



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS VALDYMO IR NEKILNOJAMOJO TURTO KATEDRA

Darius Zakševski

**PAVELDO STATINIŲ MODERNIZAVIMO GALIMYBIŲ ANALIZĖ
ANALYSIS OF MODERNIZATION POSSIBILITIES FOR HERITAGE
STRUCTURES**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijų ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6211EX043

Statybos technologijų ir vadybos specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2021

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS VALDYMO IR NEKILNOJAMOJO TURTO KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas


(Parašas)
Artūras Kaklauskas
(Vardas, pavardė)

(Data)

Darius Zakševski

PAVELDO STATINIŲ MODERNIZAVIMO GALIMYBIŲ ANALIZĖ
ANALYSIS OF MODERNIZATION POSSIBILITIES FOR HERITAGE
STUCTURES

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijų ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6211EX043

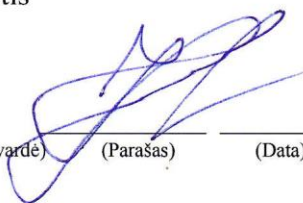
Statybos technologijų ir vadybos specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas

Doc. Dr. Vladislavas Kutut

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)


(Parašas)

(Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas Lekt. Lina Rutkienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2021

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS VALDYMO IR NEKILNOJAMOJO TURTO KATEDRA

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Statybos technologijų ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6211EX043

Statybos technologijų ir vadybos specializacija

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

Artūras Kaklauskas

(Vardas, pavardė)

(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS

.....Nr.

Vilnius

Studentui (ei) Dariušui Zakševskiui
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: **Paveldo statinių modernizavimo galimybių analizė**

patvirtinta 2021 m. kovo 09 d. dekanu potvarkiu Nr. 81 st.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2021 m. gegužės 31 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Išnagrinėti kultūros paveldo sąvoką ir jos sudedamąsias dalis. Išanalizuoti Europos ir Lietuvos kultūros paveldo vystymosi istoriją. Išnagrinėti kultūros paveldo tyrimų bazę, apžvelgti tyrimo darbų atlikimo metodus ir nustatyti jų reikšmę paveldotvarkos darbų atlikimui. Įvertinti inovatyvių technologijų pritaikymo kultūros paveldo statiniuose galimybes. Atlikti pasirinktų technologijų veikimo principų ir panaudojimo potencialo analizę. Pateikti ir išanalizuoti užsienio šalių sėkmingus inovatyvių technologijų pritaikymo kultūros paveldo statiniuose pavyzdžius ir pateikti darbo išvadas.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

.....
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas

(Paraša)

Doc. Dr. Vladislavas Kutut

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

Darius Zakševski

(Parašas)

Darius Zakševski

(Vardas, pavardė)

(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universiteto
egzaminų sesijų ir baigiamųjų darbų
rengimo bei gynimo organizavimo tvarkos
aprašo
2 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Darius Zakševski, 20152339

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Statybos fakultetas

(Fakultetas)

Statybos technologijos ir valdymas, STVfm-19

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)

SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2021 m. gegužės 18 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Paveldo statinių modernizavimo galimybių analizė“ patvirtintas 2021 m. kovo 09 d. dekanų potvarkiu Nr. 81st, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Mano darbo vadovas docentas daktaras Vladislavas Kutut.

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



(Parašas)

Darius Zakševski

(Vardas ir pavardė)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Statybos fakultetas
Statybos valdymo ir nekilnojamojo turto katedra

ISBN ISSN
Egz. sk.
Data*.....*.....

Antrosios pakopos studijų **Statybos technologijų ir valdymo** programos magistro baigiamasis darbas

Pavadinimas **Paveldo statinių modernizavimo galimybių analizė**
Autorius **Darius Zakševski**
Vadovas **Vladislavas Kutut**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Magistro baigiamajame darbe atlikta kultūros paveldo statinių modernizacijos galimybių analizė. Darbą sudaro 3 dalys. Pirmoje dalyje apžvelgta kultūros paveldo sąvoka bei detalai išnagrinėta Europos ir Lietuvos paveldosaugos vystymosi istorija. Antroje dalyje išanalizuota kultūros paveldo tyrimų bazė, išsamiai apžvelgiant tyrimų metodus ir statinio informacinio modeliavimo technologijų taikymo kultūros paveldo statiniuose galimybės bei ypatumus. Trečioje dalyje atlikta atsinaujinančios energijos technologijų pritaikymo galimybių kultūros paveldo statiniuose analizė su jų veikimo principų ir panaudojimo Lietuvoje potencialo apžvalga. Taip pat apžvelgti sėkmingi užsienio šalių kultūros paveldo objektų modernizacijos projektai su atsinaujinančios energijos šaltinių pritaikymu. Darbo pabaigoje pateikiamos baigiamojo darbo išvados. Darbo apimtis – 99 p. teksto be priedų, 18 iliustr., 1 lent., 67 bibliografiniai šaltiniai, 1 priedas (A).

Prasminiai žodžiai: kultūros paveldas, paveldosauga, modernizacija, atsinaujinančios energijos technologijos.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Civil Engineering
Department of Construction Management and Real Estate

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

Master Degree Studies **Construction Technologies and Management** study programme Master's thesis

Title **Analysis of Modernization Possibilities for Heritage Structures**

Author **Darius Zakševski**

Academic supervisor **Vladislavas Kutut**

Thesis language: Lithuanian

Annotation

The final master's work analyses modernization possibilities for heritage structures. The master thesis consists of 3 parts. The first part reviews the concept of cultural heritage and examines in detail the history of European and Lithuanian heritage protection development. In the second part, the research base of cultural heritage is analysed while conducting detailed overview of research methods and overviewing the possibilities and peculiarities of application of building information modeling technologies in cultural heritage buildings. In the third part of the work, the possibilities of application of renewable energy technologies in cultural heritage structures is analysed with additional overview of their operation principles and potential of their use in Lithuania. It also gives an overview of successful modernization projects of foreign countries cultural heritage objects with the application of renewable energy sources. At the end, the conclusions of the thesis are presented. Thesis consists of: 99 pages text without appendixes, 18 figures, 1 table, 67 bibliographical sources and 1 appendix (A).

Keywords: cultural heritage, heritage protection, modernization, renewable energy technologies.

Turinys

Paveikslų ir lentelių sąrašas	8
Santrumpos.....	9
Įvadas.....	10
1. Paveldosaugos raidos istorinė apžvalga	12
1.1. Kultūros paveldo sąvokos ir jos sudedamųjų dalių analizė	12
1.2. Paveldosaugos vystymosi Europoje apžvalga	15
1.3. Paveldosaugos raida Lietuvoje	24
2. Tyrimų bazė ir jų reikšmė modernizavimo darbų sprendiniams	35
2.1. Nekilnojamojo kultūros paveldo tyrimų bazė ir metodai.....	35
2.2. Kultūros paveldo objektų skaitmeninimas naudojant BIM technologijas	45
3. Kultūros paveldo statinių modernizavimo galimybės pritaikant atsinaujinančios energijos technologijas.....	52
3.1. Kultūros paveldo statinių modernizavimo ypatumai	52
3.2. Atsinaujinančios energijos technologijų veikimo ir pritaikymo galimybių analizė	55
3.2.1. Saulės kolektoriai	55
3.2.2. Biomasės kuro naudojimas	59
3.2.3. Šilumos siurbLIAI	62
3.2.4. Vietinės vėjo jėgainės.....	66
3.2.5. Vietinės hidroelektrinės.....	70
3.2.6. Saulės fotoelementai	73
3.3. Sėkmingų atsinaujinančios energijos technologijų pritaikymo kultūros paveldo pastatuose pavyzdžių analizė	76
Išvados	90
Literatūros sąrašas	93
A Priedas.....	100

Paveikslų ir lentelių sąrašas

1 pav. Paminklotvarkos darbų pobūdžio suskirstymas pagal objektų specifiką ir būklę (Kutut 2014: 33)	18
2 pav. Kultūros paveldo apsaugos institucijų sąranga (Kultūros paveldo apsauga... 2019)...34	
3 pav. HBIM taikymo proceso etapai (Mlinkauskienė Jankauskaitė-Jurevičienė 2019)	48
4 pav. Plokščiasis kolektorius (Milutienė 2008).	57
5 pav. Vakuuminis kolektorius (Milutienė 2008).	57
6 pav. Biomasės naudojimas energijos gamybai (Lietuvos atsinaujinančių energijos... 2008)	59
7 pav. Šilumos siurblio principinė veikimo schema (Ignatavičius et al. 2018).	64
8 pav. Šildymo sistemos schema, kai naudojamas horizontalusis kolektorius (Gurskis et al. 2008).	65
9 pav. Šildymo sistemos schema, kai naudojamas vertikalusis kolektorius (Gurskis et al. 2008).	65
10 pav. Horizontalios ir vertikalios ašies vėjo jėgainių tipinės schemos (Islam et al. 2018).67	
11 pav. Fotovoltinio elemento struktūra (Kiela 2012)	74
12 pav. „Ca‘ S Orsola“ pastato priekinio fasado išvaizdą prieš ir po modernizacijos darbų atlikimą (Dalla-Mora et al. 2015)	78
13 pav. Įrengta vandens turbina (Comino et al. 2019)	81
14 pav. Pripučiamą kontrolės užtvanka (Comino et al. 2019)	81
15 pav. Įrengta vertikali žuvų perėja (Comino et al. 2019)	81
16 pav. Techninis žemėlapis parodantis mini HE statinių specifikacija (Comino et al. 2019).	82
17 pav. Profilinis mini HE ir kairiojo upės kranto vaizdas (Comino et al. 2019).....	82
18 pav. Upės kranto vaizdas prieš atnaujinimo darbus ir po jų (Comino et al. 2019).....	83
1 lentelė energijos sutaupymas ir išskiriamo CO ₂ kiekio sumažėjimas po modernizacijos (Dalla-Mora et al. 2015).....	79

Santrumpos

BIM – Statinio informacinis modeliavimas (angl. *Building Information Modeling*).

HBIM – Istorinių arba kultūros paveldo pastatų informacinis modeliavimas (angl. *Historic Building Information Modelling* arba *Heritage Building Information Modelling*).

HE – Hidroelektrinė.

ICCROM – Tarptautinis kultūros vertybių tyrimo, konservavimo, restauravimo ir mokymo centras (angl. *International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property*).

ICOMOS – Tarptautinė nevyriausybinė paminkloaugos specialistų ir restauratorių organizaciją (angl. *International Council on Monuments and Sites*).

KPD – Kultūros paveldo departamentas prie Kultūros ministerijos.

KVAD – Kultūros vertybių apsaugos departamentas.

MRGD – Mokslinės restauracinės gamybinės dirbtuvės.

NKPAĮ – Nekilnojamųjų kultūros vertybių apsaugos įstatymas.

REH – Atsinaujinančios energijos namas (angl. *Renewable energy house*).

Tne – Naftos tonų ekvivalentas.

UNESCO – Jungtinių Tautų švietimo, mokslo ir kultūros organizacija (angl. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*).

Ivadas

Darbo aktualumas: kultūros paveldo išsaugojimas ir modernizavimas yra vienas iš pagrindinių šiuolaikinės visuomenės tikslų, o kartu ir iššūkių. Lietuvos Respublikos ratifikuota Europos architektūros paveldo apsaugos konvencija ir kiti teisės aktai numato, kad kultūros paveldas, o ypač architektūros paveldas, yra nepakeičiama Europos kultūrinio paveldo turtingumo ir įvairovės išraiška, neįkainojamas mūsų praeities liudytojas bei bendras visų europiečių turtas (Darnioji plėtra... 2008). Todėl mes privalome išsaugoti savo šalies nekilnojamąjį kultūros paveldą ir perduoti jį ateities kartoms, kartu sudarydami sąlygas visuomenei jį pažinti ir juo naudotis, kaip numato paveldosaugos teisės aktai. Bet nepaisant to, kad paveldo statiniai yra saugomi įstatymų, jie ne visada yra tinkamai prižiūrimi, o kartais netgi yra apleidžiami, dėl to jų būklė gali būti prasta. Kultūros paveldo departamento direktoriaus pavaduotojas Algimantas Degutis yra pasakęs, kad „kultūros paveldas, kaip viena iš nacionalinio saugumo sudedamųjų – privalo būti naudojamas. Paveldas bendruomenės tinkamai nenaudojamas, o tik „saugojamas“ pasmerktas sunykti.“ (Darnioji plėtra... 2008). Tai reiškia, kad norint išsaugoti paveldo statinius reikia juos pritaikyti pakartotinam panaudojimui ir esant būtinybei atlikti remonto, restauracijos ar rekonstrukcijos darbus arba netgi pritaikyti juos kitai paskirčiai (Kultūros paveldas 2016).

Pažymėtina, jog ir darnaus miesto vystymosi principai numato kultūros paveldo objektų integravimą į miestų gyvenimą, pritaikant jos šiuolaikinės visuomenės poreikiams. Tačiau dauguma paveldo statinių yra pastatyti labai seniai, taikant tradicines statybos technologijas ir vietines medžiagas, dėl to jų energijos sąnaudos yra žymiai didesnės negu naujų pastatų ir neatitinka šiuolaikinių standartų. Dėl minėtų priežasčių tokių pastatų naudojimas tampa nenaudingas ekonominiu ir aplinkosaugos požiūriu. Būtent todėl kultūros paveldo statinių modernizavimas pritaikant šiuolaikines technologijas gali tapti puikia priemone šių pastatų energijos sąnaudų mažinimui ir jų pritaikymui pakartotinam panaudojimui.

Dar viena labai svarbi priežastis, dėl kurios reikėtų modernizuoti kultūros paveldo pastatus, yra energijos sąnaudos ir išmetamosios šiltnamio efektą sukeliančios dujos. Klimato kaitos problema jau daugelį metų išlieka viena iš aktualiausių ir plačiai aptarinėjamų temų visame pasaulyje. Siekdam efektyviau kovoti su šia problema Europos Sąjunga iki 2030 metų įsipareigojo sumažinti išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį net 40 % (Communication from... 2016). Vienas iš nustatyto tikslo pasiekimo būdų yra efektyvesnis darbas su esamais pastatų fondais, o būtent senų ir nenaudojamų pastatų renovavimas. Ir nors saugomi kultūros paveldo statiniai paprastai sudaro nedidelę dalį visų esamų pastatų, tačiau jie yra ypač svarbūs kovos su klimato kaitos bei jų kultūrinės vertės išsaugojimo požiūriais.

Problema – saugomų kultūros paveldo statinių modernizavimas yra žymiai sudėtingesnis, lyginant su paprastų pastatų atnaujinimu, kadangi taikomi sprendiniai yra ribojami paveldosaugos

reikalavimų. Kultūros paveldas yra bendras ir priklauso mums visiems, tačiau visuomenė nėra pakankamai informuota apie paveldo statinių modernizavimo svarbą ir galimybes. Visuomenėje dažnai vyrauja neigiama nuomonė apie paveldo modernizavimą, bijoma, kad modernizacijos metu kultūros paminklai gali būti pažeisti arba prarasti dalį savo vertės. Baimė pakenkti pastatui arba jo kultūrinei vertei ir gerosios patirtės trūkumas stabdo naujoviškų technologijų degimą kultūros paveldo statiniuose.

Darbo objektas – kultūros paveldo statinių modernizavimo galimybės ir ypatumai.

Darbo tikslas – išanalizuoti naujoviškų technologijų pritaikymo galimybes kultūros paveldo statiniuose.

Darbo uždaviniai:

1. Išnagrinėti Europos ir Lietuvos paveldosaugos raidos istoriją.
2. Išanalizuoti kultūros paveldo tyrimų bazę, apžvelgti tyrimo darbų metodus ir nustatyti jų reikšmę paveldotvarkos darbų atlikimui.
3. Įvertinti BIM (angl. *Building information modeling*) technologijų taikymo galimybes kultūros paveldo statiniams modernizuoti.
4. Išanalizuoti atsinaujinančios energijos šaltinių technologijos pritaikymo galimybes kultūros paveldo statiniuose.
5. Išnagrinėti atsinaujinančios energijos šaltinių technologijų veikimo principus ir panaudojimo potencialą Lietuvoje.
6. Pateikti ir išanalizuoti užsienio šalių sėkmingus atsinaujinančios energijos technologijų pritaikymo kultūros paveldo statiniuose pavyzdžius.

Darbo metodai: mokslinės literatūros analizė, metodinių šaltinių sisteminė ir loginė analizė, istorinė analizė, apibendrinimo metodas.

Darbo struktūra: darbą sudaro įvadas, 3 skyriai ir išvados. Pirmajame skyriuje išnagrinėta kultūros paveldo sąvoka bei Europos ir Lietuvos paveldosaugos vystymosi istorija. Antrame skyriuje atlikta kultūros tyrimų metodų analizė ir įvertintos BIM technologijų taikymo kultūros paveldo statiniams modernizuoti galimybės ir ypatumai. Trečiame skyriuje išnagrinėtos atsinaujinančios energijos technologijų panaudojimo kultūros paveldo objektuose galimybės ir jų veikimo principai, taip pat pateikti sėkmingai įgyvendintų projektų pavyzdžiai.

Darbo aprobacija: magistro baigiamojo darbo tema buvo parengtas straipsnis ir skaitytas pranešimas jaunųjų mokslininkų konferencijoje. Darbo prieduose (žr. A priedą) pateikiamas jaunųjų mokslininkų konferencijos protokolas, patvirtinantis dalyvavimą konferencijoje.

1. Paveldosaugos raidos istorinė apžvalga

1.1. Kultūros paveldo sąvokos ir jos sudedamųjų dalių analizė

Daugybė viso pasaulio mokslininkų studijavo kultūros paveldą, rašė apie tai straipsnius ir mokslinę literatūrą. Tačiau nepaisant to, kad kultūros paveldo sąvoką yra plačiai naudojama jos apibrėžimas yra labai sudėtingas, todėl vienareikšmiško kultūros paveldo terminio apibrėžimo iki šiol nėra. Nagrinėjant kultūros ir paveldo sąvokas atskirai susiduriama su daugeliu jų interpretacijų, kas dar labiau apsunkina sąvokų apibrėžimą jas sujungus. Terminologiniai sunkumai, susiję su kultūros sąvokos naudojimu, yra gana dideli, kadangi tai yra daug sričių apimantis terminas taikomas visiems šiuolaikinės visuomenės aspektams. Autorius C. Forrest teigia, kad tam tikra prasme kultūra yra visuomenė – jos vertybės, įsitikinimai ir ideologijos išreikštos kalba, praktika bei objektais (Forrest 2010: 24-25). O profesorius M. Hutter paveldo sąvoką apibrėžia kaip kažką gauto iš protėvių, tačiau pažymi, kad šis terminas yra pakankamai elastingas ir pastoviai besikeičiantis. Autorius taip pat pabrėžia, kad paveldo sąvoka lengvai priskiriama prie bet ko, kas yra susiję su kultūra, todėl atskira terminų analizė mažai padeda susiaurinti kultūros paveldo sąvokos pritaikymo sritį. Pati kultūros paveldo koncepcija taip pat nuolat keičiasi, šios sąvokos prasmė priklauso nuo šiuolaikinės visuomenės požiūrių, ideologijos ir verčių. (Hutter 1997: 2-3) Todėl laikui bėgant sąvokos prasmė pastoviai plečiasi.

Vieno iš geriausių pasaulio universitetų, Kembridžo (angl. *Cambridge*) žodyne „paveldas“ yra apibrėžiamas kaip „bruožai, priklausantys tam tikrai visuomenės kultūrai, tokie kaip tradicijos, kalbos ar pastatai kurie yra išlikę iš praeities ir turi istorinę reikšmę“ (Cambridge advanced learner's dictionary 2008). Panašiai „paveldą“ apibrėžia ir Oksfordo (angl. *Oxford*) universiteto mokslininkai. Pagal 2005 metais išleisto Oksfordo universiteto žodyną paveldas tai yra „istorija, tradicijos ir savybės, kurias šalis arba visuomenė turi daugelį metų ir kurios laikomos svarbia jos dalimi“ (Oxford advanced learner's dictionary 2005). Įžymus paveldosaugos srities inžinierius architektas J. R. Glemža savo knygoje rašė, kad kiekviena šalis savo istorinės raidos tėkmėje yra sukūrusi įvairių materialinių ir dvasinių vertybių. Išlikusios šios vertybės gali daug pasakyti apie vienos ar kitos šalies ir jos tautų istorinę raidą, laimėjimus ir praradimus. Todėl autorius kultūros paveldą apibūdina kaip kiekvienos valstybės ir joje gyvenančių tautų istorinės raidos ir kūrybos rezultata, bei visuomenės evoliucijos liudytoją (Glemža 2002: 7).

Lietuvoje kultūros paveldo apsaugą grindžia Lietuvos Respublikos Konstitucijos 42, 47 ir 54 straipsniai. Nekilnojamojo kultūros paveldo objektai yra saugomi pagal du pagrindinius įstatymus: 1994 m. priimta Lietuvos Respublikos nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos įstatymą ir 2001 m. priimtą Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatymą (Kultūros paveldo apsauga 2020). Lietuvos Respublikos nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos įstatymo 2 str. kultūros paveldas

apibrėžiamas taip: „kultūros paveldas – karta iš kartos paveldimos, perimamos, sukurtos ir perduodamos kultūros vertybės, svarbios etniniu, istoriniu, estetiniu ar moksliniu požiūriu“ (Lietuvos Respublikos nekilnojamojo... 1994). Taigi kultūros paveldo apibrėžimas apima gana daug įvairių sričių, todėl siekiant geriau suprasti darbe naudojamus terminus taip pat reikėtų paminėti kelias su šita tema glaudžiai susijusias svarbias sąvokas, kurios toliau bus naudojamos darbe.

Nekilnojamasis kultūros paveldas – kultūros paveldo dalis, kurią sudaro praeities kartu pastatytos, įrengtos, sukurtos ar istorinių įvykių sureikšmintos, išlikusios ar neišlikusios medžiaginės kultūros vertybės, tiesiogiai susijusios su užimama ir joms naudoti reikalinga teritorija (Lietuvos Respublikos nekilnojamojo... 1994).

Kultūros paveldo objektai – pavieniai, kompleksiniai ar į kompleksą įeinantys objektai, registruoti kaip nekilnojamosios kultūros vertybės, t. y. žemės sklypuose, sklypų dalyse, vandens, miško plotuose ar jų dalyse esantys statiniai ar kiti nekilnojamieji daiktai, kurie turi vertingųjų savybių ir kartu su jiems priskirta teritorija yra atskiri daiktinės teisės objektai ar gali jais būti (Lietuvos Respublikos nekilnojamojo... 1994).

Paveldotvarka – paveldosaugos norminių teisės aktų sistemos kūrimas, institucijų formavimas ir jų veiklos organizavimas, paveldosaugos programų projektų rengimas ir įgyvendinimas, tvarkybos administravimas, stebėseną (Lietuvos Respublikos nekilnojamojo... 1994).

Nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos įstatymas nepateikia paveldosaugos apibrėžimo, nors ši sąvoka plačiai vartojama. Rengiamuose įstatymo pakeitimuose ir papildymuose siūlomas toks paveldosaugos apibrėžimas: paveldosaugą sudaro visuma teisinių, administracinių, fiskalinių, mokslinių, technologinių ir kitokių tiesioginių bei netiesioginių priemonių, skirtų saugoti, pažinti, skleisti, tvarkyti bei naudoti paveldą visuomenės labui (Jurevičienė 2010: 78). Ši sąvoka yra labai svarbi, nes į jos apibrėžimą įeinantys elementai apima beveik visus darbus ir veiklą susijusią su kultūros paveldu.

Vien sąvokų analizės neužtenka pilnai suprasti kas tai yra kultūros paveldas. Todėl susipažinus su svarbiausių sąvokų apibrėžimais taip pat reikėtų paanalizuoti iš ko susideda kultūros paveldo visuma. Nagrinėjant mokslinę literatūrą matyti, kad kultūros paveldo visumą sudaro juridiskai įteisinta ir saugoma, taip pat dar neiširta ir nesaugoma paveldo dalis. Kultūros paveldas gali būti materialus ir nematerialus:

- Materialus kultūros paveldas – tai iš praeities išlikę materialūs objektai ir su jais susijusios vietos, turintys istorinę, archeologinę, etnologinę, mitologinę, memorialinę, religinę, architektūrinę, urbanistinę, meninę ir mokslinę vertę.
- Nematerialus (dvasinės) kultūros paveldas – tai raštijos, muzikos kūriniai, tautosaka, etnografija ir pan. Tai valstybės ir joje gyvenančių tautų dvasinės kultūros istorinis

palikimas, kiekvienos tautos kultūros, švietimo, mokslo, istorinės raidos rezultatas, vienas svarbiausių tautos identiteto bruožų (Glemža 2002: 7).

Materialus kultūros paveldas sąlygiškai yra skirstomas į kilnojamąjį ir nekilnojamąjį:

- Kilnojamąjį kultūros paveldą sudaro vertingiausi žmogaus ir visuomenės sukurti medžiaginiai kūriniai ir daiktai, turintys kultūrinę vertę, kuri yra reikšminga etniniu, archeologiniu, istoriniu, meniniu, moksliniu, techniniu, religiniu ir kitais atžvilgiais.
- Nekilnojamąjį kultūros paveldą sudaro objektai, jų grupės ir ansambliai bei su šiais objektais susijusios vietos, turinčios archeologinę, etnologinę, mitologinę, memorialinę, religinę, architektūrinę, techninę ir technologinę, urbanistinę, istorinę, meninę ir mokslinę vertę. Kultūros paveldo objektuose – statiniuose esančios kilnojamosios istorinės ar meninės vertybės yra laikomos priklausiniais ir priskiriamos nekilnojamosioms kultūros vertybėms (Kutut 2014: 27).

Kadangi nagrinėjama tema yra labiau susijusi su nekilnojamuoju kultūros paveldu, reikėtų šiek tiek detaliau apžvelgti kas jį sudaro. Profesorius V. Kutut nekilnojamąjį kultūros paveldą apibrėžia kaip kultūros paveldo dalį, kurią sudaro praeities kartų pastatytos, įrengtos, sukurtos ar istorinių įvykių sureikšmintos išlikusios ar neišlikusios medžiaginės kultūros vertybės, tiesiogiai susijusios su užimama teritorija. Nekilnojamajam kultūros paveldui gali būti priskiriami:

- statiniai – pilys, rūmai, rotušės, bažnyčios, vienuolynai, mokyklos, gyvenamieji namai, dvarų sodybos, parkai ir kt.;
- urbanistikos paveldo objektai – istorinės miesto dalys, senamiesčiai, jų kvartalai, miesteliai;
- istorinių įvykių vietos - pastatai ir su jais susiję daiktai, objektai, kurie yra siejami su įžymiais valstybės veikėjais, rašytojais, menininkais, mokslininkais, jų gyvenimu, mokslo ir technikos istorija;
- vaizduojamoji monumentalistika - taikomosios ir dekoratyvinės dailės kūriniai, bei jų fragmentai (Kutut 2014: 27).

Taip pat reikėtų paminėti kas sudaro kultūros paveldą pagal Jungtinių Tautų švietimo, mokslo ir kultūros organizaciją (angl. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, toliau UNESCO). UNESCO yra viena iš svarbiausių tarptautinių paveldosaugos organizacijų, kuri rūpinasi kultūros paveldo priežiūra ir išsaugojimu visame pasaulyje. Ši organizacija 1972 m. priėmė Pasaulio kultūros ir gamtos paveldo apsaugos konvenciją (Pasaulio paveldo konvencija 2012-2021). Minėtas dokumentas yra laikomas vienu svarbiausiu ir plačiausiai pripažintu tarptautiniu paveldo apsaugos dokumentu. Jame pirmą kartą buvo apibrėžtos kultūros ir gamtos paveldo sąvokos bei kalbama apie pasaulio paveldą. UNESCO kultūros paveldu laikoma:

- paminklai: architektūros statiniai, monumentaliosios skulptūros ir tapybos kūriniai, archeologiniai elementai ar struktūros, užrašai, urviniai būstai ir įvairių savybių deriniai, turintys išskirtinę visuotinę vertę istorijos, meno ar mokslo požiūriu;
- pastatų grupės: atskiri ar sujungti pastatai, kurie savo architektūra, savo vienoje ar vietoje kraštovaizdyje turi išskirtinę visuotinę vertę istorijos, meno ar mokslo požiūriu;
- vietovės: žmogaus arba mišrūs gamtos ir žmogaus sukurti dariniai ir vietovės, įskaitant archeologines vietas, turintys išskirtinę visuotinę vertę istoriniu, estetiniu, etnologiniu ar antropologiniu požiūriu (Pasaulio kultūros ir gamtos... 2017).

Taigi, detaliau susipažinus su kultūros paveldo sudedamosiomis dalimis ir išnagrinėjus kelis apibrėžimus matome, kad ši sąvoka yra gana sudėtinga ir plati, todėl neturi vienos griežtos formuluotės. Mokslininkai, šios srities specialistai ir teisės aktai skirtingai interpretuoja ir apibrėžia kultūros paveldą, tačiau visi apibrėžimai yra gana panašūs ir akcentuoja tuos pačius aspektus. Apibendrinus pateiktus ir išnagrinėtus apibrėžimus galima sakyti, kad kultūros paveldas tai yra materialūs objektai ir nematerialios vertybės, kurios perduodamos iš kartos į kartą įgavo didelę kultūrinę ir istorinę reikšmę, bei tapo neatskiriama šalies ir visuomenės dalimi.

1.2. Paveldosaugos vystymosi Europoje apžvalga

Nuo pat seniausių kultūros atsiradimo laikų visuose kraštuose būdavo pavienių istorijos mėgėjų ar draugijų, tyrinėjusių ir kolekcionavusių gražiausius praeities meno kūrinius, senienas ar keistenybes, kurais dabar priimta vadinti kultūros paveldu. Mintis, kad reikia saugoti architektūros paveldą atsirado labai seniai, dar Antikoje. V a. Senovės Romoje buvo išleistas ediktas dėl imperijos senovinių statinių neliečiamumo (Glemža n.d). Nors tuo metu kultūros paveldo sąvoka buvo dar nežinoma ir nenaudojama, šis dokumentas gali būti laikomas pirmu ir seniausiu iš žinomų nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos teisės aktų. Toliau kultūros vertybių saugojimo idėjos vystėsi Renesanso epochos laikotarpiu. Susiformavusių humanistinių idėjų atstovai didelį dėmesį skyrė Antikos architektūrai ir dailei. Tačiau kultūrinio paveldo saugojimas nebuvo reglamentuotas jokiais įstatymais ar prižiūrimas įstaigų arba bendrijų.

Vienas iš pirmiausių bandymų apsaugoti kultūros paveldą yra XV a. popiežius Povilo II, o vėliau Siksto IV išleistos bulės, kurios gynė meno paminklus. Panašiu laiku, Italijoje, buvo paskelbti L. Battistos Albuti'o (Battista Albuti) patarimai, kaip remontuoti pastatus, ir reikalavimai, kaip saugoti paminklus. Virtuvijus ir Leonardo da Vinči savo traktatuose apie architektūrą ir meną taip pat skatino vertinti praeities palikimą. Prie to prisidėjo ir XVI a. Paladžio ir Serlio traktatai apie pastatus ir architektūrą. Tuo metu meno paminklais labiausiai rūpinosi dvasinio luomo atstovai, ypač popiežiai Leonas X, Paulius III ir Pijus IV. Tais laikais taip pat buvo atlikti ankstyvieji Romos Koliziejaus konservavimo darbai. Tai buvo vieni iš pirmųjų didelio masto paveldo išsaugojimo darbai. Vienas iš pirmųjų rimtesnių dokumentų reglamentuojantis

paveldo išsaugojimą „Paminklų apsaugos chartija“ buvo paskelbtas 1572 m. Anglijoje (Glemža 2002: 11).

Istorijos šaltiniuose yra minima, kad XVII a. Švedijos karalius išleido įsaką dėl karališkųjų pastatų ir vertybių saugojimo, o 1722 m. Rusijos caras Petras I paskelbė įsaką apie Bolgaro bokšto Kazanės gubernijoje saugojimą ir restauravimą. Autoriaus J. R. Glemžos manymu kultūros paveldo apsaugos idėjų atsiradimui ir plitimui nemažą įtaką turėjo archeologijos atsiradimas. Po Romos imperijos Pompėjos ir Herkulanumo miestų atradimo, archeologų įtakos dėka, architektūros paminklai pradkami suprasti kaip istorijos šaltiniai ir mokslo dokumentai. 1764 m. buvo išleista J. J. Vinkelmano knyga „Senovės meno istorija“, kuri skatino spartesnę menotyros plėtotę. Dėl padidėjusio susidomėjimo archeologija XVIII a. pabaigoje pradėjo kurtis pirmos archeologijos draugijos (Glemža 2002: 11).

Nepaisant padidėjusio susidomėjimo kultūros paveldu, bei pavienių statinių rekonstravimo ir saugojimo atvejais, galima teigti, kad vakarų Europoje paveldosauga susiformavo švietimo ir romantizmo epochų laikotarpiu. Būtent romantizmo epochos laikotarpiu taip vadinamas „senienas“ pradėjo savintis ne tik pavieniai asmenys ar šeimos, bet ir visa visuomenė ar jos dalis (Integruota architektūros paveldo... 2011: 5). Daug autorių, kurių tarpe yra ir J. R. Glemža, teigia, kad valstybinei kultūros paveldo apsaugai ir jai skirtiems įstatymams visoje Europoje pradžią davė didžioji Prancūzijos revoliucija. 1795 m. buvo paskelbta vertingų visuomeninių pastatų, karališkųjų rūmų, dvarų ir bažnyčių valstybinė apsauga. Prasidėjo visuomeninis architektūros paminklų vertinimas, o meno, istorijos ir mokslo paminklai buvo pavadinti paveldu (Glemža 2002: 11-12).

Vienas iš paveldosaugos idėjų kūrėjų prancūzų architektas ir inžinierius E. E. Viole le Diukas (Viollet le Duc) yra laikomas mokslinio restauravimo pradininku. Jis suformavo mintį, kad statinys turi būti vieno stiliaus ir kad restauravimas turėtų būti ne kas kita, kaip pradinio statinio stiliaus atkūrimas. Kitaip sakant E. E. Viole le Diuko pasiūlyta paveldotvarkos koncepcija teigė, kad architektas, vedamas vieningo stiliaus tikslo, galėjo nuo statinio pašalinti kitų istorinių epochų papildymus, o prarastas dalis atkurti detalėmis, nukopijuotomis nuo to paties ar kitų tos epochos pastatų (Integruota architektūros paveldo... 2011: 5). Paminklotvarkos darbams jis iškėlė tokius svarbiausius reikalavimus:

- būtina nuodugniai susipažinti su paminklu ir prieš restauravimo darbų pradžią jį moksliskai ištirti;
- būtina restauruojamąjį objektą lyginti su architektūros istorija, kitais to laikotarpio objektais;
- reikalinga restauravimo darbų vykdymo metodika (Kutut 2014: 32).

Minėti reikalavimai yra labai panašūs į šiuolaikinės paveldotvarkos taikomus metodus. Pirmą reikalavimą galima interpretuoti kaip būtinybę atlikti mokslinius tyrimus prieš pradedant darbų atlikimą, kas laikoma pačiu svarbiausiu žingsniu paveldo tvarkyme. Antras punktas teigia, kad restauruojant paveldo statinius neturi būti keičiama jų išorinė išvaizda, reikia parinkti medžiagas, kurios atrodo autentiškai ir pastatas turi harmoningai sietis su supančia aplinka. Trečias reikalavimas teigė, kad reikalinga darbų vykdymo metodika, kuri šiuolaikinėje paveldotvarkoje yra pakeista paveldo restauravimo projektu. Šios E. E. Viole le Diuko idėjos suformavo vieną iš dviejų tuo metu vyravusių paveldotvarkos kryptių – stilistinį restauravimą.

Antros vyraujančios paveldotvarkos krypties pradininku buvo anglų meno kritikas J. Ruskinas. Jis pasisakė prieš restauravimą. Pasak jo, vienintelės tinkamos paveldotvarkos priemonės yra priežiūra ir konservavimas. J. Ruskinas teigė, kad neįmanoma atkurti to, kas prarasta, o kas atkurta, nėra tai, kas buvo (Integruota architektūros paveldo... 2011: 6). Kitaip sakant restauravimo metu pastatas praranda savo autentiškumą, todėl reikia rūpestingai prižiūrėti paminklus, kad nereikėtų jų restauruoti.

Taigi kultūros paveldo saugojimo idėjos kilo ir labiausiai plito Anglijoje ir Prancūzijoje. Ten anksčiausiai pradėtos restauruoti bažnyčios ir pilys, bei buvo įsteigtos pirmosios valstybinės arba visuomeninės istorinių vertybių apsaugos institucijos. Tokiu būdu Europoje XIX a. pradžioje susiformavo dvi paveldosaugos kryptys:

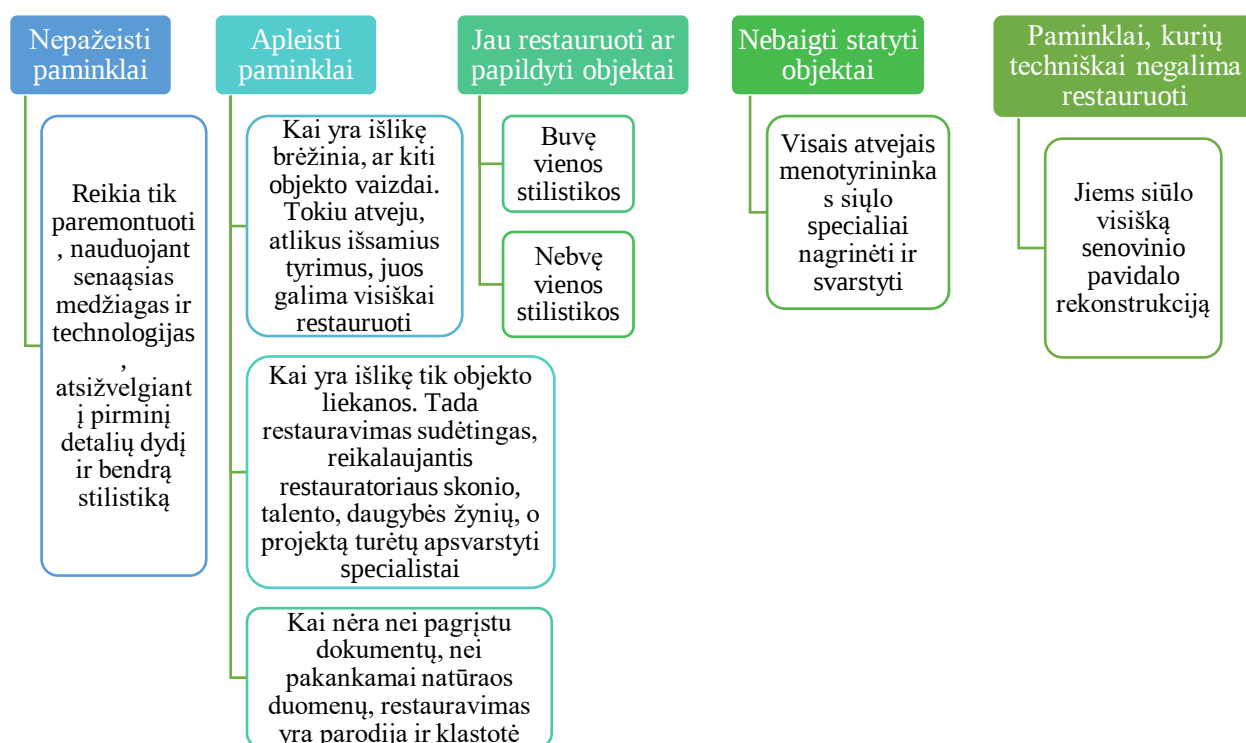
- „Prancūziškoji“, pasireiškusi modernėjimu, kaip pažangos suvokimu (stilistinis restauravimas);
- „Angliškoji“, kuri pasireiškė siekiu saugoti tradicijas ir glaudesniu ryšiu su praeitimi (konservavimas) (Kutut 2014: 32).

Kultūros paveldo išsaugojimo ir restauravimo idėjos plito ir kitose Europos valstybėse. Italų architektas C. Boito senovės statinius laikė ne tik meno kūriniiais, bet ir istoriniais dokumentais. Šis architektas statinius suskirstė į tris kategorijas – senovės, viduramžių ir šiuolaikinius. Jis manė, kad skirtingų grupių statiniai yra savaip ypatingi, todėl ir juos tvarkyti reikia skirtingais būdais. C. Boito senovės statinius laikė labai retais ir savaime vertingais, net menkiausia jų detalę jis laikė esmine jų pažinime, todėl jų restauravimui siūlė taikyti konservavimo metodą. Tokių darbų tikslas buvo apsaugoti pastatą nuo išorinių poveikių ir jeigu būtina sutvirtinti. Kalbant apie viduramžių statinius, C. Boito buvo linkęs sutikti, kad tokiems statiniams būtini remonto, sutvirtinimo, bei esant būtinybei, originalių medžiagų pakeitimo darbai. Jis manė, kad restauruojant viduramžių statinius, būtina išlaikyti jų vaizdingumą, tam tiko restauravimo metodas. Renesanso epochos pastatus C. Boito vadino šiuolaikiniais. Jis pritarė, kad restauruojant tokius pastatus reikia imituoti originalias formas, pakeičiant suirusius elementus, tačiau atkreipė dėmesį, kad tokių elementų

atkūrimo darbai galimi, jeigu jie pagrįsti patikimais šaltiniais. Apibendrinus minėtus samprotavimus, C. Boito 1883 metais suformavo šiuos paveldotvarkos darbų principus:

- Atskirti stilių tarp restauruojamų ir esamų statinio dalių;
- Atskirti medžiagiškumą tarp restauruojamų ir esamų statinio dalių;
- Vengti dekoruoti restauruotas statinio dalis;
- Eksponuoti šalia restauravimo metu pašalintas originalias statinio dalis;
- Panaudotose naujose medžiagose turi būti datos ar kito sutartinio ženklo žyma;
- Prie istorinio statinio turi būti pritvirtintas užrašas apie atliktus restauravimo darbus;
- Kiekviena restauravimo darbų fazė turi būti registruojama ir aprašoma. Toks darbų žurnalas turi būti saugomas restauruotame statinyje arba netoliese, viešojo vietoje. Šis reikalavimas gali būti pakeistas publikacija apie atliktus restauravimo darbus;
- Atlikti restauravimo darbai turi skirtis vizualiai (Integruota architektūros paveldo... 2011: 6-7).

Belgijos menotyrininkas Ch. Biulsas 1903 m. pasiūlė nustatyti paminklotvarkos darbų pobūdį pagal pačių objektų specifikacijas bei būklę (žr. pav. 1) ir paminklus skirstyti į penkias grupes (Kutut 2014: 33).



1 pav. Paminklotvarkos darbų pobūdžio suskirstymas pagal objektų specifiką ir būklę (Kutut 2014: 33)

C. Boito, remdamasis savo teiginiais, susikoncentravo į tai, kaip turi atrodyti restauruotas statinys. Kitas italų architektas, vienas žymiausių XX a. trečiojo dešimtmečio restauratorių G.

Džovanonis (Giovannoni) susistemino paminklotvarkos darbus ir 1924 m. suskirstė juos į penkias grupes:

- Konservavimas – tai techninės priemonės, kurios padidina pastatų patvarumą ir apsaugo jį nuo išorinių poveikių. Paviršiams išsaugoti ir sutvirtinti galima panaudoti mokslo ir technikos išradimus bei chemines priemones. Pagrindžiama galimybė būtinėms (bet ne naujiems) papildymams, kurių reikia, kad objektas būtų geriau išsaugotas ir sutvirtintas.
- Remonto-restauravimo darbai – yra taikytini norint visiškai sutvarkyti pastatą. Restauratorius turi išryškinti objekto visumos vertę, jo savitumą, nenaudodamas senųjų formų ar detalių. Atkurti senuosius elementus galima tik turint jų atkūrimo ir vietos įrodymų, tačiau atkurti elementai turi skirtis nuo autentiškų.
- Paminklo atidengimas ir išryškinimas – tai pereinamoji stadija į paminklo rekonstrukciją. Šiems darbams Džovanonis pritaria tada, kai antsluoksniai neturi meninės ir savarankiškos vertės bei reikšmės.
- Rekonstrukcija – yra vykdoma norint suteikti paminklui vientisą formą, papildant ir atkuriant trūkstamas jo dalis. Šiuos darbus Džovanonis sieja su paminklo išryškinimo ir atidengimo darbais, o rekonstrukcija yra jų tęsinys. Atstatomų elementų pagrindimo sąlygas jis skirsto į tris grupes: 1) kai nustatomos tikslios liekanos; 2) kai atstatymas grindžiamas dokumentais; 3) kai atstatymas atliekamas pagal logines išvadas ir analogijas.
- Atstatymas ir pritaikymas – tai suirusio ar apgriuvusio statinio atstatymas ar jo išplėtimas. Tokie darbai yra kraštutiniai, tiesiog liūdna būtinybė. Šioje srityje mokslininkai siūlo imtis griežto atsargumo priemonių ir pateikti paminklotvarkos darbų ribas (Glemža 2002: 14).

G. Džovanonio manymu restauratorius turi būti ir menininkas, ir mokslininkas, ir patyręs konstruktorius, ir visos gamybos vykdytojas, ir geras meistrų darbo organizatorius. Jis privalo turėti pakankamai žinių ir gebėjimų, kad galėtų kontroliuoti visą restauravimo procesą nuo tyrimų pradžios iki darbų užbaigimo. Tačiau vienam žmogui turėti tiek daug žinių ir sugebėjimų iš skirtingų sričių yra labai sudėtinga arba netgi neįmanoma. Todėl norint tinkamai atlikti paveldotvarkos darbus reikia užtikrinti visų sričių specialistų bendradarbiavimą. Atliekamų restauravimo darbų procesas turi susidėti iš istorinių ir meninių tyrimų, jų aprašymo, detaliai parengto techninio projekto, nuolatinės darbų priežiūros ir darbų fiksavimo. G. Džovanonio teiginiai apie restauravimo darbus yra labai vertingi, jie išliko aktualūs iki XX a. ir sudarė šiuolaikinio restauravimo pagrindą, bei buvo plačiai taikomi daugelyje Europos šalių (Glemža 2002: 15).

XX a. pradžioje Austrijos paveldotvarkos atstovai kartu su vyriausiuoju paminklų saugotoju Aloizu Rygliu (Alois Riegl) parengė paminklosaugos įstatymą kuris buvo priimtas 1903 m. Įstatymo autoriai pasisakė už paminklų konservavimą pabrėždami paminklų visuomeninę reikšmę ir istorinę vertę. 1916 m. Vokietijos meno istorijos profesorius C. Gurlitas (Gurlitt) išleido knygą „Apie architektūrą“ kurioje teigė, kad restauravimo procese reikia siekti mažiausių architektūros paminklo pakeitimų. Tais pačiais metais Rusijos akademikas P. Pokryškinas išleido „Senovės ir meno paminklų remonto trumpus patarimus“ kuriuose kalbėjo apie darbų atlikimo atsargumą, bei siūlė vengti restauravimo ir apsiriboti tik paprastu, atsargiu remontu. Taigi daugelyje Europos šalių išsiviravo konservatizmo paveldotvarkos kryptys (Glemža 2002: 15).

Kitas labai svarbus kultūros paveldo tvarkybos vystymosi etapas, kurį reikėtų paminėti yra tarpukaris. Po pirmojo pasaulinio karo nuniokotoje Europoje vėl padidėjo paminklosaugos reikšmė, buvo pradėta gelbėti ir restauruoti apgadintus paminklus. Karo metu apgriauti istoriniai miestai dažniausiai buvo atstatomi pagal ankstesnę jų formą, tačiau formuotos ir naujos struktūros, kuriose liko originalios statinių dalys. Tolesnei paveldotvarkos raidai svarbus įvykis buvo paneigta stilistinė restauracija ir suteikta pirmenybė paminklų konservavimui bei nuolatinei priežiūrai, vienodai gerbiant visų stilių ir laikotarpių architektūrą (Kutut 2014: 34). Būtent tada atsirado poreikis sujungti Europos šalių paminklosaugos specialistų ir restauratorių žinias ir pastangas, tokiu būdu sudarant bendrus tarptautinius paveldosaugos principus. Šiam tikslui pasiekti tarptautinė muziejų valdyba 1931 metais Atėnuose suorganizavo tarptautinį istorijos paminklų architektų ir technikų kongresą, kurio metu buvo priimtas pirmasis tarptautinis paveldosaugos dokumentas – Atėnų chartija (Glemža 2002: 15). Atėnų chartija buvo orientuota į paveldo konservavimą, o jos teiginiai tapo pirmaisiais universaliais paveldotvarkos darbų dėsniais (Integruota architektūros paveldo... 2011: 8).

Pokario metu antro pasaulinio karo neigiami padariniai kultūros paveldui sukėlė naują kultūros paminklų restauravimo ir atstatymo bangą. Dideliu atliekamų paveldotvarkos darbų kiekiu ypaatingai išsiskyrė Lenkija ir Rusija, kuriose po karo liko nuniokoti ne tik atskiri kultūros paminklai, bet ir ištisos miestų dalys. Tai 1948 m. Sovietų sąjungą paskatino vyriausybinio lygiu patvirtinti kultūros paminklų apsaugos nuostatus. Dideli paminklotvarkos darbai taip pat vyko Prancūzijoje, Belgijoje ir Vokietijoje. Skirtingų šalių atstovai, susirūpinę karo metu prarasto kultūros paveldo atkūrimu, 1945 m. suformavo tarptautinę švietimo, mokslo ir kultūros organizaciją UNESCO. (Kutut 2014: 35). UNESCO yra Jungtinių Tautų specializuota institucija, siekianti prisidėti prie pasaulio taikos ir saugumo stiprinimo, vystant bendradarbiavimą tarp tautų švietimo, mokslo, kultūros ir komunikacijos srityse (Apie UNESCO 2012-2021). Viena iš pagrindinių šios organizacijos veiklos sričių – pasaulio materialiojo ir dvasinio paveldo išsaugojimas ateities kartoms. Svarbiausia šios organizacijos funkcija, kultūros paveldo apsaugos

srityje, buvo rengti konvencijos ir rekomendacijos, kurios būtų atramos taškais kuriant paveldosaugos teisę ir realizuojant ją nacionaliniu lygiu (Kutut 2014: 35).

Atsižvelgiant į tai, kad kultūros ir gamtos paveldas yra ir kiekvienos tautos, ir visos žmonijos neįkainojama vertybė, 1972 metais UNESCO priėmė Pasaulio kultūros ir gamtos paveldo apsaugos konvenciją, kuri sutrumpintai vadinama Pasaulio paveldo konvencija. Šis dokumentas ragina nustatyti, apsaugoti, išsaugoti, pristatyti ir perduoti ateities kartoms išskirtinės visuotinės vertės kultūros ir gamtos paveldą. Konvenciją pasirašiusios šalys įsipareigojo skatinti mokslinius tyrimus ir imtis visų priemonių, padėsiančių paveldą įtraukti į kasdieninį vietos bendruomenės gyvenimą. Jau tada buvo suprantama, kad norint geriau prižiūrėti ir saugoti paveldo statinius reikia juos pritaikyti visuomenės poreikiams. Vienas svarbiausių konvencijos pagrindinių tikslų buvo parodyti atsakingą solidarumą ir bendrą tautų atsakomybę, saugant išskirtines žmonijos vertybes ir kultūrinę patirtį (Pasaulio paveldo konvencija 2012-2021). Tai vienas svarbiausių ir plačiausiai pripažintų tarptautinių paveldo apsaugos dokumentų, kuriame pirmą kartą buvo kalbama apie Pasaulio paveldą. Pasaulio paveldo konvencija apibrėžė visuotinės reikšmės kultūros ir gamtos paveldą ir tai, kaip ir kodėl jį reikia saugoti. Taip pat joje buvo apibūdinta struktūrinė ir administracinė nuostatų įgyvendinimo organizacija. Vadovaujantis priimta Konvencija buvo įkurtas ir Pasaulio paveldo komitetas, ir Pasaulio paveldo fondas. Nuo 1972 m. UNESCO, vadovaudamasi Pasaulio paveldo konvencija, pradėjo sudarinėti Pasaulio paveldo, bei Pavojuje esančio pasaulio paveldo sąrašus (Pasaulio paveldas 2012-2021).

UNESCO pasiūlymu 1956 m. buvo įkurtas kultūros vertybių tyrimo, konservavimo, restauravimo ir mokymo centras (angl. *International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property*) sutrumpintai ICCROM. Pagrindinis šios organizacijos tikslas yra pasiekti, kad paveldosauga taptų integruota istorinių miestų planavimo ir vystymo proceso dalimi, išmokyti planuoti bei valdyti nuolat besikeičiančius, paveldo būklę veikiančius ekonominius, socialinius, politinius ir kitus veiksnius, pagerinti paveldo tvarkybos darbų kokybę bei šviesti visuomenę. Ši organizacija yra pagrindinė UNESCO ekspertė paveldosaugos klausimais. Taip pat ICCROM kartu su kitomis organizacijomis dažnai organizuoja architektūros kursus. Nuo įkūrimo laikų kiekvienais metais rengia tarptautinius seminarus, konferencijas, apskaitos, inventorizacijos ir apsaugos informacinių sistemų, saugojimo technologijų mokymo kursus paveldosaugos srityje dirbantiems specialistams (Jurevičienė 2010: 46).

Pirmoji pokario tarptautinė kultūros paveldo specialistų konferencija įvyko 1957 m. Paryžiuje. Joje dalyvavo 25 šalių atstovai, konferencijos metu buvo aptarta to metu esanti kultūros paveldosaugos situacija ir problemos. Taip pat kalbėta apie bendrą tarptautinių paminklosaugos dokumentų priėmimo būtinybę. 1964 m. Venecijoje įvyko tarptautinis istorinių paminklų architektų ir technikų kongresas. Tai buvo antroji pokario konferencija, kurioje jau dalyvavo 60

valstybių specialistai iš viso pasaulio. Susirinkę specialistai svarstė paminklosaugos ir paminklotvarkos teoriją, konferencijos metu buvo praplėsti ir pritaikyti Atėnų chartijos teiginiai restauravimo ir atkūrimo srityse, kurie vėliau buvo perkelti į priimtą Tarptautinę Venecijos chartiją. Taip pat buvo nutarta įkurti Tarptautinę nevyriausybinę paminklosaugos specialistų ir restauratorių organizaciją – ICOMOS (angl. *International Council on Monuments and Sites*). 1965 m. Varšuvoje įsteigta ICOMOS organizacija tapo ir iki šiol yra oficialiu UNESCO ekspertu nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos klausimais (Kutut 2014: 35-36). ICOMOS priimtose chartijos, rekomendacijos ir kiti dokumentai tapo pagrindiniu nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos metodikos šaltiniu. Institucijos darbas yra pagrįstas Tarptautine paminklų ir vietovių konservavimo ir restauravimo chartija (Jurevičienė 2010: 47).

Vėliau Europoje kultūros paveldo apsaugai skirtos tarptautinės pastangos plėtėsi, apsauga rūpinosi po antro pasaulinio karo įkurtos tarptautinės tarpvyriausybės organizacijos: UNESCO, Europos Taryba, Europos Sąjunga, ICCROM ir nevyriausybė ICOMOS (Glemža 2002: 16). Minėtos organizacijos priėmė daugybę tarptautinių dokumentų, kurie sudarė šiuolaikinės paveldosaugos pagrindą, kadangi tokių dokumentų yra labai daug reikėtų paminėti, tik pačius svarbiausius.

Svarbiausi UNESCO priimti tarptautiniai dokumentai:

- Nacionalinės kultūros ir gamtos paveldo apsaugos rekomendacija (1972 m.);
- Pasaulio kultūros ir gamtos paveldo globos konvencija (1972 m.);
- Nelegalaus kultūros vertybių įvežimo, išvežimo ir nuosavybės teisės perdavimo uždraudimo konvencija (1970 m.);
- UNIDROIT konvencija dėl pavogtų ar ne- teisėtai išvežtų kultūros objektų (1995 m.);
- Povandeninio kultūros paveldo apsaugos konvencija (2001 m.);
- Nematerialaus kultūros paveldo apsaugos konvencija (2003 m.);
- Konvencija dėl kultūrų raiškos įvairovės ir apsaugos skatinimo (2005 m.) (Glemža 2002: 50-51).

Svarbiausi Europos Tarybos priimti kultūros paveldo apsaugos dokumentai:

- Europos kultūros konvencija (1954 m.);
- Europos architektūros paveldo apsaugos konvencija (1985 m., Grenada);
- Europos archeologijos paveldo apsaugos konvencija (patikslinta 1992 m., Valeta);
- Helsinkio deklaracija dėl kultūros paveldo išsaugojimo Europoje politinės svarbos (1996 m.);
- Kultūros paveldo reikšmės visuomenei pagrindų konvencija (2005 m.) (Kutut 2014: 36).

ICOMOS, tarptautinė nevyriausybė kultūros paveldo specialistų organizacija, taip pat priėmė keletą tarptautinių dokumentų-rekomendacijų, iš jų svarbiausi:

- Tarptautinė paminklų ir kompleksų konservavimo ir restauravimo chartija (1964 m.)
- Kultūrinio turizmo chartija (1976 m.);
- Istorinių želdynų chartija (1981m.);
- Istorinių miestų apsaugos chartija (1987 m.);
- Archeologinio paveldo apsaugos ir priežiūros chartija (1990 m.) (Kutut 2014: 36).

Tarp visų tarptautinių organizacijų priimtų įstatymų vienas svarbiausių, kurį reikėtų paminėti atskirai, yra Europos tarybos priimta Helsinkio deklaracija. Ji nusako dabartinės integruotos paminklosaugos, lygiateisės ir svarbios valstybių ekonominio, socialinio ir kultūrinio gyvenimo dalyvės kryptis ir reikšmę. Ši deklaracija atskleidžia kultūros paveldo vertę ir reikšmę, nusako jo išsaugojimo tikslus XX a. pabaigoje ir nustato tolesnes paveldo išsaugojimo ir naudojimo gaires XXI amžiuje. Pagal deklaraciją kultūros paveldas turi būti aktyvus valstybių, kraštų ir regionų subalansuotos ir tolygios plėtros dalyvis. Kultūros paveldo išsaugojimas turi būti harmoningai derinamas su jo naudojimu ir naujo gyvenimo kūrimu. Deklaracijoje numatoma svarbi kultūrinio turizmo reikšmė ir plėtimas (Glemža 2002: 17-18).

Taigi išnagrinėjus Europos kultūros paveldosaugos vystymosi istoriją matyti, kad pirmiausi kultūros paveldo statinių apsaugos atvejai buvo užfiksuoti dar viduramžių laikais. Tada paveldu labiausiai rūpinosi dvasinio luomo atstovai ir kartais menininkai arba architektai. Kultūros paveldo apsaugos idėjos aktyviai pradėjo vystytis XVIII a. pabaigoje ir XIX a. pradžioje, būtent tada atsirado pirmosios paveldosaugos kryptys, kurios laikui bėgant buvo plėtojamos ir tobulinamos kol galiausiai neevoliucionavo iki dabartinės galiojančios sistemos. Labai didelę įtaką paveldosaugos principų formavimuisi turėjo Prancūzijos ir Anglijos architektų idėjos. Būtent šiuose šalyse atsirado restauravimo ir konservavimo kryptys. Naujos atsiradusios idėjos buvo perimamos ir plėtojamos kitų šalių specialistų. XIX a. didelę įtaką paveldosaugos vystymuisi turėjo Italijos architektų darbai. Tuo laiku jau buvo susiformavusios tvirtos paveldosaugos idėjos ir buvo suprantama kultūros paveldo reikšmė ir jo išsaugojimo svarba.

Maždaug prieš šimtmetį kultūros paveldas pradėtas saugoti aktyviai ir sistemingai. XX a. antrojoje pusėje pradėjo kurtis tarptautinės organizacijos, pradėta rūpintis paveldo apsaugos klausimais ne vien atskirose šalyse, bet viso žemyno ir netgi pasaulio mastu. Viso pasaulio šalių specialistai, dalyvaudami neseniai įkurtų tarptautinių organizacijų veikloje, pradėjo ruošti įstatymų paketus, skatinti visuomenės susidomėjimą paveldu, saugoti ir atkurti paveldo paminklus. Būtent XX a. antrosios pusės tarptautinių organizacijų išleisti dokumentai sudarė dabartinės paveldosaugos ir paveldotvarkos pagrindą ir nustatė tolesnes jos vystymosi kryptis. Naujai besikuriančios, bei smulkesnės Europos valstybės, tarp kurių buvo ir Lietuva, kartu su kitomis Baltijos šalimis perėmė tuo metu Vakarų Europoje vyravusias tendencijas. Daugelyje Europos

šalių pradėjo kurtis valstybinės paveldo apsaugos organizacijos, bei formuoti paveldotvarkos įstatymų sistemos.

1.3. Paveldosaugos raida Lietuvoje

Lietuva turi ilgą ir gana sudėtingą paveldosaugos vystymosi istoriją. Panagrinėjus svarbiausius istorijos įvykius susijusius su kultūros paveldo apsauga, paveldosaugos raidos istoriją galima suskirstyti į keturis pagrindinius etapus. Pirmas etapas apima laikotarpį nuo paveldosaugos užuomazgų formavimosi iki pirmojo pasaulinio karo. Antras svarbus etapas, kurį vertėtų išskirti yra tarpukaris. Trečias etapas yra Sovietinės Rusijos okupacijos laikotarpis, kuris trūko nuo antro pasaulinio karo iki nepriklausomybės atkūrimo. Paskutinis, ketvirtas etapas, apima laikotarpį nuo nepriklausomybės atkūrimo ir tęsiasi iki dabar. Norint tinkamai išnagrinėti Lietuvos paveldosaugos istoriją toliau darbe bus detalai apžvelgti visų keturių etapų svarbiausi įvykiai.

Visuomeninės paveldosauginės sąmonės užuomazgas Lietuvoje galima fiksuoti nuo XVII a. Tuomet, kaip ir Vakarų Europoje, pradėta istoriškai-struktūriškai vertinti architektūrinį paveldą, skirti restauracijos, atnaujinimo ir perstatymo sąvokas, menines ir istorines objektų vertes (Čepaitienė 2005: 55). Tačiau paveldosaugos ir paveldotvarkos darbai Lietuvoje prasidėjo žymiai vėliau negu kitose Europos šalyse. Nagrinėjant Lietuvos istoriją aiškiai matosi, kad XVII-XVIII a. laikotarpiu praeities paveldu ir jo išsaugojimu dar nebuvo rūpintis. Tai akivaizdžiai rodo gotikinio ir renesansinio stiliaus bažnyčių barokizavimas. Po Abiejų Tautų Respublikos padalijimo Lietuva buvo prijungta prie carinės Rusijos imperijos ir neteko valstybinio savarankiškumo. Tuo metu sąlygų paminklosaugai atsirasti nebuvo, o carinės valdžios nepalankus požiūris į Lietuvos kultūrinį palikimą dar labiau blogino padėtį. Carinės Rusijos administracija nesirūpino Lietuvos kultūros paminklais ir netgi juos niokojo (Glemža 2002: 18).

Tuo metu jokių specialių paminklų apsaugai skirtų įstatymų dar nebuvo. Netiesiogiai šią sferą reglamentavo tik statybos statutas, kuris nuo griovimų ar perstatymų saugojo tik architektūros ir istorijos požiūriu vertingas senovines, t.y. ne vėlesnes nei XVIII a. pradžios, stačiatikių cerkves. Todėl okupuotose teritorijose naujoms statyboms kliudę seni pastatai buvo griaunami ar perstatomi (Čepaitienė 2005: 56). Taigi bažnyčias pradėta konvertuoti į cerkves arba kitokios paskirties objektus. Tokiu būdu buvo išniekinta daug Lietuvos bažnyčių, tame tarpe buvo ir paminklinę vertę turinčios Šv. Kazimiero ir Šv. Ignato bažnyčios Vilniuje, bei Vytauto ir Pažaislio bažnyčios Kaune. Viena didžiausių netekčių tapo 1800 m. Vilniuje nugriauti Žemutinės pilies Valdovų rūmai, miesto gynybinių sienų vartai ir sienos dalis (Glemža 2002: 18).

Nepaisant susiklosčiusios nepalankios situacijos XVIII a. pabaiga ir XIX a. pradžia yra laikoma domėjimosi Lietuvos kultūros paveldu pradžia. Tai liudija dailininkų piešiniai vaizduojantys Lietuvos pilis ir kitas vietas, bei pirmieji atlikti paveldosaugos darbai. Architektas

profesorius L. Stuoka-Gucevičius suprojektavo ir 1783 m. pradėjo vykdyti Vilniaus arkikatedros bazilikos klasicistinę rekonstrukciją. Taip pat yra žinoma, kad vadovaujant architektui G. Pusjė, 1816-1817 m. buvo konservuojami du Vilniaus Aukštutinės pilies bokštai ir stiprinamas šlaitas (Glemža 2002: 18).

1850 m. buvo įkurta Rusijos imperatoriškoji archeologijos komisija, tai paskatino tokios pat komisijos įkūrimą Lietuvoje. Tačiau 1855 m. įkurtos komisijos pagrindinė veikla buvo nesusisteminta, ji organizavo atskirų vietų archeologinius kasinėjimus. Laikinosios archeologinės komisijos pastangomis Vilniuje buvo įkurtas pirmas visuomenei skirtas Senienų muziejus. Nepaisant tam tikrų pasiekimų komisija gyvavo neilgai, tik 10 metų, nes po nesėkmingo sukilimo carinės valdžios represijos, nukreiptos prieš kultūrinę veiklą ir švietimą, ją likvidavo. Didelę reikšmę paminklosaugos idėjų vystymuisi turėjo 1892 m. Vilniuje įvykęs IX Rusijos archeologų kongresas, kurio metu buvo skaitomi pranešimai apie archeologiją, bei architektūros, meno ir istorijos paminklus. Tai sukėlė naują susidomėjimo paminklais bangą. Archeologas F. Pokrovskis sudarė Vilniaus, Gardinio, bei Kauno archeologinius žemėlapius, bei pirmą kartą buvo pradėti registruoti archeologijos objektai. Architektas M. Prozorovas 1888 m. parengė Trakų pilies konservavimo brėžinius, o 1895-1896 m. vyko Vilniaus Aukštutinės pilies rūmų sienos ir pamatų tvirtinimas (Glemža 2002: 19).

Kaimyninėse šalyse vykęs nacionalinis kultūrinis judėjimas darė didelį poveikį ir Lietuvai. XX a. pradžia yra laikoma paminklotvarkos darbų, pagrįstų „moksliniu restauravimu“ Lietuvoje pradžia. Pirmuoju objektu, kuriam išsaugoti ir jo architektūrinei vertei paryškinti taikyti ne vien paprasti remonto, bet ir konservavimo-restauravimo darbai, tapo Vilniaus Šv. Onos bažnyčia (Butkevičienė 2014: 37). 1905 m. Vilniuje buvo įkurta Lietuvos mokslo draugija. Vienas svarbiausių draugijos pasiekimų buvo 1911-1912 m. laimėta kova prieš Vilniaus carinę magistratą. Dėka J. Basanavičiaus pastangų buvo išsaugotas Vilniaus Aukštutinės pilies kalnas ir bokštas kur norėta įrengti vandentiekio rezervuarą ir kolektorių. O archeologui T. Daugirdui pavyko sustabdyti Kauno pilies griovimą. Tuo metu taip pat buvo pradėtas konservuoti Trakų salos pilies pietryčių bokštas (Glemža 2002: 19). XX a. pirmame dešimtmetyje Lietuvoje pradėjo formotis suvokimas, kad būtina pateikti tikslią informaciją apie atliktus architektūros paveldo objekto pakeitimus, tai rodo, V. Šukevičiaus parengta išsami Trakų pilyje atliktų darbų ataskaita. Tai reiškia, kad tuo metu Vakarų Europoje besiformuojančios mokslinės paveldotvarkos idėjos pasiekė ir carinės imperijos pakraščius (Butkevičienė 2014: 39). Taigi apžvelgus svarbiausius istorijos įvykius galima teigti, kad pirmam Lietuvos paveldosaugos vystymosi etapui labiausiai būdinga yra kova prieš Carinės Rusijos valdžios represijas ir kultūros paveldo niokojimą. Nors tuo metu sąlygos paveldosaugos vystymuisi buvo nepalankios, o politinė šalies situacija sudėtinga, pagal galimybes vis tiek buvo

atliekami kai kurių paveldo statinių tvarkybos darbai ir netgi yra užfiksuotas pirmųjų šios srities institucijų kūrimasis.

Antras Lietuvos paveldosaugos vystymosi etapas, kurį vertėtų išskirti yra tarpukaris. Šio laikotarpio metu dalis Lietuvos buvo okupuota Lenkijos, dėl to Vilniaus krašte kultūros paveldas buvo prižiūrimas ir tvarkomas kitaip negu likusioje šalies dalyje. Todėl būtų tikslingiau atskirai apžvelgti paveldosaugos situaciją nepriklausomybę atgavusioje Lietuvoje ir Vilniaus krašte. Atgavusi nepriklausomybę, Lietuvos valstybė ėmė rūpintis istoriniu praeities paveldu, 1919 m. buvo įkurta pirmoji Lietuvoje paveldo saugojimo institucija Valstybinė archeologijos komisija, kurios pagrindinis tikslas, buvo išsaugoti „Lietuvos praeities liekanas“ (Glemža 2002: 20). O pirmu žinomu Lietuvos valstybiniu kultūros vertybių apsaugos dokumentu yra laikomas Lietuvos Laikinosios revoliucinės vyriausybės 1919 m. nutarimas „Apie kultūros vertybių saugojimą“. Juo kreiptasi į darbininkus ir varginguosius sodiečius prašant saugoti kultūros židinius, nes jie priklauso visiems darbo žmonėms, raginta liautis grobstyti ir naikinti kultūros vertybes, neleisti jų išgabenti, imtis priemonių išsaugoti jas vietose (Čepaitienė 2005: 62-63). Tuo metu didelį susirūpinimą dėl archeologijos paminklų apsaugos išreiškė archeologas P. Tarasenka, o kiek vėliau archeologas generolas V. Nagevičius. P. Tarasenos 1928 m. paskelbti darbai „Lietuvos archeologijos medžiaga“ ir „Lietuvos archeologijos žemėlapis“ buvo didžiausi to meto archeologijos paminklų apsaugos laimėjimai. Tuo metu visuomenėje kilo poreikis turėti kultūros paminklų apsaugos įstatymą, kur būtų numatytos reikiamos juridinės teisės ir sąlygos. Tokio įstatymo projektas buvo rengiamas Švietimo ministerijoje nuo 1926 m. Per nepriklausomybės laikotarpį buvo parengti du išsamesni projektai, bet jie liko Seimo nesvarstyti (Glemža 2002: 21).

Nepaisant naujai įkurtos paveldosaugos institucijos pastangų, dėl teisinės sistemos trūkumo esama architektūros objektų apsauga buvo nepakankama ir kėlė nerimą Lietuvos inteligentams. Z. Ivinskis atkreipė dėmesį į pernelyg romantinį pastatų traktavimą, falsifikuotą datavimą ir tikslų mokslinių tyrimų stoką. Ne tik žodžiais, bet ir darbais prie padėties gerinimo prisidėjo A. Mošinskis, parengęs ir publikavęs paminklų apsaugos ir apskaitos nurodymus. Tačiau pavienių entuziastų darbai negalėjo užpildyti kultūros paveldo apsaugos įstatymo ir tvarką prižiūrinčių institucijų nebuvimo spragos. Kultūros paveldo padėtis buvo prasta, istorinės vertės pastatai buvo griauunami, neprižiūrimi arba restauruojami netinkamu būdu. Prastą architektūros paveldo padėtį geriausiai atskleidžia architekto A. Mošinskio „Naujojoje Romuvoje“ išdėstyti faktai, liudijantys, kad per dvidešimt Lietuvos nepriklausomybės metų iš penkių šimtų bažnyčių ir koplyčių daugiau kaip trečdalis buvo drastiškai sužalotos jas remontuojant ir prarado didelę dalį turėtos vertės (Butkevičienė 2014: 45-46).

Stengiantis pagerinti tuo metu esančią padėtį Vytauto Didžiojo kultūros muziejus 1936 m. priėmė įstatymą ir 1937 m. muziejaus statutą, pagal kuri muziejuje buvo įsteigta Lietuvos

paminklų konservatoriaus pareigybė ir skyrius. Šiuo įstatymu Vytauto Didžiojo kultūros muziejus perėmė Lietuvos kultūros paminklų apsaugą. Muziejui perimus kultūros paveldo priežiūros iniciatyvą buvo sustabdytas bažnyčių griovimas, pradėta kontroliuoti Kaune atliekamus restauracijos darbus bei gelbėti nuo sunykimo šalies pilis. Paminklotvarkos darbams vadovavo Kaune gyvenantys architektai, istorikai ir archeologai, tačiau dauguma iš jų buvo tik šios srities mėgėjai. Pagrindinė darbų kryptis buvo konservavimas su nežymiu fragmentiniu restauravimu (Glemža 2002: 22).

Tuo pačiu metu lenkų okupuotame Vilniaus krašte padėtis buvo kur kas geresnė. Lenkijoje 1920 m. jau buvo susiformavusios kultūros ir architektūros paveldo saugojimo ir tvarkymo tradicijos. Vilniaus krašte po okupacijos įsigaliojo Lenkijos valstybinė paveldosaugos sistema. 1922 m. buvo įsteigta Vyriausiojo paminklų konservatoriaus įstaiga, kuri rūpinosi architektūros objektų moksliniais tyrinėjimais ir tvarkymu. Šios institucijos iniciatyva Vilniuje buvo atlikti ypatingai sudėtingi Vilniaus katedros pamatų sutvirtinimo darbai, tyrinėti, konservuoti ir restauruoti Gedimino pilies griuvėsiai, atlikti nedidelės apimties Vilniaus universiteto ir Bernardinų vienuolyno restauravimo darbai, suremontuota arkikatedra bazilika, tvarkytos Trakų, Sudervės, Šumsko bažnyčios ir kai kurie kiti architektūros paveldo objektai. Vieni reikšmingiausių darbų buvo nuoseklūs Trakų salos pilies tyrimo, konservavimo ir restauravimo darbai (Butkevičienė 2014: 47). Vilniuje 1925 m. įvyko architektūros paminklų konservatorių suvažiavimas. Iš Lenkijos atvykę specialistai smarkiai išplėtė paminklosaugos darbų sritį. Į paveldo tyrimo ir konservavimo darbus buvo įtraukti žymūs dailės istorikai. Paminklotvarkos darbai Vilniaus krašte buvo atliekami remiantis moksliniais principais, dominavo konservavimo darbų kryptis (Glemža 2002: 24).

Vilniaus krašte 1919-1930 m. atliktų darbų suvestinė buvo paskelbta leidinyje „Ochrona zabytków sztuki“. Iš minėtos suvestinės matyti, kad Vilniuje per 10 metų buvo konservuota ir restauruota 21 nuo karo nukentėjusiu ar buvusiu blogos būklės bažnyčių ir 11 civilinių pastatų. Paveldotvarkos darbai buvo atliekami ne tik Vilniuje, taip pat buvo remontuoti ir periferijos objektai – 7 bažnyčios: Sudervėje, Šumske, Trakuose ir kitur, bei 4 civiliniai pastatai Verkiuose, Trakuose ir Medininkuose (Glemža 2002: 24).

Lietuvai atgavus Vilniaus kraštą 1939 m. pabaigoje, vadovavimą paminklosaugai perėmė Vytauto Didžiojo kultūros muziejus. Vilniaus ir Trakų pilių tyrimo ir restauravimo darbai buvo toliau tęsiami. Juos vykdė iki tol dirbę lenkų restauratoriai, bet darbus finansavo jau Lietuva. 1940 m. birželio mėnesį sovietams okupavus Lietuvą, liepos 20 d. vadinamoji Liaudies vyriausybė, gerokai apkarpiusi 1939 m. parengtą projektą, priėmė Lietuvos kultūros paminklų įstatymą, pagal kurį buvo įsteigta savarankiška Kultūros paminklų apsaugos įstaiga. Minėta įstaiga telkė dėmesį į kultūros paminklų apskaitą, pagal savo jėgas dalyvavo inventorizuojant kultūros paminklus

nacionalizuojamuose dvaruose. Tuo metu taip pat buvo priimti ir svarbūs poįstatyminiai aktai: Kultūros paminklų apsaugos taisyklės ir Kultūros paminklų registravimo įsakymas. Tačiau nepaisant įdėtų pastangų Lietuva į sovietinį laikotarpį įžengė nespėjus suformuoti tvirtos paveldo apsaugos sistemos (Glemža 2002: 22-25).

1940 m. Lietuvą okupavus sovietams prasidėjo trečiasis Lietuvos paveldosaugos istorijos vystymosi etapas. Tada visose gyvenimo srityse, tame tarpe ir kultūros paveldo, greitai prasidėjo radikalūs pasikeitimai. Šio laikotarpio pradžioje buvo įkurta paminklų apsaugos įstaiga, priimtas ankščiau minėtas Lietuvos SSRS paminklų apsaugos įstatymas bei išleisti kultūros paminklams saugoti ir kultūros paminklams registruoti įsakymai. Tačiau oficialus rūpinimasis paveldosauga buvo tik tikrą poziciją maskuojanti priedanga, kadangi minėti įstatymai tapo priedanga, po kuria vyko religinio meno kūrinių, koplyčių, koplytėlių, šventųjų skulptūrų naikinimo akcijos. Taip pat smarkiai nukentėjo dvarai, dalis jų turto buvo perduota muziejams, tačiau nemažai vertingų baldų, antikvarinių daiktų bei paveikslų išgrobstė sovietų armijos kariai ir saugumiečiai, todėl didžioji dalis šių vertybių buvo išvežta į Rusiją (Butkevičienė 2014: 48-49).

Akivaizdu, kad karo metams būdingi ne paveldo saugojimo, o griovimo procesai. 1941 ir 1944 m. vykę koviniai mūšiai tiesiogiai prisidėjo prie nemažos dalies istorinių pastatų sunaikinimo (Butkevičienė 2014: 50). Per nuožmias kautynes miestų gatvėse artilerija apgriovė Vilniaus Aukštutinės pilies bokštą, apnaikino Vilniaus ir Klaipėdos senamiesčių kvartalus ir juose esančias bažnyčias. Vykstant karo veiksams, buvo apgriautos Raudonės ir Raudondvario pilys, Šiaulių Šv. Petro ir Povilo bažnyčia, Raseinių vienuolynas ir Suvalkijos miestų paminkliniai objektai (Kutut 2014: 41). 1944 m. sugrįžę sovietai netrukus tęsė planingą religinių ir buržuazinių paminklų likvidavimo veiklą. Per kelerius metus buvo sunaikinta daugiau kaip 500 įvairių paminklų, skulptūros ir architektūros objektų. Tačiau kultūros paminklų įvairaus pobūdžio griovimas ir žalojimas nėra vieninteliai veiksmai, apibūdinantys kultūros paveldo būklę pirmuoju Lietuvos okupacijos dešimtmečiu. Reikia paminėti, kad tuo metu buvo pradėta atstatyti per karą apdegusi ir apgriuvusi Šiaulių Šv. Petro ir Pauliaus bažnyčia, tai yra vienintelis unikalus architektūros paminklo atstatymo atvejis tais laikais. 1948 m. spalio 14 d. Maskvoje SSRS Ministrų taryba priėmė nutarimą „Dėl priemonių kultūros paminklų apsaugai gerinti“. Remiantis šiuo dokumentu, buvo patvirtinti nauji kultūros paminklų apsaugos nuostatai ir nutarta visose Sovietų Sąjungos respublikose steigti tyrimo ir restauravimo organizacijas (Butkevičienė 2014: 51).

Pokario metu Vilniuje ir Klaipėdoje nebuvo vertinamas istorinis ir architektūrinis senamiestis, karo nuniokoti senamiesčių pastatai buvo neremontuojami ir kartais netgi griaujami (Kutut 2014: 41). Tuo metu situacija buvo sudėtinga, kadangi paveldas buvo tvarkomas gana stichiškai, neturint aiškių teorinių paveldotvarkos gairių. Galimybės plačiau susipažinti su didele šios srities patirtį turinčių šalių teorija irgi nebuvo, todėl daug ką teko atrasti iš naujo, neišvengiant ir klaidų

kartojimo (Butkevičienė 2014: 62). Tačiau situacija pagerėjo 1949 m. Lietuvos Vyriausybei priėmus kultūros paminklų apsaugos nuostatus ir nutarimą pagerinti kultūros paminklų apsaugą Lietuvoje. Nuo tada paveldosauga buvo tvarkoma pagal sovietinę administracinę sistemą, iš pradžių decentralizuotai, todėl už skirtingų kultūros paveldo rūšių prižiūrą atsakė skirtingos tuo metu veikusios įstaigos. Tačiau vėliau Meno reikalų valdyba bei Kultūros ir švietimo įstaigų komitetas buvo reorganizuoti į Kultūros ministeriją. 1950 m. Vyriausybės nutarimu buvo įsteigta pirmoji Lietuvos istorijoje paminklotvarkos darbų organizacija – mokslinės restauracinės gamybinės dirbtuvės (toliau MRGD). MRGD tapo pirmąją gana nuosekliai Lietuvos architektūros paveldu besirūpinusia ir jį tvarkiusia institucija (Butkevičienė 2014: 52).

Šitaip prasidėjo architektūros ir tvarkymo raida Lietuvoje. Nuo 1963 iki 1990 m. visų kultūros paminklų apsauga rūpinosi Kultūros ministerija. Tuo metu Vyriausybė, įsteigusi Muziejų ir kultūros paminklų apsaugos valdybą, atskyrė respublikinės ir vietinės reikšmės kultūros paminklus. Vietinės, o vėliau ir respublikinės reikšmės archeologijos ir dailės paminklų sąrašus Vyriausybė įpareigojo tvirtinti Kultūros ministeriją. Pirmasis respublikinės reikšmės architektūros paminklų sąrašas, kuriame buvo 196 objektai, kompleksai ir ansambliai buvo patvirtintas 1961 m. XX a. septintajame dešimtmetyje taip pat buvo patvirtinti respublikinės ir vietinės reikšmės architektūros ir istorijos paminklų sąrašai. Aštunto dešimtmečio pradžioje buvo patvirtinti respublikinės ir vietinės reikšmės archeologijos ir dailės paminklų sąrašai. O 1969 m. buvo patvirtintas pirmas urbanistikos paminklų sąrašas kuri sudarė 61 objektas (Kutut 2014: 42).

Septintajame dešimtmetyje taip pat atsirado galimybių steigti seniai planuotas paminklosaugos tarnybas įvairiose vietovėse. Todėl 1966 m. buvo įkurta Kultūros paminklų apsaugos inspekcija Vilniuje, o šiek tiek vėliau Klaipėdoje ir Kaune. 1969 m. valstybiniuose muziejuose buvo įsteigtos paminklosaugos mokslinių bendradarbių pareigybės ir jau nuo 1975 m. buvo plečiamos taip, kad po vieną darbuotoją būtų visų rajonų Kultūros skyriuose. Kultūros ministerijai pavaldžios MRGD, išplėtusios savo veiklą, 1969 m. buvo reorganizuotos į Paminklų restauravimo valdybą. Tais pačiais metais, šioje sistemoje, tyrimo ir projektavimo darbams buvo įsteigtas Paminklų konservavimo institutas. Taigi su Kultūros ir Finansų ministerijų parama buvo susiformuota tobulesnė paminklosaugos sistema. Tokia valstybinė paminklotvarkos įstaigų sistema egzistavo iki 1990 m (Kutut 2014: 42).

Pokario laikotarpis buvo gana organizuotas ir palyginti planingas paveldotvarkos darbų etapas. Tačiau sovietinė komandinio valdymo sistema ir centralizuotos ekonomikos planavimas turėjo neigiamą įtaką paveldotvarkai. Kadangi planų vykdymas neigiamai veikė darbų kokybę, nes kartais pasitaikydavo neatliktų darbų prirašymų. Taip pat prastą darbų kokybę lemdavo ir to laiko prasta medžiagų kokybė. Kai kurie darbų vykdytojai nebuvo tinkamai pasirengę, trūko specialistų bei kvalifikuotos darbo jėgos. Ne visuose objektuose buvo atlikti reikiami kompleksiniai tyrimai

ir buvo parengtos tik nedaugelio objektų atliktų paveldotvarkos darbų ataskaitos. Tačiau šis laikotarpis turėjo taip pat ir nemažai teigiamos įtakos paveldosaugos vystymuisi, kadangi jo metu susikūrė gyvybinga kultūros paminklų tyrimo, paminklotvarkos darbų projektavimo ir jų įgyvendinimo organizacijų sistema. Maždaug kas penkis metus buvo analizuojama ir aptariama restauratorių veikla ir jos rezultatai, o nuo 1959 m. kas dveji, treji metai vykdavo Pabaltijos respublikų paminklosaugos ir paminklotvarkos konferencijos, nagrinėjusios veiklos rezultatus ir problemas. Nuo 1962 m. buvo planingai organizuojamos komandiruotos, bendradarbiauta su kaimyninių ir kitų Sovietinės sąjungos šalių paminklų restauravimo organizacijomis ir specialistais. Per šį laikotarpį sutvarkyta daugiau nei 300 kultūros paminklų. Taip pat ilgalaikių tyrimų dėka buvo sukaupta informacija apie Lietuvos kultūros paveldo paminklus (Glemža 2002: 34).

Ketvirtas Lietuvos paveldosaugos raidos etapas prasideda nuo nepriklausomybės atkūrimo. Tačiau svarbus paveldosaugos sistemos pakeitimai prasidėjo šiek tiek ankščiau. 1989 m. Vyriausybė sudarė komisiją, kuri turėjo peržiūrėti paminklosaugos ir paminklotvarkos sistemas ir jų darbo kryptis. To dėka Lietuvai atgavus nepriklausomybę Seimas 1990 m. liepos 30 d. priėmė Kultūros paveldo apsaugos inspekcijos laikinąjį įstatymą ir įsteigė Kultūros paveldo apsaugos inspekciją. Taip pat prie Vyriausybės buvo įsteigtas Paminklotvarkos departamentas. Būtent šios dvi naujos institucijos perėmė visą Lietuvos paveldosaugos valdymą. Pradėtas rengti naujas Nekilnojamųjų kultūros vertybių apsaugos įstatymo (toliau NKPAĮ) projektas, kuris rėmėsi Europos valstybių įstatymų pavyzdžiais. NKPAĮ buvo parengtas 1993 m. ir 1994 m. gruodžio 22 d. ir priimtas Seime (Glemža 2002: 34-35). Šis įstatymas yra vienas iš pagrindinių šiuolaikinės paveldosaugos sistemos dokumentų, jo naujausia galiojanti redakcija yra naudojama ir šiandien.

Priimtas NKPAĮ iš esmės pakeitė iki tol galiojusį reglamentavimą, kuomet pagrindinės paveldosaugos valdymo sistemos funkcijos buvo sutelktos vienoje institucijoje – Lietuvos Respublikos kultūros paveldo inspekcijoje (Kultūros paveldo apsauga... 2019). Laikantis priimto NKPAĮ, buvo reorganizuota paminklosaugos valstybinio valdymo sistema. Kultūros paveldo apsaugos inspekcija ir Paminklotvarkos departamentas buvo sujungti į naują Kultūros vertybių apsaugos departamentą (toliau KVAD). Pagal priimtą įstatymą Departamentui prie Kultūros ministerijos priklauso apskričių teritoriniai padaliniai ir Kultūros paveldo centras, atliekantis kultūros vertybių apskaitą. Pastarasis yra juridškai ir finansiškai gana savarankiška paminklosaugos institucija. Pagal naująjį įstatymą taip pat buvo įsteigta ir Valstybinė paminklosaugos komisija, kuri nustato valstybės paminklosaugos politiką ir strategiją bei atlieka Valstybės eksperto funkciją (Kutut 2014: 43).

Pagal naująjį įstatymą KVAD atliko planavimo, vykdymo ir kontrolės funkcijas, todėl kilo pagrįstų abejonių dėl veiklos skaidrumo ir efektyvumo. 1997 m. kovo 27 d. įstatymo pakeitimas

numatė Lietuvos Respublikos kultūros ministro atsakomybę už kultūros vertybių apsaugą perduoti KVAD direktoriui, taip pat atsisakyta apskaitos, ekspertizės ir kontrolės tarnybų. Įstatyme buvo numatytas ir savivaldybių įsipareigojimas steigti atitinkamas tarnybas arba pareigybes įstatyme numatytoms funkcijoms atlikti, tačiau nebuvo detaliau reglamentuotas kultūros vertybių apsaugos administravimas savivaldybėse (Kultūros paveldo apsauga... 2019).

Vienų iš svarbiausių įvykių šalies paveldosaugos raidos istorijoje tapo Lietuvos prisijungimas prie UNESCO ir ICCROM tarptautinių organizacijų 1992 m. Įsitraukus į tarptautinių organizacijų veiklą Lietuva šitaip prisijungė prie Pasaulio kultūros ir gamtos paminklų konvencijos. Netrukus 1993 m. buvo įkurtas ir ICOMOS Lietuvos nacionalinis komitetas. Nuo tų pačių metų Lietuva dalyvauja Europos Tarybos Kultūros paveldo komiteto veikloje, o 1994 m. Estija, Latvija ir Lietuva įkūrė Baltijos kultūros paveldo apsaugos valstybinio valdymo institucijų bendros veiklos koordinacinį komitetą, kuris organizuoja koordinacinius pasitarimus (Kutut 2014: 43). Tokiu būdu buvo suformuoti draugiški ryšiai su tarptautinėmis organizacijomis ir kaiminėmis šalimis. Šie įvykiai yra ypač svarbūs, nes jų dėka Lietuva gavo galimybę perimti ir plačiau naudotis kitų šalių žiniomis ir patirtimi, kas turėjo didelę įtaką rengiant naujus dokumentus ir jau priimtų įstatymų naujas redakcijas bei formuojant dabartinę paveldosaugos sistemą.

Dar vienas iš pagrindinių Lietuvos paveldosaugos sistemą reglamentuojančių dokumentų yra 1993 m. priimtas Saugomų teritorijų įstatymas. Šiame įstatyme kultūros paveldo apsauga susieta su aplinkos apsauga, dėl to minėto įstatymo nuostatai ne visada derinasi su NKPAĮ. Taip pat vertėtų paminėti Kilnojamųjų kultūros vertybių apsaugos įstatymą kuris buvo priimtas 1996 m., kadangi tai yra dar vienas svarbus dokumentas. Kartais naujai įkurtų įstaigų darbo sritys dubliavosi, o atskirų įstatymų nuostatai ne visada derinasi. Tačiau 1996 m. jau buvo sukurta Lietuvos kultūros paveldo apsaugos sistema turinti pakankamą juridinį pagrindą (Glemža 2002: 35). Taigi panagrinėjus pateiktą medžiagą galima daryti išvadą, kad XX a. pabaigoje Lietuvoje jau susiformavo individuali paveldosaugos sistema, kurią sudarė anksčiau minėti įstatymai ir įkurtos įstaigos.

Po nepriklausomybės atkūrimo remiantis Europos šalių patirtimi buvo sukurta nauja paveldosaugos įstatyminė bazė, peržiūrėti ankstesni kultūros paminklų sąrašai, sudarytas kultūros vertybių registras. Buvo tobulinama paminklosaugos ir paminklotvarkos specialistų atestacijos tvarka. Tačiau priimtų įstatymų įgyvendinamas ir jais paremtų projektų derinimas ir leidimų išdavimo eiga buvo prastoka, taip pat buvo nepakankamai kontroliuojama kultūros vertybių apsauga. Dėl to kartais vertybės būdavo netinkamai saugojamos ir netinkamai panaudojamos dabarties visuomenės poreikiams. Bandant išspręsti iškilusias problemas 2001-2002 m. prasidėjo įstatymų peržiūra. Pradėta koreguoti ir tobulinti įstatymus, stengiantis, kad paveldosaugos institucijų veikla būtų kokybiškesnė ir rezultatyvesnė. Taigi 2002 m. pradžioje buvo parengti du

nauji projektai. Pirmąjį įstatymą rengė KVAD, jame siūlyta tobulinti ir sujungti Nekilnojamųjų ir Kilnojamųjų kultūros vertybių apsaugos įstatymus. Antrąjį projektą parengė Kultūros ministerija ir Valstybinės paminklosaugos komisija, jis buvo skirtas nekilnojamųjų kultūros vertybių apsaugai. Šis projektas buvo patvirtintas ir tapo pirmąjį įstatymo redakcija (Glemža 2002: 36;42).

Pagal savo ekonomines galimybes valstybė rėmė paminklosaugos ir paminklotvarkos darbus ir jų programas. Į darbus palaipsniui pradėjo įsitraukti savivaldybės ir pavieniai užsakovai. Atskirai iš valstybės biudžeto buvo finansuojami Vilniaus pilių komplekso tyrimo ir tvarkymo darbai, o nuo 2002 m. ir Žemutinės pilies Valdovų rūmų atkūrimas. Nuo 1998 m. KVAD stengėsi, kad paminklotvarkos darbų programose aktyviau dalyvautų ir finansiškai jas paremtų vertybių savininkai. Būtina pabrėžti, kad, palyginti su sovietmečiu, labai pagerėjo paminklotvarkos darbų kokybė, kadangi atsirado didelis specialiai paminklotvarkos darbams skirtų ir užsienyje patentuotų kokybiškų medžiagų pasirinkimas (Glemža 2002: 42).

Naujai sukurta sistema nebuvo tobula, todėl nuo 2000 m. iki dabar ji buvo, ir vis dar yra pastoviai koreguojama ir tobulinama. Nuo 2000 metų buvo priimtas dvidešimt vienas NKPAĮ pakeitimas. Vienas svarbiausių pakeitimų buvo 2004 m. rugsėjo 28 d. priimta įstatymo redakcija po kurios nuo 2005 m. balandžio 20 d. įsigaliojo naujas NKPAĮ. Rengiant naująjį NKPAĮ buvo siekiama „sukurti paveldosaugos valdymo ir reguliavimo sistemą, kuri leistų artimiausią dešimtmetį išvengti papildomų pertvarkymų, būtų suderinti urbanistinės plėtros ir paveldosaugos, visuomenės ir paveldo savininkų interesai“. Taip pat buvo siekiama racionaliai paskirstyti funkcijas tarp Kultūros ministerijos, Aplinkos ministerijos, regionų ir savivaldybių. Tačiau nepaisant to, kad priėmus naują įstatymo redakciją buvo siekiama išvengti papildomų pertvarkymų jau 2008 m. buvo priimtas reikšmingas NKPAĮ pakeitimas ir papildymas, kuriame buvo patikslinta „apsaugos reglamentas“ sąvoka. Priimta Nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos įstatymo redakcija praplėtė apsaugos reglamentų rengimo atvejus, numatant, kad toks dokumentas rengiamas visuomet, nepriklausomai nuo to, ar kultūros paveldo objektas yra skelbiamas, ar paskelbtas saugomu (Kultūros paveldo apsauga... 2019).

2004 m. taip pat buvo priimtas Lietuvos Respublikos Valstybinės kultūros paveldo komisijos įstatymas. Šiuo įstatymu Valstybinės paminklosaugos komisijos pavadinimas buvo pakeistas į Valstybinės kultūros paveldo komisijos pavadinimą. Iki priimant NKPAĮ paveldosaugos srityje veikusiai Valstybinės paminklosaugos komisijai buvo suteiktos kultūros vertybių apsaugos valstybinės politikos formavimo ir šios politikos įgyvendinimą kontroliuojančios institucijos funkcijos. Priėmus NKPAĮ Valstybinei kultūros paveldo komisijai buvo paliktos tik patariamąjo ir ekspertinio organo funkcijos. O 2017 m. birželio 30 d. NKPAĮ pakeitime numatyta, kad Valstybinė kultūros paveldo komisija yra Seimo, Respublikos Prezidento ir Vyriausybės ekspertė

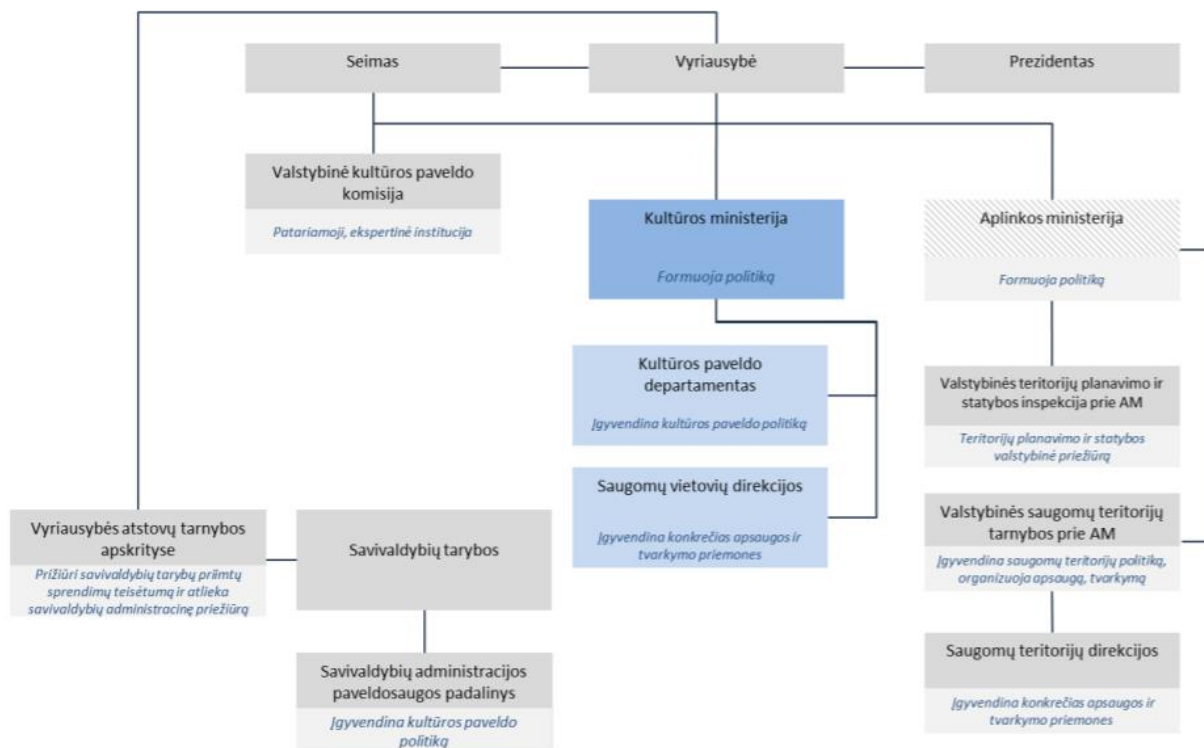
ir patarėja ne tik kultūros paveldo apsaugos politikos, bet ir jos įgyvendinimo, vertinimo ir tobulinimo klausimais (Kultūros paveldo apsauga... 2019).

Dar keli svarbus NKPAĮ pakeitimai kuriuos reikėtų paminėti buvo priimti 2016 ir 2019 m. 2016 m. pakeitime buvo praplėstos kultūros ministro funkcijos, nurodant, kad kultūros ministras tvirtina Nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos specialistų (tyrėjų, projektuotojų, paveldosaugos ekspertų) atestavimo komisijos nuostatus ir jos sudėtį – iki pakeitimo atestavimą organizuodavo Kultūros paveldo departamentas (toliau KPD). Šis pakeitimas yra svarbus, nes iki pakeitimo KPD organizuodavo atestavimą, išduodavo tiems patiems atestuotiesiems specialistams leidimus bei kontroliuodavo tų pačių atestuotų specialistų projektų įgyvendinimą. O naujausiame 2019 m. įstatymo pakeitime buvo praplėstos kultūros ministro funkcijos – numatyta atsakomybė organizuoti paveldotvarkos programų įgyvendinimą, patikslintos KPD funkcijos, numatančios, kad KPD naudoja valstybės biudžeto lėšas veiklai, susijusiai su nekilnojamojo kultūros paveldo apsauga (neįskaitant paveldotvarkos programų). Pakeitime taip pat numatyta, kad KPD rengia nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos programas ir organizuoja jų įgyvendinimą. (Kultūros paveldo apsauga... 2019).

Analizuojant dabartinę paveldo tvarkybą matyti, kad pagal NKPAĮ kultūros paveldo objekto tvarkybą atliekama:

- pagal tokiam objektui nustatytus paveldosaugos reikalavimus;
- pagal kultūros paveldo statinio tvarkomųjų statybos darbų reglamentus (statybos techninius reglamentus), patvirtintus aplinkos ir kultūros ministrų;
- pagal kultūros ministro patvirtintus paveldo tvarkybos reglamentus, nustatančius reikalavimus konkreitiems tvarkybos darbams (Kultūros paveldo apsauga... 2019).

Dabartinė kultūros paveldo apsaugos institucijų sąranga yra pavaizduota 2 pav. Pateiktoje scheme matyti, kad kultūros paveldo apsaugos politiką formuoja Kultūros ir Aplinkos ministerijos. Už nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos politikos įgyvendinimą yra atsakinga Kultūros ministerijos įsteigta institucija – Kultūros paveldo departamentas prie Kultūros ministerijos. Lietuvos Respublikos Seimo, Respublikos Prezidento ir Vyriausybės ekspertas ir patarėjas kultūros paveldo apsaugos politikos klausimais yra Valstybinė kultūros paveldo komisija. Komisijos valdymą, finansavimą, uždavinius ir teises nustato Valstybinė kultūros paveldo komisijos įstatymas ir jo redakcijos. Kultūros paveldo objektų apsauga taip pat rūpinasi savivaldybės, kurioms vietos savivaldos įstatymu priskirtos savarankiškos ir ribotai savarankiškos kultūros paveldo apsaugos funkcijos. (Kultūros paveldo apsauga... 2019).



2 pav. Kultūros paveldo apsaugos institucijų sąranga (Kultūros paveldo apsaugą... 2019).

Taigi dabartinė kultūros paveldo apsaugos sistema susiformavo XX a. paskutiniame dešimtmetyje ir XXI a. pradžioje. Ji yra pagrįsta Lietuvos Respublikos Konstitucijos 42, 47 ir 54 straipsniais, nekilnojamojo kultūros paveldo objektai saugomi pagal Lietuvos Respublikos NKPAĮ, Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatymą ir Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo įstatymą, o kilnojamosios kultūros vertybės pagal Lietuvos Respublikos kilnojamųjų kultūros vertybių apsaugos įstatymą.

2. Tyrimų bazė ir jų reikšmė modernizavimo darbų sprendiniams

2.1. Nekilnojamojo kultūros paveldo tyrimų bazė ir metodai

Tyrimų darbų svarba yra labai didelė, juos galima laikyti svarbiausia paveldotvarkos darbų dalimi. Autorius J. R. Glemža kaip ir dauguma kitų šios srities specialistų teigia, kad tik tyrimų rezultatai argumentuotai ir moksliškai pagrindžia konservavimo, restauravimo ar atkūrimo darbus, bei lemia pritaikymo darbų sprendimus. Tarp šios srities specialistų vyrauja posakis, kad visaverčiai tyrimų darbų rezultatai yra pusė būsimo darbų projekto tvarkymo sėkmės (Glemža 2002: 82). Taigi, tyrimo darbai beveik visada yra pirmasis ir būtinas tvarkymo darbų etapas ir tolesnių tvarkymo darbų pagrindinė bazė. Tyrimo ir projektavimo darbais siekiama surasti tinkamas technines, planavimo, statybines ir kitokias priemones atrastiems autentiškumo požymiams išsaugoti, bei būdus, kaip atskleisti ir išryškinti nekilnojamųjų kultūros vertybių kultūrinę vertę ir kaip tokias vertybes įjungti į dabartinę kultūros ir ūkinės bei kitokios praktinės veiklos visumą (Kutut 2014: 106).

Pagal galiojančius teisės aktus kultūros paveldo tyrimai yra laikomi tvarkymo darbų dalimi. Autorius V. Kutut nekilnojamųjų kultūros vertybių tyrimus apibūdina kaip mokslinę teorinę ir praktinę veiklą, kurios tikslas yra nustatyti išlikusius ir prarastus nekilnojamųjų kultūros vertybių kultūrinės vertės požymius, natūroje ir autentiškuose dokumentuose atrasti tokių vertybių istorinę raidą patvirtinančius faktus ir dokumentacijoje užfiksuoti visus rastuosius kultūrinės vertės požymius, nepriklausomai nuo jų vertės, išlikimo ir pakeitimo laipsnio (Kutut 2014).

Išnagrinėjus pateiktus apibrėžimus galima teigti, kad kultūros paveldo tyrimai yra labai svarbi paveldotvarkos dalis, be kurios tolesnių darbų atlikimas yra neįmanomas. Tačiau vieno universalaus tyrimo metodo ar darbų rinkinio, kuris būtų naudojamas visiems pastatams tiesiog nėra. Kiekvienas kultūros paveldo statinys yra unikalus, todėl ir kiekvienam atvejui reikia parinkti būtinų ir tinkamų tyrimo darbų rinkinį. Siekiant kultūros paveldo objektui teisingai parinkti reikalingus tyrimus ir juos tinkamai atlikti, reikia detaliau panagrinėti iš ko susideda tyrimų darbai ir kokiais metodais jie atliekami.

Labai dažnai tyrimai skirstomi pagal atliekamų darbų pobūdį ir metodų poveikį nekilnojamosioms kultūros objektams. Pagal atliekamų darbų pobūdį tyrimai skirstomi į fiksavimo, istorinės-meninės raidos, inžinerinius-techninius ir papildomus specialiuosius tyrimus. Šių tyrimų požymiai yra:

- fiksavimas – įvairiais būdais (schemomis, brėžiniais, nuotraukomis, aktais ir kitokiais dokumentais) užfiksuojama nekilnojamųjų kultūros vertybių esama padėtis. Fiksavimą sudaro: fotofiksacija, matavimai, fotogrametrija, topografiniai geodeziniai darbai, saugomų elementų sąrašas, techninės būklės aktas, medžių taksacija, vertybės sunykimo

laipsnio nustatymo aktas, sudėtingumo kategorijos nustatymo aktas, apimtys (tūrio, ploto) skaičiavimas;

- istorinės-meninės raidos tyrimai – patikslinami, detalizuojami ir papildomi nekilnojamųjų kultūros vertybių kultūrinės vertės požymiai bei atrandamos sunaikintos ar sunykusios, lokalizuojami autentiškumo ir kiekybės požymiai, atskleidžiama tokių vertybių istorinė raida, autentiškos medžiagos formavimo būdas ir nustatomi saugotini elementai bei kultūrinės vertės neturintys intarpai;
- inžineriniai-techniniai tyrimai – įvertinama nekilnojamųjų kultūros vertybių techninė būklė, medžiagos ir technika, nustatomi neigiami ardomieji veiksniai ir irimo procesai, atskleidžiamos autentiškos formavimo technologijos ir parengiamos tokių vertybių išsaugojimo rekomendacijos;
- papildomi specialieji tyrimai – ištiriamos retai pasitaikančios nekilnojamųjų kultūros vertybių sudėtinės dalys ir elementai bei specifiniai reiškiniai arba sprendžiamos sudėtingos tokių vertybių išsaugojimo problemos (Kutut 2014: 106-107).

Pagal metodų poveikį nekilnojamosioms kultūros vertybėms paveldo tyrimai skirstomi į neardomuosius ir ardomuosius tyrimus:

- neardomieji tyrimai – tai tyrimai, kurių metu nepažeidžiama nekilnojamosios kultūros vertybės fizinė medžiaga: tai visų rūšių fiksavimo darbai, istorinės raidos ir techniniai tyrimai, atliekami taikant vizualinius, ultragarso ar kitus medžiagos neardančius metodus, įvairių archyvinių dokumentų ir ikonografinės medžiagos bei nekilnojamųjų kultūros vertybių struktūrų (planinių, erdvinių, tūrinių ir pan.) ir vertinamojo pobūdžio (aksiologiniai) tyrimai;
- ardomieji tyrimai – tai tyrimai, kurių metu negrįžtamai paveikiamos nekilnojamosios kultūros vertybės: tai istorinės raidos ar techniniai tyrimai, kurių metu šurfais, perkasomis, gręžiniais, zondažais, atidengimais, mėginiais ir kitais būdais ardoma fizinė nekilnojamosios kultūros vertybės medžiaga (Integruota architektūros paveldo... 2011: 44).

Remiantis NKPA įstatymo nuostatomis, taikomuosius mokslinius ardomuosius tyrimus vykdo atitinkamos srities institucijos, mokslininkai ir kultūros ministro patvirtinta tvarka atestuoti tyrėjai. Ardomieji tyrimai atliekami paveldo tvarkybos reglamentų nustatyta tvarka. Leidimas ardomiesiems tyrimams būtinas visais atvejais, o moksliniam pažinimui saugomame objekte jis reikalingas ir kai kuriems neardomiesiems tyrimams, kurių fizinis poveikis kultūros paveldo objektams nėra aiškus. Leidimus ardomiesiems tyrimams išduoda Kultūros paveldo departamentas ir apie tai praneša savivaldybių paveldosaugos padaliniais. Tyrimų ataskaitos rengiamos kultūros ministro patvirtinta tvarka. O tyrimų ataskaitų ir publikacijų kopijos turi būti pateiktos Kultūros

paveldo departamentui ir yra registruojamos Kultūros vertybių registre (Integruota architektūros paveldo... 2011: 44-45). Taigi iš pateiktos informacijos matyti, kad tyrimai atliekami pagal griežtai nustatytą tvarką ir juos gali atlikti tik tam tinkamą kvalifikaciją turintys asmenys. Atsakingos institucijos prižiūri tyrimų vykdymo eigą, bei yra informuojamos apie visus radimus ir galutinius rezultatus.

Nekilnojamųjų kultūros vertybių taikomieji ardomieji tyrimai gali būti detaliau suskirstyti pagal tyrimų apimtį ir sudėtį į tokias tyrimo stadijas:

- žvalgomieji tyrimai, kurie atliekami, kai reikia patikslinti nekilnojamųjų kultūros vertybių apimtį ir sudėtį, nustatyti fizinę būklę bei pagrindinius ardymo veiksnius, lokalizuoti autentiškos medžiagos išlikimą, nustatyti autentiškų formų tipus, svarbiausius istorinės raidos etapus ir kultūrinės vertės neturinčius intarpus;
- detalieji tyrimai, kuriais tiksliai lokalizuojami visi išlikę nekilnojamųjų kultūros vertybių autentiškumo ir kiekybės požymiai, detalizuojama ir konkretizuojama vertybių sudėtis ir apimtis, nustatomi visi sunaikinti ar sunykę kultūrinės vertės požymiai, visos vertingos dalys ir raida, ištiriami visi ardymo veiksniai ir irimo procesai;
- papildomi tyrimai, kurie atliekami, kai reikia ištirti ir įvertinti naujus kultūrinės vertės požymius, atsiradusius tvarkybos metu (Kutut 2014: 107-108).

Dar viena priežastis kodėl reikia tinkamai parinkti reikiamus tyrimus yra ta, kad jų atlikimo metu sukaupta informacija yra naudojama skirtingiems paveldotvarkos darbams atlikti. Pavyzdžiui remiantis žvalgomųjų tyrimų duomenimis, detalizuojamos tvarkymo darbų programos, rengiami konservavimo, restauravimo, atkūrimo, remonto su pakeitimais ir pritaikymo darbų projektinių pasiūlymų stadijos projektai, taip pat gali būti tikslinami ir koreguojami nustatyti tvarkymo režimai. Remiantis šios stadijos tyrimų duomenimis, taip pat gali būti rengiami nekilnojamosios kultūros vertybės atskiros dalies išvardytų tvarkymo darbų, taip pat prieš avarinių darbų ir remonto be pakeitimų techniniai projektai, o prireikus – darbo dokumentacija. Tuo tarpu remiantis detalių ir kompleksinių tyrimų duomenimis, rengiami konservavimo, restauravimo, atkūrimo, remonto su pakeitimais ir pritaikymo darbų visų stadijų projektai ir teritorijų planavimo dokumentai. Remiantis papildomų tyrimų duomenimis, koreguojami projektai ir konservavimo, restauravimo, atkūrimo, prieš avariniai, remonto ir pritaikymo darbai (Kutut 2014: 108).

Atliekant nekilnojamųjų kultūros vertybių taikomuosius tyrimus, visada pirmenybė teikiama neardomiesiems tyrimams ir tik kai pagrindžiama, jog neardomaisiais metodais neįmanoma išgauti būtinų duomenų yra taikomi ardomieji tyrimų metodai. Prieš pradedant tyrimus pagal parengtus ardomųjų tyrimų projektus, reikia gauti už nekilnojamosios kultūros vertybės apsaugą atsakingos institucijos leidimą pažeisti kultūros paveldo fizinį pavidalą. Tačiau toks pažeidimas turi būti

atliekamas kuo minimaliausia apimtimi (Integruota architektūros paveldo... 2011: 45-46). Taigi, vykdant ardomojo pobūdžio tyrimus visada reikia nustatyti konkretų tyrimų tikslą ir sustabdyti darbus jį pasiekus, kadangi visiškas objekto ištyrimas yra tolygus visiškam jo išardymui.

Kaip jau buvo minėta anksčiau kiekvienai nekilnojamajai kultūros vertybei turi būti atskirai nustatomos reikalingų tyrimų rūšys ir stadijos. Nustatant reikalingus tyrimo darbus, visuomet turi būti siekiama, kad šie darbai būtų kuo efektyvesni, t. y. tokie, kurių duomenimis remiantis būtų galima nustatyti ir pagrįsti būtinus nekilnojamųjų kultūros vertybių tvarkymo darbus (Kutut 2014: 109). Siekiant gauti mus dominančius kultūros paveldo objekto duomenis gali būti taikomi įvairių rūšių tyrimų darbai. Dažniausiai yra taikomi istoriniai (archyviniai), menotyriniai, archeologiniai, polichrominiai, architektūriniai, urbanistiniai, inžinieriniai ir fizikiniai-cheminiai tyrimai. Kadangi visi minėti tyrimų darbai yra svarbūs, toliau darbe jie bus detaliau aptarti.

Istorijos tyrimų tikslas yra duoti pradinis rašytinius duomenis apie numatomą tvarkyti statinį, pagal galimybes rasti jį vaizduojančius senus brėžinius ir fotonuotraukas. Istorinių tyrimų metu, analizuojant istorinius šaltinius, bandoma nustatyti, kas, kada ir kodėl projektavo, statė ir perstatinėjo statinį bei kokios buvo statinio paskirtys, su kokiais istoriniais įvykiais ar įžymiais žmonėmis jis susijęs (Integruota architektūros paveldo... 2011: 46). Istoriniai tyrimai, reikalingi daugumai kultūros vertybių, jie atliekami pirmiausiai, nes jų rezultatais turi remtis ir neretai juos papildyti visi kiti tyrimai. Tai yra būtinas tyrimo ar net tvarkymo darbų planavimo metodinis reikalavimas. Istorinių tyrimų metu surinkti duomenys turi remtis publikuotais darbais, leidiniais ir archyviniais šaltiniais, turi būti nurodomas leidinio pavadinimas, autorius, leidimo vieta ir metai, puslapiai, o archyvinių duomenų – archyvai ir jų saugomų dokumentų inventoriniai ir apskaitos numeriai, taip pat jų puslapiai. Gali būti pateikti duomenys ir iš privačių rinkinių, galima remtis privačių asmenų nuomone, paaiškinimais ar pastabomis, tačiau tokiais atvejais reikia nurodyti asmenį, bei kada, kur ir kaip apie tai buvo skelbta ar pasakyta. Taigi istorinių tyrimų metu surinkta informacija yra naudojama, kad būtų galima pateikti kultūros paveldo vertybės istorinės raidos apžvalgą ir raidos detales, kurios reikalingos išsamesniam paveldo objekto įvertinimui, siekiant ne tik išsaugoti objektą, bet ir planuoti kitų rūšių tyrimo darbus (Glemža 2002: 84-85).

Kitas kultūros paveldo tyrimų metodas, kuris remiasi istorinių tyrimų duomenimis arba juos papildo yra menotyros tyrimas. Atliekant menotyros tyrimus siekiama papildyti duomenis apie architektūros ir dailės vertybių kultūrinę vertę. Menotyriniai tyrimai nėra ardomojo pobūdžio, jie remiasi architektūros ar dailės istorija ir objektų menine-architektūrine analize ir lyginimu su Lietuvos ar jos regionų bei kitų šalių konkrečių istorijos laikotarpių dailės ar architektūros kūrinių. Todėl norint tinkamai atlikti šiuos tyrimus svarbu:

- Nustatyti tiriamajam objektui giminingus vietas, regiono ar kaimyninių kraštų, turėjusių istorinių ar kūrybinių ryšių su Lietuva, pavyzdžius;

- Atrinkti kitus to paties autoriaus ar tos pačios mokyklos kūrinius ar giminiškus konkretaus istorinio laikotarpio ir tos pačios tipologines grupės objektus ar kūrinius;
- Atlikti atrinktų objektų meninę analizę, juos palyginti, nurodyti tų objektų bendrumus, skirtumus, nustatyti tiriamojo objekto vertę ir jo vietą Lietuvos dailės ar architektūros istorijoje, palyginti jį su tos vietos, regiono, Lietuvos ir užsienio šalių atrinktais objektais.

Atliekami menotyros darbai ir jų išvados turi remtis ir iki tol skelbtais darbais, ir tyrimų autoriaus atliktos analizės, lyginimo rezultatais. Prie išvadų priklauso ir tyrimų autoriaus pasiūlymai dėl tolesnio objekto išsaugojimo, tvarkymo darbų krypties, jų metodikos ir pan. Svarbu pateikti dailės kūrinio meninės kompozicijos ir meninės kokybės vertinimą dailės istorijos kontekste. Taip pat turi būti pateikiamas architektūrinio objekto, objektų komplekso ar ansamblio vertinimas architektūros istorijos kontekste (Glemža 2002: 85-86).

Archeologiniai tyrimai pagal KVAD dokumentus yra žemės žvalgymas ir kasinėjimas, siekiant moksliai iširti vertybes ar objektus ir surinkti informaciją apie esamą archeologinį palikimą. Archeologinių tyrimų tikslas – nustatyti ar patikslinti archeologinio objekto vertę, iširti jo istorinę raidą, jos etapus, surinkti archeologinius radinius, užfiksuoti jų radimo vietas ir nustatyti jų vertę, bei pateikti tokių tyrimų mokslinę ataskaitą ir išvadas (Glemža 2002: 86-87). Archeologiniai tyrimai dažniausiai būna ardomieji, jų metu, ištyrus ir nuardžius vėlyvesnius kultūrinius sluoksnius, tiriami ankstesnieji. Kultūriniai sluoksniai datuojami pagal juose esančius radinius, kurie gali būti kilnojamieji arba nekilnojamieji. Iškasos ir radiniai užfiksuojami brėžiniuose ar kitais būdais įvairiose koordinuotose projekcijose. Remiantis archeologinių tyrimų duomenimis, gali būti rengiami iškastinių statinių liekanų konservavimo ir jų eksponavimo atradimo vietoje projektai (Armakauskaitė Stabrauskaitė 2016: 26). Yra skiriamos šios archeologinių tyrimų rūšys:

- Archeologiniai žvalgymai – tai tokie tyrimai, kurių metu fiksuojama vietovių (vietų) ir objektų būklė žemės paviršiuje ir iki 20 cm gylio sluoksnyje, iš anksto žinomose suardytose vietose, kur surinkti archeologiniai radiniai. Elektroninės priemonės naudojamos ir kultūrinis sluoksnis gręžiamas tada, kai žemės kasimo darbų vietoje kultūros vertybės teritorijoje kultūrinis sluoksnis yra sunaikintas.
- Archeologiniai žvalgomieji tyrimai – tai tokie tyrimai, kai atskirais 1-4 kvadratinėmis metrų šurfais, išsamiau netiriant, nustatoma objektų kultūrinė vertė, paplitimo ribos ir chronologija.
- Archeologiniai tyrimai – tai tokie tyrimai, kai tiriami ištisi teritorijos plotai, kur nekilnojamųjų kultūros vertybių tvarkymo metu numatyta judinti žemę arba teritoriją numatyta iširti pagal kultūros vertybių apsaugos ir mokslines programas (Glemža 2002: 86).

Prieš pradedant archeologinius tyrimus ir sudarant jų programas, būtina atlikti tos vietos ar objekto istorinius tyrimus, parengti tyrimų projektus bei gauti leidimą, o atlikus tyrimus, pateikti ataskaitą laikantis archeologinių tyrimų bendrųjų reikalavimų (Glemža 2002: 87). Archeologinių tyrimų ataskaitos paprastai pateikiamos KPD kartu su derinti teikiamais tvarkybos ar statybos projektais, kurių sprendiniai grindžiami šių tyrimų išvadomis. Savivaldybių paveldosaugos padaliniai ir kitos projektus derinančios institucijos taip pat gali pareikalauti ataskaitų kopijų. Vienas archeologinių tyrimų ataskaitos kopijos egzempliorius pateikiamas Lietuvos istorijos instituto bibliotekai, vienas – muziejams kartu su jiems saugoti perduodamais radiniais (Armakauskaitė Stabrauskaitė 2016: 25).

Polichrominių tyrimų tikslas aptikti kultūros paveldo statinio dekoruotus paviršius ar dekoru elementus ir nustatyti statinio dekoravimo istorinę raidą. Polichrominiais tyrimais tiriamos ne tik statinių vidaus patalpos, bet ir jų išorė. Kaip ir visų ardomųjų tyrimų atveju, pirmiausia atliekami polichrominiai žvalgomieji tyrimai, kurių tikslas nustatyti, ar buvo dekoruota statinio išorė ir vidaus patalpos. Aptikus dekoruotus paviršius ar dekoravimo elementų atliekami detalieji polichromijos tyrimai, kurių tikslas surinkti pakankamai duomenų, kad būtų galima parengti išsamų dekoruotų paviršių ir elementų tvarkybos darbų projektą (Integruota architektūros paveldo... 2011: 46).

Polichrominiai tyrimai turi būti atliekami prieš architektūrinius tyrimus. Žvalgybinių polichrominių tyrimų metu taikomas polichrominio zondažo ar jų „tinklo“ metodas. Zondažas tai sienos paviršiaus spalvinių sluoksnių atidengiamasis langelis (apie 10x10 cm). Jis atidengiamas norint ištirti, ar būta spalvinio dekoru, jeigu dekoras aptinkamas, tada reikia nustatyti jo spalvinius sluoksnius. Radus polichrominio dekoru vietų ir ypatingai atliekant išsamiuosius tyrimus, polichrominių zondažų plotas ir jų skaičius didinamas, norint nustatyti rasto dekoru apimtį ir vertę. Pastato patalpose ir išorės sienų plokštumose, nustatinėjant dekoru apimtį, zondažai gali būti išdėstomi pagal sąlyginio tinklo schemą. Polichrominių zondažų vietas būtina fiksuoti pastato sienų išsklotinių brėžiniuose, numeruoti, fotografuoti ir aprašyti tuos zondažus, kurie teikia informacijos apie kultūros vertybės polichrominį dekoru, jo spalvinį atlikimą, vertę ir raidą (Glemža 2002: 91).

Polichrominių tyrimų metu fizikiniams-cheminiams tyrimams ir tyrimų ataskaitai yra paimami autentiški pigmentų pavyzdžiai, jie padeda datuoti surastą dekoru (Glemža 2002: 91). Mėginiai imami iš nuo tiesioginių saulės spindulių bei atmosferos kritulių poveikio labiau apsaugotų vietų, kuriose spalva mažiau pakitusi. Mėginių turi būti paimta tiek, kad jų užtektų nustatyti drėgnį, vandens įgėrį, užterštumą druskomis, mikrobiologinius pažeidimus, dekoratyvinių dangų ir skiedinių sudėtį, pigmentus ir kt. (Integruota architektūros paveldo... 2011: 47). Tiriant statinio apdailos sluoksnius, sudaromos stratigrafijos lentelės, į kurias chronologine

tvarka sudedami autentiški dažų pavyzdžiai, o greta jų spalvų etalonai. Sudėtingais atvejais parengiami retrospektyviniai brėžiniai, kuriuose parodoma skirtingų statinio raidos etapų spalvinė kompozicija. Remiantis polichromijos tyrimų duomenimis, rengiami statinių spalvinės gamos atkūrimo, puošybos konservavimo ir restauravimo projektai (Armakauskaitė Stabrauskaitė 2016: 30).

Architektūrinių tyrimų tikslas - nustatyti kultūros paveldo statinio statybos stiliaus raidą ir jo architektūrinius elementus. Architektūriniais tyrimais stengiamasi patvirtinti ir papildyti istorinių tyrimų duomenis, todėl jiems atlikti būtini istorinių tyrimų duomenys ir tokių tyrimų metu surinkta ikonografinė medžiaga (Integruota architektūros paveldo... 2011: 47). Reikia iš anksto žinoti ar būtina atlikti polichrominius tyrimus arba turėti jau atliktų žvalgybinių polichrominių tyrimų duomenų, patvirtinančių polichrominio dekorą buvimą, nes architektūriniai tyrimai gali pakenkti išlikusiam autentiškam dekorui. Taip pat būtina turėti pastato planų ir fasadų brėžinius ir pastato aplinkos planą. Prieš pradedant tyrimus reikia išstudijuoti šalies architektūros istoriją, tiriamojo objekto tipologines grupės giminingų objektų architektūrą jos raidą ir vertinimus (Glemža 2002: 92-93). Architektūrinių tyrimų metu tiriamos pastato sienos, pamatai, rūsiai, stogo ir pastogės konstrukcijos. Pagal konstrukcijų tipus gali būti nustatoma statinio arba jo raidos etapų data ar laikotarpis. Remiantis šių tyrimų duomenimis, priimami sprendimai dėl konstrukcijų stiprinimo, išsaugojimo, dalinio ar visiško keitimo (Armakauskaitė Stabrauskaitė 2016: 29).

Architektūros natūriniai tyrimai dažniausiai būna ardomieji, jie atliekami zondažais, kai nuimant tinką atidengiamas mūras. Zondažai paprastai yra ne didesni kaip 0,5x0,5 m, juos stengiamasi išdėstyti kuo įvairesnėse statinio dalyse. Zondažai yra dviejų tipų: seklieji, kai pašalinami viršutiniai apdailos sluoksniai ir atidengiamos paviršinės konstrukcijos, ir giluminiai, kai zonduojant pašalinami ir viršutiniai konstrukcijų elementai (Integruota architektūros paveldo... 2011: 47). Atliekant giluminius zondažus mėginama iširti mūro rišimo techniką, jo plytas ir architektūros elementus ar jų pėdsakus. Tačiau būtina žinoti, kad svarbu ne kuo didesnis, bet optimalus zondažų kiekis, teikiantis svarbiausių duomenų apie architektūros raidą. Kadangi zonduotos vietos yra neišvengiamai žalojamos. Atlikti zondažai pažymimi pastato matavimo brėžiniuose, sunumeruojami, o zondažai, suteikiantys svarbią informaciją ar atidengiantys architektūros elementus, išstudijuojami, pateikiamos išvados ir visa tai fiksuojama nuotraukomis ar brėžiniais (Glemža 2002: 94). Architektūros natūrinių tyrimų metu taip pat fiksuojamos svarbesnės ir sudėtingesnės statinio detalės. Pagal tokią fiksuotą medžiagą gali būti parengti detalių restauravimo darbų brėžiniai, objekto elementai datuojami pagal statybinę techniką, tipologiją, stilistiką, gretutinių tyrimų faktus (Armakauskaitė Stabrauskaitė 2016: 29).

Planų ir fasadų architektūros istorinę raidą nustatyti padeda pastato mūro struktūra, plytų rišimo technika, plytų matmenys, skiediniai ir t.t., priklausantys tam tikros epochos laikotarpiui.

Pastato planų struktūros, angų išsidėstymo raidą nustatyti padeda architektūros istorijos duomenys apie tipologinės grupės objektų architektūrą. Tuo atveju kai yra atliekami medinių pastatų architektūros tyrimai būtina iš anksto pasirengti, išstudijuoti šalies medinės architektūros istoriją, sukaupti informaciją apie medinės konstrukcijas, jų istorinę raidą ir etnografinius šalies arealus, jeigu objektai yra etnografinės vertybės. Nustatyti medienos amžių gali padėti dendrochronologiniai (medžio rievių) tyrimai. Jeigu yra panašaus laikotarpio atraminė dendrochronologinė rievių skalė, remiantis tokiais tyrimais galima nustatyti augusio medžio istorinį laikotarpį (Glemža 2002: 94-96).

Atlikus statinio architektūrinius tyrimus, sudaromos statybos-stiliaus raidos kartogramos bei retrospekcijos. Statybos-stiliaus raidos kartogramose skirstomi kultūros paveldo statinio statybos etapai, pagal laikotarpius ar stilius sužymimos statinio dalys, o retrospekcijose pateikiami duomenys, kaip galėjo atrodyti statinio fasadai ar vidaus patalpų išplanavimas skirtingais laikotarpiais. Retrospekcijose yra priimtas toks tyrimo rezultatų grafinis vaizdavimas: ištisine linija vaizduojama tai, kas dabar egzistuoja, tai kas žinoma, matoma, o punktyrine linija tai, kas spėjama, hipotetiška (Integruota architektūros paveldo... 2011: 47). Architektūrinių tyrimų ataskaitose turi būti pateikiamas bendras objekto istorinis-architektūrinis vertinimas, pateikti siūlymai ir pastabos dėl tolesnių paveldotvarkos darbų, jų krypties ir etapų. Taip pat kartu pateikiami istoriniai konstrukciniai sprendiniai, pavaizduojant jų ypatumus, sujungimo mazgus ir kitus technologinius sprendinius (Glemža 2002: 94-95).

Urbanistinių tyrimų tikslas yra nustatyti ir įvertinti istorinių miestų, jų dalių ir miestelių istorinę urbanistinę raidą. Taigi urbanistiniai tyrimai nustato istorinio miesto ar jo dalies, miestelio gatvių ir aikščių tinklą ir apimtį, užstatymo raidą, atskirų etapų vertę, istorinio kvartalo sklypų ir jų užstatymo istorinę raidą ir vertę. Tyrimų metu istorinės raidos atžvilgiu nustatoma istorinio miesto, jo dalies ar miestelio užstatymo ir neužstatytų plotų erdviniai santykiai, jų panoramas ir siluetus, jų ryšius su gamtine ir geografinė aplinka. Nustačius gatvių ir aikščių užstatymo ir neužstatytų plotų erdviniai santykius, jų santykį su gamtine ir geografinė aplinka, turint galvoje istorinę raidą, atskirai kartogramomis arba schemomis parodoma objekto erdvinė urbanistinė vertė. Urbanistinių tyrimų pirmasis etapas yra istoriniai urbanistiniai tyrimai. Tai istorinės, kitokios rašytinės, kartografinės ir ikonografinės medžiagos apie urbanistikos paveldo objektą rinkimas, tų duomenų analizė ir vertinimas. Tik turint tokią medžiagą ir vėliau detalai apžiūrėjus natūrą galima atlikti patikimus urbanistinius tyrimus (Glemža 2002: 97).

Remiantis istorinių urbanistinių tyrimų duomenimis ir jų vertinimu yra sudaromos istorinio miesto, jo dalies ar miestelio gatvių, aikščių tinklo ir užstatymo istorinę raidą apibūdinančios kartogramos. Kartogramos sudaromos pagal atskirus istorinius laikotarpius, amžius arba pagal jų suvestinę. Panašiu principu gali būti sudarytos ir kvartalo sklypų bei jo užstatymo istorinės raidos

kartogramos. Urbanistinių tyrimų ataskaitoje pateikiamos konkrečios tyrimų išvados kurios paprastai susideda iš tokių punktų:

- Miesto silueto ir panoramos vertinimas ir svarbiausių apžvalgos taškų nustatymas;
- Gatvių ir aikščių erdvių vertinimas;
- Svarbiausių tūrių ir dominuojančių vertikalių nustatymas, jų įtaka erdvinei struktūrai;
- Gamtinės ir geografinės aplinkos vertinimas, stengiantis išryškinti jos vertę ir įtaką urbanistinio paveldo objektui (Glemža 2002: 97).

Inžinerinių-techninių tyrimu tikslas yra nustatyti žemės sluoksnių, ant kurių stovi statiniai, ir pačių statinių būklę ir kokios priežastys lemia statinio irimą arba nestabilumą. Skirtingai nuo vizualinio tyrimo, techniniai tyrimai tiesiogiai remiasi tikslųjų arba gamtos mokslų žiniomis. Inžineriniai-techniniai tyrimai apima daug mokslo sričių – nuo biologijos iki medžiagotyros. Tačiau didžiąją šių tyrimų dalį sudaro inžinerinės geologijos, chemijos, mikologijos, bei konstrukcijų tyrimai (Integruota architektūros paveldo... 2011: 47).

Žemės sluoksnių charakteristikai nusakyti ir jų būklei nustatyti atliekami inžineriniai geologiniai žemės tyrimai, rodantys žemės sluoksnių sudėtį, atsparumą, požeminius vandenis (Glemža 2002: 98). Inžinerinius geologinius tyrimus sudaro geologinių, hidrogeologinių, geofizikinių, geomechaninių ir geodinaminių žemės tyrimų visuma. Šiais tyrimais siekiama nustatyti, kokios statinio sklype ir jo artimiausioje aplinkoje yra geologinės sąlygos, kad būtų galima parengti pamatų ir kitų atraminių konstrukcijų sprendinius, užtikrinančius tvarkomo kultūros paveldo statinio stabilumą. Taip pat pasitelkus inžinerinius geologinius tyrimus, galima gauti duomenų ir apie kultūros paveldo statinio paleogeografiją pavyzdžiui, nustatyti kultūros paveldo statinio teritorijoje buvusių vandens telkinių vietas ir pan. (Integruota architektūros paveldo... 2011: 48). Šie tyrimai atliekami geologiniais šurfais, kasant, šurfų metodas dažnai parankus ne tik geologiniams, bet ir archeologiniams tyrimams, todėl darbus stebi ir prižiūri archeologai. Todėl šurfai fiksuojami ir išvados turi būti daromos atsižvelgiant į abiejų tyrimo rūšių reikalavimus. Kai reikia tirti gilesnius žemės sluoksnius daromi gręžiniai. Kad būtų galima atlikti inžinerinius geologijos tyrimus reikia iš anksto parengti motyvuota tyrimų planą ir gauti leidimą (Glemža 2002: 98-99).

Fizinių-cheminių tyrimų tikslas yra nustatyti istorinių statybinių medžiagų iš kurių sudarytos kultūros vertybės sudėtį, būklę ir jų fizikines savybes (Integruota architektūros paveldo... 2011: 48). Minėti tyrimai siejasi su medžiagų taikymu ir naudojimu (technologijomis) paveldotvarkos srityje. Laboratoriniai tyrimai skiriami tiek istoriškai naudotoms, tiek naujoms medžiagoms nustatyti, bei jų technologijoms nusakyti. Todėl labai svarbu nustatyti naudotas paminklinio objekto medžiagas bei technologijas ir atliekant konservavimo-restauravimo darbus, naudoti tinkamas medžiagas ir technologijas. Ypač svarbi yra medžiagų tarpusavio sąveika, jų suderinimas

ir kaip jos toliau veiks kultūros vertybę, taip pat tų medžiagų santykis su numatomų paveldosaugos darbų kokybe. Atliekant fizikinius tyrimus objektai šviečiami rentgeno, ultravioletiniais, infraraudonaisiais spinduliais, pasitelkiami spektografijos ir kitų fizikinių arba cheminių tyrimų metodai ir priemonės (Glemža 2002: 99).

Dažniausiai paveldotvarkos darbams būdingi tyrimai, nustatantys statybinių medžiagų – plytų, skiedinių, dažų sudėtį, tiriantys pigmentus ir jų rišamąsias medžiagas. Mediniuose objektuose atliekami mikrobiologiniai tyrimai, kai nustatomi įvairūs grybeliai, pelėsiai, puviniai, medžio kenkėjai, ardantys medieną. Remiantis šiais tyrimais rengiami konservacinių priemonių siūlymai. Labai svarbu atliktų tyrimų pagrindu parengti motyvuotus konservacinių ir stiprinimo priemonių siūlymus (Glemža 2002: 99). Taigi pagal atliktų fizikinių-cheminių tyrimų rezultatus yra rengiamos rekomendacijos dėl paveldotvarkos priemonių taikymo siekiant stabilizuoti istorinės statybinės medžiagos irimo procesą, kokios cheminės ar fizikinės priemonės turi būti taikomos siekiant užkonservuoti istorines statybines medžiagas, ar galimas tokių medžiagų suderinamumas su naujomis statybinėmis medžiagomis ar technologijomis (Integruota architektūros paveldo... 2011: 48).

Kalbant apie kultūros paveldo tyrimus reikia paminėti ir statinių techninės būklės tyrimus kurie kartais dar vadinami konstrukciniais tyrimais. Šių tyrimų metu techniškai įvertinamos pastato pamatų, sienų, perdangų ir stogo konstrukcijos, apibūdinama paties pastato ir jo dalių būklė, užfiksuojamos esamos deformacijos ir nustatomos galimos jų priežastys. Atliekant konstrukcinius tyrimus taip pat stengiamasi apibūdinti naudotas statybines medžiagas ir taikytas statybines technologijas, bei pasitelkti kuo daugiau fizikinių-cheminių tyrimų. Konstrukciniai tyrimai svarbūs techniniu-konstrukciniu atžvilgiu, nes jais remiantis turi vykti tolesni projektavimo darbai, numatantys konstrukcijų stiprinimą ar net atnaujinimą, grunto stiprinimo ar gruntinio vandens pažeminimo ir kitus panašius darbus. Iš esmės konstrukciniai tyrimai yra jungiamoji grandis tarp architektūrinių tyrimų ir kultūros paveldo statinio tvarkybos darbų projektavimo (Integruota architektūros paveldo... 2011: 48).

Taigi išanalizavus kultūros paveldo statinių tyrimų metodus galima teigti, jog tyrimų bazė susideda iš daugybės metodų ir visi jie turi nuosavus vykdymo ypatumus ir yra savaip svarbūs. Kultūros paveldo tvarkyba ir pritaikymas yra planuojama kultūros paveldo tyrimų duomenų pagrindu. Patys taikomieji tyrimai ir tvarkybos darbų planavimas bei projektavimas priskiriami prie tvarkybos darbų. Visi projektų sprendiniai turi būti grindžiami tyrimų išvadomis ir rekomendacijomis, o tyrimų medžiaga turi būti pridedama prie projektų juos teikiant derinti. Svarbu pabrėžti, kad tvarkybos darbų projektai gali būti atmesti, jeigu jų sprendiniai nepakankamai pagrįsti tyrimų duomenimis (Armakauskaitė Stabrauskaitė 2016: 21). Todėl kaip jau buvo minėta anksčiau, labai svarbu tinkamai parinkti reikiamus tyrimų darbus. Konkrečius statiniui reikalingus

tyrimus pasirenka nekilnojamųjų kultūros vertybių atskleidimą organizuojantys ir vykdančys juridiniai ir fiziniai asmenys. Svarbu paminėti, kad tyrimai yra efektyvūs tada, kai jie yra kompleksiški, kadangi skirtingų grupių tyrimų suteikiama informacija papildo viena kitą, ir tai leidžia susidaryti aiškesnį nekilnojamos kultūros vertybės istorinės raidos vaizdą. Įvairių metodų naudojimas leidžia objektyviau datuoti vertybės autentiškas dalis ir tokių būdų dėka skirtingų grupių tyrimų sąveikos tobulėja ir plėtojasi jų metodika. Atliktų tyrimų duomenys privalo būti įrašyti į nekilnojamųjų kultūros vertybių apskaitos dokumentus. Istoriniais ir fiziniiais tyrimais gautų duomenų apžvalgos, pažymos, ataskaitos saugomos remiantis Lietuvos Respublikos dokumentų ir archyvų įstatymo nustatytais reikalavimais (Kutut 2014: 109).

Taigi tyrimų darbai turi labai didelę svarbą, jie beveik visada yra pirmasis ir būtinas kultūros paveldo tvarkymo darbų etapas ir tolesnių tvarkymo darbų pagrindinė bazė. Jų pagalba yra nustatoma paveldo statinių kultūrinė vertė, jos autentiškumas, fizinė pastato būklė ir jo nykimo priežastis. Tyrimų metu surinkta informacija leidžia argumentuotai ir moksliskai pasirinkti tolesnių darbų kryptį bei paruošti reikiamą dokumentaciją. Tyrimų bazė susideda iš daugybės tyrimų metodų, todėl svarbu kiekvienam kultūros paveldo objektui tinkamai parinkti reikalingų tyrimų rūšis. Dažniausiai iškart yra atliekami istoriniai tyrimai ir remiantis jų išvadomis planuojami kitų rūšių tyrimo darbai. Nustatant reikalingus tyrimo darbus, visuomet turi būti siekiama, kad šie darbai būtų kuo efektyvesni, kadangi didelis tyrimų kiekis gali turėti neigiamą įtaką paveldo objekto kultūrinei vertei, ypatingai jeigu tyrimų darbai yra ardomojo pobūdžio. Svarstant kultūros paveldo statinio modernizavimo galimybes tyrimų išvados suteikia kryptį nustatant galimas pastato paskirtis, jo naudojimo būdą ir galimybes.

2.2. Kultūros paveldo objektų skaitmeninimas naudojant BIM technologijas

Kasmet didėjant kultūros paveldo objektų rekonstrukcijos apimčiai, prieš įvertinant jos sudėtingumą, reikia atlikti kompleksinius tyrimus norint tinkamai pasirinkti kultūros objektų paveldotvarkos darbų kryptį. Nuosekliai atlikti tyrimai yra ypatingai svarbus ir būtinas žingsnis norint projektavimo metu nustatyti būtinus sprendinius bei efektyviai parinkti galimas inovatyvias technologijas, naujus technologinius metodus, medžiagas, diegiamus naujus įrenginius ir mechanizmus. Šiandieninio rekonstrukcijos metodo tikslas – ne vien tiksliai atstatyti senus pirminius tūrius, bet ir išlaikyti kuo daugiau autentiško eksterjero ir interjero elementų, kad architektūros paminklai netaptų naujai sukurtais dariniais, taip pat suteikti jiems tinkamiausias šiuolaikines funkcijas. Rekonstrukcijos praktika rodo, kad visa tai reikalauja pagrįstų ir tikslių koncepcijų, nes kiekviena skubota išvada vėliau pareikalauja papildomo darbo ir lėšų klaidoms taisyti (Ignatavičius et al. 2012: 161).

Paveldosaugos sektorius apima ne tik statybos darbų atlikimą, bet taip pat planavimą, paveldo objekto valdymą ir priežiūrą, atliekamus tyrimus bei dokumentacijos valdymą. BIM (angl.

Building Information Modeling) technologijų taikymas gali suteikti naujas priemones kurios palengvins šių procesų suderinimą ir padidins informacijos valdymo efektyvumą šiame sektoriuje (Braian Antonopulu 2019). Esminė BIM taikymo nauda yra tikslus projektavimo ir statybos išlaidų sumažinimas, klaidų ir konfliktų tarp skirtingų pastato elementų pašalinimas, efektyvus laiko ir sąnaudų valdymas, kokybiškas ir savalaikis bendravimas tarp statybų projekto dalyvių (projektuotojų, gamintojų, statybininkų, architektų ir kt.) ir daug daugiau (Mlinkauskienė Jankauskaitė-Jurevičienė 2019). Naudos statybos sektoriuje jau kelerius metus BIM yra plačiai naudojamas tarptautiniu mastu, todėl galima rasti daug publikacijų, straipsnių ir kitos mokslinės literatūros nagrinėjančios šią temą. Tačiau skirtingai negu naujos statybos sektoriuje BIM taikymas kultūros paveldo pastatams yra sąlyginai naują tyrimų sritis, kuri dar nėra labai plačiai naudojama paveldosaugos specialistų tarpe, nors jos populiarumas pasauliniu mastu greitai auga (Braian Antonopulu 2019).

BIM technologijų taikymas paveldo pastatų rekonstravimo ir restauravimo procesuose yra vadinamas istorinių pastatų BIM arba kultūros paveldo BIM (angl. Historic Building Information Modelling arba Heritage Building Information Modelling) (Miglinskas 2019). HBIM yra naujas požiūris į istorinių pastatų modeliavimą. Ši istorinių pastatų išsaugojimo metodą pirmą kartą apibrėžė M. Murphy Dublino technologijos institute. M. Murphy savo disertacijoje įvardina tokius HBIM taikymo etapus: lazerinio nuskaitymo tyrimo duomenų rinkimas ir apdorojimas, istorinių detalių nustatymas iš architektūrinių raštų knygų, parametrinių istorinių komponentų / objektų bibliotekos sukūrimas, parametrinių objektų susiejimas su nuskaitymo duomenimis ir galutinis išsaugojimo dokumentų rengimas (Murphy 2012).

Kai kurie BIM srities specialistai teigia, kad iš esmės BIM technologijų taikymas istorinių, kultūros paveldo ir senų rekonstruojamų pastatų rekonstrukcijų projektuose yra panašus, nes skiriasi tik turimos informacijos bei galimos intervencijos lygiu. Taikomos tokios pat informacinės technologijos ir ta pati įranga: pažangi kompiuterinė skaičiavimo įranga, naujausios duomenų apdorojimo programinės įrangos paketai, aukšto tikslumo lazerinio skenavimo įrenginiai, aukštos raiškos ir fotogrametrinio fiksavimo įrenginiai, patikimi vietos nustatymo (pozicionavimo) bei tikslūs aerofotografavimo įrenginiai (skraidyklės ir dronai) (Miglinskas 2019). Jau nuo XXI amžiaus antro dešimtmečio pradžios mokslininkai suprato, kad skaitmeninės technologijos yra pagrindinis inovacijų ir plėtros šaltinis paveldosaugos sektoriuje. Augantis informacinių technologijų populiarumas padarė įtaką ir kultūros paveldo objektų priežiūrai ir valdymui (Yi Ma Li 2017).

Viena iš pagrindinių problemų dirbant su kultūros paveldo statiniais yra bendros ir patikimos duomenų bazės trūkumas. Labai dažnai informacija apie paveldo pastatus ir archeologines vietas pateikiama atskirų dokumentų, ataskaitų, brėžinių, kompiuterizuoto projektavimo (CAD,

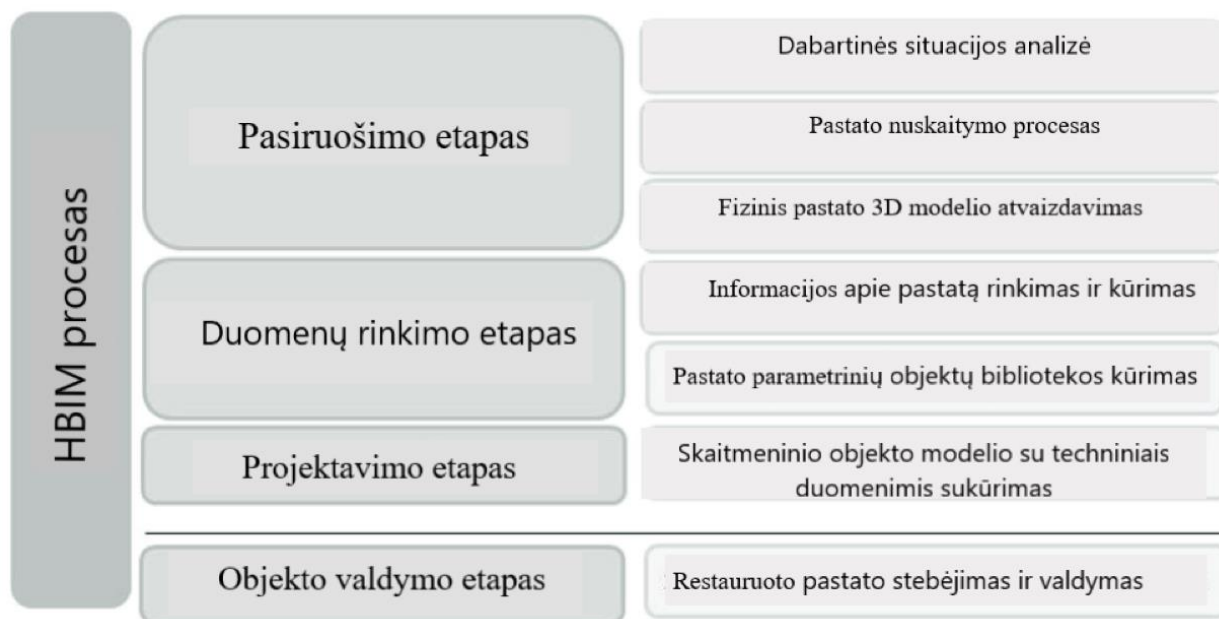
2D arba 3D) ir įvairių duomenų bazių pavidalu, šiuos duomenis pateikia skirtingi ekspertai, kurie naudojami skirtingomis priemonėmis ir standartais. Tokiu būdu informacija apie vieną kultūros paveldo objektą gali būti saugoma keliuose vietose (elektroninėse duomenų saugyklose, duomenų bazėse ir materialiuose archyvuose) ir skirtingais formatais (popieriniai arba elektroniniai). Dėl minėtų priežasčių ne visada galime būti tikri, kad duomenų būseną ir kokybę patikima, kadangi duomenys gali būti pakeisti, nesuderinti arba neišsamūs. Todėl būna atvejų kai nėra vieno patikimo šaltinio, kuriame būtų išsamūs ir patikima informacija apie kultūros paveldo objektą (Braian Antonopulu 2019). Todėl pagrįstai galima teigti, jog vienas iš pagrindinių HBIM technologijos taikymo privalumų yra tas, kad ji gali būti taikoma patikimos duomenų bazės apie kultūros paveldo objektą sukūrimui.

Minėtoje duomenų bazėje bus surenkama visa turima informacija apie paveldo pastatą: geografinė padėtis, statybos data, aukštų skaičius, naudotos statybinės medžiagos, dabartinė pastato būklė ir naudojimas bei kita turima informacija apie pastatą. Visos informacijos surinkimas į vieną vietą suteiks galimybę aiškiau matyti kaip kito kultūros paveldo objekto būseną, kokie įvykiai lėmė tam tikrus pokyčius, kokie buvo atliekami tyrimai ir kokių veiksmų imtasi pastato ir jo vertės išsaugojimui (Yi Ma Li 2017). Tokiu būdu, sukurtas informacinis modelis palengvintų kultūros paveldo objektų priežiūrą, skaitmeniniame modelyje būtų saugoma visa vertinga informacija, be to tai suteiktų galimybę įvertinti kiek klaidų buvo padaryta savininkų iniciatyva atliekant tvarkybos darbus (Miglinas 2019). Tačiau vieno pastato duomenų bazės sukūrimas dar nėra viskas. Atskirų kultūros paveldo objektų informaciniai modeliai gali būti sukelti į vieną bendrą duomenų bazę. Tai sudarytų kultūros paveldo pastatų būsenos ir kitos naudingos informacijos stebėjimo pagrindą, bei suteiktų galimybę sukurti prioritetinį objektų priežiūros ir restauracijos sąrašą (Yi Ma Li 2017). Dėl to galima teigti, kad tinkamai paruoštas kultūros paveldo objekto informacinis modelis gali tapti neįkainojamu įrankiu priimanant sprendimus ir valdant bei prižiūrint objektą per visą jo gyvavimo ciklą.

Kultūros paveldo objektų informacinių modelių kūrimas ir sujungimas į vieną bendrą duomenų bazę nėra vienintelis BIM technologijų taikymo privalumas. Kadangi BIM apima kokybinę ir kiekybinę informaciją apie architektūros objektą, naudojantis turimais duomenimis galima sukurti pastato 3D modelį, kuris atspindėtų fizines ir funkcines objekto savybes. Į sukurtą 3D modelį galima integruoti skaitmeninėje duomenų bazėje turimą informaciją apie kultūros paveldo objektą: istorinę reikšmę, kultūrinę vertę ir kt. (Braian Antonopulu 2019). Tokiu būdu gaunamas pilnas HBIM modelis. Skaitmeninio kultūros paveldo modelio kūrimas remiasi aukšto tikslumo lazeriniu skenavimu ir fotogrametrija, taip pat yra naudojamos 3D, CAD, GIS bei kitos kompiuterinės simuliacijos priemonės modeliavimui ir informacijos integracijai į 3D modelį (Murphy 2012). Šiuo metu kompiuterinės grafikos technologijos yra labai pažengusios, todėl gauti

tikslų 3D geometrinį modelį, naudojant lazerinį skenavimą ar tankiai derinant vaizdus nėra problema. Tačiau dirbant su unikaliais kultūros paveldo architektūros elementais vis dar yra sunku paveldo objektuose patenkinti taikymo reikalavimus tikslumo ir detalumo atžvilgiu. Dauguma BIM programinės įrangos paketų naudojamų objektų modelių sudarymui lazerinio skenavimo arba fotogrametrijos pagalba yra skirti šiuolaikiniams pastatams su taisysklingomis formomis. Tačiau kultūros paveldo pastatai dažnai būna sudaryti iš sudėtingų ir netaisysklingų formų architektūrinių elementų, kas žymiai apsunkina elementų segmentavimą ir parametrizaciją. Todėl yra privaloma sukurti kultūros paveldo architektūrinių elementų biblioteką. Straipsnyje „Review of built heritage modelling: Integration of HBIM and other information techniques“ autoriai netaisysklingos formos sudėtingų kultūros paveldo architektūros elementų perkėlimą į skaitmeninius modelius įvardina kaip vieną iš pagrindinių HBIM taikymo iššūkių. Pasak autorių tai yra sudėtingas ir daug laiko užimantis procesas, kuris reikalauja gerų darbo su programine įranga įgūdžių ir tikslumo (Yang et al. 2019). Taigi kuriant paveldo statinio 3D modelį reikia sudaryti elementų biblioteką. Minėtoje bibliotekoje sukurtus statinio elementų rinkinius reikia susieti su kruopščiai nustatytais pastato kultūros vertybių ir vertingųjų savybių duomenimis bei kita vertinga informacija, kurią reikia išsaugoti ateičiai (Migilinskas 2019).

A. Mlinkauskienė ir L. Jankauskaitė-Jurevičienė apibendrintai HBIM taikymo procesą suskirstė į 4 pagrindinius etapus – pasirengimo, duomenų rinkimo, projektavimo (vizualizavimo) ir objekto valdymo. Šitie etapai gali būti išskaldyti į dar smulkesnes grupes pagal atliekamų darbų pobūdį (žr. 3 pav.).



3 pav. HBIM taikymo proceso etapai (Mlinkauskienė Jankauskaitė-Jurevičienė 2019)

HBIM taikymo procesas prasideda nuo pasirengimo etapo, o pats pirmas žingsnis yra dabartinės situacijos analizė. Esamos būklės analizė grindžiama nekilnojamojo kultūros paveldo

objektų vertingųjų savybių ir fizinės būklės vertinimu, taip pat istorinių duomenų analize ir apsaugos priemonių nustatymu. Šiuo etapo metu paveldo apsaugos sistema renka ankščiau minėtus duomenis į vieną bendrą duomenų bazę, teikiančią aprašomąją informaciją. Sukurta duomenų bazė leidžia pereiti prie skaitmeninių duomenų modelių ir palengvina skaitmeninių 3D modelių sukūrimą sekančiuose HBIM taikymo etapuose (Mlinkauskienė Jankauskaitė-Jurevičienė 2019).

Antras žingsnis yra pastato nuskaitymas naudojant fotogrammetriją arba 3D lazerinį skenavimą. Fotogrammetrijos metodas yra pagrįstas fotografinių vaizdų matavimais, kurių pagalba galime nustatyti įvairių objektų formą, dydį, padėtį paviršiuje, sudaryti planus ir žemėlapius. Objektų valdymas šiuo metodu virtualioje realybėje yra daug patogesnis, jis suteikia naudotojams neribotas galimybes kompiuterio ekranuose atlikti įvairias simuliacijas (perkelti objektus, iškirpti ir pan.), taip pat atlikti matavimus ir reikiamus skaičiavimus. Naudojant 3D lazerinį skenavimą yra gaunama išmatuoto kultūros paveldo objekto 3D geometrija. Skenuojant taip pat gaunamos skaitmeninės aukštos kokybės nuotraukos, kurios derinamos su taškų debesimi. Tai sudaro tikslią 3D objekto modelį. Skenuojant visos nuskaitymo vietos yra integruotos į vieną sistemą, užtikrinant planuojamos padėties ir aukščio tikslumą. Naudojant šią technologiją yra sukuriamą tiksli skaitmeninė kultūros paveldo objekto ar vietovės kopija, kuri yra labai svarbi išsaugant skaitmeninį paveldo objekto modelį (Mlinkauskienė Jankauskaitė-Jurevičienė 2019).

Paskutinis pasirengimo etapo žingsnis yra fizinis pastato 3D modelio atvaizdavimas. Šiame etape nustatomas ir sukuriamas ryšys tarp fizinių ir modeliuotų komponentų, sukuriantis realų pastato vaizdą. (Mlinkauskienė Jankauskaitė-Jurevičienė 2019).

Kitas HBIM proceso taikymo etapas yra duomenų rinkimas, jis susideda iš dviejų žingsnių: informacijos apie pastatą rinkimo ir kūrimo bei pastato parametrinių objektų bibliotekos kūrimo. Šio etapo metu pastato elementai siejami su juos apibūdinančia informacija – atributų duomenų lentelėmis, kur paprastai vienas grafinis objektas atitinka vieną įrašą (eilutę) atributų lentelėse. Lentelėse gali būti tekstiniai, skaitiniai ir loginiai duomenys, teikiantys universalią kiekybinę ir kokybinę informaciją apie objektą. Paveldo objektams tai yra vertingos savybės su tikslu padėties fiksavimu, istoriniais duomenimis, reikšmingumu, struktūriniais elementais ir kt. Šie žingsniai labai dažnai atliekami lygiagrečiai (Mlinkauskienė Jankauskaitė-Jurevičienė 2019).

Surinkus reikiamus duomenis apie paveldo objektą ir perkėlus juos į skaitmeninę erdvę galima pereiti prie projektavimo etapo. Šito etapo metu yra sukuriamas skaitmeninis objekto dizaino modelis su techniniais duomenimis. Virtuali realybė padeda atkurti istorinį teritorijos vaizdą, išorinius ir vidinius pastato elementus bei pirminį objekto vaizdą. Šie du komponentai yra būtini renkant ir saugant išsamią informaciją apie atskirus paveldo objektus ar vietoves. Skaitmeninių duomenų naudojimas leidžia pereiti prie sekančio paveldo atnaujinimo ir paveldosaugos

pagerinimo lygio, kai projektuotojas projektiniuose pasiūlymuose ir techninio projekto dalyse galės matyti objekto vertingų savybių pokyčius (Mlinkauskienė Jankauskaitė-Jurevičienė 2019).

Paskutinis HBIM taikymo etapas yra objekto valdymas. Šio etapo metu naudojantis sukurtu skaitmeninių modelių yra vykdomas restauruoto pastato stebėjimas ir valdymas. Atnaujinto kultūros paveldo pokyčių vertinimas remiasi kiekybiniu ir kokybiniu vertinimu bei nuolatiniu pokyčių stebėjimu. Pagrindinio pokyčių analizės metodo tikslas yra sistemingai stebėti, analizuoti ir prognozuoti aplinkos būklę bei nustatyti pokyčius, kuriuos sąlygoja antropogeniniai poveikiai. Skaitmeninė duomenų bazė suteikia galimybę prognozuoti istorinių pastatų vertingų savybių pokyčius, kol žala dar nebuvo padaryta kultūros paveldo objektui. (Mlinkauskienė Jankauskaitė-Jurevičienė 2019).

Apibendrinus pateiktą medžiagą matome, kad galutinis statinio 3D modelis naudojamas HBIM technologijoje nėra tik virtualus pastato išvaizdos ir konstrukcijų atvaizdavimas. Sukurtas modelis yra gyvybiškai svarbi projekto dalis, kurioje skirtingi pastato elementai turi detalius aprašymus kurie susideda iš kiekybinės ir kokybinės informacijos bei griežtos informacijos apie elementų tarpusavio ryšius (Yand et al. 2017). HBIM įrankiai gali būti naudojami kaip užbaigtas duomenų rinkinys, ypač pastatų restauravimui. Gautas HBIM modelis taip pat gali būti naudojamas automatiškam projekto dokumentacijos parengimui ir istorinių struktūrų analizei bei vizualizacijai (Mlinkauskienė Jankauskaitė-Jurevičienė 2019). Be to ši technologija yra tinkama esamų ir praeities (jau nebeegzistuojančių) istorinių pastatų rekonstrukcijai remiantis išlikusiais rašytiniais duomenimis tokiais kaip: istoriniai dokumentai, bibliografinės nuorodos, nuotraukos, brėžiniai ir kt. (Yang et al. 2017). Dar vieną papildomą naudą iš skaitmeninių ir BIM technologijų naudojimo galima gauti kai ypač tikslūs matavimai susiejami su fotogrametriniais matavimais, kurie suteikia galimybę atlikti deformacijų analizę ir nuokrypių atvaizdavimą laike. Atliekant daugkartinius periodinius matavimus, galima sekti esamos būklės ir deformacijų pokyčius bei atvaizduoti jų ribinius būvius spalvų spektro (reikšmių) skalėje (Migilinskas 2019).

Deja, bet Lietuvoje kultūros paveldo skaitmeninimas vis dar labiau suvokiamas kaip duomenų bazės sukūrimas, kurioje yra tik esama „popierinė“ informacija, nuotraukos-paveikslėliai, brėžiniai, piešiniai ir kt. Nors paveldosaugos strategijos dokumentai šiuo metu yra orientuojami į paveldo objektų skaitmeninimą HBIM dar nėra įtrauktas į Lietuvos kultūros paveldo išsaugojimo sistemą. HBIM technologijų ir įrankių įvaldymas padėtų išsaugoti paveldo objektus, suprojektuoti istorinius pastatus ir tvarkyti jų vertingus elementus. Šiuo metu Lietuvoje HBIM procesai vyksta daugiausia teoriniu lygmeniu. Praktiškai paveldu pagrįstų skaitmeninių modelių, kuriuose yra integruota atributų informacija, kūrimas yra tik pradinio lygio (Mlinkauskienė Jankauskaitė-Jurevičienė 2019). Taigi apibendrinant išnagrinėtą medžiagą galima daryti išvadą, kad istorinių ir kultūros paveldo pastatų rekonstravimas bei restauravimas visame pasaulyje yra aktuali sritis,

kurioje kol kas pažangiausios skaitmeninės technologijos naudojamos retai. Tačiau ekspertai supranta šių technologijų potencialą ir naudą, dėl to jų populiarumas labai sparčiai auga. Todėl galima teigti, kad net dalies BIM metodikos ar tiesiog 3D technologijų taikymas istorinių pastatų informacijai sukurti ir naudoti skaitmeniniu būdu yra reikšmingas darbas siekiant išsaugoti kultūros paveldą ir išlaikyti vertingiausias jo savybes (Migilinskas 2019).

3. Kultūros paveldo statinių modernizavimo galimybės pritaikant atsinaujinančios energijos technologijas

3.1. Kultūros paveldo statinių modernizavimo ypatumai

Ilgamečių mokslinių tyrimų rezultatai rodo, kad efektyviau naudojant energiją galima taupyti pinigus ir sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją. Energijos taupymas yra ypač svarbus statybų sektoriuje, kadangi pastatai sudaro 40–45 % daugelio Europos šalių energijos poreikių (Akande et al. 2014). Todėl vienas iš efektyvesnių energijos sąnaudų mažinimo būdų yra efektyviau dirbti su esamais pastatų fondais, kadangi statistika rodo, kad šiuo metu apie 35 % visų Europos Sąjungos pastatų yra senesni nei 50 metų ir netgi 75 % esamų pastatų fondo yra neefektyvus energijos suvartojimo požiūriu (Overview Energy... 2019). Mokslinių tyrimų rezultatai rodo, kad efektyvaus energijos vartojimo pastatuose užtikrinimas gali sumažinti suvartojamos energijos kiekį net iki 50 % (Akande et al. 2014). Todėl pastatų modernizacija yra kaip niekad aktuali.

Galima rasti daug mokslinės literatūros nurodančios, jog yra būtina efektyviau dirbti su esamais pastatų fondais, o ne paprasčiausiai pasirinkti statinių griovimą ir atstatymą. Todėl dabar vystant miestus daugiau dėmesio skiriama esamų pastatų efektyvesniam panaudojimui pritaikant jos šiuolaikiniams standartams siekiant efektyvesnio išteklių naudojimo, energijos suvartojimo ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo mažinimo. Energijos panaudojimo efektyvumą didinančios technologijos gali būti naudojamos pastato projektavimo ir eksploatavimo stadijose. Projektavimo stadijoje yra platesnės energijos taupymo technologijų pasirinkimo ir pritaikymo galimybės. Tačiau energijos efektyvumą didinančių priemonių ir atsinaujinančių energijos šaltinių integracija pastatuose yra įmanoma ir pastato eksploatavimo stadijoje arba pritaikant pastatą naujai naudojimo paskirčiai. Todėl pastaraisiais metais vis dažiau seni ir nebenaudojami kultūros paveldo pastatai yra konvertuojami į kitos paskirties, asmeninio arba viešojo naudojimo pastatus. Be to istorinių pastatų pakartotinis panaudojimas gali būti laikomas tvaria jau esamų išteklių naudojimo praktika (Akande et al. 2014).

Kalbant apie kultūros paveldo pastatų modernizavimą svarbu paminėti, kad nors kiekybiškai jie sudaro nedidelę visų esamų pastatų dalį, atsižvelgiant į jų indėlį mažinant šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą, jie yra gana reikšmingi (Akande et al. 2014). Istorikai svarbūs pastatai yra įtraukti į vietinį, valstybinį arba tarptautinį vertybių registrą, kas suteikia jiems atitinkamą apsaugos laipsnį. Bet kokie fiziniai pakeitimai įskaitant remontą, restauraciją, energinius pagerinimus ir kt. šiuose svarbiuose objektuose reikalauja oficialaus atsakingos įstaigos leidimo, kuris išduodamas apsvarsčius esamą padėtį. Projektuojant darbus susijusius su istorinio pastato energinio efektyvumo pagerinimu, projekto rengimo metu reikia įvertinti tokius svarbius aspektus:

istoriniai ir architektūriniai pastato bruožai kurie privalo būti išsaugoti, galutinė pastato naudojimo paskirtis bei energijos ir komforto reikalavimai žmonėms ir saugomiems meno kuriniams (Polo Frontini 2014). Kultūros paveldo pastatų pritaikymas nūdienos poreikiams taikant priemones, skirtas pagerinti energijos vartojimo efektyvumą yra svarbus darnaus miestų vystymosi aspektas. Paveldo pastatai yra daug vertingesni kada jie yra naudojami, kadangi tuo atveju jie turi ne tik kultūrinę vertę, bet taip pat yra naudingi visuomenei. Taip pat pažymėtina, jog naudojami pastatai yra geriau prižiūrimi, kas atitinkamai padidina jų ilgaamžiškumą ir išsaugojimą (Overview Energy... 2019). Todėl paveldo statinių pakartotinis panaudojimas gali ir turi būti naudojamas norint pratęsti pastatų gyvavimo laiką ir užtikrinti efektyvesnę energijos panaudojimą bei taupymą pritaikant naujas technologijas.

Naujoviškų technologijų pritaikymas kultūros paveldo statiniuose reikalauja detalaus planavimo ir kruopštaus pasirengimo, todėl sprendiniai turi būti įvertinti projekto rengimo stadijoje. Rengiant pastato renovacijos projektą taikomi sprendiniai didžiąją dalimi priklauso nuo pastato kultūrinės vertės, galimos intervencijos lygio, naujos pastato naudojimo paskirties ir atliekamų darbų pobūdžio (Akande et al. 2014). Kaip jau buvo minėta paveldo pastatų modernizavimas reikalauja labai detalaus planavimo, nes kiekvienas pastatas yra unikalus ir vertingas. Projekto rengimo metu reikia kruopščiai atlikti tyrimus, įvertinti esamą būklę ir atsižvelgti į kiekvieno konkretaus atvejo ypatybes (Kutut 2014). Kultūros paveldo pastato energinio pagerinimo projekto tikslas yra pagerinti komforto lygį ir sumažinti energijos sąnaudas, reikalingas šildymui, apšvietimui ir kitiems tikslams. Nustatytiems tikslams pasiekti dažnai yra naudojamos tradicinės energijos taupymo priemonės, tokios kaip: aukštos kokybės langų rėmai, gerai izoliuoti paviršiai ir fasadai, efektyvūs šilumos išsaugojimo metodai, pasyvios šildymo ir vėdinimo technologijos ir kt. Be tradicinių energijos taupymo priemonių pastate taip pat gali būti integruojamos atsinaujinančios energijos šaltiniai (Polo Frontini 2014). Pagrindinės atsinaujinančios energijos technologijos yra:

- Saulės kolektoriai skirti vandens ir patalpų šildymui;
- Biomasės kuro naudojimas;
- Šilumos siurbliai;
- Vietinės vėjo jėgainės;
- Vietinės hidroelektrinės;
- Saulės fotovoltiniai elementai (elektros energijos gamybai) (Renewable heritage 2009).

Visos energijos vartojimą pastate mažinančios priemonės (tradicinės ir atsinaujinančios energijos šaltiniai) turi būti įvertintos ankstyvuose projekto rengimo etapuose. Paveldo pastatai dažnai atspindi unikalias statybos formas susijusias su tam tikromis vietovėmis, vietinių medžiagų

ir statybos metodų panaudojimu, todėl kultūros paveldo pastatai dažnai reikalauja specifinių mikroklimato sąlygų. Kartais ruošiant pastato restauracijos projektą yra būtina rasti pusiausvyrą tarp pačio pastato, jo naudotojų ir pastate esančių vertingų meno kurinių poreikių patenkinimo (Polo Frontini 2014).

Švarios atsinaujinančios energijos panaudojimas senesniuose, istoriniuose ir kultūros paveldo pastatuose gali būti labai efektyvus energijos taupymo metodas, tačiau skirtingų technologijų veikimo ar įdiegimo būdas gali paveikti pastatą ar jame esančius vertingus elementus. Todėl pritaikant šias technologijas kultūros paveldo pastatuose reikia būti atsargiems ir projektavimo metu įsitikinti, kad pasirinkta technologija yra suderinama su nuosavybe. Priimant sprendimą naudoti šias technologijas kultūros paveldo pastatuose reikia atsižvelgti į keletą pagrindinių sričių. Jos yra sekančios:

Techninė – tradiciniais metodais pastatyti pastatai funkcionuoja kitaip negu šiuolaikiniai, todėl priemonės tinkančios šiuolaikiniams pastatams ne visada gali būti pritaikytos seniems pastatams. Oro cirkuliavimas, izoliacijos standartai, vėdinimo lygiai ir statybos technologijos gali labai skirtis priklausomai nuo pastato ypatumų (Renewable heritage 2009).

Materiali – nekilnojamas kultūros paveldas yra pastatytas iš kitokių statybos medžiagų negu naudojamos šiuolaikiniams pastatams. Istoriniuose pastatuose autentiškos medžiagos yra labai svarbios, todėl reikia imtis apsauginių veiksmų, kad išvengti medžiagų pažeidimų arba visiško praradimo, ypač tuose vietose, kur medžiagos yra blogos būklės arba labai trapios (Renewable heritage 2009).

Vizuali – kai pastatas yra saugomas dėl jo istorinės svarbos, visi pastato išorės ir vidaus išvaizdos pakeitimų pasiūlymai turi būti kruopščiai įvertinti, kad pakeitimų metu nebūtų falsifikuojama istorinė tiesa. Išorinės išvaizdos išsaugojimo principas yra taikomas ne tik pačiam pastatui, bet ir jame esančiai nuosavybei, ir kitiems vertingiems elementams (Renewable heritage 2009).

Interesų pusiausvyrą – paveldosaugos įstaigos daugiau dėmesio kreipia į pastato vertingų medžiagų ir elementų išsaugojimą. Miesto planavimo institucijos, vietinės gyventojų bendruomenės ir kaimynai labiau rūpinasi vizualių pakeitimų poveikiu. Aplinkosaugos institucijos teikia pirmenybę šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo kiekio mažinimui bei energijos sutaupymui. Kai tuo metu pastato savininkus gali dominti komfortas pastato viduje ir mažesnės šildymo sąskaitos. Taigi, kadangi modernizuojant kultūros paveldą įvairios suinteresuotos grupės kelia savus reikalavimus yra svarbu surasti sprendimus, kurie atitiktų visų grupių interesus (Renewable heritage 2009).

Kai kurie Europos Sąjungos tyrimų projektai jau seniai siūlo inovatyvius energinio efektyvumo didinimo sprendinius, naudojantis darnios plėtros principais ir jau esamų pastatų

pakartotinu panaudojimu. Vienas iš sėkmingų atsinaujinančios energijos šaltinių panaudojimo saugomo istorinio pastato modernizavimo metu pavyzdžių yra 140 metų senumo Briuselio atsinaujinančios energijos namas (angl. *Renewable energy house*, toliau REH). Vykdamas šito pastato modernizaciją buvo užsibrėžtas tikslas sumažinti energijos suvartojimą ir ištirti įvairias atsinaujinančios energijos technologijų integravimo paveldo pastatuose galimybes. Projekto rengimo stadijoje buvo numatyta sumažinti metinės energijos sąnaudas šildymui ir vėdinimui 50 % lyginant su etaloniniu pastatu bei patenkinti visus šildymo ir vėdinimo energijos poreikius naudojant atsinaujinančius energijos šaltinius. Pastate buvo įgyvendintos ir tradicinės energijos taupymo technologijos (fasado ir stogo izoliavimas, didelio efektyvumo langų su dvigubais stiklais, lempų bei rekuperacinės vėdinimo sistemos įrengimas), ir atsinaujinantis energijos šaltiniai (biomasės medienos granuliu katilas, geoterminis šildymas, saulės šiluminis šildymas ir absorbcinis aušinimas bei saulės fotovoltiniai elementai elektros gamybai), kurie užtikrina 100 % pastato šildymo ir vėsinimo energijos poreikius. Tyrimu metu buvo nustatyta, kad REH pastato renovacijos projekte numatytos priemonės prisidėjo ne tik prie pastato energijos vartojimo mažinimo, bet taip pat ir padidino komforto lygį pastate (Cabeza et al. 2018).

Daugelyje šalių vis dar vyrauja nepagrįsta nuomonė, kad kultūros paveldo pastatuose yra sunku pritaikyti energijos vartojimo efektyvumą didinančias priemones kartu su pažangiomis atsinaujinančios energijos technologijomis, nes bijoma pakeisti pastato išvaizdą arba pažeisti vertingas savybes. Sėkmingas šito projekto įgyvendinimas parodė, kad nepaisant daugumos apribojimų, susijusių su kultūros paveldo pastatais, naudojant atsinaujinančius energijos šaltinius kartu su tradicinėmis modernizavimo priemonėmis galima ženkliai sumažinti pastato energijos sąnaudas ir netgi patenkinti 100 % pastato energijos poreikio. Taigi paanalizavus kai kuriuos kultūros paveldo pastatų modernizavimo aspektus galime daryti išvadą, kad nors kai kurie kultūros paveldo pastatai dėl tam tikrų išsaugojimo reikalavimų niekada nepasieks naujo pastato energijos vartojimo efektyvumo standartų, vis dėlto atsinaujinančios energijos technologijų panaudojimas paveldo statiniuose yra įmanomas. Taigi šiuo metu yra naujoviškų technologijų, kurios gali padėti sumažinti energijos suvartojimą kultūros paveldo pastatuose, tačiau pagrindinė kliūtis jų įgyvendinimui yra baimė pažeisti vertingas paveldo savybes modernizacijos metu, kuri kyla iš žinių apie šitų technologijų taikymą trūkumo.

3.2. Atsinaujinančios energijos technologijų veikimo ir pritaikymo galimybių analizė

3.2.1. Saulės kolektoriai

Saulės fotoelementų ir kolektorių diegimo tempai pasaulio mastu yra didžiausi, lyginant su kitų atsinaujinančiųjų energijos išteklių įsisavinimu. Tai susiję su decentralizuotos energetikos vystymu, saulės energijos naudojimo įrangos montavimo ir eksploatavimo paprastumu.

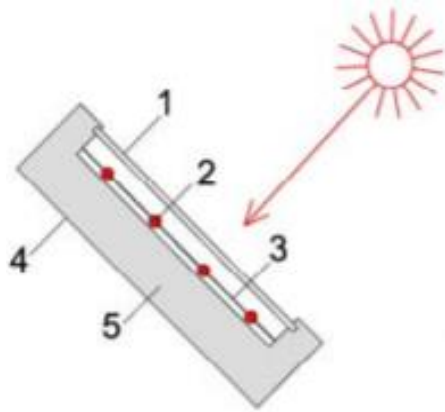
Atsinaujinančius energijos išteklius pastatuose galima naudoti keliais būdais: pasyviuoju – kai saulės energija panaudojama tiesiogiai dėl vykstančių fizikinių procesų, ir aktyviuoju – kai šilumos ar elektros energijai pagaminti reikalinga speciali įranga (Milutienė 2008).

Norint nustatyti saulės energijos panaudojimo galimybes ir potencialą Lietuvoje, pirmiausiai reikia įvertinti vidutinį metinį saulės energijos kiekį krentantį į horizontalų žemės paviršių. Saulės energija, pasiekianti žemės paviršių, Lietuvoje matuojama dviejose meteorologinėse stotyse – Kaune ir Šilutėje. Daugiamečių stebėjimų duomenys rodo, kad vidutinis metinis suminės saulės radiacijos kiekis, krintantis į horizontalų paviršių, yra 970 kWh/m^2 Šilutėje ir $1\,025 \text{ kWh/m}^2$ Kaune. Metinis saulėtų valandų skaičius matuojamas 11-oje meteorologinių stočių. Saulės švietimo laikas Lietuvoje ilgiausias pajūryje ir trumpėja rytinės sienos link, kadangi visoje šalies teritorijoje debesuotumo tikimybė didėja rytų kryptimi. Vidutiniškai saulėtų valandų skaičius pajūryje siekia $1\,840 - 1\,900$ val. kasmet, o šalies rytiniame pakraštyje jis neviršija $1\,700$ val./m. Palyginę, kiek saulėtų valandų yra Vilniuje ($1\,690$ valandų per metus) su kitais Europos miestais (Mančesteryje, Didžiojoje Britanijoje, saulėtų valandų per metus yra $1\,360$; Hamburge, Vokietijoje – $1\,570$; Ženevoje, Šveicarijoje – $1\,500$; Kirunoje, Švedijoje – $1\,470$), matome, kad šalies teritorijai tenkančių išteklių kiekis yra pakankamas naudoti saulės energiją aktyviuoju ir pasyviuoju būdu (Milutienė 2008). Taigi iš pateiktų duomenų matyti, kad saulės energijos aktyvusis ir pasyvusis naudojimas Lietuvoje yra labai perspektyvus.

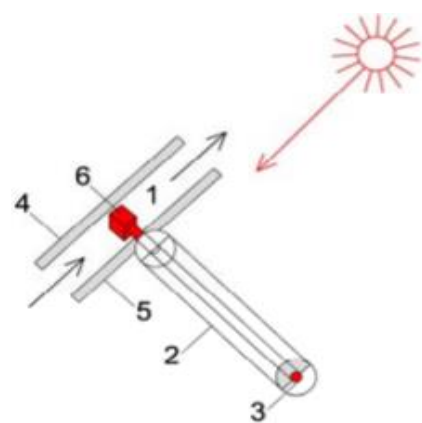
Kad būtų galima geriau suprasti saulės energijos panaudojimo galimybes kultūros paveldo statiniuose, iš karto reikia susipažinti su saulės kolektorių veikimo principais. Šiluminės arba elektros energijos gamybai iš saulės spinduliuotės naudojami du pagrindiniai įrenginiai: saulės fotoelementai ir kolektoriai. Saulės spindulių energija kolektoriuose transformuojama į šilumą, o ją į šildymo sistemą perneša šilumnešis (Milutienė 2008). Šiuo metu mūsų klimato juostoje dažniausiai naudojami dviejų tipų saulės kolektoriai: plokštieji ir vamzdiniai vakuuminiai (Ignatavičius et al. 2018). Plokštieji kolektoriai (žr. 4 pav.) sudaryti iš absorberio, kuris sugeria saulės energiją iš vamzdelių, kuriais teka šilumnešis. Absorberis įtaisytas į apšildintą dėžę skaidriu paviršiumi, pro kurį patenka saulės spinduliai. Tarp absorberio ir šilumą akumuliuojančios talpos cirkuliuoja vandens ir aplinkai nepavojingo antifrizo mišinys. Paprastai saulės kolektoriuose yra temperatūros matuoklis, todėl kai skysčio temperatūra kolektoriuje tampa didesnė už vandens temperatūrą akumuliacinėje talpoje, reguliatorius įjungia cirkuliacinį siurblį, ir šilumnešis pradeda cirkuliuoti sistemoje atiduodamas sukauptą šilumą (Milutienė 2008).

Siekiant sumažinti saulės kolektorių šilumos nuostolius buvo pradėta gaminti vakuuminius kolektorius iš stiklinių vamzdelių, kuriuose sudaromas vakuumas. Tokio saulės kolektoriaus konstrukcija panaši į buitinio termosio: stiklinis arba metalinis kolektoriaus vamzdelis yra įstatytas į didesnio skersmens vamzdelį, tokiu būdu tarp jų yra sukuriamas vakuumas, kuris yra puikus

šilumos izoliatorius, o po absorberiu yra įtaisytas cirkuliacinis vamzdelis ir lanksčia jungtimi sujungtas su kondensatoriumi (Valančius Grigaliūnas 2016). Vakuuminiam kolektoriuje (žr. 5 pav.) absorberis įdėtas į spaudimui atsparų stiklinį vamzdį, iš kurio išsiurbtas oras. Išorinis selektyvinis boro silikato stiklas įleidžia platų saulės šviesos spektrą ir sulaiko šilumą. Vidinė tokio vamzdžio kolba padengta specialiomis juodomis absorbuojamosiomis dangomis, kad sugertų visą saulės šviesos spektrą ir paverstų jį į šilumą. Vamzdžiai tarpusavyje sujungiami viršutine dalimi. Vakuuminiai saulės kolektoriai būna kelių rūšių, atsižvelgiant į tai, koku būdu saulės energija perduodama šilumnešiui. Labiausiai skiriasi šių modifikacijų montavimo ir vamzdžių sujungimo ypatybės (Milutienė 2008).



4 pav. Plokščiasis kolektorius: 1) stiklas; 2) vamzdis; 3) absorberis; 4) rėmas; 5) šilumos izoliacija (Milutienė 2008).



5 pav. Vakuuminis kolektorius: 1) šilumnešis; 2) vamzdis ir absorberis; 3) lengvai garuojantis skystis vidiniame vamzdelyje; 4) šilumos izoliacija; 5) apšildintas šilumą surenkantis vamzdis; 6) šilumokaitis (Milutienė 2008).

Vakuuminio kolektoriaus vidiniame vamzdyje yra specialus žemoje temperatūroje lengvai garuojantis skystis. Pašvietus saulei ir didėjant temperatūrai, garai kyla į šilumokaitį, o šis atiduoda šilumą šilumnešiui ir atvėsta. Tada garai kondensuojasi ir suteka į vamzdžio apačią (Milutienė 2008). Pagrindinis šios sistemos privalumas yra galimybė dirbti esant žemai temperatūrai: iki -30°C su stiklinės konstrukcijos vamzdeliu ir iki -45°C su metalinės konstrukcijos vamzdeliu. Šiuose kolektoriuose nėra jokios izoliacinės medžiagos, kadangi kiekviename vamzdelyje yra vakuumas, tampantis pačia efektyviausia šilumos izoliacija, tokiu būdu žymiai sumažinami šilumos nuostoliai (Valančius Grigaliūnas 2016). Vakuuminuose kolektoriuose pasiekama didesnė temperatūra nei plokščiuosiuose, todėl jie yra veiksmingesni, bet atitinkamai ir brangesni. Saulės kolektoriai gali būti skirti tiek vandeniui, tiek patalpoms šildyti arba naudojami abiem atvejais (Milutienė 2008).

Paprastai vandens šildymo sistemos su saulės kolektoriais turi visus tuos pačius vietinių šildymo sistemų elementus (Ignatavičius et al. 2018). Dažniausiai tokias sistemas sudaro saulės kolektorius, akumuliacinė talpa, vamzdynas, siurbliai, regulatoriai, davikliai, papildomo šildymo įrenginiai ir kiti elementai. Sistema komplektuojama atsižvelgiant į poreikius ir paskirtį. Norint užtikrinti, kad karšto vandens ruošimo sistema būtų veiksminga, labai svarbu tinkamai įvertinti

karšto vandens poreikius. Vienas svarbiausių sistemos elementų yra akumuliacinė talpa, kadangi šilumos poreikis paprastai nesutampa su šilumos gamybos laikotarpiu, todėl reikia tinkamai parinkti jos tūrį. Saulės kolektoriai gamina šilumą tik dienos metu, dėl to šilumos perteklius yra kaupiamas akumuliacinėje talpoje ir vėliau atiduodamas į sistemą. Taigi akumuliacinės talpos paskirtis – sukaupti šilumą, kad karšto vandens užtektų kelioms dienoms, todėl jos tūris paprastai būna 1,5–2 kartus didesnis nei vienos dienos poreikis (Gurskis et al. 2008). Saulės kolektoriams reikalingos akumuliacinės talpos paprastai užima nemažai vietos, todėl prieš įrengiant saulės kolektorius, būtina įvertinti, ar bus vietos akumuliacinėms talpoms pastatyti (Ignatavičius et al. 2018). Taip pat svarbu parinkti talpą, tinkančią saulės kolektorių sistemos prijungimui, kadangi daugelyje buitinių tūrinių vandens šildytuvų yra numatyta jungtis katilui, kuri netinka saulės kolektorių prijungimui. Renkantis sistemą visada yra naudinga vandens šildytuvuose turėti kelias spirales-šilumokaičius, kad būtų galima prijungti ir biomasės, elektros arba kitokį katilą (Milutienė 2008).

Plokštieji kolektoriai gali būti įrengiami ant stogo, žemės arba kabinami ant pastato sienos. Saulės kolektoriai geriausiai energiją sukaupia tada, kai saulės spinduliai į juos krinta statmenai. Tačiau dėl sezoniškumo saulės spindulių kritimo į saulės kolektorių kampas nuolat kinta, todėl rekomenduojama juos orientuoti pietų kryptimi, 30–45° pakreipus į horizontą (Ignatavičius et al. 2018). Dėl minėtų priežasčių tinkamiausia vieta saulės kolektoriams išdėstyti yra stogo šlaitas, nukreiptas į pietų pusę (+ / - 30°). Stogo nuolydis lemia šilumos gamybą skirtingais sezonais – kuo lėkštesnis stogas, tuo daugiau šilumos bus pagaminama vasarą. Jei stogas plokščias, yra naudojami specialūs padėklai, kurie pakelia kolektorius reikiamu kampu. Todėl vakuuminių kolektorių vamzdžius su absorbuojamuoju paviršiumi galima nesunkiai sukinėti pagal saulę, net jei pastato stogo nuolydis yra netinkamas (Milutienė 2008).

Svarbu paminėti, kad modernizacijos procesas tampa sudėtingesnis, kai norima saulės energijos sistemą įrengti ant kultūros paveldo pastato. Kadangi daugumoje šalių saulės energijos plokštės ant paveldo pastatų gali būti montuojamos tik tuo atveju, jei jos nėra matomos ir jei jas galima demontuoti be neigiamo ilgalaikio poveikio pastatui (Akande et al. 2014). Pirmas žingsnis, būtinas kilusioms kliūtims įveikti, yra geresnis abiejų procesų, kultūros paveldo pastatų išsaugojimo ir saulės energijos projekto įgyvendinimo supratimas. Todėl siekiant pagilinti žinias ir sėkmingai įgyvendinti pastato modernizaciją naudojant naujas technologijas reikia užtikrinti abiejų sektorių kvalifikuotų specialistų bendradarbiavimą (Polo Frontini 2014).

Taigi išnagrinėjus saulės kolektorių veikimo principus matyti, kad šilumos gamybos procesai iš saulės energijos nėra labai sudėtingi ir nekelia potencialaus pavojaus kultūros paveldo pastatams. Tačiau prieš jų įrengimą reikia užtikrinti abiejų sričių specialistų bendradarbiavimą ir tinkamai parinkti šildymo sistemos elementus ir saulės kolektorių įrengimo vietą. Taip pat svarbu

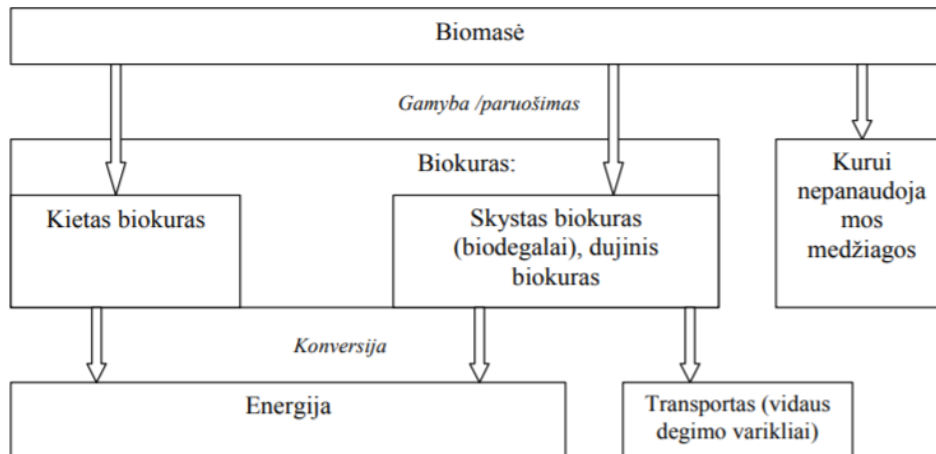
tinkamai parinkti akumuliacinės talpos dydį ir įrengimo vietą. Ypatingas dėmesys turėtų būti skiriamas sistemos montavimo darbams, kadangi tai yra didžiausią pavojų paveldo pastato kultūrinei vertei keliantis saulės kolektorių sistemos integravimo etapas.

3.2.2. Biomasės kuro naudojimas

Lietuvoje biomasės potencialas kaip ir įvairovė yra labai didelis, todėl tai yra svarbiausias vietinis atsinaujinantis išteklius. Atskiros biomasės rūšys naudojamos šilumos, elektros, degalų, dujinio kuro bei biopolimerinių ir kompozicinių medžiagų gamybai. Pagal kilmę biomasės ištekliai skirstomi į tris tipus:

- miško ir medienos biomasę;
- energetinių nesumedėjusių augalų biomasę;
- gamybos šalutinius produktus ir komunalines organines atliekas (Zvicevičius et al. 2013: 7).

Energijai gaminti iš biomasės gali būti naudojama daug technologijų, pradedant nuo kietos biomasės deginimo pastatų šildymo sistemose iki biodujų gamybos įrenginių ir didelių biomasės dujofikavimo jėgainių. Iš biomasės gaminamas biokuras skirstomas į kietąjį biokurą, biodujas ir biodegalus (Marčiukaitis et al. 2016). Pagrindiniai biomasės panaudojimo būdai yra pavaizduoti 6 pavyzdyje.



6 pav. Biomasės naudojimas energijos gamybai (Lietuvos atsinaujinančių energijos... 2008)

Biokuro panaudojimo potencialą skirtingose šalyse lemia galimi panaudoti biokuro kiekiai, energijos poreikiai ir technologinės sąlygos efektyviam biokuro naudojimui. Kiekviena valstybė turi vystyti tokią energetiką, kuri labiausiai atitinka būtent tos valstybės nacionalinius interesus ir konkrečias sąlygas toje šalyje (Biokuro potencialo Lietuvoje... 2013). Lietuvoje didžiausią atsinaujinančios energijos potencialą turi kietasis biokuras. 2018 m. didžiausias jo kiekis buvo suvartotas elektrai ir centralizuotai tiekiamai šilumai gaminti (51,8 %) bei namų ūkiuose (37,3 %) (Lietuvos statistikos metraštis 2019).

Paskutiniai biomasės resursų skaičiavimai rodo, kad 2020–2025 m. be kasmetinio medienos prieaugio (~1,5 mln. tonų naftos ekvivalento (toliau tne)), galima panaudoti agrobiomasę (~ 440 tūkst. tne), komunalines atliekas (~ 200 tūkst. tne) bei tamsiąsias durpes (~ 80 - 100 tūkst. tne) (Lietuvos biomasės energetikos asociacija (n.d)). Taigi, remiantis pateiktais duomenimis galima teigti, kad bioenergiija yra pagrindinis mūsų šalies vietinės energijos išteklius. Remiantis Lietuvos bioekonomikos plėtros galimybių studijoje pateikta informacija, bioenergetikos sektoriaus dalis Lietuvos pirminės energijos gamyboje sudaro beveik tris ketvirtadalius, iš kurių 64 % tenka kietajam biokurui (Kargytė Matijošytė 2020). Ši kuro rūšis gaminama iš miško kirtimo ir tvarkymo, medienos apdorojimo atliekų, specialiai auginamų augalų (medžių ir žolių), miestų, parkų, pakelių tvarkymo, komunalinių ir augalininkystės atliekų (Marčiukaitis et al. 2016).

Taigi pagrindiniai Lietuvoje naudojami biomasės ištekliai yra mediena, žemės ūkio produktai ir atliekos, kitos atliekos ir biodujos. Šiuos išteklius galima suskirstyti į tokias grupes:

1. Mediena:

- Miško kirtimo atliekos;
- Malkinė mediena;
- Mediena, neturinti paklausos;
- Medienos pramonės atliekos;
- Greitai augančios medienos energetinės plantacijos.

2. Žemės ūkio produktai ir atliekos:

- Šiaudai;
- Energetiniai augalai.

3. Atliekos ir biodujos:

- Komunalinės atliekos (organinė dalis);
- Biodujos (nuotekų dumblo perdirbimo dujos ir biologinės dujos) (Valstybinio audito ataskaita... 2010).

Visų minėtų biomasės rūšių augalinė biomasė yra svarbiausias atsinaujinantis ištekliai bioenergijos ir biomedžiagų gamybai. Lietuvoje yra didelės perspektyvos auginti augalinę biomasę, nes klimato sąlygos yra palankios tiek sumedėjusiems, tiek nesumedėjusiems augalams auginti. Be to, kasmet šalyje lieka nepanaudota apie 300-500 tūkst. ha ariamosios žemės, kurią galima būtų skirti biomasės gamybai. Vienas hektaras našaus miško kasmet apytiksliai produkuoja nuo 7 iki 12 t sausosios biomasės. Be to, sumedėjusių augalų biomasei, lyginant su kitų tipų biomase, būdinga didelė energetinė vertė ir geras energijos balansas, t. y. santykis tarp iš kuro gautos energijos ir energijos, sunaudotos auginimui, derliaus nuėmimui bei transportavimui. Kadangi Lietuva yra miškų zonoje, sumedėję augalai yra natūrali jos augalija ir puikiai auga, dėl to kietojo biokuro potencialas yra gana didelis (Zvicevičius et al. 2013: 7).

Dažnai kietojo biokuro naudojimas asocijuojasi su miškų kirtimais, kas gali turėti neigiama įtaką biokuro naudojimui. Todėl naudojant medienos biokurą reikia laikytis vienos labai reikšmingos sąlygos – metinis medienos prieaugis turi būti didesnis už metinį medienos suvartojimą. Visi Lietuvoje atliekami tyrimai kol kas patvirtina, kad šios sąlygos yra palaikomos. Per paskutinius 15 metų biomasės naudojimas itin išaugo, tačiau medienos paėmimas iš miško energetinėms reikmėms liko beveik nepakitęs. Tai patvirtina, kad Lietuvoje kokybiškų stiebų mediena biokurai nėra naudojama, jo gamybai naudoja kitų miško pramonės šakų liekanas. Todėl biokuro paklausa niekaip nelemia miškų kirtimo apimčių (Biokuras Lietuvoje... 2019)

Miško mediena Lietuvoje sudaro tik apie trečdalį viso biokuro potencialo. Likusi dalis – tai medienos atliekos iš medžio perdirbimo įmonių, nepanaudojami šiaudai, medienos atliekos, liekančios valant pakeles, sodus, melioracijos griovius, antrinė mediena, biologinės atliekos, komunalinių atliekų išrūšiuota dalis ir galų gale – mediena, gaunama iš greitos rotacijos augalų plantacijų (Biokuro potencialo Lietuvoje... 2013). Dideliu potencialu taip pat pasižymi žemės ūkio produkcijos bei pramonės šakų gamybos šalutiniai produktai ir atliekos. Nuėmus ir apdorojus derlių, visuomet lieka nenaudojamos augalų dalys t.y šalutinė žemės ūkio gamybos produkcija ir jų apdorojimo atliekos. Didžiausią augalinės kilmės atliekų potencialą žemės ūkyje sudaro šiaudai. Tačiau negalima pamiršti ir kitų organinių atliekų: naudotos medienos, buitinių atliekų, nuotekų valymo dumblo ir t.t., kuriose yra sukauptas didelis biomasės kiekis ir kuri yra puiki žaliava įvairioms konversijos technologijoms. Pavyzdžiui, statybose, medienos pramonės įmonėse susidarančios medienos atliekos gali būti naudojamos biomasės terminės konversijos technologijose (Zvicevičius et al. 2013: 10-12).

Dar vienas biomasės kuro šaltinis, kurio potencialas pastoviai auga, yra atliekos. Degios atliekos sudaro vis didesnę dalį komunalinių atliekų. Kasmet daugėja plastiko ir popieriaus. Sudeginus atliekų masę sumažinama iki 25-30 %, o tūris – iki 10-20 % pradinės atliekų masės ir tūrio. (Zvicevičius et al. 2013: 12). Toks atliekų panaudojimo būdas nėra visiškai ekologiškas aplinkos taršos požiūriu, tačiau yra pagrįstas ekonominių požiūrių, kadangi sumažėja pervežimo kaštai ir sąvartynų plotai. Užsienio šalyse jau yra sėkmingų atliekų deginimo technologijų pritaikymo pavyzdžių.

Iš biomasės paruoštas kietasis biokuras gali būti naudojamas ir kultūros paveldo pastatų šildymui jį deginant vietiniuose žydimuose arba centralizuoto šilumos tiekimo sistemų katilinėse. Biomasės krosnys tiesiogiai teikia šilumą patalpoms, kur jos yra įrengtos. Skleidžiama šiluma gali būti perduodama į gretimus kambarius ir patalpas esančias virš žydinio, jeigu vėdinimo sistema įrengta lubose. Krosnys gali būti sujungtos su boileriu, kas leistų jiems tiekti karštą vandenį, kuris gali būti naudojamas buitinio karšto vandens reikmėms arba patalpų šildymui per centrinę šildymo sistemą. Kai pastate yra prieš tai įrengtas židinyne arba kaminas, tai gali būti ideali vieta biomasės

deginimo krosniai įrengti. Tokiu atveju pastate esantys žydiniai dažnai yra renovuojami, pritaikant juos efektyvesniam biokuro panaudojimui. Pastate esantis kaminas gali būti naudojamas kaip dūmtraukis, bet prieš naudojimą reikia įvertinti jo būklę ir esant poreikiui atkilti reikiamus remonto darbus. Žydiniai yra labiausiai tinkami mažesniems pastatams. Kietojo biokuro sistemos (žydinio arba katilo) panaudojimas kultūros paveldo pastate yra apsunkinamas, kai reikia įrengti naują dūmtraukį. Naujas dūmtraukis turėtų būti įrengtas kaip įmanoma mažiau keičiant pastato išvaizdą, patariama kaminą įrengti atokiau nuo pagrindinio pastato fasado. Tai turėtų sumažinti galimų problemų skaičių gaunant leidimą sistemos įrengimui (Renewable heritage 2009).

Vienas iš efektyviausių biomasės kietojo kuro panaudojimo būdų yra jo deginimas katile su centrine šildymo sistema. Kietojo kuro katilai šildo vandenį, kuris yra sukauptas didelėje karšto vandens talpoje (cilindre). Šis vanduo gali būti naudojamas patalpų šildymui per centrinę šildymo sistemą arba karšto vandens ruošimui buitinėms reikmėms. Katilai gali tiekti skirtingos temperatūros ir slėgio vandenį. Tai priklauso nuo paskirstymo sistemos (Renewable heritage 2009). Kietojo kuro katilai būna pritaikyti konkrečiam vienos rūšies (pavyzdžiui, labai efektyvūs medienos granulių katilai) arba kelių rūšių kurui (universalesni, tačiau jų naudingumo koeficientas mažesnis). Senosios kartos katiluose yra komplikotas oro tiekimo, degimo proceso valdymas, todėl kuras sudega ne iki galo, jo sunaudojama daugiau dėl to labiau teršiama aplinka. Naujosios kartos katiluose yra reguliuojamas oro padavimas, valdomas degimo procesas, kuras sudega geriau, katilo darbas yra saugesnis bei jį reikia mažiau prižiūrėti. Todėl modernizuojant pastatą kuriame yra senas katilas reikėtų apsvarstyti ir šildymo sistemos renovaciją. Šiuo metu rinkoje yra įvairių katilų besiskiriančių savo konstrukcija, veikimo principu, efektyvumu bei patogumu naudoti: dujų generacijos kietojo kuro katilai (sudeginamos ir degimo procese išsiskyrusios dujos), žvakės tipo (degimas vyksta katilo viršuje), apatinio degimo, tiesioginio degimo, granulių katilai ir kitokie (Gurskis et al. 2008). Didelė pasirinkimo įvairovė padidina katilo įrengimo kultūros paveldo statiniuose galimybes, kadangi yra galimybė lengviau parinkti pastato poreikius atitinkančią sistemą.

Taigi, apžvelgus biokuro rinkos potencialą ir naudojimo tendencijas galima daryti išvadą, kad dėl patrauklios kainos, pakankamo vietinių išteklių kiekio ir mažos CO₂ emisijos, bioenergijos ištekliai turėtų išlikti pagrindiniu kuru Lietuvos centralizuoto šilumos tiekimo sistemose. Taip pat bioenergetikos sektoriaus plėtros prioritetiškumą didina Europos Sąjungos nuostata, kad bioenergija išliks pagrindiniu atsinaujinančios energijos šaltiniu siekiant 2020–2030 m. klimato ir energetikos tikslų (Lietuvos bioekonomikos plėtros 2017).

3.2.3. Šilumos siurbLIAI

Šilumos siurbLIAI yra naudojami patalpų šildymui ir kartais karšto vandens ruošimui. Jie paima šilumą iš grunto, oro arba vandens ir pakelia jos temperatūrą iki pastato reikmėms naudoti

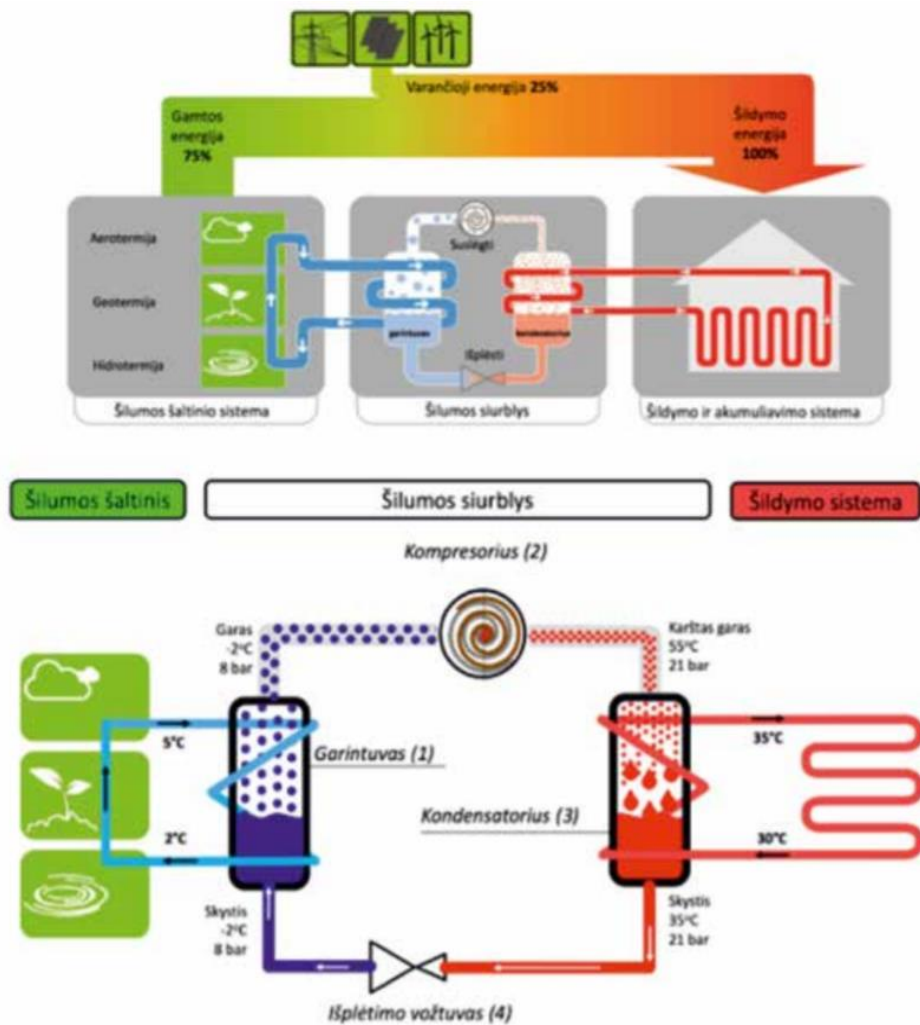
reikalingos temperatūros. Šilumos siurbliuose generuojama šiluma paprastai yra paskirstoma per grindinio šildymo vamzdžius arba radiatorius. Šilumos siurbliai gali būti prijungti prie jau esamos centrinės pastato šildymo sistemos (Renewable heritage 2009). Apibendrintai galima sakyti, kad šilumos siurbliai paima šilumos energiją iš gamtos ir panaudoja ją patalpų šildymui arba karšto vandens ruošimui.

Šilumos siurblio sistemą sudaro trys pagrindinės dalys:

- šilumokaitis – išgauna šilumą iš šaltinio (grunto oro arba vandens);
- šilumos siurblys – pakelia išgautos šilumos temperatūrą iki tinkamos naudoti patalpų šildymui;
- paskirstymo (šildymo) sistema – užtikrina išgaunamos šilumos paskirstymą pastate (dažniausiai tai būna radiatorinė arba grindinio šildymo sistema) (Renewable heritage 2009).

Paprastai šilumos siurbliai skirstomi į tipus pagal būdą, kuriuo jie paima šilumą iš gamtos: „gruntas-vanduo“, „vanduo-vanduo“, „oras-vanduo“ ir „oras-oras“. Tačiau visų jų veikimo principas yra panašus. Šiluma patenka į siurblių per šilumnešį, tuo atveju kai šiluma paimama iš grunto arba vandens šilumnešis yra kolektoriaus vamzdžiais cirkuliuojantis neužšalantis skystis. Garintuve šilumnešis susijungia su skystomis dujomis – freonu, kuris įgeria nešėjo atgabentą šilumą. Garintuvo kaupiklyje atnešta šiluma išgarina šilumos siurblyje cirkuliuojantį freoną ir freono skystis virsta garais. Kompresorius dideliu slėgiu suspaudžia įsiurbtus garus, tokiu būdu kelias dešimtis kartų padidindamas jų temperatūrą. Kondensatoriuje karštos dujos išskiria šilumos energiją, o jų konsistencija iš dujinės paverčiama į skystąją. Pagaminta šiluma perduodama toliau į namo šildymo sistemą ir šilumos siurblio vandens baką, skirtą karštam vandeniui ruošti. Išsiplėtimo vožtuvas nutraukia nešėjo skysčio suspaudimą, dėl to jo temperatūra smarkiai krenta. Tada ataušintas nešėjas atnaujindamas ciklą grįžta į pradinį tašką – garintuvą (Ignatavičius et al. 2018). Šilumos siurblių veikimo principinė schema yra pavaizduota 7 pav.

Šilumos siurbliai neveikia visiškai autonomiškai, todėl norint, kad jie išgautų šilumą, tam yra naudojama elektros energija (siurbliams, kompresoriams, kt.), tačiau jos sąnaudos gerokai mažesnės nei kitų šildymo sistemų, o rezultatas – apie 2,5–5,5 karto pagaminamas didesnis tiekiamas į šildymo sistemą šilumos kiekis (Gurskis et al. 2008). Pagal gamybos technologiją galima išskirti du pagrindinius šilumos siurblių tipus: vienvalenčiai ir dvivalenčiai. Vienvalenčiai šilumos siurbliai pastatui šildyti vartoja vien iš gamtos gaunamą energiją, o elektra juose reikalinga tik kompresoriui ir cirkuliaciniams siurbliams varyti. Dvivalenčiai šilumos siurbliai veikia panašiu principu, tačiau pritrūkus galios šilumos trūkumas yra kompensuojamas elektriniu šildymu. Todėl norint gauti pakankamai šilumos ir užtikrinti gerą sistemos darbą, svarbu tinkamai parinkti šilumos šaltinį ir įrangą (Ignatavičius et al. 2018).

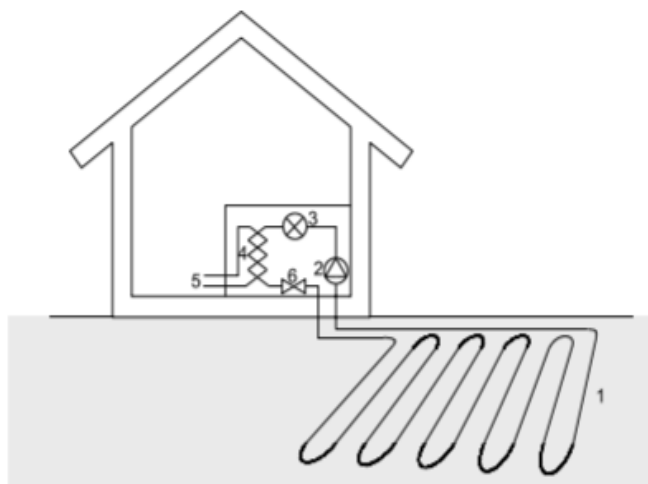


7 pav. Šilumos siurblio principinė veikimo schema (Ignatavičius et al. 2018).

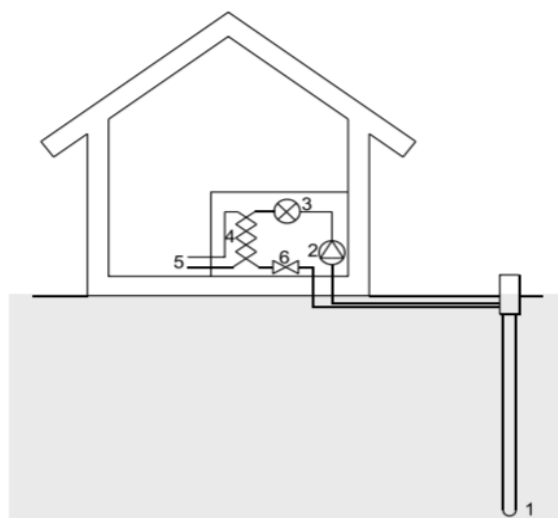
Šiluma išgaunama iš žemės gelmių yra vadinama geotermine. Autorius M. Marčiukaitis geotermine energiją apibrėžia kaip šilumos energiją, kuri susikaupusi žemiau žemės paviršiaus. Lietuvoje lengviausiai įsisavinami arti žemės paviršiaus esantys, vadinamieji seklieji geoterminiai ištekliai. Nagrinėjant šių išteklių panaudojimo galimybes matyti, kad geoterminės energijos ištekliai pasiskirstę visoje Lietuvos teritorijoje, tačiau didžiausias jų potencialas yra Vakarų Lietuvoje (Marčiukaitis et al. 2016). Žemėje susikaupusi šiluma surenkama kolektoriumi, kuris įrengiamas horizontalus (1,2 m iki 1,5 m gylyje žemėje išvedžiojamas vamzdynas, kurio ilgis priklauso nuo pastato šilumos poreikio ir grunto tipo) arba vertikalus (vamzdynas įleidžiamas į gręžinį, kurio gylis priklauso nuo pastato šilumos poreikio) (Ignatavičius et al. 2018). Geoterminio šildymo sistemos schemas su vertikaliu ir horizontaliu kolektoriumi yra pavaizduotos 8 pav. ir 9 pav.

Norint įrengti šią sistemą reikia apskaičiuoti kolektoriaus užimamą plotą kuris priklauso nuo šilumos siurblio tipo ir galingumo, bei grunto sudėties. Dažniausiai, jeigu sklype yra pakankamai vietos, pasirenkamas horizontalaus kolektoriaus įrengimas. Vertikalų kolektorių rekomenduojama įrengti tuomet, kai nėra tinkamų sąlygų horizontaliam kolektoriui įrengti, t. y gręžiniai gręžiami

kai sklypo plotas yra mažas, netinkamas reljefas arba egzistuoja kitos nepalankios sąlygos. Tokiu atveju naudojant vertikalų kolektorių, šiluma koncentruotai paimama iš sąlyginai nedidelio žemės ploto (Požeminės šiluminės energijos... 2007).



8 pav. Šildymo sistemos schema, kai naudojamas horizontalusis kolektorius: 1. Kolektorius; 2. Siurblys; 3. Kompresorius; 4. Šilumokaitis; 5. Vamzdynas; 6. Išsiplėtimo vožtuvas (Gurskis et al. 2008).



9 pav. Šildymo sistemos schema, kai naudojamas vertikalusis kolektorius: 1. Kolektorius; 2. Siurblys; 3. Kompresorius; 4. Šilumokaitis; 5. Vamzdynas; 6. Išsiplėtimo vožtuvas (Gurskis et al. 2008).

Tais atvejais kada pastatas yra netoli vandens telkinio galima panaudoti vandenyje susikaupusią šilumą. Šilumos energija susikaupusi paviršiniuose vandenyse yra vadinama hidrotermine. Tai gali būti upių, ežerų arba dirbtinių tvenkinių vandenyje sukaupti šilumos ištekliai (Marčiukaitis et al. 2016). Vandens tipo šilumos siurbliai veikia lygiai tokiu pačiu principu kaip ir grunto šilumos siurbliai. Vienintelis skirtumas yra tas, kad kolektoriaus vamzdžiai yra tiesiami vandenyje, o ne grunte. Dažniausiai naudojami vandens šaltiniai yra tvenkiniai, ežerai arba upės, tačiau įrengiant vandens tipo šilumos siurblių mieste galima naudoti ir šulinius arba kitas vandens susikaupimo vietas. Sistemos įrengimo darbai yra žymiai paprastesni lyginant su geoterminė sistema, kadangi nereikia atlikti žemės kasimo darbų vamzdžių įrengimui. Vandens temperatūra labiau svyruoja negu grunto, todėl išgaunamos šilumos kiekis gali labiau svyruoti nei naudojant grunto šilumos siurblių. Tačiau vanduo yra geras laidininkas, todėl vandens šilumos siurblys gali veikti labai efektyviai (Renewable heritage 2009). Šitos sistemos įrengimas reikalauja atitinkamos objekto geografinės padėties šalia vandens telkinio, todėl jis nėra labai plačiai naudojamas.

Kaip jau buvo minėta ankščiau šilumos siurbliai yra skirstomi į trys pagrindines grupes pagal tai koks yra naudojamas šilumos šaltinis, trečioji grupė yra oro šilumos siurbliai. Jie veikia tokiu pačiu principu kaip ir kiti šilumos siurbliai, tačiau pagrindinis skirtumas yra tas, kad jie surenka šilumą kitokiu būdu. Šiluma į siurblių patenka tiesiogiai iš gryno aplinkos oro, jau šilto pastato arba ventiliacijos sistemos oro. Ventiliatorius traukia orą per šilumokaitį, kuris išgauna šilumą iš oro ir perduoda ją į šilumos siurblių, o toliau vykstantys procesai yra tokie patys kaip kitų tipu šilumos

siurbliuose. Kai pirminis šilumos šaltinis yra atmosferos oras, tai oro temperatūros kaita turi įtakos šilumos siurblio efektyvumui. Dėl minėtos priežasties oro šilumos siurblio gali neužtekti pastato šilumos poreikiams patenkinti šaltuoju metų laiku. Todėl jis dažnai yra integruojamas kartu su kitomis šildymo sistemomis ir įrengiamas kaip pagalbinė, o ne pagrindinė šildymo sistema. Oro šilumos siurbliai yra efektyviausi vasaros metu, kai aplinkos temperatūra yra aukštesnė ir labiau pastovi (Renewable heritage 2009). Aplinkos ore esančios šilumos ištekliai yra neišsemiami, tačiau Lietuvoje dėl įvairių objektyvių priežasčių jie nebuvo plačiai naudojami. Todėl tik pastarąjį dešimtmetį imta sparčiau plėtoti oro energijos panaudojimą (Marčiukaitis et al. 2016). Oro šilumos siurblys dažniausiai montuojamas ant pastato sienos arba stogo. Tai gali būti puikus sprendimas pastatams, kurių sklypuose žemės kasinėjimo ar gręžimo darbai yra negalimi ar tiesiog tam nėra vietos. Todėl tai yra tinkamas variantas miesto senamiesčiams.

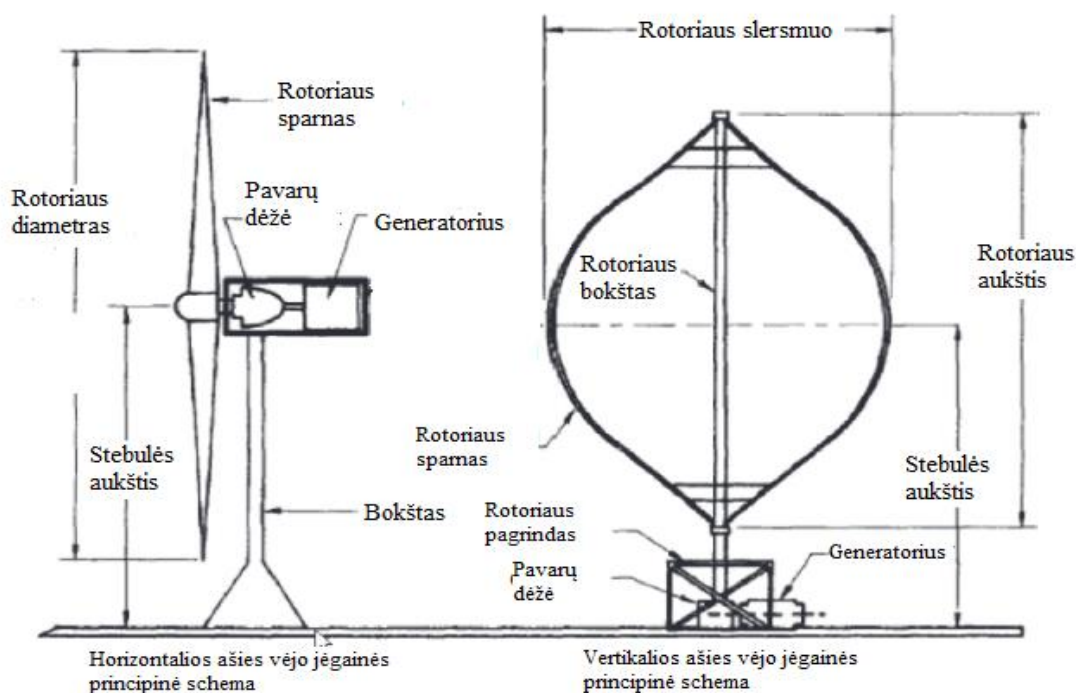
Žiūrint iš planavimo perspektyvos grunto ir vandens šilumos siurbliu įrengimui paveldo pastatuose yra palankios sąlygos, kadangi jie yra beveik nepastebimi ir neturi vizualinio poveikio pastato išorei. Norint įrengti grunto šilumos siurblių šalia paveldo pastato, kur gali būti archeologinių liekanų reikia imtis papildomų atsargumo priemonių ir atlikti papildomus tyrimus, kad nebūtų nepažeisti jokie vertingi radiniai. Tipinio šilumos siurblio veikimo sukeltos vibracijos paprastai neturi jokios įtakos pastatui, tačiau jeigu kasimo darbai yra atliekami arti paveldo pastato, kurio konstrukcijos yra silpnos arba nestabilios, reikia imtis apsauginių veiksmų. Tuo tarpu oro šilumos siurblys gali būti lengvai įrengtas ant bet kurio jau egzistuojančio pastato, kadangi jo montavimas nereikalauja daug žemės darbų ir gali būti sujungtas su jau esama pastato šildymo sistema. Tačiau pagrindinis jo trūkumas yra tas, kad dažniausiai įrenginys yra matomas ant pastato fasado, dėl to jo įrengimas kultūros paveldo statiniuose gali būti uždraustas. Kartais šią problemą galima išspręsti įrengiant siurblių priestatė arba pastato palėpėje, tačiau tam ne visada yra palankios sąlygos. Todėl oro siurbliai yra retai naudojami kultūros paveldo statiniuose. (Renewable heritage 2009).

3.2.4. Vietinės vėjo jėgainės

Žmonės jau nuo senų laikų plačiai naudoja vėjo energiją savo poreikiams. Vėjo malūnai jau daugiau nei 1000 metų yra naudojami įvairios rūšies energijos gamybai ir jų naudojimas elektros energijos gamybai yra priskiriamas prie moderniausių panaudojimo būdų. (Renewable heritage 2009). Vėjo jėgainės yra įvairių dydžių bei galingumų, priklausomai nuo jų pagaminamos energijos kiekio jos gali būti skirstomos į pramonines (daugiau kaip 250 kW), vidutines (nuo 50 kW iki 250 kW), mažas, kurios dar vadinamos asmeninėmis arba vietinėmis (nuo 0,1 kW iki 50 kW). Šiuo metu iš vėjo gaminama elektros energija dažniausiai tiekama į elektros tinklą, iš kurio ji yra paskirstoma visiems elektros vartotojams, kartu su kitais būdais elektrinėse pagaminta energija. Dėl to dažniausiai vėjo energiją asocijuojasi su didelių matmenų ir galingumo pramoninėmis vėjo

jėgainėmis. Tačiau vėjo energijos panaudojimas galimas ne tik didžiųjų vėjo elektrinių sukimui. Pasaulyje yra paplitęs ir mažųjų vėjo elektrinių naudojimas, nors tobulėjant fotovoltiniams saulės moduliams mažosios vėjo elektrinės darosi vis mažiau populiarios. Vienas iš pagrindinių šios sistemos trūkumų yra tas, kad vėjo elektrinėms yra būdingi dideli jų elektrinės galios svyravimai, nes jų efektyvumas priklauso nuo vėjo stiprumo (Pastatų ir kvartalų... 2020).

Elektros energijos gamyba iš vėjo energijos yra gana paprasta. Vėjas tai judantis oras, didėjant jo greičiui atitinkamai didėja ir kinetinė energija, kuri susijusi su judėjimu. Vėjo elektrinės sukurtos taip, kad sudarytų kliūtį kinetinei energijai, ją sulėtintų ir konvertuotų į elektros energiją. Kliūtys kinetinei energijai susidaro, kuomet vėjas susiduria su turbinos mentėmis, kurios suprojektuotos taip, kad duotų didžiausią energijos kiekį ir sudarytų didžiausią galimą kliūtį. Dauguma vėjo elektrinių susideda iš trijų menčių, sumontuotų prie plieninio bokšto. Vėjo elektrinės gali būti įvairaus aukščio, tačiau kuo jos aukštesnės tuo efektyviau veikia, nes didesniai aukščiui įprastai būdingi stipresni vėjai. Pučiant vėjui vienoje mentės pusėje susidaro žemo slėgio oro kišenė kuri traukia mentę link savęs ir taip priverčia sukis elektrinės viduje esantį rotorių. Naselėje esanti pavarų dėžė padidina rotoriaus sukimosi greitį nuo maždaug 18 iki 1800 apsisukimų per minutę, toks greitis leidžia turbinos generatoriui gaminti elektros energiją (Lietuvos vėjo elektrinių asociacija 2020). Galima išskirti du dažniausiai naudojamus vėjo jėgainių tipus: horizontalios ir vertikalios ašies. Jos abi veikia tais pačiais principais, skiriasi tik jų konstrukcija (Islam et al. 2018). Tipinės horizontalios ir vertikalios ašies vėjo jėgainių schemas yra pavaizduotos 10 pav.



10 pav. Horizontalios ir vertikalios ašies vėjo jėgainių tipinės schemas (Islam et al. 2018).

Horizontalios ašies jėgainės su besisukančiu propeleriu dažniausiai reikalauja mažesnio pradinio vėjo greičio, tai reiškia, kad dažniausiai jos yra techniškai efektyvesnės, nes iš to paties vėjaračio darbo ploto pagamina daugiau elektros energijos. Taip pat jos pigesnės, nors ir reikalauja atsakingesnio požiūrio į stiebo konstrukciją, kuriai tenka atlaikyti didesnes apkrovas (Pastatų ir kvartalų... 2020). Vertikaliosios ašies jėgainės veikia kur kas platesniame vėjo diapazone, beveik nekelia triukšmo bei gali būti ne tik pastatytos, bet ir pakabintos ant pastato arba šalia jo, tačiau jų įrengimo kaina yra brangesnė (Gurskis et al. 2008).

Ant statinio stogo ar šalia pastato būtų nepriimtina ir sudėtinga įrengti didelės galios vėjo elektrinę, kuri padengtų visus statinio vartotojų elektros energijos poreikius. Tačiau vienos ar keleto mažųjų vėjo elektrinių įrengimas ant pastato stogo yra gana dažnas reiškinys daugelyje pasaulio valstybių. Didžiausia pasirinktos mažosios vėjo elektrinės galia, svoris ir gabaritai turėtų būti tokie, kad jos eksploatavimas būtų saugus esant ir bet kokiems vėjo greičiams jos įrengimo vietoje. Pasaulyje gaminami šimtai įvairių tipų mažųjų vėjo elektrinių įrenginių, kurie labai skiriasi savo parametrais ir kaina. Tuo atveju kai vėjo elektrine planuojama įrengti ant pastato stogo reikia įvertinti jos skleidžiamą akustinį triukšmą ir vizualųjį poveikį. Taip pat būtina įvertinti, kad Lietuvoje vėjo energijos ištekliai yra pasiskirstę labai nevienodai. Dėl šios priežasties tos pačios vardinės galios vėjo elektrinės pajūryje per metus gali pagaminti apie 5-7 kartus daugiau elektros energijos, negu Rytų Lietuvoje, kur vidutiniai metiniai vėjo greičiai yra maždaug dvigubai mažesni (Pastatų ir kvartalų... 2020).

Elektros energija yra universali ir labai plačiai naudojama, todėl savaime suprantama, kodėl sparčiausiai vystoma ši vėjo energijos transformavimo sritis. Tačiau inžinierių dėmesį buvo patraukę ir vėjo energijos transformavimo į šilumą įrenginiai. Vėjo mechaninės energijos transformavimas į šilumą nėra naujovė, tačiau dabar labiausiai paplitusios elektrinės sistemos, kai vėjaratis suka elektros generatorių, o šiluma pastate gaunama naudojant elektrinius šildytuvus (Černeckienė Ždankus 2015). Vertinant vėjo energijos naudojimo pastatų šildymui technologijas autorė J. Černeckienė pasiūlė jas struktūriškai sugrupuoti ir suskirstyti į elektrines ir hidraulinės sistemas. Lyginant šias sistemas pagal šilumos paskirstymą patalpose, elektrinė sistema yra universalesnė, nes tokiu atveju yra galimybė ir šildyti patalpas tiesiogiai elektros prietaisais, ir kaupti šiluminę energiją šildant akumuliacinės talpos vandenį. Dėl minėtų priežasčių elektrinės sistemos yra plačiau naudojamos, taip pat ši sistema turi platesnes taikymo galimybes pastatų modernizavimo metu. J. Černeckienė savo darbe išskiria dvi pagrindines elektrines sistemas, kurių taikymo schemas yra labai panašios ir susideda iš tokių elementų: vėjaračio, elektros generatoriaus, elektros energijos akumuliatoriaus ir pastato šildymo sistemos (Černeckienė Ždankus 2015).

Pirmos sistemos atveju pastato šildymo sistemą sudaro elektros energiją naudojančios šildymo prietaisai – oriniai šildytuvai, tepaliniai radiatoriai, spinduliniai šildytuvai ir t.t. Pagal šią schemą, turint vietinį elektros energijos gamybos įrenginį, atsiranda elektros energijos akumuliacinio poreikis dėl vėjo energijos potencialo ir energijos poreikio skirtumų, taip pat poreikis turėti rezervinę pastato šildymo sistemą. Naudojant centralizuotai tiekiamą ir iš vėjo energijos gaminamą elektros energiją, energijos akumuliatoriaus ir rezervinio šaltinio funkciją atlieka skirstomieji tinklai ir diversifikuotas elektros energijos gamybos tinklas. Antros sistemos atveju šiluminės energijos akumuliatorius yra vandeniui arba vandens ir neužšąlančių skysčių tirpalu užpildyta talpa, o pastato šildymo sistema yra tradicinė, kurios šilumnešis yra vanduo ar jo tirpalai. Tokios schemos privalumas yra tas, kad to paties šiluminės energijos akumuliatoriams įkrauti galima naudoti papildomus kontūrus, kuriems energiją teks ir kiti energijos šaltiniai – kietojo arba dujinio kuro katilai, saulės energijos kolektoriai, tam tikrų technologinių įrenginių aušinimo kontūrai ir pan. Šioje schemoje pastato šildymo sistema bet kuriuo atveju naudojama ta pati ir šios schemos atveju galimas elektros energijos gamybos decentralizavimas (Černeckienė Ždankus 2015).

Vėjo energijos generuojamą šilumą galima naudoti ir pastatams šildyti netiesiogiai. Gautą šilumą galima paskirstyti grunte, išvedžiojus hidraulinės sistemos vamzdžius grunte po pastatu arba šalia pastato, kur įrengtas geoterminio šilumos siurblio kolektorius. Dar vienas alternatyvus vėjo generuojamos šilumos panaudojimo būdas yra ledo ir sniego tirpinimas nuo pastato stogo ar kitų paviršių. Vėjo energijos sugeneruotą šilumą šilumonešiui galima atiduoti akumuliacinėje talpoje, jei pastate kaip pagrindinis energijos šaltinis naudojamas dujinis ar kieto kuro katilas. Kitais atvejais šilumą galima kaupti grunte, jei pastate yra įrengta geoterminė šildymo sistema (Černeckienė Ždankus 2015).

Norint įrengti mažąją vėjo jėgainę vienas iš svarbiausių žingsnių yra tinkamas jos galingumo pasirinkimas. Norint taisyklingai apskaičiuoti reikiamą galingumą pirmiausia reikia žinoti pastato metinius elektros energijos suvartojimo rodiklius. Gamintojai pateikia apytikslius duomenis, kiek per metus jėgainė gali pagaminti elektros energijos, todėl žinant šį kiekį galima nesunkiai apskaičiuoti, kokio jėgainės galingumo reikės. Kalbant apie vėjo jėgainių įrengimą, Lietuvos klimato sąlygoms mažesnės galios vėjo jėgainės yra tinkamesnės, nes esant mažesniai vėjui jos veikia efektyviau (Pastatų ir kvartalų... 2020). Įrengiant vėjo jėgaines miesto teritorijoje kai arti yra medžių arba pastatų svarbu atkreipti dėmesį į turbulencinius srautus, kurie gali susidaryti ir trukdyti jėgainės veikimui (Gurskis et al. 2008).

Taigi, jeigu pastato geografinė padėtis yra su pakankamai gerais vėjo energijos ištekliais (kai vidutinis metinis vėjo greitis >4 m/s) galima įrengti autonominę arba į elektros tinklą integruotą vėjo mikroelektrinę, kuri priklausomai nuo jos galios, galėtų padengti dalį arba visus namo bendrojo naudojimo elektros energijos poreikius. Autonominės vėjo elektrinės yra maždaug 1,5

karto brangesnės už į elektros tinklą integruotas mikroelektrinės, nes gilaus iškrovimo akumuliatorių kaina yra gana didelė. Todėl galima pasirinkti ir kitą populiary variantą, pastate įrengti į elektros tinklą integruotą mažąją elektrinę. Pastate įrengus mažąją vėjo elektrinę reikia stengtis kuo didesnę pagamintos elektros energijos dalį sunaudoti vietoje ir tik nepanaudojamą likutį tiekti į elektros tinklą, kadangi dabartiniu laiku iš vėjo pagaminta elektros energija Lietuvoje superkama po 0,052 EUR/kWh, o gyvenamasis namas iš skirstomųjų tinklų elektros energiją perka vidutiniškai už 0,10 EUR/kWh (Pastatų ir kvartalų... 2020).

Kalbant apie kultūros paveldo statinius, daugumoje atvejų ant pastato montuojamos vėjo jėgainės įrengimas bus uždraustas dėl vizualaus poveikio. Taip pat montavimo darbų procesas arba įrenginių veikimo keliamos vibracijos gali pažeisti pastato medžiagas. Kaip žinoma, autentiškos pastato medžiagos yra laikomos paveldo pastato kultūrinės vertės dalimi ir yra labai svarbios. Todėl vėjo jėgainės ir jos veikimui reikalingos įrangos bei laidų įrengimo metu reikia stengtis išvengti žalos pastato originalioms medžiagoms arba užtikrinti kuo mažesnę žalą ir poveikį. Taip pat svarbu įvertinti tai, kad vėjo turbino gyvavimo laikotarpis yra trumpesnis negu pastato, todėl pradinio įrengimo metu reikia apsvarstyti demontavimo ir pakeitimo galimybes, kad poveikis pastatui būtų minimalus. Dėl šių priežasčių atskirai stovinčios turbino ant bokšto yra tinkamesnės naudoti daugumoje kultūros paveldo modernizavimo atvejų. Tačiau net jeigu vėjo turbina sumontuota ant bokšto yra atokiau nuo pastato, dar vis tiek reikia planavimo etapo metu konsultuotis su paveldosaugos specialistais, kad parinktų tinkamiausią įrengimui vietą. Kai kuriais atvejais gali prireikti kompromiso dėl siūlomos turbino dydžio, aukščio ir vietos (Renewable heritage 2009).

3.2.5. Vietinės hidroelektrinės

Vandens energija taip pat kaip ir vėjo, žmonės savo poreikiams naudoja jau labai seniai. Tam tikros teritorijos paviršiaus nuotėkio energiją įprasta vadinti hidroenergetiniais ištekliais. Vandens energijos išteklius priimta skirstyti į potencinius ir kinetinius. Vandens masėje sukaupta energija vadinama potencine, o tekančio vandens energija – kinetine. Hidroelektrinė (toliau HE) yra kompleksas įrenginių, kurie vandens energiją konvertuoja į elektros energiją (Vyčius Kustienė 2008). Lietuvos hidroenergetikų asociacija hidroenergetiką įvardina kaip patį ekonomiškiausią ir gamtai mažiausiai žalos darantį atsinaujinančios energijos šaltinį. HE populiarumas Europoje vėl atgimsta dėl nepastovius atsinaujinančius energetinius išteklius naudojančių elektros generatorių (pvz., vėjas, saulė) augančios plėtros. Nepaisant to, kad rinkoje egzistuoja įvairūs elektros energijos akumuliavimo būdai, hidroakumuliacija yra laikoma viena iš efektyviausių (Bilys et al. 2017).

Norint naudoti vandens išteklius energijos gamybai, reikia įvertinti du pagrindinius parametrus: vandens debitą ir vienokiu ar kitokiu būdu sudarytą ir sukoncentruotą tam tikroje

vietoje slėgio aukštį. Taigi, nuo šių dviejų parametrų iš esmės priklauso galimybė vandens šaltinį (upę arba tvenkinį) panaudoti energetikai. Paprastai potenciniai, hidroenergetiniai ištekliai apskaičiuojami pagal upės vidutinį daugiametį debitą ir jos kritimo aukštį t.y. aukščių skirtumą tarp jos ištakų ir žiočių. Slėgio aukštis yra dviejų upės ruožo taškų aukščių skirtumas, kuris beveik per visą upės ilgį būna vienodas, tačiau toks slėgio aukštis hidroenergetikai dažniausiai yra netinkamas. Todėl labai dažnai reikia dirbtinai sukcentruoti slėgio aukštį vienoje vietoje. Tam yra naudojami du pagrindiniai slėgio aukščio sudarymo būdai: užtvankinis arba derivacinis. Užtvankinio būdo esmė yra ta, kad upės vagoje pastatoma užtvanka ir slėgio aukštis sukcentruojamas vienoje vietoje. Šiuo atveju slėgio aukštis yra lygus aukštutinio ir žemutinio bjefų vandens lygių skirtumui. Derivacinis slėgio aukščio sudarymo būdas taikomas kalvotose vietose, kur kai kurių upių ruožų nuolydžiai yra dideli arba upės vaga daro dideles kilpas. Ruožų ar kilpų pradžioje įrengiami maži tvenkiniai, iš kurių vanduo nuvedamas į minimalaus nuolydžio derivacinius kanalus. Tokiais kanalais vanduo atvedamas iki slėginio baseino, jungiančio kanalą su slėginiais vamzdžiais. Per slėginius vamzdžius vanduo patenka į HE pastate sumontuotas turbinas, o iš jų išėjęs vėl nuvedamas į upę. Pagrindinis įrenginys, kuris pakeičia vandens energiją į mechaninę sukimosi energiją yra hidraulinė turbina. Vanduo tekėdamas per turbinos darbo ratą iš aukštutinio bjefo į žemutinį priverčia turbiną suktis. Kartu su darbo ratu sukasi turbinos velenas, prie kurio jungiamas hidrogenatorius, o šis jau gamina elektros energiją (Vyčius Kustienė 2008). Vandens turbina veikia tokiu pačiu būdu kaip vėjo turbina, gamina elektros energiją besisukdama, vienintelis skirtumas yra tas, kad šiuo atveju turbiną suka vanduo, o ne vėjas.

Priklausomai nuo skirtingų gamtinių sąlygų, slėgio aukščio sudarymo būdų, instaliuotos galios, HE paskirties energetinėje sistemoje ir vandens ūkio komplekse, hidroįrenginių konstrukcijos ir sudėties bei kitų aplinkybių, HE yra labai įvairios. Pagal skirtingos kilmės vandens energijos naudojimą HE gali būti:

- HE naudojančios upių vandens energiją;
- hidroakumuliacinės elektrinės, naudojančios siurbliais pakelto vandens energiją;
- potvynių – atoslūgių HE, naudojančios jūrų bei vandenynų užutėkiuose dėl mėnulio traukos vykstančių potvynių-atoslūgių energiją;
- HE naudojančios jūrų bei vandenynų bangų energiją.

Be minėtos HE klasifikacijos pagal naudojamos vandens energijos tipą, jas galima suklasifikuoti ir pagal galią:

- 1) piko – iki 50 kW;
- 2) mikro – 50...500 kW;
- 3) mini – 500...2000 kW;
- 4) maža – 2000...10000 kW;

5) didelė – daugiau 10000 kW (Vyčius Kustienė 2008).

Vietinės hidroenergijos sistemos (piko ir mikro) yra žymiai mažesnės ir paprastesnės negu didelio masto HE sistemos. Mažos hidrosistemos yra vienos pačių patikimiausių, tvariausių ir ekonomiškiausių atsinaujinančios energijos naudojamų technologijų. Jos pagamina pastovų, prognozuojamą elektros energijos kiekį ir veikia labai efektyviai lyginant su kitomis elektros gamybos technologijomis. Palyginus ir įvertinus hidroenergijos privalumus galima teigti, kad jeigu pastatas yra šalia tinkamo vandens šaltinio, hidroenergija gali tapti geriausiu atsinaujinančios energijos šaltinių (Renewable heritage 2009).

Nagrinėjant Lietuvos hidroenergijos panaudojimo galimybes nesunku pastebėti, kad mūsų šalis turi senas upių energijos naudojimo tradicijas ir patirtį, kadangi šalyje upių tinklo tankis yra gana didelis. Vienam km² šalies teritorijos ploto tenka nuo 0,31 iki 0,82 km upės. Tačiau svarbu paminėti, kad upių skaičius dar nieko nepasako apie upių hidroenergijos potencialo išsidėstymą ir jo vertę šalies teritorijoje. Paprastai hidroenergijos potencialą nusako hidrogalios dydis, tenkantis 1 km ilgio upės ruožui (kW/km). Pagal šį rodiklį didžiausią reikšmę Lietuvoje turi Nemuno ir Neries upės, taigi hidroenergetiniu požiūriu tai yra pačios efektyviausios šalies upės (Atsinaujinančių energijos išteklių... n.d). Lietuvoje yra tik 2 upės (Nemunas ir Neris), kurių kiekvienos hidroenergetiniai ištekliai didesni nei 100 tūkst. kW (didelė energetinė vertė), 40 upių – tarp 100 ir 1 tūkst. kW (vidutinė vertė) ir 430 upių – mažiau nei 1 tūkst. kW (maža vertė). Įvertinus pateiktus duomenis, galima daryti išvadą, kad Lietuvoje tik Nemunas ir Neris gali būti naudojami kaip didžiosios hidroenergetikos šaltiniai, o visos kitos upės - kaip mažosios. To pagrindinės priežastys yra mažas upių vandeningumas ir maži upių vagų išilginiai nuolydžiai (Vyčius Kustienė 2008).

Taigi jeigu pastatas yra šalia sraunaus upelio, gali būti svarstoma galimybė naudoti hidroenergiją. Iki 5 kW galios specialios konstrukcijos piko HE pasižymi tuo, kad jai nebūtina užtvanka. Gaminamos ir visai mažos galios pavyzdžiui, 200-300 W jėgainės. Jei upelis neužšąla žiemą tai 24 val. per parą ir 365 dienų per metus yra gaunamas pastovus elektros energijos kiekis (Gurskis et al. 2008). Norint įrengti HE reikia atidžiai įvertinti sklypą, kadangi tai yra sudėtingas procesas. Be to rekomenduojama pasitelkti kvalifikuotų įmonių arba konsultantų pagalbą. Kalbant apie vietinių HE įrengimą kultūros paveldo statiniuose, beveik visais atvejais buvę malūnai ir istorinės užtvankos yra laikomi tinkamomis įrengimo vietomis (Renewable heritage 2009). Tačiau dėl teisinio reguliavimo šiuo metu galioja draudimas statyti ir atstatyti užtvankas ekologiniu ir kultūriniu požiūriu vertingose upėse, todėl ne visada yra galimybė atstatyti malūnų užtvankas ir kai kurių upių slenksčius ten įrengiant vandens turbinas (Bylis et al. 2017). Įrengiant vandens turbinas kultūros paveldo statiniuose, reikėtų imtis panašių organizacinių ir prevencinių priemonių kaip ir vėjo jėgainių įrengimo atveju. Darbų atlikimo metu reikia stengtis išvengti žalos pastato

autentiškoms medžiagoms arba užtikrinti kuo mažesnę žalą ir poveikį statiniui sistemos eksploatacijos metu. Taip pat reikia numatyti remonto, demontavimo ir pakeitimo darbų atlikimo galimybes tokiu būdu, kad poveikis pastatui būtų minimalus (Renewable heritage 2009).

3.2.6. Saulės fotoelementai

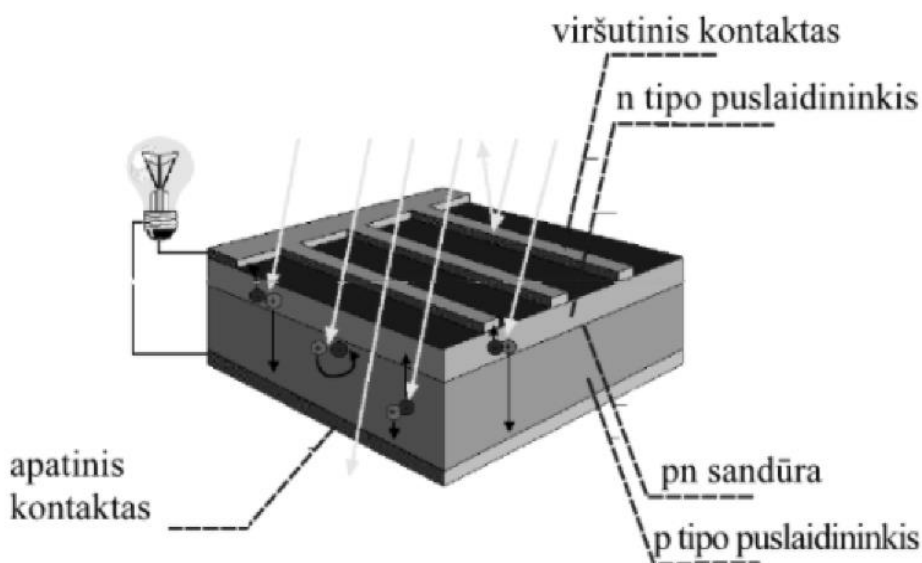
Ankščiau buvo aptartas saulės energijos panaudojimas pastatų šildymui, tačiau tai yra ne vienintelis jos panaudojimo būdas. Saulės energija gali būti surenkama ir paverčiama į elektros energiją, tam yra naudojami fotovoltiniai elementai. Jų veikimas pagrįstas fotovoltiniu efektu – įtampos arba srovės, atsiradimu medžiagą paveikus šviesa (Kiela 2012). Autoriai G. Petrauskas ir V. Adomavičius saulės elementą, kuris dar vadinamas fotoelektros elementu, apibrėžia kaip puslaidininkinį įtaisą, skirtą šviesos energijai paversti į elektros energiją (Petrauskas Adomavičius 2012: 28). Fotovoltinės sistemos dažniausiai susideda iš kelių fotoelektros elementų, kadangi pavieniai elementai sukuria mažą elektros energijos kiekį. Tarpusavyje jungiant fotovoltinius elementus galima gauti tokius prietaisus, kaip fotovoltiniai moduliai arba valdymo skydai, iš kurių susideda saulės elektrinės (Kiela 2012).

Elektros energijos gamyba iš saulės energijos skiriasi nuo kitų atsinaujinančios energijos technologijų veikimo principų. Fotovoltinėse elektrinėse absorbuojama saulės šviesa sukelia elektronų judėjimą. Saulės šviesa krentanti į saulės elementą jonizuoja silicio atomus kurie savo ruožtu veikiami p-n jungties potencialų skirtumo, poliarizuoja į dvi priešingo krūvio zonas. Laisvieji elektronai kaupiasi n- sluoksnyje prie viršutinio kontakto, o atomai netekę elektrono kaupiasi p- sluoksnyje prie apatinės kontaktinės plokštelės. Šiuos sluoksnius sujungus išorine grandine laisvieji elektronai keliauja į p- silicio sluoksnį ir ten vėl susijungia su skylėmis, tokiu būdu išlaisvindami savo krūvio energiją. Elektronų srautas išorinėje grandinėje ir yra elektros srovė (Pastatų ir kvartalų... 2020). Paprasčiausia fotoelektros elemento struktūra pavaizduota 11 pav.

Šio metu Lietuvoje plačiausiai plėtojamas saulės panaudojimo būdas yra fotovoltinių elektrinių įrengimas. Modelis aktyviai plinta dėl palankios elektros energijos gavybos iš atsinaujinančių šaltinių skatinimo politikos (Pastatų ir kvartalų... 2020). Praeityje didžiausias saulės elektrinės trūkumas buvo didelė fotoelektros elementų kaina, tačiau dar praėjusiame amžiuje buvo suprasta, kad tai nėra neišsprendžiama problema. Todėl buvo numatyti būdai foto elektros elementų gamybos technologijų tobulinimui ir pačių elementų bei foto elektros modulių naudingumo koeficientams didinti (Petrauskas Adomavičius 2012). Dėl saulės elektrinių populiarumo pasaulyje saulės elektrinių kainos mažėja kasmet, per 2010-2017 metų laikotarpį saulės elektrinių kaina sumažėjo apie 83 %. Energetikos ministerijos stebėjimais paremtos

prognozės rodo, kad netrukus energetikos sistemoje ateis laikas, kai pasigaminti „žalią“ elektros energiją savo reikmėms gali kainuoti pigiau negu pirkti ją iš tinklo (Pastatų ir kvartalų... 2020).

Fotoelektros moduliai gali būti įvairių tipų, tačiau dažniausiai naudojami yra monokristalinio silicio, polikristalinio silicio ir amorfinio silicio (plonaplėviai) moduliai, o kiti, iš kitų įvairių



11 pav. Fotovoltinio elemento struktūra (Kiela 2012)

medžiagų pagaminti plonaplėviai, daugiajungčiai (multijunction) moduliai yra naudojami žymiai rečiau (Adomavičius 2011). Taigi, kol kas dažniausiai naudojami kristalinio silicio fotoelektros moduliai. Paprastai monokristaliniai elementai pasižymi didesniu efektyvumo koeficientu t.y. tomis pačiomis sąlygomis monokristaliniai moduliai sugeneruos didesnę elektros energijos kiekį negu polikristaliniai. Monokristalinių elektrinių efektyvumo koeficientas yra apie 20 %, o polikristalinių elektrinių efektyvumas siekia apie 16 %. Daugiau nei 98 % visų rinkos saulės elementų gamybos pagrindinė medžiaga yra silicis. Kristalų pavidalo silicio randama smėlyje, smiltainyje bei granite, tai yra antras pagal gausumą žemės elementas (Pastatų ir kvartalų... 2020). Šito tipo saulės elementai užima didžiąją rinkos dalį, tačiau fotovoltinių elementų rūšių yra ir daugiau. Yra išskiriami du saulės elementų klasifikavimo variantai: pagal gamybos laikotarpį arba pagal sandarą. Pagal gamybos laikotarpį elementai skirstomi į kartas. Tačiau toks klasifikavimas turi didelį trūkumą, nes nėra aiškiai nustatytos ribos nuo kada fotovoltinį elementą galima priskirti tam tikrai kartai. Autorius K. Kiela savo straipsnyje fotovoltinius elementus pagal sandarą skirsto tokia tvarka:

- Vienos p-n sandūros fotovoltiniai elementai;
- Keliu p-n sandūrų fotovoltiniai elementai;
- Organiniai fotovoltiniai elementai;
- Fotovoltiniai elementai su kvantiniais taškais (Keila 2012).

Kalbant apie fotovoltinių elementų darbo efektyvumą svarbu paminėti, kad jų darbui įtakos turi saulės spindulių kritimo kampas, saulės intensyvumas ir aplinkos temperatūra (Gurskis et al. 2008). Todėl saulės elektrinėse pagaminamos elektros energijos kiekis labai priklauso nuo fotoelektros modulių orientacijos į saulę. Didžiausias naudingumo laipsnis pasiekiamas tada, kai fotovoltinė modulio plokštuma su kryptimi į saulę sudaro kampą lygų 90 laipsnių. Kadangi dažnai fotoelektros moduliai įtvirtinti nejudamai, kampas tarp plokštumos ir saulės laikui bėgant nuolat keičiasi. Todėl svarbu parinkti tinkamą įrengimo vietą ir kampą. Optimalų fotoelektros modulių orientacijos į saulę kampą lemia trys veiksniai: geografinė platumą, metų laikas ir paros valanda. Projektuojant saulės elektrinę su fiksuotu optimaliu fotoelektros modulių polinkio į horizontaliąją plokštumą kampu, atsižvelgiama tik į vietovės geografinę platumą. Nedidelių nukrypimų (iki 15°) nuo optimalaus modulių polinkio kampo įtaka saulės elektrinės per metus pagamintam elektros energijos kiekiui yra nedidelė (Petrauskas Adomavičius 2012). Saulės elektrinės gali veikti keturiais skirtingais būdais:

- 1) Kai prietaisai veikia tiesiogiai saulės spinduliavimo metu. Šis būdas yra primityvus, o prietaisai veiks, tik esant pakankamai saulės spinduliuotei;
- 2) Kai prietaisai veikia per reguliatorių saulės spinduliavimo metu. Šitas būdas yra analogiškas pirmajam ir vienintelis skirtumas yra tas, kad prietaisų veikimas reguliuojamas davikliais priklausomai nuo saulės spinduliuotės intensyvumo;
- 3) Kai saulės spinduliavimo metu sugeneruota energija kaupiama baterijose ir panaudojama prietaisų veikimo metu arba naudojama tiesiogiai prietaisų veikimo metu, o energijos perviršis kaupiamas akumuliatoriuose (autonominė saulės elektrinė). Šis Būdas yra efektyvus, tačiau sistemos įrengimas gana brangus dėl aukštos akumuliatorių kainos;
- 4) Kai saulės spinduliavimo metu sugeneruota energija atiduodama į elektros energijos tinklą ir susigrąžinama prietaisų veikimo metu arba naudojama tiesiogiai prietaisų veikimo metu, o energijos perviršis kaupiamas elektros energijos tinkle (integruota į elektros energetikos sistemos tinklą saulės elektrinė). Šiuo atveju taikomas dvigubos apskaitos principas. Tai yra efektyvus ir šiuo metu pigiausias elektrinės įrengimo būdas, tačiau taikomas energijos saugojimo mokestis (Pastatų ir kvartalų... 2020).

Autonominės saulės elektrinės energiją tiekia tiesiogiai vartotojui, arba, jei elektros energija vartotojui tuo metu nereikalinga, ji tiekama į energijos kaupiklį (akumuliatorių bateriją). Integruotosios saulės elektrinės energiją tiekia į elektros energetikos sistemos tinklą, kuris perduoda ją vartotojams ir sudaro sąlygas saulės elektrinėje apsieiti be elektros energijos kaupiklio. Autonominės elektrinės yra skirtos naudoti atokiose vietovėse, kurios yra nutolusios nuo elektros energetikos sistemos tinklo ir neturi centralizuoto elektros tiekimo (Petrauskas Adomavičius 2012). Kai yra naudojamos autonominės saulės jėgainės svarbu ne tik fotoelementų

galingumas bet ir akumuliatorių talpa, nes jei akumuliatorių yra per mažai, jėgainė dirba neefektyviai ar net nuostolingai (Gurskis et al. 2008).

Dažniausiai saulės elektrinės įrengiamos ant stogo arba šalia pastato, kartais taip pat gali būti įrengiamos ir ant sienų. Fotoelementus yra patogu naudoti, nes jie yra lengvi, neužima daug vietos ir juose nėra besisukančių triukšmą keliančių dalių kaip pavyzdžiui vėjo jėgainėse. Be standartinių saulės elementų taip pat yra gaminami iš dalies užtamsinti stiklai su įmontuotais fotoelementais. Dar vienas alternatyvus saulės elementų panaudojimo būdas yra jų sistemų integravimas į pastatus pavyzdžiui, fotoelementų plytelių stogo dangą arba langų stiklą. Rinkoje galima rasti netgi stiklą, kuriame fotoelektros efektas įsijungia arba nustoja veikti reaguodamas į saulės spindulių srautą apšviečiantį langą. Įstiklinus pastato langus tokiais stiklais, tokia sistema gali tapti puikia energijos gamybos priemone nekeliant jokio neigiamo vizualaus poveikio (Gurskis et al. 2008). Taigi toks sprendinys gali būti pritaikomas ir kultūros paveldo pastatams, kadangi galima naudoti tradicinių medžiagų išvaizdą imituojančias fotovoltines plyteles.

Fotovoltinių elementų įrengimo galimybės paveldo statiniuose yra ribojamos paveldosaugos reikalavimais. Jų įrengimas ant kultūros paveldo pastato stogo virš pagrindinio fasado dažniausiai yra draudžiamas. Tačiau jeigu fotovoltinių elementų įrengimas nekenkia pastatui ir jo kultūrinei vertei, juos galima įrengti tose stogo vietose kur jie nėra matomi. Kita vertus jeigu pastato stogo dalis nukreipta į pietus ir yra virš pagrindinio fasado, fotoelementų įrengimas kitose stogo pusėse gali būti neefektyvus. Tokiu atveju reikia svarstyti alternatyvius įrengimo būdus, pavyzdžiui, jeigu yra tokia galimybė, galima fotovoltinius elementus įrengti ant žemės šalia pastato arba ant šalia esančių pastatų stogų ir sujungti juos su pastatu. Prieš montuojant elementus ant stogo būtinai reikia įvertinti jo būklę, kad nebūtų pažeista stogo konstrukcija. Kartais pastato stogas gali būti netinkamas saulės elektrinės įrengimui dėl savo konstrukcinių ypatumų, pavyzdžiui, šiaudiniai kultūros paveldo stogai yra netinkami fotoelementų įrengimui. Taip pat įrengiant saulės elektrinę paveldo statinyje reikėtų imtis organizacinių ir prevencinių priemonių kaip ir bet koku kitu atsinaujinančių energijos šaltinių sistemų įrengimo atveju. Darbų atlikimo metu reikia stengtis išvengti žalos pastato autentiškoms medžiagoms arba užtikrinti kuo mažesnę žalą ir poveikį. Taip pat, kaip ir kitais atvejais, reikia numatyti remonto, demontavimo ir pakeitimo galimybes taip, kad poveikis pastatui būtų minimalus (Renewable heritage 2009).

3.3. Sėkmingų atsinaujinančios energijos technologijų pritaikymo kultūros paveldo pastatuose pavyzdžių analizė

Dėl spartaus technologijų vystymosi atsinaujinančios energijos šaltinių populiarumas pasauliniu mastu labai greitai auga. Paskutinius kelis dešimtmečius mažėjant šių technologijų kainoms ir didėjant efektyvumui jos tapo patrauklia tradicinės energetikos alternatyva, todėl jų panaudojimas naujos statybos sektoriuje nėra retenybė. Tačiau priešingai negu naujos statybos

pastatuose, kultūros paveldo statiniuose atsinaujinančios energijos technologijos panaudojamos labai retai. Viena iš pagrindinių priežasčių kodėl šios technologijos retai taikomos vykdant paveldo statinių modernizavimą yra teigiamos praktikos trūkumas. Todėl siekiant paskatinti šių technologijų naudojimą, toliau šiame skyriuje bus panagrinėti teigiami užsienio šalių praktikos pavyzdžiai.

Vienas iš sėkmingų kultūros paveldo pastatų atnaujinimo pavyzdžių pritaikant atsinaujinančius energijos šaltinius yra „Ca' S Orsola“ gyvenamasis pastatas esantis Trevizo mieste. Pastatas randasi Italijos šiaurės rytuose, Trevizo miesto istoriniame centre. Pastatas buvo pastatytas apytiksliai 1300 metais ir per savo gyvavimo laikotarpį buvo kelis kartus restauruotas. Svarbios renovacijos vyko 1923 ir 1950 metais, paskutinė modernizacija buvo pradėta 2008 ir užbaigta 2012 metais. Pastatas šiuo metu yra įtrauktas į Veneto regiono saugomų architektūros paminklų sąrašą. Ankščiau pastatas buvo naudojamas kaip Šv. Uršulės ordino vienuolyno svečių namai ir buvo dalinai apgyvendintas iki 2000 metų (Shining examples of cost-effective... 2017). Išlikę informacijos šaltiniai rodo, kad per eksploatacijos laikotarpį pastatas išsaugojo pradinę struktūrą ir architektūrinį išplanavimą. Tačiau 2000 metais jis buvo apleistas ir 7 metus stovėjo neprižiūrimas, kas pagreitino jo nusidėvėjimą ir žymiai pablogino būklę. 2007 metais pastatas buvo nupirktas su tikslu atlikti kapitalinį remontą ir konvertuoti jį į prestižinį gyvenamąjį namą (Dalla-Mora et al. 2015).

Pirmas pastato modernizacijos žingsnis buvo pastato dabartinės būklės nustatymas. Kad būtų galima surinkti reikiamą informaciją buvo atlikti kultūros paveldo tyrimai. Tyrimų metu buvo nustatyta, kad pastatas yra gana prastos būklės, vidinės pastato sienos buvo kreivos, o susikaupusi drėgmė paveikė medinius grindų ir stogo elementus. Pastato statybos metu buvo naudojamos tradicinės statybinės technologijos, todėl laikančiųjų konstrukcijų pagrindą sudarė apkrovas laikančios pilnavidurių plytų mūro sienos. Pastate įrengtos grindys buvo medinės, o pirmas aukštas rėmėsi tiesiogiai į gruntą. Stogą laikančios konstrukcijos taip pat buvo medinės, padengtos tuščiavidurėmis čerpėmis. Pastato išorinės sienos, grindys ir stogas nebuvo izoliuoti, o langai buvo vieno stiklo su mediniais rėmais. Dėl išvardintų priežasčių pastatas turėjo didelius šilumos nuostolius. Taip pat prie blogo energinio efektyvumo prisidėjo ir tai, kad pastate nebuvo įrengtos centralizuotos šildymo ir vėdinimo sistemos. Todėl patalpos buvo šildomos kūrenant išlikusias senas krosnis arba naudojant elektrinius šildytuvus, o vėdinimas buvo atliekamas natūraliu būdu. Karšto vandens ruošimui buvo naudojami elektriniai šildytuvai su akumuliacinėmis talpomis (Dalla-Mora et al. 2015). Taigi pastato pradinė būklė tiek konstrukciniu, tiek ir energiniu požiūriu buvo gana prasta. Siekiant išgelbėti kultūros paveldo pastatą ir išspręsti esamas problemas renovacijos projekto rengimo metu buvo iškelti tokie pagrindiniai tikslai:

- Sustiprinti pastato konstrukcijas;

- Pagerinti patalpų šiluminę ir akustinę kokybę;
- Pasiiekti A energinę klasę pagal tuo metu galiojusius reikalavimus;
- Konvertuoti pastatą į prestižinį gyvenamąjį namą su visais patogumais (Shining examples of cost-effective... 2017).

Restauravimo projekto tikslas buvo ne tik išgelbėti saugomą paveldo pastatą, kuris buvo arti avarinės būklės konstrukciniu požiūriu, bet ir žymiai pagerinti jo energines ir akustines savybes. Siekiant pasiekti A energinę klasę renovacijos metu buvo pritaikytos kelios skirtingos technologijos, tarp kurių buvo ir atsinaujinančios energijos šaltiniai. Projekto įgyvendinimo metu ypatingas dėmesys buvo skirtas pastato išorinių sienų izoliavimui, mechaninio vėdinimo sistemos įrengimui ir atsinaujinančios energijos šaltinių panaudojimui. Pastato remonto sprendiniai buvo ribojami paveldo architektūros išsaugojimo reikalavimais. Tačiau nepaisant apribojimų buvo parinkti optimalūs sprendiniai, kurie nepakenkė paveldo kultūrinei vertei ir projektas buvo sėkmingai įgyvendintas. Pastate buvo įrengta mechaninė vėdinimo sistema su šilumograža, saulės energijos kolektoriai karšto vandens ruošimui, saulės fotovoltiniai elementai elektros energijos gamybai, bei vanduo-vanduo tipo šilumos siurblys, kuris vasaros metu buvo papildomai naudojamas patalpų vėsinimui. Taip pat buvo atlikti pastato išorinių sienų apšiltinimo darbai ir senų langų pakeitimas naujais aukštos kokybės, dviejų stiklų langais su mediniais rėmais. Pastato stogas buvo apšiltintas medžio pluoštu ir padengtas vandeniui nelaidžia danga (Dalla-Mora et al. 2015). Kad būtų geriau matyti kokią įtaką modernizacija turėjo pastatui 12 pav. yra pavaizduota pastato išvaizda prieš ir po modernizacijos darbų atlikimo.



12 pav. „Ca' S Orsola“ pastato priekinio fasado išvaizdą prieš ir po modernizacijos darbų atlikimą (Dalla-Mora et al. 2015)

Nagrinėjamas pastatas yra gana didelis, jo bendras plotas sudaro 4500 m² iš kurių 1800 m² yra šildomos patalpos. Modernizacijos metu pastate buvo įrengta centralizuota šildymo sistema naudojant vanduo-vanduo tipo šilumos siurblių. Patalpų šildymui ir vėsinimui buvo įrengtas 32 kW

šilumos siurblys su spinduliavimo tipo šilumos paskirstymo sistema, kuri buvo įrengta grindyse kartu su drėgmės reguliavimo sistema. Šilumos siurblio kolektorių vamzdžiai buvo įrengti šalia pastato esančiame požeminiame šulinyje. Taip pat dar vienas 20 kW šilumos siurblys buvo įrengtas karšto vandens ruošimo reikmėms (Shining examples of cost-effective... 2017). Pasibaigus pagrindiniams pastato renovacijos darbams, siekiant dar labiau padidinti pastato energinį efektyvumą, buvo įrengtos dar kelios atsinaujinančios energijos sistemos: vertikalčiai įrengti saulės kolektoriai karšto vandens ruošimui, kurių plotas sudaro 20 m² ir maža fotovoltinė elektrinė, kurios elementų plotas sudaro 18,85 m². Šios sistemos saulės plokštės buvo įrengtos ant pastato stogo taip, kad jų nesimatytų iš pagrindinės gatvės pusės ir yra orientuotos pietų kryptimi. Siekiant įvertinti energijos sutaupymus buvo apskaičiuotas pastato energijos poreikis prieš modernizacijos darbų atlikimą pasitelkus specialią programinę įrangą ir gauti duomenys buvo palyginti su pastato energijos poreikiais, atlikus atnaujinimo darbus (Dalla-Mora et al. 2015). Gauti rezultatai yra pavaizduoti 1 lentelėje.

1 lentelė energijos sutaupymas ir išskiriamo CO₂ kiekio sumažėjimas po modernizacijos (Dalla-Mora et al. 2015).

Energijos poreikis	Mat. vnt.	Prieš modernizaciją	Po modernizacijos	Sutaupymas
Šildymas	kWh/m ² a	342,7	42,3	88 %
Karšto vandens ruošimas	kWh/m ² a	44,4	33,6	24 %
Elektra	kWh/m ² a	45,0	20,0	56%
Iš viso	kWh/m ² a	432,1	95,9	92,5 %
Energinė klasė		G	A+	
CO ₂ emisija	Kg CO ₂ m ² a	29,8	5,8	81 %

Iš pateiktų duomenų matyti, kad atlikus pastato modernizaciją energijos poreikis, taip pat kaip ir išskiriamas CO₂ kiekis, žymiai sumažėjo. Bendrai per metus yra sutaupoma 336,2 kWh/m². Pritaikius kultūros paveldo pastatui tradicines ir atsinaujinančias energijos technologijas, pastato energinė klasė buvo pagerinta iki A+. NAGRINĖJAMO pastato modernizavimo projekto įgyvendinimas kainavo 3,77 mln. EUR, kas atitinkamai sudaro 1876,56 EUR/m², o apskaičiuotas projekto atsipirkimo laikotarpis yra 13 metų.

Taigi, apibendrinus nagrinėtą informaciją galima daryti išvadą, jog saugomas „Ca‘S Orsola“ pastatas, kuris yra įtrauktas į saugomo kultūros paveldo sąrašą, dėl priežiūros trūkumo buvo apleistas ir neprižiūrimas ko pasekoje jo būklė tapo beveik avarinė. Tačiau atlikus pastato modernizaciją ir pakeitus paskirtį jis buvo išgelbėtas bei pritaikytas šiuolaikinės visuomenės reikmėms. Šiuo metu pastatas yra pilnavertis ir funkcionuojantis, pirmame jo aukšte yra įrengtos patalpos ofisams ir parduotuvės, o viršutiniai aukštai naudojami kaip gyvenamosios patalpos. Iš pirmo žvilgsnio gali atrodyti, kad tokio projekto įgyvendinimas gali būti ekonomiškai nenaudingas, kadangi saugomų kultūros paveldo pastatų renovacija yra brangesnė ir sudėtingesnė

negu paprastų. Tačiau šis pavyzdys parodė, kad tai yra netiesa, kadangi po modernizacijos atlikimo nekilnojamo turto kaina šiame pastate pakilo. Taip pat paveldo pastato modernizacija turėjo teigiamą įtaką aplink esančio nekilnojamojo turto kainų augimui. Visi šiame pastate įrengti butai buvo parduoti dar iki statybos darbų pabaigos. O pritaikyti tradiciniai ir atsinaujinančios energijos šaltinių sprendiniai padidino pastato energinį efektyvumą beveik 4,5 kartus ir sumažino išmetamo CO₂ dujų kiekį apytiksliai 5 kartus (Shining examples of cost-effective... 2017).

Pastaraisiais metais užsienio šalyse yra pastebimos senų nenaudojamų ir istorinių statinių atkūrimo tendencijos. Vienas iš tokių saugomų miesto infrastruktūros statinių atkūrimo projektų pavyzdžių yra hidrotechnikos statinys, esantis Turino mieste, Italijoje. Atnaujinimo metu esamoje istorinėje užtvankoje buvo įrengta vandens turbina, tokiu būdu pritaikant nebenaudojamą užtvanką mažos HE įrengimui. Turino miestas pasižymi didele istorinio, pramoninio ir kultūrinio paveldo gausa. Šis miestas dar yra vadinamas keturių upių miestu, kadangi jo teritorija ribojasi su keturiomis upėmis, iš kurių viena – Dora Riparia teka šalia miesto istorinio centro. Miesto upės ir upeliai, natūraliai tekantys link esamų užtvankų, yra tinkamos vietos hidroenergijai gaminti. Iš viso Turino miesto ir priemiesčio teritorijoje veikia keturios mini HE, jos yra pagrindinis vietinės elektros energijos šaltinis. Nagrinėjamas pavyzdys yra istorinio „Regio Parco“ kanalo ir kontrolinės dambos atkūrimo projektas (Comino et al. 2019).

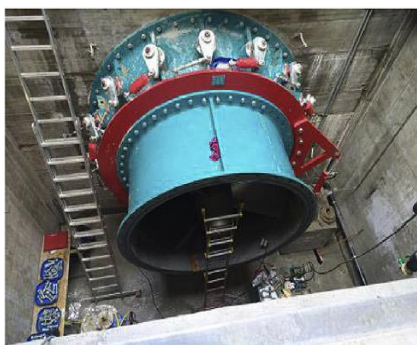
Dora Riparia upės kontrolės užtvanka ir Regio Parco kanalas yra labai svarbios, vienos iš seniausių Turino miesto gamyklų „Manifattura Tabacchi“ infrastruktūros dalis. Minėta gamykla buvo pastatyta 1758 metais, o dirbtinis kanalas buvo laikomas strategine infrastruktūros dalimi reikalinga vandens tiekimui. Tabako gamykla ir kanalas buvo naudojami iki antros XX amžiaus pusės, bet laikui bėgant Regio Parco kanalą nustojo naudoti pramonės tikslams, dėl to jis prarado savo pagrindinę funkciją ir buvo apleistas. Kadangi minėtas kanalas yra saugomas kaip vietinis paveldo paminklas, Turino miesto savivaldybė parengė istorinės infrastuktūros atkūrimo projektą, kurio pagrindiniai tikslai buvo:

- įrengti upinį skersinį tarp dviejų tiltų, kad sumažinti upės vandens lygį potvynio metu ir apriboti potvynio riziką;
- įrengti vietinę HE dešiniajame Dora Riparia upės krante ir panaudoti esamos kontrolinės užtvankos sukuriamą vandens aukščio slėgį vandens turbinos įrengimui ir elektros energijos gamybai;
- atnaujinti aplinkinę teritoriją siekiant pagerinti upės pakrantės kokybę rekreacijos ir švietimo tikslais (Comino et al. 2019).

Siekiant nustatyti, ar planuojami darbai neturės neigiamos įtakos ir numatyti galimus poveikius aplinkai, prieš pradedant darbus išankstinėse projekto įgyvendinimo stadijose buvo atliekami infrastruktūros tyrimai ir teritorijos analizė. Tyrimų metu daugiausia dėmesio buvo

skiriama aplinkosaugos problemoms, susijusiomis su gėlojo vandens paviršiumi. HE įrengimo vietoje buvo apskaičiuotas vidutinis vandens debitas norint nustatyti būsimos elektrinės parametrus ir reikiamas vandens turbinos charakteristikas (Comino et al. 2019). Įrengta horizontalios ašies vandens turbina yra pavaizduota 13 pav.

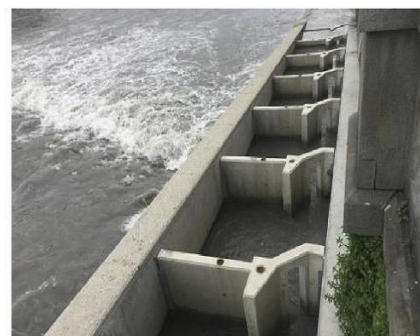
Istorinės kontrolinės užtvankos atkūrimo ir naujos mini HE statybos darbai buvo pradėti 2017 metų vasarą. Dauguma darbų buvo atlikta tuo laikotarpiu, kai vandens lygis upėje buvo mažiausias. Darbų atlikimo metu buvo naudojami laikini sutvirtinimai ir lengvai išardomos pripučiamos užtvankos. Projekto sprendimuose buvo numatyta esamos užtvankos nuleidimas 0,7 m ir ant nuleistos konstrukcijos sumontuoti pripučiamą užtvanką, kurios aukštis 1,6 m, o plotis 47,5 m (žr. 14 pav.). Tokiu būdu buvo siekiama dirbtinai padidinti vandens aukščio slėgį efektyvesniam HE veikimui. Be to, pašalinant minėtą pripučiamą užtvanką galima mažinti potvynio riziką. Siekiant apsaugoti HE sistemą nuo upės srovės nešamų nuosėdų, buvo įrengtas filtracijos kanalas su skirstomaisiais vartais, kur jos yra pašalinamos. Taip pat pradžioje kanalų, kurie nukreipia vandenį į HE, buvo įrengti plūduriuojantys atliekų surinkimo barjerai, tokiu būdu vandens turbina buvo apsaugota nuo atliekų patekimo. Vadovaujantis aplinkosaugos reikalavimais dešinėje užtvankos pusėje buvo įrengta žuvų perėja, pro kurią žuvis galėtų įveikti sudarytą hidraulinį aukščių skirtumą migracijos metu. Žuvų perėja susideda iš 10 nuoseklių tvenkinių, kurie yra 0,24 m aukščio, 2 m gylio ir 2,5 m ilgio. Vandens gylis kiekviename iš jų yra beveik 1,4 m (žr. 15 pav.) (Comino et al. 2019). Modernizacijos metu įrengtų statinių ir konstrukcijų padėtį vizualizuojanti schema ir jos pjūvis yra pavaizduoti 16 ir 17 pav.



13 pav. Įrengta vandens turbina (Comino et al. 2019)



14 pav. Pripučiama kontrolės užtvanka (Comino et al. 2019)



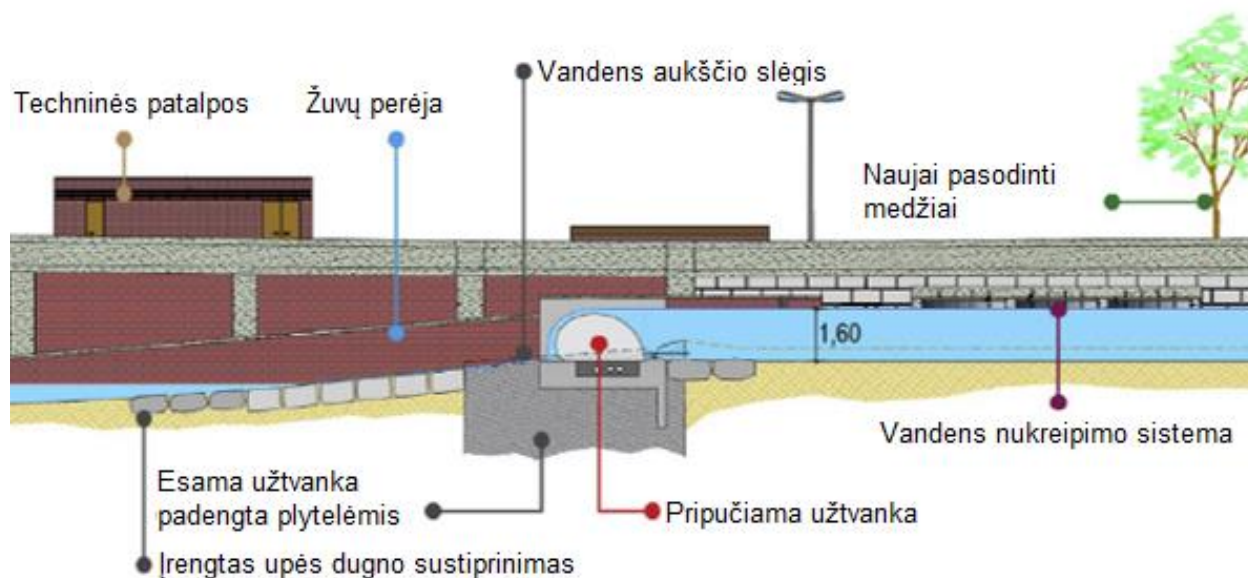
15 pav. Įrengta vertikali žuvų perėja (Comino et al. 2019)

Įrengtos HE vandens turbina yra sumontuota po žeme, dešiniajame Dora Riparia upės krante, todėl neturi jokio neigiamo vizualaus poveikio arba transporto eismo pasekmių. Upėje įrengta pripučiama užtvanka yra paslėpta maždaug po 0,14 m gylio vandens sluoksniu, kas suteikia natūralaus upės srovės nutekėjimo vaizdą. Statybinės medžiagos, panaudotos konstrukcijoms, buvo parinktos atsižvelgiant į techninius ir konstrukcinius reikalavimus bei tinkamą kraštovaizdžio integraciją su esamomis medžiagomis. Kad būtų galima palengvinti naujos infrastruktūros integravimą į aplinką, buvo pasirinktos vietinės medžiagos: akmenys, plytos ir

betonas. Įgyvendinant projektą taip pat buvo atnaujinti pėsčiųjų takai, esantys šalia upės kranto (Comino et al. 2019). Upės kranto vaizdas prieš atnaujinimo darbus ir po jų yra pavaizduotas 18 pav.



17 pav. Techninis žemėlapis parodantis mini HE statinių specifikaciją (Comino et al. 2019).



16 pav. Profilinis mini HE ir kairiojo upės kranto vaizdas (Comino et al. 2019)

Įvertinus miesto centre esamos nenaudojamos infrastruktūros atkūrimą ir modernizaciją kartu su aplinkinės teritorijos atnaujinimu galima daryti išvadą, jog šio projekto įgyvendinimas buvo naudingas ekologiniu ir paveldosaugos požiūriu. Kaip jau buvo minėta, HE įrengimo metu buvo renovuota upėje esanti užtvanka, kuri turi istorinę vertę ir yra saugoma, todėl taip pat galima teigti, kad šito projekto įgyvendinimas prisidėjo prie kultūros paveldo išsaugojimo ir jo pritaikymo šiuolaikiniams miesto gyventojų poreikiams. Naujai įrengta HE per metus apytiksliai pagamina 1,6 GWh elektros energijos, kuri yra tiekiamą į miesto elektros tinklą. Pagaminama energija

padaeda patenkinti beveik 600 namų ūkių elektros energijos poreikius, kas atitinkamai sumažina išmetamo CO₂ kiekį net 900 000 tonų (Comino et al. 2019). Šito projekto įgyvendinimas yra geras pavyzdys, kaip atkuriant kultūros paveldo statinius galima gaminti švarią energiją naudojant atsinaujinančius energijos šaltinius ir tokiu būdu mažinti neigiamą poveikį aplinkai.



18 pav. Upės kranto vaizdas prieš atnaujinimo darbus ir po jų (Comino et al. 2019).

Dar vienas sėkmingas atsinaujinančios energijos technologijų panaudojimo kultūros paveldo objektuose pavyzdys yra pramoninis plytų gamyklos pastatas esantis Toronto mieste, Kanadoje. Analizuojamas pastatas yra plytų gamyklos komplekso „Don Valley Brick Works“ dalis. Per savo veikimo laikotarpį, nuo 1889 iki 1984 metų gamykla buvo viena žinomiausių Kanadoje. Tačiau po gamyklos uždarymo visi teritorijoje esantys pastatai buvo apleisti. Nuo 1991 metų Kanados aplinkosaugos labdaros organizacija „Evergreen“ atkūrė ir pritaikė pakartotinam naudojimui 16 istorinių gamyklos pastatų. Plytų gamyklos teritorija yra arti Don River upės, todėl pastaraisiais metais ne kartą buvo niokojama potvynių metu. Po teritorijos sutvarkymo ir pastatų restauracijos ši vieta buvo pritaikyta turizmo, laisvalaikio ir komerciniam naudojimui. Šiuo metu minėtoje teritorijoje yra įsikūręs aplinkosaugos bendruomenės centras, kuriame gausu laisvalaikio programų, paremtų unikaliu vietovės geologiniu, pramoniniu ir gamtos paveldu (Opher et al. 2020).

Nagrinėjamas pavyzdys yra „pastatas 16“ kuris dar vadinamas krosnies pastatu, kadangi anksčiau jame buvo deginamos plytos. Tai yra didžiausias gamyklos teritorijoje esantis pastatas, kurio plotas sudaro 4900 m². Pastate yra išlikę seni pramonės įrengimai, įskaitant dideles tunelines krosnis, kurios buvo naudojamos molio plytų gamybos technologijoje. Pastatas jau buvo anksčiau renovuotas 2010 metais, tuo metu buvo atlikti aplinkos valymo darbai, pakeistas stogas ir įrengtos kelios techninės patalpos. Kai kurios pastato angos buvo uždarytos plieniniais vartais, tačiau dalis

interjero liko atviras neigiamoms gamtos sąlygoms, todėl jis buvo naudojamas tik šiltuoju metų laiku. Pastatas buvo dalinai naudojamas, jame buvo organizuojami įvairūs bendruomenių ir privatūs renginiai. Naujausia pastato renovacija buvo pradėta 2017 metais. Statybos darbų atlikimas buvo numatytas dviem etapais ir turėjo būti užbaigtas 2019 metais (Opher et al. 2020).

Krosnies pastato modernizavimo projektas numatė tokių tikslų įgyvendinimą:

- pastato esamų konstrukcijų atnaujinimą ir sustiprinimą;
- pastato išplanavimo pakeitimą įrengiant naujas pagalbines patalpas;
- paaukštintų betono grindų įrengimą;
- pastato išorės uždengimą durimis, langais ir didele stiklo siena;
- atsinaujinančių energijos šaltinių pritaikymą ir kt.;

Siekiant apsaugoti pastato interjerą nuo potvynių žalos buvo priimtas sprendimas įrengti paaukštintas grindis. Naujai įrengtos grindys padengia 2680 m², kas sudaro 55 % bendro pastato ploto aplink išlikusias krosnis. Grindų konstrukcija vidutiniškai buvo pakelta 50 cm virš esamos perdangos plokštės ir yra palaikoma polipropileno „Cupolex®“ elementų tinklų. Be polipropileno grindys dar susideda iš trijų skirtingų betono mišinių sluoksnių: 1) pagrindinis 25 MPa stiprumo sluoksnis, kuris yra skirtas užpildyti struktūrines erdves tarp plastikinių konstrukcijos elementų ir užfiksuoti jas vietoje; 2) vidurinis specializuotas mažo stiprumo sluoksnis susidedantis iš betono mišinio su putplasčiu, kuris sumažina grindų šilumos laidumą. Šito sluoksnio paskirtis yra nukreipti grindinio šildymo vamzdžių skleidžiamą šilumą aukštyn į grindų paviršių; 3) viršutinis sluoksnis buvo su polipropileno ir polietileno pluošto priedais. Jo funkcija yra užtikrinti stiprumą, šiame sluoksnyje, taip pat yra sumontuotas grindinio šildymo vamzdynas. (Opher et al. 2020).

Pagrindinė priemonė skirta suvartojamos energijos ir išmetamų CO₂ dujų kiekio mažinimui yra naujai įrengta mišri geotermiškai-saulės šilumos sistema, kurią sudaro keturiasdešimt 180 metrų gylio gręžinių ir daugiau kaip 680 m² saulės kolektorių. Šaltuoju metų laiku sistemoje cirkuliuojantis skystis tekėdamas gręžiniais surenka šilumą iš gilių požeminių paviršių, tada grįžta atgal į viršų ir atiduoda šilumą per du šilumos siurblius. Iš šilumos siurblių šiluma yra paskirstoma patalpose per grindyse įrengtus šildymo sistemos vamzdžius. Vasaros metu iš gręžinių į grindinio šildymo vamzdžius tekantis skystis padeda atšaldyti erdvę. Atidavęs sukauptą šilumą skystis nuvedamas į saulės kolektorių, įrengtus ant pastato stogo, kur jis yra kaitinamas ir pakankamai įšilęs cirkuliuoja atgal į gręžinius, kad atkurtų šilumą giliuose požeminiuose sluoksniuose. Tokia hibridinė saulės kolektorių ir geotermiškai šildymo sistema leidžia efektyviau išgauti šilumą iš žemės gelmių. Prie šildymo ir vėdinimo energijos sutaupymo taip pat prisideda gera, naujai įrengta pastato išorės konstrukcijų šilumos izoliacija, bei stoge įrengti nauji sluoksniai. Plati stiklinė siena su didelėmis slenkančiomis durimis ir daug stoglangių, įrengtų stoge, irgi sumažina

pastato energijos sąnaudas, kadangi jie suteikia galimybę pasyviai vėsinti ir vėdinti pastatą šiltuoju metų laiku, bei sumažina dirbtinio apšvietimo poreikį dienos metu (Opher et al. 2020).

Kadangi analizuojamas pastatas yra įtrauktas į saugomo kultūros paveldo sąrašą, atliekant modernizacijos darbus tam tikriems sprendiniams buvo taikomi apribojimai. Daugiausia apribojimų buvo susiję su pastato išvaizdos pakeitimais. Dėl pastato istorinės vertės, pastato mūrinės išorės sienas buvo uždrausta uždengti šilumą izoliuojančiomis medžiagomis, taip pat naujai įrengtose grindyse teko sumontuoti metalinius bėgius, kad imituoti autentiškus kurie buvo paslėpti po naujų grindų konstrukcija. Siekiant išryškinti pastato unikalius bruožus ir tam, kad lankytojai galėtų pamatyti autentiškas pastato grindis, vienoje pastato dalyje buvo įrengtos metalinės grotelės atidengiančios seną grindų konstrukciją. Projektą įgyvendinanti komanda bendradarbiaudama su paveldosaugos specialistais taip pat atkreipė dėmesį į gamyklos apleidimo laikotarpį, todėl buvo nuspręsta išsaugoti vidines sienas dengiančius „grafiti“ piešinius, kadangi jie yra laikomi keliu dešimtmečių miesto gatvių meno raidos įrodymais. Renovacijos metu visa pastato istorinė ir architektūrinė vertė buvo išsaugota, tik vienas nedidelis istorinės struktūros plotas buvo pakeistas. Radus kompromisą ir gavus leidimą iš pastatą prižiūrinčios paveldosaugos įstaigos, nedidelė dalis vidinės sienos buvo kruopščiai iškirpta, kad galima būtų įkurti parodų erdvę (Evergreen brick works... 2018). Minėti apribojimai be abejonės mažina pastato energijos vartojimo efektyvumą, kadangi galima buvo izoliuoti tik pastato angas ir stogą. Dėl to, kad pastatas nebuvo tinkamai apšildytas žiemos metu patalpų temperatūros svyravimai viršija komforto normų ribas, todėl pastate buvo įrengta papildoma gamtinių dujų šildymo sistema, kuri naudojama esant poreikiui, kai rengiami įvairūs renginiai (Opher et al. 2020).

Renovacijos projekto įgyvendinimo komanda prognozavo, kad modernizacijos metu pritaikyti atsinaujinančios energijos šaltiniai (geoterminis šildymas ir saulės kolektoriai) turėtų sumažinti pastato šildymo ir vėsinimo energijos sąnaudas 75 %. Tačiau šie duomenys nėra tikslūs, kadangi nebuvo atliekamas pastato energijos suvartojimo modeliavimas prieš ir po darbų atlikimo. Prieš atnaujinimo darbų atlikimą pastate nebuvo jokios įrengtos šildymo ir vėdinimo sistemos, pastatas buvo naudojamas tik vasaros metu ir buvo atviras neigiamiems gamtos poveikiams. Dėl šios priežasties nėra jokių patikimų duomenų apie pastato energijos suvartojimą prieš modernizacijos įgyvendinimą, kuriuos galima būtų palyginti. Todėl pastato eksploatavimo energijos sąnaudos ir išmetamas CO₂ kiekis prieš modernizaciją buvo apytiksliai apskaičiuotas naudojantis vietinės statistikos duomenimis ir teorinėmis žiniomis (Opher et al. 2020). Pastatą prižiūrinti organizacija „Evergreen“ prieš projekto įgyvendinimą prognozavo, kad bendras išmetamų CO₂ dujų kiekis per metus sumažės nuo 633 iki 33 tonų. Taigi įvertinant specialistų pateiktas prognozes galima daryti išvadą, kad projekto įgyvendinimas apytiksliai sumažino CO₂ išmetimą beveik 95 % ir energijos sąnaudas 75 % (Evergreen introduces... 2017).

Šiuo metų analizuojamas pastatas yra pervadintas į „TD Future Cities Center“, jis yra laikomas Kanados ateities miestų bendruomenės buveine. Tai yra dinamiška visus metus veikianti „Evergreen Brick Works“ komplekso erdvė, kurioje galima pristatyti ir dalintis idėjomis bei sprendimais apie klestinčius ir tvarius miestus. Norėdama rasti naujų būdų spręsti miestų problemas „Evergreen“ yra pasiryžusi paskatinti pokyčius, o ateities miestų centras tai yra iniciatyva, vienijanti žmones, platformas ir naujoves iš visų sektorių. „TD Future Cities“ centras taip pat yra viena iš populiariausių šalies renginių rengimo vietų, čia vyksta rinkų ekspertų susirinkimai, vestuvės, įvairios konferencijos ir daug kitų renginių (TD future... 2021). Taigi, apibendrinant išanalizuotą medžiagą galima daryti išvadą, kad „TD Future Cities Center“ pastato renovacija yra puikus pavyzdys, parodantis, kad galima suderinti paveldosaugos reikalavimus su naujų technologijų pritaikymo galimybėmis. Pastatas buvo pritaikytas viešajam naudojimui išsaugant jo autentiškus bruožus, o įrengta inovatyvi kombinuota saulės kolektorių ir geoterminio šildymo sistema, leido sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją apytiksliai 95 %.

Analizuojant atsinaujinančios energijos technologijų pritaikymo galimybes kultūros paveldo statiniuose reikėtų paminėti ne tik jau įgyvendintas modernizacijas, bet ir atnaujinimo galimybių modeliavimo projektus. Galima rasti nemažai mokslinių darbų, kurie analizuoja konkretaus kultūros paveldo objekto modernizavimo galimybes pritaikant inovatyvias technologijas. Tokie pavyzdžiai yra labai svarbūs, nes jie parodo kultūros paveldo vertės išsaugojimo ir atsinaujinančios energijos technologijų įrengimo procesų suderinamumą, technologijų ir sprendinių parinkimo lankstumą, jų teikiamą naudą ir sutaupymus, bei projekto įgyvendinimo kainą arba atsipirkimo laiką. Tokių tyrimų siūlomais sprendimais taip pat galima remtis rengiant atnaujinimo projektą, jeigu nagrinėjamas pastatas bus renovuojamas ateityje. Vienas iš tokių modeliavimo projektų pavyzdžių yra „Craiglockhart“ pradinė mokykla esanti Edinburgo mieste, Jungtinėje Karalystėje.

Minėta pradinė mokykla yra įsikūrusi 110 metų senumo renesanso stiliaus pastate. Nepaisant renesanso stiliui būdingų bendrų bruožų, pastatas pasižymi unikalios architektūra, dėl to yra įtrauktas į saugomo paveldo sąrašą, kaip Škotijos istorinės aplinkos dalis. Nagrinėjamas pastatas susideda iš trijų aukštų. Vieno aukšto aukštis apytiksliai lygus 4 metrams, o bendras pastato aukštis sudaro 14 metrų. Kiekvienas aukštas turi apie 15-20 atskirų kambarių ir kiekvienas kambarys turi didžiulius langus. Mokyklos šildymo sistema susideda iš dvejų 287 kW dujų katilų. Dabartinė pastato šildymo sistema buvo įrengta daugiau kaip prieš 20 metų ir jau yra pasenusi, o įrengtų katilų efektyvumas siekia tik 55-65 %. Pastatas yra gana senas, dėl to šilumos nuostoliai jame yra labai dideli ir žymiai viršija šiuolaikinių pastatų rodiklius. Todėl buvo nuspręsta sukurti pastato energijos suvartojimo modelį ir atlikti tyrimą, kaip galima būtų pagerinti pastato energinį efektyvumą pritaikant įvairius metodus tarp kurių buvo ir atsinaujinančios energijos šaltinių panaudojimas. Sudarant pastato energijos suvartojimo modelį buvo įvertinti tokie aspektai kaip:

pastato užimtumas darbo ir nedarbo dienomis, meteorologinės sąlygos, oro temperatūra pastato viduje ir saulės spinduliavimas. Modelio sudarymo eigoje projektuotojai stengėsi kuo tiksliau įvertinti pastato energijos sąnaudas, tam tikslui pasiekti buvo derinamos teorinės žinios ir formulės su faktiniais skaičiais iš šildymo sąskaitų (Doukas Bruce 2017).

Tyrimų eigoje buvo išnagrinėti keli pastato atnaujinimo scenarijai, atsižvelgiant į finansinius ir teisinius paveldosaugos apribojimus. Autorių tikslas buvo pasiūlyti tokius sprendinius, kurie padidintų pastato energinį efektyvumą, tačiau jų atsipirkimo laikas būtų ne didesnis kaip 10 metų. Iš viso buvo apžvelgta 11 tradicinių energijos efektyvumą didinančių priemonių, tokių kaip pastato apšiltinimas, langų keitimas, šildymo sistemos atnaujinimas ir kt. Atsižvelgiant į analizės rezultatus ir užduotus kriterijus pateiktos rekomendacijos pastato modernizacijai numatė įgyvendinti tokius sprendinius: seno katilo pakeitimą labiau efektyvesniu (efektyvumas 90 % ar daugiau), antrinių langų įstiklinimą, šalčio tiltelių pašalinimą ir grindų apšiltinimą. Analizės metu buvo svarstomos ir kitos tradicinės modernizacijos priemonės, tačiau jų atsipirkimo laikas viršijo 10 metų ribą. Pagal skaičiavimus minėtų priemonių įgyvendinimas galėtų pagerinti pastato energinį efektyvumą 72 %, tai atitinkamai sumažintų metines šildymo išlaidas apytiksliai 12 000 Eur, o jų įgyvendinimas kainuotų apie 100 000 Eur. (Doukas Bruce 2017).

Be tradicinių energijos efektyvumą didinančių priemonių šiame projekte taip pat buvo svarstomas atsinaujinančios energijos šaltinių pritaikymas. Daugiausia dėmesio buvo skirta šilumos siurbliams dėl jų techninių charakteristikų ir įrengimo galimybės be neigiamo vizualaus poveikio pastatui ir aplinkai. Kaip pagrindinė tyrimo kryptis buvo pasirinkta ir plačiau išnagrinėta geoterminio šildymo panaudojimo galimybė. Jeigu projektas būtų įgyvendinamas realiame gyvenime, tai atsinaujinančios energijos šaltinių įrengimas būtų vykdomas po pastato modernizacijos, tradiciniais metodais, t.y. jau pagerinus pastato energinį efektyvumą 72 %. Skaičiavimų metu buvo nustatyta, kad norint visiškai padengti šildymo išlaidas naudojant geoterminį šildymą reikėtų įrengti 250 kW galios šilumos siurblių. Tačiau tokio galingumo siurblio įrengimui teritorijoje nėra pakankamai laisvos vietos, todėl buvo siūloma įrengti prieinamo galingumo geoterminį šilumos siurblių, o likusią šilumos poreikio dalį užtikrinti naudojant biomasę. Iš grunto išgaunamas šilumos kiekis priklauso nuo grunto savybių ir požeminių sluoksnių temperatūros, nagrinėjamame projekte buvo priimta, kad gręžinių gylis bus 72 m, o išgaunamos šilumos kiekis 70 W/m. Atstumas tarp dvejų gretimų gręžinių buvo priimtas 15 m tam, kad nebūtų neigiamai paveiktas išgaunamos šilumos kiekis. Įvertinus mokyklos priekinio ir galinio kiemo plotą buvo nustatyta, jog laikantis užduotų sąlygų teritorijoje galima įrengti 14 gręžinių, kurių pakaktų 70 kW galingumo šilumos siurbliui įrengti. Pagal tokią schemą įrengto geoterminio šildymo sistemos galingumo užtektų visiškai padengti šiltesnio metų laiko (8 mėnesių) šilumos poreikius, o likusiu metų laikotarpiu padidėjusį šilumos poreikį galima būtų padengti naudojant

biomasės katilą. Autoriai pabrėžia, kad biomasės katilas nebuvo pasirinktas kaip pagrindinis atsinaujinančios energijos šaltinis dėl neapibrėžtumo susijusio su pastovaus kuro tiekimo poreikiu ir katilo bei kuro saugojimo aikštelės dydžio, norint padengti visą pastato šilumos poreikį (Doukas Bruce 2017).

Teoriniai skaičiavimai nustatė, kad apytiksliai geoterminio šildymo sistemos įrengimo kaina būtų 129 475 Eur., o elektros energijos kiekis reikalingas šilumos siurblių veikimui apytiksliai būtų lygus 31,13 kWh. Taip pat buvo apskaičiuota ir biomasės katilo įrengimo kaina, kuri lygi 230 049 Eur. Siūlomas biomasės kuro tipas buvo medienos skiedros, atlikus analizę buvo apytiksliai apskaičiuota, kad metinės išlaidos kurui sudarytų 1 500 Eur. Taigi įvertinus elektros energijos kainą ir valstybės kompensaciją už atsinaujinančios energijos šaltinių panaudojimą projekto autoriai suskaičiavo, kad šių technologijų įrengimo atsipirkimo laikas būtų apytiksliai lygus 40 metų. Tai yra gana ilgas laiko periodas, tačiau šių technologijų pritaikymas padengtų visą pastato šildymo poreikį, žymiai padidintų pastato energinį efektyvumą ir sumažintų išmetamo CO₂ dujų kiekį (Doukas Bruce 2017).

Taigi tokie analizės pobūdžio moksliniai darbai irgi yra puikus būdas parodyti kultūros paveldo pastatų modernizacijos, pritaikant inovatyvias technologijas, galimybes, bei jų teikiamą naudą. Išnagrinėtas pavyzdys parodo, kad įgyvendinus vien tik tradicines projekte siūlomas priemones, pastato energinis efektyvumas padidėtų apie 70-75 %, o panaudojus dar papildomai atsinaujinančios energijos šaltinius galima tikėtis 85-95 % efektyvumo padidėjimo. Taip pat svarbu paminėti, kad projekto pasiūlymai buvo įvertinti paveldosaugos aspektais, todėl jų įgyvendinimas niekaip nepakenktų pastato kultūrinei vertei, kadangi siūlomi sprendiniai neturi jokio neigiamo vizualaus ir fizinio poveikio pastatui.

Išanalizavus pateiktą medžiagą galima pateikti išvadą, kad nors atsinaujinančios energijos technologijų integravimas kultūros paveldo statiniuose yra sudėtingas ir apsunkina modernizacijos projekto įgyvendinimą, vis dėl to tinkamai atlikus reikiamus tyrimus, įvertinus paveldosaugos įstatymų keliamus reikalavimus ir apribojimus, bei užtikrinus abiejų sričių specialistų bendradarbiavimą, jų panaudojimas yra įmanomas. Išnagrinėjus pateiktą medžiagą galima tvirtai teigti, kad atsinaujinančių energijos šaltinių pritaikymas paveldo statiniuose yra įmanomas ir labai efektyvus energijos taupymo, bei CO₂ dujų emisijos mažinimo požiūriu. Taip pat, kaip rodo kai kurių pavyzdžių analizė, kultūros paveldo statinių integravimas į miestų gyvenimą, pritaikant juos šiuolaikinės visuomenės poreikiams, gali turėti socialinę ir ekonominę naudą, o šių pastatų energijos sąnaudų ir aplinką teršiančių dujų emisijos sumažinimas dar suteikia ir ekologinę naudą. Visi šiame poskyryje išnagrinėti statiniai anksčiau buvo apleisti ir nenaudojami arba naudojami tik dalinai ir tinkamai neprižiūrimi, tačiau atlikus modernizavimą jie buvo išgelbėti bei pritaikyti

pakartotinam panaudojimui ir dabar yra geros naujų technologijų pritaikymo kultūros paveldo statiniuose praktikos pavyzdžiai.

Išvados

1. Panagrinėjus kultūros paveldo apibrėžimus ir jų sudedamąsias dalis darytina išvada, kad ši sąvoka yra gana plati ir sudėtinga. Nėra vienos griežtos formuluotės, kurią naudotų mokslininkai ir kiti šios srities specialistai, be to, ir teisės aktai skirtingai interpretuoja ir apibrėžia kultūros paveldą, tačiau visi apibrėžimai yra gana panašūs ir akcentuoja tuos pačius aspektus.
2. Europoje paveldosauga turi ilgą vystymosi istoriją, kuri prasideda nuo viduramžių laikų. Tačiau dabartinės paveldosaugos ir paveldotvarkos pagrindas buvo suformuotas tik XX a. antroje pusėje. Tuo laiku įkurtų tarptautinių organizacijų išleisti dokumentai nustatė tolesnes paveldosaugos vystymosi kryptis, kurios bėgant laikui buvo perimtos daugumos pasaulio šalių.
3. Dėl nepalankių politinių sąlygų paveldosaugos ir paveldotvarkos darbai Lietuvoje prasidėjo žymiai vėliau negu kitose Europos šalyse. Paveldosaugos istorijos analizė rodo, kad paveldosaugos raidos metu teko susidurti su daugybe sunkumų, dėl kurių dalis paveldo statinių buvo prarasta arba nuniokota. Tačiau, nepaisant nepalankių sąlygų ir sunkumų, Lietuvai pavyko suformuoti individualią kultūros paveldo apsaugos sistemą. Išanalizavus paveldosaugos raidos istoriją galima teigti, jog dabartinės sistemos ir galiojančių įstatymų formavimuisi didelę įtaką turėjo tarptautinių organizacijų veikla, prie kurios Lietuva prisijungė 1992 metais, bei individuali ilgametė patirtis, sukaupta per ilgą ir sudėtingą kovos už kultūros paveldo išsaugojimo istoriją.
4. Kultūros paveldo tyrimus galima laikyti svarbiausia paveldotvarkos darbų dalimi, kadangi tyrimų metu surinkta informacija leidžia argumentuotai ir moksliškai pasirinkti tolesnių paveldotvarkos darbų kryptį bei parengti reikiamą dokumentaciją. Naudojantis gautais duomenimis yra nustatoma paveldo statinių kultūrinė vertė, jos autentiškumas, fizinė pastato būklė ir jo nykimo priežastis, o visi tolesni darbai atliekami remiantis atliktų tyrimų išvadomis, todėl jie beveik visada yra pirmasis ir būtinas kultūros paveldo tvarkymo darbų etapas.
5. Išanalizavus kultūros paveldo tyrimų bazę matoma, kad ji susideda iš daugybės įvairių tyrimų metodų, todėl svarbu kiekvienam kultūros paveldo objektui tinkamai parinkti reikalingų tyrimų rūšys. Nustatant reikalingus tyrimo darbus, visuomet turi būti siekiama, kad šie darbai būtų kuo efektyvesni, kadangi didelis tyrimų kiekis gali turėti neigiamą įtaką paveldo objekto kultūrinei vertei, ypatingai jeigu tyrimų darbai yra ardomojo pobūdžio.

6. Kultūros paveldo pastatų informacinis modeliavimas yra sąlyginai nauja tyrimų sritis, kuri dar nėra labai plačiai naudojama tarp paveldosaugos specialistų, tačiau jos populiarumas pasauliniu mastu labai greitai auga. Statinio informacinio modeliavimo technologijų panaudojimas kultūros paveldo statiniuose gali suteikti naujas priemones, kurios padidins informacijos valdymo efektyvumą, palengvins atliekamų tyrimų bei dokumentacijos parengimą ir valdymą, sumažins klaidų skaičių projektavimo ir darbų atlikimo etapuose ir netgi padidins objekto priežiūros ir valdymo efektyvumą.
7. Išanalizavus statinio informacinio modeliavimo technologijos taikymo ypatumus kultūros paveldo objektams modernizuoti buvo nustatyta, kad vienas iš pagrindinių jos teikiamų privalumų yra patikimos duomenų bazės, kurioje bus saugoma visa turima informacija apie kultūros paveldo pastatą, sukūrimas. Sujungus atskirų kultūros paveldo statinių informacinius modelius į vieną bendrą duomenų bazę galima bus sudaryti pastatų būsenos ir kitos naudingos informacijos stebėjimo pagrindą, kuriuo remiantis galima parengti prioritetinį objektų priežiūros ir restauracijos sąrašą.
8. Nagrinėjant statinio informacinio modeliavimo technologijų taikymo kultūros paveldo objektuose buvo nustatyta, kad kultūros paveldo pastatų informacinio modeliavimo modelis gali būti naudojamas automatiškai parengti tvarkymo darbams atlikti reikalingą dokumentaciją, be to, jį galima naudoti istorinių struktūrų analizei ir vizualizacijai. Ši technologija yra tinkama esamu ir praeities (jau nebeegzistuojančių) istorinių pastatų vizualizavimui, remiantis išlikusiais rašytiniais duomenimis ir ikonografinė medžiaga. Tačiau 3D modelio sudarymas yra sudėtingesnis dėl unikalų kultūros paveldo architektūros elementų. Jų perkėlimas į skaitmeninį modelį reikalauja daug laiko, gerų darbo įgūdžių su programine įranga ir tikslumo, todėl dažnai yra laikomas vienu iš sunkiausių kultūros paveldo skaitmeninimo uždavinių.
9. Kultūros paveldo pastatai kiekybiškai sudaro nedidelę visų esamų pastatų dalį, bet atsižvelgiant į jų indėlį mažinant šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą ir energijos sąnaudų mažinimą jie yra gana reikšmingi. Atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimas yra labai efektyvi energijos sąnaudų mažinimo priemonė, tačiau skirtingų technologijų veikimo ar įdiegimo būdas gali paveikti pastatą ar jame esančius vertingus elementus, todėl jų galimą poveikį statiniui reikia įvertinti ankstyvuose projekto rengimo etapuose.
10. Rengiant kultūros paveldo statinio renovacijos projektą taikomi sprendiniai, ir inovatyvių technologijų panaudojimas didžiaja dalimi priklauso nuo pastato kultūrinės vertės, galimos intervencijos lygio, naujos pastato paskirties ir atliekamų darbų pobūdžio. Apžvelgus svarbiausius kultūros paveldo statinių modernizavimo aspektus

galima teigti, kad tai yra sudėtingas procesas, reikalaujantis labai detalaus pasirengimo ir planavimo. Tačiau svarbu paminėti, kad visais atvejais pirmenybė turi būti suteikiama kultūros paveldo vertės išsaugojimui.

11. Detaliau panagrinėjus atsinaujinančios energijos technologijų veikimo principus matoma, kad jų integravimas kultūros paveldo statiniuose yra įmanomas, nors kartais ir gali būti problemiškas dėl paveldosaugos apribojimų. Apžvelgus Lietuvos atsinaujinančios energijos išteklių potencialą galima teigti, kad mūsų geografinė padėtis yra palanki šiems ištekliams panaudoti. Didžiausią potencialą turi biokuro masės sektorius, o saulės, vėjo ir geoterminės energijos potencialas yra mažesnis, tačiau jo pakanka efektyviam šių resursų panaudojimui. Taigi apibendrinant apžvelgtą medžiagą galima daryti išvadą, kad Lietuva turi palankias sąlygas ir galimybes šiems ištekliams taikyti paprastuose pastatuose ir kultūros paveldo objektuose.
12. Atlikus kultūros paveldo „Ca' S Orsola“ gyvenamojo pastato modernizaciją pritaikant atsinaujinančius energijos šaltinius kartu su tradicinėmis šilumos izoliavimo medžiagomis, jo energinė klasė buvo pagerinta nuo G iki A+, pagal tuo metu galiojusias standartus. Pastato energijos sąnaudų palyginimas prieš ir po projekto įgyvendinimo parodė, kad iš viso energijos sutaupymas padidėjo 92,5 % bei CO₂ emisija buvo sumažinta 81 %.
13. Įgyvendintas Turino miesto istorinės užtvankos atstatymo projektas yra puikus pavyzdys, parodantis, kaip galima pritaikyti pakartotinam panaudojimui nebenaudojamus kultūros paveldo infrastruktūros statinius. Naujai įrengta hidroelektrinė per metus apytiksliai pagamina 1,6 GWh elektros energijos, kurios užtenka beveik 600 namų ūkiams, o tai atitinkamai sumažina išmetamo CO₂ kiekį net 900 000 tonų. Išnagrinėtas pavyzdys rodo, kad nebenaudojamų kultūros paveldo statinių pritaikymas šiuolaikinės visuomenės poreikiams gali turėti ne tik kultūrinę, bet ir ekonominę, ekologinę ir socialinę naudą, kadangi jų pakartotinis panaudojimas padeda integruoti istorinį paveldą į miesto gyvenimą bei prisideda prie aplinkos sutvarkymo ir neigiamo poveikio gamtai mažinimo.
14. Išnagrinėjus saugomo kultūros paveldo pramoninio plytų gamyklos pastato modernizacijos projektą galima teigti, jog tai yra puikus pavyzdys, parodantis, kaip galima suderinti paveldosaugos reikalavimus su naujų technologijų pritaikymo galimybėmis. Analizuojamas pastatas buvo pritaikytas viešajam naudojimui išsaugant jo autentiškus bruožus, o įrengta inovatyvi kombinuota saulės kolektorių ir geoterminio šildymo sistema leido sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją apytiksliai 95 % ir energijos sąnaudas 75 %.

Literatūros sąrašas

Adomavičius, G. 2011. *Atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimo galimybės daugiabučiuose namuose*. Lietuvos Taikomųjų mokslų akademijos mokslo darbai 6, 69-84. Prieiga per internetą:

https://www.researchgate.net/publication/301687478_ATSINAUJINANCIUJU_ENERGIJOS_I_STEKLIU_NAUDOJIMO_GALIMYBES_Daugiabuciuose_namuose.

Armakauskaitė, D., Stabrauskaitė, D. 2016. *Kultūros paveldo tyrimai, metodinis leidinys*. Vilnius: Dailininkų sąjungos leidykla artseria.

Atsinaujinančiųjų energijos išteklių panaudojimo Alytaus regiono Alytaus rajone galimybių studija. n.d. Prieiga per internetą:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj3nJiy mLXuAhWItYsKHZoiDmAQFjABegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.arsa.lt%2Fget_file.php%3Ffile%3DYkpTVnlaJTJCZmJaNXBtV3RvWk1lWnBHM1htWmlkem0yc2NKWEpxSEttWXNXYTBXVEt5Wk5va0dxY2E2MW0wMm1lbkpOcm1KWFVtcXR1eDhsbmFwNXBrcGpTYThDYWxwcWFicUJubm1qWmFtRnEyMjJkbTh0dXBIREx5cXR2WUduSm1zNlh6WnlWYVdLYVoYcHJsWjFuWUclMkZVYnB1ZHIHOXpjS2VXZlhGNlo3TmxwbW16eW5HWWcyZDdiSXhwbEd5aWJjaHJuY2VkbW5Obw%3D%3D&usg=AOvVaw0F1uKTOqxvNBDxBPF0OYgx.

Bilys, S., Gužauskas, R., Jakštas, L., Kairys, L., Kasiulis, E., Punys, P., Sabaliauskas, A., Sabaliauskas, L., Tornau, V. 2017. *Mažoji hidroenergetika*. Vilnius: Trys žvaigždutės.

Būsto energijos taupymo agentūra. 2020. *Pastatų ir kvartalų energinio efektyvumo didinimo sprendinių ir priemonių katalogas*. Prieiga per internetą: https://www.pe.lt/uploads/pdf/bendroji_informacija/Pastatų%20ir%20kvartalų%20energinio%20efektyvumo%20didinimo%20sprendinių%20ir%20priemonių%20KATALOGAS.pdf.

Butkevičienė, J. 2014. *Lietuvos architektūros paveldotvarka: netektys ir atradimai*. Kaunas: Versus aureus.

Cabeza, L. F., Gracia, A., Pisello, A. L. 2018. *Integration of renewable technologies in historical and heritage buildings: A review*. Energy and Buildings 177, 96-111. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778818313537>.

Cambridge university. 2008. *Cambridge Advanced Learner's Dictionary (3rd ed.)*. New York: Cambridge University Press.

Change works resources for life initiative. 2009. *Renewable heritage: a guide to microgeneration in traditional and historic homes*. Retrieved from: https://www.changeworks.org.uk/sites/default/files/Renewable_Heritage.pdf.

Comino, E., Dominici, L., Ambrogio, F., Rosso, M. 2019. *Mini-hydro power plant for the improvement of urban water-energy nexus toward sustainability - A case study*. Journal of Cleaner Production 249. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619342866>.

Čepaitienė, R. 2005. *Laikas ir akmenys. Kultūros paveldo sampratos moderniojoje Lietuvoje*. Vilnius: Lietuvos istorijos institutas.

Černeckienė, J., Ždankus, T. 2015. *Vėjo energijos panaudojimo šilumos gamybai, taikant hidraulinę sistemą, tyrimas*. Energetika 61, 32-43. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/279234451_Vejo_energijos_panaudojimo_silumos_gamybai_taikant_hidrauline_sistema_tyrimas.

Dalla Mora, T., Cappelletti, F., Peron, F., Romagnoni, P., Bauman, F. 2015. *Retrofit of an historical building toward NZEB*. Energy Procedia 78, 1359-1364. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187661021501886X>.

Doukas, D., Bruce, T. 2017. *Energy Audit and Renewable Integration for Historic Buildings: The Case of Craiglockhart Primary School*. Procedia Environmental Sciences 38, 77-85. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/316040059_Energy_Audit_and_Renewable_Integration_for_Historic_Buildings_The_Case_of_Craiglockhart_Primary_School.

European commission. 2016. *Communication from the commission to the European parliament and the council*. Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2016:0110:FIN&print=true>.

Evergreen. 2017. *Evergreen introduces a new approach to heating and cooling buildings*. Retrieved from: <https://www.evergreen.ca/blog/entry/evergreen-introduces-a-new-approach-to-heating-and-cooling-buildings/>.

Evergreen. 2021. *TD Future Cities Centre*. Retrieved from: <https://www.evergreen.ca/evergreen-brick-works/what-is-evergreen-brick-works/td-future-cities-centre/>.

Forrest, C. 2010. *International Law and the Protection of Cultural Heritage*. New York: Routledge.

Glemža, J. R. 2002. *Nekilnojamojo kultūros paveldo apsauga ir tvarkymas*. Vilnius: Vilniaus dailės akademija.

Glemža, J. R. n.d. *Architektūros paveldas*. Visuotinė Lietuvių enciklopedija. Prieiga per internetą: <https://www.vle.lt/straipsnis/architekturos-paveldas/>.

Gurskis, V., Heinzmannas, M., Kaulakys, R., Kleštornas, R., Mažintas, A., Milutienė, E., Surkys, D., Venckus, N., Žilinskas, E. 2008. *Efektyvaus energijos vartojimo pastatuose vadovas*. Kaunas: Lietuvos Respublikos ūkio ministerija.

Hutter, M., Rizzo, I. 1997. *Economic Perspectives on Cultural Heritage: An Introduction*. London: Palgrave Macmillan.

Yang, X., Grussenmeyer, P., Koehl, M., Macher, H., Murtiyoso, A., Landes, T. 2019. *Review of built heritage modelling: Integration of HBIM and other information techniques*. Journal of Cultural Heritage 46, 350-360. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S129620742030385X>.

Ignatavičius, Č., Kalibatas, D., Kutut, V., Ustinovičius, L. 2012. *Pastatų rekonstrukcijos ir remonto technologijos*. Vilnius: Technika.

Ignatavičius, Č., Skrodenis, S. V., Jatulis, T., Gurevičienė, A. 2018. *Pastatų modernizavimui skirtų tipinių detalių, priemonių ir techninių sprendinių katalogas*. Prieiga per internetą: <http://www.betalt.lt/doclib/6izmddh7tfuh98mzywpwq9jsyrdcehez>.

International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property. 2021. What is ICCROM. Retrieved from <https://www.iccrom.org/about/overview/what-iccrom>.

International Energy Agency. 2017. *Shining Examples of Cost-Effective Energy and Carbon Emissions Optimization in Building Renovation (Annex 56)*. Retrieved from: http://199.115.204.215/Data/publications/EBC_Annex_56_Shining_Examples_Brochure_2nd_Edition.pdf.

Islam, S. M., Nayar, Ch. V., Abu-Siada, A., Hasan, M. 2018. 25 - *Power Electronics for Renewable Energy Sources*. Power Electronics Handbook 4, 783-827. Retrieved from: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/B9780128114070000271?token=E6566CA86E8DEF98AF76CC2FA48035660638EFCB0175FBF06C9C74938086A032077D7D70A2EC5B71A7798CBD0522F9B4>.

Jurevičienė, J. 2010. *Nekilnojamojo kultūros paveldo apsauga*. Vilnius: Technika.

Kargytė, V., Matijošytė, I. 2020. *Bioekonomikos plėtros perspektyvos Europoje ir Lietuvoje. COVID-19 pandemijos sukulto ekonominio nuosmukio ir žemų iškastinio kuro kainų veiksmų vertinimas*. Prieiga per internetą: https://www.vdu.lt/wp-content/uploads/2020/06/Bioekonomikos_perspektyvos_LBTA_2020_05_29_galut-1.pdf.

Kiela, K. 2012. *Fotovoltiniai elementai*. Mokslas – Lietuvos Ateitis 4(1), 56-62. Prieiga per internetą: <https://journals.vgtu.lt/index.php/MLA/article/view/4495/3831>.

Kutut, V. 2014. *Paveldo statinių tvarkybos technologijos*. Vilnius: Technika.

LGA Architectural Partners. 2018. *Evergreen brick works kiln building redevelopment*. Retrieved from: <https://www.architonic.com/en/project/lga-architectural-partners-evergreen-brick-works-kiln-building-redevelopment/20118988>.

Li, R. Y. M. 2017. *5D GIS virtual heritage*. Procedia Computer Science 111, 294-300. Retrieved from: <http://www.igisweb.it/intro/sections/webgis/1-s2.0-S1877050917312395-main.pdf>.

Lietuvos biomasės energetikos asociacija LITBIOMA. 2008. *Lietuvos atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo skatinimo veiksmų planas 2010–2020 m.* Taikomojo mokslinio tyrimo galutinė ataskaita, Vilnius. Prieiga per internetą: https://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/Veikla/Veiklos%20sritys/Atsinaujinantys%20energijos%20šaltiniai/Moksliniai-tiriamieji%20darbai/AEI_skatinimo_veiksmu_planas.pdf.

Lietuvos biomasės energetikos asociacija LITBIOMA. 2020. *Biokuras Lietuvoje – kaip išlaikomas tvarumas?*. Prieiga per internetą: <http://www.biokuras.lt/biokuras-lietuvoje-kaip-islaikomas-tvarumas>.

Lietuvos biomasės energetikos asociacija LITBIOMA. 2020. Dokumentai ir statistika Lietuvoje. Prieiga per internetą: <http://www.biokuras.lt/dokumentai-ir-statistika-lietuvoje>.

Lietuvos energetikos konsultantų asociacija. 2013. *Biokuro potencialo Lietuvoje įvertinimas, biokuro kainų prognozė, biokuro panaudojimo socialinės naudos įvertinimas ir biokuro panaudojimo plėtrai reikalingų valstybės intervencijų pasiūlymai*. Baigiamoji ataskaita, Vilnius. Prieiga per internetą: <https://www.ena.lt/uploads/PDF-AEI/TMT-ataskaitos/2013-1A-80-biokuras-galutine-ataskaita3.pdf>.

Lietuvos nacionalinė UNESCO komisija. 2012-2021. Apie UNESCO. Prieiga per internetą: <https://www.unesco.lt/apie/unesco>.

Lietuvos nacionalinė UNESCO komisija. 2012-2021. Pasaulio paveldas. Prieiga per internetą: <https://www.unesco.lt/kultura/pasaulio-paveldas>.

Lietuvos nacionalinė UNESCO komisija. 2012-2021. Pasaulio paveldo konvencija. Prieiga per internetą: <https://unesco.lt/kultura/pasaulio-paveldas/pasaulio-paveldo-konvencija>.

Lietuvos nekilnojamojo turto plėtros asociacija. 2008. *Darnioji plėtra teritorijų planavime ir urbanistikoje*. Prieiga per internetą: http://dpakademija.lt/stor/uploads/2013/07/Darnios-pletros-bukletas_naujausias_galutinis.indd_.pdf.

Lietuvos Respublikos kultūros ministerija. 2019. *Kultūros paveldo apsaugą ir paslaugų teikimą reglamentuojančių teisės aktų ir kultūros paveldo apsaugos srityje dalyvaujančių institucijų funkcijų tyrimas, siekiant patobulinti teisinį reglamentavimą ir institucinę sandarą, kad gyventojams būtų teikiamos kokybiškos paslaugos efektyviausiu būdu*. Galutinė tyrimo ataskaita, Vilnius. Prieiga per internetą:

<https://lrkm.lrv.lt/uploads/lrkm/documents/files/Kultūros%20paveldo%20apsauga%20ir%20pasl%20augu%20teikimą%20reglamentuojančių%20teisės%20aktų%20ir%20kultūros%20paveldo%20apsaugos%20srityje%20dalyvaujančių%20institucijų%20funkcijų%20tyrimas.pdf>.

Lietuvos Respublikos kultūros ministerija. 2020. Kultūros paveldo apsauga. Prieiga per internetą: <https://lrkm.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/kulturos-paveldo-apsauga>.

Lietuvos Respublikos nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos įstatymas. 1994. Valstybės žinios, Nr. 3-37. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.9BC8AEE9D9F8/asr>.

Lietuvos Respublikos ūkio ministerija, Alekandro Stulginskio universitetas. 2017. *Lietuvos bioekonomikos plėtros galimybių studijos santrauka*. Prieiga per internetą: <https://eimin.lrv.lt/uploads/eimin/documents/files/Inovacijų/bioekonomikos%20studija/Lietuvos%20bioekonomikos%20plėtros%20galimybių%20studijos%20Santrauka.pdf>.

Lietuvos Respublikos valstybės kontrolė. 2010. *Valstybinio audito ataskaita atsinaujinančių energijos išteklių potencialo naudojimas Lietuvoje*. Prieiga per internetą: https://www.vkontrolė.lt/failas_senas.aspx?id=4007.

Lietuvos vėjo elektrinių asociacija. 2020. *Viskas, ką reikia žinoti apie vėjo energetiką*. Prieiga per internetą: https://lvea.lt/wp-content/uploads/2021/01/LVEA_Viskas-ka-reikia-zinoti-apie-vejo-energetika.pdf.

Marciukaitis, M., Dzenajavičienė, E., Kveselis, V., Savickas, J., Perednis, E., Lisauskas, A., Markevicius, A., Marcinauskas, K., Gecevicius, G., Erlickytė-Marčiukaitienė, R. 2016. *Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo Lietuvoje patirtis, reikšmė ir siekiai*. Energetika 62, 247-267. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/311163585_Atatsinaujinančiu_energijos_istekliu_naudojimo_Lietuvoje_patirtis_reiksme_ir_siekiai.

Migilinskas, D. 2019. *BIM technologijų taikymas istorinių ir kultūros paveldo pastatų projektuose*. Skaitmeninė statyba 9, 40-41. Prieiga per internetą: https://issuu.com/lba8/docs/skaitmenine_statyba_2019_one.

Milutienė, E. 2008. *Saulės energijos naudojimas*. Kaunas: Kauno technologijos universiteto Aplinkos inžinerijos institutas.

Mlinkauskienė, A., Jankauskaitė-Jurevičienė, L. 2019. *Investigation of Heritage Building Information Modeling Possibilities in Lithuania*. Architecture and Urban Planning 15, 54-58. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/338604605_Investigation_of_Heritage_Building_Information_Modeling_Possibilities_in_Lithuania.

Murphy, M. 2012. *Historic Building Information Modelling (HBIM) For Recording and Documenting Classical Architecture in Dublin 1700 to 1830*. Dublin: School of Engineering Trinity College. Retrieved from: https://www.academia.edu/8237173/Historic_Building_Information_Modelling_HBIM_PHD

Oficialiosios statistikos portalas. 2019. *Lietuvos statistikos metraštis (2019 m. leidimas) Energetika*. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/lietuvos-statistikos-metrastis/lsm-2019/aplinka-ir-energetika/energetika>.

Opher, T., Duhamel, M., Posen, I. D., Panesar, D. K., Brugmann, R., Roy, A., Zizzo, R., Sequeira, L., Anvari, A., MacLean, H. L. 2021. *Life cycle GHG assessment of a building restoration: Case study of a heritage industrial building in Toronto, Canada*. Journal of Cleaner Production 279. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620338646>.

Oxford university. 2005. *Oxford Advanced Learner's Dictionary (7th ed.)*. Oxford: Oxford University Press.

Pasaulio kultūros ir gamtos paveldo apsaugos konvencija (2017 m. patikslintas vertimas). TAR, Nr. 7165. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/886ee2c02c0011e78397ae072f58c508>.

Petrauskas, G., Adomavičius, V. 2012. *Saulės energijos naudojimas elektrai gaminti*. Kaunas: Technologija.

Polo, C., Frontini, F. 2014. *Energy Efficiency and Renewable Solar Energy Integration in Heritage Historic Buildings*. Energy Procedia 48, 1493–1502. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/262423402_Energy_Efficiency_and_Renewable_Solar_Energy_Integration_in_Heritage_Historic_Buildings.

Structum. 2016. *Kultūros paveldas*. Prieiga per internetą: <https://structum.lt/konferencija/kulturos-paveldas/>.

The European portal for energy efficiency in buildings Build up. 2019. *Overview Energy Efficiency in Historic Buildings: A State of the Art*. Retrieved from: <https://www.buildup.eu/en/news/overview-energy-efficiency-historic-buildings-state-art>.

Uab „Af – terma“. 2007. *Požeminės šiluminės energijos panaudojimo pastatų šildymui ir vėsinimui šalyje galimybių įvertinimas ir rekomendacijų dėl šios energijos panaudojimo minėtiems tikslams parengimas*. Prieiga per internetą: <https://remontogidas.lt/images/sildymas-kondicionavimas/Pozemines%20silumines%20energijos%20panaudojimas%20pastato%20sildymui%20ir%20vesinimui.%20www.remontogidas.lt.pdf>.

Valancius, K., Grigaliūnas, J. 2016. *Saulės energijos panaudojimo modernizuojamuose daugiabučiuose analizė*. Mokslas - Lietuvos ateitis 8, 449-454. Prieiga per internetą:

https://www.researchgate.net/publication/309751954_Saules_energijos_panaudojimo_moderniz_uojamuose_daugiabuciuose_analize.

Vyčius, J., Kustienė, R. 2008. *Hidraulinės mašinos ir hidroelektrinės mokomoji knyga*. Kaunas: Ardiva.

Vilniaus dailiųjų amatų asociacija, Viešoji įstaiga „Kultūros paveldo akademija“. 2011. *Integruota architektūros paveldo apsauga: teisinis reglamentavimas, kompetencijos ir sprendimai*. Vilnius: S. Jokužio leidykla-spaustuvė.

Zvicevičius, E., Raila, A., Novošinskas, H. 2013. *Augalinės biomasės sandėliavimo sistemų inžinerija*. Aleksandro Stulginskio universitetas: Akademija.

Брайан, П., Антонопулу, С. 2019. *ВИМ для культурного наследия: Разработка информационной модели исторического здания*. Екатеринбург: Ridero.

STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS VALDYMO IR NEKILNOJAMOJO TURTO KATEDROS
POSĖDŽIO PROTOKOLAS

2021-03-29 Nr. 04

Vilnius

Posėdis įvyko 2021-03-26, 10.00 val.

Posėdžio pirmininkė – doc. dr. Natalija Lepkova

Posėdžio sekretorė – Aldona Liubertienė

Dalyvavo: prof. habil.dr. A. Kaklauskas, prof. dr. J. Antuchevičienė, prof. dr. A. Banaitis, prof. dr. V. Kutut, doc. dr. N. Lepkova, doc. dr. N. Banaitienė, doc. dr. D. Migilinskas, doc. dr. L. Kanapeckienė, doc. dr. T. Vilotienė, doc. dr. J. Šaparauskas, doc. dr. J. Tamošaitienė, LNTPA prezidentas M. Statulevičius, pranešėjai: magistrantai, doktorantai.

DARBOTVARKĖ:

Statybos valdymo ir nekilnojamojo turto katedroje vyko 24-ioji Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencija “MOKSLAS – LIETUVOS ATEITIS” STATYBA, sekcija Statybos valdymas ir nekilnojamasis turtas. Konferencija skirta doktorantams, dirbantiems statybos srityje ir magistrantams, aktyviai dalyvaujantiems mokslinėje veikloje.

Konferencija vyko nuotoliniu būdu, naudojant ZOOM aplinką.

Konferencijoje dalyvavo: 9 Statybos valdymo ir nekilnojamojo turto katedros magistrantai, 5 Statybos valdymo ir nekilnojamojo turto katedros doktorantai, 1 magistrantas iš Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto, 2 magistrantai iš Gelžbetoninių konstrukcijų ir geotechnikos katedros, SIMfm-19 gr. ir SIMfm-20 gr.

Bendras dalyvių skaičius - 36 (dėstytojai ir studentai iš VilniusTech ir Klaipėdos universitetų, įvairių kursų bei studijų programų studentai, LNTPA prezidentas)

Lietuvos nekilnojamojo turto plėtros asociacijos prezidentas (LNTPA) Mindaugas Statulevičius pasveikino konferencijos dalyvius ir paragino studentus aktyviai dalyvauti konferencijoje, rengti straipsnius ir juos publikuoti.

KONFERENCIJOS PROGRAMA

1. Rokas Eitutis, „Šventosios uosto plėtros daugiakriterė analizė“. Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto.
2. Andrius Pleška, STVfm-19. „Šarminės betono korozijos analizė, jos vertinimas gamyboje ir cemento įtaka jai“. Vadovas: V.Kutut.
3. Arvydas Vilkonis, STVfm-19, „Standartinių statybos rangos sutarčių modelio ir rangos darbų pirkimo kainodaros parinkimas“. Vadovė J. Antuchevičienė
4. Darius Zakševski, STVfm-19. „Kultūros paveldo statinių modernizavimo galimybių analizė pritaikant atsinaujinančius energijos šaltinius“. Vadovas: V.Kutut
5. Gintarė Piaseckienė, STVfm-20. „BIM procesų valdymo dimensijos literatūroje: apžvalga ir analizė“. Vadovė J. Antuchevičienė
6. Antanas Kazakevičius, SIMfm-20. „Statinio informacijos modelio taikymo pirkimo procedūrose apžvalga“. Vadovas D. Migilinskas
7. Aurelija Kelerytė, STVfm-19. „Projekto dinaminio valdymo galimybių tyrimas taikant BIM technologijas“. Vadovė – T. Vilutienė
8. Rytis Motiejūnas, STVfm-19. „Užstatytos aplinkos atnaujinimo galimybių analizė“. Vadovė J. Antuchevičienė
9. Lina Skučaitė, STVfm-19. „Statybinių medžiagų įtaka tvarių pastatų sertifikavimui“. Vadovė J. Antuchevičienė
10. Viačeslav Zigmund, VilniusTech, SF doktorantas. „BIM ir MCDM integravimo projektavimo, gamybos ir statybos etapuose analizė“. Vadovė J. Antuchevičienė
11. Julius Zaburas, SEVfm-19. „Apleistų pramoninių teritorijų pritaikymo kriterijų reikšmingumų nustatymas BWM-1 metodu“. Vadovas A.Banaitis
12. Tomas Sinkevič, SIMfm-19. „Konstrukcinių BIM modelio variantų vertinimo rodiklių tyrimas“. Vadovas D. Migilinskas
13. Robertas Kontrimovičius, VilniusTech, SF doktorantas. „Optimizuoto statyb vietės plano informacinės sistemos prototipo kūrimas: žemės darbų apskaičiavimas ir automatizuotas inžinerinių geologinių pjūvių sudarymas“. Vadovas L.Ustinovičius
14. Ieva Cataldo, VilniusTech, SF doktorantė. „Tvariosios tiekimo grandinės valdymas statyboje“. Vadovas A.Banaitis
15. Vaida Lukšaitė, VilniusTech, SF doktorantė. „Biometrija statinio gyvavimo procese“. Vadovas A.Kaklauskas
16. Gintaras Gaidukas, VilniusTech, SF doktorantas. „Inovatyvių technologijų vertinimas ir pasirinkimas pastatui, taikant CoCoSo ir Eckenrode metodus“. Vadovas Z.Turskis
17. Deividas Grigaravičius, NTVfm-20. „Kultūros paveldo objektų vystymo galimybių tyrimas“. Vadovė L. Kanapeckienė



Posėdžio pirmininkė

Natalija Lepkova

SUDERINTA:

Katedros vedėjas Artūras Kaklauskas