ne tik taupo energiją, bet taip pat užtikrina pastato šilumą ir sausumą. Dėl šios priežasties išoriniam apšiltinimui daugeliu atvejų trėtų būti teikiama pirmenybė, lyginant su apšiltinimu iš vidaus. Tačiau kai kuriais atvejais galima nustatyti ir apšiltinimą iš vidaus, atliekant darbus taip, kad nesusidarytų sąlygos konstrukcijų drėkimui, susidarant kondensatui. Difuzijos drėgmės pernešimo kiekiai dažnai pervertinami, neįvertinant, kad drėgmės judėjimas galimas ir konvekcijos būdu kuomet drėgmę perneša oras. Jei konstruktyve yra ertvės ir tuštumos, tai drėgmės kaita gali vykti ir per jas. Drėgmės pernešimas oru vyksta daug greičiau ir dideliais kiekiais. Difuzijos ypatumai ir vandens garų judėjimas per išorines sienas pavaizduotas 6.4 paveikslas.

7. PRIEŠPROJEKTINĖ DIAGNOSTIKA IR MODERNIZAVIMO PROJEKTŲ VERTINIMAS

7.1. Gyvenamųjų rajonų ir kvartalų daugiabučių namų būklė ir gyvenamosios aplinkos kokybės problemos

Pastatų modernizavimas naudingesnė išeitis nei jų griovimas. Tačiau norint efektyviai atnaujinti seną pastatą, reikia atlikti visapusiškai išsamų tyrimą. Europoje apie 70 % gyvenamųjų pastatų yra daugiau kaip 30 metų, o iš jų apie 35 % daugiau nei 50 metų. Tai daro įtaką dideliame šilumos energijos suvartojimui. Apie 40 % visų energijos išteklių Europoje suvartoja pastatų sektorius, tai daugiau nei pramonės ir transporto sektoriai Europos Sąjungoje ir JAV. Tuo tarpu ES gyvenamųjų pastatų sektorius yra atsakingas už maždaug 22 % visos suvartojamos energijos. Danijoje, Prancūzijoje, Vokietijoje, Graikijoje, Italijoje, Lenkijoje ir Šveicarijoje, siekiant išsiaiškinti pastatų elementų nusidėvėjimo lygį, buvo atliktas auditas apie 50 pastatų, kiekvienoje iš šių šalių. Šis tyrimas padėjo nustatyti pagrindines nusidėvėjimo priežastis: pastatų nuosavybės tipas, konstrukcijų (elementų) kokybė, amžius, apdailos tipas, medžiagų tipas, remontas – priežiūra, pastato vieta ir kt. Čekijoje, Slovėnijoje, Slovakijoje, Vengrijoje, Latvijoje, Bulgarijoje dominuojanti būsto forma taip pat yra butai. Estijoje 75 % būsto sudaro butai, Lenkijoje apie 10 mln. gyventojų gyvena standartiniuose butuose, tai apie 25 % populiacijos, o Rumunijoje prognozuojama, kad po 20 metų 80 % butų bus nebetinkami gyventi. Daugelyje šių šalių butai įrengti blokiniuose pastatuose. Europoje daugiabučių namų techninės, funkcinės ir architektūros problemos yra panašios, todėl sukūrus vieningą informacinę sistemą, tipinių daugiabučių gyvenamųjų namų modernizavimui, būtų galima sutaupyti daug laiko ir lėšų. Gerinant pastatų būklę sumažėtų ir energijos suvartojimas. Apie pusę visų statybos išlaidų Europoje išleista pastatų remontui ir priežiūrai, tačiau per anksti pablogėjusi betono konstrukcijų būklė tampa rimta problema daugelyje šalių. Šveicarijoje

gyvenamiesiems namams priskiriama pusė visų pastatų išnaudojamos energijos, t. y. maždaug ketvirtadalis bendro nacionalinės energijos sunaudojimo, todėl čia slypi milžiniškas energijos taupymo potencialas, kuris gali būti pasiektas derinant energetinio efektyvumo didinimą su normaliu pastatų modernizavimo ciklu. Iki 2050 metų Šveicarijos gyvenamųjų namų sektoriuje, pasak Siller ir kitų (2007) įmanoma sumažinti energijos sunaudojimą šildymui ir karšto vandens ruošimui trečdaliu, o CO₂ emisiją – penktadaliu, tačiau tam turi būti dedamos didelės pastangos. Rytų ir Centrinės Europos gyvenamuosiuose namuose energijos šildymui suvartojama dažnai 2–3 kartus daugiau nei analogiškuose pastatuose Vakarų Europoje. Maskvoje 1953–1964 m. statytuose daugiabučiuose energijos resursų praradimas sudaro 30–40 %, vietomis vidiniai inžinieriniai įrenginiai nebetinkami naudoti. Dalis tokių daugiabučių buvo nugriauti, tačiau susidūrus su nugriautų namų gyventojų apgyvendinimo problema, buvo atliktas tyrimas, kuris parodė, kad tokių 5 a. namų pamatai išlaikytų dar 5 aukštus, o namo bendras nusidėvėjimas sudarė 30–50 %, tai reiškia, kad laikančiųjų konstrukcijų nusidėvėjimas yra 10–15%. Todėl nuspręsta sustabdyti tokių namų griovimą ir atlikti jų modernizavimą. Estijoje buvo patikrinta apie 200 pastatų esančių įvairiose Estijos vietose ir nustatyta, kad vidutinis šilumos suvartojimas daugiabučiuose gyvenamuosiuose namuose prijungtuose prie vietinių šildymo tinklų, yra nuo 256 iki 315 kWh kvadratinį metrą per metus. Tyrimai rodo, kad šilumos praradimai gyvenamuosiuose pastatuose yra nuo 20 iki 40 % didesni negu numatyta. Sitar ir kt. (2006) teigia, kad Slovėnijos daugiabučių kvartalų būklė taip pat yra problemiška, kai kuriais atvejais – kelianti nerimą. Kritiškiausios būklės yra daugiabučiai namai pastatyti 1940-aisiais, 50-aisiais ir 60-aisiais. Vengrijoje apie 20 % šeimų gyvena daugiabučiuose, pastatytuose pagal supramontintas technologijas, dauguma iš surenkamų gelžbetoninių konstrukcijų. Daugumą jų pastatyti 1960–1970 metais. Jų HVAC sistemos yra pasenę, pastatų pakenkimai darosi gausesni ir rimtesni (Zöld, Csoknyai 2005). Danijoje didžiausi šilumos nuostoliai patiriami per išorines sienas iki 1960 m. statytuose gyvenamuosiuose namuose. Olandijoje didelė dalis gyve-

namų namų pastatyti 1945–1965 m. laikotarpiu, jie yra nekokybiški, nekomfortiški. O to meto ribotas galimybės rodo ir namų techninė būklė, viengubo stiklo langai, jokios šilumos izoliacijos tik tuščiavidurių plytų siena, šilumos tiltai, neizoliuoti čerpių stogai ir pasenęs patalpų išplanavimas. Bluysen (2000) teigia, kad pagrindinės Europos gyvenamųjų namų patalpų komforto problemos yra triukšmas, nepakankamas šiluminis komfortas, drėgmė, oro kokybė (dėl prastos ventiliacijos) ir kita. Jo ir Sohn (2009) atlikti tyrimų rezultatai parodė, kad didelę įtaką patalpų mikroklimatui turi temperatūra ir drėgmė. Pakeitus senus langus naujais, dėl prastos ventiliacijos dažnai pablogėja oro kokybė, tačiau šilumos pralaidumą per juos, galima sumažinti iki 3-jų kartų.

Dauguma Lietuvos gyventojų (net 66 %) gyvena įvairių tipų daugiabučiuose namuose, pastatytuose 1961–1990 metais. Šie gyvenamieji namai statyti pagal tarybiniais metais galiojusias normas, reglamentavusias ypač žemus reikalavimus pastatų energiniam efektyvumui (Burinskienė 2003). Šiuo metu mūsų šalyje yra apie 30 tūkst. daugiabučių, kuriuos būtina modernizuoti. Pastatų tipų įvairovė nedidelė, vyrauja apie 7 tipų stambia-plokščiai (7.1 lentelė), 6 tipų mūriniai bei 4 tipų monolitiniai pastatai. Vilniuje apie 59 % butų daugiaaukščiuose yra stambiaplokščiuose pastatuose.

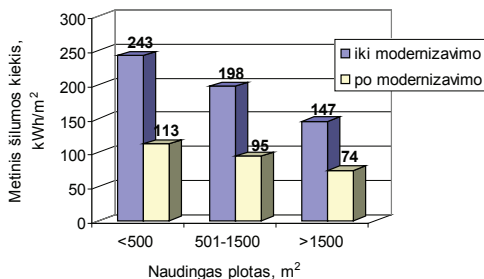
Pagrindinės eksploatacinės būklės problemos, defektai ir trūkumai stambiaplokščiuose pastatuose būdingi visiems tipams, jie panašūs ir mūriniams, ir monolitiniais pastatams. Lietuvoje seniausieji statytiems stambiaplokščiams namams jau apie 50 metų, tačiau jiems iki šiol nėra atliktas kapitalinis remontas. Privatizavus butus Lietuvoje trūko turto valdymo patirties, nebuvo tradicijų. Dėl nepakankamos priežiūros daugiabučiai smarkiai nusidėvėjo. Jų kokybė labai prasta ir reikalauja skubios modernizacijos. Nors LR Civiliniame kodekse (LRS 2000) numatytas teisinis pagrindas, kad atskiro buto savininkas galėtų „...imtis būtinų priemonių be kitų savininkų (naudotojų) sutikimo, kad būtų išvengta žalos ar pašalinta grėsmė bendrojo naudojimo objektams, ir reikalauti iš kitų butų ir kitų patalpų savininkų atlyginti išlaidas, proporcingas šių savininkų bendrosios dalinės nuosavybės daliai“, tačiau pavieniai butų savininkai nelinkę pasinaudoti šiomis taisyklėmis. Jie negali tinkamai

prižiūrėti ir laiku atlikti būtinų pastato bendro naudojimo dalių remonto darbų. Taip pat pavieniai butų savininkai negali spręsti ir neracionaliai vartojamos energijos problemų daugiabučiuose namuose. Būsto atnaujinimo ir priežiūros projektai beveik nebuvo vykdomi iki 1996 m. Pradėjus įgyvendinti Energijos taupymo/būsto eksperimentinį projektą, LR Aplinkos ministerijos duomenimis Lietuvoje dalinai buvo atnaujinta apie 700 daugiabučių gyvenamųjų namų. Tačiau didelė dalis daugiabučių modernizacijos dar laukia.

7.1 lentelė. Daugiabučių stambiaploščių namų charakteristikos

Pastato serija	Bendras šildomas plotas, m ²	Aukštų skaičius	Butų skaičius	Laiptinių skaičius
1-464LI-18/1	1725	5	30	2
120V-06/1	1069	5	20	1
1605A	2876	5	60	3
1-464A-14LT	5803	5	120	8
120V-027/1	2212	9	36	1
1-464LI-53/1	3783	9	72	2
1/3905	2890	12	60	1

Seniausiai statytų daugiabučių, ypač pirmųjų stambiaploščių, butų patalpų išplanavimas moraliai pasenęs ir neatitinka šiuolaikinių reikalavimų. Butuose yra per mažas pagalbinis plotas, sutapdinti sanitariniai mazgai, mažos virtuvės, priėškambariai, pereinami bendrieji kambariai. Daugiabučiai yra neekonomiški, prastos pastatų langų, sienų, vidaus pertvarų šilumos ir garso izoliavimo charakteristikos, šildymo sistema pasenusi, nėra vėdinimo, prastas patalpų mikroklimatas. Daugiausiai energijos šildymui suvartojama daugiabučiuose, kurių naudingas plotas mažesnis nei 500 m² – 243 kWh/m², mažiausiai, kurių naudingas plotas daugiau nei 1500 m² – 147 kWh/m², tačiau po modernizacijos šie skaičiai sumažėja dvigubai (7.2 pav.).



7.2 pav. Metinis šilumos suvartojimas šildymui, tenkantis 1 m² (kWh) naudingojo ploto (Būsto ir urbanistinės plėtros agentūra 2009)

Stambiaplokščių namų atitvarų šiluminės charakteristikos kaip ir daugumos iki 1993–1996 m. statytų daugiabučių pastatų netenkina statybos normatyvinių dokumentų reikalavimų. Šilumos energijos suvartojimas tokiuose namuose 2 kartus didesnis nei Skandinavijos šalyse ir 1,75 karto didesnis, lyginant su naujais Lietuvoje statomais daugiabučiais.

Nemaža dalis stambiaplokščių pastatų (ypač senesni) gyventojams kelia problemą dėl tarpplokštinių sandūrų pratekėjimų. Dėl nesandarumo plokščių sandūrose sienos dažnai įdrėksta, o žiemos metu kartais ir peršąla. Dėl to pažeidžiama vidaus patalpų apdaila, dar labiau padidėja sienų šilumos laidumas, o tuo pačiu, ir šilumos nuostoliai, blogėja patalpų mikroklimatas. Daugumos daugiabučių šilumos nuostoliai per atitvaras dvigubai viršija norminius, o atskirų atitvarų šiluminės charakteristikos iki 4–4,5 karto prastesnės nei nustatytos norminės (žr. 2.1 lentelė) (STR 2.05.01:2005). Stogų analizė rodo, kad pagrindiniai jų gedimai yra susieti su vandens pratekėjimais pro ritininės dangos jungtį su parapetais bei vertikaliomis konstrukcijomis ir per pačią dangą. Dėl pratekėjimų ties parapetais dažnu atveju įdrėksta sienos konstrukcija, ypač tai pastebima mūriniuose pastatuose. Prasiskverbęs į stogą vanduo drėkina jo šilumos izoliaciją, didina šilumos nuostolius, gadina patalpų vidaus apdailą, patalpose sudaro antisanitarinę aplinką.

Atlikti Vilniaus stambiaplokščių namų tyrimai parodė, kad blogiausia padėtis yra su vertikaliomis sandūromis tarp rūšių išorinių sienų plokščių, kurios yra supleišėjusios. Vietomis sandūrų apsauginis tinkas yra visiškai iškritęs, nėra jokios hermetizuojančios mastikos. Į tokias sandūras laisvai patenka atmosferinė drėgmė bei įvairūs teršalai, gadinantys rūšių išorines sienas. Nėra žinoma, kad per eksploatacijos laikotarpį sandūros būtų kapitališkai taisytos arba atnaujintos. Būtina atkreipti dėmesį į šilumos nuostolius per 1 aukšto perdangas, nes beveik visi daugiabučiai yra su rūšiais ir nuo temperatūros esančios rūsyje labai priklauso pirmo aukšto gyventojų patalpų komfortas bei šilumos nuostoliai per grindis.

Daugumos stambiaplokščių fasadų išorinių sienų plokščių paviršiuose yra atsiradę plyšiai, per kuriuos patekusi drėgmė ir teršalai daro neigiamą įtaką sienų išvaizdai, fizinei būklei bei šilumos izoliacijai. Vidinės daugiabučių namų sienos yra geros būklės. Nors vietomis pastebimi įtrūkimai, tačiau jie atsiradę dėl namo sėdimo eksploatacijos pradžioje ir toliau nekinta. Bendras vidinių sienų nusidėvėjimas laikytinas iki 10 %, o išorinių – 10–30 %, stambiaplokščių gyvenamųjų namų karnizų ir parapetų nusidėvėjimas yra 10–45 %. Viena prasčiausių daugiabučiuose namuose balkonų ir lodžių būklė, vietomis netgi avarinė. Jie yra labiausiai nusidėvėję elementai – net iki 50 %. Dėl blogos balkonų hidroizoliacijos, grindų būklės ir sukorodavusio apskardinimo, vanduo patenka ant balkono plokštės, ardo betoną ir sukelia armatūros koroziją. Tačiau ten kur balkonai ir lodžijos įstiklintos, gelžbetoninių plokščių kontūrų būklė yra geresnė, nes ant įstiklintų balkonų ir lodžių susilaiko nedaug atmosferinių kritulių bei teršalų, dėl to jų mažiau patenka ant gelžbetoninių plokščių ir jos mažiau genda.

Nusidėvėję ir įėjimų į namus stogelių apskardinimas ir hidroizoliacija, vanduo patenka ant stogelio plokštės ir ardo betoną, sukelia armatūros koroziją. Įėjimų laiptų pakopų, aikštelių bei virš jų esančių stogelių būklė dažnai būna net avarinė, o laiptinių laiptų maršų ir aikštelių nusidėvėjimas yra 10–25 %. Nors šių elementų gedimai neturi įtakos bendram pastato stipriui, tačiau jie yra pavojingi žmonėms bei gadina namo vaizdą.

Daugumos daugiabučių namų langai ir išorinės durys, nusidėvėję, jų estetiškas vaizdas labai prastas, per tokius langus ir duris prarandama iki 45–50 % šilumos. Gyventojai patys sandarina senus langus arba keičia juos naujais. Todėl dažnai viename fasade įstatyti langai yra įvairių spalvų ir tipų, skirtingų medžiagų, su skirtingais šilumos izoliacijos parametrais, su abejotinu vėdinimu ir pan.. Taip darkomi pastatų fasadai ir bendras rajono ir miesto įvaizdis. Tokių daugiabučių pavyzdžių yra nemažai visoje Lietuvoje.

Naujesniuosiuose Vilniaus gyvenamuosiuose rajonuose esantys daugiabučiai pasižymi dar pakankamai gera konstrukcine būkle, vidutiniu arba geru butų išplanavimu, patenkinama inžinerinių sistemų būkle. Tačiau žiūrint iš architektūrinės pusės tipiniais daugiabučiais apstatyti gyvenamieji rajonai atrodo monotoniškai, trūksta gyvybingumo bei estetinio patrauklumo.

Pagrindinės gyvenamosios aplinkos problemos yra automobilių stovėjimo aikštelių nepakankami plotai, vaikų žaidimų aikštelių, pėsčiųjų bei dviračių takų trūkumas, mažai dėmesio skiriama neįgalųjų poreikiams. Vėlesnės statybos Vilniaus mikrorajonuose Pilaitėje, Pašilaičiuose, Fabijoniškėse, žemas apželdinimo lygis. Daugiabučiuose namuose būstus pasirenkantiems gyventojams taip pat svarbi aplinka, triukšmo lygis, oro kokybė, saugumas, kaimynai ir kt., tačiau dėl prastos priežiūros Vilniaus daugiabučiuose dauguma šių sąlygų pastaruoju metu pablogėjo.

Pasigendama bendro darnaus miestų ir priemiesčių vaizdo, viešosios infrastruktūros bei viešųjų erdvių, kurių reikia pilnavertei gyvenimo kokybei. Iki šiol daugiausia dėmesio buvo skiriama taškiniam, privataus sklypo detaliųjų planų rengimui, o taškinė plėtra orientuota į sklypo (ne viso kvartalo, rajono) planavimą ir plėtrą, padarė daug žalos miesto bei šalies kraštovaizdžiui. Viena iš pagrindinių priežasčių, nulėmusių tokią situaciją yra teritorijų planavimo normų, užtikrinančių gyvenimo kokybę, nebuvimas. Formuojasi nekompaktiški miestai – kenčia pasiekiamumas, inžinerinė infrastruktūra ne visada gali tenkinti šiandieninius darnaus vystymosi principus. Sektorinis požiūris daro įtaką aplinkai,

komunalinių paslaugų sektoriams ir toliau alina senkančius energijos šaltinius, paveldo išteklius, didina socialinę atskirtį.

Statistikos departamento duomenimis Lietuvoje 2007 m. pabaigoje šalies gyvenamasis fondas sudarė 82,1 mln. m² naudingojo ploto. Nuo 1995 m. gyvenamasis fondas šalyje padidėjo beveik 10 %. Sovietinės statybos gyvenamieji rajonai neatitinka šiandienos reikalavimų, pasikeitė tokių rajonų socialinė gyventojų sudėtis, laisvuose plotuose pastatyti gyvenamieji namai ir socialinės infrastruktūros objektai. Jau minėta, kad nėra reglamentuojamas gyventojų tankis planuojamoje teritorijoje, todėl yra daromos sisteminės klaidos – teritorijoje gyvena per didelis arba per mažas gyventojų skaičius. Savivaldybei yra sunku keisti inžinerinę infrastruktūrą, susisiekimą, viešąjį transportą.

Netinkamai prižiūrimi ir eksploatuojami gyvenamieji namai, rajonai nusidėvi ir tampa netinkami gyventi. Nuolatinės priežiūros svarba dažnai vertinama nepakankamai. Statistikos departamento prie LR Vyriausybės duomenimis Lietuvos miestų gyvenamieji namai fiziniu, ekonominiu ir funkcinio požiūriu nusidėvėjo. Kylant energijos kainoms, daugeliui namų ūkių tampa problema būsto išlaikymas. Prie ypač probleminių priskiriami bendrabučio tipo daugiabučiai namai. Pagal Statistikos departamento duomenis apie 3 % Lietuvos būstų turi Statybos reglamente STR 1.12.01:2004 nurodytus avaringumo požymius. Didžiųjų Lietuvos miestų savivaldybėse 2008 m. duomenimis daugiausia tokių būstų yra Kauno – 9,8 % ir Šiaulių – 5,4 % (Statistikos departamentas).

Fizinės ir socialinės infrastruktūros gyvenamųjų teritorijų problemos, socialinio būsto, ekologijos, pastatų modernizavimo, susisiekimo ir inžinerinės infrastruktūros klausimai šiuo metu yra ypatingai svarbūs. Didžiuosiuose Lietuvos miestuose sprendžiamos tokios esminės problemos (LR Aplinkos... 2008):

- nekoordinuota miestų centrų ir periferinių rajonų plėtra;
- miestų esama urbanistinė struktūra pasižymi dideliu funkcinio zonavimu, nepakankamai kompaktiška, stokoja daugiafunkciškumo bei policentriškumo;
- nekoordinuota didžiųjų miestų ir priemiestinių teritorijų plėtra: nepakankamai išvystyti miesto išoriniai susisiekimo ryšiai, apie

- miestą mažnai vystosi priemiestiniai centrai, miesto periferinėje zonoje ir priemiestyje mažėja gamybinės teritorijos, išlieka nesubalansuotas darbo vietų ir gyvenamųjų vietų skaičius;
- nepakankama miestų, gyvenamųjų teritorijų fizinės aplinkos kokybė (užstatymo ekstensyvumas, infrastruktūros stoka, įrengtų želdynų trūkumas), įvaizdis;
 - didelis gyventojų mobilumas (kelionių skaičiaus ir trukmės augimas dėl funkcinės ir fizinės struktūros ypatybių);
 - nepakankamas gatvių tinklų tankis;
 - miestų aplinkos susidėvėjimas: pastatų nykimas, dykų (negyvenamų plotų) didėjimas;
 - didėja nedarbas, išsibalansavusi socialinė struktūra;
 - ryškėja gyvenimo kokybės skirtumai centre ir periferinėse zonos: centre, kur geriausia fizinė gyvenamosios aplinkos kokybė didžiausia transporto srautų ir darbo vietų koncentracija, dominuoja taršos, pėsčiųjų ir transporto konflikto, socialinės aplinkos problemos; periferijoje, kur neišvystytos fizinės ir funkcinės struktūros, dominuoja inžinerinės ir socialinės infrastruktūros, aprūpinimo viešuoju transportu problemos.

Šie skirtumai skatina neigiamus procesus: gyventojų emigraciją, priverstinį mobilumą, atskirų miesto dalių degradaciją, socialinę segregaciją, trukdo pasiekti darnią plėtrą. Visos šios problemos veikia miesto ekonomiką, socialinę, ekologinę aplinką ir gyvenimo kokybę, skatina tokius neigiamus procesus kaip gyventojų emigraciją, priverstinį mobilumą, atskirų miesto dalių degradaciją, socialinę segregaciją.

7.2. Pasaulyje taikomos darnių pastatų vertinimo sistemos ir metodai

Pastatai daro didelį ir nuolat augantį poveikį aplinkai. Statant, eksploatuojant ir griauinant pastatus sunaudojama daug energijos, medžiagų ir pinigų, bei daromas poveikis aplinkai. Apie darnų vystymąsi statyboje šiandien kalbama vis daugiau. Todėl siekiant efektyvaus energijos naudojimo, aplinkos tausojimo vis plačiau taikomos ir pastatų vertinimo sistemos, kurios

ir skatina visuomenę protingai vykdyti planavimą, projektavimą, statybą, valdymą ir marketingą. Tai padeda sumažinti išlaidas ir poveikį aplinkai, pagerinti pastatų kokybę bei pakelti jų rinkos vertę. Pastatų atnaujinimas – tai puiki galimybė ne tik sumažinti suvartojamos pastate energijos apimtį, bet ir užtikrinti kitus darnos principus, kurių pagrindiniai ir lygiaverčiai komponentai – ekologinis, ekonominis ir socialinis. Tačiau labai svarbu įvertinti ne tik pastatus, bet ir juos supančią aplinką, nes praeityje netinkamai išspęstos problemos projektuojant ir statant pastatus šiuo metu kelia susirūpinimą. Pasak Burnett (2007) miestai ir miestų gyventojai suvartoja daugiausiai energijos, žaliavų ir daro didžiausią įtaką klimato kaitai, tačiau tuo pačiu metu, jie gali atlikti svarbų vaidmenį siekiant pasaulinės darnos.

Per pastarąjį dešimtmetį buvo atlikta daug tyrimų, pritaikyta įvairių vertinimo metodikų pastatams, ypačiai energijos ir kitų resursų suvartojimo efektyvumui spręsti (Aberg, Henning 2011; Dalla Rosa, Christensen 2011; Sabapathy *et al.* 2010; Iwaro, Mwasha 2010; Galvin 2010; Sartori *et al.* 2009; Filippin, Larsen 2009; Swan, Ugursal 2009; Zavadsakas *et al.* 2008 a, b; Naimavičienė, Mickaitytė 2007; Balaras *et al.* 2007, 2005; Forsberg, Malmberg 2004; Flourentzou *et al.* 2002 ir daugelis kitų). Pagrindinis aplinkos kūrimo vertinimo metodų vaidmuo yra pateikti išsamią vertinimą, aplinkos charakteristikos pastatams (Cole 1999), taikant bendrą su patikrintais kriterijais ir nustatytais tikslais rinkinį, pastatų savininkams ir dizaineriams siekti aukštesnių aplinkosaugos standartų (Ding 2008). Tarptautinį pripažinimą turinčios aplinką tausojančių pastatų vertinimo metodai, sistemos yra orientuotos į energijos taupymą, vandens naudojimo efektyvumą, CO₂ emisijos mažinimą, vidaus gyvenimo kokybės gerinimą, išteklių valdymą ir jų tikslingą vartojimą.

Pasaulyje nuo 1990 m. sukurta daug pastatų vertinimo metodų, dažniausiai sutinkami paminėti 7.3 lentelėje. Šie ir daugelis kitų – pagrįsti aplinkos apsaugos ir darnaus vystymosi principais, todėl Haapio ir Viitaniemi (2008) kelia klausimą, kaip pasirinkti tinkamiausią, konkrečiam pastatui įvertinti ir gauti patikimiausią rezultatą? Ir kas atsako už rezultatus, jeigu juose yra didelių klaidų? Juk vartotojas gali pasirinkti to metodo rezultatus, kurie konkrečiu atveju jam yra palankesni? Tai suteikia galimybę manipuliuoti.

7.3 lentelėje pateikti vertinimo metodai sukurti siekiant mažinti neigiamą poveikį aplinkai projektuojant, statant, atnaujinant ir/ar eksploatuojant pastatus, tačiau jų naudojimą riboja įvairių šalių klimato, įstatymų, kultūros ir kiti skirtumai. Todėl norint gauti efektyvų rezultatą vertinimo metodas turi būti adaptuotas pagal šalies sąlygas, regioninius techninius ir kultūrinius aspektus. Tokie darnių pastatų vertinimo lyderiai kaip BREEAM, LEED, GBTool ir kiti tapo nemažai, vėliau atsiradusių, pastatų vertinimo metodų, sistemų pagrindu.

7.3. lentelė. Darnių pastatų vertinimo metodai

Metodo pavadinimas	Sukūrimo metai, šalis
BREEAM (angl. Building Research Establishment Environmental Assessment Method)	1990, UK
LEED (angl. The Leadership in Energy and Environment Design)	1998, JAV
BEAM Plus (HK-BEAM – angl. Hong Kong building environmental assessment method)	1996, Honkongas
GBTool (angl. Green building challenge) dabar SBTool	1995, Tarptautinis
CASBEE (angl. Comprehensive assessment system for building environmental efficiency)	2004, Japonija
BEPAC (angl. Building environmental performance assessment criteria)	1993, Kanada
LiderA	2000/2005, Portugalija
Green Star	2003, Australija
HQE (angl. High Quality Environmental standard)	1992, Prancūzija
Minergie	1994/1997, Šveicarija
CEPAS (angl. The Comprehensive Environmental Performance Assessment Scheme for Buildings)	2001, Honkongas
Protocollo ITACA (angl. Innovation and Transparency of the Contracts and Environmental Compatibility)	2005, Italija
DGNB (angl. German Sustainable Building Council)	2007, Vokietija
TQB	2002, Austrija

Honkonge, remiantis BREEAM, radosi BEAM Plus (HK-BEAM) pastatų vertinimo sistema, Kinijoje remiantis LEED metodika – ESGB (Evaluation Standard for Green Building) metodas (Lee 2012). Mateus ir Braganca (2011) pagal SBTool pasiūlė SBToolPT–H metodą skirtą įvertinti Portugalijos esamų, naujų ir atnaujintų gyvenamųjų namų miestuose darnumą. Pasitelkiant vertinimo metodus BREEAM, LEED, CASBEE, GBTool Ali ir Nsairat (2009) pasiūlė SABA vertinimo įrankį atsižvelgę į savo šalies Jordanijos aplinkos, socialinius ir ekonominius aspektus. Todėl dauguma metodų yra plačiausiai taikomi šalyse, kuriose sukurti.

Tačiau tokie darnių pastatų vertinimo metodai kaip BREEAM ir LEED yra toli pažengę, taikomi ne vienoje pasaulio šalyje, jų pagrindų paremta dauguma vėliau atsiradusių metodų, sistemų. Šie pastatų vertinimo lyderiai turi skirtingas versijas įvairiems pastatų tipams vertinti, todėl jų taikymo galimybės platesnės. Pvz.: konkrečiai daugiabučiams namams vertinti skirtas metodas duos tikslesnį rezultatą, nei bendras metodas, kuriuo galima įvertinti bet kokio tipo pastatą.

7.3. Darnių pastatų vertinimo metodai BREEAM (JK) ir LEED (JAV)

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) vertinimo metodas, sukurtas 1990 m. Didžiojoje Britanijoje. Tai vienas plačiausiai taikomų metodų vertinant poveikį aplinkai, susijusį su pastatais. BREEAM sertifikatus turi daugiau nei 200000 pastatų pasaulyje ir daugiau nei milijonas registruotų sertifikavimui (BREEAM 2009). Šis metodas leidžia įvertinti pastato naudingumą ekologiniu požiūriu šiose pagrindinėse srityse: valdymo, sveikatos ir gerovės, energijos, transporto, vandens, medžiagų, atliekų, žemės panaudojimo ir ekologijos.

JAV 1998 m. sukurta LEED (The Leadership in Energy and Environment Design) taip pat plačiai taikoma ir tarptautiniu mastu pripažinta, „žalių“ pastatų vertinimo sistema. LEED metodu siekiama nustatyti ir įvertinti pastato ekologiškumo lygį į pastato tvarumą žvelgiant kaip į visumą žmogaus sveikatai ir aplinkai svarbiais požiūriais. Šis vertinimo

metodas taip pat kaip BREEAM gali būti taikomas bet kurioje pastato gyvavimo ciklo fazėje. LEED skatina darnų požiūrį į pastatą tokiose pagrindinėse srityse (LEED 2010): darnūs sklypai, vandens vartojimo efektyvumas, energija ir atmosfera, medžiagos ir ištekliai; patalpų aplinkos kokybė, inovacijų projektavimas, regiono prioritetas.

Šių metodų vertinimo kriterijų grupės panašios, panaši ir jų vertinimo sistema: kiekvienai iš vertinimo kriterijų grupių yra suteikiamas tam tikras kreditų (balų, taškų) skaičius, kurie priskiriami, pagal tai, kaip vertinamas pastatas atitinka kiekvienoje kriterijų grupėje esančių kriterijų keliamus reikalavimus. Susumavus visus surinktus kreditus (balus, taškus) gaunamas bendras rezultatas. Pagal BREEAM šie kreditai apskaičiuojami procentais. Gautą rezultatą palyginus su vertinimo skale pastatas įvertinamas (sertifikuojamas):

- pagal BREEAM: Išlaikyta (Pass); Geras (Good); Labai geras (Very Good); Puikus (Excellent); Nepakartojamas (Outstanding).
- pagal LEED: Sertifikuota (Certified); Sidabras (Silver); Auksas (Gold); Platina (Platinum).

Tačiau BREEAM ir LEED vertinimo metodai neapima vienos svarbiausių sričių – finansinio vertinimo. Mao ir kt. (2009), Sinou ir Kyvelou (2006) atlikę darnių pastatų vertinimo metodų palyginimą pastebi, kad daugelis darnių pastatų vertinimo priemonių daugiausia koncentruotos į aplinkos apsaugą ir ekologiją, skiriant mažai dėmesio arba į vertinimą visai neįtraukiant ekonominių ir socialinių klausimų. Liu ir Lu (2009) teigia, kad „žalias“ pastatas turi būti pagrįstas ir ekonomine analize. Aplinkos apsaugos klausimai ir finansų aspektai turėtų eiti lygiagrečiai visose vertinimo sistemos dalyse (Kajikawa, Inoue 2010). Atsiperkamumas svarbus faktorius rengiant projektą, todėl finansinio vertinimo nebuvimas sumažina naudingumą ir veiksmingumą.

Patikima statybos poveikio aplinkai vertinimo sistema atliks svarbiausią vaidmenį įvertinant pastato energinį naudingumą. Nors metodus nuolat tobulinant vertinimo sričių reikšmingumai kinta, tačiau LEED ir BREEAM energijos vartojimui teikia didžiausią reikšmę. Lee ir Burnet (2008) atlikę energijos suvartojimo palyginimą naudojant 3 vertinimo

metodus BREEAM, LEED ir HK-BEAM padarė išvadą, kad pagal BREEAM vertinimą surinkti kreditus yra labai sunku. O Papadopoulos ir Giama (2009) pastebi, kad BREEAM energijos vartojimo efektyvumas suskirstytas į dvi sritis: energiją ir taršą. Šios sritys viena su kita glaudžiai susijusios. Nuo efektyvaus energijos naudojimo priklauso gamtinių išteklių eikvojimas bei klimato kaitą įtakojantys veiksniai.

Didelę reikšmę vertinant pastatus turi ekologiškų medžiagų naudojimas. Jei medžiagų su pageidaujamomis savybėmis įsigyti nėra galimybių ar jos per brangios, gauti aukštą LEED įvertinimą yra beveik neįmanoma. Šiai sričiai poveikio aplinkai vertinimo sistemos teikia ne paskutinę reikšmę. Medžiagos ir resursai naudojami darniam pastatui turi daryti kuo mažesnę neigiamą poveikį aplinkai.

Nors BREEAM ir LEED vertinimo metodai plačiai taikomi, šiuos metodus kritikuoja dėl jų „taškų (balų, kreditų) sistemos“. Paprasta ir aiški vertinimo sistema – tai didelis privalumas, tačiau sukurti patikimą ir patogią vartotojui vertinimo sistemą reikia daug laiko ir patirties. Darnus vystymasis atvedė prie sudėtingų metodų, sistemų apimančių daug informacijos, kurią reikia surinkti, išanalizuoti, apdoroti, todėl vertinimo sistemos nuolat tobulinamos ir atnaujinamos. Pasaulyje vertinimo sistemos taikomos vis plačiau, sertifikuoja vis daugiau pastatų, tačiau įvertinant ne pavienius daugiabučius gyvenamuosius namus, o visą kvartalą, įtraukiant jo infrastruktūrą, modernizavimo planavimas būtų efektyvesnis. Tam turi būti sukurta vertinimo metodas suteikiantis platesnę įvertinimo galimybę.

7.4. Gyvenamųjų namų darnumo vertinimo metodas BREEAM

BREEAM pastatų darnumo vertinimo metodas yra vienas pirmųjų ir plačiausiai taikomų aplinką tausojančių pastatų vertinimo metodų pasaulyje. Šis metodas yra išbandytas ir techniškai patikimas, jis kurtas remiantis moksliniais tyrimais, konsultuojantis su ekspertais. Pagrindiniai BREEAM tikslai – sumažinti pastatų daromą poveikį aplinkai, skatinti darnių pastatų paklausą ir pripažinimą pagal jų naudą aplinkai.

BREEAM turi skirtingas versijas įvairaus tipo pastatams vertinti ir yra lengvai adaptuojamas prie šalies klimato sąlygų ir įstatyminės bazės. Metodo veiksmingumas ir patikimumas yra pripažintas tarptautiniu mastu. Viena iš BREEAM versijų yra skirta ir daugiabučių gyvenamųjų pastatų vertinimui. Pastato vertinamas atliekamas pagal 10 kriterijų grupių. Kriterijų grupės ir jų reikšmingumai pateikti 7.5 lentelėje. Kiekviena kriterijų grupė turi savo grupės kriterijus, pagal kuriuos pastatas yra vertinamas, suteikiant tam tikrą balų (kreditų) skaičių, kurį BREEAM vertintojas skiria, jeigu vertinamas objektas atitinka kriterijaus keliamus reikalavimus. 7.6 lentelėje pateikiami BREEAM 2008 darnių gyvenamųjų pastatų vertinimo metodo kriterijų grupių kriterijai.

7.5 lentelė. BREEAM 2008 metodo kriterijų grupės ir jų reikšmingumai, % (BREEAM 2010)

Eil. Nr.	Kriterijų grupės pavadinimas	Reikšmingumas, (%)
1.	Valdymas	12
2.	Sveikata ir gerovė	15
3.	Energija	19
4.	Transportas	8
5.	Vanduo	6
6.	Medžiagos	12,5
7.	Atliekos	7,5
8.	Žemės naudojimas ir ekologija	10
9.	Tarša	10
10.	Inovacijos	10

7.6 lentelė. BREEAM 2008 metodo kriterijų grupės ir jų kriterijai (BREEAM 2010)

Valdymas: - Kontrolė - Profesionalūs statytojai - Statybvietės poveikis - Pastato vartotojo instrukcija - Konsultavimas - Saugumas	Medžiagos: - Statybos elementai - Pastato fasado naudojimas - Esamų pastato sprendinių naudojimas - Racionalus medžiagų naudojimas - Izoliacija - Tvirtumo užtikrinimas - Racionalus medžiagų naudojimas – apdailos elementai
--	--

Sveikata ir gerovė: - Natūralus apšvietimas - Vaizdas pro langą - Privatumo užtikrinimas - Aukšto dažnio apšvietimas - Vidinio ir išorinio apšvietimo lygis - Natūralus vėdinimas - Vidinio oro kokybė - Lakieji organiniai junginiai - Šiluminis komfortas - Šilumos reguliavimas - Mikrobinis užterštumas - Išorinė aplinka - Biuras - Garso izoliacija	Atliekos: - Statybos atliekų valdymas - Perdirbtos medžiagos - Perdirbimų atliekų sandėliavimas - Kompostavimas
	Žemės naudojimas ir ekologija: - Sklypas - Užteršta žemė - Ekologinė vertė ir ekologinių savybių apsauga - Poveikio ekologijai sumažinimas - Sklypo ekologijos pagerinimas - Ilgalaikis poveikis biologinei įvairovei
Energija: - CO₂ emisijos mažinimas - Detali energijos suvartojimo apskaita - Išorinis apšvietimas - Mažai CO₂ išskiriančios technologijos - Energiją taupantys įrenginiai - Džiovinimo vietos	Tarša: - Šaldymo skysčio globalinio klimato atšilimo potencialas - Šaldymo skysčio nutekėjimas - Šildymo šaltinių NO_x emisija - Potvynio rizika - Vandentiekio taršos mažinimas - Naktinės šviesos taršos mažinimas
Transportas: - Susisiekimas - Infrastruktūra - Patogumai dviratininkams - Pėsčiųjų ir dviratininkų sauga - Automobilių stovėjimo vietos	Inovacijos: - Atsakingi statytojai - Dienos šviesa - CO₂ emisijos mažinimas - Mažai arba visiškai CO₂ neišskiriančios technologijos - Vandens skaitiklis - Sąmoningas medžiagų tiekimas - Statybietės atliekų valdymas - BREEAM profesionalo įvertinimas
Vanduo: - Vandens suvartojimas - Vandens skaitikliai - Vandens nutekėjimo aptikimas - Vandens perdirbimas	

Reitingo pagal BREEAM nustatymo procesas atliekamas taip:

1. Kiekvienai aplinkos sekcijai suteiktų kreditų skaičius turi būti nustatytas vertintojo pagal kiekvieną vertinimo problemos kriterijų.
2. Apskaičiuojamas kreditų procentas pasiektas kiekvienoje sekcijoje, kuris dauginamas iš atitinkamo sekcijos reikšmingumo. Taip gaunamas bendras aplinkos sekcijos rezultatas.

3. Sekcijų rezultatai sudedami, taip gaunamas bendras BREEAM rezultatas, kuris palyginamas su BREEAM reitingų gairėmis ir jeigu visi minimalių standartų reikalavimai buvo patenkinti, tai atitinkamas BREEAM reitingas buvo pasiektas.
4. Papildomas 1 % gali būti pridėtas prie galutinio BREEAM įvertinimo rezultato už kiekvieną gautą inovacijų kreditą (iki max 10 %).

7.7 lentelėje pateiktas BREEAM vertinimas (standartas) suteikiamas pagal gautą rezultatą procentais.

7.7 lentelė. BREEAM metodo vertinimo rezultatai (BREEAM 2010)

BREEAM vertinimas (standartas)	Rezultatas
Nepakartojamas (outstanding)	≥85 %
Puikus (excellent)	≥70 %
Labai geras (very good)	≥50 %
Geras (good)	≥45 %
Išlaikyta (pass)	≥30 %
Neišlaikyta (unclassified)	<30

Kiekvienam BREEAM standartui pasiekti keliama ir minimalūs reikalavimai, kuriuos vertinamas pastatas turi tenkinti. Priešingu atveju pastatui BREEAM standartas nesuteikiamas arba suteikiamas žemesnis standartas.

BREEAM 2008 darnių gyvenamųjų pastatų vertinimo metodas suteikia galimybę įvertinti ir naujos statybos ir atnaujinamą pastatą. Įvertinant pastato atnaujinimo projektą, pagal gautą rezultatą galima daryti atitinkamas išvadas. Pvz.: prieš įgyvendinant projektą, žinant silpnąsias pastato vietas jį galima pakoreguoti, taip dar labiau pagerinant pastato savybes ir pretenduojant į aukštesnį BREEAM darnumo standartą.

Šis metodas yra naudingas gyventojams, statybos darbų rengėjams, valstybei, jis padeda sukurti ilgalaikį pastato eksploatacijos planą, žymiai pagerinant gyvenimo kokybę. Taikant BREEAM metodą visi proceso dalyviai, t. y. projektuotojai, statybų vadovai, savininkai, gyventojai ir kitos suinteresuotos grupės įsipareigoja mažinti neatsinaujančių gamtinių išteklių naudojimą, aplinkos taršą, klimato kaitą.

7.5. Pasiūlytas daugiabučių gyvenamųjų namų vertinimo metodas Lietuvai

Dauguma pastatų vertinimo metodų sukurti siekiant mažinti neigiamą poveikį aplinkai projektuojant, statant, atnaujinant ir/ar eksploatuojant pastatus, tačiau jų naudojimą riboja įvairių šalių klimato, įstatymų, kultūros ir kiti skirtumai. Norint gauti efektyvų rezultatą vertinimo metodus turi būti adaptuotas pagal tos šalies sąlygas, kurioje bus naudojamas. Todėl dauguma metodų plačiausiai yra taikomi šalyse, kuriose sukurti.

Lietuvai adaptuotas pastatų darnumo vertinimo metodas BREEAM galėtų padėti efektyviau vykdyti daugiabučių namų ir juos supančios aplinkos atnaujinimą, miestų gyvenamuosiuose rajonuose.

Nuo 2002 m. gruodžio mėn. Lietuvoje atliekamas pastato energinio naudingumo sertifikavimas, įvertinamas pastato energinis naudingumas priskiriant pastatą energinio naudingumo klasei. Tačiau kompleksinio aplinką tausojančių pastatų įvertinimo ir sertifikavimo, vis plačiau naudojamo kitose šalyse, Lietuvoje nėra. Todėl pritaikius vienos iš darnių pastatų vertinimo metodų lyderių BREEAM patirtį, adaptavus kriterijus Lietuvos daugiabučiams namams vertinti, įtraukus ekonominių kriterijų grupę ir iš naujo nustatčius kriterijų reikšmingumus, daugiabučių gyvenamųjų namų modernizavimas galėtų vykti efektyviau, o Lietuva prisidėtų prie klimato kaitos stabdymo, gamtinių išteklių naudojimo ir CO₂ emisijos mažinimo, atsinaujinančių energijos šaltinių vartojimo didinimo bei gyvenimo kokybės gerinimo.

7.6. Metodo aprašymas

Siūlomas vertinimo metodas skirtas darniems daugiabučiams gyvenamiesiems namams miestų gyvenamuosiuose rajonuose bei jų atnaujinimo projektams įvertinti. Darnių pastatų vertinimo metodas BREEAM orientuotas į pastatų vertinimą aplinkosauginiu požiūriu. Tačiau aplinkos apsaugos klausimai ir ekologijos problemos turi būti pagrįstos ekonomine analize ir sprendžiamos įvertinant inansus aspektus. Vertinant pastatą ekonominis vertinimas turėtų būti vienas iš darnaus

pastato vertinimo komponentų. Rengiant pastato atnaujinimo projektą atsiperkamumas svarbus faktorius, todėl finansinis įvertinimas yra būtinas. O ekonominis pastatų atnaujinimo efektyvumas priklauso nuo energiją taupančių priemonių įgyvendinimo, kurios daro tiesioginę įtaką aplinkai. Energijos, ekologinis ir ekonominis vertinimas yra neatsiejami vienas nuo kito. Todėl siūlomas Lietuvos darnių daugiabučių namų atnaujinimo vertinimo metodą su ekonominiu vertinimu. Toks rezultatas būtų ir naudingesnis ir efektyvesnis.

Prie esamų BREEAM metodo kriterijų grupių į vertinimą įtraukus ekonominių kriterijų grupę ekspertiniu metodu buvo nustatyti kriterijų grupių reikšmingumai. Apklausoje dalyvavo 36 ekspertai, tarp jų statybos srities specialistai, atestuoti statybos darbų vadovai, statybos įmonių vadovai, statybos srities mokslininkai, architektai bei daugiabučių gyventojai. Apklausos rezultatai parodė, kad ekonominių kriterijų vertinimo grupė yra trečia pagal svarbą (12 %), po energijos (16 %), sveikatos ir gerovės (15 %), mažiausiai reikšminga 6 % – vandens kriterijų grupė. Visos vertinimo kriterijų grupės ir jų reikšmingumai procentais pateikiami 7.8 lentelėje.

7.8 lentelė. Adaptuoto BREEAM metodo kriterijų grupės ir jų reikšmingumai

Eil. Nr.	Kriterijų grupės	Reikšmingumas, (%)
1.	Valdymas	10
2.	Sveikata ir gerovė	15
3.	Energija	16
4.	Transportas	7
5.	Vanduo	6
6.	Medžiagos	11
7.	Atliekos	7
8.	Žemės naudojimas ir ekologija	8
9.	Tarša	8
10.	Ekonominiai kriterijai	12
		100
11.	Inovacijos	papildomi 10
	Viso	110

Į vertinimą įtraukus ekonominių kriterijų grupę ir nustačius kriterijų grupių reikšmingumus, Lietuvos daugiabučiams vertinti pritaikomi ir pakoreguojami visi kriterijų grupių kriterijai. Taip pat įtraukiami ir nauji aktualūs bei iš vertinimo eliminuojami nesvarbūs Lietuvai kriterijai. Kriterijų grupių kriterijai ir galimas maksimalus kiekvieno kriterijaus kreditų skaičius pateikiamas 7.9 lentelėje.

7.9 lentelė. Lietuvos darniems daugiabučiams namams adaptuoto vertinimo metodo kriterijai ir maksimalus kreditų skaičius

Kriterijaus kodas	Kriterijus	Maksimalus kreditų skaičius
1	2	3
Valdymas		
Val 1	Statybos darbų kontrolė	2
Val 2	Profesionalūs statytojai	2
Val 3	Statybietės poveikis aplinkai	4
Val 4	Pastato naudotojų instrukcija	1
Val 5	Konsultavimas	2
Val 6	Saugumas	1
Sveikata ir gerovė		
Sve 1	Natūralus apšvietimas	1
Sve 2	Vaizdas pro langą	1
Sve 3	Privatumo užtikrinimas	1
Sve 4	Aukšto dažnio įtamos – srovės galios keitiklis	1
Sve 5	Vidinio ir išorinio apšvietimo lygis	1
Sve 6	Natūralus vėdinimas	1
Sve 7	Vidinio oro kokybė	1
Sve 8	Lakieji organiniai junginiai	1
Sve 9	Šiluminis komfortas	1
Sve 10	Šilumos reguliavimas	11
Sve 11	Mikrobinis užterštumas	1
Sve 12	Išorinė aplinka	1
Sve 13	Garso izoliacija	4
Energinė		
Ene 1	CO ₂ emisijos mažinimas	15
Ene 2	Detali energijos suvartojimo apskaita	1
Ene 3	Išorinis apšvietimas	1
Ene 4	Mažai CO ₂ išskiriančios technologijos	3

Kriterijaus kodas	Kriterijus	Maksimalus kreditų skaičius
Ene 5	Energiją taupantys įrenginiai	2
Transportas		
Tra 1	Susisiekimas	3
Tra 2	Infrastruktūra	2
Tra 3	Patogumai dviratininkams	1
Tra 4	Pėsčiųjų ir dviratininkų sauga	1
Tra 5	Automobilių stovėjimo vietos	2
Vanduo		
Van 1	Vandens suvartojimas	5
Van 2	Vandens skaitikliai	1
Van 3	Vandens nutekėjimo aptikimas	1
Van 4	Vandens perdirbimas	1
Medžiagos		
Med 1	Statybos elementų poveikis aplinkai	6
Med 2	Esamų pastato sprendinių naudojimas	1
Med 3	Esamų pastato konstrukcijų būklė	3
Med 4	Izoliacija	2
Med 5	Šilumos nuostoliai	3
Med 6	Konstrukcijų atsparumo užtikrinimas	1
Med 7	Racionalus medžiagų naudojimas – apdailos elementai	2
Atliekos		
Atl 1	Statybos atliekų valdymas	4
Atl 2	Perdirbtos medžiagos	1
Atl 3	Perdirbamų atliekų sandėliavimas	2
Atl 4	Perdirbimas – kompostavimas	1
Žemės naudojimas ir ekologija		
Žem 1	Sklypas	1
Žem 2	Užteršta žemė	1
Žem 3	Ekologinė vertė ir ekologinių savybių apsauga	1
Žem 4	Poveikis sklypo ekologiinei vertei	2
Žem 5	Sklypo ekologijos pagerinimas	1
Tarša		
Tar 1	Šaldymo skysčio nutekėjimas	2
Tar 2	Šildymo šaltinių NO _x emisija	3
Tar 3	Potvynio rizika	3
Tar 4	Vandenviečių taršos mažinimas	1

7.9 lentelės pabaiga

Kriterijaus kodas	Kriterijus	Maksimalus kreditų skaičius
Ekonominiai kriterijai		
Eko 1	Rinkos vertės koeficientas	4
Eko 2	Sutaupymai	6
Eko 3	Valstybės parama	1
Inovacijos		
Ino 1	Natūrali apšvieta	1
Ino 2	CO ₂ emisijos mažinimas	2
Ino 3	Mažai arba visiškai CO ₂ neišskiriančios technologijos (atsinaujinantieji energijos šaltiniai)	2
Ino 4	Vandens skaitikliai	1
Ino 5	Racionalus medžiagų tiekimas	1
Ino 6	Statybos atliekų valdymas	1
Ino 7	Profesionalo įvertinimas	2
Viso		129

Pastato vertinamas atliekamas pagal visus 7.6 lentelėje pateiktus kriterijus. Priklausomai kaip vertinamas daugiabutis ar jo atnaujinimo projektas atitinka keliamus kriterijų reikalavimus pastatas yra įvertinamas kreditais. Jei pastatas ar jo atnaujinimo projektas netenkina kriterijaus keliamų reikalavimų – kreditai neskiriami. Įvertinus pastatą gauti kreditai apskaičiuojami procentais ir susumuojami. Kriterijų grupės rezultatas procentais apskaičiuojamas taip: pastatui skirtas kriterijų grupės kreditų skaičius padalinamas iš maksimalaus tos pačios kriterijų grupės kreditų skaičiaus ir padauginamas iš jos reikšmingumo, %.

Skaiciavimams atlikti buvo sukurta daugiabučių namų darnaus atnaujinimo vertinimo sprendimų paramos sistema (DNDAVSPS), taikant Microsoft Excel skaičiuokle.

Gavus pastato įvertinimą procentais darnaus daugiabučio įvertinimas (standartas) suteikiamas tik jei tenkinami darniam pastatui keliami minimalūs reikalavimai, priklausomai nuo jo įvertinimo procentais. Pvz.: jei vertinamas daugiabutis surenka 60 % t. y. pretenduoja gauti įvertinimą (standartą) „Labai geras“, jis turi tenkinti šiam standartui keliamus minimalius reikalavimus. Tik jei šie reikalavimai tenkinami

gali būti suteiktas darnaus daugiabučio įvertinimas (standartas) „Labai geras“. Minimalūs visiems darnaus pastato įvertinimams (standartams) gauti privalomi kriterijų kreditai pateikti 7.10 lentelėje.

7.10 lentelė. Minimalios kriterijų reikšmės (kreditais) kiekvienam įvertinimui pasiekti

Kriterijai		Minimalūs reikalavimai įvertinimui (Standartui)				
Kodas	Pavadinimas	Išlaikyta	Geras	Labai geras	Puikus	Nepakartojamas
		≥30	≥45	≥55	≥70	≥85
		Minimalios kriterijų reikšmės (kreditais)				
Val 1	Statybos darbų kontrolė	1	1	1	1	2
Val 4	Pastato naudotojų instrukcija	-	-	-	-	1
Sve 4	Aukšto dažnio įtampos – srovės galios keitiklis	1	1	1	1	1
Sve 11	Mikrobinis užterštumas	1	1	1	1	1
Ene 1	CO ₂ emisijos mažinimas	-	-	-	6	10
Ene 2	Detali energijos suvartojimo apskaita	-	-	1	1	1
Van 1	Vandens suvartojimas	-	1	1	1	2
Van 2	Vandens skaitikliai	-	1	1	1	1
Med 3	Esamų pastato konstrukcijų būklė	3	3	3	3	3
Med 5	Šilumos nuostoliai	-	1	1	2	3
Atl 3	Perdirbamų atliekų sandėliavimas	-	-	-	1	1
Žem 4	Poveikis sklypo ekologiinei vertei	-	-	1	1	1
Eko 1	Rinkos vertės koeficientas	1	1	1	1	2
Eko 2	Sutaupymai	4	4	4	4	5
Eko 3	Valstybės parama	-	1	1	1	1

Kai apskaičiuojamas rezultatas procentais ir tenkinami minimalūs kriterijų kreditai, vertinamam pastatui gali būti suteiktas atitinkamas darnumo įvertinimo standartas.

Šio vertinimo pagalba būtų skatinamas teigiamas visuomenės požiūris į sveikesnę ir ekologiškesnę aplinką bei pastatus. Vadovaujantis šiuo įvertinimu atnaujinti daugiabučiai būtų ekonomiškesni, ekologiškesni ir komfortiškesni. O atlikus pvz. tipinio daugiabučio atnaujinimo projekto įvertinimą, gautą rezultatą galima pritaikyti ir kitiems tokio tipo daugiabučiams, taip paskatinant kompleksinį darnių daugiabučių namų kvartalų atnaujinimą, nes pastatus atnaujinant kompleksiskai, kartu su juos supančia aplinka, pasiekiamas daug efektyvesnis rezultatas.

Ekonominis įvertinimas, jo svarba. Darna – suprantama kaip ekologinių, socialinių ir ekonominių komponentų visuma, todėl taikant darnių pastatų vertinimo metodus, turėtų būti įtrauktas ir ekonominis vertinimas. BREEAM metode pastatai yra vertinami per aplinkos apsaugos prizmę, paliečiant ekonominius ir socialinius aspektus. Tačiau vienas iš pastatų atnaujinimo tikslų yra būsto ekonomiškumo didinimas, todėl įtraukus ekonominį vertinimą, būtų galima pasiekti efektyvesnio rezultato.

Siūloma į darnių daugiabučių vertinimo metodą pritaikytą Lietuvai įtraukti ekonominių kriterijų grupę ir pastatą ekonominiu aspektu vertinti pagal šiuos kriterijus:

- Eko1 – Rinkos vertės koeficientas;
- Eko2 – Sutaupymai;
- Eko3 – Valstybės parama.

1. *Rinkos vertė.* Pastatų atnaujinimo nauda ir kai kurių energijos taupymo priemonių įgyvendinimas yra susijęs ne tik su energijos taupymu, bet ir su pastato elementų pagerinimu, ilgaamžiškumu bei pastato verte (Martinaitis, Rogoza 2001; Martinaitis *et al.* 2004). Nustatant racionalias atnaujinimo investicijas rinkos vertės padidėjimo aspektu, svarbus rodiklis, ribojantis pastatų atnaujinimo investicijų dydį, yra skirtumas tarp rinkos verčių po atnaujinimo bei prieš jį.

Pastato atnaujinimo kaina priklauso nuo atnaujinimo scenarijų (atnaujinimo priemonių paketų) išlaidų. Atnaujinimo efektyvumui rinkos vertės požiūriu nustatyti siūloma taikyti rinkos vertės koeficientą *MVR*:

$$MVR = \frac{(M_{va} - M_{vb})}{C_r}, \quad (7.1)$$

čia M_{va} – atnaujinto pastato rinkos vertė, M_{vb} – pastato rinkos vertė iki atnaujinimo, C_r – pastato atnaujinimo sąnaudos.

Jei pastato atnaujinimui pasirinktas investicijų paketas, apskaičiavus MVR daugiau nei 1, tai atnaujinimo paketo įgyvendinimo išlaidos, nekilnojamojo turto rinkos vertės aspektu, gali būti laikomos veiksmingomis.

Vertės požiūriu netikslinga pastatus atnaujinti pasirenkant tokius atnaujinimo priemonių paketus, kuriuos įgyvendinus, būtų vertės, įvertinus dabartinę vidutinę jų rinkos kainą ir atnaujinimo sąnaudas, būtų lygios arba didesnės už naujos statybos butų kainas toje pačioje vietovėje. Skirtumas tarp naujos statybos pastato 1m^2 rinkos vertės ir senos statybos pastato 1m^2 vidutinės kainos bei jam tenkančios atnaujinimo priemonių kainos lems investicijų atnaujinimo paketo dydį. Todėl atnaujinimo efektyvumą rinkos vertės požiūriu parodys šis rinkos vertės koeficientas:

$$MVR = \frac{a \cdot (M_{vn} - M_{vo})}{C_r}, \quad (7.2)$$

M_{vn} – 1m^2 naujo gyvenamojo ploto rinkos vertė, M_{vo} – 1m^2 senos gyvenamojo ploto rinkos vertė, α – vidutinis korekcijos koeficientas, priklausomai nuo rajono.

2. *Sutaupymai.* Daugiabučiams gyvenamiesiems namams neatitinkant šiuolaikinių reikalavimų, dažnai iškyla klausimas ar pastatus geriau griauti, ar atnaujinti. Vis labiau stiprėja supratimas, kad lengviau ir pigiau pastatą apsaugoti nuo nusidėvėjimo skiriant lėšų jo priežiūrai, tokiu būdu pailginant laiką iki atnaujinimo. Matematiškai tai galėtų būti išreikšta šia formule:

$$C \geq R + M \left(\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right) + \frac{C}{(1+i)^n}, \quad (7.3)$$

čia C – naujos statybos kaina, R – atnaujinimo kaina, M – metinis, naujos statybos, išlaikymo išlaidų sutaupymas; n – numatomas ilgalaikis atnaujinimo pastato tarnavimo laikas (metais) ir i – metinė palūkanų norma.

Siekiant efektyvaus modernizavimo, investicijos turi būti nukreiptos į ekonomiškai efektyviausių energijos taupymo priemonių grupes. Būtina įvertinti,

ar pastato atnaujinimas bus ekonomiškai naudingas. Tai galima nustatyti, reitinguojant priemones, mažinant sutaupymų ir investicijų santykį SIR:

$$SIR = \frac{\text{Dabartinė energijos sutaupimų vertė, Lt}}{\text{Investicijų kaina, Lt}}, \quad (7.4)$$

Šis santykis rodo ekonominę investicijų naudingumą. Jeigu SIR (investicijų sutaupymo koeficientas) didesnis nei 1, prognozuojamos san-
taupos viršija investicijas, tada priemonė gali būti laikoma ekonomiškai efektyvia. Kuo SIR didesnis, tuo didesnė investicijų grąža.

Norint apskaičiuoti SIR, turi būti nustatyta visos sutaupytos energijos dabartinė vertė (PVC). Ji apskaičiuojama pagal formulę:

$$PVC = C \left[\frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} \right], \quad (7.5)$$

čia C – metiniai energijos sutaupymai, Lt; r – diskonto norma, %; n – naudojimo trukmė, metais.

Įvertinti darnių daugiabučių namų sutaupymo ir investicijų santykiui taikoma ši formulė:

$$SIR = \frac{C((1 - (1 + r)^{-n}) / r)}{I}, \quad (7.6)$$

Bendruoju atveju, atsižvelgiant į energijos taupymą ir rinkos vertės padidėjimą, atnaujinimo priemonių paketas efektyvus tuomet, jei $SIR > 1$ ir $MVR > 1$.

Prieš pradėdant daugiabučio ar viso kvartalo atnaujinimą, būtina atlikti analizę apie naujos ir senos statybos butų kainas, atnaujinimo išlaidas, esamą namų būklę ir tik tada pasirinkti vieną ar kitą investicijų priemonių paketą, siekiant, kad jį įgyvendinus dabartinės energijos sutaupymų vertės ir rinkos vertės prieaugis būtų didesnis nei atnaujinimo išlaidos.

3. *Valstybės parama.* Šis kriterijus užtikrina, kad gyventojai, savininkai, vertinant darnaus daugiabučio atnaujinimo projektą, turės galimybę sužinoti bei pasinaudoti siūlomomis finansinės paramos priemonėmis. Dauguma finansinių priemonių, investicijų suteikiamos projektams, įgyvendinamiems pagal darnios plėtros principus. Todėl į pastato vertinimą įtraukiamas šis kriterijus, galintis suteikti 1 kreditą, jei atnaujinamo pastato gyventojams suteikta Valstybės parama pastatui atnaujinti arba išskirtiniai atsiskaitymo būdai (galimybė atsiskaityti dalimis, atsiskaitymui paimti paskolą iš banko su išskirtinėmis sąlygomis ar kt.).

8. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS ŠALTINIŲ PANAUDOTI PASTATŲ ATNAUJINIMO PROJEKTUOSE GALIMYBĖS

8.1. Atsinaujinančios energijos sistemos

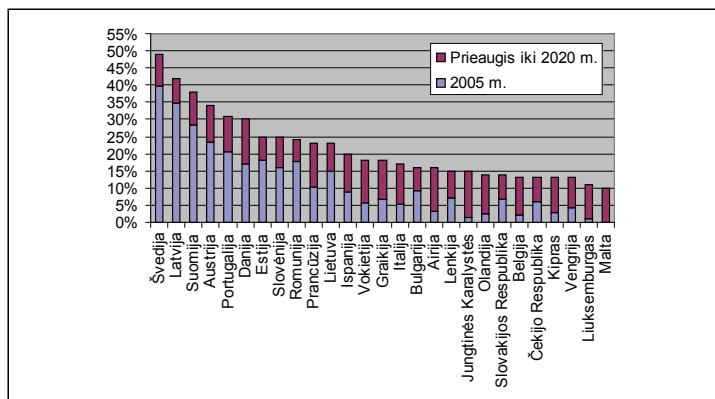
Atsinaujinanti energija yra tokia energija, kurios atsiradimą ir atsinaujinimą sąlygoja gamtos procesai: saulės energija, vėjo energija, geoterminė energija, hidroenergija, biomasės energija.

Atsinaujinančios energijos išteklių (AEI) plėtra. Pasaulyje atsinaujinantys energijos ištekliai per paskutiniuosius 10–15 metų buvo aktyviai tiriami bei tobulinami ir jų techniniai ekonominiai rodikliai labai pagerėjo. Pavyzdžiui, vėjo jėgainių Danijoje lyginamasis metinis našumas nuo 1980 m. iki 1990 m. padidėjo 1,8 karto. Nuo 1985 m. iki 1995 m. Japonijoje pramoninės gamybos silicio fotoelementų naudingumo koeficientas padidėjo beveik 1,4 karto. Dinamiška atsinaujinančių energijos šaltinių technologijų plėtra Europoje labiausiai pastebima Vokietijoje. Tačiau ir visame pasaulyje tokių šaltinių dalis energijos gamyboje tolydžiai didėja. JAV inžinierių-elektrikų draugijos vertinimu, 1980 m. atsinaujinančių šaltinių gaminamos elektros energijos dalis sudarė 1 %, 2005 m. – jau 5 %, prognozuojama, kad 2020 m. ji sudarys 13 %, o 2060 m. – net 33 %. Vokietijos vyriausybė planuoja jau 2010 m. padidinti atsinaujinančios energetikos dalį iki 12,5 %, daugiausia vėjo, saulės ir biomasės energijos pagrindu. 2050 m. atsinaujinančių energijos šaltinių dalis visoje elektros energijos gamyboje turėtų pasiekti 50 %. Suprantama, kad tokia dalis reikšmingai padidins ir Vokietijos energetinį saugumą, nes minėtų šaltinių tikrai nereikia importuoti.

2007 m. kovo mėnesį susitikę Europos Sąjungos šalių lyderiai susitarė, kad iki 2020 metų Europos Sąjungos šalyse galutiniame energijos suvartojimo balanse atsinaujinantys energijos ištekliai (AEI) sudarytų ne mažiau kaip 20 %.

2008 m. sausio mėnesį buvo nutarta, kiek kiekviena Europos Sąjungos šalis įsipareigoja padidinti AEI naudojimą iki 2020 m., indikaciniais

metais buvo priimta laikyti 2005 metus. 8.1 paveiksle esančiame grafike galime matyti 27 Europos Sąjungos šalių priisiimtus išipareigojimus dėl AEI naudojimo.



8.1 pav. Šalių išipareigojimai dėl AEI naudojimo (Commision of the European Communities, 2008)

Lietuvoje yra suvartojama tik 0,4 % visos naudojamos energijos Europos Sąjungoje, todėl galima teigti, kad ir bendriems išipareigojimams dėl AEI panaudojimo didinimo reikia žymiai mažiau investicijų nei didžiausioms Europos Sąjungos valstybėms. Be visa ko, Europos Sąjunga yra nusistačiusi tarpinius siekiamo bendro tikslo kontrolinius rodiklius, kurie Lietuvos atveju yra:

iki 2012 m. – 16,6 %;

iki 2014 m. – 17,4 %; iki 2016 m. – 18,6 %;

iki 2018 m. – 20,2 % (Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2009).

Nors per pastaruosius metus buvo įgyvendinta tikrai nemažai projektų, kuriais buvo didinamas AEI panaudojimas, tačiau padidinti iš AEI pagamintos energijos santykio su galutiniu suvartotos energijos kiekiu Lietuvai nepavyko.

2010 m. sausio 15d. valstybės kontrolės atliktas atsinaujinančių energijos išteklių auditas rodo, kad Lietuva turi visas galimybes iki 2020 metų iš jų gauti 20 % energijos, kaip reikalauja Europos Komisija. Tai sudarytų

sąlygas turėti pigesnę elektrą ir šilumą, padidinti šalies energetinį nepriklausomumą. Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimu grindžiama Lietuvos energetika galėtų būti veiksminga priemonė ir siekiant ypač svarbaus šaliai tikslo – užtikrinti energetinę nepriklausomybę. Audito ataskaitoje pateikiamos rekomendacijos, kuriomis siekiama, kad būtų sudarytos palankesnės sąlygos plėtoti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimą: pakoreguoti Nacionalinę energetikos strategiją ir kai kuriuos šią sritį reglamentuojančius teisės aktus, patobulinti šių išteklių naudojimo skatinimo sistemą, padidinti gaminamos energijos „žaliąją“ dalį.

Pastatams šildyti suvartojama nemaža dalis Lietuvoje pagaminamos energijos, todėl, pasak aplinkos ministro Gedimino Kazlausko, mažai arba labai mažai energijos naudojančių pastatų statyba leistų jos sutautyti gana daug. Šiuo metu mūsų šalis, kaip ir Europos Sąjunga, dar nėra nustatiusi techninių reikalavimų tokiems pastatams, todėl Aplinkos ministerija juos jau pradeda rengti.

Pernai ministerijos užsakyму Kauno technologijos universiteto Architektūros ir statybos institutas parengė studiją apie mažai arba labai mažai energijos naudojančius pastatus ir pateikė išvadas bei rekomendacijas, kokie reikalavimai jiems turėtų būti taikomi. Šios studijos prirėkė todėl, kad reikalavimai tokiems pastatams nustatomi atsižvelgus į šalies klimato sąlygas, statybos tradicijas, taikomas technologijas, galimybę panaudoti atsinaujinančius energijos šaltinius, jų efektyvumą ir numatomas pastate vykdyti veiklas.

Tokių pastatų statybai Lietuvoje skatinti planuojama parengti jų demonstracinį techninį projektą. Aplinkos ministerija numato parengti pasyvaus energijos vartojimo daugiabučio namo, skirto socialinio būsto reikmėms, techninį projektą ir jį įgyvendinti 2011 m. kartu su konkurso būdu pasirinkta savivaldybe (Lrytas.lt, 2010).

Daugelyje ES šalių, pvz., Suomijoje, Danijoje, Švedijoje energijos gamyba skatinama mokestinėmis priemonėmis. Lietuvai derėtų sekti jų pavyzdžiu. Tai ypač aktualu siekiant energetinės nepriklausomybės.

2010 m. parengtas įstatymo projektas dėl atsinaujinančių išteklių energetikos. Įstatymo tikslas yra garantuoti darnų aprūpinimą energija ir

skatinti tolesnį šilumos energijos, elektros energijos, degalų gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių technologijų diegimą ir vystymąsi bei tokios energijos naudojimą, ypač atsižvelgiant į aplinkos apsaugą (klimato kaitą), iškastinių išteklių tausoją ir priklausomybės nuo energijos išteklių ir energijos importo mažinimą. Šiuo įstatymu nustatoma bendra skatinimo naudoti atsinaujinančius energijos išteklius – vandens potencinę, saulės, vėjo, biomasės ir jai prilygstančių išteklių (įskaitant biologiškai skaidžią pramoninių ir komunalinių atliekų dalį), žemės, oro ir vandens šilumos energiją – sistema.

Vis populiarėjanti bei užsienio šalyse jau taikoma efektyviai energiją naudojančių pastatų idėja dažniau aptariama ir Lietuvoje. Vadinamasis *intelektinis* namas, mažai energijos naudojantis pastatas, žaliasis namas, pasyvusis namas – efektyviai energiją naudojančių pastatų pavadinimų yra daugiau nei dvi dešimtys. Tačiau juos visus jungia idėja eksploatuojant statinį naudoti atsinaujinančius energijos šaltinius.

Atsinaujinančius energijos išteklius pastatuose galima naudoti keliais būdais: pasyviuoju – kai saulės, vėjo energija panaudojama tiesiogiai dėl vykstančių fizikinių procesų, ir aktyviuoju – kai šilumos ar elektros energijai pagaminti naudojant saulės, vėjo, biomasės, žemės gelmių energiją reikalinga speciali įranga.

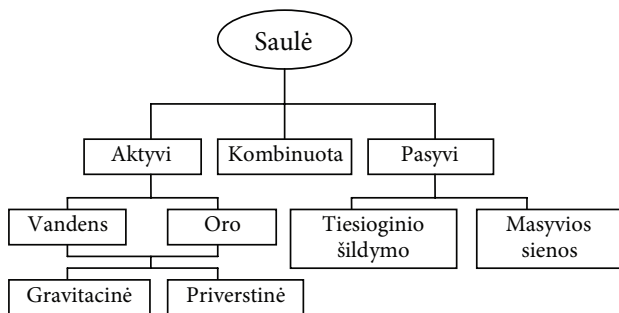
Saulės energija. Saulė per vieną minutę išspinduliuoja tiek energijos, kad visam pasauliui užtektų metams, per vieną dieną – tiek energijos, kad mūsų visai populiacijai užtektų 27 metams, o per tris dienas išspinduliuotas energijos kiekis yra lygus energijai, kurią gautume iš visų Žemėje esančių iškasėnų (Lin *et al.* 2005).

Saulės energijos naudojimo apimtys yra susijusios su energijos poreikiais. Daugiausiai energijos sunaudojama pastatuose, jų apšildymui, apšvietimui ir statybai, taigi toliau saulės energijos naudojimas analizuojamas remiantis saulės energijos naudojimo pastatuose pavyzdžiu.

Saulės energiją pastatuose galima naudoti keliais būdais: pasyviuoju – kai saulės energija panaudojama tiesiogiai dėl vykstančių fizikinių procesų, aktyviuoju – kai šilumos ar elektros energijai pagaminti reikalinga speciali įranga ir kombinuotu (8.2 pav.).

Pasyvusis saulės energijos naudojimas – tai būdas, kai atitinkamai suprojektuotas pastatas sugeria ir sulaiko patalpų viduje saulės spindulius, patenkančius pro pietinius langus ar įstiklintas duris. Gerai apšiltintuose pastatuose saulės energija, gaunama per skaidrias atitvaras, orientuotas į pietus, gali kompensuoti didelę šilumos poreikių dalį. Naudoti saulės energiją tiesioginiu būdu efektyvu, jei atsižvelgiama į tam tikras sąlygas:

1. optimali pastato orientacija – išilgai ašies rytai-vakarai su galimu 30° nukrypimu nuo jos;
2. 50–70 % pastato langų ir kitų skaidrių atitvarų projektuojama pietinėje namo pusėje, o šiaurinėje – ne daugiau nei 10 %;
3. pastatas turi būti gerai apšiltintas ir sandarus;
4. gyvenamosios patalpos išdėstomos pietinėje pusėje, pagalbinės – šiaurinėje;
5. vidinėms pertvaroms ir grindims reikalingos geros akumuliujamosios savybės;
6. būtini šešėlių sudarantys pastato elementai ar kitos priemonės nuo perkaitimo vasarą (tam tikru atstumu pasodinti lapuočiai, žaliuzės, stogeliai ir kt.) (Sustainablesources.com, 2010).



8.2 pav. Saulės energijos panaudojimo būdai

Į pastatą patenkančios energijos kiekis tiesiogiai priklauso nuo pietų pusėje esančių skaidrių atitvarų ploto. Svarbu tinkamai apskaičiuoti langų plotą ir išdėstymą, šilumą akumuliuojančios masės kiekį, kad būtų galima kaupti ir paskirstyti saulės energiją, tuo pat metu neperkaitinant

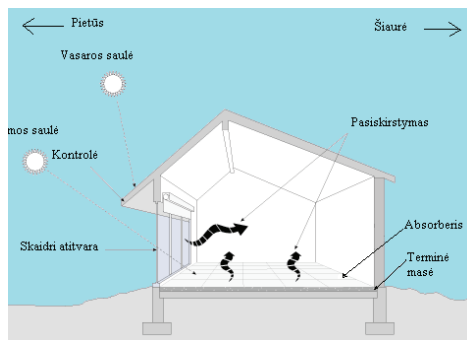
pastato. Šilumos akumulatorius patalpų pasyviojo šildymo sistemose dieną absorbuotą Saulės šilumą išsaugo ir panaudoja vakare ir naktį, Akumulatoriaus funkciją įprastai atlieka terminė masė (8.3 pav.). Gebėjimas sukaupti energiją taip pat padeda žiemą, kadangi energija gali būti sukaupta sienose nuo vienos saulėtos žimos dienos iki kitos debesuotos.

Terminė masė siunčiama į medžiagas, kad kauptų šilumą. Terminė masė kaupia šilumą keisdama jo temperatūrą, kuri gaunama iš šilto kambario, ar paversdama tiesioginę saulės spinduliuotę į šilumą. Kuo daugiau šilumos srauto, tuo daugiau šilumos gali būti sukaupiama. Mūro medžiagos, tokios kaip betonas, akmenys, plyta ir plytelė, yra dažnai naudojamos kaip terminė masė pasyviai saulės energija naudojančioms namams. Vanduo taip pat sėkmingai naudojamas (U.S. department of energy, 2009).

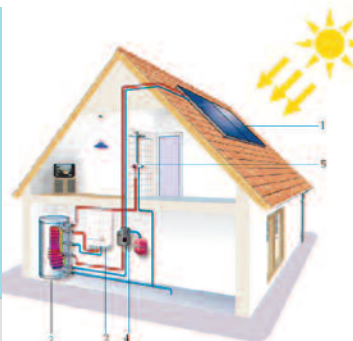
Aktyviosiose sistemose naudojami įrenginiai (pavyzdžiui, saulės kolektorių sistema, fotoelementai). Aktyviosios sistemos skirtos šiluminei arba elektros energijai gaminti. Investicijos į aktyviasias sistemas yra didesnės, ir dažnai prireikia atitinkamos valstybinės politikos, siekiant šalyje ar regione paskatinti tokių sistemų diegimą.

Saulės šilumos sistemos. Šiose sistemose saulės energija absorbuojama kolektoriuose ir verčiama šiluma. Gauta šiluma gali būti naudojama šildymui arba karšto vandens ruošimui (8.4 pav.). Tokią sistemą sudaro uždara cirkuliacinė grandinė, talpa šilumai akumuluoti ir papildomas šildytuvas (elektrinis arba dujinis). Yra keletas saulės kolektorių tipų, dažniausiai naudojami plokšti vakuuminiai saulės kolektoriai. Sistemoje cirkuliuoja vanduo arba specialus neužšalantis skystis.

Jei naudojama sistema tiekianti tiek šilumą, tiek karštą vandenį, akumuliacinė talpa jungiama prie pastato šilumos tiekimo sistemos. Kai saulės energijos nepakanka patenkinti šilumos poreikių, naudojamas papildomas kaitinimo elementas užtikrinantis nuolatinį karšto vandens tiekimą. Saulės šilumos sistemą galima suderinti su kitomis sistemomis, tokiomis kaip centralizuotas šildymas, biokuro sistemos, šilumos siurbiai ir pan. Saulės kolektoriai gali būti integruojami tiesiai į pastato stogą ar kitus jo išorės elementus.



8.3 pav. Pasyvią saulės energiją naudojantis namas



8.4 pav. Karšto vandens ruošimo sistema: 1-saulės kolektorius; 2-tūrinė vandens talpa; 3-papildomas šildytuvas; 4-siurblys; dušas

Saulės elektros sistemos (fotoelektra). Fotoelektros moduliuose (saulės baterijoje) saulės energija yra verčiama į elektrą. Tipinio modulio, kurio plotas tarp 0,6–1,5 m² galia yra apie 100W. Apie 10–15 % saulės energijos patekusios į fotomodulį yra paverčiama į elektrą. Fotoelektros moduliai gamina nuolatinę srovę, kuri turi būti konvertuojama į kintamąją srovę. Pagrindinė saulės energijos dalis paverčiama į šilumą, tačiau šylat saulės elementui mažėja jo efektyvumas. Aušinant baterijos elementus galima padidinti jų veikimo efektyvumą ir gauti šiluminę energiją. Fotoelektros elementai taip pat gali būti integruojami į pastato išorės dizainą (8.5 pav.). Dažnai elektra iš saulės gaminama ten, kur nėra galimybės prisijungti prie elektros tinklo. Nepaisant to, kad fotoelektros potencialas nepalyginamai didesnis už kitų atsinaujinančių energijos rūšių potencialą, šiuo metu Lietuvoje fotoelektrinių jėgainių nėra. Jų plėtrą stabdo didžiausia instaliuoto vato kaina, jei lygintume su kitais galimais šaltiniais.

Pagal integravimo į esamą infrastuktūrą būdą 85 % visų saulės elektros įrenginių veikia įjungti į vietinį elektros tinklą, ir tik 15 % dirba kaip autonominiai elektros energijos šaltiniai. Autonominis įrenginys (8.6 pav.) privalo turėti elektros akumuliatorių tam tikslui, kad elektros imtuvai galėtų veikti tuo metu, kai saulė nešviečia, arba jos šviesos intensyvumas yra

nepakankamas. Paveiksle naudojami šie žymėjimai (1 – saulės plokštė; 2 – srovės keitiklis ir pasiskirstymo skydelis; 3 – akumuliatorius; 4 – elektros imtuvai) (Kytra 2006). Labai svarbi ir akumuliatoriaus talpa, nes jei talpa yra per maža, jėgainė dirba be jokios naudos. Tokia situacija gali susidaryti, kai gyventojai išvykę ar naudoja mažiau energijos nei pagaminama.

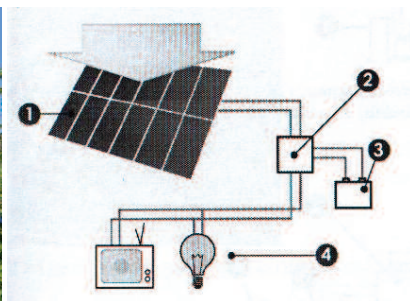
Saulės energetikos privalumai: nemokamas, palankus aplinkai ir neišsenkantis energijos šaltinis; naudinga vietovėse, neprijungtose prie elektros tinklo.

Pagrindiniai saulės energetikos trūkumai: ji yra nepastovi, nes priklauso nuo meteorologinių sąlygų ir paros laiko, technologijos yra brangios, jų efektyvumas mažas, todėl jos reikalauja daug ploto (Lietuvos energetikos institutas, 2012).

Vėjo energija. Vėjo atsiradimo priežastis yra Saulė. Vėjas atsiranda, dėl skirtingo Žemės paviršiaus išilimo. Ši energija gali būti naudojama gaminti elektrai, tačiau reikalauja plataus išdėstymo ant Žemės paviršiaus, jei norima pagaminti pakankamai energijos.



8.5 pav. Fotoelementai ant stogo



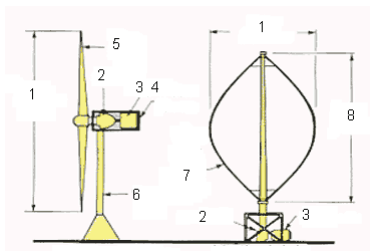
8.6 pav. Autonominė namų saulės elektros sistema:

Per visą vėjo turbinų technologijos vystymosi istoriją buvo sukurta ir naudojama daugybė įvairių technologinių. Tačiau visa tai būtų galima priskirti vienai iš dviejų koncepsijų: turbinos su horizontaliąja ašimi ir turbinos su vertikaliąja ašimi (8.7 pav.). Paveiksle naudojami šie žymėjimai (1 – rotoriaus diametras; 2 – pavarų dėžė; 3 – generatorius; 4 – generatoriaus kabina; 5 – rotoriaus mentė; 6 – bokštas; 7 – fiksuotos formos rotoriaus mentė; 8 – rotoriaus aukštis). Didžioji dauguma

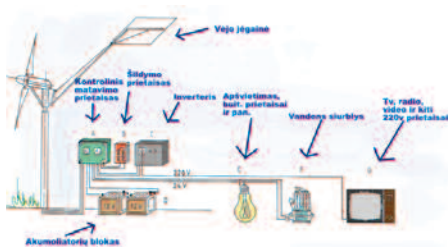
šiulaikinių vėjo turbinų yra horizontalios ašies (Top-alternative-energy-sources.com, 2010).

Mūsų darbo tikslas aptarti vėjo energijos panaudojimą pastatuose (8.8 pav.). Norint būstą aprūpinti vėjo energija, dabar prieinamiausios ir pigiausios yra mažosios vėjo elektrinės (VE), kurios dar vadinamos mikroelektrinėmis. Jos gaminamos įvairiausių tipų: vienos geriau tinka vietovėms su didesniais vidutiniais metiniais vėjo greičiais, kitos – su mažesniais, trečios gerai tinka urbanizuotoms vietovėms. Mažosios VE būna autonominės arba jungiamos į elektros tinklą. Autonominėse VE energija kaupiama į akumuliatorius, kai vėjas pučia, o iš jų naudojama visada, kai jos reikia. Turint tokią pakankamos galios VE nuo elektros tinklo galima atsijungti ir nuo jo visiškai nepriklausyti. Antrojo tipo VE elektros energija tiekiamą į energetikos sistemos elektros tinklą, o kai vėjo nėra, imama iš elektros tinklo.

Dar efektyvesnės yra taip vadinamos kombinuotos (hibridinės) jėgainės. Šiose jėgainėse elektros energija gaunama iš vėjo ir saulės energijos sujungus abu šaltinius į vieną sistemą. Reikėtų pažymėti, kad vėjo energijos potencialas yra didžiausias žiemą, o fotoelementų – vasarą. Šie du energijos šaltiniai, sujungti į mišrią sistemą, turi geras perspektyvas. Mišrioji sistema yra kai vėjo jėgainė, gamina energiją kartu su kito tipo generatoriumi, pvz. dyzeliniu generatoriumi, ar kartu su kitu atsinaujinančios energijos šaltiniu. Antrasis elektros generatorius dirba papildydamas vėjo generuojamą galią ir garantuoja, kad elektra bus tiekiamą nenutrūkstamai bei techninio vėjo jėgainės aptarnavimo metu.



8.7 pav. Horizontaliosios ir vertikališiosios ašies vėjo turbina



8.8 pav. Vėjo jėgainės principinė schema (Vėjo jėgainės.lt, 2010)

Nepaisydami brangių investicijų, būstų savininkai ryžtasi pasitelkti atsinaujinančiąją energiją. Nors apie vėjo jėgainių panaudojimą namų ūkyje nemažai specialistų atsiliepia skeptiškai, šiandien šią perspektyvą svarsto vis daugiau žmonių, išvargintų energijos tiekėjų monopolio diktato. Ir vėjo jėgainių konstruktoriai norėdami, kad kiekvienas iš mūsų namuose galėtume pasigaminti vėjo energija, kuria, tobulintina tylesnes, kompaktiškesnes ir efektyvesnes nedideles vėjo jėgaines.

Vėjo energetikos privalumai: vėjo ištekliai yra neišsenkantys; vėjo jėgainės yra ekologiškos, gamina „švarią“ energiją, neišskirdamos į aplinką kenksmingų medžiagų; gaminamos vis efektyvesnės vėjo turbinos, o elektros energijos gamybos savikaina nuolat mažėja.

Pagrindinis vėjo energetikos trūkumas yra tai, jog vėjo energija yra nepastovi, priklausanti nuo vėjo greičio ir krypties svyravimų. Taip pat arti jėgainių gyvenantiems žmonėms neigiamą poveikį gali turėti jėgainių skleidžiamas triukšmas ir sparnų šešėlių mirgėjimas. Be to, jėgainių pastatymas ir prijungimas prie elektros tinklo yra brangus ir reikalauja didelių investicijų.

Geoterminė energija (gr. *geo* „žemė“ + *therme* „kaitra“) – šiluminė gilesniųjų žemės sluoksnių (įskaitant karštus požeminio vandens telkinius) energija. Šis terminas paprastai naudojamas kalbant apie šios energijos panaudojimą žmogaus poreikiams. Geoterminės energijos panaudojimo technologijos priklauso nuo to, kokių parametrų yra pasiekiamas geoterminis vanduo. Pagal temperatūros lygį visos geoterminės energijos panaudojimo technologijos skirstomos į tris grupes:

- Aukštos temperatūros (150°C);
- Vidutinės temperatūros technologijos (100–150°C);
- Žemos temperatūros technologijos (30–100°C);

Pagal panaudojimo sritį tos pačios technologijos skirstomos į 4 grupes:

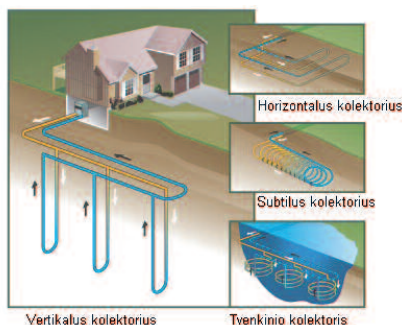
- Elektros energijai gaminti;
- Tiesiogiai šildyti;
- Šildymui naudojant šilumos siurblius;
- Kitoms reikmėms.

Geoterminė energija, skirtingai nuo saulės, vėjo, biokuro nėra matoma ir jaučiama, todėl sunkiai „apčiuopiama“ ir suprantama visuomenei, sunkiai skinasi kelią tarp kitų energetinių resursų. Tačiau sunku net įsivaizduoti, kokie milžiniški energijos resursai glūdi mums po kojomis. Tai energija, kuri stumdo milžiniškas litosferos plokštes, sukeldama žemės drebėjimus, vulkanus. Reikia dar nemažai pastangu, kad išmoktume naudoti šia energija.

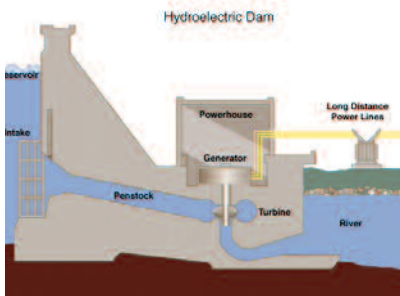
Šalyse, kuriose gausu karštųjų versmių, šildymui dažnai naudojama jų energija. Tačiau didžiojoje pasaulio dalyje naudojama paviršiniuose žemės sluoksniuose susikaupusi Saulės energija. Ši energiją įsisavinti padeda įrenginys, vadinamas šilumos siurbliu. Šilumos siurblys veikia kaip šaldytuvas: ta pati technika, tik atvirkštinė nauda. Šaldytuvas ima šilumą iš maisto produktų, šilumos siurblys ima šilumą iš aplinkos (žemės, vandens, oro) ir ją paverčia tokia temperatūra, kurios visiškai pakanka komfortiškam namo šildymui ir karšto vandens ruošimui. Skirtumas tarp šilumos siurblio ir šaldytuvo yra tas, kad šilumos siurblys yra keliasdešimt kartų galingesnis už buitinį šaldytuvą.

Šilumos siurbliai yra santykinai brangi įranga, todėl, siekiant priimtinos projektų atsipirkimo trukmės, jie turėtų dirbti ištisus metus. Individualiuose pastatuose jie turėtų būti naudojami ne tik pastatams šildyti ir buitiniam karštam vandeniui ruošti, bet ir šalčio gamybai vasarą. Jie ypač efektyvūs mažai energijos naudojančiuose pastatuose.

Šildymas patalpas ar vandenį šilumos siurbliu, kai Žemėje susikaupusi šiluma surenkama kolektoriumi, kuris įrengiamas horizontaliai arba vertikalčiai tam tikrame gylyje (priklausomai nuo situacijos) žemėje ar vandens telkinyje (8.9 pav.). Galimas panaudojimas vandens energijos (8.10 pav.). Kolektoriaus vamzdžiais cirkuliuoja neužšalantis geoterminis skystis, kuris perneša šilumą iš šilumos šaltinio į šilumos siurbį. Čia atnešta šiluma išgarina šilumos siurblyje cirkuliuojantį freoną. Jo dujų temperatūrą dar padidina įmontuotas kompresorius. Ši šiluma perduodama toliau, į namo šildymo sistemą.



8.9 pav. Šilumos siurbliai gruntas/
vanduo ir vanduo/vanduo



8.10 pav. Hidroelektrinės
skerspjūvis

Taip pat labai plačiai visame pasaulyje paplitę šilumos siurbliai oras/vanduo (8.11 pav.), kai nėra galimybės prie pastato atlikti žemės kasinėjimo bei gręžimo darbus. Tai idealus sprendimas miesto, senamiesčio ar pajūrio pastatams. Tokios sistemos instaliavimas nesudėtingas ir greitas. Nenuginčijamas privalumas yra tai, kad tokiame šilumos siurbliui nereikia kolektoriaus, šilumos šaltinis – oras. Mūsų klimatinėmis sąlygomis pastarųjų pritaikymas taip pat ekonomiškai pagrįstas ir apsimokantis. Šilumos siurblys šalčio nebijo, bet jo našumas tiesiogiai priklauso nuo išorės temperatūros, o tai reiškia, kad pastarasis veiks net jei lauke yra -25°C , bet veiks tik dalimi savo našumo, jei palygint jo veikimą, kai lauke $+10^{\circ}\text{C}$. Kita vertus šiuolaikiniai oras/vanduo šilumos siurbliai pasiekia beveik tokius pat našumus, kaip ir gruntas/vanduo šilumos siurbliai, tad tai tikrai puikus sprendimas, kai dėl vienų ar kitų priežasčių negalima įrengti kolektoriaus (8.11 pav.).



8.11 pav. Šilumos siurblių oras/vanduos sistemos: lauke ir patalpoje

Geoterminės energetikos privalumai: ištekliai yra atsinaujinantys ir neišsenkantys; gaminant energiją neteršiama aplinka; generuojama pastovi galia.

Pagrindiniai geoterminės energetikos trūkumai yra tai, jog ne visose vietovėse šie ištekliai yra prieinami, reikalingos didelės investicijos į technologijas. Be to, šios energijos išgavimą apriboja nemažai techninių problemų, susijusių su jėginių eksploatavimu (Lietuvos energetikos institutas, 2012).

Hidroenergija. Vandens energija – tai potencinė upių energija, kuri susidaro dėl vandens temperatūros skirtumo, ir vandenynų energija (galima panaudoti bangų, potvynių ir atoslūgių energiją bei viršutinių ir giluminių vandens sluoksnių temperatūrų skirtumą). Hidroelektrinių įrenginiai paverčia vandens srauto energiją mechanine energija (naudojant hidraulinę turbiną), kurią po to hidrogeneratorius paverčia elektros energija. Potvynių ir bangų energiją galima panaudoti panašiai, kaip ir įprastose hidroelektrinėse (HE) (8.12 pav.).

Pagal dydį – instaliuotą galią galima Hidroelektrines suskirstyti į kategorijas:

- Didelės HE – šios HE gali generuoja pakankamai didelius energijos kiekius (ne mažiau 10 MW), jos pastatytos ant didesnį debitą turinčių upių ir veikia efektyviau negu mažosios hidroelektrinės. Tačiau net ir hidroenergetikai pripažįsta, kad jos daro didelį poveikį aplinkai. Šioms HE statyti yra privaloma atlikti poveikio aplinkai vertinimo procedūra.
- Mažos HE (*Mini, Mikro, Piko*) – Išskirdami mažųjų HE grupes rėmiausi – Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos normatyviniu dokumentu LAND 16–96 (Teisės aktų registras, 1997) visos HE iki 10 000 kW yra priskiriamos mažųjų HE grupei. Šios grupės HE skirstomos į mini (iki 2000 kW), mikro (iki 500 kW) ir piko (iki 50 kW).

Pastatų statyboje mums aktualiausia mikro ir piko hidroelektrinė. Jei pastatas yra šalia sraunaus upelio, gali būti svarstoma galimybė naudoti hidroenergiją.

Iki 50 kW galios specialios konstrukcijos piko hidroelektrinė pasižymi tuo, kad jai nebūtina užtvanka. Gaminamos ir visai mažos galios (pavyzdžiui, 200 W, 300 W) jėgainės. Jei upelis neužšąla žiemą, 24 val. per parą, 365 dienų per metus yra gaunamas pastovus elektros energijos kiekis, todėl siekiant pigumo sistema gali veikti be akumuliatorių. Tokios elektrinės dėl savo pigumo ir paprastumo labai populiarios besivystančiose šalyse – vien Vietname jų yra per 100 000. Piko hidroelektrinės naudojamos ir Europos šalyse.

Hydroenergetikos privalumai: vandens ištekliai yra nemokami; pigi elektros energijos gamyba; ekologiška energetika, neteršianti aplinkos ir neskatinanti klimato kaitos; užtikrinamas nepertraukiamas tam tikras elektros energijos gamybos kiekis; energijos tiekimo patikimumas.

Hydroenergetikos trūkumai: poveikis vandens ekosistemoms; hidroelektrinių statybai dažnai reikalingas papildomas žemės plotų užtvindymas, siekiant padidinti šaltinio hidrogalią; energijos gamybos priklausomybė nuo klimato (esant sausroms vandens kiekis sumažėja) (Lietuvos energetikos institutas, 2012).

Kogeneracija. Kombinuota elektros ir šilumos gamyba – tai vienas prioritetinių energijos gamybos būdų Europos Sąjungoje (ES). Elektros ir šilumos energija gali būti gaminamos kogeneracinėse elektrinėse. Naudojamas kuras – biomasė, biodujos ar kitas kuras. Kogeneracija (CHP) – tai viena laikė energijos gamyba, kai to paties technologinio proceso metu gaminama elektra bei šiluma, kuri panaudojama pastatams šildyti ar kitoms reikmėms. Taip pasiekiamas didesnis efektyvumas nei tada, kai gaminama tik šiluma, patiriama mažiau energijos nuostolių. Didelės galios kogeneracinės jėgainės Lietuvoje naudojamos centralizuoto šilumos tiekimo įmonėse. Mažos galios kogeneracinės jėgainės gali būti naudojamos pastatų kompleksuose, visuomeniniuose, pramoniniuose pastatuose. Individualiems vieno namo poreikiams taip pat gali būti taikomas kogeneracijos principas (mikrojėgainės). Šiuo metu plėtojami mikrokogeneracinių elektrinių gamyba ir tyrimai, rinkai pateikiami nauji produktai.

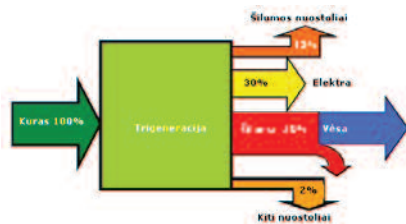
Kaip bebūtų vasaros metu reikalingas vėsa (kondicionavimas), ją pagaminti gali būti panaudojama šiluma arba elektra iš kogeneracinio įrenginio. Toks išplėstinis kogeneracijos panaudojimas gaminti elektra,

šiluma ir šalti dar vadinama trigeneracija (CHCP) (8.12 pav.). Iš paveiklo matyti, kad trigeneracijos įrenginys pagamina 30 % elektros energijos, 55 % šilumos, kurios dalis panaudojama šalčiui gaminti, 15 % – nuostoliai. Įdiegus CHP ir CHCP sumažėja kuro suvartojimas maždaug 25 % palyginti su tradicine elektros gamyba bei proporcingai sumažėja išmetamu teršalu į orą kiekis. Trigeneracijos būdu pagamintų energijos vienetų kaina yra žemesnė negu atskirai pagamintų elektros, šilumos ir vėsinimo energijos vienetu. CHP įrenginys prijungtas prie elektros tinklų, garantuoja nepertraukiamą gamybą, o pritrūkus elektros, ji gali būti tiekiama iš elektros tinklų. Tai mažina poreikį didelių elektros energijos pastatų įdiegimui ir didina elektrinio tinklo stabilumą.

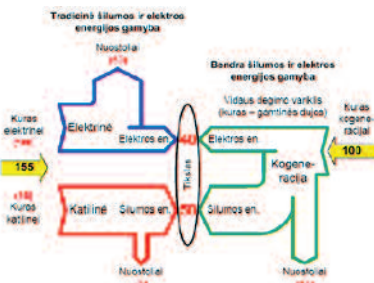
8.13 pav. pateiktas tradicinio (atskiro) bei bendro šilumos ir elektros energijos gamybos būdų palyginimas, siekiant to paties tikslo, t. y. 40 vienetų elektros energijos ir 50 vienetų šilumos energijos gamybos.

Paveiksle parodyta, kad šilumos ir elektros energijos gamyba bendrame technologiniame procese yra beveik 50 % efektyvesnė, lyginant su atskira gamyba (De Paepe *et al.* 2005).

Deja, Lietuvoje teisinė aplinka yra nepalanki kogeneracinėms jėgainėms pas vartotoją plėtoti. Tokių jėgainių beveik nereglamentuoja jokie teisiniai aktai. Kogeneracinėms jėgainėms pas vartotoją Lietuvoje (kaip ir daugelyje Europos šalių) užkertamas kelias įvairiais barjeriais. Visų barjerų šaknys iš esmės, kad tokios jėgainės yra elektros ir šilumos tinklų įmonių konkurentas kovoje už vartotoją.



8.12 pav. Trigeneracinio įrenginio pagaminama energija



8.14 pav. Šilumos ir elektros energijos gamybos būdų palyginimas

Esamų vartotojų atsijungimas nuo CŠT įsirengiant mikrokogeneracines jėgaines neskatinamas motyvuojant blogėjančiomis sąlygomis likusiems sistemos vartotojams. Mikrokogeneracinių įrenginių prijungimo prie elektros paskirstymo tinklų sąlygos yra finansiškai sunkios (taikomas aukštas prijungimo mokestis) ir todėl nepatrauklios.

Kogeneracijos įrenginių tipai :

- Garo turbinos – seniausiai paplitęs kogeneracinis įrengimo tipas. Energetiniuose katiluose generuojamas aukšto slėgio perkaitintas garas plėsdamasis garo turbinoje, generuoja mechaninę energiją, kuri naudojama generatoriuje elektros energijai generuoti. Išsiplėtęs garas gali būti panaudojamas, kaip šilumos šaltinis arba sukondensuojamas, panaudojus išorinį šalčio šaltinį (kondensacinėse turbinose);
- Dujų turbinos – šiluminiai varikliai, kuriuose sukuriama sukimo momentas arba tiesiog traukos jėga. Dujų turbinos agregatas susideda iš vienos ar kelių kompresorių ir turbinų, taip pat iš darbinio kūno įkaitinimo įrenginio (deginimo kameros esant atviram ar pusiau atviram procesui arba kaitintuvo, esant uždaram procesui). Į agregatą taip pat gali įeiti šilumos keitikliai esant vidiniams šilumos mainams, kai panaudojamas tarpinis kompresoriaus aušinimas ar, kai atidirbusios dujos naudojamos kituose procesuose bei šildymui;
- Vidaus degimo – šiuose varikliuose deginamas kuras verčiamas į mechaninę energiją, sukančią elektros generatorių. Pasižymi aukštu elektros energijos generavimo efektyvumu (iki 45 % nuo sudeginamo kuro šilumos);
- kombinuoto ciklo įrenginiai – garo ir dujų turbinų kombinacija;
- kuro elementai;
- kt.

Kogeneracinių įrenginių privalumai ir trūkumai pateikti 8.1 lentelėje.

8.1 lentelė. Kogeneracinių įrenginių privalumai ir trūkumai (Lietuvos energijos konsultantų asociacija, 2002)

	Privalumai	Trūkumai
Garų turbinos	Aukštas bendras efektyvumas; Gali būti panaudojamos visos kuro rūšys Keičiamas generuojamos šilumos/ elektros santykis Įvairių parametrų šilumos generavimas Platus gaminamų įrenginių galios spektras Ilgaamžiškumas	Aukštas generuojamos šilumos/elektros santykis Didelės investicijos Lėtas paleidimas
Dujų turbinos	Aukštas patikimumas, galimybė ilgą laiką eksploatuoti be priežiūros Generuojama aukštų parametrų šiluma Pastovus generuojamos el. energijos dažnis Elektros generavimo galios reguliavimas Aukštas generuojamos elektros energijos/ įrengimo svorio santykis Nereikalingas aušinantis vanduo Mažesnės santykinės investicijos, tenkančios 1 kWe Mažos teršalų emisijos	Ribotas gaminamų įrenginių galios spektras Reikalingos aukšto slėgio dujos (arba reikia statyti kuro kompresorių) Aukštas aukštame dažnyje skleidžiamo triukšmo lygis Žemas efektyvumas, dirbant mažu apkrovimu Aukšti reikalavimai naudojamam kuro švarumui Galia krenta, pakilus lauko oro temperatūrai (krenta deginamo oro tankis) Remontai užima ilgą laiką
Vidaus degimo (stūmokliniai) varikliai	Aukštas elektros generavimo efektyvumas Mažesnės santykinės investicijos, tenkančios 1 kWe, Platus įrengimų galios spektras (nuo 3kW) Galimybės dirbti daliniu apkrovimu (nuo 30 % iki 100 %), nesumažinant efektyvumo Gali dirbti visiškai atskirtas nuo bendro tinklo Greitas (iki 15 s) paleidimas, lyginant su dujų turbina, kurią paleisti reikia 0,5–2 val. Galimybė dirbti, naudojant žemesnio slėgio g. dujas (nuo 1 baro)	Turi būti pastoviai aušinamas, net jei nuvedama šiluma nenaudojama Žemas generuojamos elektros energijos/ įrengimo svorio santykis, reikia įrengti tvirtą pagrindą Aukštas žemame dažnyje skleidžiamo triukšmo lygis Didelės priežiūros išlaidos

9. ŠILTINIMO PROCESO MODELIAVIMAS

Pastatų energetinio naudingumo direktyva (2002/91/EB) įstatymiškai įpareigoja ES šalis ruošti galimybių studijas dėl alternatyvių energijos tiekimo sistemų naudojimo naujuose dideliuose pastatuose. Dauguma ES šalių perkėlė šį reikalavimą į savo teisinę bazę. Tačiau dalyje šalių vis dar nėra paruošti ir priimti įgyvendinamieji teisės aktai, techninės rekomendacijos ir nurodymai, įrankiai ir pan.

Kai kurios šalys jau parengė nacionalines studijas vidutinėms vietinės rinkos sąlygoms įvertinti. Pvz. Portugalijoje ir Ispanijoje atliktų studijų rezultate saulės energijos sistemos tapo privalomomis. Nyderlanduose tokia studija davė pagrindą energijos efektyvumo standartui sukurti. Tačiau, kaip parodė pirmaujančių šioje srityje šalių (Nyderlandai, Danija, Švedija (Beerepoot 2007) patirtis – norint pasiekti optimalią pastato energijos koncepciją, būtina atsižvelgti ir įvertinti vietines sąlygas bei pastato charakteristikas. Tai reiškia, kad yra reikalingas individualus AES įdiegimo galimybių nagrinėjimas naujam pastatui ar naujų pastatų grupei.

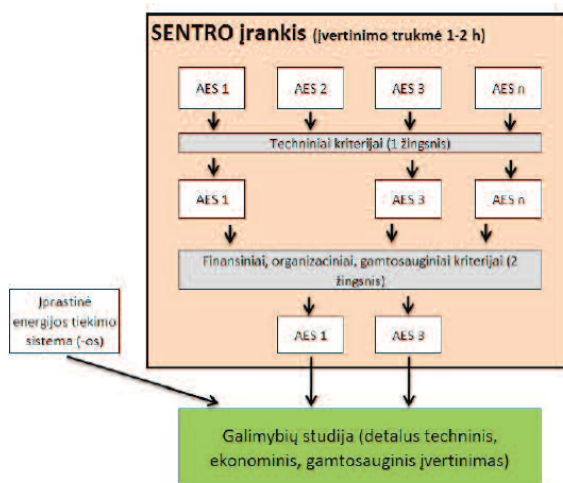
9.1. SENTRO projekto metu sukurtas įrankis

Įvairūs barjerai, tokie kaip didesni kaštai, žinių, patirties ir tikrumo stoka stabdo alternatyvių energijos sistemų (AES) plėtrą. Todėl vykdant „SENTRO“ projektą buvo išsikeltas tikslas sukurti optimalią metodiką bei paremti jos įgyvendinimą, siekiant jog galimybių studijos dėl alternatyvių energijos tiekimo sistemų naudojimo naujuose pastatuose (2002/91/EB direktyvos 5 str.) būtų efektyviai įtrauktos į bendrą statybos procesą. „SENTRO“ projekto metu sukurtas įrankis, kuris skirtas palengvinti ir paskatinti diskusiją tarp pastato projekto vystymo proceso dalyvių priimančių sprendimus. Sukurtas įrankis (MS Excel pagrindu) turėtų būti naudojamas pirminiuose pastato projekto rengimo etapuose ir yra skirtas greitai ir paprastai išrinkti

perspektyviausią ar patraukliausią alternatyvią šildymo sistema (sistemas). Pasirinktos sistemos turėtų būti toliau detaliai nagrinėjamos, t.y. atliekamos galimybių studijos dėl AES tinkamumo konkrečiam pastatui. Reikalavimas atlikti galimybių studijas dėl alternatyvių energijos tiekimo sistemų naudojimo statant naujus pastatus (2002/91/EB direktyvos 5 str.) sulaukė mažiau dėmesio, tačiau tai yra būtina siekiant, kad direktyva duotų optimalų efektą, t. y. kad ženkliai augtų alternatyvių energijos sistemų naudojimas pastatuose. Tačiau tuo pačiu reikėtų nepamiršti, kad pastato koncepcijoje visada kai tik įmanoma turėtų būti integruotos ir kitos galimos priemonės, tokios kaip šiluminė izoliacija, ventiliacija, dienos šviesos išnaudojimas ir kitos.

SENTRO įrankis skirtas naudoti pirminiame galimybių studijos paruošimo etape, t. y. eliminuoti nerealias ir techniškai neįgyvendinamas AES konkrečiame pastate (priklausomai nuo vietinių sąlygų ir pastato charakteristikų). Rezultatas gautas šiuo įrankiu – tai išrinktos bent dvi alternatyvios sistemos, preliminariai tinkamiausios nagrinėjamam pastatui.

„SENTRO“ įrankis schematiškai pavaizduotas 9.1 paveiksle.



9.1 pav. SENTRO įrankio naudojimo schema

Naudojantis šiuo įrankiu nagrinėjamam pastatui netinkamos AES eliminuojamos naudojant dviejų žingsnių metodą. Pirmuoju žingsniu (etapu) iš tolesnio nagrinėjimo pašalinamos tos sistemos, kurių techniškai neįmanoma įgyvendinti konkrečiame pastate, pvz., dėl fizinių, gamtosauginių ar kitų ribojimų. Antrajame žingsnyje likusios sistemos nagrinėjamos toliau ir netinkamos sistemos eliminuojamos dėl kitų priežasčių (ekonominių, organizacinių ir pan.). Galiausiai lieka 1–2 AES, kurioms kartu su tradicinėmis energijos tiekimo sistemomis atliekamos galimybių studijos. Galimybių studijos rezultatas – tinkamiausia pastatui energijos tiekimo sistema.

Pirmajame žingsnyje yra peržiūrimos visos galimos AES sistemos. Kiekvienai AES yra atsakoma į keletą paprastų klausimų, susijusių su planuojamo naujo pastato specifiška. Pirmuoju žingsniu išrinkus techniškai pastate įgyvendinamas sistemas, antruoju žingsniu įvairūs jų parametrai yra įvertinami balais.

Įrankio sudarytas taip, kad antrajame žingsnyje kiekviena AES yra įvertinama pagal techninius, finansinius, organizacinius ir gamtosauginius aspektus. Kiekvienas įvertinamas parametras turi savo svorinį koeficientą, kuris yra įrašomas pirmame įrankio, sukurto MS Excel pagrindu, puslapyje. Pagal nutylėjimą šiems parametrams yra priskirti tokie svoriniai koeficientai:

- Techniniai parametrai: 0,3;
- Finansiniai parametrai: 0,2;
- Organizaciniai parametrai: 0,1;
- Aplinkosauginiai parametrai: 0,4.

Pagal nutylėjimą parinktos pradinės parametų svorinės reikšmės turi pabrėžti, kad gamtosauginės priežastys pagrįdė sąlygojo pastatų energinio efektyvumo direktyvos atsiradimą. Tai reiškia, kad gamtosauginiai parametrai yra patys svarbiausi. Nustačius šiuos parametrus, jų reikšmės bus tokios pačios visoms AES.

Kiekvienai AES yra priskirta eilė parametų kurie turi būti įvertinami balais. Kiekvienas parametras gali būti įvertinamas 1, 2 arba 3 balais. Įrankio naudotojas balus (1–3) turi įrašyti į langelius („Įvertinimas“) šalia

kiekvieno parametro, galutinė balų suma bus suskaičiuota automatiškai. Jei apie kurią nors parametą nieko nežinoma, yra rekomenduojam rašyti 3 balus, kad nebūtų neteisingai įvertintos galimybės šią sistemą diegti pastate ir kad ji nebūtų nepagrįstai pašalinta iš galimybių studijos. Tuo būdu yra siekiama, kad įrankio naudotojai išnagrinėtų ir tas sistemas kurios nėra plačiai žinomos, tuo pačiu pagilindami savo žinias apie šias sistemas.

Balais įvertinus kiekvienos nagrinėjamos AES sistemos parametrus automatiškai suskaičiuojamas galutinis rezultatas, kuris išreiškiamas procentiniu dydžiu. Šis dydis – tai sėkmės tikimybė palyginus su reikalingomis pastangomis AES sistemos įgyvendinimui. Rezultatų apibendrinimo lentelėje pateikiami visų nagrinėtų sistemų rezultatai palyginimui. Įrankio naudotojai gali pasirinkti vieną ar daugiau AES, kurios turi didžiausią įvertinimą ir tuo pačių didžiausią sėkmingo įdiegimo nagrinėjamam pastate galimybę.

Norima pabrėžti, kad balų sistema naudojama įrankyje yra labai apytikslė, įvertinimai yra subjektyvūs ir skiriami naudotojo nuožiūra, remiantis turimomis žiniomis ir patirtimi, neatliekant papildomų tyrimų ar skaičiavimų. Pagrindinė šio įrankio idėja yra ta, kad naudotojas užtruktų tik 1–2 valandas jį pildydamas ir gautų pakankamai patikimus rezultatus, t. y. kurios AES turėtų būti nagrinėjamos galimybių studijoje. Iš kitos pusės, yra pavojus jog sistemos, apie kurias įrankio naudotojas turi mažiausiai informacijos, gali būti be reikalo neįtraukiamos į galimybių studijas.

9.2. „RETScreen“ skaičiavimo metodika

RETScreen tarptautinė švarios energijos projektų analizės programinė įranga (The RETScreen International Clean Energy Project Analysis Software) (Retscreen.net 2010) sukurta, kad padėtų žmonėms priimti sprendimus įgyvendinant atsinaujinančios energijos ir energijos vartojimo efektyvumo projektus, kad geriau išanalizuotų techninį ir finansinį galimų projektų gyvybingumą. Programinė įranga, pateikta nemokamai yra naudojama visame pasaulyje. Programinė įranga turi produktų, kainų ir klimato duomenų bazes bei išsamų darbui su programa pagalbos

vadovą. Visi šie darbo įrankiai gali būti parsisiunčiami anglų ir prancūzų kalbomis, o daugelis kitų įrankių – kitomis kalbomis.

Šios programos branduolį sudaro integruotų ir standartizuotų projektų programų paketai, kurie gali būti plačiai naudojami įvertinant projekto su atsinaujinančiais ištekliais gamybos kaštus, atsipirkimo trukmę, gyvavimo ciklą ir pastato išmetamų šiltnamio dujų mažinimą.

Šiuo metu programą sudaro šie programų paketai, juos galima modeliuoti įvairiausiais būdais:

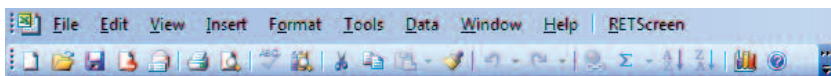
- Kogeneracijos (trigeneracijos) programos paketas. Tinkamas analizuoti įvairias kombinacijas – šildymo, šaltio, elektros.
- Mažų hidroelektrinių programos paketas;
- Vėjo energijos programos paketas;
- Šildymo biomase programų paketas;
- Oro šildymo saulės energija programos paketas;
- Vandens šildymo saulės energija programos paketas;
- Pasyvaus šildymo saulės energija programos paketas;
- Šilumos siurblių programos paketas;
- Arenų ir supermarketų energijos aprūpinimo tyrimo programų paketas. Šiuo metu ruošiamas.

Daug ekspertų (inžinierių, šiltnamio efektą sukeliančių dujų specialistų, kainų ekspertų, klimato duomenų bazės specialistų, finansinės analizės profesionalų) prisidėjo prie programos vystymo, tikrinimo ir pripažinimo galiojančia.

RETScreen vis didėjančią populiarumą paklausą įrodo tai, kad 2010 m. kovo 26 dieną RETScreen.net turėjo:

- 241949 internetinių vartotojų 222 -jose šalyse;
- 1000 naujų vartotojų kiekvieną savaitę;
- 250 pasaulio universitetų bei kolegijų aktyviai naudojančias šią programą.

Programos įdiegimas nesudėtingas. Naudojantis šia programa, reikalinga tureti Microsoft Excel 2000 arba aukštesnę versiją. Įdiegus programą Microsoft Excel, pagrindiniame jos meniu atsiranda nauja kategorija – Retscreen (9.2 pav.). Šiame meniu ir yra valdoma RETScreen programa.



9.2 pav. Microsoft Excel valdymo juosta

Atsidarius RETScreen programą pirmiausia atsiveria projekto duomenų įvedimo langas, kuriame įvedami pradiniai planuojamo projekto duomenys ir RETScreen valdymo eilutė (9.3 pav.).

Šioje lentelėje įrašomas projekto pavadinimas, projekto vieta, kokiam tikslui atliekami skaičiavimai, asmuo, kuris atliko skaičiavimus šia programa, projekto tipas. Nuo projekto pasirinkimo priklauso sekančios eilutės pasirinkimas. Nagrinėjamos šilumos, elektros ir karšto vandens sistemos, todėl naudojami „RETScreen“ programos paketai:

- „Heating with solar water heater“ (SWH) – vandens šildymo saulės energija programos paketas.
- „Combinated heating and Power“ (CHP) – kombinuotos šilumos ir elektros programos paketas;

„RETScreen CHP“ skaičiavimo metodika. Kiekviename programiniame pakete yra standartinė analizė, kurią sudaro trys Excel darbalaukiai:

- 1) Pradžia (Start);
- 2) Galia ir tinklas (Load & Network);
- 3) Energijos modelis (Energy Model).

9.3 pav. Pradinis duomenų įvedimo langas.

Toliau aprašysime kiekvieno RETScreen darbalaukio funkcijas:

Pradžia. Šiame darbalaukyje reikia pasirinkti kokį projektinį tipą naudosime. Vartotojas turi pasirinkti projektinį tipą (*Projekt type*) iš siūlomo sąrašo:

- Elektra;
- Šildymas;
- Šaldymas;
- Kombinuotas šildymas ir elektra;
- Kombinuotas šaldymas ir elektra;
- Kombinuotas šildymas ir šaldymas;
- Kombinuotas šildymas, šaldymas ir elektra;
- Energijos vartojimo efektyvumas.

Priklausomai nuo pasirinkto projekto tipo siūloma rinktis kokia technologija (*Technology*) bus generuojam energija: saulės energija, vėjo energija ar naudojant įvairias šaldymo mašinas, šildymo agregatus, šilumos siurblius ir kt., arba koks bus naudojamas elektros tinklas (*Grid type*): centralizuoti elektros tinklai ar vietoje gaminama elektra.

Toliau atliekami kiti nustatymai: klimato duomenų vietos (šalis, miestas) pasirinkimas, kalbos pasirinkimas, metrinės ar imperinės sistemos pasirinkimas, aukštesnės ar žemesnės šiluminės vertės pasirinkimas.

Nusistačius klimato duomenų vietovę (Lietuva, Telšiai, kur platumą – 56°, ilgumą -22,2°) programa apskaičiuoja šildymo, vėsinimo bei žemės temperatūros dienolaipsnius. Šildymo dienolaipsniai paskaičiuojami, kai lauko temperatūra žemiau -8° C, o vėsinimo – kai daugiau už 23° C.

Galia ir tinklas. Programa pagal šildymo dienolaipsnius skaičiuoja pastato šilumos poreikius. Vietovės klimato sąlygos apibrėžiamos keeliais programos įvestais parametrais: projektinėmis šildymo ir vėsinimo temperatūromis bei šildymo ir vėsinimo dienolaipsniais. Projektinės šildymo ir vėsinimo temperatūros reikalingos pikinės galios nustatymui.

Pagal programos paskaičiuotus dienolaipsnius galima nustatyti ne tik šilumos ir vėsos poreikius, bet ir karšto vandens poreikius. Programa leidžia vartotojui įtraukti karšto geriamojo vandens poreikį, nurodant procentinę dalį nuo bendrų šildymo poreikių. Šalto klimato šalyse tipinė

karšto geriamojo vandens procentinė dalis svyruoja nuo 0 % iki 25 %. Pavyzdžiui, ligoninė naudos 25 % bendros šilumos karšto vandens gamybai, tuo tarpu administracinis pastatas 10 %. Jei karštas vanduo nebus naudojamas pasirenkama 0 % vertė. Karšto vandens poreikiai išskirstomi tolygiai 12 mėnesių.

Toliau įvedami šildymo sistemos parametrai: šildomas plotas, kuro tipas, sezoninis sistemos darbo efektyvumas, energijos (kuro) kainos. Įvedamos šildymo specifinė galia: šildymui svyruoja nuo 40 iki 120 W/m², ši vertė priklauso nuo pastato vietovės ir izoliacijos efektyvumo.

Dar galima įvesti vartojimo efektyvumo matą, kuris sumažina šilumos energijos poreikius svarstomoje sistemoje (proposed case) lyginant su keičiama (base case) sistema. Šis matas naudojamas tuomet, kai svarstomoje sistemoje numatoma, pavyzdžiui, pagerinti pastato izoliaciją, kuri sumažintų energijos poreikius lyginant su esama sistema. Energijos vartojimo efektyvumo matą įvedus procentine išraiška sumažinami šilumos/vėsos energijos poreikiai. Tipinė vertė svyruoja nuo 0 iki 25 % priklausomai nuo įgyvendintų „pagerinimų“. Bet mūsų nagrinėjimas atvejis – tai naujas pastatas, taigi patogiu šią energijos vartojimo efektyvumo matą naudoti, kai dalis energijos gaminama kituose įrenginiuose, pavyzdžiui saulės kolektoriuose. Tuomet tą dalį energijos kurią gamins saulės kolektoriai galima minusuoti nuo keičiamos sistemos energijos poreikių.

Jei naudojama elektros energija, reikia suvesti jos poreikius.

Tuomet, kai suvedami visi duomenys programa nubraižo svarstomos sistemos grafikus. Svarstomos sistemos grafikas gali kisti priklausomai nuo suvestų duomenų Excel darbalaukyje (Energijos tiekimo sistemos modelis).

Energijos tiekimo sistemos modelis. Šiame darbalaukyje parenkami svarstomos sistemos šilumos ar elektros poreikiams tenkinti naudojami energiją generuojantys įrenginiai. Pirmiausia pasirenkamas kogeneracinis įrenginys (garo turbina, vidaus degimo variklis ar kt.), kuris gamins elektrą bei šilumą. Taip pat reikia pasirinkti įrenginį (dujinį katilą, biokuro katilą, krosnį ar kt.) kuris gamins šilumą pikinio šilumos poreikio metu. Esant elektros energijos pikiniam poreikiui galima pasirinkti, kad ji būtų tiekiamą iš elektros tinklų. Pasirinkus kogeneracinį įrenginį

parenkamas šilumos atgavimo koeficientas, kurio vertės svyruoja nuo 50 iki 80 %, priklausomai nuo šildomos temperatūros.

Tuomet pasirenkamos energiją generuojančių įrenginių galios pagal kurias apskaičiuojama pagaminama energija ir nustatomas kuro poreikis. Įvedamos įrenginių gamintojai, kuro tipai ir kainos.

Įvedamos energiją generuojančių įrenginių kainos, metinės išlaidos ir nenumatyti kaštai. Programa jas sumuoja ir įvertina atliekant ekonominę analizę.

Šiame darbalaukyje galima atlikti ir ekonominę analizę, kurioje yra tokie suvestiniai duomenys: kuro sunaudojimas, finansiniai rodikliai, metinės pajamos, projekto kaštų ir sutaupymų suvestinės. Rezultatuose apskaičiuojamas paprastas atsipirkimo laikas, bei atsipirkimo laikas įvertinus infliaciją, bei diskonto normą (IRR). Šie rezultatai, leidžia nuspręsti, ar svarstomo projekto šildymo ir/ar elektros sistemos yra ekonominiu požiūriu prasmingos.

Galima atlikti ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų sumažinimo analizę (proposed case).

„RETscreen SWH“ skaičiavimo metodika. Ši programa naudojama parinkti saulės kolektorių kiekį karšto vandens ruošimui bei baseinų šildymui. Taip pat tinkama apskaičiuoti ir įvertinti projekto su atsinaujinčiais ištekliais energijos gamybos kaštus, atsipirkimo trukmę, gyvavimo ciklus bei šiltnamio dujų sumažinimą. Šios programos naudojimas, bei duomenų suvedimo taisyklės panašios kaip ir prieš tai aiškintos CHCP programos. Pasirinkus vietovę, programa automatiškai suveda saulės spinduliavimo į horizontalų paviršių vidurkių reikšmes (kWh/m²/dieną) ir vidutinės lauko temperatūras. Jei saulės kolektorių sistema bus naudoja ištisus metus, tai kolektoriai turi būti įrengti horizontalia pavidalu. Norint pasiekti didžiausią saulės kolektorių efektyvumą vasaros metu, reikia nurodyti jų pasvirimo kampą, kuris turėtų būti lygus Žemės platumai minus 15°, o žiemos metu – plius 15°.

Tuomet reikia pasirinkti pastato tipą, kuriam bus skaičiuojamas karšto vandens poreikis, galima rinkti iš šio sąrašo: gyvenamasis, viešbutis, ligoninė, įstaiga, greito maisto restoranas, restoranas, mokykla, mokykla

su dušais, skalbykla, automobilių plovimas, pramoninis ir kt. Pavyzdžiui, jei pasirinktas gyvenamasis pastatas reikia įvesti gyventojų skaičių, liginė – lovų skaičių, įstaiga – darbuotojų skaičius ir pan. Tuomet įvedama ruošiamo karšto geriamojo vandens temperatūra, rekomenduojama 60°C. Suvedami karšto vandens poreikio režimai, t. y. kiek dienų per savaitę reikės ruošti karštą vandenį. Pavyzdžiui, gyvenamuose pastatuose karšto vandens reikės 7 dienas per savaitę, o įstaigose – 5 dienas. Suvedus visus duomenis programa apskaičiuoja karšto vandens poreikį, kurį padengti turėtų saulės kolektoriai. Pasirenkamas kolektorių tipas (įstiklintas, neįstiklintas ar vakuuminis), pagal kurio efektyvumą programa apskaičiuoja koks turėtų būti kolektorių plotas – m^2 , kad surinktų reikiamą kiekį šilumos vandeniui sušildyti. Toliau pasirenkama akumuliacinio bako talpa, kuri svyruoja nuo 37,5 iki 100 L/m^2 , rekomenduojama 75 L/m^2 . Optimalus dydis išreiškiantis sistemos kainos ir surinktos šilumos kiekį atitinka nuo 30 iki 50 % nuo bendro reikiamo šilumos kiekio karštam vandeniui.

9.3. Galimybių taikyti energiją taupančias technologijas statyboje vertinimas

Įvardijus įvairias energiją taupančias technologijas, galima įvertinti panaudojimo galimybes Lietuvoje. Šiam vertinimui patogi SSGG analizė, nes ją atliekant aiškiai įvardijamos analizuojamų idėjų stiprybės, silpnybės, grėsmės bei galimybės. Šis vertinimas pateikiamas 9.1 lentelėje.

9.1 lentelė. Energiją taupančių technologijų taikymo statyboje SSGG analizė

Stiprybės	Silpnybės
Naudojami atsinaujinantys šaltiniai – energinė nepriklausomybė; Pastato šildymo kaštų taupymas; Pastato visumos darną; Sveika aplinka bei mikroklimatas; Technologijų pritaikymas bet kurio tipo pastatui;	Didelės pradinės investicijos; Trūksta išsamesnės informacijos Gyventojai turi būti susipažinę su šių technologijų taikymu;

Galimybės	Grėsmės
Kitos energijos rūšies gavimo ir panaudojimo būdai; Socialiai atsakingos bendruomenės formavimas; Technologijų pritaikymas ir rekonstruojant pastatus	Valstybės palaikymo šios idėjos skatinimui nebuvimas;

Išsamiau komentuojant kiekvieną iš įvardintų punktų, galima pa-
brėžti:

Stiprybės:

Atsinaujinančių šaltinių naudojimas suteikia energinę nepriklausomybę nuo šiuo metu šilumą teikiančių įmonių. T. y. nepriklausomybę nuo šių įmonių kainų politikos, kaštų, bei galimybę rinktis kelis atsinaujinančius šaltinius, papildančius vienas kitą. Esant perteklinei energijai, kai daugiau pagaminama nei jos suvartojama, – galimas energijos tiekimas kitiems vartotojams, jos pardavimas;

Energiją taupančias technologijas turintis būstas taupo šilumą, mažiau eikvodamas ją pro nesandarias atitvaras ir gaudamas ją iš atsinaujinančių šaltinių, taigi tai padeda sutaupyti būsto šildymui ir vėdinimui skirtas lėšas;

Mažai energija vartojantis namas – tai visuma, kurioje yra suderinti veikiantys mechanizmai (rekuperatorius, saulės kolektoriai, rezervinis šildymo šaltinis ir pan.);

Patalpų šiltinimui sunaudojame energijos, kurios gamybos procese išskiriama apie 60 % į atmosferą patenkančio anglies dioksido. Visos pramonės šakos siekia sumažinti išmetamų taršalų kiekį. Statydama energetiškai taupius namus, statybų pramonė taip pat prie to prisidės, nes tokie pastatai sunaudoja mažiau energijos;

5. Platus energiją taupančių technologijų pritaikymas statyboje visų tipų pastatams.

Silpnybės:

Didelės pradinės investicijos – tai didesni pradiniai įdėjimai, kuriuos sudaro kogeneracinis įrenginys, rezervinis šilumos šaltinio įrengimas, saulės kolektoriai ir t. t.;

Lietuvoje trūksta išsamesnės informacijos apie alternatyvios energijos šaltinius, jų panaudojimo reikšmę versle ir buityje, įrangą energijai gaminti, energijos vartojimo efektyvumą ir taupymą ir t. t.

Gyventojai turi būti susipažinę su šiomis technologijomis bei jos taikymu, nes nuo to didžiają dalimi ir priklauso namo išlaikymo kaštai. Gyventojai turi žinoti, kaip yra reguliuojami įrengti mechanizmai, kaip gaminama ir naudojama energija iš alternatyvių šaltinių, kaip kuriamas sveikas ir komfortiškas patalpų mikroklimatas. Gyventi vadinamuosiuose energiškausiai taupiuose namuose taip pat reikia išmokti: kai trūksta oro, nesiėkti lango rankenos, o pereguliuoti vėdinimo sistemą; kai lauke karšta, uždengti langus užuolaida ar žaliuze. Kad kambario neprikaitintų saulė, užtenka įrengti nedidelį stogelį virš lango, kuris apsaugotų nuo karštų spindulių vidudienį, bet nesudarytų šešėlio kitu metu.

Galimybės:

1. Kitos energijos rūšies gavimo ir panaudojimo būdai – tai galimybės šilumos energiją gauti iš įvairių alternatyvių energijos šaltinių, kuriuos jau naudojame ar galima pritaikyti naudojimui ateityje;

2. Energiškai taupaus namo gyventojai palaiko švarios ir sveikos aplinkos kūrimo idėją – taip kuriama socialiai atsakinga bendruomenė;

3. Idėjos pritaikymas vykdant kompleksinį miesto atnaujinimą, t. y. gyvenamuosius namus rekonstruoti į energiškausiai taupius namus vykdant viso mikrorajono, kaip vieneto, atnaujinimą. Šiuo būdu būtų sprendžiami aplinkos, žaliųjų zonų bei viešųjų erdvių sutvarkymo klausimai, bendras pastatų architektūrinis vaizdas, automobilių stovėjimo vietų didinimo klausimas bei kitos šiuo laiku aktualios problemos, kurios tuo metu, kai buvo kuriami miestai dar nebuvo iškilusios ar buvo sprendžiamos kitokiu, dabar jau nebetinkamu, būdu.

Grėsmės:

1. Valstybės palaikymo šios idėjos skatinimui nebuvimas. Kaip rodo užsienio šalių patirtis, šalies valdžios parama bei pagalba populiarinant energiją taupančių technologijų idėjas yra labai svarbi. Skatinimo formos gali būti įvairios: sumažinti mokesčiai ar lengvatinis kreditas, o gal kuriam nors laikui suteikiama ženklī nuolaida kurui įsigyti. Esant valdžios paramai, tiek gyventojų požiūris į būsto atnaujinimą gerėja, tiek

finansavimo klausimai yra sprendžiami paprasčiau. Galiausiai valstybės politika atsinaujinančių energijos šaltinių klausimu parodo, kiek valstybėje yra svarstomos šios galimybės bei siekiama jų įgyvendinimo, taip prisidedant prie ekologiškos, sveikos bei darnios aplinkos kūrimo.

Atlikus energiją taupančių technologijų statyboje SSGG analizę, galima teigti, jog žvelgiant į šią idėją iš ilgalaikių perspektyvų, tai yra naudinga investicija tiek į sveiką aplinką ir pastatų mikroklimatą gyventojams, tiek valstybei bei kiekvienam vartotojui energinės nepriklausomybės atžvilgiu.

Pirmoje darbo dalyje buvo aptarta energiją taupančios technologijos, bet kurias iš jų pasirinkti statant pastatą kiekvienam statytojui ar būsimam gyventojui nėra lengva. Renkantis komponentus, svarbu atkreipti dėmesį į jų svarbą kuriant energiškai taupų namą.

Sandarumas bei efektyvus apšiltinimas yra svarbus kiekvienam statiniui, name užtikrintis hermetiškumą, t. y. šilumos nepralaidumą iš vidaus į išorę per atitvaras ir šalčio tiltelius. Taigi, svarbu efektyviai apšiltinti statinį bei sudėti sandarius langus. Šiuo metu rinkoje yra platus šiltinimo medžiagų pasirinkimas. Jas galima pasirinkti praktiškai kiekvienam sienos konstrukcijos atvejui, tiek naujai statybai, tiek apšiltinant senesnius namus. Kiekvienas metodas ir naudojamos medžiagos turi ir pliusų, ir minusų, todėl naujų technologijų bei naujų medžiagų šioje srityje paieškos procesas nestovi vietoje, o nuolatos evoliucionuoja, siūlydamas mums kažką naujo, efektingesnio. Ir jų parinkimo būdų yra labai daug, todėl darbe skirsime visą didesnę dėmesį alternatyvios energijos tiekimo sistemoms.

Siekiant išnaudoti energijos taupymo potencialą, buvo priimta Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2002/91/EB dėl pastatų energinio naudingumo, kurioje numatyta skatinti energijos vartojimo pastatuose efektyvumo didinimą. Vienas iš svarbiausių šios direktyvos aspektų yra tai, kad visos ES šalys šios direktyvos rėmuose yra įpareigosotos nacionalinėje įstatyminėje bazėje sukurti reikalavimą atlikti galimybių studijas dėl alternatyvių energijos tiekimo sistemų naudojimo naujuose pastatuose. Pastatų energinio efektyvumo direktyvos 5 str. reikalavimas atlikti ga-

limybių studijas buvo įtrauktas siekiant konkrečiai paskatinti energijos sutaupymus, kurie gali būti pasiekti įdiegiant efektyvias energijos tiekimo sistemas ir atsinaujinančius išteklius naudojančias sistemas. Tai yra pagrindinė priežastis, kodėl SENTRO projekto eigoje sukurta metodika pagrinde skirta AES. Tačiau kartu reikėtų nepamiršti, kad pastato koncepcijoje visada kai tik įmanoma turėtų būti integruotos ir kitos galimos priemonės, tokios kaip šiluminė izoliacija, ventiliacija, dienos šviesos išnaudojimas ir kitos.

Praktikoje, galimybių studijos dėl AES panaudojimo beveik neatliekamos. Tai, kad Lietuvoje iki šiol nesusiformavo visuotinė praktika ruošti AES naudojimo naujuose pastatuose galimybių studijas, pagrinde lemia įstatyminių reikalavimų nebuvimo, žinių stokos ir finansinių priežasčių visuma.

Kai kurios šalys jau parengė nacionalines studijas vidutinėms vietinės rinkos sąlygoms įvertinti. Pvz., Portugalijoje ir Ispanijoje atliktų studijų rezultate saulės energijos sistemos tapo privalomomis. Nyderlanduose tokia studija davė pagrindą energijos efektyvumo standartui sukurti. Tačiau, kaip parodė pirmaujančių šioje srityje šalių (Nyderlandai, Danija, Švedija (Beerepoot 2007)) patirtis – norint pasiekti optimalią pastato energijos koncepciją, būtina atsižvelgti ir įvertinti vietinės sąlygas bei pastato charakteristikas. Tai reiškia, kad yra reikalingas individualus AES įdiegimo galimybių nagrinėjimas naujam pastatui ar naujų pastatų grupei.

Teoretikų manymu, būstas naudojantis AES šiandien pirkėjus trauktų it medus muses. Praktikai įsitikinę, kad šiam produktui vartotojai dar nesubrendo. O ekonomistai pateikia skaičiavimus, kad daugiabučius, kuriuose būtų įdiegti alternatyvūs energijos šaltiniai, pastatyti yra kur kas brangiau, butai juose – brangesni nei įprastuose namuose, tad vargu ar sulauktų daug pirkėjų.

Tai mūsų tikslas – apklausos būdu įvertinti gyventojų požiūrį į naujovišką būstą su įdiegtais alternatyviais energijos šaltiniais ir būsimam daugiabučiui pasiūlyta metodika parinkti AES, parodyti jų efektyvumą,

kad sudomintų projekto vykdytojus svarstyti alternatyvios energijos naudojimo galimybes.

Todėl buvo nuspręsta pasinaudoti dar Lietuvoje nelabai naudojamais metodais. Parenkant AES pasinaudoti SENTRO projekto metu sukurtu įrankiu, o pasirinktų sistemų tyrimą su RETScreen programa.

Tuo metu kai vyko projektas (2007–2009 m.) pastatų energetinio efektyvumo direktyva reikalavo, kad pastatams virš 1000 m² turėtų būti apsvartyta galimybė diegti alternatyvias energijos sistemas. Todėl ir SENTRO įrankis orientuotas į didelius pastatus. Bet galima manyti, kad šį įrankį galima naudoti ir individualiam namui, gal nevisi punktai tiks, bet principas sistemų parinkimo panašus. Įrankis skirtas įvertinti, kurios iš visos eilės galimų AES yra preliminariai tinkamos konkrečiam pastatui ir galėtų būti toliau detaliai nagrinėjamos galimybių studijoje.

Naudojant šį įrankį taip pat galima atrinkti ir keletą AES, kurios galėtų būti derinamos kartu įprastinėmis energijos tiekimo sistemomis. Rekomenduojama atrinkti bent dvi AES detaliam nagrinėjimui. Taip pat, naudojantis įrankiu identifikuojami iššūkiai ir tolimesni veiksmai sekančiuose energijos sistemos parinkimo etapuose, susiję su duomenų ar žinių stoka ir pan. Šis įrankis orientuotas į praktikus, t. y. žmones priimančius sprendimus dėl pastato energetinės sistemos: užsakovus, architektus, projektuotojus (turinčius atitinkamų žinių). Todėl natūralu, kad eilinis vartotojas besidomintis alternatyviomis energijos sistemomis sugaiš žymiai daugiau laiko ar kažko nežinos.

Svarbu suprasti, kad šis įrankis nėra skirtas galimybių studijoms paruošti. Tai tik priemonė, kuri padeda greitai ir paprastai atmesti visiškai konkrečiam pastatui netinkamas AES sistemas.

Įrankio sudarytas taip, kad antrajame žingsnyje kiekviena AES yra įvertinama pagal techninius, finansinius, organizacinius ir gamtosauginius aspektus. Kiekvienas įvertinamas parametras turi savo svorinį koeficientą, kuris yra įrašomas pirmame įrankio, sukurtame MS Excel pagrindu, puslapyje. SENTRO projektas pateikė tam tikrus koeficientus, bet kitame skyriuje parinkdami AES nepasikliausime vien šiais pateiktais, dar atliksime gyventojų apklausą ir sudarysime savo koeficientus ir juos sulyguosime.

Parinkę sistemas su RETScreen nustatysime jų efektyvumą. Ši programinė įranga yra nemokama ir prieinama visiems vartotojams, kurie turi prieigą prie interneto. Skaičiavimo metodikos kiekvienas technologijos modelis yra unikalus, tačiau visais atvejais algoritmai supaprastinti, siekiant sumažinti skaičiavimo laiką.

Galima atlikti ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų sumažinimo analizę. Programos skaičiuoja CO₂ ekvivalentą naudingai kWh skirtingiems energijos šaltiniams. Programinė įranga turi duomenų bazes, vartotojui nėra būtina detaliai suprasti gyvavimo ciklo įvertinimo metodologiją. Programa leidžia paprastai ir greitai atlikti gamtosauginį įvertinimą.

Programų paketai turi produktų sąrašus, duomenų bazes (kainų, klimato). Iškilus neaiškumams, bet kada galima atsiversti vartotojo žinyną internete. Programos pagalba akivaizdžiai galima sumažinti laiko ir pinigines sąnaudas, norint parengti projekto atsiperkamumo ar pagrįstumo studiją.

RETScreen programos vienas iš trūkumų yra tas, kad nėra programos išverstos į lietuvių kalbą ir šiai programai perprasti reikia laiko. Tad Lietuvoje ši programa dar nėra itin naudojama.

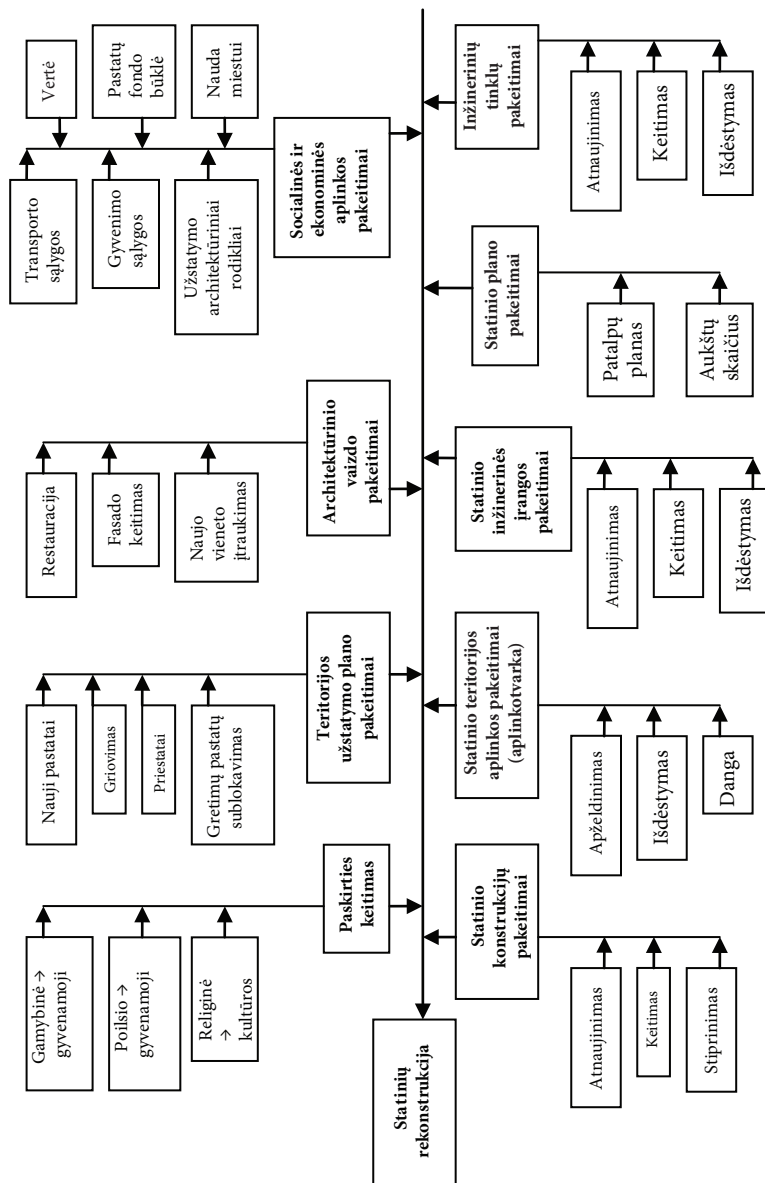
Galutinis tikslas RETScreen švarios energijos sprendimų paramos centro yra padėti pasiekti daugiau ir geresnių švarios energijos projektų.

10. PASYVIOJO NAMO KONCEPCIJA PASTATŲ MODERNIZAVIME

10.1. Susisteminta statinių rekonstrukcija samprata

Šiame skyriuje pateikiama susisteminta statinių rekonstrukcijos samprata (10.1 pav.). Aiškiausiai suprantami pakeitimai – vykstantys apibrėžtoje teritorijoje: statinio bei jo sklypo plane. Čia gali būti vykdomi įvairūs rekonstrukcijos darbai, įskaitant laikančiųjų konstrukcijų keitimą ar atnaujinimą, patalpų plano keitimą, inžinerinės įrangos atnaujinimą, antstatų ar priestatų statymą bei netinkamų naudojimui statinių griovimą ar pastatų apšiltinimą ar aplinkos pertvarkymą. Vertinant plačiąją prasmę, rekonstrukcijos sąvoka apima ir statinio ar žemės sklypo paskirties keitimą bei su juo susijusius darbus: gamybinės paskirties statiniuose įrengiami šiuolaikines komforto sąlygas atitinkantys butai, sodo sklypas su poilsio paskirties pastatu rekonstruojamas į namų ūkio valdą. Taip pat aiškiai iš Statybos įstatymo rekonstrukcijos darbams priskiriami ir inžinerinių tinklų pakeitimai: plečiamas gatvių tinklas, platinami keliai, statomi viadukai. Rekonstrukcijos sąvoka suprantama plačiau – jai priskiriami ne tik Statybos įstatyme išvardinti darbai. Į šią sąvoką įtraukiami ir pakeitimai vykdomi miesto ar gyvenvietės mastu: keičiamas tam tikro miesto vieneto (seniūnijos, gatvės, statinių komplekso) vaizdas.

Prie šio tipo teritorijų rekonstrukcijos pavyzdžių galima priskirti: statinių komplekso griovimas ir jo vietoje statomas kitos paskirties statinių kompleksas; esamame architektūriniame statinių ansamblyje priderinamas šiuolaikinėmis medžiagomis ir technologijomis pastatytas naujas statinys; negyvenamosios paskirties statinių keitimas į gyvenamąją įrengiant šiuolaikinius komforto standartus ir gyvenimo sąlygas atitinkančius butus; istoriškai svarbaus statinių komplekso nauja statyba atkuriant istoriniuose šaltiniuose užfiksuotą vaizdą šiuolaikinėmis technologijomis ir medžiagomis. Į rekonstrukcijos sąvoką įtraukiami ir socialinės bei ekonominės aplinkos pakeitimai: gyvenimo



10.1 pav. Susisteminta statinių rekonstrukcijos samprata

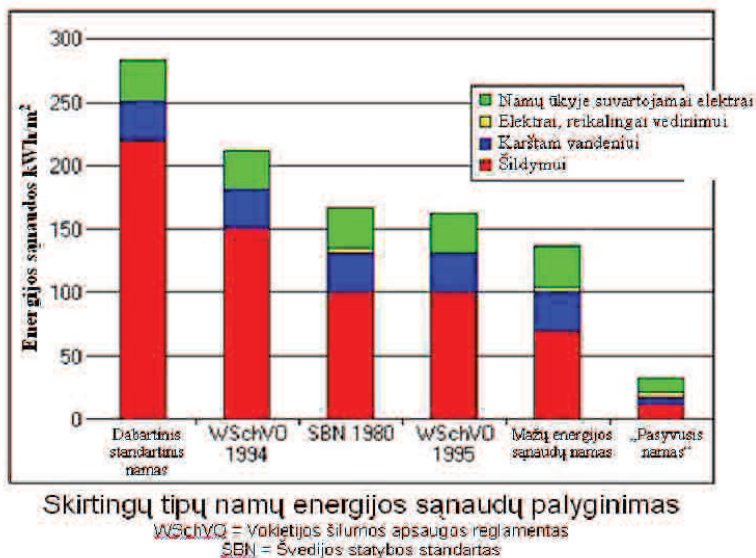
sąlygų gerinimas atsižvelgiant į užstatymo architektūrinius rodiklius, žaliųjų zonų, gatvių tinklo bei transporto eismo sąlygas, taip pat komforto kriterijų kaita ir turto vertės didinimo galimybės atsižvelgiant į pastatų fondo būklę. Susisteminta statinių rekonstrukcijos samprata pateikta 10.1 paveiksle.

10.2. Pasyviojo namo koncepcija apibendrinus skirtingų šalių patirtį

Susisteminus statinių rekonstrukcijos sampratą, toliau pateiksime Pasyviojo namo koncepciją. Pasyviojo namo standartas, pirmiausia buvo apibrėžtas Pasyviojo namo Institute (vok. *Passivhaus Institut*) Vokietijoje daktaro W. Feist. Siekiant šio tipo pastato privalumus parodyti realiais pavyzdžiais, 1990 metais Darmstadt mieste, Vokietijoje, buvo pastatytas pirmasis Pasyvusis namas. Grafinį palyginimą Pasyviojo namo energijos sąnaudų su kitų Vokietijoje statytų namų sąnaudomis pateikiame 10.2 paveiksle. Jame galima pastebėti kaip vaizdžiai skiriasi Pasyviojo namo ir kitų namų energijos sąnaudos.

Po pirmojo Pasyviojo namo projekto įgyvendinimo Vokietijoje, kitose šalyse, tokiose kaip Austrija, Skandinavijos šalys, Jungtinėse Amerikos Valstijose ir pan., taip pat buvo pradėti statyti Pasyvieji namai, kurių šiuo metu yra apie 15–20 tūkstančių. Populiarėjant šio tipo pastatams, kiekvienoje valstybėje buvo pritaikytas Pasyviojo namo standartas pagal kiekvienos klimata, statybos tradicijas bei gyventojų poreikius. Šiuos skirtumus galima išžvelgti 10.1 lentelėje, kurioje pateikti Pasyviojo namo sprendimai bei jų taikymas Airijoje, Jungtinėse Amerikos Valstijose ir Švedijoje. Taip pat palyginimui pateikti ir Lietuvoje taikomi, Statybos Techniniame Reglamente STR 2.01.09:2005 „Pastatų energinis naudingumas. Energetinio naudingumo sertifikavimas“, priede Nr. 2, apibrėžti, šilumos energijos išsaugojimo reikalavimai. Šioje lentelėje pasirinkti sprendimai yra vieni pagrindinių apibūdinant Pasyviojo namo standartus, taikomus kiekvienoje šalyje.

Tai: atitvarų šilumos izoliacinės savybės – šioje grafoje galima palyginti su Lietuvoje taikomais energetinio naudingumo standartais; šilumos panaudojimo bei oro kokybės kūrimo charakteristikos, karšto vandens paruošimo būdai, pasyvios saulės energijos panaudojimo būdai, taip pat efektyvūs elektros energijos vartojimo būdai bei Pasyviajame name galimi taikyti atsinaujinantys šaltiniai.



10.2 pav. Skirtingų tipų namų energijos sąnaudų palyginimas

Sugretinus skirtingose šalyse taikomus Pasyviojo namo standartus, galima pastebėti, jog Airijoje ir JAV taikomi standartai daugumoje sprendimų yra tokie patys, o Švedijoje taikomas standartas kiek skiriasi nuo šių dvejų šalių. Tuo tarpu Lietuvoje taikomi standartai būstui kardinaliai skiriasi nuo Pasyviojo namo standarto – leidžiamosios šilumos izoliacijos reikšmės beveik dvigubai didesnės.

10.1 lentelė. Pasyviojo namo standartų, taikomų Airijoje, JAV, Švedijoje, bei reikalavimų būstui, taikomų Lietuvoje, palyginimas

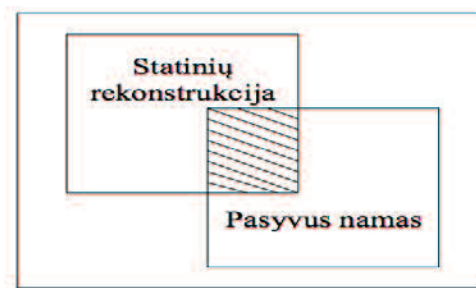
Sprendimas	Pasyviojo namo standartas, pritaikytas Airijai [31]	Pasyviojo namo standartas, pritaikytas JAV [61]	Pasyviojo namo standartas, pritaikytas Švedijai [32]	STR reikalavimai Lietuvoje [42]
<i>1. Atitvarų šilumos izoliacija</i>				
Sienų izoliacija	$U < 0.175 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U < 0.175 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_N = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
Stogo izoliacija	$U < 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U < 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0.08 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_N = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$
Grindų izoliacija	$U < 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U < 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0.11 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_N = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$
Langų rėmai, durys	$U < 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U < 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_N = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
Langų stiklai	$U < 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U < 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0.85 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_N = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
Šalčio tilteliai (Linijinis šilumos perdavimo koeficientas)	$\Psi < 0.01 \text{ W/mK}$	$\Psi < 0.01 \text{ W/mK}$		$\Psi = 0,18 \text{ W/mK}$
Sandarumas (oro kaita)	$< 0.6 \text{ ach}$ (oro kaita per valandą), esant 50Pa	$< 0.6 \text{ ach}$ (oro kaita per valandą), esant 50Pa	0.3 l/s, m ² , esant 50Pa	
<i>2. Šilumos panaudojimas / Oro kokybė</i>				
Vėdinamo oro srautas perreinantis per rekuperatorių	Šilumos panaudojimo koeficientas $> 75\%$	Šilumos panaudojimo koeficientas $> 75\%$	Šilumos panaudojimo koeficientas $> 80\%$	
Minimalus patalpų šildymas	Pašildyto oro cirkuliacija/ Mažos temperatūros šildymas	Pašildyto oro cirkuliacija	Pašildyto oro cirkuliacija	
Efektyvi mažos talpos šildymo sistema	Biomasė, dujos ir pan.	Biomasė, dujos ir pan.	Biomasė, dujos ir pan.	

Sprendimas	Pasyviojo namo standartas, pritaikytas Airijai [31]	Pasyviojo namo standartas, pritaikytas JAV [61]	Pasyviojo namo standartas, pritaikytas Švedijai [32]	STR reikalavimai Lietuvoje [42]
Vidutinis tiekiamos energijos poreikis		$\leq 15 \text{ kWh/m}^2$ per metus	68 kWh/m^2 per metus	
3. Karšto vandens paruošimas	Biomasė, dujos, šilumos siurblys ir pan.	Biomasė, dujos, šilumos siurblys, elektra ir pan.	Biomasė, dujos, šilumos siurblys ir pan.	
Karšto vandens paruošimo cilindras ir vamzdžiai gerai izoliuoti	Taikoma	Taikoma	Taikoma	
Saulės šiluminė sistema	Rekomenduojama	Rekomenduojama	Rekomenduojama	
4. Pasyvios saulės nauda				
Langų stiklai	Saulės energijos pralaidumo koeficientas $g > 50\%$			
Karšto vandens paruošimas naudojant saulės energiją	Skaičiuojamas pagal namo dydį ir užimtumą	Skaičiuojamas pagal namo dydį ir užimtumą	Skaičiuojamas pagal namo dydį ir užimtumą	
Langų orientavimas pagal pasaulio šalis	Mažiausia langų, orientuotų į šiaurę	Mažiausia langų, orientuotų į šiaurę	Mažiausia langų, orientuotų į šiaurę	
5. Efektyvus elektros vartojimas				
Efektyviai elektrą naudojanti buitinė technika	Rekomenduojama	Rekomenduojama	Rekomenduojama	

Sprendimas	Pasyviojo namo standartas, pritaikytas Airijai [31]	Pasyviojo namo standartas, pritaikytas JAV [61]	Pasyviojo namo standartas, pritaikytas Švedijai [32]	STR reikalavimai Lietuvoje [42]
Karšto vandens prijungimas prie skalbimo, indų plovimo mašinų	Rekomenduojama	Rekomenduojama	Rekomenduojama	
Kompaktiškas fluorescencinis apšvietimas	Rekomenduojama	Rekomenduojama	Rekomenduojama	
Reguliari ventiliacinių filtrų priežiūra	Rekomenduojama	Rekomenduojama	Rekomenduojama	
6. Atsinaujinantys šaltiniai				
Saulės šilumos sistema	Rekomenduojama	Rekomenduojama	Rekomenduojama	
Biomasė	Rekomenduojama	Rekomenduojama	Rekomenduojama	
Fotoelektra	Taikymas kiekvienu atskiru atveju	Taikymas kiekvienu atskiru atveju	Taikymas kiekvienu atskiru atveju	
Vėjo turbina	Taikymas kiekvienu atskiru atveju	Taikymas kiekvienu atskiru atveju	Taikymas kiekvienu atskiru atveju	
Kiti, įskaitant geoterminius šaltinius	Taikymas kiekvienu atskiru atveju	Taikymas kiekvienu atskiru atveju	Taikymas kiekvienu atskiru atveju	

10.3. Statinių rekonstrukcijos ir Pasyviojo namo idėjų sintezė

Statinių rekonstrukcija ir Pasyvusis namas atskirai vienas nuo kito egzistuoja, tačiau ar galima apjungti šias dvi idėjas – ar galima rekonstruoti statinius taikant Pasyviojo namo koncepciją. Ar atsirastų savybių, būdingų abiems reiškiniams, kaip pavaizduota 10.3 paveiksle.



10.3 pav. Statinių rekonstrukcijos ir Pasyviojo namo idėjų sujungimas

Sugretinus statinių rekonstrukcijos ir Pasyviojo namo tikslus bei siekiamybes, galima pastebėti, jog jie neprieštarauja vienas kitam:

- Rekonstrukcijos tikslas yra iš esmės pertvarkyti pastatą, atsižvelgiant į šiuolaikinius reikalavimus ir ateitį, o Pasyviojo namo tikslas – efektyviai naudojama energija, komfortas ir sveika vidaus aplinka. Šie abu tikslai yra bendrai pasiekiami, o jų svarbiausias rezultatas – geresnė gyvenimo kokybė;
- Rekonstruojant siekiama spręsti socialinius, statybos bei techniniai uždavinius, o Pasyviojo namo atveju – šildymo kaštų minimizavimo ir šilumos naudos maksimizavimo. Čia galima išskirti bendrą siekiamybę spręsti socialines problemas siekiant ekonomiškumo ir pastatų fondo būklės gerinimo;
- Rekonstruojant pastatą ar statant Pasyvųjį namą gali būti taikomi įvairūs konstrukciniai sprendimai, dizaino strategijos ir visa tai yra pritaikoma bet kokiam pastato tipui.

Galimybę suderinti statinių rekonstrukciją ir Pasyviojo namo koncepciją galima parodyti ir užsienio šalyse įgyvendintais pavyzdžiais.

10.4. Geriausios užsienio praktikos pavyzdžių analizė

10.4.1 Energetinio efektyvumo svarba

Siekiant mažinti poveikį aplinkai ir taupyti gamtinius išteklius, galima vadovautis energetinio efektyvumo piramide, kurios žemiausiame

lygmenyje nurodoma pirmiausia taupyti iškastinį kurą ir skatinti efektyvią gamybą taupant energiją. Antrasis lygmuo – darnios, atsinaujinančios energijos naudojimas ir iškastinio kuro atsisakymas. Aukščiausiam lygmenyje yra skatinama sumažinti energijos poreikį vengiant atliekų ir diegiant energijos taupymo priemones (10.4 pav.).

Toliau pateikiami pavyzdžiai, kaip užsienio valstybėse (Danijoje, Vokietijoje ir Austrijoje) sprendžiami energijos taupymo klausimai statant naujus pastatus ir modernizuojant senus.

Danijos geriausia patirtis. Danijoje ypač didelis dėmesys skiriamas energijos taupymui ir atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimo skatinimui. Vėjo jėgainės, saulės kolektoriai ir naujausios statybos medžiagos plačiai naudojamos visoje šalyje. Tiek gyvenamieji namai, tiek biurai ar administraciniai pastatai statomi pagal naujausius reikalavimus ir koncepcijas. Toliau darbe aptariami keli išskirtiniai pavyzdžiai Danijoje.



10.4 pav. Energetinio efektyvumo piramidė (Rockwool 2012)

Green Lighthouse (Žaliasis švyturys). Green Lighthouse (10.5 pav.) yra Kopenhagos universiteto taikomųjų mokslų fakulteto pastatas, kuriame dirba 30 darbuotojų, o jo plotas 950 m². Tai pirmasis Danijoje anglies dvideginio neišskiriantis pastatas. Jis buvo pastatytas 2009 metais glaudžiai bendradarbiaujant viešajam ir privačiajam sektoriams. Pastatas buvo suprojektuotas 2007, pradėtas statyti 2008.

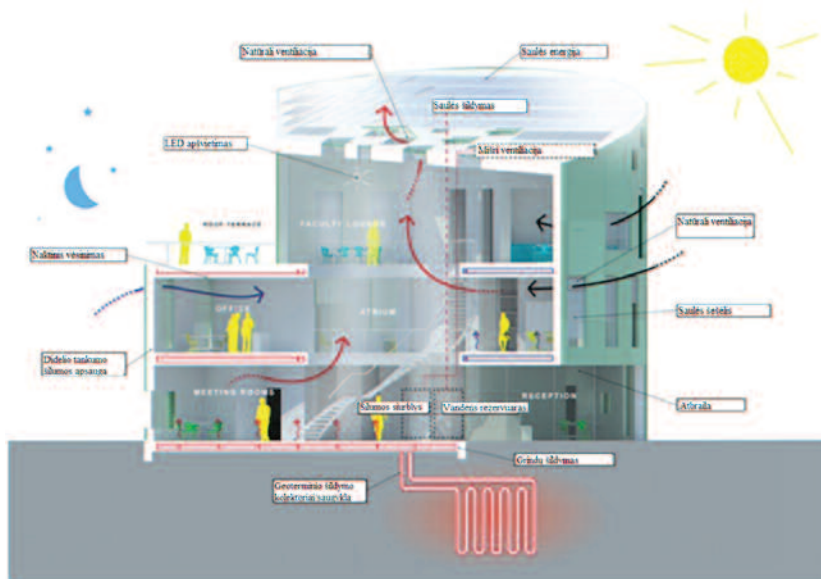


10.5 pav. Pastato vaizdas išorėje ir viduje (Meinhold 2009)

Energijos koncepcija. Statant *Green Lighthouse*, pagrindinis tikslas buvo jį padaryti neišskiriančiu anglies dvideginio. Jame derinamas centrinis šildymas, saulės baterijos, saulės šiluma ir vėsinimas bei sezoninis sandėliavimas (10.6 pav.). Ši energijos koncepcija yra naujo tipo sprendimas: centrinis šildymas naudojamas šilumos siurbliui vietoje elektros energijos, taigi išskiriama mažiau CO₂. Užtikrinamas geriausias įmanomas atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimas. Saulės energija naudojama tiek šaldymui vasarą, tiek šilumos siurblio efektyvumo didinimui žiemą. Saulės energija gaunama per į pietus orientuotus langus. Ji naudojama grindų šildymui, o kai to nereikia, saugoma žemėje. Šilumos siurblys paskirsto saulės ir geoterminį šildymą bei šaldymą pastate (Saxton 2009).

Keleto energijos šaltinių derinimas pasiskirsto taip (Saxton 2009):

- 35 % sudaro saulės energija, pagaminama saulės kolektorių, esančių ant stogo, ir geoterminė šiluma, išgaunama šilumos siurblio pagalba;
- 65 % sudaro aplinkai nekenkiantis centrinis šildymas, kuriam naudojama apie 35 % atsinaujinančios energijos;
- Šilumos siurblys padidina centrinio šildymo efektyvumą maždaug 30 %;
- 76 m² stogo ploto užimantys saulės elementai yra pagrindinis elektros šaltinis apšvietimui, ventiliacijai ir siurbliams. Metinė centrinio šildymo kaina yra apie 5200 Lt. Toks projektas pirmą kartą vykdomas Danijoje. Jis galėtų ateityje būti taikomas biurų ir pramoninių pastatų statybai daugelyje Europos šalių.

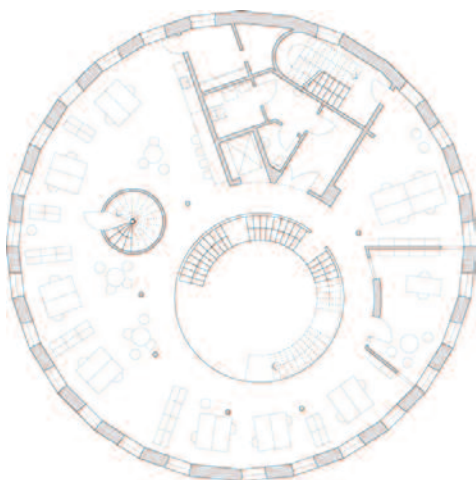


10.6 pav. Pastato sistemos (Meinhold 2009)

Klimatas pastato viduje. Green Lighthouse pastate dienos šviesa yra pagrindinis šviesos šaltinis. Todėl ši idėja buvo apsvarstyta iki smulkmenų. Pastatas yra apvalus ir turi vidinį branduolį, kuris laiko centrinius laiptus, suteikia ventiliaciją (veikia kaip kaminas) bei leidžia sklisti šviesai pro stoglangius (10.7 pav.).

Pastatas buvo suprojektuotas taip, kad pro 16 stoge esančių langų patenkanti šviesa pasiskirstytų visose patalpose. Laiptai atveria ir padidina pastato erdvę.

Dienos šviesos charakteristika įvertinama dienos šviesos faktoriumi. Jis darbo vietoje turi siekti 3 %, o koridoriuose 2 %. Tai reiškia, kad dienos šviesa patenka į visas patalpas. Taip pat ji yra aktyvi energijos taupymo strategija. Pastate įmontuoti šviesos jutikliai reguliuoja dirbtinę šviesą taip sumažindami elektros energijos poreikį. Panaikinus stoglangius, dirbtinio apšvietimo poreikis padidėtų keturis kartus.



10.7 pav. Pastato planas (Meinhold 2009)

Aplinka. Žvelgiant iš architektūrinės pusės, namas buvo suprojektuotas įvertinant į saulės sukimąsi dienos metu, nes saulė – reikšmingiausias energijos šaltinis pastate. Žalias pastato fasadas pagamintas iš lengvų plokščių, taigi sumažinus medžiagų svorį, sumažėjo ir transportavimo išlaidos.

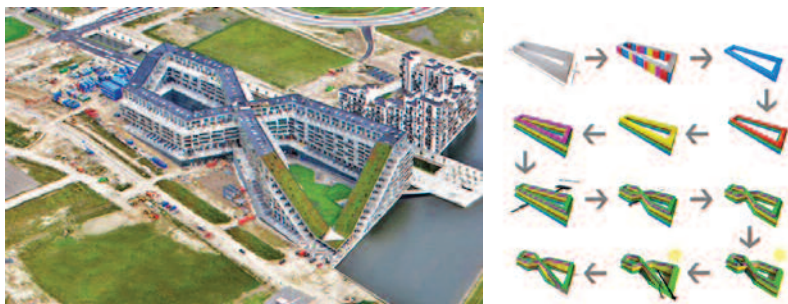
8 House projektas. Kopenhagoje esantis gyvenamasis namas, vadinamas *8 House*, buvo baigtas statyti 2010 metų gruodžio mėnesį. Pastato dydis 61,000 m², jame įrengti 476 butai. Investicijos į šį pastatą – 92 mln. eurų / 324,576 mln. litų. Savininkas – Danų bendrovė *St. Frederikslund Holding*.

Didžiausio architektų *Ingels* suprojektuotas gyvenamasis projektas Kopenhagoje, kuriame yra ir komercinės patalpos, ir bendrosios erdvės, tikslas buvo sukurti pastatą bendruomenei. Pastatas yra toli nuo miesto centro, tačiau su miestu jis bus sujungtas naujai tiesiama metro linija.

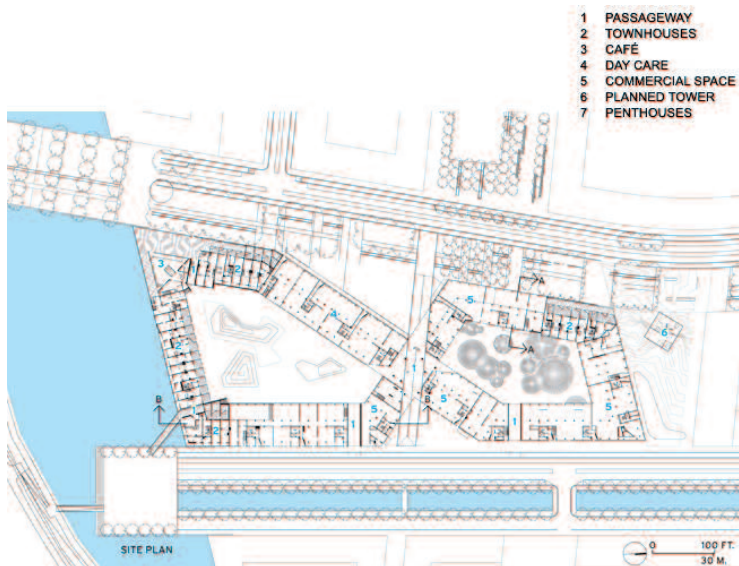
Pastatas buvo pradėtas projektuoti 2006 metais, prieš nekilnojamojo turto krizę. Pastato konstrukcija yra išskirtinė (10.8 pav.): projektuotojai stačiakampio formos pastatą performavo į aštuoneto formą taip, kad jis turėtų du vidinius kiemus. Pastatas buvo formuojamas

lygmenimis. Pirmasis aukštas skirtas komerciniam naudojimui, įskaitant prekybos plotą, kavinę, dienos priežiūros centrą ir biurus, kurie yra pasiekiami iš gatvės pusės. Kituose aukštuose suprojektuoti butai ir mansardos. Siekiant, kad visus butus pasiektų dienos šviesa, šiaurės rytuose esantis pastato kampas buvo pakeltas iki 10 aukštų, o pietvakarinis kampas sumažintas iki 1 aukšto. Pastato išskirtinumas – atvira laiptinė, esanti aplink visą pastatą – tiek laiptai, tiek nuožulnus takas. Einant šiuo taku, galima patekti į mansardas ir dalį butų. Tai sukuria bendruomenės jausmą ir leidžia geriau panaudoti erdves. Pastate geriausiai atskleisti visi privalumai: butuose matomas geras vaizdas pro langą, patenka saulės šviesa ir grynas oras, o tuo tarpu į biurus paprasčia patekti tiesiai iš gatvės.

Šis pastatas – pavyzdys, kaip geriausiai panaudoti saulės šviesą orientuojant kuo daugiau pastato langų į pietus. Taip pat apželdintas stogas ir darniai sutvarkyta aplinka, su vaikų žaidimų aikštelėmis, plotu sportui ir kita infrastruktūra yra projektavimo pavyzdys (10.9 pav.). Šis pastatas atitinka darnios statybos principus, ir, nors yra miesto pakraštyje, aplink jį išvystyta visa infrastruktūra, o aplink jį esantys neužstatyti plotai ateityje suteikia galimybę įrengti visą darnios statybos principus atitinkantį rajoną.



10.8 pav. Pastato konstrukcija (David 2010)



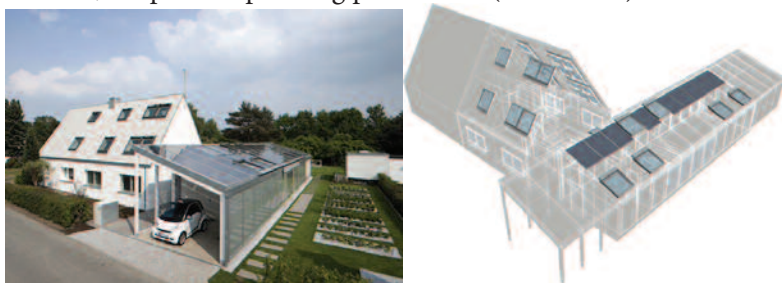
10.9 pav. Pastato planas (Bjarke Ingels Group 2012)

Vokietijos geriausia patirtis. *LichtAktiv Haus* projektas. Vokietijoje, Hamburge, atliktas tradicinio gyvenamojo namo modernizavimo projektas, kuriam pritaikyta energetiškai efektyvi architektūra, siekiant sukurti komfortišką ir modernią gyvenamąją aplinką. Name įrengti saulės kolektoriai, daugybė langų fasade ir stoge, natūrali ventiliacijos sistema siekiant jį padaryti neišskiriančiu anglies dvideginio.

Modernizacija. Pastate buvo siekiama sukurti atvirą gyvenamąją erdvę, atsižvelgiant į finansinius išteklius, energetinį efektyvumą ir didesnio gyvenamojo ploto poreikį. Pastato aukštis paliktas toks pat, pakeistas tik stogas ir sumontuoti stoglangiai, leidžiantys patekti saulės šviesai į viršutinį aukštą. Ant stogo taip pat įrengti saulės kolektoriai. Įrengtas naujas išėjimas į kiemą su gražiu vaizdu (10.10 pav.). Surinktas lietaus vanduo panaudojamas skalbimo mašinai, tualetams ir sodo laistymui.

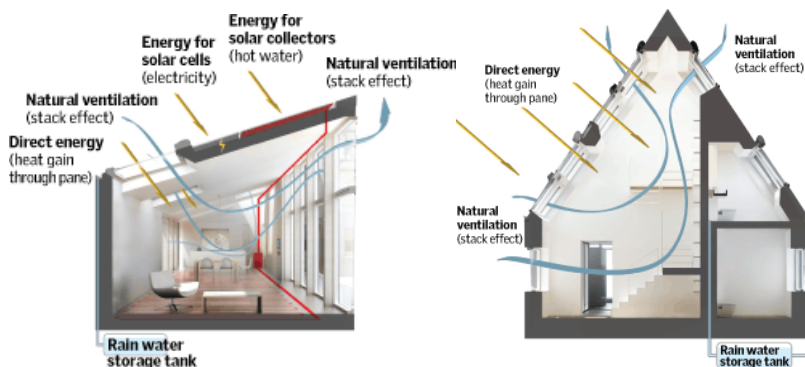
Dienos šviesa. Ekspertams įvertinus dienos šviesos faktoriaus efektyvumą, name buvo sumontuoti papildomi langai. Virtuvėje, valgomajame ir miegamajame dienos šviesos faktorius siekia 5 ir daugiau procentų,

o svetainėje vidutiniškai 10 %. Tai reiškia, kad normalią dieną jokios papildomos šviesos nereikia. Patenkančio dienos šviesos srautas pastate reguliuojamas markizėmis, kurios automatiškai įleidžia saulės šviesą ir orą, arba nusileidžia, kai pastatas per daug prišildomas (Velux 2012).



10.10 pav. Pastato fasadas ir konstrukcija (Velux 2012)

Ventiliacija Automatiškai reguliuojami stoglangiai panaikina ventiliacijos šachtų poreikį pastate. Priklausomai nuo temperatūros, CO₂ kiekio ir drėgmės, saulės energiją naudojanti kontrolės sistema automatiškai atidaro ir uždaro langus. Sistema efektyviausiai veikia atidarius kelis fasado ir stogo langus vienu metu, nes dėl skirtingame aukštyje esančių langų sukuriamas kamino efektas. Šiltas ir tvankus oras išleidžiamas pro stoglangius, o pro žemiau esančius langus patenka šviežias, vėsesnis oras (10.11 pav.).

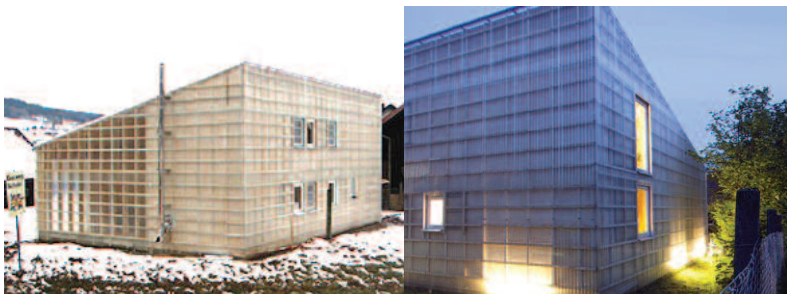


10.11 pav. LichtAktiv Haus pastato sistemos (Velux 2012)

Šildymo sistema. Pastate įrengtas oro-vandens tipo šilumos siurblys, kuris veikia kartu su saulės kolektoriais ir tiekia namui tiek šildymą, tiek karštą vandenį. Name įrengti 75 m² ploto saulės kolektoriai, kurių sukaupta energija panaudojama šilumos siurblio darbui ir elektros energijai pastate.

Energie.spar.haus projektas. 2010 m. Vokietijos architektų sąjungos Bavarijos prizo vienbučio gyvenamojo namo kategorijoje nugalėjo ant gelžbetoninių pamatinių plokščių pastatytas namas iš medinių konstrukcijų. Stogas ir fasadas uždengti permatomais banguotais lakštais, per kuriuos galima matyti OSB plokštėmis uždengtas sienas (10.12 pav.). Pastatas savo konstrukcija neišsiskiria iš aplink esančių pastatų. Į pietus orientuotas fasadas yra vienas šilumos šaltinių. Didelė bendra erdvė naudojama vasarą, o tuo tarpu žiemą gyventojai daugiau laiko praleidžia mažesnėse patalpose. Šis pastatas įvertintas kaip puikus išteklių taupymo ir darnios statybos pavyzdys (BDA 2010).

Pastatas aprūpinamas šiluma ir karštu vandeniu saulės kolektorių ir papildomo katilo pagalba. Namui šildyti reikia vieno kubinio metro medienos per metus – tiek, kiek per metus sukaupiami sode.



10.12 pav. Energiją taupantis namas Vokietijoje (BDA 2010)

Žalias miestas. Vokietijos miestelis Vaubaną (Vauban) siekiama padaryti „žaliu miestu“. Tai 5,3 tūkst. gyventojų turintis universitetinio miesto Freiburgo priemiestis. Jame uždrausta važiuoti automobiliais. Žmonėms leidžiama naudotis tik dviračiais ir viešuoju transportu. Vietoje kai

kurių gatvių čia atsirado vejos ir gėlynai. Automobilius galima statyti tik viešose automobilių stovėjimo aikštelėse. Už miestelio ribų esančios stovėjimo aikštelės yra privačios, jose laikyti automobilį per metus kainuoja 20 tūkstančių eurų / 69 tūkstančius litų.

Šis gyvenamasis rajonas yra draugiškas aplinkai, jame organiškai auginamas maistas, naudojama atsinaujinanti energija, o visi namai pastatyti naudojant energiją taupančias sistemas. Vaubanas įkurtas buvusio prancūzų karinio poligono vietoje, pradėtas statyti 1990, o baigtas 2006 metais. Už žemę gyvenamojo rajono įkūrimui Freiburgo miestas sumokėjo 20 milijonų eurų / 69 milijonus litų. Apytikslė investicijų apimtis sudaro 500 milijonų eurų / 1,7 milijardo litų. Vystymo plane yra tam tikri pastatų projektavimo nurodymai, pavyzdžiui, vienbučių gyvenamųjų namų statyba neleidžiama kaip neatitinkanti kompaktiško miesto principų (Vauban 2012).

Pagrindiniai projekto tikslai:

- darbo ir gyvenamojo ploto balansas;
- socialinių grupių balansas;
- teritorijų suskaidymas į mažas aikšteles;
- 60 metų senumo medžių išsaugojimas;
- pirmenybės teikimas pėstiesiems, dviratininkams ir viešajam transportui;
- trumpo nuotolio šildymo sistema;
- visi pastatai paremti mažai energijos sunaudojančių pastatų standartu (65 kWh/m^2);
- lengvatos pastatams, pasiekiantiems pasyvaus namo standartą (15 kWh/m^2) specialiose teritorijose;
- platus ekologiškų statybinių medžiagų ir saulės energijos panaudojimas;
- lietaus vandens surinkimas, ekologiškos santechnikos sistemos;
- išvystyta infrastruktūra (pradinė mokykla, vaikų darželiai, parduotuvės, viešos žalios erdvės, kultūros centrai);
- pastatų formų įvairovė.

Iš viso Vaubane nuo 1990 metų įrengti 596 kambariai studentams ir 1407 būsto vienetai gyventojams.

Energijos koncepcija. Visi nauji pastatai statomi pagal mažai energijos sunaudojančių pastatų standartą (65 kWh/m^2), kai tuo tarpu vidutinis namų, pastatytų tarp 1995 ir 2000 metų Vokietijoje, energijos standartas yra 100 kWh/m^2 , o senesnių pastatų – 200 kWh/m^2 . 42 pastatai Vaubano rajone buvo pastatyti pagal pasyvaus namo standartą pirmuoju vystymo etapu, dar 50 namų – antruoju. Šiems pasyviems namams nereikia šilumos energijos iš šalies, pakanka gaunamos saulės energijos ir techniškai paprastos šilumą grąžinančios vėdinimo sistemos. 10 namų yra pliusinės energijos, ateityje tokių namų planuojama pastatyti iki 200. 2001 metų sausį buvo nuspręsta prie rajono šildymo sistemos prijungti didelio efektyvumo kogeneracijos jėgainę, naudojančią medžio drožles. Vaubanas taip pat yra vienas didžiausių Europoje saulės energiją naudojančių rajonų.

Transportas. Mieste siekiama sumažinti automobilių naudojimą viename rajone visų naudai. Vaubano vystymo plane uždraustas automobilių statymo plotas privačioje nuosavybėje. Automobiliai statomi už gyvenamojo ploto teritorijos. Greitis teritorijoje ribojamas iki 30 km/h , gyvenamojoje teritorijoje – 5 km/h . Siekiant įgyvendinti šią idėją, buvo sukurta asociacija teisiniam koncepcijos įforminimui.

Vanduo. Lietaus vandens surinkimo sistema dengia 80 % gyvenamosios zonos. Nuotekų surinkimo sistema vakuuminiais vamzdžiais transportuoja nuotekas į biudujų jėgainę. Pagamintos biodujos naudojamos buityje, o likęs nuotekų vanduo išvalytas vėl grąžinamas į vandens sistemą.

Ekologinis ir ekonominis efektas. Ekologijos institutas (Öko-Institut) pirmą kartą atliko miesto analizę įvertindamas pastatus, infrastruktūrą, elektros tiekimą, šilumos tiekimą, vandenį ir atliekas, transportą ir pan. Buvo gauti tokie rezultatai (Vauban 2012):

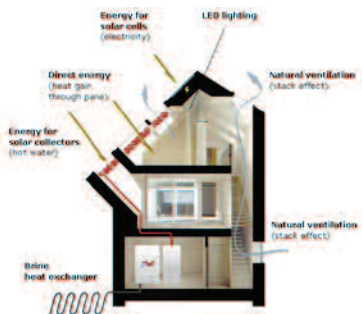
- energijos sutaupymai per metus – 28 GJ ;
- sumažėjusi CO_2 emisija – 2100 t ;
- sieros dioksido (SO_2) kiekis sumažėjo iki 4 t per metus;
- mineralinių išteklių sutaupymai – 1600 t .

Remiantis Vaubano rajono pavyzdžiu, Kalifornijoje taip pat rengiamas panašaus miestelio projektas. Vokietijoje šis rajonas laikomas pavyzdiniu, kaip galima gyventi be automobilių, taupant energiją ir kuo mažiau kenkiant aplinkai.

Pavyzdžiai Austrijoje. *Sunlighthouse projektas.* 2010 metais buvo pastatytas pirmasis Austrijoje anglies dvideginio neišskiriantis namas. 42 % jo ploto sudaro langai, taigi taip padidinamas patenkančios dienos šviesos kiekis.

Pastato vėdinimas veikia dviem būdais. Šildymo sezonu veikia šilumos grąžinimo ventiliacijos sistema. Pavasarį ši sistema išsijungia ir patalpos vėdinamos automatiškai atidarant langus. Jutikliais matuojama išorės ir vidaus temperatūra, CO₂ kiekis ir drėgmė. Atitinkamai atidaromi arba uždaromi pastato langai. Automatiškai reguliuojama ir apsauga nuo saulės.

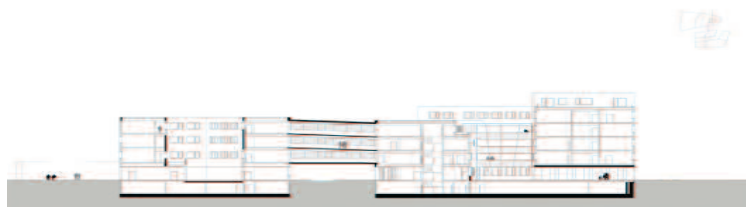
Pastate įrengtas geoterminis šildymas, o karštas vanduo šildomas saulės kolektorių pagalba. Šis pastatas pagamina daugiau energijos nei sunaudoja, taigi jį galima vadinti plusinės energijos pastatu. Pastato energijos poreikis metams yra 50 kWh/m², o jis pagamina 63 kWh/m² energijos (10.13 pav.).



10.13 pav. Pirmasis Austrijoje CO₂ neišskiriantis namas

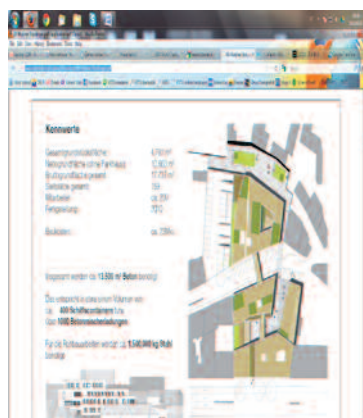
Pastato statybai parinktos ekologiškos statybinės medžiagos. Dalis medžiagų yra atsinaujinančių, dalis – perdirbamų, tai sumažino energijos poreikį gamyboje ir transportavime.

The Niederösterreichhaus Krems. Didžiausias Austrijoje pasyvus biurų pastatas, statytas 2005–2010 metais, yra Kremso mieste. Pastato naudingasis plotas 12874 m². Pastato statybai buvo naudojamas ekologiškas cementas, todėl CO₂ emisija buvo sumažinta 1000 tonų. Nors architektūriškai jis nepanašus į pasyvųjų, pastatas įsilieja į aplinką.



10.14 pav. Pastato fasadas (Rosenberg 2011).

Tinkamai parinkta vieta senamiestyje lengvai pasiekama tiek viešuoju transportu, tiek automobiliu. Pėsčiomis galima lengvai pasiekti miesto centrą, graži senamiesčio aplinka. Pastatą sudaro trys korpusai (10.14 ir 10.15 pav.). Pastato naudingas plotas – 10 660 m². Statybos išlaidos – 23 mln. eurų / 79 mln. litų. Pastato metinis šilumos poreikis – 10 kWh/m². Stiklo dalis fasade sudaro tik 25 %. Pastatas nuolat vėdinamas, jam tiekiamas šviežias oras. Gruntiniai vandenys naudojami vėsinimui. Ant stogo įrengtas sodas (Waldner 2010).



10.15 pav. Pastato planas (Waldner 2010)

Pastate vietoj tradicinių statybinių medžiagų panaudoti aukštakrosnių šlakinis cementas, molio plokštės, gelžbetoninės tvirtinimo plokštės, medžio masyvas baldams, akmens masės ir keraminės plytelės, ekstensyvus apželdintas stogas. Projektuojant pastatą buvo siekiama sumažinti aplinkos taršą, naudoti ekologiškas medžiagas, parinkti tinkamą pastato kryptį.

10.5. Energetiškai efektyvių namų statyba Lietuvoje

2010 metų gegužę Europos Komisija (EK) patvirtino direktyvą, kuri nurodo, kad reikalavimas statyti beveik nulinės energijos namus nuo 2018-ųjų bus taikomas statant viešuosius pastatus, o nuo 2020 metų – ir visiems gyvenamiesiems bei komercinės paskirties pastatams. Nuo 2014 metų šios normos turi būti perkeltos ir į teisinę Lietuvos bazę.

Nors energetiškai efektyvių pastatų statyba Lietuvoje vis populiarėja, kol kas tokių namų yra nedaug. Pirmasis pasyvus namas buvo pastatytas 2009 metais, jį statė UAB „Veikmė“. Tačiau namas nebuvo sertifikuotas pagal tarptautinius standartus, pasyviu jis sertifikuotas tik Lietuvoje. Vis populiarėja privačių asmenų statomi energetiškai efektyvūs namai.

Pasyviųjų gyvenamųjų namų statyba Lietuvoje. Tarptautiniu mastu pripažintų privačių gyvenamųjų pasyviųjų namų Lietuvoje kol kas nėra. Tačiau pirmasis toks projektas jau pradėtas vykdyti šalia Klaipėdos (10.16 pav.). Projekte dalyvauja tik specializuotos energijos beveik nenaudojančių namų technologijų bendrovės, laikydamosi Vokietijos pasyviųjų namų instituto metodikos ir pasyviųjų namų projektavimo PHPP programos (The passive house planning package) efektyvumo bei aplinkosaugos reikalavimų.

Namas bus A+ energetinės klasės, jo šilumos poreikis atitiks pasyviojo namo standartą – 15 kWh/m² per metus. Vanduo bus šildomas saulės kolektorių ir šilumos siurblio pagalba. Pastato planas pateiktas B priede (Ecovizija 2012).

Žaliasis pastatas (Green Hall). Danijos architektų „PLH arkitekter“ suprojektuotas 12 aukštų biurų pastatas *Green Hall* – pirmasis Lietuvoje aplinką tausojantis biurų pastatas. Investicijos į pastatą – daugiau nei

100 mln. lt. Beveik 11 tūkst. m² naudingojo ploto pastatas buvo pradėtas projektuoti 2003 metais, o atidarytas 2009 metais.

Iš išorės pastatą dengia dvigubi stiklo su soliariniu efektu fasadai, patalpų apšvietimui leidžiantys ypač efektyviai naudoti saulės energiją (10.17 pav.). Patenkantis šviesos srautas reguliuojamas automatiškai valdomomis žaliuzėmis. Kiekvienas *Green Hall* aukštas suprojektuotas taip, kad keičiantis darbuotojų skaičiui būtų galima lengvai perplanuoti vidines pertvaras, perskirstyti atviras erdves.

Pagrindiniai pastato elementai, kaip liftai, mechaniniai įrenginiai, tualetai ir pan. suprojektuoti pastato viduje, o darbo vietos, susitikimų salės ir bendros erdvės yra šonuose, kad jas nuolat pasiektų saulės šviesa (PLH 2012).



10.16 pav. Pasyviųjų namų kvartalo projektas Lietuvoje



10.17 pav. *Green Hall* Vilniuje (Mimoa 2012)

Pagrindinės pastato sistemos – dvigubas ventiliuojamas fasadas, kuris neleidžia patalpoms įkaisti, ventiliavimo sistema, kuri kiekviename aukšte yra atskira, ir apšvietimo sistema. Apšvietimo davikliai reaguoja į patalpos apšvietimą ir reguliuoja apšvietimo stiprumą. Jei pro langą šviečia saulė, šviesos pakanka ir lempos išsijungia. Kai ima temti, švies-tuvai palengva ima ryškiau šviesti. Uždarius duris ir įjungus signalizaciją, visos šviesos užgęsta (*Green Hall* 2012).

Sertifikuotas pasyvusis socialinių paslaugų pastatas. Pirmasis Lietuvoje sertifikuotas energetiškai efektyvus viešosios paskirties pastatas pradėtas statyti 2011 m. liepos 1 d. Varėnos rajone, Panaros kaime. Statinys

šių metų balandžio mėn. 11 dieną sertifikuotas pagal vokiečių Pasyvaus namo instituto sertifikavimo sistemą (A+ klasė). Architektūros sprendimai įgyvendinti atsižvelgiant į Dzūkijos nacionalinio parko reikalavimus. Pastatas skirtas tikslinės grupės žmonėms. Buvo suprojektuotas vieno aukšto pastatas su mansarda ir rūsiu (10.18 pav.). Gyvenamųjų patalpų plotas 589 m², šildymo poreikis 15 kWh/m² per metus. Įrengta šilumą gražinanti vėdinimo sistema, šildymui naudojamas geoterminis šilumos siurblys su vertikaliais kolektoriais. Karšto vandens paruošimui bus naudojama taip pat šilumos siurblio bei saulės kolektorių surinkta energija.

Pastatas įvertintas kaip atitinkantis šias charakteristikas:

- puiki šiluminė izoliacija ir optimalūs sujungimai,
- didelis šiluminis komfortas vasarą,
- šilumos poreikis neviršija 15 kWh/m² per metus,
- puikus pastato sandarumas sumažina šildymo poreikį,
- 0,6 oro pasikeitimai per valandą įvertinant pastato tūrį,
- kontroliuojama ventiliacijos sistema su aukštos kokybės filtrais,
- didelio efektyvumo šilumos gražinimo sistema ir mažas elektros energijos poreikis,
- bendras elektros energijos poreikis šildymui, vandens pašildymui, ventiliacijai ir pan. neviršija 120 kWh/m² per metus.



10.18 pav. Pastatas 2012 m. balandžio mėn. (PNB 2011).

Tokių pastatų statybai Lietuvoje trūksta finansavimo šaltinių. Tačiau jau nuo 2020 metų gyvenamieji pastatai turės būti energetiškai efektyvūs, todėl pateikiama vis daugiau informacijos apie aplinką tausojančią statybą, o sukaupta patirtis ypač reikalinga ateityje. Energetiškai efektyvaus pastato vertė, įvedus reikalavimus, bus žymiai didesnė už įprasto pastato, todėl tai yra investicija.

Energetiškai efektyvių pastatų statybos SSGG analizė. Norint įvertinti, ar energetiškai efektyvių pastatų statyba reikalinga, buvo atlikta stiprybių, silpnų, galimybių ir grėsmių (SSGG) analizė. Ši analizė ypač svarbi bet kokiam naujam projektui. Kiekvienoje situacijoje turi būti iškeliamos stiprybės ir panaudojamos galimybės. Tačiau taip pat svarbu įvertinti silpnąsias vietas ir jų vengti. Numačius grėsmes galima darbus planuoti taip, kad kuo daugiau jų būtų išvengta. Vertinant mažai energijos naudojančius pastatus, stiprybės ir silpnybės atskleidžia pastato privalumus ir trūkumus prieš įprastus statinius.

Stiprybės:

- Pirmasis, ir pats svarbiausias energetiškai efektyvių namų privalumas yra tai, kad energetiškai efektyvūs namai statomi taip, kad jie būtų sandarūs, o jiems šildyti reikėtų kuo mažiau (iki 15 kWh/m² per metus pasyviems, iki 60 kWh/m² per metus mažai energijos naudojančioms pastatams) energijos. Taigi, taupoma energija, o taip mažinamas poveikis aplinkai. Tuo pačiu kasmet sutaupomos išlaidos šildymui.
- Galima išvengti šilumos ir elektros energijos kainų didėjimo ateityje, kadangi į technologijas investuojama tik vieną kartą, įrengiant alternatyvios energijos panaudojimo sistemą.
- Pasyvieji namai dažniausiai patys gamina energiją – įrengiami saulės kolektoriai, geotermiinis šildymas, šilumą grąžinanti vėdinimo sistema ir pan. Atsinaujinančių energijos šaltinių įvairovė lemia tai, kad pasirinkus efektyviausią, atsižvelgiant į vietovę, reljefą ir klimatą, tokiems pastatams nebereikia išorinių energijos šaltinių arba jų reikia žymiai mažiau. Taigi, energetiškai efektyvūs pastatai yra nepriklausomi arba mažiau priklausomi nuo kainų pokyčių.

- Energetiškai efektyvių pastatų vidaus klimatas dėl naujausių sistemų ir ekologiškų statybinių medžiagų yra sveikesnis ir atitinka standartų reikalavimus.
- Galimybė gauti finansinę paramą ar greičiau parduoti pastatą taip pat yra tokių pastatų stiprybės. Gali būti taikomos įvairios finansinės paramos priemonės:
 - taikant fiksuotų supirkimo tarifų paramą yra skatinama elektros energijos, pagamintos iš atsinaujinančių energijos šaltinių, gamyba. Taip pat gamintojams sumažinamas elektrinės prijungimo mokestis;
 - jeigu energija pagaminta naudojant atsinaujinančius energijos šaltinius, atleidžiama nuo akcizų;
 - iš ES struktūrinių fondų, Lietuvos kaimo plėtros programos, Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondo, daugiabučių namų modernizavimo programos skiriama finansinė parama atsinaujinančių energijos šaltinių projektams.
- Mažai energijos naudojančių, o ypač pasyvių, pastatų statyba yra naujovė, investicija į ateitį, nes, valstybei įvedus reikalavimus statyti energetiškai efektyvius pastatus, tokių pastatų kainos rinkoje bus žymiai didesnės už įprastų, senų pastatų. Taigi, ir parduoti tokius pastatus bus žymiai lengviau.
- Ypač šiuo metu pasyvaus namo standartą atitinkantis ir turintis sertifikatą pastatas yra žymiai didesnės vertės už įprastus pastatus.
- Galimybė pasirinkti tarp skirtingų energijos šaltinių naudojimo suteikia galimybę sumažinti investicines išlaidas. T. y. įvertinus vietas, žemės sklypo dydį, galima pasirinkti pigesnius alternatyvius energijos šaltinius. Pavyzdžiui, geoterminis šildymas su horizontaliais kolektoriais yra pigesnis už sistemą su vertikaliais kolektoriais, bet vertikalių kolektorių įrengimui nereikia didelio ploto.

Silpnybės:

- Dėl įvairių modernių sistemų, saulės elementų naudojimo kyla tokio pastato draudimo kainos.
- Įrengiant atsinaujinančius energijos šaltinius, susiduriama su administracinėmis problemomis:

- sudėtingos planavimo procedūros, užtrunka leidimų išdavimas. Dokumentų rengimo procesas užtrunka dėl detaliųjų planų derinimo, poveikio aplinkai vertinimo;
 - trūksta koordinavimo tarp skirtingų institucijų;
 - savivaldybių institucijos nesuinteresuotos atsinaujinančių energijos išteklių plėtros projektais.
- Šie pastatai, ypač Lietuvoje, yra nauji. Taigi, statybininkams trūksta patirties, o tai įtakoja darbų kokybę ir kainą. Dėl reikiamų brangesnių ir geresnių medžiagų, didesnio jų kiekio, kyla mažai energijos sunaudojančio pastato statybos kaina. Šiems pastatams reikiamų statybinių medžiagų kiekis yra žymiai didesnis, o storos sienos kai kuriais atvejais gali apriboti dizaino laisvę.
 - Šių pastatų statybai reikalingi kompleksiniai darbai, kadangi visos sistemos turi būti derinamos tarpusavyje. Lietuvoje sudėtinga rasti patyrusių įvairių sričių specialistų. Tik keletas architektų Lietuvoje turi sertifikatus, leidžiančius jiems projektuoti pasyviuosius namus. Neskatinama atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo šilumos ir elektros energijos gamybai įrangos gamyba.
 - Atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo galimybės priklauso nuo vietos, kurioje yra pastatas. Pavyzdžiui, vėjo jėgainės dažniausiai statomos arti jūros arba aukštai esančiose vietovėse. Norint įrengti geoterminį šildymą, reikia ištirti gruntą, taip pat gali reikėti didelio ploto geoterminio šildymo sistemų įrengimui.

Galimybės:

- Mažai energijos naudojančios pastatai atveria naujas galimybes – gaminant naujas, modernias ir paprastesnes technologijas, galima vystyti pelningą verslą, tai yra perspektyvu. Svarbiausia, suformuoti teigiamą vartotojų požiūrį, tinkamai paskaičiuoti pastato atsiperkamumą ir įvertinti naujų sistemų patikimumą.
- Kuo valstybėje bus daugiau energetiškai efektyvių pastatų, gaminančių energiją, tuo mažiau šalis bus priklausoma nuo užsienio importuotojų. Taigi, valstybė tampa nepriklausoma nuo kainų kilimo.
- Mažesnė CO₂ emisija teigiamai veikia aplinką, t.y. sumažinamas

neigiamas poveikis ir stabdoma klimato kaita. O tai ypač aktuali problema visame pasaulyje. Sudaromi teisės aktai, kurie reguliuos šiltnamio dujų išskyrimą, taigi alternatyvių energijos šaltinių naudojimas taps privalomu.

- Taupomi riboti iškastiniai ištekliai. Neatsinaujinantys ištekliai ir jų mažėjimas taip pat yra didelė problema pasaulyje.
- Naujausių metodų ir technologijų panaudojimas skatina šalies konkurencingumą, didina naudojimą ir kelia ekonomiką. Papildomai iš atsinaujinančių energijos šaltinių gaunama šiluma bei elektra gali atnešti papildomų finansų, t.y. ją galima eksportuoti. Galimas bendradarbiavimas su kitomis Europos Sąjungos valstybėmis narėmis ir trečiosiomis šalimis vykdant bendrus projektus, susijusius su elektros energijos, šilumos ir vėsumos gamyba iš atsinaujinančių energijos išteklių
- Po Ignalinos atominės elektrinės uždarymo išaugus vidutinei elektros energijos gamybos kainai, didėja elektros energijos gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių (biokuro, vėjo, saulės ir kitų) patrauklumas. Didinant atsinaujinančių energijos išteklių naudojimą centralizuoto šilumos tiekimo sektoriuje, mažėtų šilumos energijos kainos vartotojams.

Grėsmės:

- Vis didėjantys reikalavimai pastatų statybai (mažai energijos naudojantys, pasyvieji, nulinės energijos, pliusinės energijos pastatai)
 - per sunki našta Lietuvai, ypač nesibaigiančio nuosmukio metu. Reikalingos vis didesnės investicijos, o finansavimą rasti sudėtinga.
- Nuolat kylančios statybinių medžiagų ir paslaugų kainos apriboja naujausių sistemų diegimo galimybes. Vartotojų požiūris, kad tokie namai reikalauja per didelių finansinių investicijų, taip pat nepasitikėjimas tokių namų efektyvumu, gali stabdyti naujų reikalavimų vykdymą ir visą rinką.
- Būtina tvarkyti teisinius klausimus, susijusius su nuosavų energijos šaltinių pajungimu į bendrus tinklus ar pastato atjungimo nuo bendrų šildymo ir elektros tinklų galimybes. Nesuregulius teis-

nių ir ekonominių energijos gamybos naudojant atsinaujinančius energijos išteklius diegimo klausimų, bus neišnaudota galimybė didinti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimą.

- Per mažą valstybės paramą atsinaujinančių energijos išteklių projektams įgyvendinti ir biurokratinės kliūtys.
- Tokių atsinaujinančių energijos išteklių, kaip vėjas ir saulė, naudojimą apsunkina ta aplinkybė, kad elektros energijos gamyba iš šių išteklių yra nepastovi, o jos galia skirtingu laiku gerokai kinta. Kai šio tipo elektrinės yra integruotos į elektros tinklą dideliu mastu, dėl pačių atsinaujinančios energijos šaltinių galios nepastovumo pasunkėja galių balansavimas ir rezervavimas elektros tinkle.

Lietuvoje energetiškai efektyvių namų statybos dar tik pradedamos, kol kas tokių pastatų nėra daug. Atsižvelgiant į esamą situaciją, valstybė turėtų imtis skatinimo priemonių, ypač dėl to, kad ES numatomas reikalavimas statyti tik energetiškai efektyvius pastatus. Taip pat trūksta technologijų ir specialistų, nesureguliuota teisinė sistema, o tai stabdo visą sistemą. Kol valstybės politika nesureguliuota, gyventojams sudėtinga rasti reikiamų resursų (laiko ir finansinių) energetiškai efektyvių pastatų statybai.

11. KVARTALŲ IR GYVENAMŲJŲ RAJONŲ KOMPLEKSINIS MODERNIZAVIMAS: ENERGIJOS TAUPYMAS, NEKILNOJAMOJO TURTO VERTĖ IR GYVENIMO KOKYBĖ

11.1. ES šalių praktika atnaujinant miestų kvartalus ir rajonus

Europos Sąjungos šalys, tokios kaip Vokietija, Airija ir kitos, yra sėkmingai įgyvendinusios miestų rajonų/kvartalų darnaus atnaujinimo projektus. Atnaujinant ne tik pavienius pastatus, bet kompleksiskai modernizuojant visą rajoną/kvartalą, pasiekiamas efektyvesnis rezultatas mažinant energijos vartojimo mastą, gerinant gyvenimo kokybę, didinant nekilnojamojo turto rinkos vertę. Kuo daugiau pastatų bus statoma ir atnaujinama pagal darnos principus, tuo daugiau turėsime darnių miestų ir sumažinsime bendrą poveikį aplinkai. Vokietija yra viena iš lyderių atnaujinant ne tik pastatus, bet modernizuojant visą kvartalą ar rajoną. Ji yra įgyvendinusi ne vieną kvartalų atnaujinimo projektą: Berlyno pietvakariuose Zelenдорfo gyvenvietę, Berne Auserholigeno gyvenvietę, Berlyno Helersdorfo rajoną, Bruncko kvartalą Ludwigshafene ir daugelį kitų.

Šiame skyriuje pateikiami trys darnaus atnaujinimo miestų gyvenamųjų rajonų pavyzdžiai, du įgyvendinti Vokietijoje, vienas – Airijoje.

11.2. Vokietijos Berlyno Hellersdorf'o rajono modernizavimo projektas

Vokietija – labai išsivysčiusi Europos Sąjungos (ES) šalis, tačiau Rytų Vokietija prieš kelis dešimtmečius išsilaivino iš buvusios Tarybų Sąjungos įtakos. Valstybė buvo suvienyta, o vakarinė dalis daug investavo į rytinės dalies ekonomiką ir paskatino jos augimą. To siekiant buvo įgyvendintos efektyvios priemonės daugelyje šalies veiklos sričių, taip pat ir būsto sektoriuje.

Lietuvai naudinga domėtis Vokietijos patirtimi atnaujinant masinės statybos daugiabučius, tačiau mūsų valstybę nuo buvusios Rytų Vokietijos skiria viena esminė detalė: didžioji dalis Vokietijos gyventojų gyvena ne privačios nuosavybės teise priklausančiuose butuose, bet juos nuomojasi. Rytų Berlyne, vykstant privatizacijai, žmonės neskubėjo pirkti butų senuose sovietiniuose daugiabučiuose. Butai ir skolos už juos buvo perduoti privačioms kompanijoms, kurios pradėjo juos nuomoti ir renovuoti. Taip buvo atnaujinti ištisi kvartalai. Tačiau Lietuvoje situacija sudėtingesnė ir sprendimus priimti nėra paprasta, nes butai buvo masiškai privatizuoti.

Nepaisant minėtų skirtumų tarp valstybių būsto fondo elementų, Vokietijos, kaip ekonomiškai išsivysčiusios ilgametės ES narės, patirtis būsto atnaujinimo srityje yra aktuali ir Lietuvai. Daugiabučių atnaujinimas Vokietijoje pradėtas 1988 m., todėl šalis modernizuojant pastatus, jų aplinką turi nemažą patirtį.

Vertinant Rytų Vokietijos būsto fondą senų pastatų, pastatytų iki 1948 m. yra net 55 %. Didžioji dalis gyvenamojo būsto Rytų Vokietijoje buvo blogos būklės. Berlyno periferijoje esantys gyvenamieji stambiaploškiečiai daugiaaukščiai namai yra didelis valstybės turtas. Todėl Berlyno Senatas 1990 m. paskatino būsto statybos kompanijas modernizuoti serijinės gamybos būstus ir užtikrinti jiems ateitį. Atnaujinimas techniškai ir socialiai efektyvus tik tada, kai jis vykdomas sparčiai ir per 10–15 metų pabaigiamas. Namų pažaidos ir defektai buvo akivaizdūs ir ekonomiškai nustatyta, kad pastatus būtina atnaujinti. 1992 m. Berlyno senatas priėmė sprendimą atnaujinti visą Hellersdorfo rajoną. 1993 m. pradėta įgyvendinti 13 mlrd. Vokietijos markių vystymo programa dešimčiai metų.

Hellersdorfo projektas ypatingas, nes jame bendradarbiavo daug skirtingų partnerių. Jų tikslas – paversti Hellersdorfą gyvybingu Berlyno rajonu. Bet kokiam modernizavimo procesui, taip pat ir gyvenamųjų namų kvartalų atnaujinimui yra labai svarbus procese dalyvaujančių partnerių bendradarbiavimas. Pagrindiniai partneriai, dalyvavę Hellersdorfo modernizavimo projekte, yra puikus tokio bendradarbiavimo pavyzdys (Projekt Großsiedlungen 1996): Hellersdorfo rajono valdžia, butų kooperatyvas „Grüne Mitte“, butų statybos kooperatyvas

„Hellersdorf Kiez“, Müncheno statybos bendrovė MÜBAU, apartamentų ir butų statybos bendrovė „ARWOBAU“, vystymo bendrovė MEGA ir butų statybos bendrovė Hellersdorf WoGeHe.

Berlyno Hellersdorfas – tai didelis rajonas su stambiaplokščiais daugiabučiais namais, statytais Vokietijos Demokratinės Respublikos laikais. Šiame rajone gyvena beveik 100 000 gyventojų, apytiksliai 15 km iki Berlyno centro. Apie 270 000 butų tokios pat konstrukcijos namuose buvo pastatyta Berlyne, o iš viso pasaulyje yra apie 170 mln. butų stambiaplokščiuose namuose.

1970 m. pabaigoje buvo nuspręsta dideles teritorijas Hellersdorfe užstatyti daugiaaukščiais namais. Statybos prasidėjo 1980 m. ir 1986 m. birželio 1 d. dar nepabaigtas statyti Hellersdorfas tapo nepriklausomu Berlyno rajonu (11.1 pav.).



11.1 pav. Hellersdorfas 1990–1992 m.

Butai tuo metu šiame rajone buvo labai paklausūs. Buvo pastatyti vaikų darželiai ir pradinės mokyklos, tačiau parkų, rajono centro įrengimas buvo atidėtas vėlesniam laikui. 87 iš 167 kiemų neturėjo želdynų projektų (11.1 pav.). Ir 1990 m. Hellersdorfas buvo didelė apgyvendinta teritorija su nykiomis gyvenimo sąlygomis ir daugiau nei 100 000 nuomininkų. Jau tuo metu buvo akivaizdu, kad mažiau nei kelerių metų senumo pastatams, reikėjo atnaujinimo.

Sprendžiant šią problemą pirmiausia reikėjo trijų dalykų:

- Matomų skubių priemonių, kurios signalizuotų visiems nepatenkintiems gyventojams, kad „pagerinimo procesas jau prasidėjo ir čia verta pasilikti gyventi“.
- Visų suinteresuotų pusių glaudaus bendradarbiavimo: butų savininkų, vietos valdžios administracijos, Berlyno žemės vyriausybės ir butų nuomininkų (gyventojų).
- Ilgalaikės koncepcijos gerinti gyvenimo sąlygas ir gyvenimo kokybę.

Pagal Hellersdorfo projekto apimtį individualios strategijos buvo neįsivengiamos. Dirbant vienu metu skirtingose didelio rajono vietovėse individualių priemonių laimėjimai per visus 15 metų buvo sujungiami:

- Buvo stabilizuota socialinė rajono struktūra. Apie 80 % apklaustų gyventojų pasakė, kad jie norėtų Hellersdorfe pasilikti ilgesniam laikui.
- Miegamojo rajono išvystymas į gyvybingą miesto dalį su visais miesto gyvenimo aspektais buvo sėkmingas. Hellersdorfas įgijo teigiamą įvaizdį tarp Berlyno rajonų.
- Hellersdorfo projektas – nenutrūkstamos dokumentacijos rinkinys, o tai yra puiki bazė apsikeisti patirtimi tarptautiniu lygmeniu su kitais daugiaaukščių gyvenamųjų namų rajonais panašiose situacijose.

Hellersdorfo rajono atnaujinimą finansavo ir savininkai, ir valdžia, ir įvairios finansavimo programos, fondai, Berlyno bankas. Buvo atnaujinti pastatai, aplinka, pastatyti nauji būstai, taip pat sukurta naujų darbo vietų. Mokyklų, socialinės paskirties pastatų, parkų, gatvių ir aikščių statyba papildė gyvenamųjų namų rajono atnaujinimą.

Atnaujinant pastatus buvo įtrauktos tokios modernizavimo priemonės:

- lodžių ir balkonų sustiprinimas;
- stogo remontas;
- vandentiekio ir kanalizacijos atnaujinimas;
- virtuvių ir vonių vėdinimo sistemos pagerinimas;
- šildymo prietaisų atnaujinimas/remontas;

- saugios ir pakankamos elektros įrangos įrengimas;
- sanitarijos prietaisų ir armatūros pakeitimas;
- plytelių klijavimas sanitarinėse patalpose;
- išorės sienų apšiltinimas;
- naujų rūsių durų įrengimas ir rūsių langų keitimas;
- langų, balkonų ir lodžių durų atnaujinimas;
- laiptinių renovavimas, butų ir laiptinių durų pakeitimas;
- išorės žaliuzių pirmuose aukštuose įrengimas;
- meninio apipavidalinimo priemonės;
- pastatų pritaikymas pensininkams ir neįgaliesiems;
- šiukšlių surinkimo pagerinimas;
- fasadų remonto darbai;
- aukštybinių pastatų gaisro apsaugos pagerinimo priemonės.

Stambiaplokščių gyvenamųjų namų butus perplanuoti buvo neįmanoma, nes išorinių ir vidinių laikančiųjų sienų žingsnis mažas ir griauti jų nebuvo galima. Taip pat renovuojant namus vertėtų neužmiršti laiptinių ir jų prieigų, t. y. stogelių, įėjimo durų sutvarkymo. Atnaujinti ar nauji stogeliai ir įėjimai bei balkonai taptų svarbiu daugiabučio namo akcentu ar net identiteto dalimi. Aplinkotvarka – svarbi gyvenamojo namo kokybės dalis, todėl atnaujinant namus reiktų nepamiršti ir namo aplinkos – pėsčiųjų takų, automobilių aikštelių, vaikų žaidimo aikštelių, dviračių takų, sporto aikštelių, suoliukų, šiukšlių dėžių, šviestuvų.

Atnaujinant stambiaplokščius namus taikytas šis modelis:

1. Esamų statinių registracija ir dokumentacija (vietos, statybos tipo, amžiaus, butų sk. ir ploto, socialiniai ir miesto planavimo duomenys).
2. Pažaidų ir defektų nustatymas (pastatų inspektavimas, visų pastatų serijų ir amžiaus pažaidų bei defektų registracija, planavimo ir statybos dokumentų surinkimas (medžiaga prieinama visuomenei)).
3. Techniniai sprendimai (visiems pastatų tipams būdingų pažaidų ir defektų pašalinimo sprendimai, priemonių ir išlaidų planas (medžiaga prieinama visuomenei)).
4. Išlaidų nustatymas (visų Berlyno stambiaplokščių namų išlaidų apskaičiavimas, kalendorinio grafiko sudarymas, rezultatų publikavimas).

5. Atnaujinimo katalogas (darbų finansavimas ir parama, rekomendacijų sukūrimas, prioritetų nustatymas).
6. Politinis sprendimas (dėl viso rajono stambiaplokščių namų atnaujinimo ir skatinimo, biudžeto parama ir finansinis planavimas).
7. Prioritetų nustatymas (pastatų atnaujinimo prioritetų nustatymas, suderinamas su regioniniu bendruoju planu, naujos statybos projektais, aplinkos priemonėmis, informavimas ir visuomenės dalyvavimas).
8. Planavimo konsultacijos (konsultacijos miestų planavimo srityje su architektais, savininkais, administratoriais ir planuotojais).
9. Įgyvendinimas (informavimas ir nuomininkų dalyvavimas, savininkai įgyvendina atnaujinimo priemones).
10. Monitoringas ir įvertinimas (vienalaikis įvertinimas, metodų ir sąlygų patikrinimas, įvertinimo rezultatų naudojimas ateičiai).

Kartu su architektais, miesto planuotojais, gyventojais ir savivaldos institucijomis kiekvienai rajono teritorijai buvo parengta koncepcija, atspindinti jų savitumą. Ypatingas dėmesys buvo skirtas gyvenamosios aplinkos sutvarkymui: gatvių, parkų, automobilių stovėjimo, žaidimo aikštelių įrengimui, apželdinimui, išraiškingiems namų fasadų spalviniams akcentams, skulptūroms aikštėse ir ant pastatų. Rajono centre buvo pastatyta keletas aukštos kokybės gyvenamųjų namų, kurie dar labiau pakėlė aplinkinių namų rinkos vertę.

Helersdorfo rajono atnaujinimas vyko vadovaujantis principu „darnus gyvenimas su gamta“. Šis projektas buvo sėkmingas, jo patirtį būtų galima taikyti ir atnaujinant miestų gyvenamuosius rajonus Lietuvoje.

11.3. Vokietijos Brunck kvartalo Ludwigshafen mieste modernizavimas

Kitas taip pat Vokietijoje sėkmingai įgyvendintas atnaujinimo projektas yra Ludwigshafeno Bruncko kvartalas, statytas dabartinės BASF gamyklos darbuotojams. Rajonas per karą labai nukentėjęs, vėliau atstatytas. Tačiau pokario metu buvo naudotos nekokybiškos statybinės

medžiagos, dirbama skubotai, todėl po 50 metų pastatų būklė tapo labai prasta. Bruncko kvartale buvo 150 gyvenamųjų namų, kuriuose įrengta daugiau nei 850 butų. Tačiau jų planai ir dydžiai taip pat neatitiko šiandienos reikalavimų, todėl apie 30 % būstų buvo negyvenama.

Būstą administruojanti bendrovė „Luwage“, kartu su Ludwigshafeno ekspertais, parengė projektą, kuriam reikėjo 100 milijonų tuometinių Vokietijos markių, kad jis būtų įgyvendintas iki 2006 m. (Hinz, Arenz 2007).

Projekte numatyta:

- naujų pastatų ir įrenginių statyba;
- jau esančių pastatų ir įrenginių rekonstrukcija;
- pastatų griovimas.

Siekama gyvenvietę ir joje esančius pastatus pritaikyti dabartiniams ir kiek įmanoma ateityje būsimiems reikalavimams.

Pagrindinė projekto idėja – modernizuoti visą kvartalą į veiklą įtraukiant gyventojus. Atnaujinimo projekto planai buvo svarstomi viešai, suteikiant galimybę gyventojams susipažinti su jais, išreikšti nuomonę ir teikti pasiūlymus. Daug dėmesio skirta vyresnio amžiaus žmonėms. Jie turėjo galimybę diskutuoti prie apvalaus stalo išklausančią jų nuogąstavimus, problemas ir pageidavimus.

Po modernizavimo iš 850 mažų butų suprojektuoti 500 vidutinio dydžio butai. Tai pavyko įgyvendinti, nes 30 % būstų nuo 1996 m. buvo laisvi. Pastatai buvo apšiltinti pagal mažai energijos naudojančius namams keliamus reikalavimus. Įstiklinti ir padidinti balkonai, pakeisti langai ir durys. Butuose ir laiptinėse sutvarkyta elektros instaliacija, pakeista centrinio šildymo sistema, atnaujinti vonios kambariai, pakeistos grindys. Pagrindiniai butų gyventojai yra BASF įmonės darbuotojai, dirbantys pamaininį darbą, todėl atnaujinant namus daug dėmesio buvo skiriama apsaugai nuo triukšmo, įeinančio iš lauko ir sklindančio iš gretimų butų.

„Luwoge“ atnaujinant rajoną nusprendė įdiegti ir inovacinį projektą: viename gyvenamajame name per vieną šildymo sezoną 1 m² šildyti numatyta sunaudoti ne daugiau kaip 3 litrus naftos. Įgyvendinus projektą

2001 m. gauti duomenys parodė, kad naftos šildymui sutaupyta daugiau nei buvo planuojama.

Atnaujinant namus minimalus standartas „Brunck“ kvartale – sunaudoti 7 litrus naftos 1 m² per vieną šildymo sezoną. Tuomet išmetamas CO₂ kiekis sumažinamas apie 70–80 %. Namo, dalyvaujančio „3 litrų naftos sunaudojimo“ projekte, šiluminė izoliacija buvo sustiprinta dar kartą, ypač vietose, kur gali susidaryti šalčio tilteliai.

Modernizuojant rajoną buvo siekiama sumažinti transporto eismą – suprojektuoti aplinkkelį, tačiau buvo priimtas sprendimas kai kurias kvartalo gatves paskelbti riboto eismo. Pagrindinę kvartalo gatvę, besiribojančią su šiaurės rytine Bruncko kvartalo gyvenamąja zona, nutarta paversti žalia alėja.

Gyvenamosios zonos apylinkės tapo patrauklesnės. Perprojektuojami ir sutvarkomi žalieji plotai, vidiniuose daugiabučių kiemuose sutvarkomos esamos ir įrengiamos naujos vaikų žaidimų aikštelės, poilsio bei ramybės zonos, automobiliams įrengiami požeminiai automobilių stovėjimo garažai.

Vykdam atnaujinimo procesą darbų kokybei užtikrinti nuolatos buvo atliekama kontrolė, matavimai, termografiniai tyrimai. Tai leido laiku ištaisyti pastebėtus neatitikimus, pašalinti trūkumus.

Atnaujinus pastatus taip pat atliekami matavimai ir fiksuojami klimato duomenys, temperatūra, drėgmė, CO₂ kiekis patalpoje, lango atidarymo padėčių įtaka patalpos orui ir pan. Tokie matavimai atliekami ir srityse, susijusiose su vandens tiekimu bei elektros instaliacijos sistema. Bruncko kvartale visi matavimai rodė puikius rezultatus, tik gyventojai vietoj numatytos 22°C oro temperatūros dažniausiai pasirinkdavo įprastą 20°C temperatūrą.

Atlikta gyventojų apklausa. „3 litrų“ namų gyventojams buvo išsiųstos anketos su klausimais, kur teiraujamasi jų nuomonės apie naujoves, pasitenkinimą arba nepasitenkinimą jomis. Atlikus apklausą paaiškėjo, kad gyventojai, pereidami iš savo senųjų butų į naujuosius, nepatyrė jokių prisitaikymo sunkumų ir dabar jaučiasi gerai.

Prieš energetinį pastatų renovavimą šildymo poreikis 1 m^2 buvo apie 240 kWh per vieną sezoną. Po renovacijos apskaičiuotas suvar-totas šildymo energijos kiekis per sezoną 1 m^2 – mažiau nei 25 kWh. Dėl renovacijos metu atliktų darbų pagerinta apie dešimt veiksmų, susijusių su energijos taupymu. Taip pat pagerėjo administruojan-čios bendrovės ir pačių gyventojų ekonominė padėtis. Dėl atnaujintų senų bei pastatytų naujų butų ir tvarkingos aplinkos Bruncko kvar-tale pakilo butų ir jų nuomos kainos, sumažėjo mokesčiai už komu-nalines paslaugas bei pagerėjo gyvenimo kokybė. Atsirado daugiau investuotojų, o idėja apie „3 litrų namą“ buvo priimta kaip namų renovacijos pavyzdys. Bruncko kvartalas tapo vienu prestižiškiausiu, o jame padidėjusi gyvenamojo būsto paklausa įrodė, kad projektas buvo naudingas ir efektyvus.

11.3. Airijos Dublino Docklands vietovės atnaujinimas

Trečiasis darnaus rajonų atnaujinimo pavyzdys – Dublino Docklands projektas. Šio rajono atnaujinimas pradėtas 1997 m., įgyvendinimo periodas – 15 metų, vietovė apima 526 ha. Bendros visuomeninės ir privačios investicijos – apie 7 mlrd. eurų. Kadangi prognozuota, kad gyventojų nuo 17 500 1997 m. padidės iki 42 500 2012 m., įsipareigota sukurti 30 000–40 000 naujų darbo vietų, 11 000 naujų būstų, iš jų 20 % socialiai remtiniams. (Birkenhead docks east...).

Projekto tikslas – Dublino Docklands vietovę išvystyti iki aukšto ly-gio miesto rajono pavyzdžio, darniai atnaujinant miesto centrą, kuriame švietimas, darbas, būstas ir socialinės paslaugos būtų aukščiausio lygio, taip įnešant svarbų indėlį ne tik Dublino, bet ir visos Airijos socialinei ir ekonominei gerovei.

Docklands projektas keičia visą vietovę: mišraus naudojimo nekil-nojamojo turto plėtra, skatinant bei investuojant į švietimo ir kitas so-cialines intervencijas. Svarbus projekto aspektas – į planavimą įtraukti vietinius gyventojus. Siekiama išplėtoti socialinius ir ekonominius pajė-gumus, užtikrinant darnią vietovės plėtrą.

Strateginiai tikslai (Docklands 2008):

- plataus spektro įdarbinimo galimybių vietovėje išvystymas;
- aplinkos, kuri pritrauktų investicijas ir sukurtų darbo vietas išvystymas;
- nuolatinis Docklands Tarptautinio finansų centro vystymas ir plėtra;
- darnios kaimynystės išvystymas, kuri taptų ir pagrindine Docklands vietovėje teikiamų paslaugų vartotoja;
- naujų būstų pasiūla, siekiant gerinti socialinę įvairovę;
- naujos gyventojų bendruomenės integravimas;
- darnaus transporto išvystymas, skatinant pėsčiųjų, dviračių ir visuomeninį transportą kaip privačių automobilių alternatyvą;
- infrastruktūros pagerinimas (gyvenamoji, komercinė, gamybinė plėtra);
- vandens paslaugų, turizmo ir darbo vietų šioje sferoje išvystymas;
- pagrindinių veiklų vietovėje identifikavimas ir išvystymas;
- švietimo ir kvalifikacijos kėlimo sąlygų vietos gyventojams gerinimas;
- Docklands jaunatvės potencialo realizavimas;
- Dublino miesto atnaujinimas kaip jungties tarp miesto centro ir Dublin Bay, taip įtraukiant Docklands vietovę į miesto gyvenimą;
- darnaus fizinio vietovės atnaujinimo skatinimas, jį vykdant pagal aukštas aplinkos apsaugos normas, įskaitant efektyvų energijos vartojimą.

Pagrindinis plėtros strategijos elementas – sukurti charakteringas zonas. Todėl buvo identifikuotos keturios zonos (11.2 pav.): gyvenamoji City Quay ir Westland Row; biurų Tara Street/Georges, Quay/Townsend Street; mišraus naudojimo Windmill Lane ir Princes Street/Gloucester Street; krantinės.



Figure 6 Precincts

11.2 pav. Atnaujinamos teritorijos planas suskirstytas charakteringomis zonomis (Docklands 2008)

Gyvenamųjų zonų City Quay ir Westland Row bei krantinės plėtra ir priežiūra yra svarbiausios, užtikrinančios ilgalaikį vietovės gyvybingumą. Šių zonų plėtros ir sustiprinimo tikslai:

- užtikrinti, kad gyvenamoji plėtra šiose zonose būtų dominuojanti;
- skatinti plėtrą gyvenamosiose zonose taip, kad nepaveiktų jau esamų ar būsimų gyvenamųjų namų šešėliais, vaizdais ar pan.

Vietovė City Quay ir Westland Row yra pačiame miesto viduryje. Čia numatytas mišrus zonavimas, verslas, būstas ir mišraus naudojimo nekilnojamasis turtas. Vietovei būdinga stipri bendruomenė, patraukli miesto forma, svarbi biurų plėtra ir visuomeninio transporto infrastruktūra. Tačiau vietovė buvo prastai išvystyta, neprižiūrėta, ypač visuomeninės paskirties nekilnojamasis turtas. Pastatų forma, amžius ir stilius labai skirtingi: tradiciniai 19 amžiaus 2 arba 3 aukštų terasiniai pastatai, 4 aukštų Corporation namai 1930 m. statybos, 1980 m. 2–3 aukštų priemiesčių tipo pastatai ir neseni 4–6 aukštų namai. Vietovėje yra apie 1450 būstų. Daugelis šių būstų buvo maži su moraliai pasenusiu planu.

Krantinės yra svarbios ne tik šiai vietovei, bet visam miestui. Priekiniai krantinių namai yra mišraus naudojimo. Biurai vietovėje yra kritinės padėties, daugelis kitų pastatų taip pat prastos būklės.

Vietovėje City Quay ir Westland Row yra pradinė ir vidurinė mokykla, jūrėivystės kolegija, bažnyčia, miesto menų centras, St. Mark's centras. Buvo nustatytas daugiatiskslio objekto (su posėdžių salėmis, lopsliu, jaunimo ir kvalifikacijos kėlimo centru), kuriame būtų teikiamos papildomos socialinės ir bendruomeninės paslaugos, poreikis.

Naujų biurų pastatų statyba įnešė svarbų indėlį į vietovės plėtrą. Mažesnę vertę sukurianti lengvoji pramonė, sandėliavimas anksčiau vaidino svarbų vaidmenį, tačiau šiuo metu stengiamasi vykdyti gyvenamąją ar komercinę plėtrą.

Mažmeninė prekyba vyksta mažose ir vidutinio dydžio patalpose išsidėsčiusiose po visą vietovę. Todėl prekybą vietovėje būtina išplėtoti, užtikrinant didėjančio gyventojų skaičiaus poreikius.

Planavimo schemose ir vietovių veiksmų planuose detalai nurodomas ir užstatymo tankis, intensyvumas, mišrus žemės sklypo naudojimas, namų tipai ir skirtingų dydžių būstų skaičius. Didesnio užstatymo politika, vykdoma vietovėse, kuriose yra visuomeninio transporto centrai. Tai paremta aukštos kokybės architektūros projektais, visuomeninėmis atviromis erdvėmis ir puikiais visuomeninio transporto sąlygomis.

Vietovėje būdinga įvairaus būsto tipų ir valdų paklause, tai svarbu vystant vietinę bendruomenę ir paslaugas. Privačiame sektoriuje yra nemažas mažesnio ploto būstų poreikis. Butų dydžio ir tipų įvairovė sustiprina ir pajvairina bendruomenę.

Projekto strategijoje numatyta atnaujinti gatves, pagrindinius kelius, kurie pagerintų eisną ir pasiekiamumą visoje vietovėje. Sutvarkyti gatvių apšvietimą, šaligatvius (pritaikant neįgaliesiems), apželdinimą, įrengti suoliukus, šiukšlių dėžes ir pan. Kitas svarbus vietovės plėtros aspektas yra pėsčiųjų tilto per upę Liffey statyba, taip siekiant pagerinti susisiekimą tarp šiaurės ir pietų dokų.

- Skiriant projekto finansavimą pagrindinis dėmesys buvo skiriamas:
- svarbiausios infrastruktūros sukūrimui (kelių, telekomunikacijų ir kitų paslaugų);
 - socialinės infrastruktūros pagerinimui, įskaitant būstą, švietimo, kvalifikacijos kėlimo įstaigas;

- svarbiausiems projektams, kaip vietovės atnaujinimo tam tikrose dalyse esminės paramos sukūrimui;
- rinkos suvokimo vietovėje padidininui.

Taip pat buvo numatyti atnaujinimo projekto ekonominiai, socialiniai ir aplinkos poveikiai (11.1 lentelė), kuriuos reikia įvertinti kartu su detalizuota finansine ir rinkos įgyvendinamumo analize.

Svarbiausiais projekto investuotojais tapo visuomeninis ir privatus sektoriai. Visuomeninis sektorius investavo į kelius, nuotekų infrastruktūrą, vandens tiekimą, visuomeninį transportą, socialinį būstą, visuomeninių atvirų erdvių sukūrimą ir atnaujinimą, papildomas administracijos socialines ir ekonomines programas, privatus sektorius investavo į gyvenamąją ir komercinę statybą.

Pagerinus aplinkos, gamybos ir gyvenimo sąlygas, padidėjus gyventojų skaičiui, taip pat atsiradus galimybei gyventi ir dirbti Docklands, nauda valstybei tapo neabejotina. Atlikus ataskaitą investicijos į Docklands vietovę 2003–2008 m. sudarė 2,5 mlrd. eurų. Atliktas vertinimas rodo, kad bendros plėtros išlaidos (išskyrus žemės įsigijimą) per ateinančius penkerius metus sudarys 4,5 mlrd. eurų.

11.1 lentelė. Atnaujinimo projekto poveikiai

Poveikis	Pagrindinis poveikis	II poveikis	III poveikis
Ekonominė nauda	Darbas projekto metu	Išlaidavimas mieste	Įvaizdis
Ekonominės sąnaudos	Rekonstrukcijos sąnaudos	Darbo perkėlimas	Teigiamas požiūris Vaizdiniai
Socialinė nauda	Daugiau paslaugų	Verslo gyvybingumas	
Socialinės sąnaudos	Išteklių nukreipimas	Prekybos perkėlimas	
Aplinkos nauda	Renovacija	Pagerinimų katalizatorius	
Aplinkos sąnaudos	Griovimas	Padidėjęs eismas	

Mokesčių lengvatos buvo labai svarbios pradiniam Dublino Docklands atnaujinimo etape, nereikėjo mokėti įmonių, kapitalo pelno mokesčio. Administracija atleista nuo nekilnojamojo turto įsigijimo mokesčio, kuris Airijoje svyruoja nuo 0 iki 9 %. Plėtrą skatino ir lengvatos, suteiktos viešbučiams, senelių prieglaudos namams, ligoninėms, švietimo pastatams, vaikų priežiūros objektams, parkams, žirgynams, studentų bendrabučiams.

Darni plėtra, apimanti keturis elementus: socialinį, ekonominį, kultūrinį ir aplinkosauginį, buvo visų trijų Docklands generalinių planų (1997, 2003, 2008) dėmesio centre. Šis Dublino Docklands projektas, paremtas glaudžiu bendradarbiavimu su bendruomene, transformavo nebenaudojamą, atskirtą nuo Dublino, priekinę uosto dalį. Dabar ji tapo vietoje su čia gyvenančia ir dirbančia bendruomene, patrauklia, urbanizuota, pasižyminčia gražiais vaizdiniais ir prieinamumu prie upės Liffey bei aplinkinių vandenų miesto dalimi (11.3 pav.).

Dabartinė Docklands vietovė suteikia galimybę piliečiams gyventi ir dirbti aukštos kokybės aplinkoje. Sukurta darni kaimynystė, paremta efektyviu visuomeniniu transportu, pėsčiųjų, dviratininkų galimybėmis ir visuomeninių erdvių, aikščių naudojimu. Socialinė gyventojų įvairovė Docklands vietovėje sumažino socialinę gyventojų atskirtį. Maždaug trečdalis Docklands gyventojų dirba ir gyvena toje pačioje Docklands vietovėje. Nors 2007 m. pabaigoje tarptautinės ekonomikos sąlygos pradėjo blogėti, nekilnojamojo turto kainos Docklands rajone nekrito. Būsto paklausa išlieka didelė dėl sparčiai augančio Dublino gyventojų skaičiaus ir Docklands vietovės patrauklumą lemiančių veiksnių: mažo atstumo iki miesto centro, aukštos kokybės aplinkos ir gerai išvystyto visuomeninio transporto tinklo. Pagrindinis projekto tikslas – sukurti darnią bendruomenę – sėkmingai įgyvendintas.



11.3 pav. Atnaujintas Dublino Docklands rajono vaizdas (Docklands 2008)

11.4. Daugiabučių gyvenamųjų namų rajonų modernizavimo strategijos ir jomis grindžiami scenarijai

Strategija suprantama kaip turimi ištekliai, kompetencija ar įgūdžiai, naudojami tikslams pasiekti, veikiant aplinkos ribojimams ar rizikai. Strategija įgyvendina vieną ar kelis tikslus. Atitinkamoms strategijoms kuriami tam tikri scenarijai, strategijos remiasi jų realizavimo scenarijais, kuriais siekiama pademonstruoti kas įvyks, jei bus įgyvendintos tam tikros priemonės (Wikipedia 2012; The Free Dictionary 2012).

Daugiabučių gyvenamųjų namų rajonų modernizavimo strategijos turi siekti šių pagrindinių tikslų:

- gerinti gyvenimo standartus ir aplinkos kokybę;
- mažinti suvartojamos energijos kiekį ir CO₂ emisiją;
- išlaikyti mišrią socialinę struktūrą;
- darniai integruoti naujus pastatus į jau esamą aplinką;
- sukurti miesto centrą, kaip funkcionalią miesto dalį, daugiabučių namų rajone;

- plėtoti demokratinį planavimą;
- siekti glaudaus prie modernizavimo prisidedančių partnerių bendradarbiavimo;
- vykdyti ilgalaikę renovaciją ir pastatų valdymą.

Pasak Gorgolewski (1995), Balaras *et al.* (2000), siekiant optimaliai taupyti energiją, modernizuojant pastatus turi būti nustatytos efektyviausios energijos taupymo priemonės, parinktas tinkamiausias scenarijus ir į tai nukreiptos pagrindinės investicijos. Ekonominis pastatų atnaujinimo efektyvumas priklauso nuo energiją taupančių priemonių įgyvendinimo (Ginevičius *et al.* 2008; Zavadskas *et al.* 2008a,b,c; Kalklauskas *et al.* 2004). Johansson *et al.* (2007) teigia, kad Švedijoje politiškai priimtinas būdas tai padaryti – siūlyti savivaldybėms parengti „geriausias strategijas“ įvairių tipų namams, šios strategijos galėtų būti rekomenduojamos energinio naudingumo pastatams sertifikuoti. Alanne (2004) siūlo metodą, padėsiantį rasti ilgalaikės renovacijos veiksmų projektą atnaujinant gyvenamuosius namus. Atnaujinimas bus ilgalaikis ir efektyvus, modernizuojant visą gyvenamųjų namų rajoną, tam būtina turėti veiksmų planą, vadovautis strategijomis.

Atsižvelgiant į klimato kaitą, didelius suvartojamos energijos kiekius, gyvenamajame sektoriuje svarbu suprasti ir skatinti naujų technologijų taikymą, efektyvų energijos ir atsinaujinančiųjų energijos šaltinių vartojimą. Atnaujinant pastatus reikia taikyti įvairias galimybes naudojant progresyvias statybines medžiagas ir procesus, kiek galima ekologiškesnius aplinkai, pvz.:

- lietaus vandens naudojimas sodams ir specialiesiems tualetų nupylimo rezervuarams;
- saulės energijos naudojimas šiltam vandeniui tiekti;
- fotoinstaliacija papildomai elektros energijai gauti;
- statybinių medžiagų parinkimas pagal ekologinius kriterijus;
- galimybės sumažinti atliekų kiekius.

Tiek fizinis, tiek ekonominis rajono naujinimas yra esminis siekiant užtikrinti, kad investicijos į energetinį taupumą atsipirktų, nes pastato rinkos vertė priklauso ne vien nuo paties statinio kokybės, bet ir nuo

aplinkinių statinių, infrastruktūros ir kokybinių rajono kriterijų (Sunnikka 2006). Perprojektuojant gyvenamąją aplinką reikėtų stengtis, kad ji apimtų visus pastatus, turėtų ir praktinę naudą, suteiktų jaukumo, šiuolaikiškumo. Naujų pastatų fasadų dizainą galima pabrėžti, spalvinėmis intonacijomis dar sustiprinant blizgančią pigmentų dangą su ryškiais naujais pamatų, parapetų ir saulės tentų spalvų tonais. Rajono kvartalams galima suteikti įvairių įvaizdžių: meno, sodo, parko ir pan.

Lietaus vandenį, lietvamzdžiais nuleistą nuo stogų į įrengtus požeminius rezervuarus, būtų galima panaudoti kiemams, gėlynams laistyti, tvenkiniams įrengti, aplink kuriuos galėtų būti įrengtos žaliosios, poilsio zonos ar pan.

Gyvenamųjų kvartalų modernizacija susijusi su geresne gyvenimo kokybe, naujais architektūriniais sprendimais suteikiant gyventojams galimybę „gyventi gryname ore“ (erdvūs balkonai, terasos ir t. t.). Penkių aukštų namuose šalia laiptinių, stikliniuose pilonuose įrengus lifthus, pagerėtų gyvenimo kokybė, architektūrinis vaizdas ir pakiltų būsto vertė.

Gaunantys didesnes pajamas gyventojai bando išsikelti iš pasenusių kvartalų, kuriuos reikia atnaujinti, dėl tinkamų butų trūkumo. Tokiems rajonams gresia socialinio stabilumo praradimas. Kadangi nemažai gyventojų nori aukštos kokybės būsto ir dalis jų išvyksta į individualių namų rajonus, reikia pastatyti įvairių būstų ir sukurti didmiesčio atmosferą.

Padidėjus ir pasikeitus gyventojų reikalavimams bei poreikiams būstui, šia strategija siekiama stabilizuoti mišrią socialinę struktūrą, pateikti įvairių ir patrauklių pasiūlymų:

- naujų butų statyba;
- pastatų perplanavimas;
- nuosavybės formų įvairovė;
- įrangos ir instaliacijos pagerinimas;
- socialinis būstas;
- senelių, vaikų globos namai.

Gyvenamieji namai turėtų būti sujungti į kvartalus, užstatant laisvas vietas ir uždarant juos iš išorės, bet paliekant atvirus iš vidaus. Atnaujinant rajoną reikėtų taikyti ir kitus sprendimus, pvz., ant kai kurių

pastatų stogų įrengti sodus, skulptūras; pristatyti papildomus aukštus esamiems namams. Sena stambiaiplokštė statyba įprastai riboja architektūrinių sprendimų laisvę, t. y. pakeisti butų architektūrinį-planinį sprendimą dėl namo vidinių laikančiųjų sienų, tačiau maža galimybė pagerinti architektūrą yra: pastatų įėjimus pakeitus įstiklintais priangiais, padidinus kambarius dėl įstiklintų lodžijų, iškirtus angą vidinėje sienoje taip virtuves sujungiant su svetaine, padidinant vonias.

Atnaujinant gyvenamųjų namų kvartalus svarbu numatyti ir socialinius būstus mažas pajamas turinčioms jaunoms ir daugiavaikėms šeimoms, našlaičiams ar neįgaliems asmenims. Įvertinti galimybę įrengti gydymo ar globos namus, nakvynės namus ar pan.

Iki modernizavimo miegamuosiuose rajonuose išryškėja infrastruktūros trūkumai: nėra parduotuvių ir beveik jokio kultūrinio gyvenimo. Lietuvoje ilgą laiką vyravo tendencija statyti ekstensyviai, paliekant didžiulius laisvus plotus mieste (Turskis *et al.* 2006), todėl miestai yra „išskydę“ ir nekompaktiški, nekoncentruoti ir gyvenamųjų miestų rajonų centrai. Be gyvybingų gyventojų traukos centrų tokie rajonai negali būti išvystyti į funkcionuojančius. Svarbiausia šioje strategijoje – sukurti centrinę rajono dalį, kiekviename individualiai nustatant tam palankiausią vietą ir pritraukiant gyventojus įvairiomis paslaugomis, pramogomis, pvz., vienas rajonas turi parką, kitas – seną kino teatrą ar apleistus pastatus, kuriuos atnaujinus, įkurdinus paslaugas teikiančias įmones, vaikų žaidimo aikšteles ir kita, galima paversti patrauklia vieta ne tik poilsiui, būtiniausiems poreikiams tenkinti, bet ir pramogoms. Parkus galima atnaujinti iškasant kūdras, apsodinant krūmynais ir medžiais, įrengiant žaidimų ir riedutininkų aikšteles, kopimo uolas.

Daugiabučių namų rajonuose trūksta želdinių, socialinė infrastruktūra – skurdi, nėra poilsio galimybių. Dalis nepanaudotų rajono erdvių turėtų būti numatytos rekreacijos tikslams, suplanuoti pėsčiųjų takai ir aikštelės prie namų. Aplinka įgautų jaukumo, jei mokytojų, mokinių, tėvelių iniciatyva prie mokyklų ir darželių atsirastų želdynai, būtų pasodinti medžiai, krūmai. Gyventojų pageidavimu įrengti suoliukai, laiptų turėklai, šiukšlių dėžės. Gyventojai, įtraukti į modernizavimo procesą, labiau

saugotų ir gerbtų atnaujintą aplinką. Daugiabučių namų rajonų atnaujinimo sprendimai turi tiesioginį poveikį jo gyventojams. Dėl šios priežasties visuomenės dalyvavimas planavimo procese ypač svarbus. Praktika rodo, kad išlaidos informacijai ir viešiesiems paaiškinimams atsiperka tuo, kad aiškiai pagerėja pritarimas planiniams sprendimams, o tai spartina planavimo procedūras (Projekt Großsiedlungen 1996). Kadangi didžioji dalis gyventojų gyvena privačios nuosavybės teise priklausančiuose butuose, todėl planuotojų bendradarbiavimas su visuomene yra būtinas. Planavimo kartu su gyventojais bendra koncepcija yra dalis tolesnio rajono gyvenamųjų kvartalų išvystymo. Architektų, planuotojų susitikimai su gyventojais, verslininkais, politikais paspartina pasiūlymų įgyvendinimą:

- sutvarkomi kiemai;
- optimizuojami takų tinklai;
- perstatomi šiukšlių konteineriai;
- pagerinama automobilių aikštelių situacija.

Patobulinus gyvenamųjų namų bendrijų steigimo, gyvenamųjų pastatų priežiūros teisinę bazę, įgyvendinant Daugiabučių namų modernizavimo programą, atnaujinant ir modernizuojant būstus ir didinant jų energinį naudingumą, mažėtų ir energijos sąnaudos būstui šildyti, pagerėtų jų valdymas ir priežiūra (LR Vyriausybė 2009). Visų pastatų atnaujinimas būtų svarbus tolesnis žingsnis modernizuojant vietovę, o projektui įgyvendinti nustatomi griežti laiko terminai. Gyventojai, įtraukti į modernizavimo pasiruošimą ir kiekvieną statybos etapą, būtų labiau suinteresuoti ir intensyviai prižiūrėtų vykdomus darbus.

Vienas iš strategijų tikslų – pakelti gyvenimo kokybę įtraukiant ir gyventojus. Pastatų atnaujinimo darbus galima vykdyti neiškelus gyventojų iš butų, laiptinė po laiptinės, tiksliai laikantis grafiko. Gyventojai, kurie nenori laukti, kol pagal grafiką ateis eilė atnaujinti jų butus, turėtų galimybę tai pasidaryti patys. Pasitelkiant specialistus organizuojama „Pasidaryk pats patarimų“ tarnyba.

Vienas iš daugiabučių namų rajono pranašumų yra tas, kai šalia gyvenamosios vietovės būna rekreacinė vietovė. Būsto ir gamtos darna – strateginis uždavinys tolesnei daugiaaukštei būsto plėtrai (EXPO 2000).

Atnaujinant rajoną reiktų stengtis išlaikyti ankstesnę natūralią aplinką, o naujai įrengus kiemus, pasodinus krūmus, medžius ir gėlynus, sukurti „žaliąją“ gyvenimo kokybę kaip neatsiejamą rajono skiriamąjį ženklą.

Bet kokiam modernizavimo procesui, taip pat ir gyvenamųjų namų kvartalų atnaujinimui labai svarbus procese dalyvaujančių partnerių bendradarbiavimas. Savivaldybės, valdžios atstovai, statybos bendrovės, projektuotojai, architektai, gyventojai turi glaudžiai bendradarbiauti, rengti diskusijas ir priimti bendrus, galbūt kompromiso būdu rastus sprendimus. Norint gauti gerą rezultatą, visi šie skirtingi žmonės turi dirbti kartu (Naaranoja, Uden 2007).

Scenarijai, paremti atitinkamomis strategijomis, privalo apibrėžti atnaujinimo darbų priemones, jų įgyvendinimo prioritetiškumą ir būsimą poveikį.

Preliminarioms atnaujinimo investicijoms ir ekonominiam jų efektyvumui nustatyti gali būti sudaryti keturi atnaujinimo priemonių paketai (mažų, vidutinių, didelių bei bazinis investicijų priemonių paketai) (Zavadskas *et al.* 2008d).

Mažų investicijų priemonių paketas orientuotas į avarinės ir blogiausios būklės pastato elementų ir sistemų pakeitimą, rekonstravimą ar remontą, kai laikančiosios konstrukcijos nesusidėvėjusios ir be defektų:

- naujos stogo dangos įrengimą;
- balkonų avarinės būklės pašalinimą;
- langų keitimą;
- laiptinių durų keitimą;
- tarpplokštinių sandūrų remontą;
- šilumos punkto rekonstrukciją;
- šildymo sistemos subalansavimą.

Paketas patrauklus dėl palyginti nedidelių investicijų, tačiau pastato atitvarų šiluminės charakteristikos pagerėja nedaug (tik langų ir durų), architektūrinė estetinė pastato išvaizda pasikeičia minimaliai (tik dėl langų pakeitimo). Dar vienas trūkumas – išlieka netobula šilumos suvartojimo apskaita (pagal butų plotus) ir nėra galimybės reguliuoti šildymo intensyvumą patalpose.

Vidutinių investicijų paketas labiau orientuotas į energijos taupymą, pasiekiamas gana aukštas ekonominis efektyvumas. Šiame pakete taikomos tokios atnaujinimo priemonės:

- stogo apšiltinimas ir nauja danga;
- balkonų avarinės būklės pašalinimas;
- butų ir laiptinės langų keitimas;
- laiptinių durų keitimas;
- galinių fasadų apšiltinimas;
- šilumos punkto rekonstrukcija;
- šildymo sistemos subalansavimas;
- individuali šilumos apskaita ir reguliavimas;
- aplinkos sutvarkymas.

Įgyvendinus vidutinių investicijų paketą, individuali šilumos vartojimo apskaita ir šildymo prietaisų reguliavimas skatina gyventojus labiau taupyti šiluminę energiją ir, atsižvelgiant į jų vartojimo įpročius, šilumos sutaupyta gali būti dar daugiau. Taip pat numatytos minimalios priemonės pastato aplinkai sutvarkyti. Tačiau įgyvendinus šį variantą architektūrinė estetinė pastato išvaizda mažai pasikeičia, namo sienos (išskyrus galinius fasadus) netenkina šiuolaikinių normų reikalavimų.

Didelių investicijų pakete įgyvendinamos šios priemonės:

- šlaitinio stogo su gyvenamomis patalpomis įrengimas;
- balkonų avarinės būklės pašalinimas ir įstiklinimas;
- butų ir laiptinės langų keitimas;
- laiptinių durų keitimas;
- fasadų šiltinimas;
- šilumos punkto rekonstrukcija;
- šildymo sistemos rekonstravimas (kolektorinė);
- vandentiekio vamzdynų keitimas;
- elektros instaliacijos pakeitimas;
- aplinkos sutvarkymas.

Šis paketas suteikia galimybę pasiekti aukštą namo kokybę: atitvaros atitinka šilumosaugos normų reikalavimus, technologiškai pažangiausia šildymo sistema (tiksliai šilumos suvartojimo apskaita, galimybė šil-

dyti patalpas arba išjungti šildymą nepaisant šildymo sezono pradžios, remonto ar avarijos bute atveju nebūtina išjungti viso namo šildymo). Namų ekonomiškumas atitinka naujos statybos namų ekonomiškumą. Tačiau investicijos didelės. Paketas tinkamesnis prestižiniams rajonams, nes įrengus šlaitinį stogą ir butus jame, būtų sukurtas papildomas būstas, kurį pardavus atnaujinimo investicijos sumažėtų.

Baziniame investicijų pakete įgyvendinamos tokios priemonės:

- stogo apšiltinimas ir nauja danga;
- balkonų avarinės būklės pašalinimas ir įstiklinimas;
- butų ir laiptinės langų keitimas;
- laiptinių durų keitimas;
- fasadų šiltinimas;
- šilumos punkto rekonstrukcija;
- šildymo sistemos subalansavimas;
- individuali šilumos apskaita ir reguliavimas;
- aplinkos sutvarkymas.

Bazinis priemonių paketas užtikrina pastato atitvarų atitikimą šilumos saugos normų reikalavimams, mechaninių konstrukcijų atsparumą ir patvarumą, pažangesnę šildymo sistemą ir individualią šilumos apskaitą. Priemonių pakete numatytos ir minimalios priemonės aplinkai sutvarkyti.

Pagrindinės daugiabučių namų atnaujinimo ir jų aplinkos sutvarkymo priemonės turėtų sutapti su strateginiais miesto įvaizdžio bei būsto ir gyvenamosios aplinkos gerinimo tikslais. Įvairiuose miesto rajonuose priemonių prioritetiškumas yra skirtingas dėl pastatų ir aplinkos esamos būklės skirtumų. Todėl būtina atsižvelgti į aplinkos zonavimą atnaujinant pastatus ir jį vykdyti teritoriniu principu, nustatyti atnaujinamų kvartalų/rajonų prioritetiškumą ir tai įgyvendinti kompleksiskai: atnaujinant pastatus bei sutvarkant ir modernizuojant gyvenamąją aplinką.

12. DAUGIAKRITERINIO VERTINIMO METODŲ TAIKYMO GALIMYBĖS

Klasikiniai daugiakriterinio optimizavimo metodai, reikšmingumo, naudingumo ir vertės nustatymo metodai pradėti taikyti 1896 m. ir ištobulinti V. Pareto (1971). Šie metodai buvo susiję su ekonomikos teorijos uždaviniais. Tyrėjai, atlikdami daugiakriterinį įvertinimą (angl. Multi-Criteria Evaluation) ar daugiakriterinę analizę (angl. Multi-Criteria Analysis), naudoja daugiatikslius metodus. Pasaulyje sukurta nemažai daugiatikslių sprendimo metodų, bet kol kas nėra nustatyta, kuris labiausiai tinka spręsti vienokio ar kitokio tipo uždavinius.

Daugiatikslius metodus statybos pramonės šakos uždaviniams spręsti taikė įvairių šalių mokslininkai. Lietuvos mokslininkai savo darbuose išnagrinėjo ir pritaikė įvairius daugiakriterinio įvertinimo metodus. E. K. Zavadskas yra daugiatikslių sprendimų priėmimo metodų taikymo statybos srityje vienas iš pradininkų. Savo darbuose nagrinėjo ir pritaikė statyboje variantų daugiakriterinio įvertinimo metodus: lošimų teorijos metodus taikant taisykles: Wald, Savage, Hurwicz, Maksimakso apibendrinto kriterijaus metodus: adityvinius, vidutiniškai svertinės priimamo sprendimo sėkmės, multiplikatyvieji, kombinuotieji, naudingumo funkcijos, artumo idealiam taškui, nuoseklaus optimizavimo metodus, sprendimų suderinamumo, prioritetų nustatymo, nedominuojančių variantų išrinkimo, sintezės metodus. Pastebėta, kad daugelyje disciplinų bandoma taikyti daugiakriterinės analizės metodus specifinėms problemoms spręsti. Dauguma metodų leidžia nustatyti lyginamų sprendimų prioritetų eilę, bet nesuteikia galimybės įvertinti, kiek nagrinėjamos alternatyvos racionalesnės ir naudingesnės viena už kitą.

Daugiatikslius metodus galima būtų klasifikuoti pagal tokias jų savybes:

- kiek išteklių (laiko, žmonių ir pinigų) reikia siekiant išmokti naudotis metodika ir išspręsti turimą uždavinį, kaip greitai galima surinkti reikiamus duomenis problemai išspręsti;

- koks alternatyvų ir rodiklių maksimalus skaičius gali būti sprendžiamas;
- su koku tikslumu (paklaida) yra gaunami rezultatai ir kaip tiksliai galima nustatyti geriausią alternatyvą;
- kokio tikslumo pradinė informacija turi būti, kad galima būtų ją matematiškai apdoroti;
- ar yra galimybė esamą metodą patobulinti;
- ar galima projektą (alternatyvą) išskaidyti ir lyginti tarpusavyje dalimis;
- ar yra kada nors anksčiau taikytas šis metodas ir kiek jau yra išspręsta konkrečių uždavinių jį taikant;
- ar metodas yra jautrus, t. y. ar keičiant vertinimo rodiklius keičiasi atsakymas;
- kokius reikia pateikti duomenis vertinimui, t. y. skaitinę reikšmę, išrikiavimą pagal rangą ar kt.

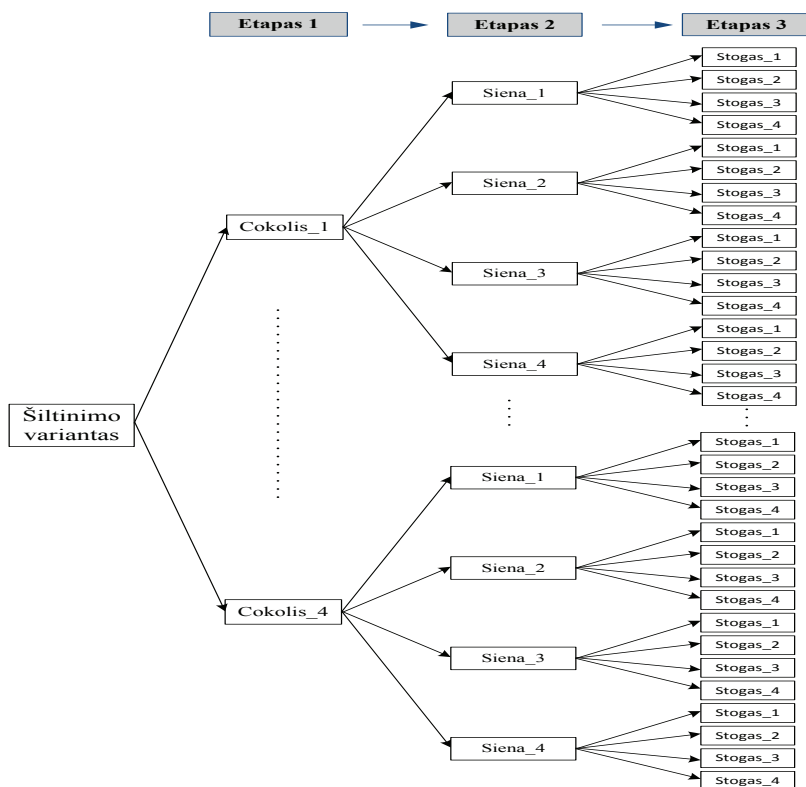
Esant gausybei daugiatislių vertinimo metodų ir rodiklių, kuriais remiantis galima vertinti, labai svarbu parinkti tinkamą vertinimo metodą. Taip pat labai svarbu neapsikrauti per dideliu kiekiu rodiklių, nes tuomet bus sunku nustatyti visų reikšmingumą. Daugiatisliai metodai naudojami tuomet, kai reikia priimti sudėtingą sprendimą, t. y. išrinkti racionaliausią alternatyvą iš esamų. Norint išrinkti priimtina alternatyvą reikia tarpusavyje palyginti kelis, o kartais ir keliasdešimt ar kelis šimtus rodiklių. Lyginant alternatyvas, būtina objektyviai įvertinti kiekvieno iš variantų teigiamas puses ir trūkumus, t. y. priskirti tinkamą reikšmingumą kiekvienam rodikliui.

Nepaisant to, daugiakriterinės analizės sritis iki galo neišvystyta, naudojami metodai nėra tobuli. Geriausio metodo nustatyti neįmanoma, konkrečioms problemoms spręsti metodai gali būti tinkami arba ne. Daugiatisliai metodai nėra sprendėjai, galutinį sprendimą priima žmogus ar keletas žmonių. Daugiatisliai metodai padeda susisteminti ir apdoroti matematiškai turimą informaciją – sudaryti alternatyvių prioritetų eilutę parodant, kiek viena alternatyva pranašesnė už kitą.

12.1. Sprendimo modelio sudarymas

Tam, kad būtų racionaliai suformuluotas ir išspręstas Semeliškių vaikų darželio modernizacijos naudos klausimas, priimti geriausi sprendimai, turi būti taikomi tam tikri metodai ir sudaromas pagrindinis sprendimo modelis, kuris pavaizduotas 12.1 paveiksle.

Modelyje pirmiausiai įvardijami šiltinimo variantai, tokie kaip coko-lio, sienų ir stogo. Jų yra po keturis ir kiekvienas gali būti naudojamas ir derinamas su kiekvienu.



12.1 pav. Sprendimo modelis

Taigi parinktos visos modernizacijai reikalingos alternatyvos ir toliau nagrinėjami skaičiavimams reikalingi rodikliai.

Nagrinėjant apšiltinimo variantus, parenkami tokie rodikliai:

- Šilumos perdavimo koeficientas U , W/m^2K ;
- Modernizavimo kaina, Lt.;
- Prognozuojamas priemonės gyvavimo laikas, m.;
- Galimybė atlikti statybos darbus, neatsižvelgiant į sezoniškumą, balais;
- Metiniai sutaupymai, $MWh/m^2/m.$;
- Paprastas atsipirkimo laikas, m.;
- Eksploatavimo priežiūros sudėtingumas, balais.

12.2. Šilumos perdavimo koeficiento rodiklio nustatymo aprašymas

Šilumos perdavimo koeficientas, atitvarų šilumos laidumas, paviršiaus temperatūros, patalpų ir lauko oro temperatūros, kiti patalpų mikroklimato parametrai matuojami naudojant gamintojo „Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH“ (Vokietija) matavimo prietaisų kompleksus, pavaizduotus 12.2 paveiksle, kurie susideda iš:

- duomenų kaupiklio „Almemo 2890–9“ su matavimo duomenų atmintimi;
- termoporinių plokštelių atitvarų šilumos srauto matavimui – modelis FQA018CSI (ALMEMO®);
- temperatūros ir santykinės oro drėgmės matavimo zondų su jutikliais – modelis FHA646-E1 (ALMEMO®);
- oro temperatūros zondų – modelis FHA646 (ALMEMO®);
- termomanometro – modelis FVA605-TA10 (ALMEMO®);
- CO₂ koncentracijos dujose matavimo zondo – modelis FY A600-CO₂H(ALMEMO®) (Statybos... 2010).



12.2 pav. Laboratorinė įranga, matuojanti šilumos srautus per išorines atitvaras

Išorinių atitvarų šilumos perdavimo koeficientas. Šis rodiklis minimizuojamas. Išorinių atitvarų šilumos perdavimo koeficientui nustatyti parinkta tokia metodika: išorinės atitvaros šilumos perdavimo koeficientas U nustatomas matuojant šilumos srautus q , patalpos oro temperatūrą θ_i bei išorės oro temperatūrą θ_e ir apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = q/(\theta_i - \theta_e), \text{ W/m}^2\text{K}, \quad (12.1)$$

čia:

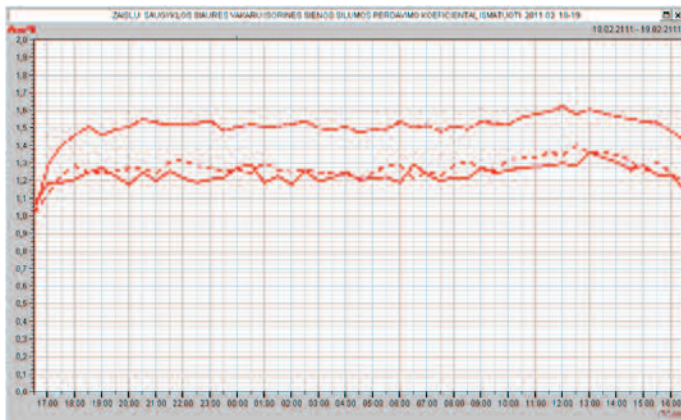
q – išmatuotų šilumos srautų per išorines atitvaras vidurkis, W/m^2 ;

θ_i – patalpos oro išmatuotos temperatūros vidurkis, $^{\circ}\text{C}$;

θ_e – išorės oro išmatuotos temperatūros vidurkis, $^{\circ}\text{C}$.

Šiems tyrimams buvo sukomplektuoti specialūs laboratoriniai matavimo prietaisai su autonominiu programiniu valdymu. Siekiant tyrimo tikslumo šilumos srautai buvo matuojami vienu metu 3-jose tos pačios išorinės atitvaros vietose. Šilumos srautai ir temperatūros matuojamos kas 30 min. visą parą. Gauti matavimų rezultatai iš duomenų kaupiklio ALMEMO® 2890–9 atminties nuskaitomi kompiuteriu, sudaromi grafikai (12.3 pav.) ir apskaičiuojamos vidutinės šilumos perdavimo koeficientų reikšmės. Tiriant atitvaras būtinos sąlygos buvo užtikrintos.

Priemonės gyvavimo laiko rodiklio nustatymo aprašymas. Šis rodiklis nustatomas pagal naudojamų priemonių numatomus garantinius laikotarpius. Šis laikotarpis yra prognozuojamas ir priklauso nuo pastato priežiūros ir naudojimo pagal paskirtį. Tai kiekybinis rodiklis, kuris maksimizuojamas.



12.3 pav. Patalpos išorinės sienos šilumos perdavimo koeficientai (U)

Darbų atlikimo galimybės rodiklio nustatymo aprašymas. Tai kokybinis rodiklis, kuris vertinamas balais nuo 1 iki 6. Nagrinėjamas statybos darbų atlikimo sudėtingumas atsižvelgiant į metų laiką, kadangi ne visi darbai vienodai paprastai atliekami žiemos ir vasaros metu. Galimybių atlikti statybos darbus, neatsižvelgiant į sezoniškumą paskirstymas balais:

1–2 balai – darbų negalima atlikti tam tikru metų laiku.

3–4 balai – galima iš dalies atsižvelgti į sezoniškumą.

5–6 balai – galima neatsižvelgti į sezoniškumą.

Šis rodiklis yra maksimizuojamas.

Darbų atlikimo galimybės rodiklio nustatymo aprašymas. Tai kokybinis rodiklis, kuris vertinamas balais nuo 1 iki 6. Nagrinėjamas statybos darbų atlikimo sudėtingumas atsižvelgiant į metų laiką, kadangi ne visi darbai vienodai paprastai atliekami žiemos ir vasaros metu. Galimybių atlikti statybos darbus, neatsižvelgiant į sezoniškumą paskirstymas balais:

1–2 balai – darbų negalima atlikti tam tikru metų laiku.

3–4 balai – galima iš dalies atsižvelgti į sezoniškumą.

5–6 balai – galima neatsižvelgti į sezoniškumą.

Šis rodiklis yra maksimizuojamas.

Metinių sutaupymų rodiklio nustatymo aprašymas. Atlikus planuojamus modernizacijos darbus ir pagerinus pastato šilumines charakteristikas, tikimasi tam tikrų energijos sutaupymų. Kadangi išorinės atitvaros apšiltinamos, šilumos nuostoliai per jas sumažėja ir išlaidos už šildymą ir reikalingas šilumos kiekis sumažėja. Taigi nustatomi planuojami metiniai energijos sutaupymai MWh.

Šis rodiklis yra kiekybinis ir maksimizuojamas.

Paprastojo atsipirkimo laiko rodiklio nustatymo aprašymas. Rodikliuose pateikiamos energijos taupymo ir modernizacijos priemonės, galimų energijos sutaupymų bei reikalingų investicijų įvertinimas. Kiekvienai nagrinėtai priemonei atlikta išsami ekonominio ir techninio efektyvumo analizė. Siekiant įvertinti energijos taupymo priemonių ekonominį efektyvumą skaičiuojamas paprastas ir tikrasis atsipirkimo laikas bei sutaupytos energijos kaina.

Planuojamų investicijų energijos taupymo priemonėms įdiegti paprastasis atsipirkimo laikas (*PAL*) nustatomas pagal šią formulę:

$$PAL \cdot I / S, \quad (12.2)$$

čia:

PAL – metai;

I – planuojamos investicijos energijos taupymo priemonėms įdiegti, Lt;

S – planuojami metiniai sutaupymai įdiegus numatytas energijos taupymo priemones, Lt/metus.

Tai kiekybinis rodiklis ir jis yra minimizuojamas.

Eksplotavimo priežiūros sudėtingumo rodiklio nustatymo aprašymas. Tai kokybinis rodiklis, kuris vertinamas balais nuo 1 iki 6. Kiekviena alternatyva vertinama pagal tai, koks yra eksploatavimo priežiūros sudėtingumo lygis, kadangi kiekvienas modernizavimo variantas turi tam tikrų techninės priežiūros atlikimo sudėtingumo aspektų.

Eksplotavimo priežiūros sudėtingumo vertinimas balais skirstomas:

1–2 balai – sudėtinga atlikti techninę priežiūrą.

3–4 balai – vidutiniško sudėtingumo techninė priežiūra.

5–6 balai – galima lengvai atlikti techninę priežiūrą.

Paskirties pakeitimo rodiklio nustatymo aprašymas. Tai kokybinis rodiklis, kuris vertinamas balais nuo 1 iki 6. Alternatyvos vertinamos pagal tai, kaip lengvai galima pakeisti pastato stogo paskirtį. Paskirties pakeitimo galimybės, balais:

1–2 balai – sudėtinga pakeisti paskirtį.

3–4 balai – vidutiniško sudėtingumo paskirties pakeitimai.

5–6 balai – galima lengvai pakeisti paskirtį.

Apdailos dizaino pakeitimo rodiklio nustatymo aprašymas. Tai kokybinis rodiklis, kuris vertinamas balais nuo 1 iki 6. Šis rodiklis vertinamas balais pagal tai, kaip lengvai galima keisti objekto dizainą ir išvaizdą. Apdailos dizaino pakeitimo galimybės balais skirstomos:

1–2 balai – sudėtinga atlikti apdailos pakeitimus.

3–4 balai – vidutiniško sudėtingumo apdailos pakeitimai.

5–6 balai – galima lengvai atlikti apdailos pakeitimus.

Rodiklių reikšmių ir reikšmingumų nustatymas. Rodiklių reikšmių ir reikšmingumo nustatymo metodai skirstomi į dvi grupes (12.1 lentelė):

- metodai, kuriuos taikant rodiklius galima išreikšti piniginiiais vienetais. Tokie rodikliai vadinami kiekybiniais;
- metodai, kuriuos taikant rodiklių negalima išreikšti piniginiiais vienetais. Tokie rodikliai vadinami kokybiniais.

12.1 lentelė. Rodiklių reikšmių ir reikšmingumų nustatymo metodai

Kiekybinių rodiklių reikšmių ir reikšmingumų nustatymo metodai	Kokybinių rodiklių reikšmių ir reikšmingumų nustatymo metodai
Normatyvinis. Nustatoma remiantis normatyviniais dokumentais, sąmatomis, rekomendacijomis ir kt.	Ekspertinis. Nustatoma remiantis ekspertų patyrimu ir intuicija
Analogiški sprendimai	Rekomendacijos
Skaičiavimo. Nustatoma remiantis teorinėmis ir empirinėmis priklausomybėmis, statistiniais duomenimis	Organoleptinis. Nustatoma vertinant sprendimus per stebinčio žmogaus jausmų prizmę
	Sociologinis. Nustatoma apdorojus sociologinių apklausų duomenis
	Skaičiavimo. Nustatoma remiantis įvairiomis formulėmis

Normatyviniu metodu rodiklių reikšmės ir reikšmingumas nustatomi, remiantis normatyviniais dokumentais, sąmatomis, rekomendacijomis ir kt. Skaičiavimo metodu norimi dydžiai nustatomi, naudojant empirines ir teorines priklausomybes, statistinius duomenis, įvairias formules. Analogijos metodas taikomas tada, kai tiriamas objektas (jo kai kurių rodiklių reikšmės ir reikšmingumai dar nėra žinomi) lyginamas su analogu, parinktu pagal tam tikrus keliamus reikalavimus. Išnagrinėjus analogijos požymius, nustatomi perskaičiavimo koeficientai. Visas reikalingas etalono rodiklių reikšmės ir reikšmingumą padauginus iš šių perskaičiavimo koeficientų, gaunamos trūkstamos tiriamo objekto rodiklių reikšmės ir reikšmingumas.

Kokybinių rodiklių reikšmės ir reikšmingumas dažniausiai nustatomas ekspertiniu, organoleptiniu, rekomendaciniu, sociologiniu, skaičiavimo ir analogijos metodais.

Taikant ekspertinius metodus, kokybinių rodiklių reikšmės gali būti nustatomos taip:

- išrenkama konkretaus rodiklio racionaliausia reikšmė;
- nagrinėjamo rodiklio racionaliausiai reikšmei suteikiama reikšmė lygi 10 balų (100 %);
 - nustatomas santykis tarp racionaliausios rodiklio reikšmės ir visų likusių to paties rodiklio reikšmių;
 - likusioms rodiklio reikšmėms suteikiamos santykinės reikšmės.

Panašiai nustatomi ir rodiklių reikšmingumų dydžiai. Konkretaus rodiklio reikšmingumo fizinė prasmė yra ta, kad jis parodo, kiek kartų jo naudingumas objektui, kompleksiskai vertinant alternatyvas, yra didesnis (mažesnis) už kito rodiklio naudingumą.

12.3. Rodiklių reikšmingumų nustatymas porinio lyginimo metodu

Ekspertinių metodų teorinio ir praktinio taikymo klausimai nagrinėti daugelio mokslininkų darbuose. Naudojant sprendimų priėmimo sistemą svarbu nustatyti suformuotų rodiklių reikšmingumus. Tai gali būti padaryta ekspertinio porinio lyginimo metodu.

Porinio lyginimo metodas patogu tuo, kad ekspertai gali lyginti rodiklius tarpusavyje po du, kas yra svarbu lyginant daug rodiklių. Grupinis vertinimas gali būti laikomas pakankamai patikimu tik tada, kai apklausiamų specialistų nuomonės yra suderinamos. Todėl statistiškai apdorojant iš ekspertų gautą informaciją, reikėtų įvertinti jų nuomonių suderinamumą ir nustatyti informacijos nevienareikšmiškumo priežastis. Taikant porinio lyginimo metodą nustatomas kiekvieno eksperto suderinamumo laipsnis, skaičiuojant suderinamumo indeksą ir suderinamumo santykį. Šiuo metodu netikrinamas visų ekspertų nuomonių suderinamumas, todėl siūloma taikyti ekspertinio metodo ekspertų nuomonių suderinamumo tikrinimo būdą. Porinio lyginimo metodu, remiantis ekspertų (specialistų) nuomonėmis, nustatomi efektyvumo rodiklių reikšmingumai. Efektyvumo rodiklių reikšmingumų reikšmėms gauti reikia informacijos, gaunamos poromis lyginant rodiklius ir nustatant jų „tarpusavio svarbos intensyvumą“. Prioritetiškumui nustatyti verta naudotis T. Saaty reikšmingumų skale (12.2 lentelė).

12.2 lentelė. T. Saaty vertinimo skalė ir jos aprašas

Svarbumo lygis	Apibrėžimas
1	Rodikliai vienodai svarbūs
3	Vienas rodiklis truputį svarbesnis už kitą
5	Vienas rodiklis daug svarbesnis už kitą
7	Vienas rodiklis labai daug svarbesnis už kitą
9	Vienas rodiklis nepalyginti svarbesnis už kitą
2, 4, 6, 8	Tarpinės reikšmės

Turint užpildytas ekspertų nuomonių anketas, suformuojama lentelė, užpildoma ekspertų pateiktų rodiklių vidutinėmis reikšmėmis. Tuomet atliekami tolesni matematiniai skaičiavimai.

Tarkime, turime m variantų, aprašomų n rodikliais. Ekspertų poriniai rodiklių R_i ir R_j lyginimas žymimas b_{ij} ; $i, j = \overline{1, n}$. Šis rodiklis reiškia i -tojo ir j -ojo rodiklių eksperto įvertinimų reikšmingumų santykį, t.y.:

$$b_{ij} = \frac{\bar{q}_i}{\bar{q}_j}; \quad (12.3)$$

Tarkime, kad poromis buvo lyginti visi rodikliai ir nustatytos skaitinės tarpusavio prioritetiškumo reikšmės. Vertinimo rezultatai surašomi į matricą B :

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\bar{q}_1}{\bar{q}_1} & \frac{\bar{q}_1}{\bar{q}_2} & \dots & \frac{\bar{q}_1}{\bar{q}_n} \\ \frac{\bar{q}_2}{\bar{q}_1} & \frac{\bar{q}_2}{\bar{q}_2} & \dots & \frac{\bar{q}_2}{\bar{q}_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\bar{q}_n}{\bar{q}_1} & \frac{\bar{q}_n}{\bar{q}_2} & \dots & \frac{\bar{q}_n}{\bar{q}_n} \end{bmatrix}; \quad (12.4)$$

Matoma, kad:

$$b_{ij} = \frac{\bar{q}_i}{\bar{q}_j}, \quad b_{ji} = \frac{\bar{q}_j}{\bar{q}_i} \quad \text{arba} \quad b_{ij} = \frac{1}{b_{ji}}; \quad (12.5)$$

Todėl pakanka palyginti ne visas rodiklių poras, o tik nepasikartojančias. Nepasikartojančių porų skaičius yra $\frac{n(n-1)}{2}$.

Skaitinės rodiklių subjektyvių reikšmingumų reikšmės $q_j (j = \overline{1, n})$ nustatomos sprendžiant optimizavimo uždavinį:

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} \bar{q}_j - \bar{q}_i)^2 \right\} \quad (12.6)$$

kai nežinomieji $\bar{q}_j (j = \overline{1, n})$ tenkina apribojimus:

$$\sum_{i=1}^n \bar{q}_i = 1, \quad \bar{q}_i > 0; \quad (i = \overline{1, n}) \quad (12.7)$$

Kadangi apribojimas $\bar{q}_i > 0$ yra neesminis, jis gali būti praleistas.

Uždavinys sprendžiamas tradiciniu būdu: nustatoma Lagranžo funkcija, jos laisvieji nariai prilyginami nuliui. Optimalus sprendimas gaunamas išsprendus tiesinių lygčių sistemą:

$$C \cdot Q = m \quad (12.8)$$

čia $Q = (\bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_n, \bar{e}_1)^T$, $\bar{q}_i$ – rodiklių subjektyvaus reikšmingumo reikšmių, su $\bar{e}_1$ – Lagranžo daugikliu, $m = \underbrace{(0, 0, \dots, 0, 1)^T}_{n+1 \text{ kartų}}$.

$C = [l_{ij}]$, $i, j = 1, \dots, n, n+1$ – matrica, turinti $n+1$ stulpelių ir $n+1$ eilučių, kurios elementai nustatomi pagal formules:

$$l_{ii} = (n-1) + \sum_{j=1}^n b_{ji}^2, i, j = 1, \dots, n \quad (12.9)$$

$$l_{ij} = -(b_{ij} + b_{ji}), i, j = \overline{1, n}; i \neq j \quad (12.10)$$

$$l_{k, n+1} = l_{n+1, k} = 1, k = \overline{1, n} \quad (12.11)$$

$$l_{n+1, n+1} = 0 \quad (12.12)$$

Grupinis vertinimas gali būti laikomas gana patikimu tik tada, kai apklausiamų specialistų nuomonės suderinamos. Todėl statistiškai apdorojant iš ekspertų gautą informaciją, reikėtų įvertinti jų nuomonių suderinamumą ir nustatyti informacijos nevienareikšmiškumo priežastis.

Pagal kiekvieną anketą nustatomi kriterijų rangai. Gaunami tik reikšmių rinkiniai (12.3 lentelė).

12.3 lentelė. Ekspertų apklausos rezultatai

Ekspertas	Efektyvumo rodiklis			
E_1	t_{11}	t_{21}	...	t_{n1}
E_2	t_{12}	t_{22}	...	t_{n2}
...	...	...	...	...
E_k	t_{1r}	t_{2r}	...	t_{nr}
Rangų suma	$\sum_{i=1}^k t_{1k}$	$\sum_{i=1}^k t_{2k}$	...	$\sum_{i=1}^k t_{nk}$
Vidutinis rangas	$\bar{t}_1$	$\bar{t}_2$	...	$\bar{t}_n$

Vidutinis rangas nustatomas pagal formulę:

$$\bar{t}_j = \left(\sum_{k=1}^r t_{jk} \right) : r \quad (12.13)$$

čia t_{jk} – k eksperto j -ojo rodiklio įvertinimas; r – ekspertų skaičius.

Ekspertizės patikimumas gali būti išreikštas konkordacijos koeficientu, nusakančiu atskirų nuomonių panašumo laipsnį, kuris išreiškiamas tokia formule:

$$\bar{W} = \frac{12S}{r^2(n^3 - n) - r \sum_{k=1}^r T_k} \quad (12.14)$$

čia S – kiekvieno efektyvumo rodiklio nuokrypio kvadratų suma:

$$S = \sum_{j=1}^n \left[\sum_{k=1}^r t_{jk} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{jk} \right]^2 \quad (12.15)$$

$$T_k = \sum_{l=1}^{H_l} (h_l^3 - h_l) \quad (12.16)$$

čia T_k – susijusių rangų k rangavimo rodiklis; H_l – lygių rangų grupių skaičius ranguojant k ; h_l – k eksperto nustatytų lygių rangų skaičius l -ojoje grupėje; t_{jk} – k eksperto j -ajam rodikliui priskiriamas rangas; r – ekspertų skaičius; n – efektyvumo rodiklių skaičius.

Jeigu susijusių rangų nėra, konkordancijos koeficientas randamas pagal formulę:

$$\bar{W} = \frac{12S}{r^2(n^3 - n)} \quad (12.17)$$

Konkordancijos koeficientas lygus 1, jeigu visos ekspertų rangavimo eilutės vienodos, ir lygus 0, jeigu visos jos skirtingos, t. y. visiškai nesutampa.

Koeficientas, randamas pagal formules (2.18) ir (2.21), yra atsitiktinis dydis. Konkordancijos koeficiento reikšmei nustatyti reikia žinoti r ekspertų skaičiaus n lyginamų objektų skirtingų reikšmių pasiskirstymo dažnį. Konkordancijos koeficiento reikšmė nustatoma pagal formulę:

$$\div 2 = \frac{12S}{rn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^r T_k} \quad (12.18)$$

Jeigu pagal (12.22) formulę gauta χ^2 reikšmė didesnė negu norminė χ_{lent}^2 reikšmė, priklausanti nuo laisvumo laipsnio ir reikšmingumo lygio, teigiama, kad ekspertų nuomonės suderintos. Priešingu atveju, kai $\chi^2 < \chi_{lent}^2$, teigiama, kad ekspertų nuomonės nesuderintos ir stipriai skiriasi.

Porinio lyginimo metodas taikomas lyginant didelį rodiklių skaičių, siekiant nustatyti rodiklių reikšmingumus.

Taigi naudojant porinio palyginimo matricas surinkta informacija buvo susisteminta ir, atlikus skaičiavimus, buvo gauti tokie rezultatai, kurie pateikti žemiau esančiose 12.4–12.8 lentelėse:

12.4 lentelė. Subjektyvaus reikšmingumo cokolio rodiklių reikšmingumo reikšmės

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
Subjekt. reikšming.	0,121034	0,253669	0,150636	0,046115	0,173416	0,174689	0,080436
Rangai	5	1	4	7	3	2	6

12.5 lentelė. Subjektyvaus reikšmingumo sienų rodiklių reikšmingumo reikšmės

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
Subjekt. reikšming.	0,140321	0,244712	0,135740	0,0468379	0,162858	0,171939	0,097589
Rangai	4	1	5	7	3	2	6

12.6 lentelė. Subjektyvaus reikšmingumo stogo rodiklių reikšmingumo reikšmės

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
Subjekt. reikšming.	0,135884	0,260318	0,131671	0,048495	0,155104	0,216132	0,052393
Rangai	4	1	5	7	3	2	6

12.7 lentelė. Subjektyvaus reikšmingumo grindų rodiklių reikšmingumo reikšmės

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
Subjekt. reikšming.	0,135064	0,240019	0,152151	0,052294	0,161603	0,171834	0,087032
Rangai	5	1	4	7	3	2	6

12.8 lentelė. Subjektyvaus reikšmingumo lango rodiklių reikšmingumo reikšmės

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Subjekt. reikšming.	0,147007	0,253064	0,131075	0,051545	0,2092549	0,208055
Rangai	4	1	5	6	2	3

Kiekvienai pastato konstrukcinei daliai buvo nustatyti reikšmingumai ir rodikliai išrikiuoti pagal svarbą. Suderinamumas buvo nustatytas – pakankamas, todėl galima atlikti tolesnius skaičiavimus.

12.4. Rodiklių integruoto, subjektyvaus ir objektyvaus reikšmingumo nustatymas

Taikant daugiatikslį sprendimų priėmimo metodą (*Multiple Attribute Decision-Making MADM*), kyla alternatyvų pasirinkimo problema, kuri susijusi su įvairiais ir prieštariniais rodikliais. Šios problemos atsiranda daugelyje realių situacijų. Pvz., vertinant technologinius sprendimus. Sprendžiant šią užduotį svarbūs tokie rodikliai kaip ilgaamžiškumas, atsiperkamumas, darbo įdėjimai, rodikliai, parodantys kokybines konstrukcijų charakteristikas. Sprendžiant uždavinius, susijusius su investiciniu statybos efektyvumu, nagrinėjami rodikliai, vertinantys investicinio projekto ilgaamžiškumą, projekto rizikingumą, piniginius srautus ir t. t.

Nepaisant to, koks metodas taikomas MADM problemoms spręsti, visų pirma nustatomi rodiklių reikšmingumai, kurie rodo tam tikro rodiklio svarbą projekto efektyvumui.

Rodiklių reikšmingumus galima suskirstyti į objektyvius ir subjektyvius. Subjektyvi ir objektyvi analizė turi daugelį privalumų ir trūkumų. Reikšmingumai, nustatyti subjektyviu požiūriu, nurodo subjektyvius asmens sprendimus, kurių rezultatas yra problemos alternatyvų rangavimas. Šios vėliau įgauna gerokai laisvesnių reikšmių. Objektyvūs sprendimų reikšmingumai nustatomi matematiniais metodais, pagrįstais subjektyvia informacija.

Objektyvų rodiklių reikšmingumą nustatyti geriausia entropijos metodu. Tarkim, kad $S=\{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ – diskretus variantų rinkinys, $R=\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ – rodiklių rinkinys ir $X=[x_{ij}]_{m \times n}$ – sprendimų matrica, čia x_{ij} – varianto S_i rodiklio R_j reikšmė ($i=1, 2, \dots, m$; $j=1, 2, \dots, n$). Norint turėti vienodą matavimų diapazoną, teigiama, kad visi pradinės matricos reikšmingumai svyruoja nuo 0 iki 1. Tai gaunama, normalizuojant bet kurį matricos $X=[x_{ij}]_{m \times n}$ elementą į matricos $\bar{P}=[p_{ij}]_{m \times n}$ elementus pagal tokią formulę:

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n} \quad (12.19)$$

Gaunama matrica $\bar{P}: x_1 x_2 x_n$

$$\bar{P} = \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{matrix} \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{m1} & p_{m2} & \dots & p_{mn} \end{bmatrix} \quad (12.20)$$

Tada nustatomas kiekvieno rodiklio efektyvumo entropijos lygis E_j :

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, \quad (i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}) \quad (12.21)$$

čia $k=1:\ln m$.

Kaip žinoma, entropijos reikšmė kinta intervalu $[0,1]$, todėl:

$$0 \leq E_j \leq 1, \quad \left(i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n} \right) \quad (12.22)$$

j -ojo rodiklio kitimo lygis sprendžiant uždavinį, t. y. daugelyje analizuojamų technologinių sprendimų (statybos srities), nustatomas rodikliais:

$$d_j = 1 - E_j, \quad \left(j = \overline{1, n} \right) \quad (12.23)$$

Jeigu visi efektyvumo rodikliai vienodai svarbūs, kitaip sakant, nėra subjektyvių arba ekspertinių jų svarbos įvertinimų, tai rodiklių objektyvusis reikšmingumas nustatomas remiantis šiomis formulėmis:

$$q_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (12.24)$$

arba

$$d_j = q_j \sum_{j=1}^n d_j \quad (12.25)$$

Jeigu žinomi subjektyvūs reikšmingumai, nustatyti specialistų sprendimu arba paremti ekspertų vertinimo principu, tai objektyvių kompleksinių rodiklių reikšmingumai nustatomi taip:

$$q_j^0 = \frac{\overline{q_j} d_j}{d_j \sum_{j=1}^n \overline{q_j} d_j}, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (12.26)$$

Iš formulės (2.28) gaunama:

$$q_j^0 = \frac{\overline{q_j} q_j \sum_{j=1}^n d_j}{\sum_{j=1}^n \overline{q_j} q_j \sum_{j=1}^n d_j}, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (12.27)$$

arba

$$q_j^0 = \frac{\overline{q_j} q_j}{\sum_{j=1}^n \overline{q_j} q_j}, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (12.28)$$

Toliau skaičiuojant šie rodikliai naudojami TOPSIS, SAW, COPRAS sprendimų priėmimo metoduose.

Porinio lyginimo metoduose remiamasi ekspertų nuomonėmis subjektyvių efektyvumo rodiklių reikšmingumams nustatyti. Svarbiausia informacija gaunama lyginant rodiklius poromis ir nustatant jų svarbą viena kitos atžvilgiu.

12.5. Integruotų efektyvumo rodiklių reikšmingumų nustatymo metodika

Rodiklių objektyvios reikšmingumo reikšmės nusako nagrinėjamo varianto rodiklių dominavimo lygius. Subjektyvios reikšmingumo reikšmės parodo, kiek rodikliai svarbūs nagrinėjant variantus. Kai kuriais atvejais $\overline{q_j}$ ir q_j^0 iš principo skiriasi, o dėl to mažėja varianto nustatytas racionalumo tikslumas. Tai vyksta todėl, kad mažareikšmiai rodikliai gali labai smarkiai paveikti varianto prioritetiškumo nustatymą, ir atvirkščiai. Siūloma norint nustatyti q_j^* reikšmingumą (integruotų efektyvumo rodiklių reikšmingumą), išspręsti šią sistemą:

$$\begin{cases} q_1^* (\overline{q_1} q_1 - q_1) + q_2^* \overline{q_1} q_2 + q_3^* \overline{q_1} q_3 + \dots + q_n^* \overline{q_1} q_n + f = 0 \\ q_1^* \overline{q_2} q_1 + q_2^* (\overline{q_2} q_2 - q_2) + q_3^* \overline{q_2} q_3 + \dots + q_n^* \overline{q_2} q_n + f = 0 \\ q_1^* \overline{q_3} q_1 + q_2^* \overline{q_3} q_2 + q_3^* (\overline{q_3} q_3 - q_3) + \dots + q_n^* \overline{q_3} q_n + f = 0 \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ q_1^* \overline{q_n} q_1 + q_2^* \overline{q_n} q_2 + q_3^* \overline{q_n} q_3 + \dots + q_n^* (\overline{q_n} q_n - q_n) + f = 0 \\ q_1^* + q_2^* + q_3^* + \dots + q_n^* = 1 \end{cases} \quad (12.29)$$

Vėliau reikšmingumas q_j^* naudojamas TOPSIS, SAW, COPRAS sprendimų priėmimo metoduose.

12.6. Daugiatiksliai metodai

12.6.1. Racionalaus sprendimo nustatymas artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodu

K. Yoon ir C. L. Hwang (1981) sukūrė variantų prioritetiškumo nustatymo metodiką, pagrįstą koncepcija: optimali alternatyva turi mažiausią atstumą nuo idealaus sprendimo ir didžiausią atstumą nuo idealiai blogiausio sprendimo. Šis metodas vadinamas variantų racionalumo nustatymu artumo idealiajam taškui metodu (TOPSIS – *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*).

Taikant šį metodą, reikia atsižvelgti į tai, kad kiekvieno sprendimų varianto kriterijaus naudingumo funkcija monotoniškai didėja arba monotoniškai mažėja, t.y. didesnė bet kurio rodiklio reikšmė visada geresnė arba blogesnė už mažesnę to paties rodiklio reikšmę (Behm 2005). Tai priklauso nuo to, ar naudingumo funkcija didėja ar mažėja.

Tarkime, kad kiekvieno rodiklio reikšmės nuolat didėja arba nuolat mažėja. Tada galima nustatyti „idealų“ sprendimą, kuris yra sudarytas iš geriausių rodiklių reikšmių, ir „neigiamai idealų“ sprendimą, kuris yra sudarytas iš blogiausių rodiklių reikšmių.

Norint taikyti artumo idealiam taškui metodą, būtina sudaryti sprendimų matricą P .

$$P = [x_{ij}] = \begin{matrix} & \begin{matrix} a_1 & a_2 & \dots & a_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{matrix} \end{matrix} \quad (12.30)$$

kur: $a_1 - a_m$ – lyginamieji variantai ($i=1, m$);

$X_1 - X_n$ – efektyvumo rodikliai ($j=1, n$);

$x_{11} - x_{mn}$ – efektyvumo rodiklių reikšmės.

Matricą P reikia normalizuoti į matricą $\bar{P}$. Matricos P normalizavimas atliekamas pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}; \quad i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m} \quad (12.31)$$

ir gaunama normalizuotoji matrica $\bar{P}$, kurios visos efektyvumo reikšmės – bedimensiai dydžiai:

$$\bar{P} = [\bar{x}_{ij}] = \begin{matrix} & \begin{matrix} \bar{a}_1 & \bar{a}_2 & \dots & \bar{a}_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \dots & \bar{x}_{1n} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \dots & \bar{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{matrix} \end{matrix} \quad (12.32)$$

Kadangi žinomi reikšmingumo kriterijai, randama svertinė normalizuota matrica $\bar{P}^*$ pagal formulę:

$$(\bar{x}_{ij} - a_j^+)^2 \bar{P}^* = [\bar{P}] \cdot [q_j^*] \quad (12.33)$$

Idealiai geriausias variantas nustatomas pagal formulę:

$$a^+ = \{[(\max_i \bar{x}_{ij} | j \in J), (\min_i \bar{x}_{ij} | j \in J')] / i = \overline{1, m}\} = \{a_1^+, a_2^+, \dots, a_n^+\}$$

kur J – rodiklių, kurių didesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė;

J' – rodiklių, kurių mažesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė.

Neigiamai idealus variantas nustatomas pagal formulę:

$$a^- = \{[(\min_i \bar{x}_{ij} | j \in J), (\max_i \bar{x}_{ij} | j \in J')] / i = \overline{1, m}\} = \{a_1^-, a_2^-, \dots, a_n^-\}$$

Atstumas tarp lyginamojo i -tojo ir idealiai geriausio L_i^+ varianto nustatomas pagal formulę:

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\bar{x}_{ij} - a_j^+)^2}; i = \overline{1, m} \quad (12.34)$$

o tarp i -tojo ir neigiamai idealaus L_i^- – pagal formulę:

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\bar{x}_{ij} - a_j^-)^2}; i = \overline{1, m} \quad (12.35)$$

Nustatomas kiekvieno i -ojo varianto santykinis atstumas iki idealaus:

$$K_i = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}, i = \overline{1, m}, \text{ kai } K_i \in [0, 1] \quad (12.36)$$

Kuo K_i reikšmė artimesnė vienetui, tuo i -tasis variantas artimesnis a^+ , t. y. racionalus variantas bus tas, kurio K_i reikšmė yra didžiausia.

12.6.2. Racionalaus sprendimo nustatymas paprastuoju sudedamuoju svėrimo (SAW) metodu

Paprastasis sudedamasis svėrimo metodas (SAW – *Simple Additive Weighting*) žinomas geriausiai, yra vienas iš paprastesnių ir plačiausiai taikomas. Išėjties duomenys – sprendimų matrica ir reikšmingumų dy-

džiai. Sprendimų matrica negali turėti neskaitinių reikšmių. Sprendžiama taip:

- 1) matrica normalizuojama;
- 2) normalizuotosios matricos to paties varianto kiekvienas narys dauginamas iš jo reikšmingumo ir sudedamas su kitais alternatyvos (eilutės) nariais. Gauta suma dalijama iš svorių (reikšmingumų) sumos.

Visi sprendimo matricos P nariai normalizuojami pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}} \quad (12.37)$$

jei jie maksimizuojami, o jei minimizuojami – pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{\min}}{x_{ij}} \quad (12.38)$$

Nustatant varianto racionalumą, atitinkami normalizuotosios matricos nariai dauginami iš reikšmingumų ir sumuojami. Racionalaus varianto sandaugų suma bus maksimali:

$$A = \left\{ A_i \left| \max_i \sum_{j=1}^n \bar{q}_j \bar{x}_{ij} / \sum_{j=1}^n \bar{q}_j \right. \right\} \quad (12.39)$$

12.6.3. Racionalaus sprendimo nustatymas kompleksiniu proporcingu įvertinimo (COPRAS) metodu

Skačiuojant COPRAS metodu nagrinėjamų variantų prioritetiškumas ir jų naudingumo laipsnis tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo alternatyvas adekvačiai apibūdinančių rodiklių sistemos, reikšmių ir reikšmingumų dydžių.

1 etapas. Sudaroma normalizuota sprendimų priėmimo matrica. Šio etapo tikslas – iš lyginamųjų rodiklių gauti bedimensius (normalizuotus) dydžius. Tam naudojama formulė:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_j^*}{\sum_{l=1}^m x_{il}} ; i = \overline{1, m} ; j = \overline{1, n} \quad (12.40)$$

2 etapas. Apskaičiuojamos j variantą apibūdinančių minimizuojančių S_{-j} ir maksimizuojančių S_{+j} įvertintų normalizuotų rodiklių sumos. Jos apskaičiuojamos pagal formules:

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^n d_{+ij} ; S_{-i} = \sum_{j=1}^n d_{-ij} ; i = \overline{1, m} ; j = \overline{1, n} \quad (12.41)$$

3 etapas. Lyginamų variantų santykinis reikšmingumas (efektyvumas) nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis S_{+j} ir neigiamomis S_{-j} savybėmis. Kiekvieno varianto a_j santykinis reikšmingumas Q_j nustatomas pagal formulę:

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-\min} \cdot \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{S_{-\min}}{S_{-i}}} , i = \overline{1, m} \quad (12.42)$$

4 etapas. Nustatomas variantų prioritetiškumas. Kuo didesnis Q_i , tuo labiau varianto efektyvumas (prioritetiškumas) yra didesnis.

12.7. Pateikto sprendimų medžio modelio formalizacija

Sukurtas naujas daugiapakopis sprendimų medžio modelis vaizduoja pastato cokolio, sienų, stogo modernizacijos alternatyvių kombinacijų analizės struktūrą. Ši struktūra pateikta sprendimo medžio diagrama, kurios aprašymui naudojama tokia notacija:

- sprendimų analizės pakopų aibė $K = \{k\}$, ($k = 1, 2, 3$), k – pakopos numeris;
- kiekvienoje pakopoje esančių sprendimų medžio mazgų skaičius – m_k ($k = 1, 2, 3$);
- cokolių sprendimų pakopoje ($k = 1$) alternatyvų skaičius – m_1 ;
- sienų sprendimų pakopoje ($k = 2$) alternatyvų skaičius – m_2 ;

$m_2 = \sum_{i=1}^{m_1} t_i$, kur $t_i - i$ – tosios konstrukcijos, galimų technologinių sprendimų variantų skaičius.

stogo sprendimų pakopoje ($k = 3$) alternatyvų skaičius – m_3 ;

$m_3 = \sum_{i=1}^{m_2} s_i$, kur $s_i - i$ – tosios technologijos, galimų saugos sprendimų variantų skaičius.

Sumodeliuoto sprendimų medžio šakų, kurios jungia šakninį mazgą su galiniu mazgu (vadinamu lapu), skaičius – z , ($z = m_3$).

Remiantis aprašyta sąsaja tarp statybos projekto sudedamųjų dalių, sudaromas daugiapakopis (tripakopis) sprendimų medis. Toks sprendimų analizės modelis vaizduoja išorinės pastato sienos įrengimo projektą visas galimas alternatyvas, siejančias konstrukcinius, technologinius ir saugos sprendimus (12.1 pav.). Šioje pateiktoje sprendimų medžio diagramoje įvesti žymėjimai:

Cokolio.i, ($i = 1, 2, \dots, m_1$) – i – tosios konstrukcijos numeris;

Sienos.i/j, ($i = 1, 2, \dots, m_1$; $j = 1, 2, \dots, t_i$) – i – tosios konstrukcijos j – tosios technologijos numeris;

Stogo.i/j_a, ($i = 1, 2, \dots, m_1$; $j = 1, 2, \dots, t_i$), $a = \{\min, \text{vid}, \max\}$ – i – tosios konstrukcijos, j – tosios technologijos, a – tojo tipo saugos sprendimo numeris.

12.8. Konstrukcinių, technologinių ir saugos sprendimų sintezės metodas SyMAD-3

Remiantis prieš tai aprašytu daugiapakopiu sprendimų analizės modeliu (12.1 pav.), pateikiamas daugiapakopį, daugiatikslių sprendimų sintezės metodas SyMAD-3 (*angl. Synthesis of Multiple Attribute Decisions by three methods*). Šis metodas skirtas apjungti daugiatikslius sprendimus į vieną bendrą sprendimą. Sprendimo patikimumui padidinti taikomi trys kiekybiniais matavimais pagrįsti daugiatiksliai sprendimo priėmimo metodai. Pateikto metodo algoritme taikomi šie metodai: efektyvumo rodiklių integruoto reikšmingumo nustatymo ir daugiatiksliai sprendimo priėmimo SAW, ir COPRAS metodai.

Pateikto metodo paskirtis – daugiatislių sprendimų sintezė, taikant tris daugiatislius sprendimo metodus. Pateiktas daugiapakopis sprendimų medžio modelis vaizduoja sprendimų, priklausančių skirtingoms pakopoms, analizės struktūrą. Sprendimų analizės medžio diagrama aprašoma žemiau pateikta, notacija:

- sprendimų analizės pakopų aibė $K = \{k\}$, ($k = 1, 2, \dots, c$), k – pakopos numeris, c – pakopų skaičius;
- kiekvienoje pakopoje esančių sprendimų medžio mazgų skaičius – m_k ($k = 1, 2, \dots, c$) nustatomas atsižvelgiant į sprendimų lentelių skaičių;
- sumodeliuoto sprendimų medžio šakų, kurios jungia šakninį mazgą su galiniu mazgu (vadinamu lapu), skaičius: $z = m_c$, kur m_c – paskutinės sprendimų medžio pakopos mazgų skaičius. Medžio šakų skaičius – tai alternatyvių kombinacijų skaičius.

Turint sprendimų analizės modelį ir reikiamus duomenis, galima pradėti racionalių sprendimo nustatymo procesą, t.y. pasirinkus atitinkamą algoritmą, nagrinėjamas alternatyvas išrinkti pagal racionalumą. Pateikto metodo (SyMAD-3) algoritmas sudaro II etapai.

I sprendimo etapas skirtas uždaviniui formuluoti, skaičiavimo duomenims paruošti ir atlikti pirminį alternatyvų įvertinimą. Ši etapą sudaro šeši žingsniai:

1) Sprendimo etapų nustatymas, efektyvumo rodiklių sistemos kiekvienai sprendimo medžio pakopai k ($k = 1, 2, \dots, c$) formavimas. Kiekvienos sprendimo pakopos sprendimo lentelių sudarymas, čia m_k – k -toje pakopoje esančių sprendimo lentelių skaičius. Naudojant šias duomenų lenteles formuojamos sprendimų matricos:

$$X_t = \left[x_{ij}^t \right], \left(t = \overline{1, m_k}; i = \overline{1, a_t}, j = \overline{1, n_k} \right); \quad (12.43)$$

čia t – sprendimo lentelės numeris, a_t – t -tosios sprendimų lentelės alternatyvų skaičius, n_k – k -tosios pakopos efektyvumo rodiklių skaičius.

2) Ekspertų porinio palyginimo matricų, naudojamų efektyvumo rodiklių reikšmingumų nustatyme, pildymas. $E = \{p\}$, $p = 1, 2, \dots, e_p$, E – ekspertų aibė, p – eksperto numeris, e_p – ekspertų skaičius.

3) Porinio palyginimo matricų darnos nustatymas. Tam imama kiekviena matrica ir skaičiuojamas jos suderinamumo laipsnis S :

$$S = \frac{S_I}{S_A}; \quad (12.44)$$

čia S_I – matricos suderinamumo indeksas, S_A – atsitiktinio indekso vidurkis. Jeigu $S < 0,1$ – matricos suderinamumas yra pakankamas ir matrica naudojama rodiklių subjektyvaus reikšmingumo nustatymui, jeigu ne – matricos duomenys tolimesniems skaičiavimams nenaudojami.

4) *k-tosios* pakopos rodiklių reikšmingumo reikšmių nustatymas. Naudojant ekspertų užpildytas rodiklių porinio palyginimo matricas ir mažiausių kvadratų metodą, apskaičiuojamos rodiklių subjektyvaus reikšmingumo $\bar{q}_{kj}, (j = \overline{1, n}, k = \overline{1, c})$ reikšmės. Remiantis informacija apie rodiklių subjektyvaus reikšmingumo reikšmes, tikrinamas ekspertų nuomonių dėl rodiklių reikšmingumo suderinamumas, skaičiuojant konkordancijos koeficientą. Jeigu ekspertų nuomonių dėl rodiklių reikšmingumų suderinamumas pakankamas, toliau skaičiuojamos rodiklių integruoto reikšmingumo reikšmės $q_{kj}^*, (j = \overline{1, n}, k = \overline{1, c})$. Jeigu ekspertų nuomonių suderinamumas nepakankamas – svarstoma ekspertų grupės sudėtis. Rodiklių skaičiavimas atliekamas pakartotinai su atnaujintos ekspertų grupės duomenimis.

5) Naudojant aukščiau sudarytas sprendimo matricas $X_t = [x_{ij}^t], (t = \overline{1, m}, i = \overline{1, a}, j = \overline{1, n})$ ir rodiklių integruoto reikšmingumo reikšmes $q_{kj}^*, (j = \overline{1, n}, k = \overline{1, c})$ atliekamas alternatyvų racionalumo nustatymas trimis metodais: TOPSIS, SAW, COPRAS.

6) Atlikus skaičiavimus visais trimis metodais, rezultatai pateikiami santykinio reikšmingumo kriterijų pavidalu pagal TOPSIS, SAW ir COPRAS metodus, nesumuojant:

$$(A_k^i [TOPSIS, SAW, COPRAS]) = (R_{kT}^i, R_{kS}^i, R_{kC}^i), \quad (12.52)$$

$$(k = \overline{1, c}, i = \overline{1, m}).$$

II sprendimo etapas skirtas alternatyvių kombinacijų sudarymui ir jų racionalumo įvertinimui. Naudojant *I-ame* sprendimo etape gautų alternatyvų, aprašytų sprendimo lentelėmis A_k , racionalumo

įvertinimo rezultatus ir sprendimų medžio modelį (12.1 pav.), sudaromos alternatyvios kombinacijos $B_s, (s = \overline{1, z})$.

II etapą sudaro trys žingsniai:

1) Alternatyvių kombinacijų duomenys pateikiami vektoriniu pavidalu:

$$B_s = \left\{ \left(R_{1,T}^i, R_{1,S}^i, R_{1,C}^i \right), \dots, \left(R_{c,T}^i, R_{c,S}^i, R_{c,C}^i \right) \middle| i = \overline{1, m_k}, k = \overline{1, c} \right\}, \quad (s = \overline{1, z}) \quad (4.53)$$

2) Gautos alternatyvios kombinacijos surašomos į sprendimų lentelę (12.5 lentelė), kurios duomenys bus naudojami tolimesniuose skaičiavimuose.

12.5 lentelė. Alternatyvių kombinacijų sprendimų lentelė

Pakopos	I pakopos			...			c –osios pakopos		
Rodikliai	$R_{[1]}$	$R_{[2]}$	$R_{[3]}$	...	...	...	$R_{[7]}$	$R_{[8]}$	$R_{[9]}$
Variantai									
B_1	$R_{c,T}^1$	$R_{c,S}^1$	$R_{c,C}^1$	...	...	...	$R_{s,T}^1$	$R_{s,S}^1$	$R_{s,C}^1$
B_2	$R_{c,T}^1$	$R_{c,S}^1$	$R_{c,C}^1$	...	...	...	$R_{s,T}^2$	$R_{s,S}^2$	$R_{s,C}^2$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
B_z	$R_{c,T}^{n1}$	$R_{c,S}^{n1}$	$R_{c,C}^{n1}$	...	...	...	$R_{s,T}^{n3}$	$R_{s,S}^{n3}$	$R_{s,C}^{n3}$
Min/max	<i>Max</i>	<i>Max</i>	<i>Max</i>	...	...	...	<i>Max</i>	<i>Max</i>	<i>Max</i>

3) Naudojant TOPSIS, SAW ir COPRAS metodus, atliekamas alternatyvių kombinacijų vertinimas.

Iš sprendimų lentelėje (12.5 lentelėje) pateiktų duomenų sudaroma sprendimų matrica:

$$Y = [y_{sl}], (s = \overline{1, z}, l = \overline{1, k \times mt}) \quad (12.54)$$

kur mt – taikomų metodų skaičius (mūsų atveju $mt = 3$), k – pakopos numeris, ($k = 1, 2, \dots, c$). Šiuo atveju s – matricos Y eilučių skaičius, l – matricos Y stulpelių skaičius.

$$(y_{sl}) = (R_{k,Mr}^i), \left(s = \overline{1, z}, l = \overline{1, k \times t}, i = \overline{1, m_k}, k = \overline{1, c}, Mr = \overline{1, t} \right) \quad (12.55)$$

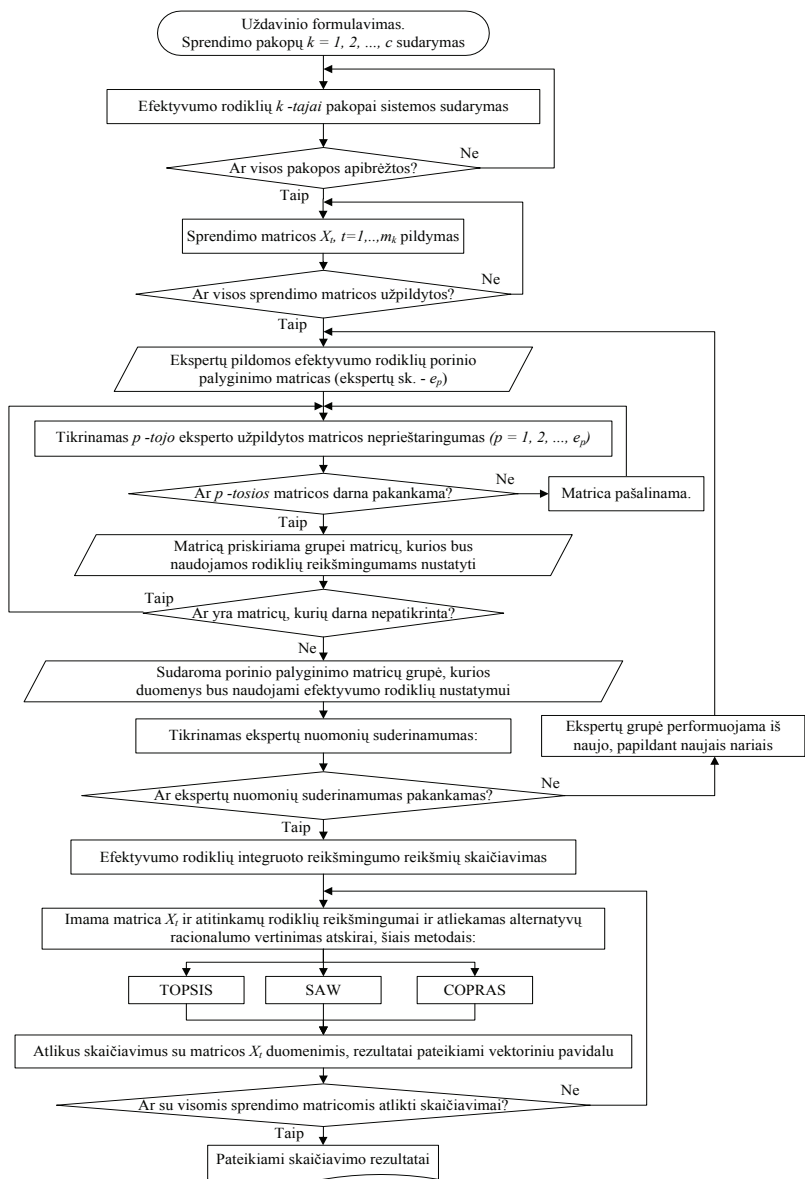
kur Mr – taikomo metodo numeris.

Sudaroma rodiklių, reikalingų matricoje Y pateiktų alternatyvų įvertinimui, aibė: $R = \{R_l\}$, ($l = 1, 2, \dots, k \times mt$). Šie rodikliai yra maksimizuojami, jų reikšmingumo reikšmės yra vienodos, nes jų neįtakoja nei subjektyvūs nei objektyvūs faktoriai. Rodiklių reikšmingumo reikšmės turi tenkinti lygybę:

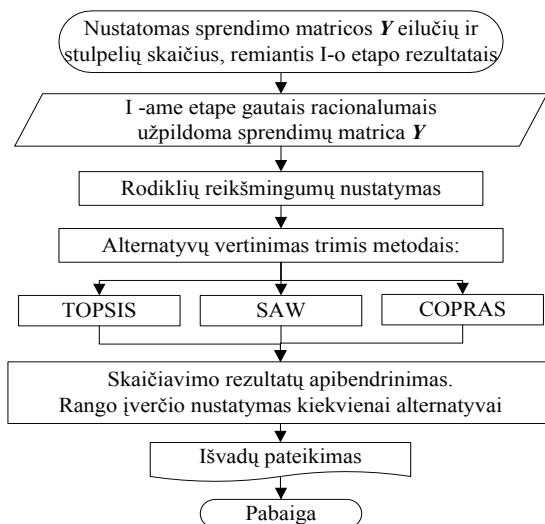
$$\sum_{l=1}^{k \times mt} w_l = 1, \text{ kur } k - \text{pakopų skaičius, } mt - \text{metodų skaičius.}$$

Atlikus alternatyvių kombinacijų vertinimus aukščiau minėtais metodais, lentelės pavidalu pateikiama alternatyvių kombinacijų racionalumo įverčiai ir alternatyvių kombinacijų rangai (išrikiavimas pagal svarbą) kiekvieno metodo atžvilgiu.

Daugiapakopis, daugiatislių sprendimų sintezės metodo algoritmas pateiktas dvejose blokinėse schemose (12.4 pav., 12.5 pav.). Pateiktas metodas gali būti naudojamas įvairių daugiapakopių, daugiatislių sprendimo priėmimo uždavinių sprendimui, kai informacija apie alternatyvas pateikta kiekybiniu pavidalu. Nagrinėjamu atveju *SyMAD-3* metodas taikomas išorinių sienų įrengimo sprendimų analizei ir sintezei.



12.4 pav. Daugiapakopio sprendimų sintezės metodo (SyMAD-3) algoritmo I dalis



12.5 pav. Daugiapakopio sprendimų sintezės metodo (SyMAD-3) algoritmo II dalis

LITERATŪRA

- Aberg, M.; Henning, D. 2011. Optimisation of a Swedish district heating system with reduced heat demand due to energy efficiency measures in residential buildings, *Energy Policy* 39(12): 7839–7852.
- Alanne, K. 2004. Selection of renovation actions using multi-criteria “knapsack” model, *Automation in Construction* 13(3): 377–391.
- Alchimovienė, J.; Raslanas, S. 2011. Sustainable Renovation and Evaluation of Blocks of Multi-apartment Houses, in *8th International Conference „Environmental Engineering” May 19–20, 2011, Vilnius, Lithuania* 3: 835–841.
- Ali, H. H.; Nsairat, S. F. A. 2009. Developing a green building assessment tool for developing countries – Case of Jordan, *Building and Environment* 44(5): 1053–1064.
- Alwaer, H.; Clements-Croome, D.J. 2010. Key performance indicators (KPIs) and priority setting in using the multi-attribute approach for assessing sustainable intelligent buildings, *Building and Environment* 45(4) 799–807.
- Aukščiūnas, V. Lietuvos būsto būklė ir jo atnaujinimo aspektai. *Verslas: teorija ir praktika*, 2005, t. 6, Nr. 3, p. 142–149.
- Balaras, C. A.; Droutsas, K.; Argiriou, A. A.; Asimakopoulos, D. N. 2000. Potential for energy conservation in apartment buildings, *Energy and Buildings* 31(2): 143–154.
- Balaras, C. A.; Droutsas, K.; Dascalaki, E.; Kontoyiannidis, S. 2005. Deterioration of European apartment buildings, *Energy and Buildings* 37(5): 429–442.
- 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.
- BDA. 2010. energie.spar.haus, Frauenau [žiūrėta 2012–05–15]. Prieiga per internetą: <<http://www.bda-nike.de/nominierungen/preis/energiesparhaus-frauenau.html>>.
- Beerepoot M. 2007. Energy policy instruments and technical change in the residential building sector. Delft University Press, p. 240.
- Behm, M. 2005. Linking construction fatalities to the design for construction safety concept, *Safety Science* 43(8): 589–611.
- Beratlis, N.; Balaras, E.; Kiger, K. 2007. Direct numerical simulations of transitional pulsatile flow through a constriction, *Journal of Fluid Mechanics* 587: 425–451.
- Birkenhead docks east area action plan [žiūrėta 2010–02–10]. Prieiga per internetą: <http://www.liv.ac.uk/civdes/Centenary/Documents/38_Liverpool_left_Bank_-_Report.pdf>.
- Bitarafan, M.; Hashemkhani Z. S.; Arefi, S. L.; Zavadskas, E. K. 2012. Evaluating the construction methods of cold-formed steel structures in reconstructing the areas damaged in natural crises, using the methods AHP and COPRAS-G. Archives of civil and mechanical engineering. Oxford: Elsevier Ltd. 12(3): 360–367.
- Bjarke Ingels Group. 2012. 8 House [žiūrėta 2012–04–22]. Prieiga per internetą: <<http://198.45.25.55/projects/portfolio/2011/08/8-House-slideshow.asp>>.
- Bluyssen, P. M. 2000. EPIQR and IEQ: indoor environment quality in European apartment buildings, *Energy and Buildings* 31(2): 103–110.

- BREEAM 2009. BREEAM around the world [žiūrėta 2010–02–06]. Prieiga per internetą: <<http://www.breeam.org/page.jsp?id=135>>.
- BREEAM 2010. Scheme Document SD 5064. BREEAM Multi-residential 2008 [žiūrėta 2011–02–06] Prieiga per internetą: <http://www.breeam.org/filelibrary/Technical%20Manuals/SD5064_2_0-BREEAM_Multi-Residential_2008.pdf>.
- Brown K., Hall. W.L, Snook M., Gervin K. 2010. Sustainable Land Development and Restoration. Decision Consequence Analysis. Elsevier.
- Burinskienė, M. 2003. *Subalansuota miestų plėtra*. Vilnius: Technika. 251 p.
- Burinskienė, M.; Rudzkienė, V. 2009. Future insights, scenarios and expert method application in sustainable territorial planning, *Technological and Economic Development of Economy* 15(1): 10–25.
- Burnett, J. 2007. City buildings—Eco-labels and shades of green! *Landscape and Urban Planning* 83(1): 29–38.
- Būsto ir urbanistinės plėtros agentūra. 2009. Pasiūlymai dėl daugiabučių namų suskirstymo į grupes, kuriuos reikėtų atnaujinti pirmumo tvarka [žiūrėta 2010–05–25]. Prieiga per internetą: <<http://www.am.lt/VI/index.php#a/9879>>.
- Cakmanus, I. 2007. Renovation of existing office buildings in regard to energy economy: An example from Ankara, Turkey, *Building and Environment* 42(3): 1348–1357.
- Carroon J. 2010 Sustainable Preservation: Greening existing buildings. New Jersey: John Wilwy&sons, Inc.
- Civilinės statybos pastatų fizinio nusidėvėjimo nustatymo metodika. Kaunas, 1979.
- Cole, R.J. 1999. Building environmental assessment methods: clarifying intentions, *Building Research and Information* 27(4/5): 230–246.
- Dalla Rosa, A.; Christensen, J. E. 2011. Low-energy district heating in energy-efficient building areas, *Energy* 36(12): 6890–6899.
- David, K. 2010. BIG completes its trilogy of housing with the 8 House in Copenhagen [žiūrėta 2012–04–22]. Prieiga per internetą: <<http://plusmood.com/2010/10/big-completes-its-trilogy-of-housing-with-the-8-house-in-copenhagen/>>.
- De Paepe, M.; D'Herdt, P.; Mertens, D. 2005. Micro-CHP systems for residential applications. Leuven, Belgium 11p.
- Ding, G.K.C. 2008. Sustainable construction – The role of environmental assessment tools, *Journal of Environmental Management* 86(3): 451–464.
- Docklands. Master Plan. 2008 [žiūrėta 2009–10–22]. Prieiga per internetą: <<http://www.dublindocklands.ie/index.jsp?n=484&p=123>>.
- Dubinas, V. *Nekilnojamojo turto rizika*. Vilnius: Lietuvos informacijos institutas, 1997.
- Ecovizija. 2012. Pasyvių namų kvartalas Žalieji Leliai [žiūrėta 2012–05–15]. Prieiga per internetą: <<http://www.ecovizija.lt/lt/vykdomi-projektai/49-pasyviu-namu-kvartalas-zalieji-leliai>>.
- European Commission. 2009. Low Energy Buildings in Europe: Current State of Play, Definitions and Best Practice [žiūrėta 2012–04–30]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/info_note.pdf>.
- EXPO 2000 Hannover. The Hellersdorf project. Hannover, 2000. (vokiečių k.)
- Filippin, C.; Flores Larsen, S. 2009. Analysis of energy consumption patterns in multi-family housing in a moderate cold climate, *Energy Policy* 37(9): 3489–3501.

- Flourentzou, F.; Genre, J. L.; Roulet, C. A. 2002. TOBUS software – an interactive decision aid tool for building retrofit studies, *Energy and Buildings* 34(2): 193–202.
- Forsberg, A.; Malmberg, F. 2004. Tools for environmental assessment of the built environment, *Building and Environment* 39(2): 223–228.
- Galvin, R. 2010. Thermal upgrades of existing homes in Germany: The building code, subsidies, and economic efficiency, *Energy and Buildings* 42(6): 834–844.
- Ginevičius, R.; Podvezko, V.; Raslanas, S. 2008. Pastatų sienų šiltinimo variantų vertinimas taikant daugiakriterius metodus, *Journal of Civil Engineering and Management*, 14(4): 217–226.
- Gorgolewski, M. 1995. Optimising renovation strategies for energy conservation in housing, *Building and Environment* 30(4): 583–589.
- Green Hall. 2012. Apie projektą [žiūrėta 2012–04–30]. Prieiga per internetą: <<http://www.greenhall.lt/>>.
- Haapio, A.; Viitaniemi, P. 2008. A critical review of building environmental assessment tools, *Environmental Impact Assessment Review* 28(7): 469–482.
- Hinz, E.; Arenz, K. 2007. Energetische modernisierung des wohnungsbestandes. Brunnkviertel Ludwigshafen [žiūrėta 2009–10–05] Prieiga per internetą: <http://reggrandlyon.free.fr/fichiers/etranger/renovation_allemaigne_brunckviertel_ludwigshafen_2007.pdf>.
- Itard, K. 2007. Comparing environmental impacts of renovated housing stock with new construction, *Building Research and Information* 35(3): 252–267.
- Iwaro, J.; Mwashia, A. 2010. A review of building energy regulation and policy for energy conservation in developing countries, *Energy Policy* 38(12): 7744–7755.
- Yoon, K.; Hwang, C. L. 1981. Topsis (technique for order preference by similarity to ideal solution) – a multiple attribute decision making, w: Multiple attribute decision making – methods and applications, a state-of-the-art survey / Berlin: Springer Verlag. 128–140.
- Janickis, A. 1998. Pastatų defektingumo vertinimas, *Journal of Civil Engineering and Management* 6 (1): 12–19.
- Jo, W. J.; Sohn, J. Y. 2009. The effect of environmental and structural factors on indoor air quality of apartments in Korea, *Building and Environment* 44(9): 1794–1802.
- Johansson, P.; Nylander, A.; Johnsson, F. 2007. Primary energy use for heating in the Swedish building sector–Current trends and proposed target, *Energy Policy* 35(2): 1386–1404.
- Kajikawa, Y.; Inoue, T. 2010. Building environmental assessment as a knowledge management tool driving society, in *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2010 IEEE International Conference on 7–10 December, Macao, China. 1042–1046.
- Kaklauskas, A.; Rutė, J.; Zavadskas, E. K.; Daniūnas, A.; Pruskus, V.; Bivainis, J.; Gudauskas, R.; Plakys, V. 2012. Passive house model for quantitative and qualitative analyses and its intelligent system, *Energy and buildings* 50: 7–18.
- Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Raslanas, S.; Gulbinas, A. 2004. Multiple criteria decision support web-based system for building refurbishment. Energy for buildings, in *Proceedings of the 6th International Conference*, October 7–8, 2004, Vilnius, Lithuania, 284–291.

- Kytra, S. Atsinaujinantys energijos šaltiniai. Kaunas, 2006. 301p.
- Kyung Se Cha, E. Balaras, B.B. Lieber, C. Sadasivan, and A.K. Wakhloo. 2007. Modeling the Interaction of Coils with the Local Blood Flow after Coil Embolization of Intracranial Aneurysms, *Journal of Biomechanical Engineering* 129: 873–879.
- Lee, W. L.; Burnett, J. 2008. Benchmarking energy use assessment of HK-BEAM, BREEAM and LEED, *Building and Environment* 43(11): 1882–1891.
- LEED. 2010 [žiūrėta 2010–10–19]. Prieiga per internetą: <<http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=7245>>.
- Liaudanskienė, R.; Simanavičienė, R.; Ustinovičius, L. 2012. A model for solving structural, technological and safety problems, *Journal of Civil Engineering and Management* 18(1): 30–42.
- Lietuvos energetikos institutas. 2012. [žiūrėta 2012–04–05]. Prieiga per internetą: <<http://www.lei.lt/>>.
- Lietuvos energijos konsultantų asociacija. Kogeneracinių įrenginių tipų palyginimas. 2002. [žiūrėta 2010–02–12]. Prieiga per internetą: <http://www.leka.lt/index.php?content=pages&lng=lt&page_id=31&news_id=15>.
- Lietuvos Respublikos energetikos ministerija. Atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo 2010–2020 m. prognozių dokumentas. Vilnius, 2009. [žiūrėta 2009–10–22]. Prieiga per internetą: <http://www.enmin.lt/lt/activity/veiklos_kryptys/atsinaujantys_energijos_saltiniai/Prognose.pdf>.
- Lietuvos Respublikos statybos įstatymas (Žin., 1996, Nr.32–788; 2001, Nr. 101–3597). Aktuali redakcija nuo 2002 12 10. Prieiga per internetą: <http://www.lrs.lt/> [žiūrėta 2007.04.03].
- Lin, H.; Hung, W. C.; Sun, F. S. Performance evaluation of solar photovoltaic/thermal systems. USA, 2005. 87–89.
- Liu, Y.; Lu, H. M. 2009. Economic Evaluation of Green Building Based On Cost-Benefit Analysis, *International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate* 1–6: 464–469.
- LR aplinkos ministerija. 2008. UAB „Statybos strategija“. Atskirų gyvenamųjų rajonų (kvartalų) modernizavimo investicijų programų finansavimo ir privačių investuotojų dalyvavimo jose galimybių studija, pasiūlymai ekonominiam jų skatinimui ir teisiniam reglamentavimui [žiūrėta 2010–05–12]. Prieiga per internetą: <<http://www.am.lt/VI/files/0.149606001265185876.pdf>>.
- LR Vyriausybė. 2009. Nacionalinė darnaus vystymosi strategija. LR Vyriausybės 2003 m. rugsėjo 11 d. nutarimu Nr. 1160 (Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2009 m. rugsėjo 16 d. nutarimo Nr. 1247 redakcija), [žiūrėta 2010–05–28]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=354743>.
- LR Vyriausybė. 2009. Nacionalinė darnaus vystymosi strategija. LR Vyriausybės 2003 m. rugsėjo 11 d. nutarimu Nr. 1160 (Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2009 m. rugsėjo 16 d. nutarimo Nr. 1247 redakcija), [žiūrėta 2010–05–28]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=354743>.
- Lrytas.lt. 2010. Mažai energijos naudojantiems pastatams – valstybės parama. [žiūrėta 2010–01–10]. Prieiga per internetą: <<http://www.lrytas.lt/-/12629570191261495862-ma%C5%BEai-energijos-naudojantiems-pastatams-valstyb%C4%97s-parama.htm>>.

- LRS. LR Civilinio kodekso patvirtinimo, įsigaliojimo ir įgyvendinimo įstatymas. 2000 m. liepos 18 d. Nr. VIII-1864. Aktuali redakcija. 2008–12–16. *Valstybės žinios*, 2000–09–06, Nr. 74–2262.
- Mao, X.; Lu, H.; Li, Q. 2009. A Comparison Study of Mainstream Sustainable/Green Building Rating Tools in the World, *Management and Service Science*, 2009. MASS'09. International Conference on 20–22 Sept. 2009. Prieiga per internetą: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5303546>>.
- Mateus, R.; Braganca, L. 2011. Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBToolPT-H, *Building and Environment* 46(10): 1962–1971.
- Medineckienė, M.; Turskis, Z.; Zavadskas, E. K. 2010. Sustainable construction taking into account the building impact on the environment, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 18(2): 118–127.
- Meinhold, B. 2009. Green Lighthouse: Denmark's First Public Carbon Neutral Building Completed [žiūrėta 2012–04–22] Prieiga per internetą: <<http://inhabitat.com/green-lighthouse-denmarks-first-carbon-neutral-building-completed/>>.
- Mimoa. 2012. Green Hall [žiūrėta 2012–04–26]. Prieiga per internetą: <www.mimoa.eu/projects/Lithuania/Vilnius/Green_Hall>.
- Naaranoja, M.; Uden, L. 2007. Major problems in renovation projects in Finland, *Building and Environment* 42(2): 852–859.
- Naimavičienė, J.; Mickaitytė, A. 2007. Analysis, modelling and forecasting of housing in Lithuania: special emphasis on energy efficiency, in *The 7th international conference "Reliability and statistics in transportation and communication" (RelStat-07)*, 24–27 October 2007, Riga, Latvia: proceedings. Riga: Transport and Telecommunication Institute, p. 270–278.
- Notenko, S.N.; Rimšin, V.I.; Roitman A. G. ir kt. 2008. Gyvenamųjų pastatų techninis eksploatavimas. (Techničeskaja eksplotacija žiličnych Zdanyj). Maskva: Vysšaja škola, (rusų k.).
- Papadopoulos, A. M.; Giama, E. 2009. Rating systems for counting buildings' environmental Performance, *International Journal of Sustainable Energy* 28(1–3): 29–43.
- Papadopoulos, A. M.; Theodosiou T.; Karatzas, K. 2002. Feasibility of energy saving renovation measures in urban buildings: The impact of energy prices and the acceptable pay back time criterion, *Energy and Buildings* 34: 455–466.
- Parasonis, J. 1998. The analysis and prediction of longevity of large panel residential houses. In *Proceedings of the International Conference "Facilities Management in Central and Eastern Europe and Commonwealth of Independent States" held in Vilnius, Lithuania 14–15th May 1998*. Vilnius: Technika. 329–332.
- Pareto, V. 1971. *Manual of Political Economy*. A. M. Kelley, New York.
- Passivhaus Institut. 2012. Informationen zum Passivhaus [žiūrėta 2012–04–05]. Prieiga per internetą: <<http://www.passiv.de/>>.
- PLH. 2012. Green Hall in Vilnius, Lithuania [žiūrėta 2012–04–30]. Prieiga per internetą: <<http://www.plh.dk/eng/eng/projects/architecture/office/green-hall>>.
- PNB. 2011. Pirmasis Lietuvoje sertifikuotas energetiškai efektyvus viešosios paskirties pastatas [žiūrėta 2012–05–15]. Prieiga per internetą: <http://www.pnb.lt/pnb_lt/content.php?page=projektai/namas1/projektas>.
- Projekt Großsiedlungen*. Rucksaldruck, Berlin. 1996. 68 p.

- Raslanas, S.; Alchimovienė, J.; Banaitienė, N. 2011. Residential Areas with Apartment Houses: Analysis of the Condition of Buildings, Planning Issues, Renovation Strategies and Scenarios, *International Journal of Strategic Property Management* 15(2): 152–172.
- RETScreen International. 2010. [žiūrėta 2010–02–01]. Prieiga per internetą: <<http://www.retscreen.net/ang/home.php>>.
- Rockwool. 2012. [žiūrėta 2012–01–12]. Prieiga per Internetą: <<http://www.rockwool.com/>>.
- Rosenberg, A. 2011. The Niederösterreichhaus Krems [žiūrėta: 2012–05–15]. Prieiga per internetą: <<http://www.archdaily.com/135844/austria%E2%80%99s-largest-passive-office-building-alleswirdgut-architektur-feld72-architekten-fcp/>>.
- Sabapathy, A.; Ragavan, S. K. V.; Vijendra, M.; Nataraja, A. G. 2010. Energy efficiency benchmarks and the performance of LEED rated buildings for Information Technology facilities in Bangalore, India, *Energy and Buildings* 42(11): 2206–2212.
- Sartori, I.; Wachenfeldt, B. L.; Hestnes, A.G. 2009. Energy demand in the Norwegian building stock: Scenarios on potential reduction, *Energy Policy* 37(5): 1614–1627.
- Saxton, M. 2009. Green Lighthouse [žiūrėta 2012–04–22]. Prieiga per internetą: <<http://www.activehouse.info/cases/green-lighthouse>>.
- Siller, T.; Kost, M.; Imboden, D. 2007. Long-term energy savings and greenhouse gas emission reductions in the Swiss residential sector, *Energy Policy* 35(1): 529–539.
- Simanavičienė, R.; Liaudanskienė, R.; Ustinovičius, L. 2012. A new synthesis method of structural, technological and safety decisions (SyMAD-3), *Journal of Civil Engineering and Management* 18(2): 265–276.
- Simanavičienė, R.; Ustinovičius, L. 2012. A New approach to assessing the biases of decisions based on multiple attribute decision making methods, *Elektronics and electrical engineering* 1(117): 29–32.
- Sinou, M.; Kyvelou, S. 2006. Present and future of building performance assessment tools, *Management of Environmental Quality: An International Journal* 17(5): 570–586.
- Sitar, M.; Korošak, D.; Krajnc, K. 2006. *The Existing Housing Stock – New Renovation Possibilities; A Case of Apartment Building Renewal in Maribor*. Paper presented at the ENHR conference “Housing in an expanding Europe: theory, policy, participation and implementation” Ljubljana, Slovenia July 2–5 [žiūrėta 2008–10–19]. Prieiga per internetą: <<http://enhr2006-ljubljana.uirs.si/>>.
- STR 1.01.09:2003. [žiūrėta 2009–03–10]. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=4958>.
- STR 1.08.02:2002 „Statybos darbai“. (Žin. 2002–05–31, Nr. 54–2150; Žin. 2012–08–17, Nr. 96–4930)
- STR 1.12.06:2002 „Statinio naudojimo paskirtis ir gyvavimo trukmė“. (Žin. 2002–11–13, Nr. 109–4837, Žin. 2003–01–29, Nr. 10–374)
- STR 2.01.01 (2):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga“. (Žin. 2000, Nr. 17–424).
- STR 2.01.01 (3):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“. (Žin. 2000, Nr. 8–215).
- STR 2.01.01 (4):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Naudojimo sauga“. (Žin. 2000, Nr. 8–216; Žin. 2008, Nr. 1–34).

- STR 2.01.01 (5):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Apsauga nuo triukšmo“. (Žin. 2000, Nr. 8–216; Žin. 2008., Nr. 35–1256).
- STR 2.01.01 (6):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“. (Žin. 1999, Nr. 107–3120; Žin. 2008., Nr. 35–1255).
- STR 2.01.01(1):2005 „Esminis statinio reikalavimas „Mechaninis atsparumas ir pastovumas“. (Žin. 2005, Nr. 115–4195).
- STR 2.01.09:2005. Pastatų energinis naudingumas. Energetinio naudingumo sertifikavimas. Aplinkos ministerija. Valstybės žinios: 2005–12–20 įsakymas Nr. D1–624.
- STR 2.05.01:2005. Pastatų atitvarų šiluminė technika. Aplinkos ministerija. Valstybės žinios: 2005–08–18 Nr.100–3733 įsakymas 2005–03–18 D1–156.
- Sunikka, M. 2006. Energy efficiency and low-carbon technologies in urban renewal, *Building Research & Information* 34(6): 521–533.
- Sustainablesources.com. Passive solar design. [žiūrėta 2010–03–11]. Prieiga per internetą: <<http://passivesolar.sustainablesources.com/>>.
- Swan, L.G.; Ugursal, V. I. 2009. Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13(8): 1819–1835.
- Šniukšta, A. 1998. The causes and analysis of failures of the buildings in Lithuania. In *Proceedings of the International Conference "Facilities Management in Central and Eastern Europe and Commonwealth of Independent States" held in Vilnius, Lithuania 14–15th May 1998*. Vilnius: Technika. 352–354.
- The Free Dictionary*. 2012 [žiūrėta 2012–01–09]. Prieiga per internetą: <<http://www.thefreedictionary.com/scenario>>.
- Thorpe D. 2010. Sustainable home refurbishment. Earthscan.
- Tommerup, H.; Svendsen, S. 2006. Energy savings in Danish residential building stock, *Energy and Buildings* 38 (6) 618–626.
- Turskis, Z.; Zavadskas, E. K.; Zagorskas, J. 2006. Sustainable city compactness evaluation on the basis of gis and bayes rule, *International Journal of Strategic Property Management* 10(3): 185–207.
- U.S. department of energy. How a passive solar home design works. 2009. [žiūrėta 2010–03–14]. Prieiga per internetą: <http://www.energysavers.gov/your_home/designing_remodeling/index.cfm/mytopic=10260>.
- Ustinovičius, L.; Rasiulis, R.; Ignatavičius, Č.; Vilitienė, T. 2012. Analysis of waterproofing defects and technology development for car parking roofs: Lithuanian case. *Journal of civil engineering and management*. Vilnius : Technika. 18(4): 519–529.
- Ustinovičius, L.; Zavadskas, E. K. 2004. *Statybos investicijų efektyvumo sistemos techninis įvertinimas*. Vilnius: Technika.
- Vauban. 2012. Vauban district, Freiburg, Germany [žiūrėta 2012–05–15]. Prieiga per internetą: <<http://www.vauban.de/info/abstract.html>>.
- Velux. 2012. Model Home 2020 [žiūrėta 2012–04–30]. Prieiga per internetą: <http://www.velux.com/sustainable_living/model_home_2020>.
- Vilniaus miesto 2010–2020 metų strateginis planas. Patvirtintas Vilniaus miesto savivaldybės tarybos 2010 m. lapkričio 24 d. sprendimu Nr. 1–1778 [žiūrėta 2011–03–12]. Prieiga per internetą: <http://old.vilnius.lt/vmsp/dokumentai/VMSP_2010-2020_patvirtintas.pdf>.

- Voss, K. 2000. Solar energy in building renovation - results and experience of international demonstration buildings, *Energy and Buildings* 32(3): 291–302.
- Waldner, Ch. 2010. Best Practice-Beispiel Niederösterreichhaus Krems. Herausforderung und Chance: Der Architekt als Vermittler zwischen Bauherrn-Wünschen und Baustoffanforderungen der Zukunft [žiūrėta 2012–05–15]. Prieiga per internetą: <<http://www.oekobeton.at/upload/Download/06%20Waldner%20Stockinger.pdf>>.
- Wedding, G. C.; Crawford-Brown, D. 2007. Measuring site-level success in brownfield redevelopments: A focus on sustainability and green building, *Journal of Environmental Management* 85(2): 483–495.
- Wikipedia. The Free Encyclopedia. 2012 [žiūrėta 2012–01–09]. Prieiga per internetą: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Strategy>>.
- Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Tupėnaitė, L.; Mickaitytė, A. 2008b. Decision-making model for sustainable buildings refurbishment. Energy efficiency aspect, in *The 7th International conference Environmental engineering*, May 22–23, 2008 Vilnius, Lithuania. Vol. 2, 894–901.
- Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Turskis, Z.; Tamošaitienė, J. 2008a. Selection of the effective dwelling house walls by applying attributes values determined at intervals, *Journal of Civil Engineering and Management* 14(2): 85–93.
- Zavadskas, E. K.; Raslanas, S.; Kaklauskas, A. 2008c. Evaluation of building retrofit projects, in *The 9th International Conference: Modern Building Materials, Structures and Techniques*, May 16–18, 2007 Vilnius, Lithuania Vol. 1–3: 438–441.
- Zavadskas, E. K.; Raslanas, S.; Kaklauskas, A. 2008d. The selection of effective retrofit scenarios for panel houses in urban neighborhoods based on expected energy savings and increase in market value: The Vilnius case, *Energy & Buildings* 40(4): 573–587.
- Zöld, A.; Csoknyai, T. 2005. Refurbishment of blocks of flats [žiūrėta 2010–02–10]. Prieiga per Internetą: <http://web.byv.kth.se/bphys/reykjavik/pdf/art_055.pdf>.
- Zolfani, S. H.; Sedaghat, M.; Zavadskas, E. K. 2012. Performance evaluating of rural ICT centers (telecenters), applying Fuzzy AHP, SAW-G and TOPSIS Grey, a case study in Iran. *Technological and Economic Development of Economy* 18(2): 364–387.

L. USTINOVIČIUS, G. AMBRASAS,
J. ALCHIMOVIEŅĒ, Č. IGNATAVIČIUS, T. VILUTIENĒ

STATINIŲ EKSPLOATAVIMAS IR ATNAUJINIMAS

Mokomoji knyga

Redaktorė Rita Malikėnienė
Maketuotoja Jevgenija Petkuvienė

2012 12 03. 10,29 aut. l. Tiražas 50 egz.

El. versija pagal leidinio identifikatorių doi:10.3846/1415-S
Vilniaus Gedimino technikos universiteto leidykla „Technika“,
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius
<http://leidykla.vgtu.lt>
Spausdino UAB „Ciklonas“,
J. Jasinskio g. 15, 01111 Vilnius