

## EKOLOGINIAI STATINIAI IR JŲ PLĖTROS RAIDA

Andrius Keizikas<sup>1</sup>, Josifas Parasonis<sup>2</sup>

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas*

*El. paštas: <sup>1</sup>andrius.keizikas@st.vgtu.lt; <sup>2</sup>josifas.parasonis@ar.vgtu.lt*

**Anotacija.** Straipsnyje gvildenama ekologinių statinių problematika. Tikslas – nagrinėjant pavyzdžius atskleisti ekologinės architektūros esmę, plėtros tęstinumą bei problemas, potencialą, skatinti tiek architektūros, tiek statybos inžinerijos raidą. Nagrinėjamos ekologinių statinių sąsajos su pasyvaus namo idėjomis, išryškinami jų panašumai ir skirtumai, svarstomos projektavimo koncepcijos, didinančios pastato energinį efektyvumą ir užtikrinančios ilgalaikį ir patogų naudojimą.

**Reikšminiai žodžiai:** ekologinė architektūra, organiškoji architektūra, pasyvus namas, energinis efektyvumas.

### Įvadas

Architektūros ir statybos inžinerijos sričių sąsajų ar tarpusavio įtakos tyrimų niša iki šiol nėra pakankamai užpildyta. Šiame straipsnyje gvildenama tema tiesiogiai sieja abi minėtas sritis. Analizuojama ir konkrečiais (matuojamaisiais) inžineriniais parametrais apibrėžiama ekologinių statinių, t. y. ekologinės architektūros objektų, samprata.

Iki XXI a. pradžios susiformavo ekologinės architektūros, kaip savarankiškos srovės, bruožai. Kadangi skirtingais laikotarpiais minėtos srovės identifikuojamosios savybės bei vertybių sistema laipsniškai kito, yra pravartu tyrimą vykdyti vadovaujantis ekologinių statinių raidos ypatumais.

Ekologinės architektūros srovė, skirtingai negu tradiciniai stiliai, nėra grindžiama tūrinių elementų ar detalių santykiais, gausumu ar kompozicija, atitinkančia tam tikras taisykles. Ji greičiau pasižymi techniniais parametrais arba medžiagų savybėmis, kurios gali būti tiriamos, vertinamos, lyginamos tarpusavyje ir atspindėti objekto kokybės lygį. Todėl darbe siekiama parodyti istoriškai susidariusią vertinimo skalę, turėjusią įtakos ekologinių statinių suvokimui, vertinimui, konstrukcinei sandarai, prioritetams ir plėtros gairėms. Atsižvelgiant į tai galima spręsti apie būsimus statybų srities poreikius, jų tenkinimo ir procesų optimizavimo galimybes.

### Ekologinės architektūros idėjų užuomazgos

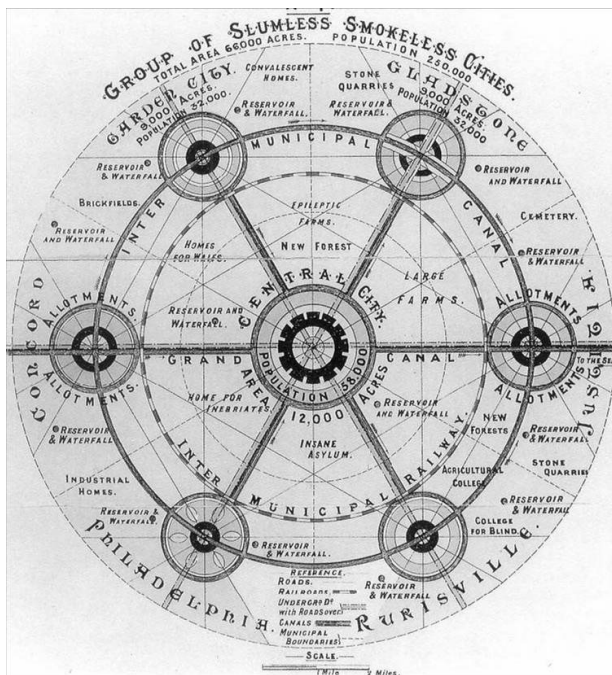
Atspirties taškas, ženklinantis ekologinės architektūros idėjų užuomazgas, yra XVIII a. pab.–XIX a. pr. Anglijoje įvykusi pramonės revoliucija, kurios esmė – perėjimas nuo manufaktūrinės prie stambiosios gamybos. Tokie vyksmai pramonei bei statybos sričiai reiškė

pažangą, o dėl itin spartaus miestų augimo padidėjęs užterštumas bei iškilusios susisiekimo problemos žmonių gyvenimo kokybei turėjo neigiamų pasekmių.

Atsiradus tokioms problemoms, architektų užduotimi tapo pasiūlyti visuomenei „ką daryti“, o statybos inžinerijos sektoriaus atstovai turėjo pateikti pasiūlymus „kaip daryti“. Vienas pirmųjų atsiliepė E. Hovardas (Ebenezer Howard) ir knygoje „Garden Cities of Tomorrow“ (1902) įvardijo teigiamas bei neigiamas kaimo ir miesto, kaip gyvenamosios ir socialinės aplinkos, savybes. Gimė miesto-sodo koncepcija, kurios prioritetais tapo gyvenamosios teritorijos harmonija su aplinka, masteliškumas, išvystyta paprasta ir efektyvi transporto bei logistikos sistema, o dauguma gyventojams svarbių objektų turi būti netoli namų ir pasiekiami pėsčiomis. Tokios buvo pirmosios idėjos, atitinkančios dabartinę ekologinės architektūros sampratą.

### Urbanistika

E. Hovardo miesto-sodo idėja remiasi spinduliniu miestų planavimo principu. Miestas-sodas užima standartinį plotą ir čia nustatytas maksimalus gyventojų skaičius. Taip yra reguliuojamas gyventojų tankumas ir galima numatyti mieste esančių objektų dydį, spindulinio gatvių tinklo gabaritus (išlaikyti masteliškumą), infrastruktūros parametrus, susisiekimo sistemą, gyventojų traukos objektų išdėstymą, kitus urbanizuotai teritorijai reikalingus elementus. Miestui pasiekus maksimalų gyventojų skaičių, jo plėtra yra baigiama ir pradedamas naujo miesto, kuris turi savo vietą stambesniame spinduliniame miestų sistemos tinkle, kūrimas (1 pav.).

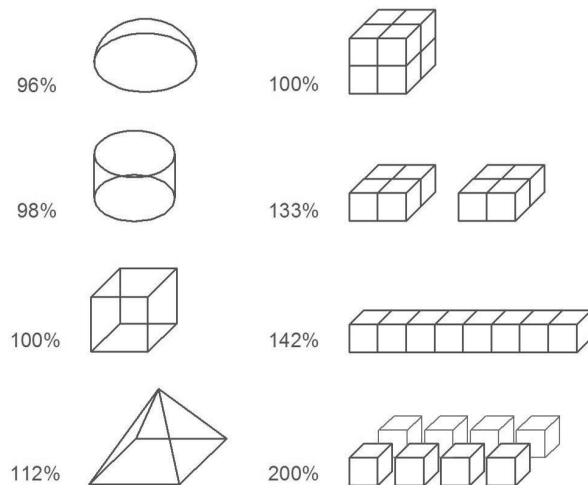


1 pav. Miestų-sodų sistema (Howard 1902)  
 Fig. 1. The system of garden-cities (Howard 1902)

Skirtingai nei E. Hovardas, šveicarų ir prancūzų architektas Le Korbiuzjė (Le Corbusier) pasiūlė vertikalaus miesto-sodo, kurio pagrindinis vienetas būtų bendruomenei skirtas daigafunkcinis pastatas, turintis tiek gyvenamąją, tiek darbo, prekybos, mokslo bei rekreacinę (su įrengtu sodu ant pastato stogo) paskirtį, koncepciją. Be to, jis numatė atskirti gatves transportui nuo gatvių pėstiesiems ir visus statinius pakelti virš žemės lygio, taip atlaisvinant 90 procentų užstatytos teritorijos.

Aprašytų pavyzdžių įtaka statybų raidai yra akivaizdi. E. Hovardo siūlomai koncepcijai įgyvendinti poreikis taikyti sudėtingas ir energijai imlias technologijas yra mažesnis, o taikytinų statybinių medžiagų pasirinkimas didesnis ir jų savybių išnaudojimas efektyvesnis. Miesto daigafunkciškumas sumažina žmonių priklausomybę nuo transporto priemonių, o pastatų funkcijų kaitos galimybės suteikia pastatams ilgaamžiškumo moralinio nusidėvėjimo atžvilgiu.

Kalbant apie Le Korbiuzjė siūlomą koncepciją, viskas atrodo atvirkščiai proporcinga, išskyrus pastatams būdingą daigafunkcionalumą. Tačiau jo pranašumu galėtų būti pastato energinis efektyvumas. 2 paveiksle vaizduojama vienodo tūrio elementų šilumos nuostolių priklausomybė nuo jų geometrinės formos.



2 pav. Šilumos nuostolių priklausomybė nuo vienodo tūrio objektų geometrinės formos (Hegger et al. 2008)  
 Fig. 2. Transmission heat losses of various three - dimensional shapes with the same volume (Hegger et al. 2008)

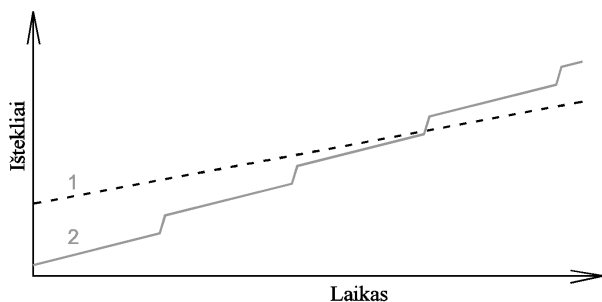
Pateiktą pavyzdį galima interpretuoti kaip tam tikro pastato šilumos nuostolių atspindį priklausomai nuo jo išorės atitvarų ploto. Tai reiškia, kad šiuo aspektu miesto-sodo idėja su palyginti nedidelio dydžio objektais būtų ne tokia efektyvi, kaip Le Korbiuzjė siūlomas vertikalaus miesto-sodo su stambiais daigafunkciniais pastatais variantas. Tačiau bendrame kontekste jis nusileidžia E. Hovardo koncepcijai. Stambiuose pastatuose palaikyti sveiką mikroklimatą yra daug sudėtingiau, nėra erdvių plėtros galimybių, sudėtinga jas pritaikyti naujai paskirčiai ar poreikiams.

### Architektūra

XX a. pradžioje nemažą poveikį pastatų ekologinės architektūros suvokimui padarė amerikietis F. L. Raitas (Frank Lloyd Wright), apibrėžęs organiškiosios architektūros supratimo ribas, kurios aprėpia grynųjų medžiagų naudojimą, pastato harmoniją su gamta ir žmogiškojo mastelio taikymą (Pfeifer 2007). Šie kriterijai papildė E. Hovardo idėjose atsispindinčią ekologinės architektūros vertybių skalę. Čia vertas dėmesio autoriaus požiūris į statybines medžiagas. Svarbiausiomis jų savybėmis laikoma ne stiprumas ar natūralumas, o grynumas: tikrosios konstrukcinės medžiagos paviršiaus slėpimas po tinko ar dažų sluoksniu yra nepriimtinas, nes uždengia natūralų jos grožį. Šią taisyklę F. L. Raitas taikė ir monolitiniam gelžbetoniui, kuris yra viena imliausių gamybos metu energijos ištekliams medžiagų, nusileidžianti tik plytų mūro gamybai. Tačiau jį naudojant galima pastatyti pas-

tatą, kuris bus ilgaamžis, energiškaai efektyvus, sveikas naudoti ir pritaikomas įvairiems poreikiams.

Tai reiškia, kad pastato ekologiško rodiklis yra ne statybinių medžiagų dirbtinumo ar nedirbtinumo savybės, o galimybės jį pritaikyti efektyviai bei patogiam naudojimui kuo ilgesnį laiką. Atsižvelgiant į dabarties aktualijas, tai galima pavaizduoti grafiškai. 3 paveiksle matomas skirtingų pastatų energinis efektyvumas, atsižvelgiant į suvartotų išteklių santykį per identišką pastatų eksploatavimo laikotarpį.



**3 pav.** To paties ploto skirtingų konstrukcinių sprendimų pastatų išteklių vartojimo per gyvavimo ciklą lyginamasis grafikas: tinkamai suprojektuoto pastato kreivė (1); pastato, kurį būtina periodiškai atnaujinti, kreivė (2)

**Fig. 3.** The diagram representing relation between consumption of resources and timeline for houses of different construction type and even area: curve of properly designed house (1); curve of house demanding periodical repair (2)

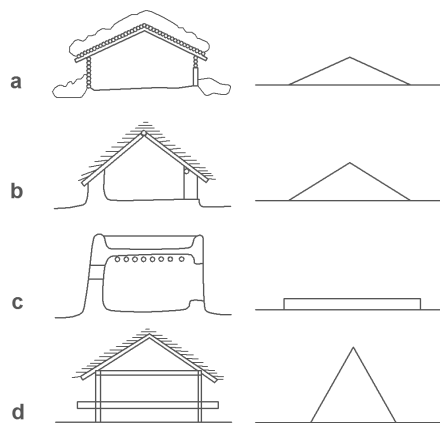
F. L. Raitas vienas pirmųjų šiuolaikinėje architektūroje pritaikė energijos konservavimo metodus. Viename projekte jis nukreipė pagrindinį pastato stiklo atitvarų fasadą pietų kryptimi ir įgilino į žemę šiaurinį fasadą. Taip pastato viduje buvo sulaikyta šiluma (4 pav.). Tai F. L. Raitas derino su insoliacinio projektavimo taisyklėmis, kai priklausomai nuo saulės padėties tam tikru metų laiku architektūriniai elementai užstoja saulės spindulius, taip apsaugodami vidaus patalpas nuo perkaitimo.

Tam tikrose, net gretimose, teritorijose gali būti skirtingos klimato sąlygos. Dažniausiai tradicinių pastatų architektūroje atsispindi priemonės, kurios teikia galimybę minimaliomis išlaidomis pasiekti rezultatų, leidžiančių sveikai ir ilgą laiką eksploatuoti statinius. Varijuojant 5 paveiksle pateiktais pavyzdžiais netinkamoje vietovėje, galima ne tik sukurti tai teritorijai nebūdingą objektą, bet ir neužtikrinti jo ilgalaikio naudojimo, o viduje – sveiko mikroklimato.

Dar viena svarbi minėto architekto nuostata – projektuoti pastatus, atsižvelgiant į toje vietovėje vyraujančias statybų tradicijas. Šios nuostatos pagrindumas pavaizduotas 5 paveiksle.



**4 pav.** F. L. Raitas. „Solar Hemicycle“ pastato projektas, Midltonas, Viskonsinas, JAV. 1948 m. Šiaurinis fasadas  
**Fig. 4.** F. L. Wright. “Solar Hemicycle” building project, Middleton, Wiscosin, USA. 1948. North facade



**5 pav.** Skirtingoms klimato zonoms būdingos pastatų formos ir stogų nuolydžiai: šalto (a); švelnaus (b); sauso ir karšto (c); drėgno ir karšto (d) (Hegger *et al.* 2008)

**Fig. 5.** Typical shapes and roof slopes of houses according to climate zones: cold (a); temperate (b); dry, hot (c); moist, warm (d) (Hegger *et al.* 2008)

Naujausiais laikais, esant skirtingoms klimato sąlygoms, teritorijose projektuojami įgilinti į žemę statiniai, analogiški F. L. Raito aprašytam pastatui (4 pav.). Ekologiškais jie gali būti įvardijami tik tuo atveju, jei, kaip ir jų pirmtakas, atitinka aptartas sąlygas. Daugeliu atvejų tai priklauso nuo inžinerinių sprendimų. Tam reikia įvertinti vietovės oro drėgnumą, saulėtų dienų skaičių, sezoniskumą, kritulių kiekį ir kitus parametrus, taip pat parinkti ir taisyklingai įrengti konstrukcinius mazgus, numatant apželdintų pastato paviršių funkcionavimo galimybes. Tačiau tik įvertinus pastato energinį efektyvumą bei palyginus jį su kitų sprendimų pavyzdžiais (kaip parodyta 3 pav.), galima būtų numanyti jo įgyvendinimo pagrįstumą.

## Pasyvus namas

Viena populiarių naujausių laikų gyvenamųjų namų statybos idėjų remiasi pasyvaus namo principais. Taip vadinami pastatai, kurių fizikinės savybės užtikrina itin mažą vidaus patalpų šildymo poreikį, kurį gali suteikti patalpose veikiantys būtiniai prietaisai, skleidžiantys šiluminį savo veiklos produktą – pasyvią energiją (šilumą).

Pasyvaus namo projektavimui keliami griežti reikalavimai: optimaliu laikomas toks sandarumo lygmuo, kai pro atitvaras patenkančio oro kiekis yra lygus konstrukcijų medžiagoms kvėpuoti reikalingam oro kiekiui; siekiant užtikrinti mikroklimatą ir ištraukiamos šilumos gražinimą į vidų būtina rekuperacinė vėdinimo sistema; energijos nuostoliai, tenkantys vieno kvadratinio metro pastato plotui Vidurio Europoje (ir Lietuvoje) neturi viršyti 15 kWh/m<sup>2</sup> (Lietuvoje norma nėra įteisinta).

Pasyvaus namo samprata aprėpia rekomendacijas pastato architektūrinei išraiškai. Atsižvelgiant į termodinamikos savybes, patariama apsiriboti minimalistinėmis formomis – sfera, kubu (2 pav.). Rekomenduojama vengti smulkių architektūros detalių, nes jų įrengimas didina riziką nekokybiškai atlikti darbus. Taigi menine prasme pasyvaus namo koncepcija greičiau varžo architektūrinę laisvę nei skatina ją.

Tačiau pasyvusis ir ekologiškasis pastatų tipai turi ir panašumų. Atsižvelgiant į šių dienų situaciją, abu privalo tenkinti minimalių energijos sąnaudų reikalavimus: pasyvus namas – siekiant taupyti lėšas, ekologiškas pastatas – mažinant išmetamų į gamtą teršalų kiekį. Todėl ne kiekvienas pasyvus namas turi būti ekologiškas, tačiau kiekvienas ekologiškas pastatas privalo būti pasyvus.

Apibendrinant verta apžvelgti siūlymus padidinti reikalavimus ekologinės architektūros statiniams. Jau dabar, įmanoma pasiekti technologinį lygmenį, kai pastatas tampa ne tik energijos išteklių vartotoju, o jų gamintoju ir tiekėju. Tam tikslui į pastatą diegiami naujų technologijų prietaisai ir įrenginiai, kurių veikimas grindžiamas atsinaujinančių energijos šaltinių (saulės, vėjo, bangų ir kt.) srautų panaudojimu, transformavimu į kitas energijos rūšis, perdavimu arba akumuliacijai. Kitaip tariant, šie inžineriniai įrenginiai didina arba visiškai užtikrina pastato autonomiškumą.

Nors aprašytos technologijos aktualios bei taikytinos ekologiškiems statiniams, tai nėra priemonės, tiesiogiai užtikrinančios pastatų ilgaamžiškumą ar minėtų architektūrinių reikalavimų įvykdymą. Todėl ekologiškuose statiniuose neturi būti privaloma įrengti visus aprašytus įrenginius, nebent pastatas būtų autonomiškas nuo komunikacijų tinklų. „Švarios“ energijos tiekimas bei vartojimas yra sveikintinas, tačiau tai turi būti ne asmeni-

nis ekologiško namo savininko, o bendruomeninis reikalas, neatsiejamas nuo atitinkamų šalies plėtros strategijų. Vadovaujantis jomis turi būti rūpinamasi atsinaujinančių energijos išteklių prieinamumu bei panaudojimu.

## Išvados

1. Ekologinės architektūros supratimas tiesiogiai sietinas su statybos inžinerijos sritimi. Jos savybės gali būti tiriamos, vertinamos ir lyginamos tarpusavyje.

2. Pirmosios ir iki šiol aktualios savybės, kurios svarbios vertinant ekologinės architektūros kokybę, yra objektų harmonija su gamta, žmogiškojo mastelio veiksnių išlaikymas ir grynų medžiagų panaudojimas.

3. Pastato ekologiškumo rodiklis turi būti ne tik statybinių medžiagų dirbtinumo ar nedirbtinumo savybės, bet ir sugebėjimas jį pritaikyti kuo efektyvesniam bei patogesniai naudojimui kuo ilgesnį laiką.

4. Ne kiekvienas pasyvus namas turi būti ekologiškas, tačiau dėl savo idėjinės potekstės kiekvienas ekologiškas pastatas privalo būti pasyvus.

## Literatūra

Hegger, M., et al. 2008. *Energy Manual: Sustainable Architecture*. Basel: Birkhauser.

Howard, E. 1902. *Garden Cities of To-Morrow*. London [interaktyvus] [žiūrėta 2009 m. kovo 2 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.library.cornell.edu/Reps/DOCS/howard.htm>>.

Pfeifer, B. B. 2007. *Frank Lloyd Wright*. Koln: Taschen.

## DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL BUILDINGS

A. Keizikas, J. Parasonis

### Summary

The article presents research on ecological buildings and their influence on the constructional sphere. The aim of the paper is to reveal the essence of ecological architecture showing substantial progress and its potential to stimulate architectural and technological growth. The article also describes relations between the ideas of ecological buildings and the 'passive house' concepts and aspects of development as well as describes the possibilities of improving building sustainability and energy efficiency.

**Keywords:** ecological architecture, organic architecture, passive house, energy efficiency.