



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

Marius Eigminas

**SUBALANSUOTOS STATYBOS VERTINIMAS
EKOLOGINIŲ ASPEKTU**

**THE EVALUATION OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION
WITH EMPHASIS ON ECOLOGY**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos valdymas studijų programa, valstybinis kodas 62402T110

Statybos technologija ir vadyba specializacija

Statybos inžinerijos mokslo kryptis

Vilnius, 2008

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

E.K. Zavadskas

(Vardas, pavardė)

(Data)

Marius Eigminas

SUBALANSUOTOS STATYBOS VERTINIMAS
EKOLOGINIŲ ASPEKTŲ

THE EVALUATION OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION
WITH EMPHASIS ON ECOLOGY

Baigiamasis magistro darbas

Statybos valdymas studijų programa, valstybinis kodas 62402T110

Statybos technologija ir vadyba specializacija

Statybos inžinerijos mokslo kryptis

Vadovas prof. habil. dr. Leonas Ustinovičius

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas dr. Jonas Šaparauskas

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas doc Zofija Babickienė

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2008

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

.....Nr.
Vilnius

Studentui (ei)

Mariui Eigminui
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema:

.....

.....

patvirtinta 200...m. d. dekanų potvarkiu Nr.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 200...m. d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

.....

.....

.....

.....

.....

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

.....

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Vadovas

.....

(Paraša)

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....

(Parašas)

.....

(Vardas, pavardė)

.....

(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Statybos fakultetas

Statybos technologijos ir vadybos katedra

ISBN ISSN

Egz. sk.

Data-....-....

Verslo vadybos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas **Subalansuotos statybos vertinimas ekologiniu aspektu**

Autorius **Marius Eigminas** Vadovas **prof. habil. dr. Leonas Ustinovičius**

Kalba



lietuvių



užsienio

Anotacija

Darbo aktualumas. Pastato reikšmė žmogaus gyvenime labai svarbi, nes jis negali išgyventi neturėdamas stogo virš galvos. Didžiąją laiko dalį žmogus praleidžia uždaroje patalpoje – namuose bei darbo vietoje. Nuo pastato kokybės priklauso žmogaus sveikata, savijauta bei darbingumas.

Darbo tikslas – nustatyti subalansuotos statybos pastato ekologinę vertę taikant verbalinės analizės principus.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti subalansuotos statybos ekologiniu aspektu teorinę analizę.
2. Išanalizuoti subalansuotos statybos ekologiniu aspektu vertinimo metodiką.
3. Pritaikyti verbalinės sprendimų analizės pagrindinius principus vertinant subalansuotą statybą ekologiniu aspektu.
4. Sukurti subalansuotos statybos ekologiniu aspektu vertinimo kriterijų klasifikaciją ir pasinaudoti ja. Nustatyti turimų subalansuotos statybos ekologiniu aspektu lygius pagal verbalinės sprendimo analizės metodą *CLARA* (realių alternatyvų klasifikacija).
5. Nustatyti pastato ekologinę vertę pagal verbalinės sprendimų analizės metodą *CLARA*.

Tyrimo metodas. Šiame darbe taikyti du metodai. Rašant teorinę dalį, buvo susisteminta mokslinė literatūra, atlikta įvairių autorių mokslo darbų, kuriuose nagrinėjama subalansuota statyba bei jos vertinimas, ir kitos susijusios literatūros, analizė. Atliekant pastato ekologinį vertinimą buvo panaudotas verbalinės sprendimo analizės metodas *CLARA*.

Išvados. Išanalizavus mokslinę literatūrą buvo sudaryti verbalinės sprendimo analizės kriterijai, įvesti į programą *CLARA* ir atliktas pastato ekologinis vertinimas.

Darbą sudaro: įvadas, 4 dalys, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 66 p. teksto be priedų, 15 iliustracijų, 4 lentės, 70 bibliografiniai šaltiniai.

Prasminiai žodžiai: Subalansuota statyba, ekologiškas pastatas, atsinaujinančių šaltinių energija, verbalinės analizės metodas

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Civil Engineering
Department of Construction technology and
management

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

Master Degree Studies **Construction Management** study programme Master' Thesis.

Title: **The evaluation of sustainable construction with emphasis on ecology**

Author **Marius Eigminas**

Academic supervisor **prof. Leonas Ustinovičius**

Thesis language

☐ Lithuanian

☒ Foreign (English)

Annotation

Relevance of the paper. Building is very important for man life, because he could not live without roof over head. The biggest part of the life man spends in close area – in the house and office. Man health, feeling and efficiency belong on quality of the building.

The objective of the paper – to evaluate building of sustainable construction with emphasis of ecology. *The goals of the paper:*

1. to carry out the theoretical problem analysis of the sustainable construction;
2. to analyze the methodology of sustainable construction evaluation;
3. to use verbal decision analysis main features to evaluate sustainable construction with emphasis on ecology;
4. to create features to evaluate sustainable construction with emphasis on ecology. To use verbal decision analysis methodology *CLARA* to evaluate sustainable construction with emphasis on ecology.
5. to evaluate building ecology value on verbal decision analysis methodology *CLARA*.

Conclusion. Created verbal decision analysis methodology *CLARA* can be used in practice.

Structure: introduction, 4 sections, conclusions and suggestions, references.

Thesis consist of: 66 p. text without appendixes, 15 pictures, 4 tables, 70 bibliographical entries.

Keywords: Sustainable construction, green house, green building, renewable energy, verbal decision analysis.

TURINYS

IVADAS.....	8
1. SUBALANSUOTOS SATYBOS ESMĖ.....	10
1.1. Subalansuotos statybos aplinkosaugos esmė.....	12
1.1.1. Medžiagų reikšmė subalansuotoje statyboje.....	13
1.1.2. Atsinaujinančių energijos šaltinių reikšmė subalansuotoje statyboje.....	15
1.2. Subalansuotos statybos ekonominė esmė.....	19
1.2.1. Subalansuotos statybos esmė mikroekonominiame lygmenyje.....	20
1.2.2. Subalansuotos statybos esmė makroekonominiame lygmenyje.....	20
1.3. Subalansuotos statybos socialinė esmė.....	22
1.4. Subalansuotos statybos technologinė esmė.....	26
1.4.1. Surenkamieji namai.....	27
1.4.2. „Protingų“ technologijų taikymas subalansuotoje statyboje.....	30
1.5. Subalansuotos statybos politinė – teisinė esmė.....	32
2. SUBALANSUOTOS SATYBOS EKOLOGINIŲ ASPEKTŲ VERTINIMO METODAI.....	36
2.1. Subalansuotos statybos vertinimo metodai.....	36
2.2. Verbalinės sprendimų analizės metodai.....	41
2.2.1. ORKLASS metodas.....	43
2.2.2. DIFKLASS metodas.....	44
2.2.3. CIKL metodas.....	44
2.2.4. CLARA metodas.....	44
3. VERBALINĖS SPRENDIMŲ ANALIZĖS KRITERIJAI, PAGAL KURIUS VERTINAMAS SUBALANSUOTOS STATYBOS PASTATO EKOLOGIŠKUMAS.....	45
3.1. Subalansuotos statybos ekologiniu aspektu klasifikavimas.....	45
3.2. Klasifikatoriaus sudarymo eiga.....	45
3.3. Duomenų įvedimas į programą.....	49
3.4. Klasifikacijos vykdymas programoje.....	54
4. PRAKTINIS CLARA METODO PRITAIKYMAS, VERTINANT PASTATO EKOLOGIŠKUMĄ.....	56
IŠVADOS.....	60
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	62

PAVEIKSLĖLIŲ IR LENTELŲ SĄRAŠAS

1 pav. Darbotvarkės 21 kitimas [6]	11
2 pav. Ekologiškos statybos privalumai [11]	23
3 pav. Tūrinė sekcija [21]	27
4 pav. „Protingos“ ir subalansuotos dalių integravimasis [4]	32
5 pav. Pirmo lygio klasifikatoriai.....	45
6 pav. Antro hierarchijos lygio kriterijai.....	46
7 pav. Pastato vertinimo darbo eiga.....	47
8 pav. Ekologiško pastato kriterijai.....	48
9 pav. II hierarchijos lygis.....	50
10 pav. I hierarchijos lygio kriterijai.....	53
11 pav. Klasės priskyrimas.....	54
12 pav. Rąstinis namas.....	56
13 pav. II hierarchijos lygis.....	57
14 pav. I hierarchijos lygio įvertinimai.....	58
15 pav. Galutinis įvertinimas.....	59
1 lentelė. Atsinaujinantis energijos šaltiniai ES [14].....	16
2 lentelė. Atsinaujinantys energijos ištekliai Lietuvoje 1995–2006 m. (procentais) [56].....	17
3 lentelė. Skirtumai tarp „Rudiosios“ ir „Žaliosios“ darbotvarkės [6].....	24
4 lentelė. Pastatų aplinkosaugos eksploatacinių savybių vertinimo metodai [8, 9, 19, 28, 53, 54]...37	

IVADAS

Kiekvienoje šalyje statybos sektorius daro didelę įtaką ekonominei bei socialinei plėtrai. Bet tuo pačiu metu statybos pramonės šaka daro įtaką aplinkai. Statybos pramonė yra pagrindinis neatnaujinamų išteklių vartotoja, esminis atliekų šaltinis bei oro ir vandens teršėjas. Kaip šitų poveikių pasekmė atsirado socialiai atsakinga statyba, kuri gavo subalansuotos statybos pavadinimą. Pagrindinės darnios plėtros nuostatos suformuluotos pasaulio viršūnių susitikime Rio de Ženeire 1992 m. Darnios plėtros pagrindą sudaro trys lygiaverčiai komponentai: aplinkosauga, socialinė bei ekonominė plėtra.

Plačiaja prasme subalansuota statyba paremta nauju mąstymu planuojant statybą, projektuojant bei statant, taip pat eksploatuojant ir prižiūrint pastatus. Šiam naujam mąstymui iškyla tokių sunkumų: reikia patenkinti augantį žmonijos poreikį būstui, tačiau būtina tausoti išteklius, išsaugoti aplinkos kokybę bei gamtos turtus, kurie gyvybiškai svarbūs ateinančioms kartoms.

Plėtojant subalansuotą statybą, svarbus uždavinys – pasirinkti tinkamas žaliavas bei medžiagas. Naudoti ekologiškas medžiagas, kurios ne tik neteršia aplinkos, nesukelia žmonėms sveikatos sutrikimų, bet jas lengva perdirbti ir panaudoti antrą kartą. Ne mažiau svarbus uždavinys – įdiegti įrangą racionaliai paskirstančią energiją, kurios dalis gaunama iš atsinaujinančių energijos šaltinių – vėjo, saulės, biomasės, geoterminių ir kt.

Darbo aktualumas. Pastato reikšmė žmogaus gyvenime labai svarbi, nes jis negali išgyventi neturėdamas stogo virš galvos. Didžiąją laiko dalį žmogus praleidžia uždaroje patalpoje – namuose bei darbo vietoje. Nuo pastato kokybės priklauso žmogaus sveikata, savijauta bei darbingumas.

Darbo tikslas - nustatyti subalansuotos statybos pastato ekologinę vertę taikant verbalinės analizės principus.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti subalansuotos statybos ekologiniu aspektu teorinę analizę.
2. Išanalizuoti subalansuotos statybos ekologiniu aspektu vertinimo metodiką.
3. Pritaikyti verbalinės sprendimų analizės pagrindinius principus vertinant subalansuotą statybą ekologiniu aspektu.
4. Sukurti subalansuotos statybos ekologiniu aspektu vertinimo kriterijų klasifikaciją ir pasinaudoti ja. Nustatyti turimų subalansuotos statybos ekologiniu aspektu lygius pagal verbalinės sprendimo analizės metodą *CLARA* (realių alternatyvų klasifikacija).
5. Nustatyti pastato ekologinę vertę pagal verbalinės sprendimų analizės metodą *CLARA*.

Tyrimo metodas. Šiame darbe taikyti du metodai. Rašant teorinę dalį, buvo susisteminta mokslinė literatūra, atlikta įvairių autorių mokslo darbų, kuriuose nagrinėjama subalansuota statyba bei jos vertinimas, ir kitos susijusios literatūros analizė. Atliekant pastato ekologinį vertinimą buvo panaudotas verbalinės sprendimo analizės metodas *CLARA*.

1. SUBALANSUOTOS STATYBOS ESMĖ

Jau du dešimtmečius gyvuoja darnios plėtros (angl. *sustainable development*) idėja. Pirmą kartą ši sąvoka buvo apibrėžta 1987 m. Brundlando mieste. „Darni plėtra – tai plėtra, kuri užtikrina šiandienos poreikių tenkinimą, nepažeisdama ateinančių kartų gebėjimo tenkinti savo poreikius“ [6].

1992 m. Rio de Žaneire vykusioje pasaulinėje Jungtinių Tautų (toliau JT) aplinkos konferencijoje buvo suformuluotos darnios plėtros nuostatos. Darnią plėtrą įteisino kaip pagrindinę ilgalaikę visuomenės vystymosi ideologiją ir apibrėžė ją kaip „visuomenės vystymasis, sudarantis galimybę pasiekti visuotinę gerovę dabartinei ir ateinančioms kartoms, derinant aplinkosaugos, ekonominis ir socialinius visuomenės tikslus ir neviršijant leistinų poveikio aplinkai ribų“ [9]. Iš apibrėžimo matyti, kad darnią visuomenės plėtrą apima trys lygiaverčiai komponentai – aplinkosauga, ekonominė ir socialinė raida. Ten pat buvo priimta ir *Darbotvarkė 21* (angl. *Agenda 21*), kurioje pateiktas darnią plėtrą įgyvendinantis veiksmų planas.

2002 m. vykusiame Johanesburgo viršūnių susitikime, skirtame Rio de Žaneiro susitikimo dešimtmečiui, teko konstatuoti, kad, nepaisant vyriausybių, tarptautinių organizacijų, verslo, visuomenės grupių pastangų, buvo nuveikta gerokai mažiau nei buvo numatyta [52].

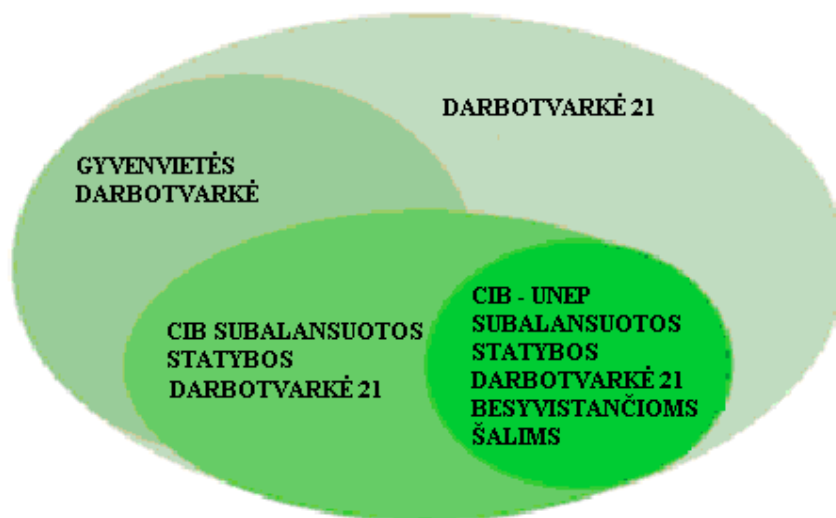
1994 m. JAV įvyko pirmoji Tarptautinės statybos tyrimų ir inovacijų tarybos (angl. *CIB - International Council for Research and Innovation in Buildings and Construction*) surengta tarptautinė konferencija „Subalansuota statyba“ (angl. *sustainable construction*). Joje „subalansuota statyba“ buvo tapatinama su „ekologiška statyba“. Subalansuota statyba apibrėžta kaip statanti aplinkai nekenksmingus pastatus, statyba laikantis ekologiškumo ir išteklių racionalaus naudojimosi principų. Plačiąja prasme – subalansuota statyba apibrėžiama nuo planavimo, projektavimo, iki sugriovimo ir atliekų perdirbimo, t. y. apima visą pastato gyvavimo ciklą [6].

1996 m. Stambule JT konferencijoje pasirodė *Darbotvarkės 21* nauja redakcija Gyvenvietės darbotvarkė (angl. *The Habitat Agenda*). Pastaroji labiau susijusi su statybos pramone, nes nusako statybos ryšį su darnia plėtra bei pateikia svarbiausias darnios plėtros vizijas ir sampratas. 1992 m. *Darbotvarkėje 21* aptariama, kaip realizuoti veiksmų planą darniai plėtrai, bet šis dokumentas nebuvo konkrečiai skirtas statybos sektoriui.

1998 m. Gavle CIB suorganizavo Pasaulinį CIB kongresą, kurio tikslas buvo aptarti statybos ir aplinkos tarpusavio sąveiką bei paskatinti visuotinį bendradarbiavimą subalansuotos statybos srityje. CIB Subalansuotos statybos *Darbotvarkėje 21* išdėstyti principai sulaukė tarptautinio pripažinimo, nes pastarasis dokumentas buvo kuriamas su kitomis įtakingomis statybos sektoriui tarptautinėmis organizacijomis: Statybos tyrimų fondu (angl. *The Construction*

Engineering Research Foundation), Tarptautine statybos medžiagų bandymo ir tyrimų laboratorijų sąjunga (angl. *The International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures*), Tarptautine energetikos agentūra (angl. *The International Energy Agency*) ir Tarptautine oro kokybės ir klimato organizacija (angl. *The International Society for Indoor Air Quality and Climate*).

2002 m. CIB-UNEP (angl. *United Nations Environmental Programme*) priėmė Subalansuotos statybos Darbotvarkę 21 besivystančioms šalims, kurioje buvo numatytas veiksmų planas besivystančioms šalims bendradarbiaujanti su išsivysčiusiomis šalimis (žiūr. 1 pav.).



1 pav. Darbotvarkės 21 kitimas [6]

Darni plėtra įpareigoja statybos sektorių atsakingai apstatyti teritorijas, atsižvelgiant į gamtinių išteklių racionalų naudojimą ir ekologinius principus. Tai traktuojama kaip atsakomybė mažinti skurdą, sveikos bei saugios darbo aplinkos kūrimas, žmogiškųjų resursų plėtojimas, gaunant finansinę naudą ir dvasinį bendruomenės pakilimą [67].

Subalansuota statyba reiškia, kad darnios plėtros principai taikomi visam statybos ciklui nuo žaliavų išgavimo ir sodrinimo, taip pat pastato planavimui, projektavimui, statymui, infrastruktūrų tiesimui iki jų sugriovimo ir atliekų tvarkymo. Šito holistinio proceso tikslas – atstatyti ir palaikyti harmoniją tarp natūralios ir užstatytos aplinkos [8].

Subalansuota statyba – tai subalansuota pastatų bei inžinerinių įrenginių (kelių, tiltų ir pan.) gamyba, eksploatavimas ir utilizavimas. Jai naudojamos vietinės statybinės žaliavos, kuriom pervežti nereikia ilgų atstumų, naudojamos statybinės technologijos, kurios palieka mažiau atliekų

ir reikalauja mažai energetinių sąnaudų bei naudojami utilizavimo metodai, kurie leidžia panaudoti atliekas kitoms statybinėms medžiagoms gaminti [4].

Pagrindiniai subalansuotos statybos aspektai yra ekologinis, ekonominis bei socialinis. Norint išanalizuoti statybos plėtrą detaliau, reikia įsigilinti į technologinį ir politinį – teisinį aspektą. Pastatams galima taikyti „protingas“ (angl. *smart*) technologijas, kurios leidžia racionaliau paskirstyti energijos resursus. Politinis – teisinis aspektas taip pat svarbus, nes jis parodo, kaip valstybė reguliuoja subalansuotą statybą. Statybos būdai ir vietinis gerbūvis turi būti pagrįstas technologiniais ir teisės aspektais ir paremtas rinkos tendencijomis [17].

1.1. Subalansuotos statybos aplinkosauginė esmė

J. T. Gibbertas [20] teigia, kad aplinkosaugos subalansuotumas yra stipri, gyva, produktyvi ir įvairialypė biofizinė sistema, kuri gali užtikrinti resursus ir sąlygas, būtinus ateities kartų egzistavimui ant esamos nuolatinės bazės. Daugelio žmonių veiklos sferų tiesiogiai ar netiesiogiai veikia statybos pramonė ir jų poveikį galima sumažinti keičiant statybos pramonės darbo praktiką. Statybos pramonės poveikis aplinkai yra lengviausiai išmatuojamas, bet nereikia neigti socialinio – ekonominio poveikio [8].

Aplinkosaugos subalansuotumo plėtos objektai:

- Dydis, produktyvumas ir bioįvairovė: užtikrinti, kad būtų plėtojama biofizinė aplinkos apsauga, didėtų bioįvairovė ir produktyvumas.
- Resursų valdymas: užtikrinti, kad plėtra remia biofizinės aplinkos valdymą.
- Resursų naudojimas: užtikrinti, kad plėtra minimalizuotų kenksmingų medžiagų patekimą į aplinką.
- Atliekos ir teršimas: užtikrinti, kad plėtra valdytų atliekų panaudojimą ir taršą tam, kad minimalizuoti neigiamo poveikio biofizinei aplinkai.
- Vanduo: užtikrinti, kad plėtra valdytų vandens gavybą, naudojimą ir valymą tam, kad nedarytų neigiamo poveikio biofizinei aplinkai.
- Energija: užtikrinti, kad plėtra valdytų energijos gamybą ir vartojimą tam, kad nedarytų neigiamo poveikio biofizinei aplinkai [22].

Norint įvertinti statybos pramonės daromą poveikį aplinkai, paprasčiausias būdas yra ištirti, kiek sunaudojama energijos ir kiek išsiskiria šiltnamio efekto dujų. Pastatų šildymas ir apšvietimas

sunaudoja didžiąją dalį energijos 42 % ir išskiria apie 35 % šiltnamio efekto dujų. Daugiau nei 50 % išgaunamų resursų iš Žemės yra panaudojama statybinėms medžiagoms ir produktams [17].

Kvalifikuoti architektai kurdami statinius, naudoja aplinkinius resursus, įtraukdami vandenį ir energiją, ir gaunamas kūrinys, kuris yra tarsi aplinkos dalis. Anot D. E Fisherio, [20] dėka kvalifikuotų architektų, aplinka bus mažiau ardoma ir niokojama nei tai yra daroma dabar. Dėl šitos priežasties aplinka yra viską apimantis fenomenas, kuris įtraukia estetines, kultūrines, socialines, ekonomines bei ekologines vertybes.

Subalansuotumas apibrėžiamas kaip erdvė, kurioje stabili visuomenė remia darnią ekonomiką. Ekonomika paremta ilgalaikiu Žemės resursų naudojimu, nepažeidžiant ekosistemos. Pastaroji užtikrina įvairių žmonių sričių veikimą, kuri leidžia pasiekti darnią visuomenę. Subalansuotumas priklauso nuo vienodumo, kuris pripažįstamas visuose sektoriuose, pavyzdžiui statybos [70].

1.1.1. Medžiagų reikšmė subalansuotoje statyboje

Žemė, molis, šiaudai, nendrės, mediena yra vietiniai atsinaujinantys ištekliai, nuo seno naudoti statybai. Seniausia ir labiausiai išplitusi pasaulyje dėl technologijų įvairovės yra statyba iš grunto – ir dabar 50 % pasaulio populiacijos gyvena pastatuose iš žemės [50]. Statybos pramonė sunaudoja 40-50 %, t.y. 3 bilijonus tonų, visame pasaulyje išgaunamų žaliavų, kurios perdirba į statybines medžiagas [61].

R. Spiegelo ir D. Meadowso [55] teigimu, kad ekologiškai švarios statybinės medžiagos yra tos, kurios pagamintos iš Žemės išteklių ir aplinkai nekenksmingu būdu. Ekologiškai švarių statybinių medžiagų gamyba numato neatsinaujinančių resursų ribotumą, tokių kaip anglis ar geležies rūda. Ekologiškai švarių pastatų medžiagos yra netoksiškos bei pasižymi energijos ir vandens racionalių naudojimu. Jos pagamintos iš perdirbamų medžiagų ir pačios gali būti perdirbamos. Medžiagos yra ekologiškai švarios ir priklauso nuo jų gamybos, kaip jos yra naudojamos, kaip po to bus utilizuotos.

Darnus pasaulio ekonominis augimas ir žmonių gyvenimo sąlygų gerėjimas labai priklauso nuo alternatyvių medžiagų panaudojimo architektūroje ir statybose, tokioms medžiagoms galima priskirti pramonines atliekas [12]. Tuo tarpu Lietuvoje buitinių atliekų rūšiavimas ir jų perdirbimas lieka viena iš sunkiausiai sprendžiamų atliekų tvarkymo problemų. Nors palyginus su 2000 metais atskirai surenkamų antrinių žaliavų kiekis iš komunalinių atliekų srauto padidėjo apie 4 kartus, tačiau didžioji dalis buitinių atliekų vis dar nerūšiuojamos ir keliauja į sąvartynus [31]. Būtina

paspartinti atliekų tvarkymo infrastruktūros kūrimo darbus, nes kyla grėsmė, kad ES parama nebus laiku įsisavinta [31].

E. Haroldas [22] teigia, kad užterštoje aplinkoje statybinės medžiagos yra vienas iš svarbiausių gyvenimo poreikių, tokių kaip vanduo ar oras. Atsižvelgiant į medžiagų pasirinkimą ir jų vartojimo būdą, yra daromas poveikis namams ir supančiai aplinkai. Dabar medžiagos yra naudojamos neracionaliai. Statybos aikštelėse apie 20 % medžiagų būna paprasčiausiai išmetamos.

Tarptautiniai ir nacionaliniai standartai aiškiai apibrėžia stiprumo, saugumo, ilgaamžiškumo ir kt. medžiagų savybes, kurios nurodo produktų kokybę. Tačiau standartai ir informacija susijusi su medžiagų poveikiu aplinkai yra sunkiai apibrėžiama ir dažniausiai skleidžiama tik jos dalis. „Eco“ pradėjo taikyti naują žymėjimo sistemą, kur kiekvienoje šalyje plėtojami standartai skirtingoms medžiagoms ir prietaisams [22]. Lietuvoje nėra sertifikuojamos ekologiškos statybinės medžiagos. Fimos pačios skelbia, kad jos yra ekologiškos ir taiko joms žymėti savo standartus.

Statybos poveikis aplinkai, ekologiškų pastatų, projektavimas, perdirbimas ir statybinių medžiagų „eco“ žymėjimo sistema susilaukė labai didelio susidomėjimo iš statytojų profesionalų visame pasaulyje [9]. „Eco“ žymėjimas skatina vartotojų paklausą, informuojant juos, kad prekės nedaro neigiamo poveikio aplinkai. Tam reikia sugraduoti pastatų daromą poveikį aplinkai, projektuojant ar statant. Didžiosios Britanijos statytojai pirmieji įvertino, suklasifikavo ir pritaikė „eco“ žymėjimą komerciniams pastatams [28].

Statybos sektorius naudoja kitų pramonės šakų produkciją, medžiagas. Statytojai renka medžiagas statybos produktams gaminti, bet tai negarantuoja, kad jų produktas bus visapusiškai ekologiškas. Ilgoje tiekimo grandinėje gali būti ir neidentifikuotos neekologiškos medžiagos, išskyrus tas, kurios yra pakankamai arti statybų aikštelių [5].

Standartinė medžiagų pasirinkimo seka yra tokia:

- Identifikuoti medžiagų kategoriją;
- Identifikuoti statybinių medžiagų paskirtį;
- Surinkti techninę informaciją;
- Peržiūrėti pateiktą informaciją;
- Nustatyti medžiagos vertę;
- Pasirinkti ir aprašyti pasirinkimą [55].

E. Harlandas [22] rašo apie ekologiškas statybines medžiagas, kurios užtikrina geriausią tarpusavio balansą tarp žemiau pateiktų ypatybių:

- Švari ir nekenksminga aplinkai.

- Sveikatingumas (žmonėms ir naminiams gyvūnams), t.y. paprasčiausios natūralios medžiagos.
- Atsinaujinančios – augalinės kilmės, pavyzdžiui medžiai.
- Gausumas – vietinės žaliavos, tokios kaip akmenys.
- Natūralumas – aukščiausio perdirbimo ar sintetinio medžiagos linkusios prarasti energiją perdirbamos ir pirminės žaliavos.
- Perdirbimas – tinkamas antrą kartą panaudoti arba skaidoma mikroorganizmais.
- Energetiškai efektyvios – mažai suvartojama energijos jų gamybai.
- Vietoje išgaunama – dažnai būna naudojama vietos tradicijų pastatams.
- Ilgalaikė – mažina poreikį dažnai ją keisti.
- Dizainiškai efektyvi – lengvai pritaikoma, saugi ir efektyviai pritaikoma dizaine.

Architektų nuomone, ekologiškos statybos vizija, nors ir populiari, Lietuvoje kol kas sunkiai įgyvendinama. Lietuva, kainų požiūriu, atsilieka nuo kitų ES valstybių, kur tokioms prekėms negailima pinigų.

Yra keli svarbūs veiksniai turintys įtaką Ekologiškam vadovui (angl. *Green Guide to Specification*), kurie įtraukti į statybos sritį. Nėra pakankama paklausa ekologiškiems pastatams. Šitą situaciją galėtų pakeisti nauja teisinė bazė, kuri suteiktų privilegijų ekologiškų namų savininkams, arba politika įtakojanti pastatų specifikacijas, kuri labiau turėtų atsižvelgti į Ekologišką vadovą. Ekologiškas vadovas turėtų būti lengviau prieinamas ir labiau susistemintas specifikacijų procesas. Iš tikrųjų būtų geriausia, jeigu būtų sukurtos vienodos ekologiškos specifikacijos statybai, kurios būtų pripažįstamos visame pasaulyje [53].

Kadangi Lietuvoje visada buvo miškų, dėsninga, kad tradicinis lietuviškas būstas įsivaizduojamas medinis. Rajonuose, kuriuose gausu molio ir akmenų, yra atitinkamų medžiagų namų. Skirtingai nuo Vakarų šalių, tradicinių technologijų entuziastų Lietuvoje nedaug. Dabar tradicinė molio statyba nėra populiari Lietuvoje, tačiau Vokietijoje gerai išplėtotą bei papildytą technologijų inovacijomis. Dar viena tradicinį pamatą turinti technologija – statyba iš šiaudų. Šiaudai kaip statybinė medžiaga dažniau naudota kaip priedas. Šiaudiniai namai pasižymi žemu šilumos perdavimo koeficientu.

1.1.2. Atsinaujinančių energijos šaltinių reikšmė subalansuotoje statyboje

Augant gamtinių dujų, degalų bei kito kuro kainoms, atsiranda palanki niša pastatams, kurie naudoja mažai energijos. Daugelis subalansuotų pastatų naudoja 30–50 % mažiau energijos, negu reikalauja atitinkami dokumentai [67].

Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos naudojimas vietoje iškastinių aplinką teršiančių energinių žaliavų – naftos, anglies, dujų labai efektyviai prisideda prie aplinkosaugos problemų sprendimo. Ši energija gali pakeisti didžiąją dalį energijos, gautos iš iškastinių energinių žaliavų. Kadangi pasaulyje energetinių žaliavų ištekliai sparčiai senka, lieka neišsenkantys – atsinaujinantys energijos šaltiniai. Tokių šaltinių gaminama elektros energijos kaina nepriklauso nuo tarptautinės ekonominės situacijos ar vyriausybės nutarimų. Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos plėtra turi būti integruota ir apibrėžta kiekvienos šalies nacionalinės energetikos politikoje.

Pagal Europos komisijos (toliau EK) „Baltosios knygos“ nuostatas reikia turėti savo suformuotą atsinaujinančiosios energijos technologijų plėtros strategiją. ES valstybėms iškelti iki 2010 m. minimalūs tikslai, t. y. bent 12 % energijos gauti naudojant atsinaujinančiosios energijos technologijas (1 lentelė). 2003 m. ES iškėlė naujus tikslus – iki 2020 m. iš atsinaujinančiųjų šaltinių gaminti 25 % šilumos energijos ir 33 % elektros energijos [14].

1 lentelė. Atsinaujinantis energijos šaltiniai ES [14]

Energijos tipas	1995 m. pagaminta energija		2010 m. planuojamas pagaminti atsinaujinančios energijos	
	Kiekis	% bendrosiose energijos sąnaudose	Kiekis	% bendrosiose energijos sąnaudose
Vėjo energija	2.5 GW	0,02	40 GW	0,44
Vandens jėgainės	92 GW	1,9	105 GW	1,93
Fotoelektra	0,03 GW	-	3 GW	0,02
Biomasės	44.8 Mtoe	3,3	135 Mtoe	8,53
Geoterminė:		0,2		0,33
1) elektra	0,5 GW		1 GW	
2) šiluma	1.3 Wth		5 Wth	
Saulės kolektoriai	6.5 mln. m ²	0,02	100 mln. m ²	0,25
Bendrai		5,44		11,5

Lietuvoje atsinaujinančiosios energijos 1995 m. ištekliai sudarė 5,67 % (žiūr. 2 lent.), o ES valstybių vidurkis buvo net mažesnis 5,44 %. Imant dviejų paskutinių metų pokytį ir darant prielaidą, kad toliau didės atsinaujinančiosios energijos pagaminama dalis bendrojoje energetikos gamyboje, tai 2010 m. sudarys 11,6 % bendrojoje energetikos gamyboje. Lietuvos rodikliai bus geresni, nei ES valstybių vidurkis 11,5 %.

2 lentelė. Atsinaujinantys energijos ištekliai Lietuvoje 1995–2006 m. (procentais) [56]

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Atsinaujinančių išteklių dalis bendrosiose energijos sąnaudose	5,67	8,84	8,30	8,01	7,74	7,97	8,68	9,18
Elektros energijos, pagamintos iš atsinaujinančių išteklių, dalis bendroje elektros energijos gamyboje	2,68	2,97	2,21	2,02	1,70	2,22	3,11	3,49

Lietuvos aplinkosaugos tikslai yra šie:

- siekti, kad atsinaujinančiųjų energijos išteklių panaudojimo dalis artimiausiu metu ateityje būtų artima ES direktyvų reikalavimams;
- įdiegti teršalų emisijos kontrolę didžiuosiuose taršos objektuose;
- naudojant ekonominius svertus, užtikrinti aplinkosaugos reguliavimą energetikoje;
- didinti energijos vartojimo efektyvumą, įdiegiant pažangiausias technologijas ir energijos taupymą, skatinantį kainodarą bei sudarant palankias sąlygas investicijoms, skirtoms energijai taupyti [41].

Prioritetiniu uždaviniu būsto sektoriuje laikoma energijos sąnaudų mažinimas, apšiltinant ir modernizuojant gyvenamuosius namus. Lietuvos Respublikos Vyriausybės (toliau LRV) būsto strategijoje keliamas tikslas – iki 2020 metų šiluminės energijos ir kuro sąnaudas būsto sektoriuje sumažinti ne mažiau kaip 30 %. Tai leistų sumažinti anglies dvideginio išmetimą į atmosferą, būsto išlaikymo išlaidas ir padidinti turimo būsto vertę.

Nežiūrint tam tikros pažangos, energijos naudojimo efektyvumo požiūriu šis sektorius problematiškiausias. Daugiau nei du trečdaliai Lietuvos gyventojų gyvena sovietmečiu statytuose blokiniuose pastatuose – daugumos jų šiluminės savybės labai prastos, todėl jų apšildymui reikia 2-2,5 karto daugiau energijos nei analogiškas gamtos sąlygas turinčiose ES šalyse senbuvėse [31]. Nepakankamais tempais vyksta šiluminių mazgų ir ypač šilumos tiekimo tinklų renovacija. Tai ne tik didina energijos sąnaudas ir būstų apšildymo išlaidas, bet ir sukelia socialines grėsmes [31].

Pastatams galima pritaikyti atsinaujinančių šaltinių energiją:

Geoterminė. Geoterminės energijos šaltinis yra žemės gelmėse nuolatos atnaujinamas radioaktyviųjų elementų (urano, radžio, torio) skilimo energija bei mantijos šiluma iš vidaus ir Saulės energija iš viršaus. Žemės energiją galima paversti šiluma arba elektra. Geoterminę elektros energiją galima gauti pritaikant šilumos siurblius. Būsto šildymui galima naudoti geoterminį šildymą. Šilumos siurblys paima žemėje susikaupusią saulės energiją bei perduoda ją namo šildymo ar karšto vandens ruošimo sistemoms. Paimama iš aplinkos šiluma nekainuoja, todėl mokame už

sunaudotą elektros energiją, kuri reikalinga kompresoriui, cirkuliaciniams siurbliams ir elektronikai. Todėl geoterminis šildymas yra ekonomiškai bei ekologiškai – nenaudojamas joks degimo procesas, visos sistemos yra uždaros, todėl visiškai neteršia aplinkos. Minusai, kad brangiai kainuoja įrengti geoterminį šildymą [57].

Vėjo energija. Individualaus namo poreikiams tenkinti dažniausiai naudojamos kelių kilovatų galios vėjo jėgainės. Vėjo jėgainių augimo tempą lemia palankios ekonominės sąlygos ir samprata, kad ekologiškai švari energija – ateities energija. Jėgainėse vėjo energija verčiama į elektros energiją, kuri naudojama buityje, o perteklius atiduodamas į tinklą [70].

Saulės energija. Pastaroji energija gali būti naudojama įrengiant saulės kolektorius vandeniui šildyti ir įrengti patalpų šildymo saulės energija sistemas. Remiantis skaičiavimų duomenimis nustatyta, kad naudojant patalpų šildymo saulės energija sistemas esant palankiai pastato padėčiai ir orientacijai galima energijos sąnaudas šildymui sumažinti 20 %. [Saulės kolektoriai](#) gali būti įrengiami ant pastato stogo ar kitoje vietoje. Svarbi yra jų orientacija pasaulio šalių atžvilgiu (geriausia – pietūs), kolektoriaus plokštumos pasvirimo kampas ir kolektoriaus plotas. Lietuvos klimato sąlygomis, vanduo kolektoriuose vasarą sušyla iki 70–100 °C, žiemą iki 30–50 °C [48].

Biomasa. Gyvenamų pastatų naudojimui galima pritaikyti augalinius biomasės šaltinius ir biologines dujas. Augalinė biomasė (mediena, šiaudai) yra vienas iš reikšmingiausių atsinaujinančios energijos šaltinių Lietuvoje. Biologinių dujų ištekliai nuolat kaupiasi ir atsinaujina šalių žemės ūkio gamyboje. Svarbiausieji iš jų - gyvulių mėšlas bei maisto perdirbimo įmonių organinės atliekos. Tačiau ekonomiškai apsimoka biologinių dujų perdirbimas galima stambiuose gamybos objektuose [70].

Vandens energija. Turbinos vandens energiją paverčia elektra. Vandens energiją sudėtinga panaudoti individualiems namams, nes pagrindinis energijos šaltinis yra tekanti upė arba tvenkinys. Atsižvelgiant į tai, kad dauguma individualių gyvenamųjų pastatų ir jų kvartalų statyba vyksta ne prie upių ar tvenkinių, todėl šią energiją sunkiau pritaikyti praktikoje, lyginant su geoterminiu, vėjo ir saulės atsinaujinančiu energijos šaltiniu [70].

1.2. Subalansuotos statybos ekonominė esmė

T. Gibbertas [20] teigia, kad ekonominis subalansuotumas yra reaguojančios struktūros, sistemos ir technologijos, prisitaikančios prie pokyčių ir užtikrinančios ribotų resursų naudojimą ir atstatymą. Tai daroma taip veiksmingai ir efektyviai, kad galima būtų užtikrinti egzistuojančios ir ateinančios kartos poreikius, nepakenkus biofizinei aplinkai.

Statybos sektorius priklauso nuo tikslų įgyvendinimo per visos šalies ekonominį ūkį. Tiekimo grandinė, kuri aprūpina statybos sektorių, yra ilga ir persipynusi. Tai apsunkina efektyviai panaudoti skirtingas medžiagas, komponentus ir procedūras. Žinomi du ekonominiai metodai, kurie nagrinėja subalansuotos statybos iššūkius. Jie nagrinėjami, atsižvelgiant į valstybės standartus, teises ir reguliavimo praktikas; į rinką orientuota politika, kuri turi įtakos tam tikrų statybos formų kainoms. Abu metodai turi teigiamą vaidmenį, kad į rinką orientuoti matai bus efektyvesni strateginiame lygmenyje [5].

Kreipiamas ypatingas dėmesys į tendencijas, kurios prieštarauja subalansuotos statybos tikslams. Į rinką orientuotos politikos pasiūlyti ir remiami sprendimai turės didesnę teigiamą įtaką negu tie, kurie įtraukia teisėtą reguliavimą ir apmokestinimą. Kai kurios draudimo ir apribojimo priemonės yra būtinos, tačiau ekonominės priemonės, tokios kaip skatinimai ir mokesčių lengvatos, yra efektyvesnės šioje srityje [5].

Reikalingas valstybės kišimasis į rinką, nes pati rinka nepajėgi sukurti pasekmes, kurios tenkintų individualius ir socialinius lūkesčius. Sunku sustabdyti aplinkos teršimą, todėl teršėjai turi būti priversti mokėti už padarytą žalą. Šitie mokesčiai įvairiose valstybėse turėtų būti sureguliuoti ir suvienodinti. [5].

Valdžia dažnai sprendžia aplinkos teršimo problemas. Ji leidžia įstatymus, nustato standartus, paskelbia draudimus bei sustiprina taršos reguliavimą. Tokia politika populiari, tačiau retai šios prevencinės priemonės būna efektyviausios kainos atžvilgiu. Kitos valdžios priemonės: mokesčių mažinimas, skatinimai ir gamybos leidimai leidžia žemesnėmis kainomis gauti daugiau naudos [5].

Turtingos ES šalys skiria ypač daug lėšų ekologiškoms statyboms, kadangi skaičiavimai rodo, kad anksčiau ar vėliau šios pastangos atsiperka. Vokietijoje nekilnojamojo turto kainą kelia faktas, kad pastatas pastatytas iš ekologiškų medžiagų. Ekologiškus namus klientai perka dėl to, kad tokiems namams pirkti bankai lengviau duoda paskolą, kita dalis rūpinasi sveiku gyvenimo būdu, o dar kita aplinkos apsauga.

1.2.1. Subalansuotos statybos esmė makroekonominiame lygmenyje

Beveik kiekvienoje pasaulio šalyje gyvenamos vietos paprastai sudaro daugiau nei pusę nacionalinio turto ir statybos pramonė sudaro 10 % BVP [6]. Žiūrint iš globalinės perspektyvos, viena iš svarbiausių subalansuotos statybos problemų yra pats tarptautinės statybos veiklos paplitimas. Subalansuotumas tapo svarstoma problema ypatingai tose šalyse, kuriose statyba yra nuosmukio fazėje. Daugelis šalių, kuriose statybos sektorius plečiasi nėra geriausioje padėtyje, kad skatintų subalansuotą statybą. Tai reiškia, kad statybos sektoriuje neįgyvendinami darnios plėtros tikslai [5].

Daugelyje šalių, išsivysčiusiose ir mažiau išsivysčiusiose, pastatai ir statybos pramonė turi didelę reikšmę šalies socialiniams ir ekonominiams santykiams. W. Bakensas [2] konstatuoja faktą, kad daugelyje šalių namų ūkis ir statybos pramonė yra daugiausiai darbo vietų šalyje turintis sektorius ir jo ekonominė veikla daro įtaką multiplikatoriniam efektui: vienas doleris, išleistas statybos sektoriuje, pagamina iki trijų dolerių kituose ekonominiuose sektoriuose.

Pastebimas medžiagų ir energijos vartojimo bumas naujai industrializuotose šalyse ir mažiau išsivysčiusiose šalyse, kuriose sparčiai plėtojasi ekonomika. Tai turės būti atsvara žymiai dematerializacijai statybos veikloje pažangiose industrializuotose šalyse [6]. Vėlesnėse ekonominio vystymosi stadijose statybos apimčių mažėjimą įtakoja: mažesnis gyventojų prieaugis, mažiau migracijos ir didesnis fizinio kapitalo sutelkimas vietoje. Tai mažina investicijas į statybos pramonę [5].

Techninis progresas – tai ne tikrai išradimai ir naujovės, kurioms reikalingas milžiniškas kapitalas. Taip pat reikalingi, palyginti, pigūs pakaitalai ir patobulinimai, kurie sumažina sąnaudas, tačiau padidina produkcijos apimtis. Pažangių pramonės šalių požiūriu, pagrindinis kapitalas yra ne įrenginiai, o mokslinių žinių pagrindas bei gyventojų gebėjimas panaudoti šias žinias efektyviai [7]. Darnios plėtros atžvilgiu, ekonomikos plėtra gali tęstis be fizinio kapitalo prisidėjimo prie egzistuojančios statybos veiklos. Plėtra numato pasaulį, kuriame yra tikrai pastatų eksploatacijos palaikymas [5].

1.2.2. Subalansuotos statybos esmė mikroekonominiame lygmenyje

Mikroekonominiame lygmenyje pastatai statomi su mažesnėmis laiko sąnaudomis, priklausomai nuo esamos infrastruktūros: elektros, mechanizmų ir elektrinės įrangos. Statybos terminus bandoma sutrumpinti, nes tai leidžia sumažinti išlaidas. Tačiau tai nesuderinama su subalansuota statyba, nes jos įgyvendinimo laikotarpis yra ilgas [5].

R. Bonas ir K. Hutchinsonas [5] teigia, kad mikroekonominio lygiu statybos sektorius susiduria su trumpesniu produkto gyvavimo laiku. Paklausūs tie produktai, kurie priklausomi nuo kitų produktų paklausos ar paslaugų sukūrimu jiems. Gyvenamieji namai iš esmės keičiasi – statomi iš lengvesnių konstrukcijų, juose įmontuota daug mechanizmų, elektroninių prietaisų, kurie tenkina trumpo ar vidutinio laikotarpio pirkėjų norus. Naujos technologijos greitai sensta, todėl pirkėjai norėdami jas atnaujinti, dažniau perka. Tai yra iššūkis subalansuotai statybai, kurios pagrindą sudaro ilgo laikotarpio perspektyva. Tai yra pats efektyviausias būdas paskatinti darnią plėtrą.

Jerry's Yudelsonas [67] nustatė, kad subalansuoti pastatai teikia šią ekonominę naudą:

- 30–50 % mažiau suvartoja energijos ir vandens.
- Mažėja pastato išlaikymo išlaidos.
- Didėja pastato savikaina dėl mažesnių išlaikymo išlaidų ir geresnių viešųjų ryšių.
- Mažesni mokesčiai, investuojant į ekologišką statybą.
- Atsiranda daugiau nekilnojamojo turto agentūrų siūlančių subalansuotus gyvenamuosius namus.
- Didina darbuotojų darbo našumą nuo 3–5 %.
- Nekenkia sveikatai bei sumažina 5–7 % kvėpavimo takų susirgimų.
- Rizikos valdymo nauda, įskaitant greitesnį išnuomavimą ir pardavimą, bei darbuotojai būna mažiau sveikatai kenksmingoje aplinkoje, toliau nuo dirginančių kvapų ar toksinių chemikalų, kuriuos skleidžia pastato medžiagos.
- Marketingo nauda, ypač projektų kūrėjams, bei plataus vartojimo prekių kompanijoms.
- Viešųjų ryšių nauda, ypač projektų kūrėjams bei visuomeninėms agentūroms.
- Lengvesnis gerų darbuotojų verbavimas ir išlaikymas, bei aukštesnė moralė.
- Padeda pritraukti lėšas kolegijoms ir pelno nesiekiančioms organizacijoms.
- Projektų kūrėjai lengviau gauna paskolas.

Augantis vartotojų susidomėjimas ekologiškais produktais, leidžia daryti prielaidą, kad yra ekonominių svertų, galinčių daryti įtaką ekologiškumo pasikeitimui. Pirmiausia reikia sukurti patikimą informavimo sistemą, kurios kriterijai leistų pasirinkti tinkamas medžiagas. Norint atsakingai naudoti medžiagas ar produktus, reikia gauti tikslią informaciją apie ekologiškas medžiagas tiesiai iš gamintojų [22].

Gamintojai teigia, kad turi mažą pasirinkimą, realizuojant savo produkciją geografinė prasme, kuri yra priimtina aplinkai. Turi būti sukurtos palankios sąlygos, kurioms esant, kompanijos nebankrutuos, jeigu jos gamins aplinkai priimtinas medžiagas [22].

Kalbant apie kainą, susijusią su aplinkosaugos klausimais, būtina atkreipti dėmesį į tai, kiek kainuoja globalinių vertybių naikinimas ir kiekvieno asmeninį indėlį į dabartinę aplinką, vertinant pagal dabartinę ekonominę situaciją. Projektų kūrėjai baiminasi pradinių investavimo kainų į projektus, kur naudojamos ekologiškos medžiagos, nes išauga galutinė investavimo kaina [55]. Didžiojoje Britanijoje ir kitose Vakarų pasaulio šalyse didėja asmeninis vartojimas, t. y. pagrindinė priežastis, kodėl didėja produkcijos apimtys. Augant ekonomikai, atsiranda prielaida plėsti statybinių medžiagų asortimentą ir gerinti jų kokybę [22].

Anglies dioksido išsiskyrimas iš pastato priklauso nuo efektyvios energetinės sistemos, kurios įmontuotos į pastatą. Vokietijoje apskaičiuota, kad statant vienos šeimos pastatą iš šiaudų sutaupoma 25 t anglies dvideginio, palyginti su statyba, kai šiltinamoji medžiaga – akmens vata. Tokiam kiekiui akmens vatos pagaminti sunaudotos energijos užtektų pastatyti visą pastatą iš presuotų šiaudų ir jį šildyti 10-15 sezonų. Jei šiaudinės sienos derinamos su saulės architektūra, pagal Vokietijos patirtį toks namas sunaudoja 10 kartų mažiau energijos nei tokio pat dydžio pastatas iš kitų medžiagų [49]. Tai leidžia racionaliau paskirstyti energiją ir tuo pačiu kelia pastato vertę bei tampa patrauklesnis investuotojams. Didžiojoje Britanijoje perkant tokius komercinės paskirties pastatus, lengviau suteikiamas kreditas [28].

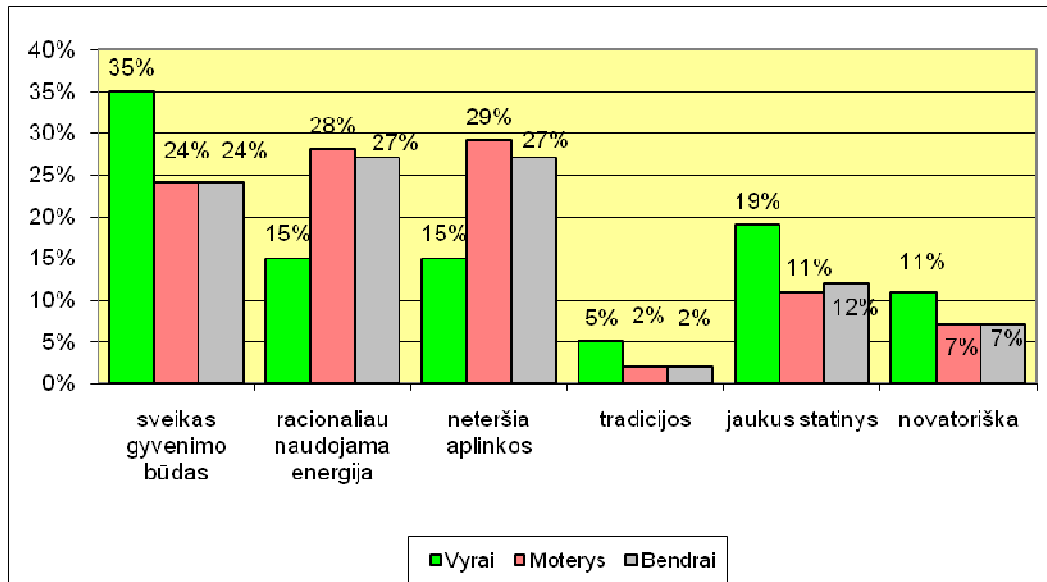
Ekonominiai tyrimai rodo, kad ekologiški statybiniai produktai dažnai yra konkurencingos prekės, ypač produktai, kuriuos galima panaudoti antrą kartą. Anksčiau daugelis panaudotų statybinių medžiagų, įskaitant gipsą, sienų plyteles ir plieną, buvo laikoma šiukšlėmis. Gamintojai priėmė ekonominį sprendimą – perdirbti jau kartą naudotas medžiagas, ir tai tapo pigiau nei perkant pirmines žaliavas [55].

1.3. Subalansuotos statybos socialinė esmė

T. Gibbertas [20] teigia, kad socialinis subalansuotumas yra saugi, laiminga, sveika, patenkinta, išsilavinusi visuomenė, kuri turi savo struktūrą ir pajėgumus paskirstyti ribotus išteklius visiems po lygiai, užtikrinant egzistuojančios ir ateities kartos poreikius.

Europos piliečiai daugiau nei 90 % laiko praleidžia patalpose. Daugiau nei 40 % uždaroje patalpose laiką leidžiantys žmonės skundžiasi dėl komforto stokos, sveikatos problemų. Uždarų patalpų aplinkos kokybė taip pat veikia žmonių darbingumą, kuris turi poveikį visam ekonominiam sektoriui. Akivaizdu, kad sveikatos ir darbo sąlygų gerinimas patalpose Europos gyventojams gali suteikti didelę ekonominę ir socialinę naudą, tokią kaip padidėjęs produktyvumas, ligos atvejų sumažėjimas bei medicininių išlaidų sumažėjimas [13].

Lietuvos vyrai mano, kad svarbiausias ekologiško namo privalumas – sveikas gyvenimo būdas (38 %), o moterys mano, kad svarbiausias privalumas – neteršia aplinkos (29%) ir racionaliau naudojami energijos resursai (28%)(2 pav.). Vyrai labiau galvoja apie savo sveikatą, o moterys į ekologišką statybą žiūri globaliau – nebūtų teršiama aplinka [11].



2 pav. Ekologiškos statybos privalumai [11]

Socialinio subalansuotumo plėtros tikslai:

- *Prieinamumas*: užtikrinti, kad plėtra didintų galimybę įsigyti žemę, apgyvendinimą, turtą, prieinamumą prie informacijos, viešųjų paslaugų, technologijų ir komunikacijų tuomet, kai reikia.
- *Išsilavinimas*: užtikrinti, kad plėtra pagerintų mokslo kokybę visuose lygiuose ir išsąmoninimą apie subalansuotą plėtrą.
- *Viską apimantis*: užtikrinti, kad plėtros procesas ir jo teikiama nauda būtų viską apimanti.
- *Sveikata, saugumas ir apsauga*: užtikrinti, kad plėtra pripažįsta žmogaus teises ir remia sveikatos, saugumo ir apsaugos gerinimą.
- *Dalyvavimas*: užtikrinti, kad plėtra skatintų sąveiką, bendradarbiavimą, įtraukiant žmones į veiklą [20].

W. Bakensas [2] tvirtina, kad socialinis ir ekonominis aspektas nėra tik „tušti žodžiai“ subalansuotoje statyboje, jie paprasčiausiai nėra gerai suvokiami, juos reikia atitinkamai integruoti į sprendimų priėmimo procesus, kurie susiję su statybos pramonės projektais. J. T. Gibberdas [20] mano, kad į subalansuotą statybą reikia žiūrėti kaip į sistemą, kuriai svarbu abu, t.y. fiziniai

(pastatai ir aplinka) ir nefiziniai (pastatų naudojimas ir valdymo sistemos), aspektai integruotai ir efektyviai sąveikaujantys tarpusavyje, kurie padeda įgyvendinti darnios plėtros tikslus.

Darnios plėtros tikslų įgyvendinimas statybos sektoriuje ypač svarbus mažiau išsivysčiusiuose šalyse, nes ten labiau rūpinamasi socialinėmis ir ekonominėmis problemomis tokiomis kaip prastas sveikatingumo, išsilavinimo lygis, darbo trūkumas ir riboti ekonominiai ištekliai. Tokiu atveju plėtra skatina gauti maksimalią naudą socialiniu ir ekonominiu požiūriu, negu koncentruotis į labiau konvencinį požiūrį ir rūpintis aplinkosauga. Pastatai ir statybos pramonė negali būti izoliuota nuo vartotojų, o priešingai – turi tenkinti jų vietinius poreikius [20]. Pagal tai, kaip mes statome namus ir kaip mes juose gyvename yra susiję, tuo kaip mes organizuojame socialinį gyvenimą ir kaip mes sugyvename su mus supančia aplinka [51].

„Žalioji“ darbotvarkė rūpinasi apstatytų teritorijų daromu poveikiu aplinkai, atliekų tvarkymu, išsenkamų resursų naudojimu ir kitais ekologiniais klausimais [7]. Išsivysčiusios šalys gali daugiau dėmesio skirti aplinkosauginiam aspektui. Tuo tarpu besivystančių šalių ekonominė situacija yra daug prastesnė. Joms svarbiau yra ekonominis ir socialinis aspektas. „Rudoji darbotvarkė“, kuri koncentruojasi ties skurdo ir žemo išsivystymo problemomis, pabrėžiant poreikį sumažinti aplinkosaugines grėsmes, kurios kyla iš prastų sanitarinių sąlygų, užteršto oro ir vandens bei atliekų kaupimosi [6]. Esminiai skirtumai tarp „Rudosios“ ir „Žaliosios“ darbotvarkės pateikti 3 lentelėje.

3 lentelė. Skirtumai tarp „Rudosios“ ir „Žaliosios“ darbotvarkės [6]

	„Rudoji“	„Žalioji“
Pagrindinis tikslas	Gerinti žmonijos buitį	Gerinti ekosistemą
Laiko suvokimas	Nedelsiant	Vėliau
Koncentruojamas į	Mažas pajamas gaunančias socialines grupes	Ateinančias kartas
Požiūris į aplinką	Manipuliuoti ir naudoti	Apsaugoti ir prisitaikyti
Aplinkos naudojimas	Labiau apsirūpinti	Mažiau naudoti

Statybos sektorius yra daugiausia darbininkų turinti pramonės šaka. Joje dirba apie 111 milijonų darbuotojų visame pasaulyje. Statybos sektorius turėjo įtakos žmonių darbo bei gyvenimo sąlygoms [6]. Taigi statybos sektorius turi socialinį aspektą, atsižvelgiant į darbo bei gyvenimo ir verslo sąlygas.

Įdarbinimas statybos pramonėje labai svarbus, nes siejamas su socialiniu ir ekonominiu poveikiu. Tai yra galimybė integruoti žemesnės kvalifikacijos darbuotojus į svarbią visuomeninę veiklą. Kadangi ekonominė veikla ir investicijos yra viską apimančios, statybos pramonė sudaro dideles įdarbinimo galimybes. Pripažįstamas multiplikatorinis efektas, kad vienos darbo vietos sukūrimas statybos pramonėje duoda pagrindą susikurti vietą visoje ekonominėje

sistemoje. Todėl nenuostabu, nes kartais vyriausybė investuoja į statybos pramonę, norėdamos sumažinti bedarbių [15].

Statybos sektorius turi prastą reputaciją, nes siejamas su korupcija, neskaidrumu ir nesąžiningumu darbuotojų atžvilgiu ir yra aplinkos teršėjas. Tarptautinės „Gallup“ kompanijos apklausos rezultatai parodė, kad statybos sektorius yra labiau korumpuotas nei ginklų ir energijos sektoriai. Korupcija statybos sektoriuje buvo priežastis, dėl ko nebuvo tiksliai laikomasi standartų, o tai padidino aukų skaičių Indijoje ir Turkijoje per žemės drebėjimus. Tarptautinės darbo organizacijos (angl. *International Labor Organization*) duomenimis, statybose dirbantiems žmonėms nėra užtikrinamos saugios darbo sąlygos. Susižalojus darbininkui, dažnai nepranešama darbo sąlygas prižiūrinčioms institucijoms. Statybos sektoriuje diskriminuojamos moterys ir joms mokami mažesni atlyginimai. Statybos sektoriuje dirba daug nelegalių darbuotojų, kurie negauna socialinių garantijų atsitikus nelaimėi [6].

Lietuvoje taip yra statybos pažeidimų. Saugomų teritorijų plotas išaugo, tačiau pastaraisiais metais stebima labai intensyvi legalių ir nelegalių statybų invazija į saugomas teritorijas įskaitant Kuršių Neriją. Tai yra viena iš didžiausių saugomų teritorijų problemų ir kelia grėsmę daugeliui saugomų teritorijų išlikimui [30]. Lietuvoje yra daugiau problemų susijusių su statybos sektoriumi, kurie veikia vietinių resursų naudojimą – nelegalus miškų kirtimas bei nelegalių karjerų eksploatavimas.

Visuomenė po truputį pradeda suprasti, su kokiais sunkumais susiduriama siekiant darnos užstatytoje teritorijoje. Šitie sunkumai nėra suprantami kaip nacionalinio ar Europos lygio problemos, ar globalinio lygio problemos. Pasaulinis gyventojų augimas, poveikis klimatinėms sąlygoms ir žmonijos sveikatai bei didėjantis susirūpinimas apsaugos klausimais, yra primygtinis poreikis radikaliai statybos sektoriaus transformacijai [15].

Šiuolaikinėje politikoje pagrindinė diskusijų tema yra poreikis, kuris veikia aplinką, planavimas bei valdymas. Tai nėra tik ateities miestų planavimas, bet tai yra užstatytos aplinkos planavimas ir valdymas. Užstatyta aplinka tiesiogiai, pastoviai, neišvengiamai veikia kasdieninį žmonijos gyvenimą. Tai turi svarbų vaidmenį dabartinei visuomenei, jos socialiniams ir ekonominiams procesams. Tačiau dabartinė visuomenė ir užstatyta aplinka sunaudoja didelius kiekius energijos ir medžiagų, kurių vartojimas tiesiogiai veikia žmonijos sveikatą ir natūralią aplinką iš neigiamos pusės [19]. Pažeistų teritorijų (apleistų karjerų, sąvartynų ir kt.) inventORIZACIJA baigta 1998 m. ir 1999 m. patvirtinta „Išnaudotų karjerų, durpynų ir kitaip pažeistos žemės naudojimo programa“. 1999–2000 m. rekultivuotuose plotuose buvo pasodinta apie 1000 ha miško, tačiau dėl lėšų stokos šie darbai toliau nebevykdomi [31].

Gyvenimo kokybė priklauso nuo įvairių aspektų: vietovės, užterštumo, priėjimo prie žalių zonų, vandens. Namų aplinkos sąlygos yra esminės gyvenimo kokybei, įskaitant planavimą ir dizaino elementus, tokius kaip apsauga nuo dulkių, garso ir energetinio efektyvumo [64].

Subalansuotose pastatuose sumontuotos technologijos nėra paplitusios visoje rinkoje bei nėra didelio susidomėjimo jomis. Transformacija statybos pramonėje – susikonsolidavimas ties darnios plėtros principais visame statybos sektoriuje [47].

1.4. Subalansuotos statybos technologinė esmė

M. T. Gorgolewski [22] pastebi, kad pirkėjams reikalaujant vis aukštesnės pastatų kokybės, statybos pramonė pastoviai įgyvendina patobulinimus, ypač akustikos ir šildymo srityse. Sveikatingumo ir saugumo klausimai taip pat labai svarbūs, todėl statybos sektorius iš naujo peržiūri statybos aikštelių metodus ir išradinėja kitus būdus statyti pastatus. Pagrindas, užtikrinantis darnius santykius tarp pastatų, naudotojų ir aplinkosaugos yra komunikacinių ir technologinių santykių vystymasis visose fazėse nuo planavimo, konstravimo, įsigijimo, statymo, operacijų iki utilizavimo [24]. Pavyzdžiui, „Pastatų korporacija“ dažniausiai finansuoja socialinį būstą, reikalauja „Eco“ namų, kurias aplinkosauginiu aspektu turi atitikti visus jiems keliamus reikalavimus [22].

G. Klunder [26] teigia, kad darnios plėtros tikslai technologiniu požiūriu dažnai išreiškiami veiksniais, kurie atspindi ekonominį efektyvumą. Ekologinėmis sąlygomis ekonominis efektyvumas siejamas su racionalių medžiagų srautų valdymu.

Pastatai yra tik maža dalis mūsų supančios aplinkos, rajonų ar miestų. Pastaruoju lygiu galima pateikti daugiau sprendimų, kurie mažintų pastatų daromą poveikį aplinkai. Pavyzdžiui, pastatai, esantys visame rajone, gali būti šildomi pramoninėmis atliekomis. Toks kolektyvinis aptarnavimas daugiau atneštų aplinkai naudos, nei tai galėtų padaryti pavienių namų savininkai. Svarbu, visus lygmenis integruoti tarpusavyje, nes taip pasiekama didesnė nauda [26].

Darni plėtra neskatina mažinti neatsinaujinančių resursų poveikio. Dabartiniai atradimai daug dėmesio skiria naujų produktų gamybos ir gamybos proceso optimizavimui. Sistemos keitimasis skatina keisti susiformavusias nuostatas bei vertybes. Šiuo požiūriu nepakanka diskutuoti apie statybų ar užstatytų zonų planavimą, bet taip pat reikia diskutuoti apie besikeičiantį gyvenimo būdą [26].

1.4.1. Surenkamieji namai

Pastaraisiais metais pagaminti ne statybos aikštelėje pastatai, t.y. pagaminti fabrikuose, o surinkti sklype, susilaukia vis daugiau dėmesio. Dabar ši technologija paplitusi daugiabučių namų statybose. M. T. Gorgolewski [21] surenkamus namus suskirstė taip:

- Tūrinės sistemos (angl. *volumetric systems*);
- Plokštelinės sistemos (angl. *panellised systems*);
- Hibridinės (pusiau tūrinė) sistemos (angl. *Hybrid (semi-volumetric) systems*).

Tūrinės sistemos – tai trijų erdvių sekcija, su vidiniu užbaigtumu, pagaminta fabrike ir paruošta transportavimui į statybos aikštelę (3 pav.). Toks gamybos būdas turi daug privalumų, gerinant kokybę:

- mažesnis defektų skaičius;
- lengvai surenkamas statybos aikštelėje;
- per trumpesnę laiką pastatomas statybos aikštelėje;
- geresnės darbo sąlygos;
- padidina gamybos proceso tikslumą ir efektyvumą.

Pastarasis veiksnys labiausiai taikomas, gaminant virtuves ir vonias, kurios yra brangesnės ir sudėtingiau įrengiamos statybos aikštelėje. Tūrinių sistemų trūkumas tas, kad maksimalus vienos sekcijos dydis priklauso nuo galimybės transportuoti ją į statybos vietą.



3 pav. Tūrinė sekcija [21]

Plokštelinė sistema – tai pagaminamos fabrike plokštės, kurios surenkamos statybos vietoje ir sudaro trijų erdvių sekciją. Plokštinės sistemos yra labiau lankstesnės ir galima lengviau pritaikyti planuojant sekcijas ir detalių dizainą nei tūrinių. Klientai ir dizaineriai turi didesnę pasirinkimą planuojant kambarių išdėstymą, atsižvelgiant į kambario dydžio ir kai kuriuos planavimo apribojimus. Dar vienas privalumas – plokštės galima nugabenti į statybos aikštelę vienu vežimu, taip sumažinant transportavimo kaštus. Plokštelinės sistemos mažiau išbaigtos bei mažesnis tarpusavio integravimo laipsnis, nei tūrinių sistemų. Plokštelinėms sistemoms reikia daugiau darbo laiko statybos aikštelėje bei daugiau papildomų medžiagų nei tūrinėms sistemoms [21].

Plokštelinė sistemos technologija labai panaši į surenkamų namų technologiją. Esminis skirtumas, kad plokštėje būna sumontuota elektros instaliacija ir dalis inžinerinės sistemos, o surenkamus namus iš pradžių pastato, o tik vėliau atlieka elektros instaliacijos ir inžinerinių tinklų išvedžiojimo darbus.

Trečiasis būdas išnaudoti gamyklinius pranašumus – naudoti tūrinės sistemas sudėtingesnėms pastato erdvėms – tokioms kaip, virtuvė ar vonia, prijungiant jas prie plokštelinės pastato dalies. Hibridinė sistema pasiima iš plokštelinės ir tūrinės sistemos geriausias savybes. Tai suteikia pirkėjui didesnę pasirinkimo laisvę.

Subalansuotai statybai plokštelinės ir tūrinės sistemos gamyba teikia šią naudą:

- statybos aikštelės privalumas;
- proceso nauda;
- tobulesnis galutinis produktas;
- darbo jėgos nauda.

Pagrindinis gamyklinis privalumas yra tas, kad darbo procesas persikelia iš statybos aikštelių į fabriką, kur yra didesnė kontrolė bei mažiau laiko praleidžiama statybos aikštelėje. Eksperimentas Didžiojoje Britanijoje parodė, kad naudojant surenkamus namus perpus sumažėja laikas, praleistas statybos aikštelėje. Tai reiškia, kad perpus mažiau yra trikdoma aplinka, sumažina triukšmą, teršalų skleidimą bei eismo trukdymą. Lengvesnės pastatų konstrukcijos sumažina žemės darbų apimtį, mažesnis vietovės sudarkymas ir mažesnis iškastos žemės tūris [21].

Plokštelinės konstrukcijas lengviau transportuoti į vietą, tačiau reikia daugiau praleisti laiko vietovėje, norint jas sumontuoti, todėl padidės transporto judėjimo srautai. Bendru atveju geras statybų organizavimas aikštelėse gali sumažinti transporto srautus. Darbas statybos aikštelėse yra pavojingesnis ir yra didesnė tikimybė susižeisti ar žūti. Surenkamų namų sekcijos gaminamos

labiau kontroliuojamoje aplinkoje – fabrikuose, tai leidžia užtikrinti saugesnes ir komfortiškesnes darbo sąlygas. Gaminant fabrikuose, racionaliau naudojamos medžiagos nei statybos aikštelėse. Taip pat lengviau pasiekti nustatytų standartų ir jų paklaida būna mažesnė [21].

Fabrikuose lengviau tikrinti ir testuoti produkciją. Pavyzdžiui, tūrinėse sistemose gali būti išvedžiota elektra ir sanitariniai mazgai, kurie patikrinami gamykloje. Tai leidžia sumažinti brokuotų prekių patekimą į rinką. Gamintojai sumažina sąnaudas, kurios atsiranda šalinant broką statybos aikštelėse, o pirkėjai džiaugiasi įsigiję kokybišką prekę [21].

Tikslus ir rūpestingas elementų sujungimas, ypač izoliacinių medžiagų bei oro barjerų yra labai svarbus pastato termoizoliacinėms ir akustinėms savybėms. Termoizoliacinės ir akustinės savybės labai priklauso nuo darbininkų ir kokybės tikrintojų darbo [21].

Dažniausiai fabrikų darbuotojai gyvena netoli darbovietės. Taip yra užtikrinamas ekonominis klestėjimas ir dažnai socialinis užimtumas bendruomenėje. Pažiūrėjus iš finansinės pusės, trumpesnis pastato statymas greičiau atsiperka ir tai sumažina galutinę projekto kainą [21]. Statybininkai pastebi, kad yra poreikis tobulinti standartus ir nauji reguliavimo reikalavimai turėtų būti susieti su energijos sąnaudomis ir akustinėmis savybėmis tobulinimu surenkamiems namams.

Norint, kad ekonomiškai apsimokėtų gaminti surenkamų konstrukcijų namus, reikia tai daryti periodiškai. Paskaičiuota, kad ekonomiškai apsimoka statyti surenkamų namų linijas, jeigu bus pagaminta 40 vienodų namų. Surenkami namai atitinka energijos panaudojimo efektyvumą ir subalansuotumą [21].

T. Woolley [65] teigia, kad surenkami namai, pagaminti fabrikuose, gali būti laikomi subalansuotais pastatais, palyginus su vietoje statomais namais. Statant surenkamus namus lieka mažiau šiukšlių, pasiekama aukštesnė kokybė akustikos ir termoizoliacijos srityje, galima lengviau utilizuoti. Kalbant bendrais terminais, šie argumentai pagrįsti. Kai reikia tiksliai įvertinti pastato kokybę, atsiranda akivaizdžių problemų. Naudojamos medžiagos, kurios kenkia aplinkai, tokios kaip izocianidas, naudojamas kaip izoliacinės medžiagos dalis, polivinilchloridu (PVC) padengtas plienas ir kai kurie kenksmingi gamybos procesai, todėl sunku juos įvertinti kaip ekologiškus produktus.

Kompanijos ieško universitetų ar valdiškos institucijos ekologiškų produktų vertinimo sistemos, kuria galėtų pasinaudoti ir paskelbti, kad jų produktai yra ekologiški. ISO 14001 standartuose siūlomas aplinkai nekenksmingas valdymas. Standartuose užsimenama apie gamybos procesą ir kokybiškų produktų reikalavimus. Dokumente nurodoma, kaip tirti prekės gyvavimo ciklą, ekonominį įvertinimą ir kaip atlikti kitus sudėtingus įvertinimus bei apskaičiavimus. Atlikti minėtus vertinimus bei apskaičiavimus vidutinio dydžio kompanijai yra per brangu bei didelės laiko sąnaudos. T. Woolley [65] iškėlė klausimą, ar verta atlikti brangius tyrimus, įvertinant detalai

kiekvieną medžiagą, atskirai tiekimo grandinę bei atlikti prieš gamybą detalią prekės gyvavimo ciklo analizę, kai galų gale konkurentai ir pirkėjai nesupras, kam reikalingas tikslus ir detalus šitas procesas. Universalus sutarimo ir supratimo stoka tampa problema.

Didžiosios Britanijos kompanijos nesiskelbė, statančios namus tik dalinai ekologiškų medžiagų, nes būtų smarkiai sukritikuotos dėl produktų, kurie nėra tokie ekologiški. Iš esmės jų specifinis pasirinkimas, atliekant ir patikimai tiekiant surenkamus namus, yra ekologiškiausia, akivaizdžiai prieinama alternatyva. Kompanijos prisitaikė aplinkai nekenksmingą veikimą ir tai leido ištobulinti tiekimo grandinę, kuri tapo ekologiškos produkcijos ištaka [65].

Kompanijos, kurios investuoja lėšas į naujų produktų kūrimą, susiduria su problemomis. Viena iš jų būtų – viešai prieinamos sistemos trūkumas, kaip įvertinti ir žymėti ekologiškus produktus. Taip pat, stokojama atradimų institucijų, konsultantų ir kitų įgaliotų asmenų, kurie gauna didelius atlyginimus, skaidrumo ir prieinamumo prie duomenų ir informacijos apie ekologiškas medžiagas. Žinoma, tokia informacija yra brangi ir komerciškai jautri. Taigi, kompanijos turi pačios apmokėti tolimesnius tyrimus konkurencinėmis sąlygomis [65].

Didžiojoje Britanijoje bandoma vystyti alternatyvių pastatų sistemą ir metodus, kurie sumažintų resursų išekvojimą, neigiamą poveikį aplinkai, teršimą, anglies dvideginio išskyrimą ir padidinti energijos taupymą. Tačiau atradimams ir plėtojimui labai sunku gauti paramą iš valstybės [65].

Išradėjams labai sunku gauti politinę paramą ir pripažinimą iš politikų bei pritraukti lėšas iš valstybės ar didžiųjų verslo korporacijų. Tai stabdo atradimų progresą subalansuotos statybos srityje. Reikia įkurti tarptautinius aplinkosauginius standartus pastatams, statybinėms medžiagoms ir statybos sektoriui [65].

1.4.2. „Protingų“ technologijų taikymas subalansuotoje statyboje

Energijos naudojimas pastatuose didina teršalų patekimą į aplinką, kuris sukelia šiltnamio efektą. Norint sumažinti šiltnamio efektą, reikia sumažinti elektros bei dujų sąnaudas, kurios naudojamos šildant vandenį, apšvietimui, šildymui bei aušinimui. J. Bellas [4] teigia, kad tai įmanoma padaryti, naudojant „protingas“ (angl. *smart*) technologijas: saulės energija, naudojant sistemą vandeniui pašildyti, mažiau energijos naudojančios lempučių, patobulinti namų dizainai ir izoliacija (izoliuojančios medžiagos), kurie mažina energijos sąnaudas šildant bei vėsinant, ir kt. Sienas, kuriose įmontuoti fotogalvaniniai elementai, galima priskirti prie subalansuotų pastatų.

Sienos su fotogalvaniniais elementais yra atsinaujinančios energijos šaltinis, mažinantis šiltnamio

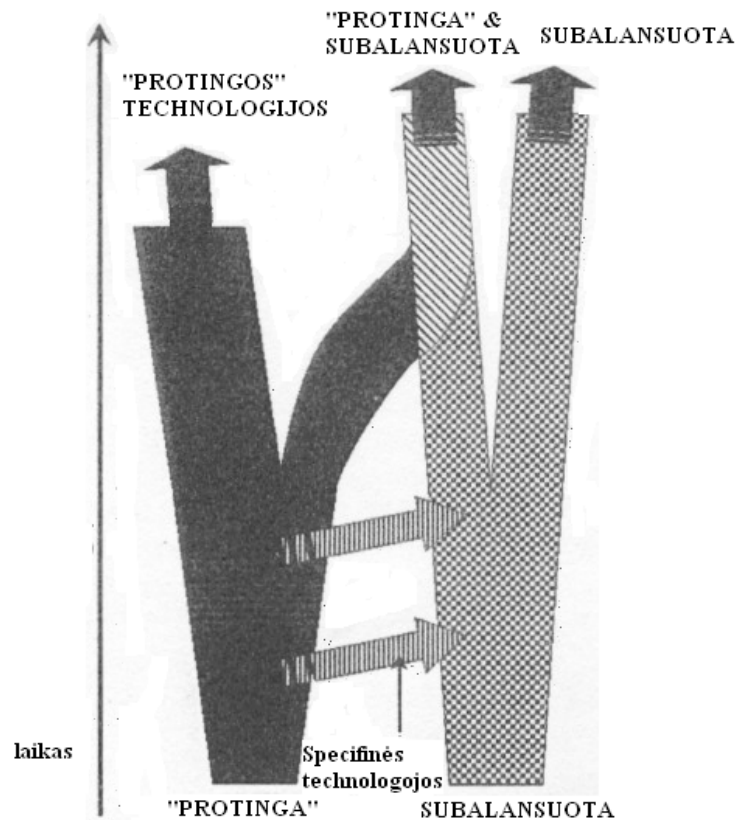
efekto dujų patekimą į aplinką, gaminančios elektrą. Sienose gaminama elektra panaudojama pastato poreikiams bei integruota į pastato energijos valdymo sistemą [4].

„Protingų“ technologijų plėtojimas, kuris turi grįžtamąjį ryšį, t.y. mažiau sunaudojama elektros ar vandens, teikia naudą, kuri suprantama kiekvienam namų šeimininkui. Dėka „protingų“ technologijų gali pasikeisti individų elgesys. Jie teiks daugiau dėmesio energijos taupymui ir tuo pačiu prisidės įgyvendinant darnios statybos principus [4].

Subalansuotos statybos koncepcija yra labai sudėtinga ir persipynusi, bei susiduria su daugybe iššūkių. Subalansuotos statybos koncepcijos principai nereikalauja naudoti „protingas“ technologijas, ir pastatai, kurie atitinka subalansuotus statybos koncepciją, neprivalo būti „protingi“ pastatai. Visi subalansuoti pastatai turi būti gerai suprojektuoti ir turėti pagrindines savybes: išnaudoti saulės šviesą bei šilumą, gerai izoliuoti nuo triukšmo, šalčio ir pastatyti iš aplinkai nekenksmingų medžiagų [4].

„Protingas“ technologijas reikia sumaniai integruoti ir priderinti prie pastato norint, kad jos būtų maksimaliai išnaudojamos. Sudėtinga kontrolės sistema, kuri reguliuoja elektrą, šilumą, vandenį bei vėdinimą yra būtina „protingam“ namui. Pastatas pradeda atitikti visus subalansuotos statybos aspektus, t.y. ekonominį, socialinį ir aplinkosauginį [4].

„Protingos“ ir subalansuotos dalies integravimasis parodytas 4 paveiksle. Tai rodo, kad dalis „protingų“ technologijų, kurios yra specifinės, padeda subalansuotiems pastatams pasiekti jiems keliamus reikalavimus. Toks integravimasis kuo toliau, tuo labiau didės ir tai leis pasiekti didesnę subalansuotumo laipsnį [4].



4 pav. „Protingos“ ir subalansuotos dalių integravimasis [4]

Danų mokslininkai tyrė parametrų ir pastatų elementų svarbumą, kurie apibrėžia subalansuotumą ir padarė tokias išvadas:

- Atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas ir energetiškai efektyvus dizainas efektyviausios subalansuotumo matavimo priemonės.
- Fasada, kurie pasisavina saulės energiją, o pasikeitus paros ar oro sąlygoms, gali ją naudoti pastato reikmėms, taip pat subalansuoti.
- Pastato kubo forma yra efektyvi medžiagų ir energijos sąnaudoms. Neaukšti, kompaktiški pastatai duoda geriausius energijos suvartojimo rezultatus [10].

1.5. Subalansuotos statybos politinė – teisinė esmė

Bendrosios ES darnaus vystymosi nuostatos oficialiai buvo suformuluotos Europos Bendrijos politikos ir veiksmų, susijusių su aplinka ir darnia plėtra, programos „Darnios plėtros link“ peržiūra, kuri buvo atlikta ir Europos Parlamento bei Europos Tarybos (toliau ET) patvirtintoje 1998 m. ES darnios plėtros strategija buvo patvirtinta 2001 m. Geteborge įvykusiame ET viršūnių

pasitarime. Čia buvo konstatuota, kad darni plėtra yra ilgalaikė ES strategija, užtikrinanti švarią ir sveiką aplinką bei gerėjančią gyvenimo kokybę dabartinei ir ateinančioms kartoms. Įgyvendinant šią strategiją būtina, kad ekonominis augimas spartintų socialinę pažangą ir gerintų aplinkos būklę, kad socialinė politika skatintų ekonominį augimą, o aplinkos politika būtų ekonomiškai efektyvi. Ypatingas dėmesys šioje strategijoje skirtas ekonomikos augimui atskirti nuo išteklių naudojimo ir poveikio aplinkai, t. y. siekiui, kad, augant ekonomikai, gamtos išteklių naudojimas ir aplinkos tarša didėtų lėčiau nei ekonomika arba iš viso nedidėtų [56].

Lietuvoje, siekiant užtikrinti darnaus vystymosi proceso koordinavimą aukščiausiu lygmeniu, 2000 m. buvo sudaryta Nacionalinė darnaus vystymosi komisija. LRV patvirtino 2003 m. rugsėjo 11 d. Lietuvos nacionalinę darnaus vystymosi strategiją. Strategijoje suformuluoti pagrindiniai ilgalaikiai, vidutinės trukmės bei trumpalaikiai tikslai ir uždaviniai bei numatytos jų įgyvendinimo priemonės [56].

Pagrindiniai reikalavimai veiksmingam reguliavimui yra tie, kurie skirti pasiekti atitinkamos produkcijos gamybą, įskaitant sveikatos pasiekimus ir gerbūvį, bet tai neturėtų būti įgyvendinama konkrečiomis technologijomis ar gamybos būdais. Tai turėtų skatinti pramonę ieškoti tinkamesnių ir ekonomiškai efektyvesnių būdų įgyvendinant specifinę pastatų gamybą [15]. Didžiųjų gamyklų federacijos, cemento ir betono, mineralinių vatų ir įvairios chemijos gamyklos turi ofisus Briuselyje ir investuoja milijonus į lobizmą EK, kad būtų nukelta data, kai bus priimti aiškiai apibrėžti aplinkosauginiai standartai. Pastarieji standartai stipriai pakenktų gamykloms arba kai kurios net būtų priverstos nutraukti savo veiklą [64].

Strateginiu lygmeniu ir integravimosi požiūriu yra poreikis energetikos, aplinkosaugos, vidinės rinkos ir sveikatos apsaugos požiūriu sukurti labiau tarpusavyje surištą ir progresyvesnę ES teisinę sistemą subalansuotai statybai [15]. Pavyzdžiui, turėtų būti labiau suderinta ir išvystyta Statybos produktų direktyva (angl. *Construction Product Directive*) (89/106/EC) ir Atliekų tvarkymo direktyva (angl. *Waste Framework Directive*) (2006/12/EC) bei Siektinas reguliavimas (angl. *REACH Regulation*) (1907/2006) aplinkos charakterizavimu ir perdirbtų žaliavų panaudojimu statybos pramonėje [15].

Australijoje buvo išleista *Vietinė Darbotvarkė 21* (angl. *Local Agenda 21*), kurios pagrindiniuose punktuose numatoma bendruomenių vizija, kuria siekiama surinkti visus namų savininkus į bendriją; sukurti bendradarbiavimą tarp vietinės valdžios, bendruomenės ir verslo sektoriaus; skatinti sudėtingų klausimų analizavimą bendruomenės pagrindu; veiksmų plano ruošimas, kuris padės įgyvendinti sukurtus tikslus; ir proceso įgyvendinimas, valdymas, tyrimas ir grįžtamasis ryšys [25]. O, tuo tarpu, Lietuvos politikai dažnai darnios plėtros principus, o ypač aplinkosaugos aspektą, suvokia kaip kliūtį plėtrai. Be to, Lietuvoje, kaip ir kitose Baltijos šalyse,

nepakankama aplinkosaugos įstatymų, teisinės sistemos įgyvendinimo, savivaldybėms trūksta savarankiškumo [1].

LR regioninės plėtros įstatyme subalansuotos plėtros principus iš esmės atitinka pagrindiniai nacionalinės regioninės plėtros politikos tikslai [39]:

- Skatinti ūkio pertvarkymą ir modernizavimą regionuose;
- Spartinti subalansuotą atskirų regionų plėtrą;
- Mažinti socialinius ir ekonominius Lietuvos regionų skirtumus.

Lietuvoje pirmieji „Vietos darbotvarkės“ procesai buvo inicijuojami tarptautinių projektų, o vėlesni buvo nevyriausybinių organizacijos Aplinkosaugos valdymo ir technologijų centro projektų, finansuojamų iš užsienio fondo, dalis. Tokie vietos darnios plėtros procesai, kurie priklauso nuo projektų negali būti tęsiami, kadangi gali baigtis drauge su projekto pabaiga [1].

LR Statybos įstatyme [40] yra paminėti esminiai statinio reikalavimai. Darniąją plėtrą atitinka energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas, taip pat akcentuojami higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos reikalavimai bei apsauga nuo triukšmo. Statybos techniniame reglamente (toliau STR) STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“ yra aptarti subalansuoto projektavimo reikalavimai. Būsto funkciniai sprendiniai turi būti grindžiami [33]:

- medžiagų, energijos ir kitų pastate naudojamų išteklių taupymu;
- atsinaujinančių išteklių maksimaliu naudojimu;
- griunamo pastato konstrukcijų, elementų ir įrangos statybos produktų perdirbimo į tą patį ar kitą produktą maksimalia galimybe.

LR nacionalinio saugumo pagrindų įstatyme [38] vidaus politikos nuostatuose dėl aplinkos apsaugos politikos yra akcentuotas Valstybės įsipareigojimas užtikrinti Lietuvos gyventojams ekologinį saugumą bei darnią ūkio plėtrą, pastangos mažinti globalines ekologines grėsmes, greitą reagavimą į ypatingąsias ekologines situacijas bei jų padarinių šalinimą ir mažinimą. Valstybė vykdo aplinkos taršos ir kitokio neigiamo poveikio aplinkai bei žmonių sveikatai prevenciją, skatina tausoti gamtos išteklius ir mažinti neigiamą poveikį aplinkai. Lietuvos aplinkos apsaugos strategijoje [41] Valstybinės aplinkos apsaugos strategijos tikslas – sudaryti prielaidas subalansuotai šalies plėtrai išlaikant švarią ir sveiką gamtinę aplinką, išsaugant biologinę ir kraštovaizdžio įvairovę bei optimizuojant gamtonaudą.

LR Aplinkos apsaugos įstatyme [35] nurodoma, kad privaloma yra saugoti aplinką bei tausoti gamtos išteklius. Numatomi veiksmai dėl ūkinės veiklos objektų statybos, rekonstravimo ir plėtimo, tokių objektų priėmimo, eksploatavimo. Augant pramonei ir vartojimui, labai svarbu tinkamai tvarkyti atliekas. LR Atliekų tvarkymo įstatymas [36] nurodo veiksmus, kurių turi imtis

įmonės, kurių ūkinėje komercinėje veikloje susidaro atliekų ir kurios naudoja, šalina ar kitaip tvarko atliekas. Jos privalo imtis visų galimų priemonių atliekų kiekiui ir jų kenksmingam poveikiui žmonių sveikatai ir aplinkai mažinti.

Europos lygmeniu inovacijos skatinamos per teisinę bazę. Energijos naudojimo pastatuose (*angl. Energy Performance of Buildings*) (2002/91/EC) EK sukūrė strategiją, kuria siekiama iki 2015 m. sumažinti energijos naudojimą, anglies dvideginio patekimą į aplinką bei skatina „pasyvių“ namų statybą (*angl. passive houses*) [15].

Vienas iš svarbių paramos būdų atsinaujinančios energijos gamybos skatinimui – esamos teisinės bazės tobulinimas ir tikslinimas, kadangi yra santykinai menkos investicijos į atsinaujinančią energiją, nepakankama koordinacija tarp įvairių mokslo ir valstybės valdymo institucijų, įstatyminių ir kitų teisinių aktų, sudarančių sąlygas atsinaujinančios energijos plėtrai Lietuvoje, stoka.

Energetikos politiką nustato LR Energetikos įstatymas ir kiti teisės aktai. Vieni iš pagrindinių šalies energetikos politikos tikslų [37]:

- gamintojų ir vartotojų skatinimas efektyviai naudoti vietinius, atsinaujinančius ir atliekinius energijos išteklius;
- žalingo energetikos poveikio aplinkai mažinimas.

2. SUBALANSUOTOS STATYBOS EKOLOGINIŲ ASPEKTU VERTINIMO METODAI

Pastato eksploatacinės savybės yra pagrindinis profesionalių statytojų rūpestis, o daugiausiai dėmesio skiriama aplinkosaugos savybėms eksploatuojant pastatą [19]. Pirminė pastato vertinimo metodikos funkcija yra nustatyti visapusiškas pastato aplinkosaugos ir eksploatacines savybes ir patikrinti ar pastatas atitinka aukštus aplinkosauginius reikalavimus. Tai davė statybos sektoriui stimulą, kuriuo remiantis siekiama apsaugoti gamtą ir įgyvendinti darnios plėtros tikslus. Vertinant aplinkosaugos eksploatacines savybes siekiama kuo daugiau sužinoti apie ryšį tarp pastatų ir aplinkos, kuris dar nėra iki galo ištirtas. Visos aplinkosauginių savybių vertinimo metodikos yra ribotos, todėl sunku nustatyti, kokią poveikį pastatas padarys aplinkai [9].

2.1. Subalansuotos statybos vertinimo metodai

Mokslininkai bando nustatyti pastato eksploatacinių savybių vertinimo sistemas (4 lentelė), kurios yra visapusiškos bei apima visą pastato gyvavimo ciklą. Jie tyrinėja, kaip galima subalansuoti energijos sąnaudas, aplinkosaugą ir ekologiją, įvertinant iš socialinės bei techninės pusės. Norint įvertinti pastato eksploatacines savybes, reikia atsižvelgti į daugelį aplinkosaugos kriterijų [9].

Vertinimo priemonės paprastai skirstomos į dvi rūšis: esti įvertinimo priemonės ir pastatų skirstymas į kategorijas pagal aplinkosaugos reikalavimus. Taikant vertinimo priemones, atsakymai paprastai turi būti pagrįsti kiekybiniais matavimais, o skirstant pastatus į kategorijas, svarbu atsižvelgti į pastatų eksploatacijos savybes pagal tam tikrus kriterijus [9]. Apskaičiavus kriterijų reikšmes ir reikalingumus bei taikant projektų daugiakriterės analizės metodus, nustatomos [68] pastatų eksploatacinės savybės.

Aplinkosaugos pastatų vertinimo metodai daug dėmesio skiria aplinkosaugos kriterijams: resursų vartojimui (energijos, žemės, vandens ir medžiagų), aplinkos apkrovimui, mikroklimatui ir pastato ilgaamžiškumui. Į aplinkosaugos vertinančias priemones *BREEAM*, *LEED* ir *HK-BEAM* (4 lentelė), neįtraukiamas finansinis vertinimas. Finansinis vertinimas labai svarbus, nes projektų plėtotojai nori žinoti, kada ir kokia bus ekonominė grąža iš projekto. J. Cole [8] teigia, kad subalansuota statyba turi atitikti aplinkosaugos reikalavimus, taip pat skatinti ekonomiką bei patenkinti visuomeninius poreikius.

4 lentelė. Pastatų aplinkosaugos eksploatacinių savybių vertinimo metodai [8, 9, 19, 28, 53, 54]

Nr.	Metodo pavadinimas	Šalis, metai	Apibūdinimas
1.	ABGR. Australijos namų šiltnamio efekto vertinimas (angl. <i>Australian Building Greenhouse Rating</i>)	Australija, 2005	• Eksploatacinių savybių vertinimo priemonė. • Naudoja vertinimo skalę nuo 1 iki 5. • Vertina, ar pastatų šiltnamio efektas neviršija nacionalinių normų. • Paremtas 12 mėn. energijos išekvojimu.
2.	AccuRate	2006	• Nauja NatHer versija. • Vertina pastatus tropinėje ir subtropinėje klimato juostoje pagal ventiliacijos modelį. • Įtraukta didelė medžiagų duomenų bazė. • Leidžia vartotojui pakeisti konstrukcijų elementus.
3.	BASIX. Pastatų subalansuotumo indeksas (angl. <i>Building sustainability Index</i>).	2004	• Programinė gyvenviečių plėtojimo planavimo priemonė internetu. • Vertina gyvenviečių vandens ir energijos produktyvumą.
4.	BEPAC. Pastato aplinkos eksploatacinių savybių vertinimo kriterijai (angl. <i>Building environmental performance assessment</i>).	Kanada, 1993	• Panaši į BREEM, bet detalesnė ir yra visapusiško įvertinimo metodas. • Ribotas esantiems ir naujiems biurams. • Naudoja taškinę įvertinimo sistemą. • Nepriverstinė priemonė.
5.	BREEAM. Pastato tyrinėjimas nustatantis aplinkosaugos įvertinimo metodą (angl. <i>Building research establishment environmental assessment method</i>).	Didžioji Britanija, 1990	• Sukurtas komercinių pastatų vertinimui, kai norima išduoti kreditą. • Vertinimo sistema: pakankamas, geras, labai geras ir puikus. • Eksploatacinių savybių kriterijai gali būti vertinami projektuojant, vėliau ištyrus juos galima pagerinti pastato projektą. • Vertinami komerciniai pastatai, prekybos centrai ir nauji gyvenamieji pastatai.
6.	CASBEE. Pastato aplinkos visapusiškas produktyvumo vertinimas. (angl. <i>Comprehensive assessment system for building environmental efficiency</i>).	Japonija, 2004	• Veikiantis projektas tarp pramonės ir vyriausybės. • Taikomas įvairiose stadijose: projektuojant, statant ir renovuojant. • Veikimo principas – apibrėžia aplinkos pajėgumus ekosistemoje.
7.	CEPAS. Visapusiška aplinkos vertinimo programa (angl. <i>Comprehensive environmental performance assessment scheme</i>).	2001	• Naudojama esantiems ir naujiems pastatams. • Visapusiška aplinkos eksploatacinių savybių vertinimo programa, sujungianti kriterijus į visumą. • 8 eksploatacinių savybių kategorijos.

8.	CPA. Visapusiškas projekto vertinimas (angl. <i>Comprehensive project evaluation</i>).	2001	• Skiriasi nuo pastato eksploatacinių savybių metodo, nes naudojamas vertinti plėtojama projektą finansiniu ir ekonominiu metodu. • Daugiakriterės analizės metodas vertinantis aplinkosaugos ir socialinį poveikį projektui. • Kataloginė vertinimo sistema, kurią pagal reikalavimus turi taikyti nepriklausomas vertintojas. • Nepriverstinė priemonė.
9.	DQI. Projekto kokybės indikatorius (angl. <i>Design quality indicator</i>).	Didžioji Britanija	• Priemonių komplektas, laisvai naudojamas plėtojamo projekto metu rinkti duomenis apie visus tarpininkus. • Tikslas – patobulinti pastatų projektus gaunant grįžtamąjį ryšį iš kitų ir pritaikyti geriausius projektavimo variantus pastatuose. • Trys pastatų vertinimo kategorijos: funkcionalumas, pastato kokybė ir poveikis aplinkai. • Padeda klientams įgyvendinti jų pateiktus norus ir, kai projektas yra baigtas, patikrina ar jis atitinka keliamus aplinkosaugos reikalavimus.
10.	Eco-Quantum. Oko-dalis.	Olandija	• Vienintelis metodas aiškiai ir visapusiškai įvertinantis pastato gyvavimo ciklą. • Įvertina pastato aplinkai daromą poveikį per visą gyvavimo ciklą. • Lengva naudoti ir turi didelę duomenų bazę apie dažniausiai naudojamas medžiagas ir produktus. • Ne visa apimantis vertinimo metodas. • Pritaikomas tik pavieniams gyvenamiesiems namams.
11.	EMGB. Ekologiškų pastatų vertinimo katalogas(angl. <i>Evaluation manual for green buildings</i>).	Taivanas, 1998	• Susideda iš 9 vertinimo kriterijų. • Viena priemonė, kuri vertina visų rūšių pastatus. • Neatspindi regioninių skirtumų. • Vertina tik kokybiškais kriterijais ir nei vienu kokybiniu. • Vertina mažai eksploatacinių savybių kriterijų.
12.	EPGB. Pastatų aplinkos eksploatacinių savybių vertinimas (angl. <i>Environmental performance guide for building</i>).		• Pastatus vertina pagal aplinkosaugos eksploatacines savybes, kurios suskirstytos į 5 kategorijas. • Atsižvelgia į energijos eikvojimą ir apkrovimus. • Taikomas vienintelis indikatorius pastatų vertinimui.
13.	GBTool. Ekologiškų pastatų išbandymas	Tarptautinis, 1995	• Visapusiška struktūra. • Padarytas bendradarbiaujant 20-čiai šalių.

	(angl. <i>Green building challenge</i>).		• Absoliutūs vertinimo indikatoriai, kurie siejasi tarpusavyje. • Virš 90 eksploatacinių sąlygų vertinimo kriterijų. • 4 sunkumų lygis(angl. <i>weighting</i>). Visapusiškas vertinimo metodas, kuris gali būti pritaikomas naudoti skirtingiems regionams.
14.	GHEM. Ekologiškų pastatų vertinimo vadovas (angl. <i>Green home evaluation manual</i>).	Kinija, 2001	• Pirmasis aplinkosaugos standartas, kuris sukurtas atsižvelgiant į eksploatacinio naudojimo standartus. • Skirtas tik gyvenamiesiems projektams. • Aiški vertinimo sistema, kuri vertina vietovę ir vidinės aplinkos kokybę. • Neaiškiai apibrėžti lygiai.
15.	GreenStar. Žalioji žvaigždė (angl. <i>Green Star</i>).	Australija	• Pirmasis Australijos visapusiškas pastatų aplinką vertinantis metodas. • Skirtas tik komercinių pastatų vertinimui. • Vertinimo sistema nuo 0 iki 6 balų.
16.	HKBEAM. Honkongo pastatų aplinkos vertinimo metodas (angl. <i>Hong Kong building environmental assessment method</i>).	Honkongas, 1996	• Skiriasi senų ir naujų pastatų vertinimo sistema. • Panašus į BREEAM. • Vertina tik kokybinius kriterijus, tačiau neapima kiekybinių aplinkosaugos vertinimo kriterijų ir socialinių klausimų. • Vertina naujus pastatus kaip <i>pastatus</i>, o ne kaip <i>projektus</i>. • Neaiškus vertinimo metodas. • Vertinimo kategorijos: globalinės, vietinės ir patalpų vidaus. • Pabrėžiamas tik pastato gyvavimo ciklo poveikis aplinkai. • Vertina pastato eksploatacines sąlygas nuo pakenčiamų iki puikių.
17.	LEED. Energijos ir aplinkosaugos kūrimo vadovas (angl. <i>Leadership in energy and environmental design</i>).	JAV, 2000	• Sertifikavimo procesas sukurtas pramoniniams standartams. • Sertifikuotas produktas gali būti sidabrinis, auksinis ir platininis. • Naudojama paprasta kataloginė pastatų eksploatacinių sąlygų vertinimo sistema. • Naudojama vertinant senus komercinius, aukštybinius ir po kapitalinio remonto pastatus. • Vertinamas: 5 subalansuotumo lygiai. • Neprivaloma priemonė.
18.	NABERS. Nacionalinė Australijos pastatų daromos įtakos aplinkosaugai skirstymo sistema (angl. <i>National</i>	Australija, 2001	• Vertina visapusišką pastatų eksploatacinių sąlygų poveikį aplinkai per visą pastato gyvavimo laikotarpį. • Skirtas komerciniams ir gyvenamiesiems pastatams.

	<i>Australian building environmental rating system).</i>		• Vertinimo skalė nuo 1 iki 10 balų. • Neprivaloma priemonė.
19.	NatHERS.		• Kompiuterizuota pastatų energijos sąnaudas vertinimo sistema. • Įvertina pastatų energetinį efektyvumą nuo 0 iki 5 balų. • 0 – tai neefektyvi sistema, o 5 – labai aukšto lygio energetinė sistema. • Apima detalų projektavimą, statybos procesą, pastato orientaciją, izoliaciją ir t.t. • Integruota su vietine klimatine informavimo sistema.
20.	SBAT. Subalansuotų pastatų vertinimo priemonė (angl. <i>Sustainable building assessment tool</i>).	Pietų Afrika	• Eksploatacinių sąlygų kriterijai, kurie vertina socialinius ir ekonominius ginčytinus klausimus. • Skirstoma į 15 sričių, turinčių po 5 eksploatacinių sąlygų kriterijus. • Integruota pastato dalis, kuri fiksuoja pastato parametrus per visą pastato gyvavimo ciklo laikotarpį.
21.	SpeAR. Subalansuotų projektų nusistovėjusi vertinimo tvarka (angl. <i>Sustainable project appraisal routine</i>).		• Leidžia greitai įvertinti pastato subalansuotumą. • Naudoja grafinę formą, kuri išreiškia grafiškai subalansuoto pastato struktūrą. • Identifikuoja galimybes kaip padidinti pastato eksploatacijos sąlygas. • Vertinimo skalė nuo minus 3 iki plus 3. • 4 pagrindiniai aspektai – aplinkosaugos, ekonominis, socialinis ir natūralių resursų.

Realus sprendimų priėmimas retai kada remiasi vieninteliu aspektu. Teigiama, kad naudojant vieną vertinimo kriterijų negalima gauti tikslaus atsakymo. Tam, kad gautume kuo tikslesnį atsakymą reikia naudoti daugiakriterę vertinimo sistemą, kuri apima labai daug darnios plėtros kriterijų [53]. Sprendimus priimančiam asmeniui (toliau SPA) pagrindinis pagalbininkas yra paremtas daugiakriteriais metodais. Verbalinė sprendimo analizė užtikrina daugiakriterių alternatyvų suskirstymą [62]. Taip pat verbalinės analizės metodą galima taikyti suskirstant daugiakriteres alternatyvas tarp aplinkosaugos ir statybinių kriterijų.

Didžiausias sunkumas priimant sprendimą – išsirinkti geriausią variantą iš daugelio alternatyvų. Pasirinkti dažniausiai reikia neapibrėžtumo sąlygomis. Kiekvienas sprendimo variantas dažniausiai turi savo gerąsias puses. Skirtingų variantų privalumų ir trūkumų palyginimas bei jų įvertinimas skirtingais kriterijais visada yra sunki užduotis, kurią turi atlikti SPA. Neapibrėžtumas ir

daugiareikšmingumas – pagrindiniai sunkumai priimant sprendimą [63]. Sprendimo priėmimą palengvinti gali verbalinės analizės sprendimų priėmimo metodai.

2.2. Verbalinės sprendimų analizės metodų apžvalga

Prof. L. Ustinovičius [63] teigia, kad sprendimų priėmimo procese svarbi klasifikacijos reikšmė, t. y. objektų santykis su sprendimų klasėmis. Dažniausiai teigiama, kad sprendimų klasės išdėstytos pagal kai kurias savybes: techninių bei technologinių sprendimų racionalumas, kreditinio projekto vertė ir t. t. Klasifikacija yra svarbus veiksnys priimant sprendimus. Tai reiškia pastatų priskyrimą specifinėms klasėms. Klasifikuojami pastatai aprašyti, įvertinant įvairius ekologinius kriterijus, kurie galėtų būti išreikšti ir kokybiškai, ir kiekybiškai.

Mokslininkai sukūrė įvairių daugiatikslės klasifikacijos uždavinių sprendimo metodų. Vienas pirmųjų šio uždavinio sprendimo metodų buvo *ORKLASS* (ordinalioji klasifikacija), *DIFKLASS*, o vėliau sukurtas *CIKL* metodas. Klasifikacijos ir įvertinimo verbalinės analizės metodai buvo taikomi banko kreditams analizuoti ir įvertinti [63].

Pastatų klasifikacija – vienas iš daugelio kriterijų uždavinių sprendimų priėmimo sistemos struktūros ribose. Tokie uždaviniai gali būti išspręsti verbalinės sprendimų analizės metodu. Aprašytas metodas leidžia nustatyti žmogaus duomenų perdirbimo sistemos potencialą ir apribojimus [61].

Pateiktas formalus uždavinio sudarymo metodas [62].

1. G – savybė, atitinkanti tiksliniam uždavinio kriterijui (pvz. ekologinė pastato vertė);
2. $K = \{K_1, K_2, \dots, K_N\}$ – kriterijų aibė, pagal kuriuos vertinamas kiekvienas objektas (ekologiškas pastatas);
3. $S_q = \left\{ k_1^q, \dots, k_{w_q}^q \right\}$ tokiam $q=1, \dots, N$ – įvertinimų pagal kriterijų K_q aibė; w_q – gradacijų skaičius kriterijaus K_q skalėje; įvertinimai aibėje S_q išdėstyti pagal savybės charakteringumo G didėjimą;
4. $Y = S_1 \times \dots \times S_N$ – objektų, kurie turi būti suklasifikuoti, padėčių visuma. Kiekvienas objektas aprašomas įvertinimų pagal kriterijus kiekiu $K_1, \dots, K_N$ ir pateikiamas vektorinio įvertinimo pavidalu $y \in Y$, kur $y = (y_1, y_2, \dots, y_N), y_q$ lygus įvertinimo numeriui iš aibės S_q ;
5. $C = \{C_1, \dots, C_M\}$ – sprendimų klasių, išdėstytų pagal savybės G išreikštumo didėjimą, aibė. Įvedama griežto dominavimo priklausomybė:

$$P = \left\{ (x, y) \in Y \times Y \mid \begin{array}{l} \forall q = 1 \dots N \\ x_q \geq y_q \end{array} \mid \exists q_0 : x_{q_0} > y_{q_0} \right\}$$

Kaip nesunku pastebėti, ji yra antirefleksinė, asimetrinė ir tranzityvinė. Taip pat patogų nagrinėti refleksinę, antisimetrinę tranzityvinę silpno dominavimo Q priklausomybę:

$$Q = \left\{ (x, y) \in Y \times Y \mid \forall q = 1 \dots N, x_q \geq y_q \right\}.$$

Reikia: pagal SPA pirmenybes sudaryti $F: Y \rightarrow \{Y_i\}, i=1, \dots, M$, kur Y_i – vektoriųjų įvertinimų, priklausančių klasei C_i , visuma, tenkinanti neprieštaravimo savybę.

$$\forall x, y \in Y : x \in Y_i, y \in Y_j, (x, y) \in P \Rightarrow i \geq j.$$

Daugiakriterės klasifikacijos uždavinių sprendimo metodai. Buvo sugalvotas didelis anksčiau pateikto uždavinio sprendimo metodų kiekis [61]. Šių metodų pagrindiniai rodikliai:

1. Rodiklių skalė nesikeičia sprendimo metu, kai žodinis įvertinimas nepasikeičia į kiekybinę formą.
2. Apklausos klasifikacijos procedūra įvykdyta, kur SPA siūlo analizės objektą (ekologiską pastatą). Projektas pateiktas kaip trumpas rangų priskyrimo rinkinys. SPA pažįsta tokį aprašymo tipą, todėl gali sudaryti klasifikaciją, remdamasis savo intuicija ir sukauptomis ekspertizinėmis žiniomis.
3. Kai SPA nusprendžia priskirti pastatą tam tikrai klasei, tai sprendimai vertinami pagal jų pirmenybes. Po pastato klasifikacijos, galima turėti informaciją apie kitas pastatų klases. Tokiu būdu, netiesioginė visų projektų pastatų klasifikacija gali būti sudaryta vieno SPA sprendimo pagrindu.
4. Pastatų, dominuojančių pagal nagrinėjamą rodiklį, rinkinys laikomas aukščiausiuoju dominavimo tašku. Didelis pastatų kiekis klasifikuojamas keletą kartų, tai užtikrina mažesnę laisvos klasifikacijos paklaidą. Jeigu SPA daro klaidą, pažeisdamas šią taisyklę, tai ekrane pažymimas prieštaraujantis sprendimas ir programa prašo jį ištaisyti.
5. Visapusiška klasifikacija gali būti gauta skirtingam SPA sprendimų kiekiui bei fazėms pagal SPA apklausą. Daugiakriterės klasifikacijos metodo efektyvumas priklauso nuo kriterijų kiekio,

kurie reikalingi klasifikacijos sudarymui. Šis metodas yra teisingas, nes įvertinama SPA sugaišto laiko vertė ir klasifikacijos išlaidų sumažinimo reikalingumas.

2.2.1. *ORKLASS* metodas

Labiausiai paplitę praktiniai sprendimo priėmimo uždaviniai – kai žmogus klasifikuoja objektus, turinčius bruožų visumą. Klasifikacijos daugiakriterių uždavinių skirtumas nuo kitų daugiakriterių sprendimo priėmimo uždavinių yra tas, kad juose nereikia alternatyvoms priskirti rangą. Užtenka juos išdėstyti tarp sprendimo priėmimo klasių kiekių. Dažniausiai šios klasės tvarkomos pagal kokybę. Objektai, kurie priskirti I klasei, turi didesnę reikšmę SPŽ, nei objektai priskirti II klasei, o pastarieji turi didesnę reikšmę SPŽ, nei objektai priskirti III klasei ir t.t.

Metodas *ORKLAS* (Ordinarinė KLASifikacija) [61] leidžia etapais sudarinėti klasifikaciją. Taip pat leidžia tikrinti informaciją ar joje nėra prieštaravimų, kad būtų galima gauti bendrą sprendimo taisyklę. Šiuo metodu nagrinėjama žmogaus informacijos perdirbimo sistemos galimybės bei apribojimai.

Probleminė situacija, kuri būdinga nagrinėjamam uždaviniui, kad SPA turi galutinį rinkinį iš N klasių, iš kurių vienam galima priskirti konkretų objektą. Klasės suskirstytos taip, kad objektas, kuris priskirtas I klasei, turi didesnę svarbą SPA, nei tas, kuris priskirtas II klasei ir t.t. Kiekvienas objektas yra charakterizuojamas įvertinimais pagal Q kokybės kriterijus. Kriterijų skalių gradacijos – išplėsti žodiniai teiginiai, kurie sutvarkyti SPA nuo blogiausio iki geriausio.

Yra galutinis kriterijų (Q) skaičius, o kiekvienas kriterijus turi skalę su galutiniu diskretinių įvertinimų skaičiumi, todėl galima suformuoti daugybę visų galimų vektorinių įvertinimų kriterijų erdvėje (visų įvertinimų kriterijų skalėse Dekarto sandauga). Jeigu suformuota visų galimų vektorinių įvertinimų kriterijų erdvėje klasifikacija, tai galima sudaryti visą objektų klasifikacijos sistemą. Kai uždavinį sprendžia SPA, turintis patirties, tai tokia klasifikacija parodys realias sprendimų priėmimo taisykles bei gali būti panaudota realių alternatyvų (objektų) klasifikacijai.

Metodo trūkumu reikia laikyti mažą jo efektyvumą dėl didelio SPA klausimų skaičiaus išsamiai klasifikacijai nustatyti [63].

2.1.2. *DIFKLASS* metodas

DIFKLASS metode pirmą kartą buvo panaudotas dinaminis grandžių, padengiančių aibę Y , vektorių, pateikiamų SPA, parinkimui, sudarymas. Tačiau šio metodo algoritmo panaudojimo sritis ribojama uždaviniais su dvejais įvertinimais kriterijų skalėse ir dvejomis sprendimų klasėmis [61].

2.1.3. CIKL metodas

Analizuojamas algoritmas *CIKL* (grandininė interaktyvioji klasifikacija) nuima ribojimus pagal įvertinimus rodiklių skalėse ir dviejų sprendimų klasių, apibendrinant grandžių dinaminio sudarymo idėją uždavinių sekos klasifikacijos srityje. Grandies sąvoka apibrėžia vektorių $\langle x_1, \dots, x_d \rangle$ surūšiuotą nuoseklumą, čia $(x_{i+1}, x_i) \in P$, o vektoriai x_{i+1} ir x_i skiriasi vienetu pagal vieną iš komponentų.

Kaip rodo lyginimai, dinaminio grandžių sudarymo idėja leidžia gauti algoritmą, artimą optimaliam pagal klausimų (reikalingų visai klasifikacijai sudaryti) minimumą. Eilinės klasifikacijos sistemos naudojimo patirtis rodo, kad daiktinės srities formalizavimas, kriterijų struktūros ir sprendimų klasių įvedimas leidžia spręsti klasifikacijos (įvertinimų) uždavinį pagal efektyviausius metodus [63].

2.1.4. CLARA metodas

Šis metodas (realių alternatyvų KLASifikatorius) sukurtas klasifikuoti poaibius labiau nei pilną aibių alternatyvą (Y space). Kitas svarbus *CLARO* metodo pritaikymas klasifikacijai yra pilna aibe su daugybe išimčių, t.y. pašalinamos alternatyvos su negalimomis reikšmėmis. Abiem atvejais *CLARA* metodas yra labai efektyvus. Klasifikacijų algoritmas naudojamas adaptuoti grandinių dalijimąsi į dvi grandis padengiant Y erdvę.

3. VERBALINĖS SPRENDIMŲ ANALIZĖS KRITERIJAI, PAGAL KURIUOS VERTINAMAS SUBALANSUOTOS STATYBOS PASTATO EKOLOGIŠKUMAS

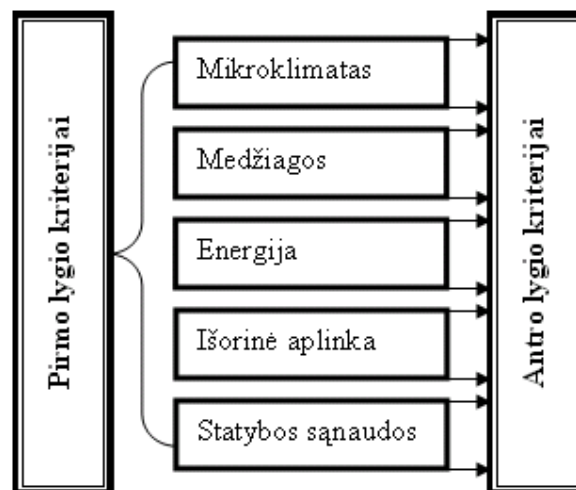
3.1. Subalansuotos statybos ekologiniu aspektu klasifikavimas

Po interakcijų, buvo išrinkti tokie galutiniai sprendimai:

1. ekologiškas pastatas;
2. neekologiškas pastatas;
3. „kenksmingas“ pastatas.

Atliekant išsamią analizę, reikia išsamiai paaiškinti kiekvieną kriterijų. Kiekvienos konkrečios rūšies kriterijus priskiriamas vienai ar kitai šios klasifikacijos kategorijai, kuri ne visada vienareikšmiška. Reikšmingas ne tik šis „priskyrimas“, bet taip pat konkrečios rūšies kriterijaus egzistavimo nustatymas, jo poveikis tiriamam subalansuotam pastatui ekologiniu aspektu rezultatų analizei. Pastato ekologiškumo vertei nustatyti, sudaromas klasifikatorius, kurį sudaro ekologinio pastato kriterijai ir galutiniai klasių sprendiniai. Pastato ekologiškumo vertinimo kriterijai pateikti hierarchijos pirmame ir antrame lygyje.

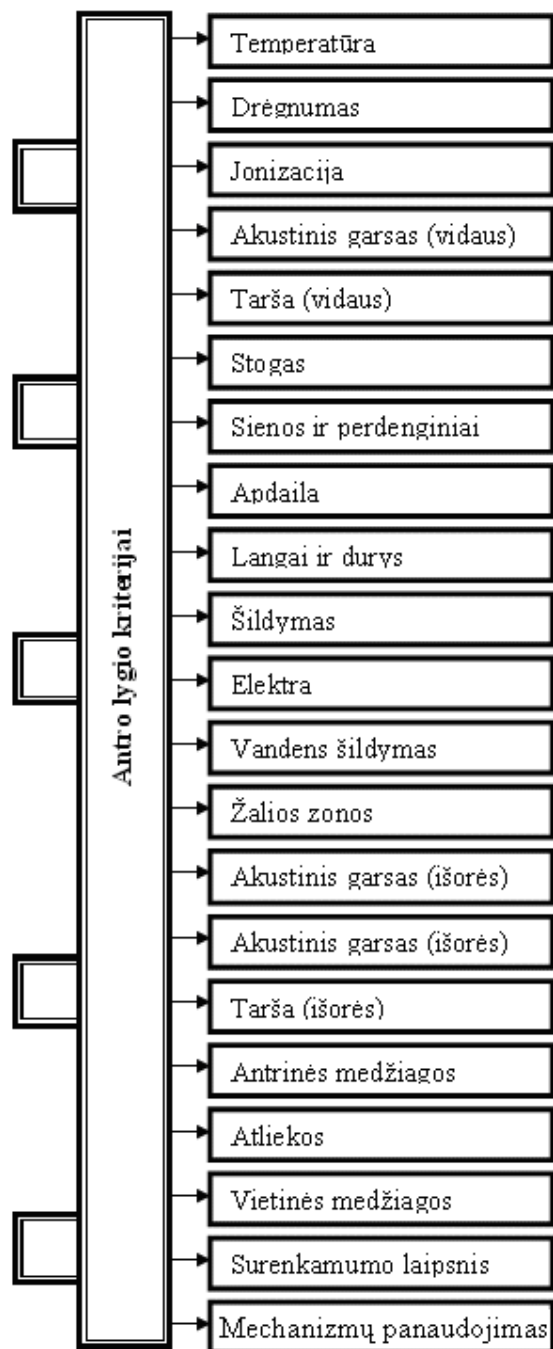
Pirmas hierarchijos lygis – pagrindinis (5 pav.). Pagal šio lygio kriterijus galime įvertinti ar pastatas yra ekologiškas. Kiekvienam pirmo hierarchijos lygio kriterijui priskiriamas įvertinimas: idealus, atitinka arba neatitinka. Įvedus įvertinimus, gauname rezultatą, t.y. nustatome ar pastatas yra ekologiškas, ar neekologiškas, ar kenksmingas.



5 pav. Pirmo lygio klasifikatoriai

Pirmo lygio kriterijai ne visada įvertina ar pastatas yra ekologiškas, todėl kiekvienas I hierarchijos lygio kriterijus skaidomas į žemesnio lygio kriterijus. Taip atsiranda II hierarchijos

lygis (6 pav.). II hierarchijos lygio kriterijai reikalingi tam, kad būtų atlikta išsamesnė analizė (analizuojamas kiekvienas kriterijus atskirai).



6 pav. Antro hierarchijos lygio kriterijai

Pagal sudarytą schemą gauname tokią vertinimo darbo eigą (7 pav.):

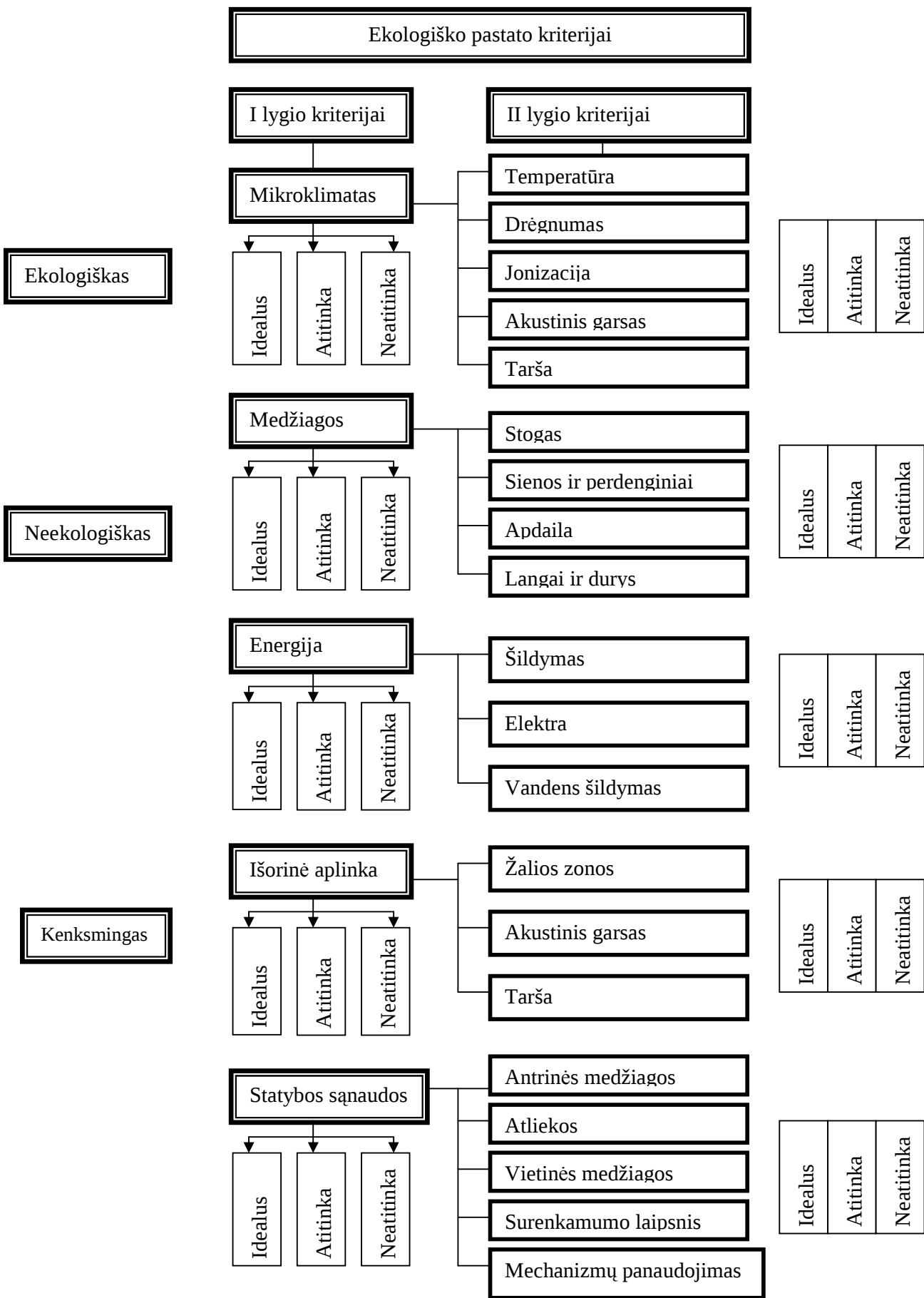


7 pav. Pastato vertinimo darbo eiga

Toliau įvykdome galimų ekologiško pastato klasifikaciją pagal visus jų kokybės daugiatislio aprašymo lygius. Vėliau reikia patikrinti gautų rezultatų kokybę. Pirmiausia vykdoma klasifikacija antrame aprašytų rodiklių lygyje (6 pav.). Mikroklimatas – bendri pirmo hierarchijos lygio įvertinimai. Po klasifikavimo, visi įvertinimai užpildomi konkrečiais atsakymais. Po to pateikiama klasifikacija rodiklių pirmame lygyje. Gaunamas rezultatas – pastato ekologinis įvertinimas.

Pagal turimą klasifikaciją (8 pav.) SPA gali nustatyti pastato ekologišką vertę. Reikia pažymėti, kad galima panaudoti tik pirmo hierarchinio lygio rodiklius. Atsiradus sunkumams, skiriant įvertinimus, SPA atidaro antrą, tikslesnį lygį. Be to, yra antro hierarchijos lygio naudojimo galimybė atskirai išrinktiems pirmo lygio rodikliams.

Pastato ekologinė vertė nustatoma verbaline analize, pagal metodą *CLARA*, kuris grindžiama klasifikacija, leidžiančia įvertinti pastato ekologinę vertę. Klasifikacijos sprendimu vertė nustatoma pagal tiksliai nustatytas klases, atitinkamai su pasiūlytais ekologinio pastato įvertinimo kriterijais. Grandžių dinaminio sudarymo idėja leidžianti gauti algoritmą, artima optimaliam pagal minimalius SPA klausimų kiekius, reikalingus visos klasifikacijos sudarymui.



8 pav. Ekologiško pastato kriterijai

3.2. Klasifikatoriaus sudarymo eiga

Darbo užduotis yra nustatyti pastato ekologinę vertę. Pasinaudojus sudarytu klasifikatoriumi, galima nustatyti pastato ekologinę vertę, bet reikia palyginti labai daug kriterijų. Žmogui tai yra sunku padaryti, be to, tai užima daug laiko, todėl galima pasinaudoti kompiuterine programa *CLARA* (realių alternatyvų klasifikacija).

Sprendimų priėmimo programa *CLARA* veikia operacinėje sistemoje Windows. Reikalingi išieitiniai duomenys:

- Kriterijų sistema, aprašanti bet kurias galimas objekto klasifikacijas. Kriterijų skalės – eilės su žodiniais kokybės formulavimais pagal kiekvieną kriterijų. Kriterijų skaičius iki 15, o kriterijų gradacijų skaičius iki 10.
- Klasų skaičius, kuriuose vyksta skaidymas.
- Realų alternatyvų aibė, kuria reikalaujama suskaidyti į klases. Programoje yra galimybė neduoti šitos aibės, tuomet bus pravesta pilna klasifikacija.
- Dispersijos reikšmingumo lygis. Šis koeficientas pateikiamas kaip vidinis parametras ir gali keisti naudotojas ne tik pradžioje bet ir programos darbo metu.

Kadangi yra galutinis kriterijų (Q) skaičius ir kiekvienas kriterijus turi skalę su diskreciniu vertinimu galutiniu skaičiumi, galima formuluoti aibę visų galimų vektorinių vertinimų kritinėje erdvėje (dekarto kūrinį visus vertinimus kriterijų skalėje) su elementų skaičiumi L. Sistema leidžia suformuluoti klasifikaciją kaip visų elementų dekartavo kūrinis, kaip ir duotas jo poaibis, kuriame pateiktos SPA kaip klasifikacijos objektų dalys [63].

3.3. Duomenų įvedimas į programą

1 etapas. Pastato mikroklimato įvertinimas (9 pav.). Įvedami 5 antro hierarchinės lygio vertinimo kriterijai;

- kriterijus 1 – temperatūra;
- kriterijus 2 – drėgnumas;
- kriterijus 3 – jonizacija;
- kriterijus 4 – akustinis garsas;
- kriterijus 5 – tarša.

Kriterijų įvertinimų klasės:

- klasė A – idealus;

- klasė B – atitinka;
- klasė C – neatitinka.

Kriterijai 1-5 parinkti mikroklimato įvertinimui.

Analizuojant pastatą, ekspertas nustato ar pastato vidaus temperatūra ir drėgnumas atitinka HN 42:2004 „Gyvenamųjų ir viešosios paskirties pastatų mikroklimatas“ [44], ar jonizacija atitinka HN 85:2003 „Gamtinė apšvita. Radiacinės saugos normos“ [45], ar akustinis triukšmas HN 33:2007 „Akustinis triukšmas. Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“ [43], ar tarša atitinka HN 35:2007 „Didžiausia leidžiama cheminių medžiagų (teršalų) koncentracija gyvenamosios aplinkos ore“ [42] nustatytas normas. Atsižvelgiama į STR 2.01.07:2003 „Pastatų vidaus ir išorės aplinkos apsauga nuo triukšmo“ [33], kur nurodyti pastatų vidinių ir išorinių atitvarinių konstrukcijų pagrindinių akustinių charakteristikų reikalavimai. STR 2.01.01 (5):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Apsauga nuo triukšmo“ [30] yra nurodoma, kad statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad jame ir šalia jo esančių žmonių girdimo triukšmo lygis nekeltų grėsmės jų sveikatai ir atitiktų jų darbui, poilsiui bei miegui būtinas komfortines aplinkos sąlygas.

КЛАРА - [Mikroklimatas1gal2.des]

Файл Правка Вид Метод Окно Помощь

Число критериев 5

Критерий 1: Temperatura

0) Idealus 3

1) Atitinka

2) Neatitinka

3) dalinai neatitinka

4) visishkai neatitinka

Критерий 2: Dregnumas

0) Idealus 3

1) Atitinka

2) Neatitinka 2

Критерий 3: Jonizacija

0) Idealus 3

1) Atitinka

2) Neatitinka

Критерий 4: Akustinis garsa

0) Idealus 3

1) Atitinka

2) Neatitinka

Число классов 3

Класс А: Mikroklimatas - Idealus

Класс В: Mikroklimatas - Atitinka

Parameter	Status
Классификация	Полная
Работа	Закончена
Противоречия	Нет
Вопросов к ЛПР	82
Всего классифи...	405 из 405
Всего исключений	0 из 405
Неклассифицир...	0 из 405
Классы	A(21) B(192) C(192)
Уровень диспер...	1.000000

9 pav. II hierarchijos lygis

2 etapas. Pastato medžiagų įvertinimas. Duomenys į programą įvedami analogiškai pirmam etapui. Įvedami 4 antro hierarchijos lygio vertinimo kriterijai;

- kriterijus 1 – stogas;
- kriterijus 2 – sienos;
- kriterijus 3 – apdaila;
- kriterijus 4 – langai ir durys;

Kriterijų įvertinimų klasės:

- klasė A – idealus;
- klasė B – atitinka;
- klasė C – neatitinka.

Kriterijai 1-4 parinkti pastato medžiagų įvertinimui. Lietuvoje nėra sertifikuojamos ekologiškos statybinės medžiagos, todėl ekspertas, išanalizavęs pastato medžiagų informaciją priskiria atitinkamai grupei.

3 etapas. Pastato energetinis įvertinimas . Duomenys į programą įvedami analogiškai pirmam etapui. Įvedami 3 antro hierarchinio lygio vertinimo kriterijai;

- kriterijus 1 – elektra;
- kriterijus 2 – šildymas;
- kriterijus 3 – vandens šildymas;

Kriterijų įvertinimų klasės:

- klasė A – idealus;
- klasė B – atitinka;
- klasė C – neatitinka.

Kriterijai 1-3 parinkti pastato energijos sistemos įvertinimui. Įvertinant kriterijus atsižvelgiama į pastato šilumos izoliaciją, pasyvios saulės energijos naudojimą per langus, aktyvaus saulės ir vėjo energijos naudojimas (karšto vandens gamyba saulės kolektoriuose, saulės fotoelementai ar vėjo jėgainė elektros energijai gaminti), taupus elektros naudojimas (ne žemesnės nei A klasės buitinė įranga, energiją taupančios lemputės, maksimalus dienos apšvietimo naudojimas ir kt.) [49] ir geoterminės energijos naudojimas, pastato bei vandens šildymui. Vertinant atsižvelgiama į STR 2.05.01:2005 „Pastatų ainitvarų šiluminė technika” [34], kur nurodomos norminės šilumos perdavimo koeficiento U_N ir leistinosios šilumos perdavimo koeficiento U_{MN} reikšmės skaičiuojamos gyvenamiesiems ir negyvenamiesiems pastatams. Tap pat atsižvelgiama į STR 2.01.09: 2005 „Pastatų energinis naudingumas [29]. Energinio naudingumo sertifikavimas”,

kur nurodomi tikslai, kuriuos pasiekus, galima sumažinti žmogaus veiklos neigiamą poveikį aplinkai.

4. etapas. Pastato išorinės aplinkos įvertinimas. Duomenys į programą įvedami analogiškai pirmam etapui. Įvedami 3 antro hierarchijos lygio vertinimo kriterijai;

- kriterijus 1 – tarša;
- kriterijus 2 – žalios zonos;
- kriterijus 3 – akustinis garsas;

Kriterijų įvertinimų klasės:

- klasė A – idealus;
- klasė B – atitinka;
- klasė C – neatitinka.

Kriterijai 1-3 parinkti pastato išoriniai aplinkai įvertinti.

Analizuojant pastatą, ekspertas nustato, ar akustinis triukšmas atitinka HN 33:2007 „Akustinis triukšmas. Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje” [43], ar taršą atitinka HN 35:2007 „Didžiausia leidžiama cheminių medžiagų (teršalų) koncentracija gyvenamosios aplinkos ore” [42] nustatytas normas. Taip pat ekspertas nustato žalių zonų vertinimą. Jis atsižvelgia į STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai” [33], kur reglamentuojamas želdynių plotas.

5. etapas. Pastato statybos sąnaudų įvertinimas. Įvedami 5 antro hierarchijos lygio vertinimo kriterijai;

- kriterijus 1 – antrinės medžiagos;
- kriterijus 2 – atliekos;
- kriterijus 3 – vietinės medžiagos;
- kriterijus 4 – surenkamumo laipsnis;
- kriterijus 5 – mechanizmų panaudojimas.

Kriterijų įvertinimų klasės:

- klasė A – idealus;
- klasė B – atitinka;
- klasė C – neatitinka.

Kriterijai 1–5 parinkti pastato statyboms sąnaudoms įvertinti. Šie antro hierarchijos lygio vertinimo kriterijai taikomi tik naujos statybos pastatams.

6 etapas. Pastato mikroklimato įvertinimas (10 pav.). Įvedami 5 pirmo hierarchinijos lygio vertinimo kriterijai;

- kriterijus 1 – mikroklimatas;
- kriterijus 2 – medžiagos;
- kriterijus 3 – energija;
- kriterijus 4 – išorinė aplinka;
- kriterijus 5 – statybos sąnaudos.

Kriteriju īvertinimų klases:

- klasė A – idealus;
- klasė B – atitinka;
- klasė C – neatitinka.

[illegible]

10 pav. I hierarchijos lygio kriterijai

Kriterijai 1–5 parinkti pastato ekologiniam lygiui įvertinti.

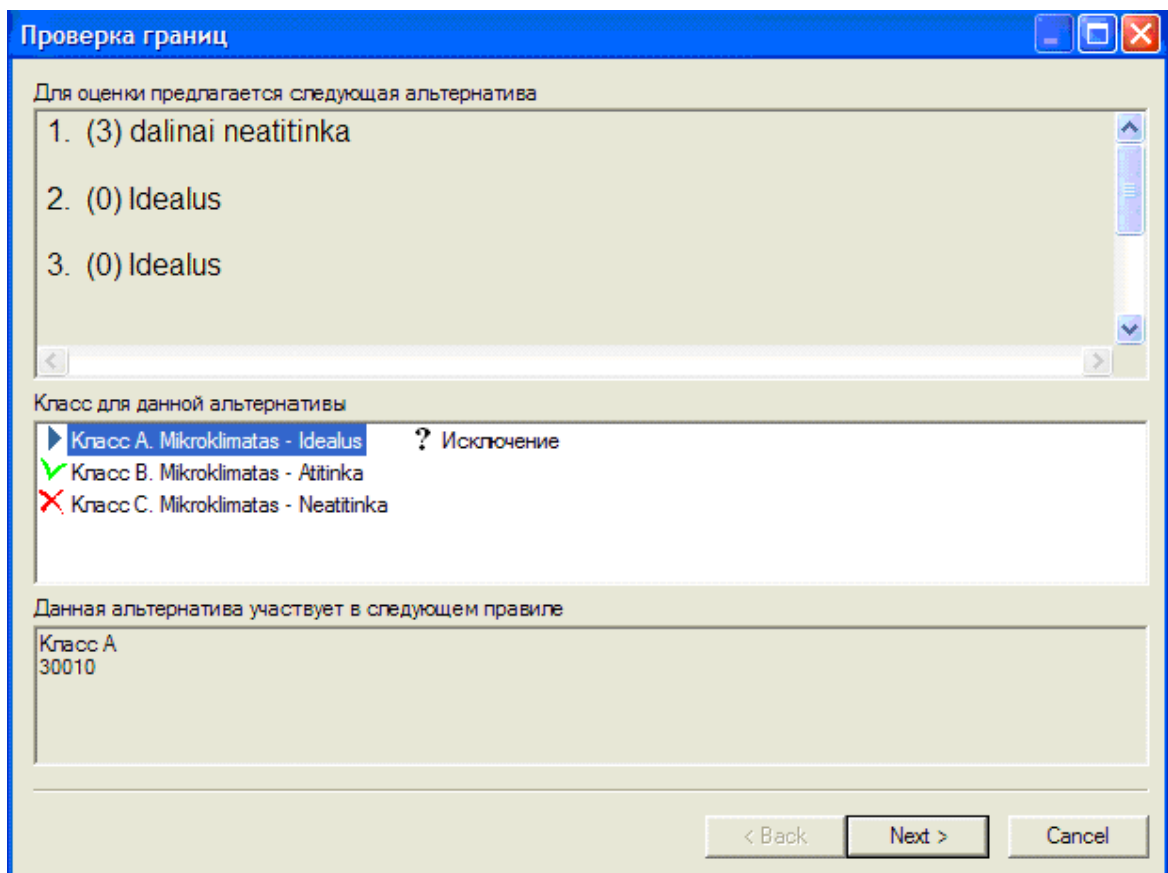
Kai pastato verbalinio įvertinimo schemos duomenys įvesti į programą, atliekama klasifikacija.

3.4. Klasifikacijos vykdymas taikant programą

Įvedus visus kriterijus, pagal kuriuos bus vertinamas pastato ekologiškas, atliekamas paskutinis žingsnis – palyginami kriterijai. Palyginimas (11 pav.) vykdomas tokiu būdu: programa išrenka po vieną kiekvieno kriterijaus įvertinimą ir sudaro jų derinius. Ekspertas pateiktą įvertinimų derinį priskiria atitinkamai klasei.

1. (3) dalinai neatitinka;
2. (0) idealus;
3. (0) idealus.

Ekspertas mikroklimatą priskiria A klasei.



11 pav. Klasės priskyrimas

Padarius priskyrimą, pereinama prie kito žingsnio (paspaudus mygtuką „next”). Pateikiamas dar vienas įvertinimų derinys. Tai daroma iki to momento, kol visi deriniai bus priskirti

atitinkamai klasei. Dirbdamas ekspertas gali suklysti arba pakeisti savo nuomonę, dėl ko atsiranda prieštaravimų jo atsakymuose. Tokiu atveju, programa parodo perspėjimą, kad atsirado prieštaravimas, ir prašo patvirtinti naują atsakymą arba pakeisti jį. Naudojant programa CLARA, visi prieštaravimai panaikinami darbo eigoje.

Atsakius į visus atsakymus, programa išsaugo visus duomenis, atlieka analizę ir parodo užduotų SPA klausimų skaičių, kiek derinių buvo suklasifikuota ir kiek atmesta. Taip pat parodo įvertintų derinių, kurie buvo priskirti A, B ir C klasėms, kiekį. Analogiškai nustatomi visų antro hierarchijos lygio kriterijų įvertinimai.

4. PRAKTINIS CLARA METODO PRITAIKYMAS, VERTINANT PASTATO EKOLOGIŠKUMĄ

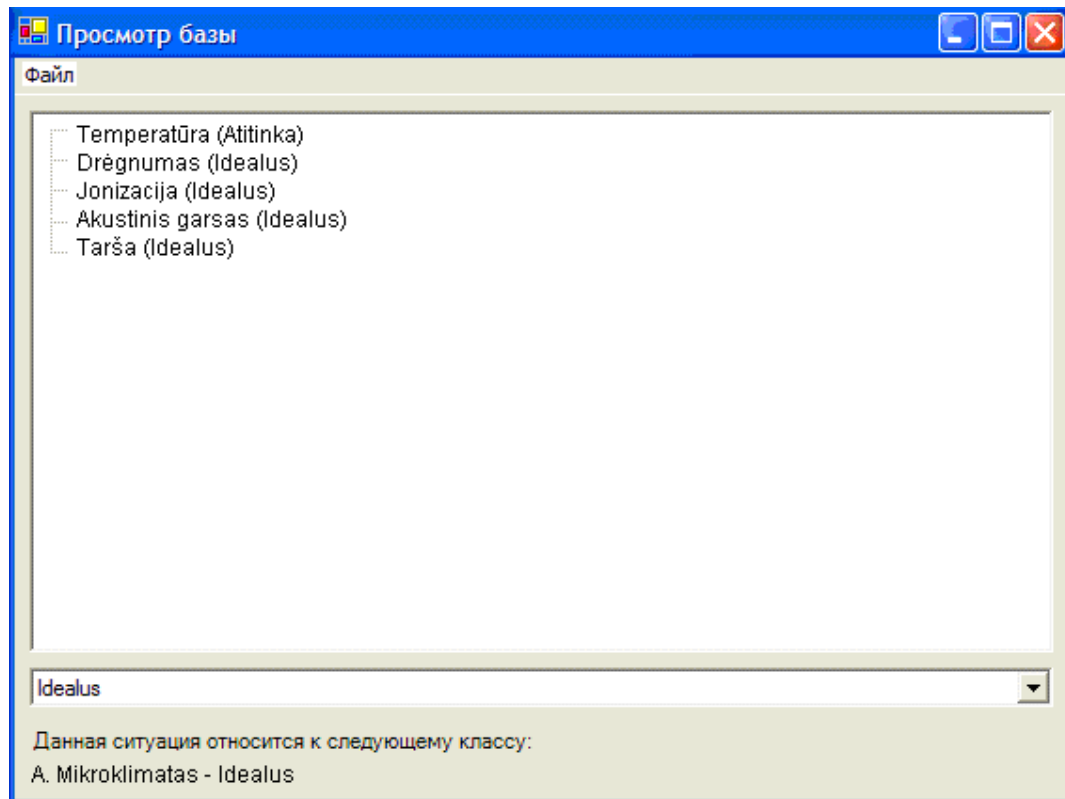
Ekspertas įvertina rąstinį namą pagal atitinkamus kriterijus. Įvertinimai įvedami į programą CLARA duomenų bazę (12 pav.).



12 pav. Rąstinis namas

Mikroklimato įvertinimas (13 pav.). Įvertinus pastatą gauname tokius rezultatus:

- temperatūra – atitinka,
- drėgnumas – idealus,
- jonizacija – ideali,
- akustinis garsas – idealus,
- tarša – ideali (tai reiškia neviršija nustatytų normų).



13 pav. II hierarchijos lygis

Pagal šiuos rezultatus, įvedus juos į programą, gauname, kad pastato mikroklimato įvertinimas idealus – A klasė.

Energetinė sistema. Įvertinus pastatą gauname tokius rezultatus:

- Elektra – atitinka;
- Šildymas – atitinka;
- Vandens šildymas – atitinka;

Pagal šiuos rezultatus, įvedus juos į programą, gauname, kad pastato energetinės sistemos įvertinimas atitinka – B klasė.

Medžiagos. Įvertinus pastatą gauname tokius rezultatus:

- Stogas – atitinka;
- Sienos – idealios;
- Apdaila – idealios;
- Langai ir durys – idealios.

Pagal šiuos rezultatus, įvedus juos į programą, gauname, kad pastato medžiagų įvertinimas idealus – A klasė.

Išorinė aplinka. Įvertinus pastatą gauname tokius rezultatus:

- Tarša – ideali (tai reiškia neviršija nustatytų normų);
- Akustinis garsas – idealus;
- Žalia zona – ideali.

Pagal šiuos rezultatus, įvedus juos į programą, gauname, kad pastato išorinės aplinkos įvertinimas idealus – A klasė.

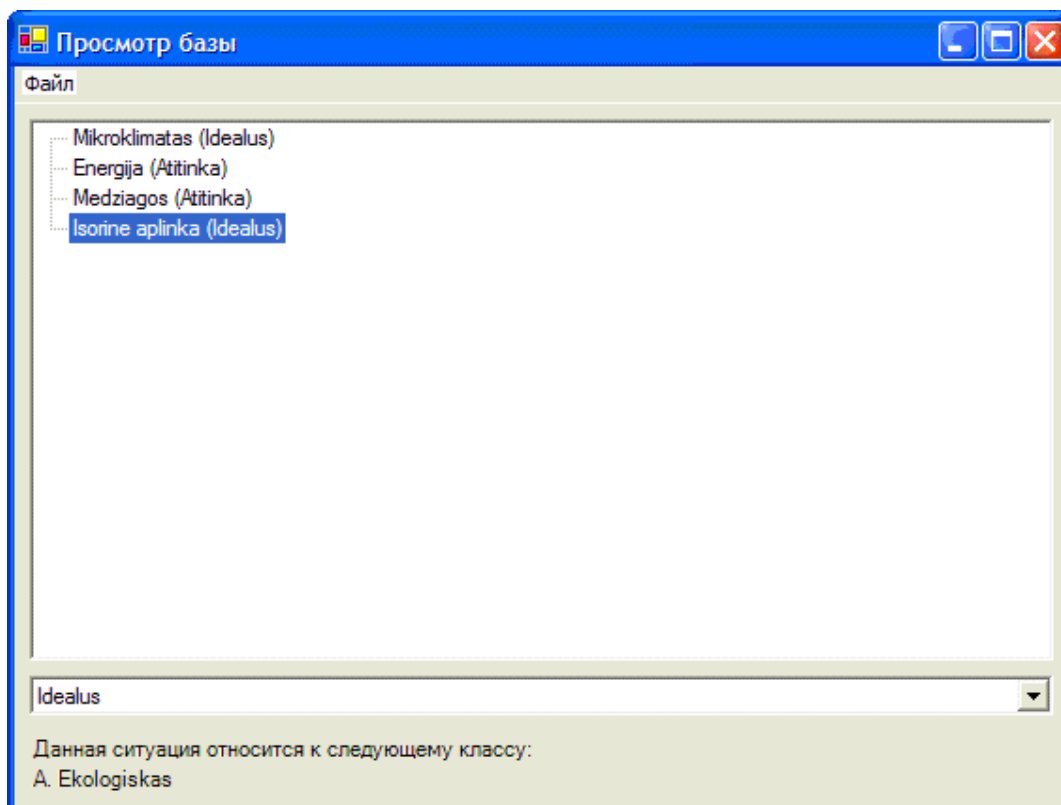
Pastato statybos sąnaudos nebuvo vertinamos, nes pastatas jau pastatytas.

Galutinė analizė atliekama pagal pirmo hierarchijos lygio įvertinimus. Įvykdžius galutinę analizę, gaunami pastato ekologiškumo įvertinimo rezultatai, t. y. nustatome pastato ekologinę vertę.

Turime 4 pirmo hierarchijos lygio kriterijus (14 pav). Kriterijų įvertinimo klasės:

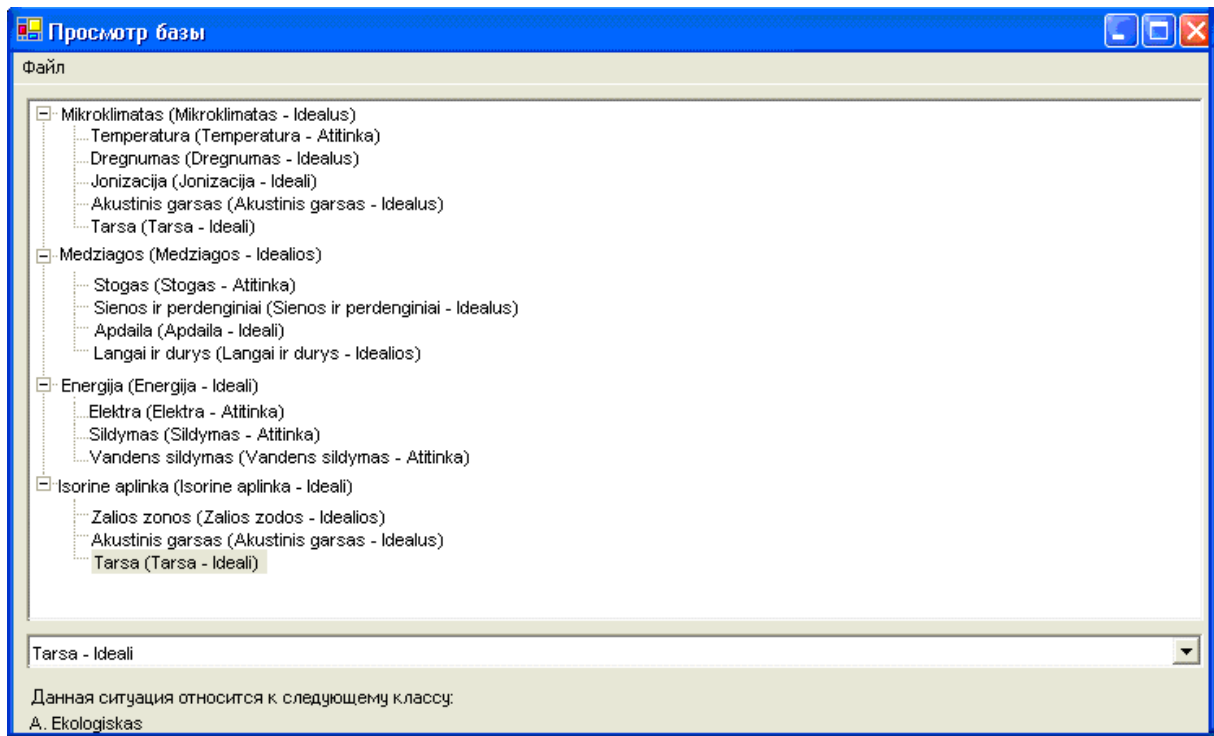
- Mikroklimatas – idealus;
- Energija – ideali;
- Medžiagos – ideali;
- Išorinė aplinka – ideali.

Galutinis rezultatas. Pagal šiuos rezultatus, įvedus juos į programą, gauname, kad pastatas yra ekologiškas.



14 pav. I hierarchijos lygio įvertinimai

Žemiau pateikta duomenų bazė (15 pav.). Ji tiesiogiai sujungta su sudaryta programoje CLARA kriterijų klasifikacija. Asmuo, norėdamas nustatyti pastato ekologinę vertę, turi įvesti į duomenų bazę ekspertu padarytus įvertinimus.



15 pav. Galutinis įvertinimas

Sprendimo išvada: pastatas priklauso klasei A t.y. pastatas yra ekologiškas.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Išanalizavus įvairių autorių mokslinę literatūrą, mokslo darbus bei kitą susijusią literatūrą, kurioje nagrinėjama subalansuota statyba ir atsižvelgus į teisės aktus, kurie reglamentuoja subalansuotą statybą, sudaryti kriterijai, pagal kuriuos vertinamas subalansuotos statybos ekologiskumas.

Išbalizavus subalansuotos statybos vertinimo metodikas, galima konstatuoti, kad šiuo metu yra sukurta daug metodų, vertinančių aplinkosaugos eksploatacines savybes bei ekologiskumą. Tačiau nei vieno nėra universalus, kuris būtų taikomas bet kokiam pastatui. Dalis iš jų įvertina tik komercinius pastatus, o kita – gyvenamuosius. Lietuvoje nėra taikoma nei viena pastato ekologiskumą vertinanti metodika. Sukurtas subalansuotos statybos ekologiniu aspektu vertinimo metodas, kuris leidžia įvertinti pastato ekologiskumą.

Pritaikius verbalinės sprendimų analizės pagrindinius principus vertinant subalansuotą statybą ekologiniu aspektu, sudaryta pastato ekologiskumą vertinanti metodika. Visų kriterijų, kurie daro įtaką pastato ekologinei vertei, panaudotas turimas verbalinės sprendimų analizės vertinimo metodas *CLARA*. Šiuo metodu nustatyta, koks turi būti priimtas sprendimas norint įvertinti atitinkamą pastatą, sujungiant visus kriterijų derinius.

Sukurta subalansuotos statybos ekologiniu aspektu vertinimo kriterijų klasifikacija. Darbe pateiktas klasifikatorius – tai pagrindinė priemonė, priimant sprendimus, kuri nustato pastato ekologinę vertę. Klasifikatorius jungia veiksnius, darančius įtaką pastato ekologiskumui. Galima pabrėžti, kad klasifikatorius – tai verbalinė pastato ekologiskumo schema, kurią sudaro galutiniai sprendimai ir ekologiskumą vertinantys kriterijai, t.y. du hierarchijos lygiai: pagrindinis (pirmas hierarchijos lygis) ir papildomas (antras hierarchijos lygis). Nustatant pastato ekologiskumą galima naudoti tik pagrindinio lygio kriterijus, bet kartais jų neužtenka, todėl išsamesnei analizei atlikti naudojamas papildomas hierarchijos lygis.

Nustatyti ir suklasifikuoti subalansuotos statybos ekologiniu aspektu vertinimai pagal verbalinės sprendimo analizės metodą *CLARA*. Klasifikatoriaus kriterijai ir jų įvertinimai suvesti į verbalinės sprendimų analizės palaikymo sistemą *CLARA*, kuri leidžia atlikti kriterijų derinių klasifikaciją pakankamai greitai. Po visų atliktų anksčiau išvardintų veiksmų, SPA, norinčiam nustatyti pastato ekologinę vertę, pakanka įvesti į sudarytą programos duomenų bazę atitinkamus įvertinimus ir programa pateiks rezultatą – pastato ekologinį įvertinimą.

Sudarytas verbalinės sprendimo analizės metodas *CLARA*, kuris vertina pastato ekologiskumą, pritaikytas praktiškai. Įvertintas rąstinis namas, kurį galima traktuoti kaip ekologiską pastatą.

Sukurtas verbalinės sprendimo analizės metodas *CLARA* gali vertinti ne tik pastatytus pastatus, bet pastatų projektus. Kuo anksčiau pritaikomas pastato ekologiškumo vertinimas, tuo labiau galima padidinti ekologinę vertę.

Siūloma taikyti pateiktą klasifikatoriaus sudarymo algoritmą ir naudoti klasifikatorių bei verbalinės sprendimo analizės metodo *CLARA* palaikymo sistemą, nustatant pastato ar projekto ekologiškumo vertę.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Alijošiūtė A., Ramanauskienė V., Taločkaitė E. Vietos veiksmų 21 Bavorijoje ir Lietuvoje: Darnaus vystymosi projektai miestuose ir regionuose. Kaunas: Spaudos praktika, 2005, p. 67.
2. Bakens W. Sustainable buildings and construction: contributions by international organizations. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A. C. Smart & Sustainable Built Environments. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2005, p. 275-288. ISBN 1-4051-2422-9.
3. Baker-Laporte P., Laporte R. Eco Nest: Creating Sustainable Sanctuaries of Clay, Straw and Timber. Salt Lake City: Gibbs Smith, 1999, p.140. ISBN 1-58685-691-X.
4. Bell J. Is „smart“ always „sustainable“ in building design and construction? Yang J., Brandon P.S., Sidwell A. C. Smart & Sustainable Built Environments. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2005, p. 176-185. ISBN 1-4051-2422-9.
5. Bon R., Hutchinson K. Sustainable construction: some economical challenges. *Building research & Information*, 2000, No. 28(5/6), p. 310 – 314.
6. CIB-UNEP Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries, 2002, p. 82. ISBN 0-7988-5540-1. [žiūrėta 2008 m. gegužės 4 d.]. Prieiga per internetą <<http://cibworld.xs4all.nl/dl/ib/0202/PubA21SCDC.pdf>>.
7. CIB Agenda 21 for Sustainable Construction, 1999, p. 120. ISBN 90-6363-015-8. [žiūrėta 2008 m. gegužės 10 d.]. Prieiga per internetą <http://www.cibworld.nl/website/priority_themes/agenda21/part1.pdf>.
8. Cole J. R. Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. *Building Research & Information*, 2005, No. 35(5), p. 455-467.
9. Ding G. K. C. Sustainable construction – the role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 2008, No. 86, p. 451-646.
10. Dobbeltstein A. A. J. F., Arets M. J. P., Linden A.C. Smart sustainable office design – effective technological solution, based on typology and case studies. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A. C. Smart & Sustainable Built Environments. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2005, p. 3-13. ISBN 1-4051-2422-9.
11. Eigminas M. Subalansuotos statybos perspektyva Lietuvoje. Magistrinis darbas, VU TVM, 2008, p. 61.
12. Eires R., Camoes A., Jalali S. Eco-friendly construction materials using gypsum and industrial wastes. Braganca L., Pinheiro M., Jalali S., Mateus R., Amoeda R., Guedes M. C. (Red.). Portugal SB07 Sustainable Constructions, Materials and Practices: Challenge of the Industry for New Millennium. Netherlands: IOS Press, p. 941-950. ISBN 978-1-58603-785-7.

13. European Construction Technology Platform. *Strategic Research Agenda for the European Construction Sector: Achieving a sustainable and competitive construction sector by 2030*, 2007. [žiūrėta 2008 m. gegužės 12 d.]. Prieiga per internetą <<http://cordis.europa.eu/technology-platforms/pdf/ectp2.pdf>>.
14. EK. Energy for future: renewable sources of energy: White paper for a community strategy and action plan, 1997. (KOM(1997) 599 galutinis). [žiūrėta 2008 m. gegužės 25 d.]. Prieiga per internetą <http://ec.europa.eu/energy/library/599fi_en.pdf>.
15. EK. Accelerating the Development of the Sustainable Construction Market in Europe. 2007. (KOM(2007) 860 galutinis). [žiūrėta 2008 m. gegužės 4 d.]. Prieiga per internetą <http://ec.europa.eu/enterprise/leadmarket/doc/sustainableconstruction_final.pdf>.
16. EK. Padaryti daugiau, sunaudojant mažiau: Žalioji knyga apie energijos vartojimo efektyvumą. Belgija, 2005, p. 47. ISBN 92-79-00025-X.
17. Figueira J., Greco S., Ehr Gott M. (Eds) Multiple Criteria decision analysis: state of the art surveys. JAV: Springer, 2005, p. 609-637. ISBN: 978-0-387-23067-2.
18. Fisher D. E. Sustainability, the built environment and legal system. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A. C. Smart & Sustainable Built Environments. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2005, p. 245-259. ISBN 1-4051-2422-9.
19. Forsberg A., Malmberg F. Tools for environmental assessment of the built environment. *Building and Environment*, 2004, No. 39, p. 223-228.
20. Gibberd J. T. Developing a sustainable development approach for buildings and construction processes. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A. C. Smart & Sustainable Built Environments. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2005, p. 300-310. ISBN 1-4051-2422-9.
21. Gorgolewski M. T. The potential for prefabrication in UK housing to improve sustainability. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A. C. Smart & Sustainable Built Environments. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2005, p. 354. ISBN 1-4051-2422-9.
22. Harland E. Eco-Renovation: The ecological home improvement guide. Bodmin: MPG Books Ltd, 2004, p. 242. ISBN 1-870098-52-8.
23. Harris C., Borer P. The Whole House Book: Ecological Building, Design and Materials. Second Edition, Great Britain: Cambrian Printers, 2005, p. 355. ISBN 1-90217-522-0.
24. Jones D.G., Lyon Reid K., Gilbert D.G. Sustainability assessment considering asset and building life cycles. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A. C. Smart & Sustainable Built Environments. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2005, p. 187-199. ISBN 1-4051-2422-9.

25. Khan S., Bajracharya B. Adoption of Local Agenda 21: local councils' views on sustainability initiatives. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A. C. *Smart & Sustainable Built Environments*. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2005, p. 311–320. ISBN 1-4051-2422-9.
26. Klunder G. The search for the most eco-efficient strategies for sustainable housing construction; Dutch lessons. *Journal of Housing and the Built Environment*, 2004, No 19, p. 111-126.
27. Lacinski P., Bergeron M. *Serious Straw Bale: A Home Construction Guide For All Climates*. Chelsea: Chelsea Green Publishing Company, 2000, p. 371. ISBN 1-890132-64-0.
28. Lee W. L., Chau C. K., Yik F. W. H., Burnett J., Tse M. S. On the study of the credit-weighting scale in a building environmental assessment scheme. *Building and Environment*, 2002, No. 37, p. 1385-1396.
29. Lorenz D., Lutzkendorf T., Panek A. Sustainable construction in Central/Eastern Europe: implications from SB04 in Warsaw. *Building Research & Information*, 2005, No 33(5), p. 416-427.
30. LR Aplinkos Ministerija. STR 2.01.01(5):1999 Esminiai statinio reikalavimai. Apsauga nuo triukšmo, 1999. [žiūrėta 2008 m. gegužės 9 d.]. Prieiga per internetą <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=316520&p_query=&p_tr2=>>.
31. LR Aplinkos Ministerija. Nacionalinės darnaus vystymosi strategijos įgyvendinimas bei perspektyvos, 2007. [žiūrėta 2008 m. gegužės 4 d.]. Prieiga per internetą <www.am.lt/VI/files/0.228798001174309680.ppt>.
32. LR Aplinkos Ministerija. STR 2.01.09: 2005 Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas, 2005. [žiūrėta 2008 m. gegužės 7 d.]. Prieiga per internetą <http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_l?p_id=268553>.
33. LR Aplinkos Ministerija. STR 2.02.01:2004 Gyvenamieji pastatai, 2004. [žiūrėta 2008 m. gegužės 9 d.]. Prieiga per internetą <http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_l?p_id=226882>.
34. LR Aplinkos Ministerija. STR 2.05.01:2005 Pastatų atitvarų šiluminė technika, 2005. [žiūrėta 2008 m. gegužės 13 d.]. Prieiga per internetą <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=260821>.
35. LR Seimas. LR aplinkos apsaugos įstatymas, 2002. [žiūrėta 2008 m. gegužės 4 d.]. Prieiga per internetą <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=319836&p_query=&p_tr2=>>.
36. LR Seimas. LR atliekų tvarkymo įstatymas, 1999. [žiūrėta 2008 m. gegužės 23 d.]. Prieiga per internetą

<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=263611&p_query=&p_tr2=>.

37. LR Seimas. LR energetikos įstatymas, 2002. [žiūrėta 2008 m. kovo 4 d.]. Prieiga per internetą

<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=297894&p_query=&p_tr2=>.

38. LR Seimas. LR nacionalinio saugumo pagrindų įstatymas, 1996. [žiūrėta 2008 m. gegužės 19 d.]. Prieiga per internetą

<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=316988&p_query=&p_tr2=>.

39. LR Seimas. LR regioninės plėtros įstatymas, 2000. [žiūrėta 2008 m. gegužės 14 d.]. Prieiga per internetą

<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=315417&p_query=&p_tr2=>.

40. LR Seimas. LR statybos įstatymas, 1996. [žiūrėta 2008 m. kovo 6 d.]. Prieiga per internetą

<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=297903&p_query=&p_tr2=>.

41. LR Seimas. Valstybinė aplinkos apsaugos strategija, 1996. [žiūrėta 2008 m. gegužės 5 d.]. Prieiga per internetą

<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=30110&p_query=&p_tr2=>.

42. LR SAM. HN 35:2007 Didžiausia leidžiama cheminių medžiagų (teršalų) koncentracija gyvenamosios aplinkos ore. 2007 m. gegužės 10 d. įsakymu Nr. V-362 (Žin., 2007, Nr. 55-2162).

43. LR SAM. HN 33:2007 Akustinis triukšmas. Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje. 2007 m. liepos 2 d. įsakymu Nr. V-555 (Žin., 2007, Nr. 75-2990).

44. LR SAM. HN 42:2004 Gyvenamųjų ir viešosios paskirties pastatų mikroklimatas. 2004 m. birželio 29 d. įsakymu Nr. V-479 (Žin., 2004, Nr. 105-3911).

45. LR SAM. HN 85:2003 Gamtinė apšvita. Radiacinės saugos normos. 2003 m. gruodžio 22 d. įsakymu Nr. V-749 (Žin., 2004, Nr. 30-997).

46. Martin F., Pears A. Sustainability criteria for housing – a whole-of-life approach. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A. C. Smart & Sustainable Built Environments. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2005, p. 200–207. ISBN 1–4051–2422–9.

47. Magwood C., Mack P., Therrien T. More Straw Buildings: A Complete Guide to Designing and Buildings with Straw. Gabriola: New Society Publishers, 2005, p.277. ISBN 0-86571-518-1.

48. Matijošius J., Jakštas A. Efficiency investigation of solar collectors made of recycling materials. *Journal of environmental engineering and landscape management*, 2005, p. 126-131.

49. Milutienė E. Šiaudiniai namai. Vilnius: UAB Logotipas, 2008, p. 231. ISBN 978-9955-9778-5-8.
50. Noorman J. K., Uiterkamp T. S. Green Households? Domestic Consumers, Environment, and Sustainability. London: Earthscan Publications Ltd, 1998, p. 267.
51. Rohrer H. Managing and technological transition to sustainable construction of buildings: socio-technical perspective. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2001, Vol. 13, No. 1, p. 137-150.
52. Shen L.-Y., Hao L. J., Tam V.W. -Y., Yao H. A checklist for assessing sustainability performance of construction projects. *Journal of civil engineering and management*, 2007, Vol XIII, No 4, p. 273-281.
53. Shiers D., Rapson D., Roberts C., Keeping M. Sustainable constructions: the development and evaluation of an environmental profiling system for construction products. *Constructions Management and Economics*, 2006 November, No 24, p. 1177 – 1184.
54. Soebarto V. I., Williamson T. J. Multi-criteria assessment of building performance: theory and implementation. *Building and Environment*, 2001, No 36, p. 681-690.
55. Spiegel R., Meadows D. Green building materials: a guide products selection and specification. Second edition. United States of America: Wiley, 2006, p. 361. ISBN 0-471-70089-4.
56. Statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės. Darnaus vystymosi rodikliai, 2007. [žiūrėta 2008 m. sausio 28 d.]. Prieiga per internetą <http://www.stat.gov.lt/uploads/doc/darnus_vystymasis_2007.doc>.
57. Suveizdis P. Žemės gelmių šiluma Lietuvoje: ekologiška, atsinaujinanti energijos rūšis. Geologijos ir geografijos institutas. Geografijos metraštis 38(1) t., 2005. 213-222 p.
58. Šaparauskas J. Darnaus miesto Vystymo (-si) daugiatikslė selektonacija. Doktoranto disertacija, Technologijos mokslai, Statybos inžinerija 02 – T, Vilnius 2004. 150 p. ???
59. Šaparauskas J., Turskis Z. The main aspects of sustainability evaluation in construction. *Technological and economic development of economy*, 2006, Vol XII, No 4, p. 321-326.
60. UNEP Buildings and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities. 2005, p. 79. ISBN 978-92-807-2795-1. [žiūrėta 2008 m. gegužės 9 d.]. Prieiga per internetą <http://www.unepbci.org/docs/938539C9CB94EC18/Buildings_and_climate_change_new.pdf>.
61. Ustinovičius L., Kutut V., Kochin D., Shevchenko G. Verbal analysis as an effective tool of investment strategy management Vilnius. 2008, p. 10.

62. Ustinovičius L., Kutut V., Kochin D., Shevchenko G. Verbal analysis of renovation investment strategy of old town. 7th international conference „Environmental engineering“ Konferencijos įvykusios 2008 gegužės 22-23 d., medžiaga. p. 11.
63. Ustinovičius L., Zavackas E. K. Statybos investicijų efektyvumo sistemotechninis įvertinimas. Vilnius: Technika 2004, p. 169.
64. Winston N., Eastaway M.P. Sustainable housing in the urban context: international sustainable development indicator sets and housing. Springer science, 2007 July, p. 100-111.
65. Woolley T. Balanced value – a review and critique of sustainability assessment methods. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A. C. Smart & Sustainable Built Environments. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2005, p. 187–199. ISBN 1–4051–2422–9.
66. Yang J.; Brandon P.S.; Sidwell A. Introduction – bridging the gaps in smart and sustainable built environments. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A. C. Smart & Sustainable Built Environments. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2005, p. 9–18. ISBN 1–4051–2422–9.
67. Yudelson J. The business case for green: with multiple benefits, green buildings make good business sense. HPAC Engineering, 2008 March, p. 7-12.
68. Zavadskas E. K., Simanuskas L., Kaklauskas A. Sprendimų paramos sistemos statyboje. Vilnius: Technika, 1998, p. 235.
69. Zimmermann M., Althaus H. -J., Hass A. Benchmarks for sustainable construction: a contribution to develop a standard. *Energy and Buildings*, 2005, No 37, p. 1147-1157.
70. Zinevičius F. Nacionalinės energijos vartojimo efektyvumo didinimo programos gyvendinimas. Energetika. Lietuvos mokslų akademija, 2005. Nr. 4. p. 61–74.