



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

Robertas Volvačiovas

**RACIONALIAUS DANGORAIŽIO MODELIO KŪRIMAS STATYBOS
TECHNOLOGIJOS ASPEKTU**

**THE CREATION OF RATIONAL SKYSCRAPER MODEL IN
TECHNOLOGICAL ASPECT**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos valdymo studijų programa, valstybinis kodas 62402T110

Statybos technologijos ir vadybos specializacija

Statybos inžinerijos mokslo kryptis

Vilnius, 2010

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

Edmundas Kazimieras Zavadskas
(Vardas, pavardė)

(Data)

Robertas Volvačiovas

**RACIONALIAUS DANGORAIŽIO MODELIO KŪRIMAS STATYBOS
TECHNOLOGIJOS ASPEKTU**

**THE CREATION OF RATIONAL SKYSCRAPER MODEL IN
TECHNOLOGICAL ASPECT**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos valdymo studijų programa, valstybinis kodas 62402T110

Statybos technologijos ir vadybos specializacija

Statybos inžinerijos mokslo kryptis

Vadovas

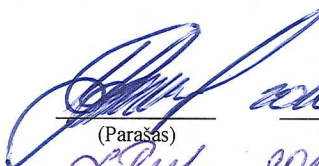
doc. dr. Gintautas Ambrasas

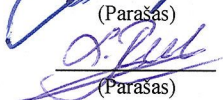
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Konsultantas

lekt. Lina Rutkienė

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)


(Parašas) 2010-05-24
(Data)


(Parašas) 2010-05-13
(Data)

Vilnius, 2010

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

Technologijos mokslo sritis

Statybos inžinerijos mokslo kryptis

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Statybos valdymo studijų programa, valstybinis kodas 62402T110

Statybos technologijos ir vadybos specializacija

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

Edmundas Kazimieras Zavadskas

(Vardas, pavardė)

(Data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

2009-12-04 Nr. _____

Vilnius

Studentui Robertui Volvačiovui

(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Racionalaus dangoraižio modelio kūrimas statybos technologijos aspektu

patvirtinta 2009 m. gruodžio 4 d. dekanų potvarkiu Nr. 449 st.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2010 m. birželio 3 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Apžvelgti dangoraižių evoliucionavimą ir apibrėžti dangoraižių aukštį, išskirti ir išnagrinėti dangoraižių statybos technologijos ypatumus remiantis naujausia su dangoraižiais susijusia užsienio šalių literatūra, sukurti racionalų dangoraižio modelį statybos technologijos aspektu remiantis Lietuvoje galiojančia teisine sistema, tačiau bendrais bruožais tinkamą naudoti ir užsienyje. Sukurti tokį racionalų dangoraižio modelį statybos technologijos aspektu, kuriuo galima vadovautis įgyvendinant dangoraižių statybos projektus nuo idėjos gimimo iki dangoraižio nugriovimo.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantas:

lekt. Lina Rutkienė

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Vadovas

(Parašas)

doc. dr. Gintautas Ambrasas

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau:

R. Volvačiovas

(Parašas)

Robertas Volvačiovas

(Vardas, pavardė)

2009-12-04

(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Statybos fakultetas

Statybos technologijos ir vadybos katedra

ISBN: ISSN

Egz. sk.: 2

Data: 2010-05-10

Statybos valdymo studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas: **Racionalaus dangoraižio modelio kūrimas statybos technologijos aspektu**

Autorius: **Robertas Volvačiovas** Vadovas: **doc. dr. Gintautas Ambrasas**

Kalba:

☒ X lietuvių

☐ užsienio (anglų)

Anotacija

Baigiamojo magistro darbo tikslas – sukurti racionalų dangoraižio modelį statybos technologijos aspektu.

Baigiamojo magistro darbo uždaviniai – apžvelgti dangoraižių evoliucionavimą ir apibrėžti dangoraižių aukštį, išskirti ir išnagrinėti dangoraižių statybos technologijos ypatumus remiantis naujausia su dangoraižiais susijusia užsienio šalių literatūra, kuriant racionalų dangoraižio modelį statybos technologijos aspektu remtis Lietuvoje galiojančia teisine sistema.

Baigiamojo magistro darbo metodinė dalis yra parašyta remiantis užsienio šalių patirtimi, o mokslinėje dalyje sukurtas modelis – remiantis Lietuvoje galiojančia teisine sistema, tačiau bendrais bruožais šis modelis yra tinkamas naudoti ir užsienyje. Sukurtame modelyje didžiausias dėmesys skiriamas dangoraižio projektavimo etape išskylančių problemų sprendimui susijusių su dangoraižiais kaip atskira pastatų rūšimi. Sukurtu modeliu galima vadovautis įgyvendinant dangoraižių statybos projektus nuo idėjos gimimo iki dangoraižio nugriovimo.

Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, dangoraižių evoliucionavimas ir jų aukščio apibrėžimas, dangoraižių statybos technologijos ypatumai, racionalaus dangoraižio modelio kūrimas, išvados ir pasiūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 73 p. teksto be priedų, 42 paveikslai, 3 lentelės, 63 bibliografiniai šaltiniai. Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: aukštybiniai pastatai, dangoraižiai, dangoraižio modelis, dangoraižių aukštis, dangoraižių ypatumai.

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

ISBN: ISSN
Copies No.: 2
Date: 2010-05-10

Construction Management study programme master thesis

Title: **The Creation of Rational Skyscraper Model in Technological Aspect**

Author: **Robertas Volvačiovas** Academic supervisor: **doc. dr. Gintautas Ambrasas**

Thesis language:

- ☒ Lithuanian
☐ Foreign (English)

Annotation

This master thesis focuses on creating the most rational skyscraper model in technological aspect.

This is done through the completion of several key tasks. Firstly, the study evaluates the development of the skyscrapers, defines their height. Then the work assesses the key technological features of the skyscraper construction. The assessment is based on contemporary foreign literature and meets the legal requirements of the Republic of Lithuania.

The academic part of the thesis presents a model which fulfils the legal requirements of the Republic of Lithuania. However, this model is also valid in foreign countries as it is based on the contemporary foreign literature. The core objective of this model is to find solutions for the key issues that arise during the skyscraper design stage. Therefore, this model can play a significant part in all stages of the skyscraper construction from the creation of the initial idea of the skyscraper to its demolition.

The thesis consists of 6 parts: introduction, the development of the skyscrapers, the key features of the skyscraper construction, the creation of the rational skyscraper model, conclusions and suggestions, references.

The thesis consists of: 73 p. text without appendixes, 42 pictures, 3 tables, 63 bibliographical entries. Appendixes included.

Keywords: high-rise buildings, skyscrapers, skyscraper model, skyscrapers high, skyscrapers peculiarity.

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	7
LENTELIŲ SĄRAŠAS	8
ĮVADAS	9
1. DANGORAIŽIŲ EVOLIUCIONAVIMAS IR JŲ AUKŠČIO APIBRĖŽIMAS	10
1. 1. Svarbiausi dangoraižių plėtrą lėmę įvykiai	10
1. 2. Dangoraižių plėtra pasaulyje	11
1. 2. 1. Dangoraižių pasiskirstymas pasaulyje	11
1. 2. 2. Aukščiausių pasaulio dangoraižių dešimtukas	12
1. 3. Dangoraižių ateities perspektyvos	13
1. 4. Dangoraižių aukščio apibrėžimas	14
2. DANGORAIŽIŲ STATYBOS TECHNOLOGIJOS YPATUMAI	15
2. 1. Laikančiosios konstrukcijos ir statybinės medžiagos	15
2. 2. Vėjo ir žemės drebėjimo apkrovos mažinančios konstrukcijos	18
2. 3. Patalpų paskirtis ir suplanavimas	23
2. 4. Vidaus susisiekimo sistemos	26
2. 5. Vandentiekio, šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos	29
2. 6. Automobilių stovėjimo aikštelės	32
2. 7. Gaisrinė sauga ir evakuacija	34
2. 8. Statybos trukmė	37
2. 9. Energijos panaudojimas ir ekonomiškumas	40
2. 10. Architektūrinės bionikos taikymas	43
3. RACIONALIAUS DANGORAIŽIO MODELIO KŪRIMAS	46
3. 1. Idėjų generavimas	48
3. 2. Vietinės rinkos tyrimas ir dangoraižio investicinio projekto parengimas	50
3. 3. Žemės sklypo paieška ir įsigijimas	52
3. 4. Dangoraižio projektavimas	54
3. 5. Dangoraižio statyba	62
3. 6. Dangoraižio eksploatacija	64
3. 7. Dangoraižio griovimas	66
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	67
LITERATŪROS SĄRAŠAS	68

PRIEDAI

A priedas. Niujorko dangoraižiai buvo susprogdinti, – tvirtina Europarlamento deputatas

B priedas. Dangoraižiai, jų privalumai ir trūkumai

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Aukštybinių pastatų išsidėstymas pasaulyje pagal miestus.....	11
2 pav. Aukštybinių pastatų statybų aktyvumas pagal kontinentus, %	12
3 pav. Aukščiausiųjų pasaulio dangoraižių dešimtukas.....	12
4 pav. Dangoraižių konstrukcinės schemos	16
5 pav. „Petronas Twin Towers“ pamatai	17
6 pav. Vėjo srautai aplink pagrindines dangoraižių skerspjūvių formas	18
7 pav. Aerodinaminės dangoraižių savybės pagerinančios priemonės	18
8 pav. Dangoraižyje įrengtos švytuoklės	19
9 pav. Didžiausia pasaulyje pakabinama atsvara „Taipei 101“ dangoraižyje.....	20
10 pav. Inercijos jėgos susidarymas žemės drebėjimo metu	20
11 pav. Tris pagrindinės seisminės (inercijos) jėgas atlaikančios konstrukcinės sistemos.....	21
12 pav. „Šuns kaulo“ formos sija.....	22
13 pav. Slopintuvai (amortizatoriai) dangoraižyje.....	22
14 pav. Statinio pripažinimas pastatu pagal aukštybinių pastatų ir miesto aplinkos tarybos „Council on Tall Buildings and Urban Habitat“ išaiškinimą.....	23
15 pav. Vienos ir mišrios paskirties dangoraižiai	23
16 pav. Kai kurios dangoraižiuose naudojamos viešosios erdvės.....	24
17 pav. „RWE Headquarters“ dangoraižio fasadas.....	25
18 pav. „RWE Headquarters“ dangoraižio patalpų planai skirtinguose aukštuose	25
19 pav. Penkios pagrindinės liftų sistemos	27
20 pav. Lifo judėjimas vertikalia ir horizontalia kryptimi	28
21 pav. „Kvėpuojančio dvigubo fasado“ sistema	30
22 pav. Dangoraižio natūrali ventiliacija nedalinant (padalinant) dangoraižį į atskirus segmentus. 31	
23 pav. Dangoraižio automobilių stovėjimo aikštelė panaudojant keltuvus.....	33
24 pav. Dūmų paplitimas laiptinėje, kai nėra naudojami durų pritraukikliai.....	35
25 pav. Fotoluminescenciniai šviestuvai laiptinėse	35
26 pav. Bendras paprastų ir gaisrininkų liftų prieangis	36
27 pav. „Kylančių klojinių“ panaudojimas statyboje.....	37
28 pav. „Tower Palace III“ dangoraižio Seule technologinių operacijų atlikimo grafikas.....	38
29 pav. „Tower Palace III“ pamato plokštės betonavimas	38
30 pav. Dangoraižio statyba etapais.....	39
31 pav. „Bahrain World Trade Center“.....	42
32 pav. „Chicago Spire“ dangoraižis Čikagoje (JAV).....	45
33 pav. „Jin Mao Tower“ dangoraižis Šanchajuje (Kinija)	45

34 pav. Pagrindiniai racionalaus dangoraižio įgyvendinimo ir gyvavimo etapai („laiptų“ schema)	47
35 pav. Pagrindiniai grupiniai idėjų generavimo metodai	48
36 pav. Idėjų generavimo etapo įgyvendinimo schema (žingsniai).....	49
37 pav. Vietinės rinkos tyrimo ir dangoraižio investicinio projekto parengimo etapo įgyvendinimo schema (žingsniai)	50
38 pav. Žemės sklypo paieškos ir įsigijimo etapo įgyvendinimo schema (žingsniai)	52
39 pav. Dangoraižio projektavimo etapo įgyvendinimo schema (žingsniai).....	55
40 pav. Dangoraižio statybos etapo įgyvendinimo schema (žingsniai)	62
41 pav. Dangoraižio eksploatacijos etapo priežiūros schema (žingsniai).....	64
42 pav. Dangoraižio griovimo etapo įgyvendinimo schema (žingsniai)	66

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Automobilių stovėjimo aikštelių problemos sprendimo būdai.....	32
2 lentelė. Svarbiausių dangoraižio TP ir DP dalių pagrindinės problemos ir jų sprendimo būdai ...	58
3 lentelė. Dangoraižio TP ir DP dalių svarbiausios sudėties pagrindinės problemos ir jų sprendimo būdai	59

IVADAS

Nuo seno žmonės ieškojo vietų, kuriose galėtų apsisaugoti nuo gamtos stichijų, laukinių žvėrių ar priešų. Iš pradžių tai buvo uolos, kuriose įsikurdavo žmonių gentys, vėliau žmonės pradėjo statyti įvairius pastatus iš molio, medžio, akmens ir kitų statybinių medžiagų gyvenimo, ūkio, prekybos bei kitoms reikmėms. Šie pastatai buvo labai primityvūs, trumpaamžiai, nors senovės istorijoje buvo tam tikrų išimčių, pavyzdžiui, piramidės Egipte, zikuratai Mesopotamijoje. Laikui bėgant pastatų konstrukcijos tobulėjo, pradėtos naudoti ilgaamžiškesnės statybinės medžiagos, buvo sukurti įvairūs architektūros stiliai, būdingi tam tikram laikotarpiui. Statyba kaip atskira ūkio šaka atsirado labai seniai, nes yra susijusi su fiziologiniais ir savisaugos žmonių poreikiais (apsirūpinimu būstu), kurie pagal Maslovo poreikių piramidę yra patys svarbiausi, todėl šiandieninėje visuomenėje statybos ūkio šaka yra labai išplėtotą. XIX amžiaus pabaigoje atsirado nauja pastatų rūšis, vadinama dangoraižiais. Pagrindinis šių pastatų bruožas yra didelis jų aukštis (ne mažesnis kaip 150 m), tačiau galima išskirti ir kitas jų savybes, pavyzdžiui, sudėtingi konstrukciniai ypatumai. Per paskutinį šimtmetį dangoraižiai sparčiai tobulėjo, buvo sukurti įvairūs konstrukciniai sprendimai, palengvinantys dangoraižių statybas, leidžiantys didinti jų aukštį, padedantys pritaikyti tam tikrai paskirčiai, pagerinantys eksploataavimo sąlygas, pavyzdžiui, liftų sistemos tobulinimas.

Šiandien dangoraižių statybos problematika yra labai aktuali, nes neįvertinus tam tikrų dangoraižių statybos technologijos ypatumų iš anksto, vėliau, statybos metu, jie gali labai brangiai kainuoti ir dangoraižio projektą padaryti nuostolingą. Baigiamojo magistro darbo metodinėje dalyje apžvelgus užsienio šalių literatūrą yra išskiriami ir nagrinėjami pagrindiniai dangoraižių statybos technologijos ypatumai. Baigiamojo magistro darbo mokslinėje dalyje yra kuriamas **racionalus dangoraižio modelis statybos technologijos aspektu**. Žodis „racionalus“ pabrėžia, kad kuriamas modelis yra apgalvotas, tikslingas, aiškiai suvokiamas ir pagrįstas metodinėje dalyje aptartomis problemomis. Žodis „modelis“ paaiškina, kad bus sukurta schema (tam tikra sistema), kuria galima vadovautis įgyvendinant dangoraižių statybos projektus nuo idėjos gimimo iki dangoraižio nugriovimo. Žodžių junginys „statybos technologija“ baigiamajame magistro darbe yra suprantamas ne siaurąja prasme, ne konkrečių nuosekliai atliekamų technologinių operacijų eile, pavyzdžiui, betonavimo „kylančiuose klojiniuose“ statybos technologija, o plačiąja prasme ir apima visą dangoraižio projekto įgyvendinimo ir gyvavimo procesą.

Baigiamojo magistro darbo **tikslas** – sukurti racionalų dangoraižio modelį statybos technologijos aspektu.

Baigiamojo magistro darbo **uždaviniai** – apžvelgti dangoraižių evoliucionavimą ir apibrėžti dangoraižių aukštį, išskirti ir išnagrinėti dangoraižių statybos technologijos ypatumus remiantis naujausia su dangoraižiais susijusia užsienio šalių literatūra, kuriant racionalų dangoraižio modelį statybos technologijos aspektu remtis Lietuvoje galiojančia teisine sistema.

1. DANGORAIŽIŲ EVOLIUCIONAVIMAS IR JŲ AUKŠČIO APIBRĖŽIMAS

1. 1. Svarbiausi dangoraižių plėtrą lėmę įvykiai

1852 metai. Statyti aukštus pastatus tapo įmanoma nuo tada, kai buvo išrastas liftas. Aukštesnei penkių aukštų pastatai techniškai būtų buvę įmanomi ir be lifto, tačiau būtų buvę sunku rasti žmonių, norinčių juose gyventi ar dirbti. Garais varomą liftą 1852 metais sukonstravo Eliša Greivas Otis. Netrukus jis įkūrė „E. G. Otis Company“ ir pradėjo pardavinėti krovinius liftus, o 1857 metais „Equitable Life Building“ pastate Niujorke (JAV) pradėjo eksploatuoti ir pirmąjį keleivinį liftą (Miestai.net 2004).

1885 metai. Karkasinė statyba buvo kita svarbi dangoraižių atsiradimo priežastis. Pirmasis pastatas su plieniniu karkasu buvo „Home Insurance Building“ Čikagoje (JAV), pastatytas 1885 metais, tačiau jis nesulaukė tokio dėmesio kaip gerokai aukštesni „Tribune Building“ Čikagoje (JAV) ir „Western Union Building“ Niujorke (JAV). Derinant naujus statybos technologijos būdus XIX amžiaus pabaigoje tapo įmanoma pastatyti vis aukštesnius pastatus (Miestai.net 2004).

1913 metai. Kitas svarbus dangoraižių atsiradimo etapas – pamatų tvirtinimo technologijos sukūrimas. Ši statybos technologija neleidžia dangoraižiui dėl grunto judėjimo per daug pasvirti ir neleidžia pasislinkti dangoraižio svorio centrui. 1913 metais buvo pastatytas 241 m aukščio „Woolworth Building“ Niujorke (JAV) (iki 1930 metų buvęs aukščiausias pasaulio pastatas), šiam pastatui pirmą kartą nuosekliai taikyta pamatų tvirtinimo technologija. Jis buvo sutvirtintas betono atramomis, išdėstytomis po žeme iki pat uolėto grunto. „Woolworth Building“ daugelis vadina pirmuoju pasaulio dangoraižiu (Miestai.net 2004).

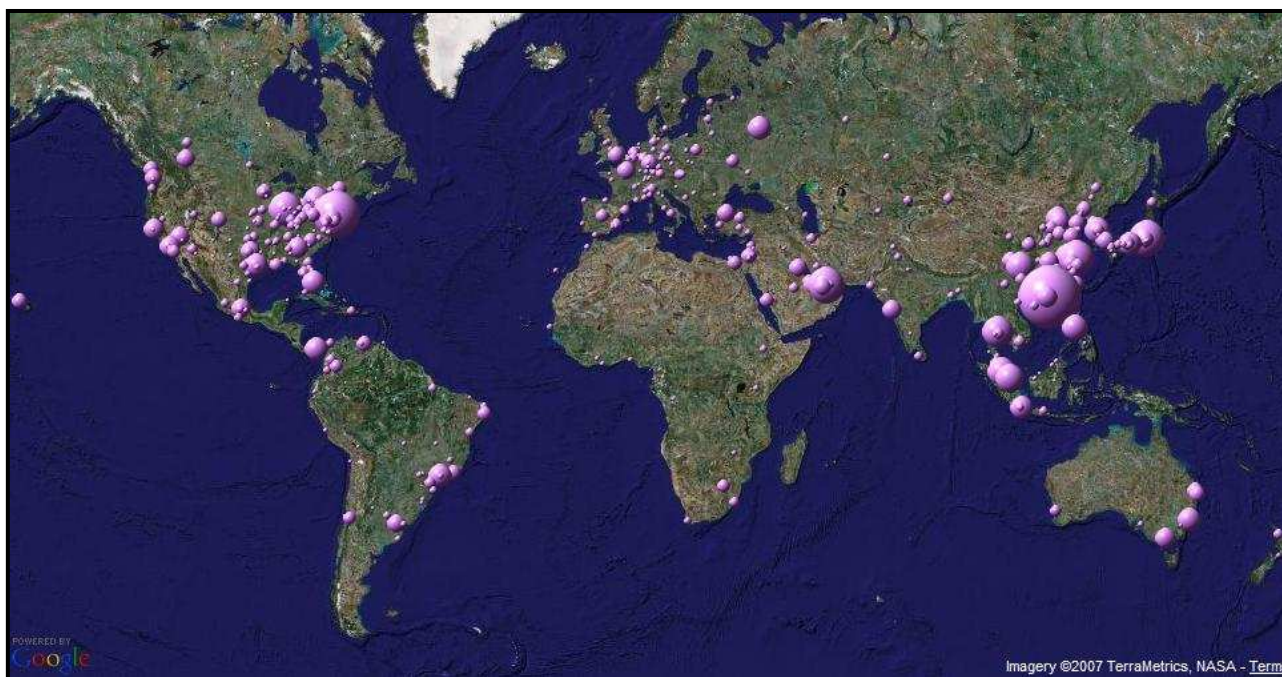
1930 metai. Pastačius „Chrysler Building“ Niujorke (JAV), prasidėjo dabartinis dangoraižių statybos etapas. „Chrysler Building“ rekordas – 319 m išsilaikė tik metus, nes pirmąsias varžybas laimėjo „Empire State Building“ Niujorke (JAV) (381 m aukščio). Tik po 40 metų (1972 metais) „Empire State Building“ aplenkė dar aukštesni pastatai „World Trade Center“ Niujorke (JAV) (417 ir 415 m aukščio) (žr. A priedą). Dar po metų aukščiausiojo pasaulio pastato titulą perėmė „Willis Tower“ Čikagoje (JAV) (442 m aukščio), vėliau – kiti dangoraižiai (Miestai.net 2004), kol 2010 metais jis atiteko „Burj Khalifa“ (828 m aukščio) dangoraižiui Dubajuje (JAE).

2010 metai. Pastatytas aukščiausias dangoraižis pasaulyje „Burj Khalifa“ (828 m aukščio), kuris yra Dubajuje, Jungtiniuose Arabų Emyratuose. Dangoraižis yra pastatytas garsios Pietų Korėjos įmonės „Samsung C&T“, bendra dangoraižio statybos kaina siekia 1,5 mlrd. JAV dolerių (apie 3,8 mlrd. litų). Aukščiausiam pasaulio dangoraižyje yra įrengti 162 aukštai, o juose įsikūrusios viešbučio, prekybos centro, biurų, butų ir kitos paskirties patalpos. 123 ir 124 dangoraižio aukštuose yra įrengta apžvalgos aikštelė, pastate įrengti 57 skirtingi liftai (didžiausias jų greitis 10 m/s) (Wikipedia 2010b).

1. 2. Dangoraižių plėtra pasaulyje

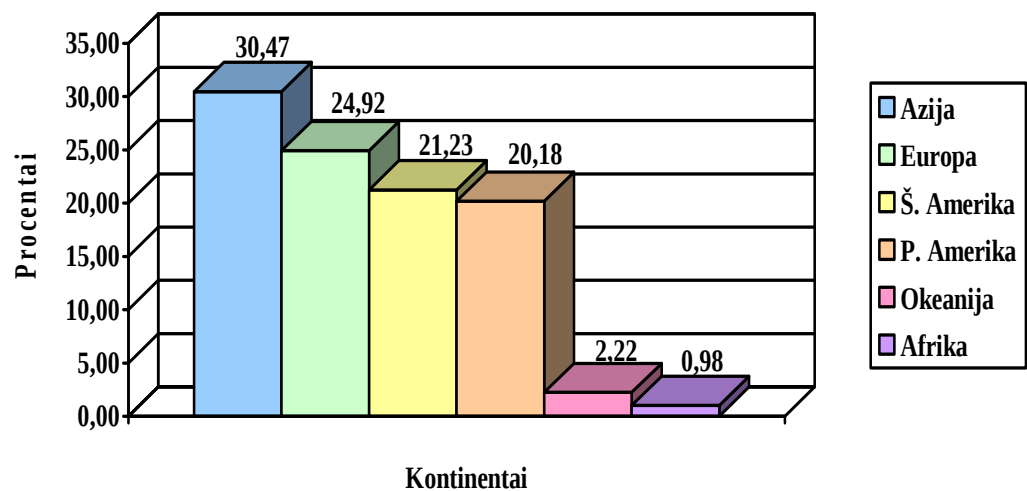
1. 2. 1. Dangoraižių pasiskirstymas pasaulyje

Žmonių pasiskirstymą pasaulyje lemia daugybė veiksnių: ekonominės, socialinės, klimato, geologinės sąlygos, naudingieji išteklių ir t. t., todėl technikos „lopšiai“ susiformavo skirtingose pasaulio vietose. 1 pav. pateiktas pasaulio žemėlapis, kuriame pavaizduoti miestai, turintys aukštesnių nei 90 m pastatų. Aiškiai matoma, jog didžiausi aukštybinių pastatų „statybų centrai“ yra susiformavę Azijos žemyno pietryčiuose ir pietvakariuose, Šiaurės Amerikos žemyno rytuose ir vakaruose, centrinėje Europoje ir kai kuriose kitose vietose. Nesunku pastebėti, kad šie „statybų centrai“ išsidėstę ekonomiškai stipriose valstybėse, todėl galima teigti, kad didžiausią reikšmę statant aukštybinius pastatus turi stipri šalies ekonominė situacija.



1 pav. Aukštybinių pastatų išsidėstymas pasaulyje pagal miestus (Home pages 2007)

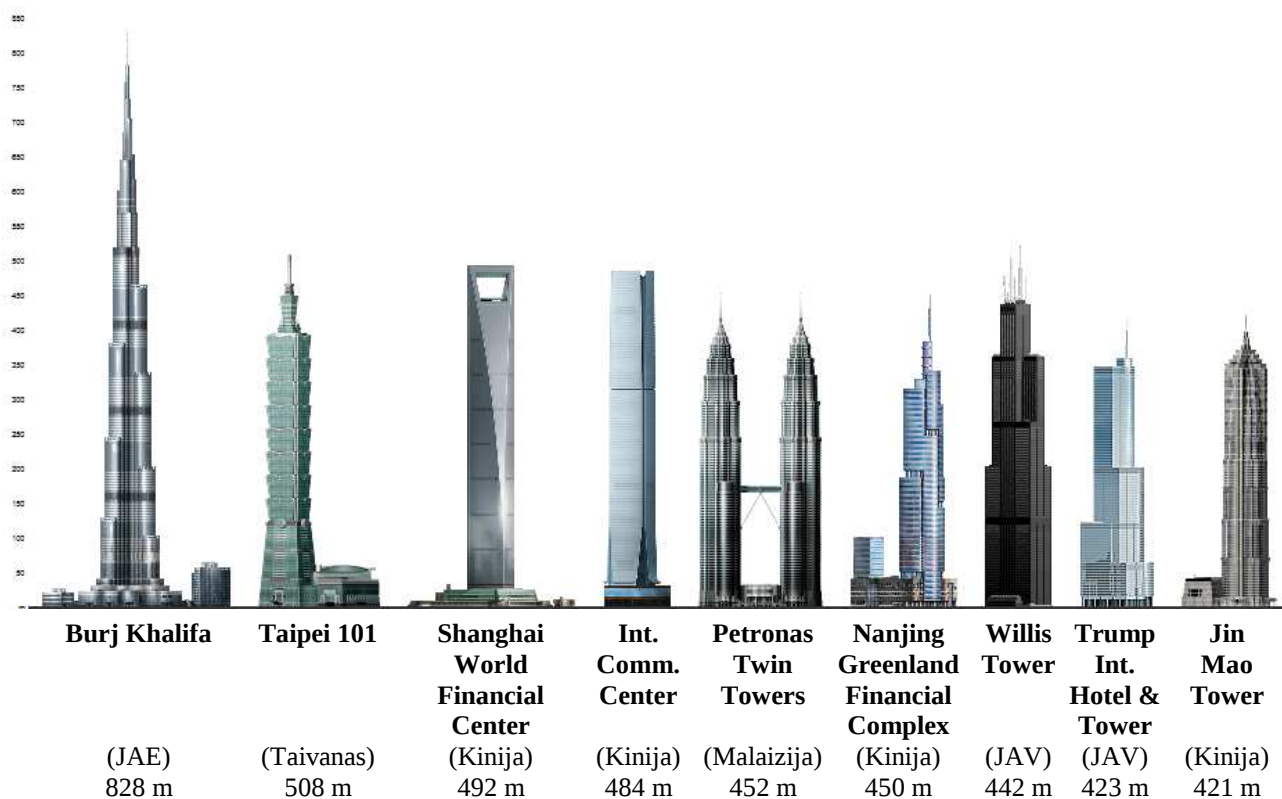
Kiekvienais metais tarptautinė kompanija „Emporis“, nagrinėjanti pastatus ir teikianti informaciją apie juos, reitinguoja pasaulio miestus pagal jų aukštybinius pastatus, taip pat teikia informaciją apie kiekvienoje šalyje pastatytus aukštybinius pastatus, jų skaičių, pagrindines šių pastatų charakteristikas ir pan. 2 pav. yra pavaizduoti aktyviausi pasaulio kontinentai pagal pastatytų aukštybinių pastatų skaičių. Iš paveikslo matyti, kad aktyviausias kontinentas yra Azijos (30,47 %, 41554 aukštybiniai pastatai), o pats pasyviausias – Afrikos (0,98 %, 1329 aukštybiniai pastatai), kurio aukštybinių pastatų statybos aktyvumas yra daugiau nei 30 kartų mažesnis už Azijos. Tai dar kartą parodo, kad į Azijos aukštybinių pastatų statybos projektus yra investuojama daugiausiai, nes tik turint investicijų galima vykdyti didelio masto statybas. Europos, Š. Amerikos ir P. Amerikos kontinentų aktyvumas pagal pastatytus aukštybinius pastatus yra labai panašus ir svyruoja 4,74 % ribose.



2 pav. Aukštybinių pastatų statybų aktyvumas pagal kontinentus, % (Emporis 2010)

1. 2. 2. Aukščiausiųjų pasaulio dangoraižių dešimtukas

Daugelis pasaulio šalių ir miestų varžosi siekdamos pastatyti aukščiausią dangoraižį pasaulyje, nes siekia išgarsėti, parodyti savo stiprią ekonominę padėtį. 3 pav. pavaizduotas aukščiausiųjų pasaulio dangoraižių dešimtukas. Keturi iš jų pastatyti Kinijoje, du – JAV, du – Malaizijoje, vienas – JAE (aukščiausias) ir vienas Taivane. Įdomu tai, kad, pavyzdžiui, dangoraižis „Willis Tower“ atrodo tikrai aukštesnis net už dangoraižius dvynius „Petronas Twin Towers“, tačiau pagal aukštybinių pastatų ir miesto aplinkos tarybos „Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH)“ išaiškinimą „Willis Tower“ iškeltos antenos yra neįskaičiuojamos į pastato aukštį.



3 pav. Aukščiausiųjų pasaulio dangoraižių dešimtukas (Skyscraper page 2010)

1. 3. Dangoraižių ateities perspektyvos

Jau šiandien projektuojami dangoraižiai, kurių su dabartine technika apskritai neįmanoma pastatyti. Ateities pastatai projektuojami remiantis bionika – itin sudėtingų biologinių struktūrų tyrimais, kai architektų mokslą apie konstrukcijas ir medžiagas papildo biotechnologijos žinios. Taip pat remiamasi arkologija – architektūros ir ekologijos sąveika, taip projektuojamos hiperstruktūros ir megamiestai. Arkologiniai projektai dar dažnai vadinami miesto mieste projektais. Tokie projektai planuojami tankiai apgyvendintose teritorijose, pavyzdžiui, Japonijoje, Tokijo mieste. Arkologiniai pastatai patys apsirūpina energija ir kitais reikalingais ištekliais. Dar daug metų nebus įmanoma statyti aukštesnių nei 1000 m aukščio pastatų, tačiau daugelis garsių architektų projektuoja aukštesnes konstrukcijas, tikėdamiesi, kad viena dieną įvyks technologijos lūžis, bus sukurtos didesnio stiprumo ir geresnių fizikinių savybių statybinės medžiagos. Architektų vaizduotei nėra ribų, jų projektai primena mokslo fantastiką, pavyzdžiui, žinomiausi arkologiniai projektai yra „X-Seed 4000“, „Try-2004“, „Aeropolis 2001“, „Sky City 1000“. Tačiau tirama ir skaičiuojama visiškai rimtai, nors per artimiausius 50 metų šių planų nepavyks realizuoti (All about skyscrapers 2010a; miestai.net 2004).

Vienas sensacingiausių projektų yra „X-Seed 4000“: dirbtinę salą, vadinamą „Ocean City“, numatoma įrengti prie Japonijos krantų, joje turi tilpti 1 mln. žmonių. 4000 m aukščio plieninio kalno pagrindinę konstrukciją jūroje laikys 600 m aukščio plieno pamatas. Dideli magnetiniai liftai vienu kartu galės vežti iki 200 žmonių, o kelionė iki viršūnės užtruks 30 minučių. „X-Seed 4000“ projektas buvo parengtas jau XX amžiaus 9-ajame dešimtmetyje, tačiau apie statybą niekas rimtai dar negalvoja (Miestai.net 2004).

Šiuo metu jau yra pradėti statyti žemesni, tačiau pagal dabartinę situaciją ypač aukšti dangoraižiai, kurie pakeis 3 pav. pateiktą aukščiausiųjų dangoraižių dešimtuką. Pastačius visus jau pradėtus statyti dangoraižius (kai kurių dangoraižių statybos šiuo metu yra sustabdytos), aukščiausiųjų dangoraižių dešimtukas atrodytų taip:

1. „Nakhell Tower“ (Dubajus, JAE, 1000 m aukščio).
2. „Burj Khalifa“ (Dubajus, JAE, 828 m aukščio (jau pastatytas)).
3. „Shanghai Tower“ (Šanchajus, Kinija, 632 m aukščio).
4. „Chicago Spire“ (Čikaga, JAV, 610 m aukščio).
5. „Goldin Finance 117“ (Tiandžingas, Kinija, 597 m aukščio).
6. „Makkah Royal Clock Tower Hotel“ (Makahas, Saudo Arabija, 591 m aukščio).
7. „Ping An International Finance Center Tower“ (Šendzenas, Kinija, 588 m aukščio).
8. „Doha Convention Center Tower“ (Doha, Kataras, 551 m aukščio).
9. „World Trade Center One“ (Niujorkas, JAV, 541 m aukščio).
10. „Pentominium“ (Dubajus, JAE, 516 m aukščio) (CTBUH 2010c).

1. 4. Dangoraižių aukščio apibrėžimas

Aukštybinių pastatų ir miesto aplinkos taryba „Council on Tall Buildings and Urban Habitat“ priklausanti Iliojaus technologijos institutui Čikagoje (JAV), sudaranti aukščiausiųjų dangoraižių sąrašą ir nustatanti dangoraižių aukštį, apibrėžė tris pastatų aukščio matavimo kategorijas, o pirmoji kategorija pripažinta svarbiausia:

1. Aukštis iki architektūrinės konstrukcijos viršaus.
2. Aukštis iki viršutinio gyvenamojo aukšto.
3. Aukštis iki aukščiausiojo taško (CTBUH 2010a).

Pastatas patenka į aukščiausiųjų pastatų sąrašą tik tada, kai atitinka šiuos reikalavimus:

1. Pastate yra patalpos buities, ūkio, gamybos, kultūros reikmėms. Pagrindinis pastato bruožas yra tas, kad pastatas turi aukštus. Bokštai neįtraukiami į aukščiausiųjų pastatų sąrašą, nors daugelio pastatų pavadinimuose yra žodis „bokštas“, bet techniškai tai nėra bokštai.

2. Teisingai išmatuotas pastato aukštis. Pastato aukštis matuojamas nuo šaligatvio lygio ties pagrindiniu įėjimu į pastatą, į aukštį įeina pastato smailė, tačiau neįeina televizijos antenos, radijo antenos ar vėliavų stiebai (Miestai.net 2004).

Aukštybinių pastatų ir miesto aplinkos taryba „Council on Tall Buildings and Urban Habitat“ pastatą priskiria aukštiems, jei:

1. Pastatas išsiskiria iš miesto konteksto. Taigi, priklausomai nuo vidutinio aukščio likusios dalies pastatų mieste, net 80 m aukščio pastatą galima laikyti aukštu, jei jis aiškiai išsiskiria iš jo aplinkos ir žymiai keičia miesto horizontą.

2. Pastatas išsiskiria savo proporcijomis. Pastatas gali būti žemesnis, tačiau masyvus, kurio bendrasis plotas yra didelis ir dažnai būna didesnis už daugelio aukštesnių pastatų.

3. Pastate panaudotos aukštam pastatui būdingos technologijos. Tai išplėtotų liftų sistemų, standumo ryšių panaudojimas ir pan. (CTBUH 2010a).

Dažniausiai pastato aukštų skaičius neturi įtakos priskiriant pastatą aukštam ar ne. Kai kuriose šalyse aukštų skaičiai skaičiuojami skirtingai, pavyzdžiui, Kinijoje neįskaičiuojami 4, 14, 24 ir t. t. aukštai, kitur neįskaičiuojami techniniai aukštai, jei jų plotas yra žymiai mažesnis už standartinių aukštų plotą (CTBUH 2010a).

Šiuo metu nėra jokio oficialaus apibrėžimo ar nustatymo tikslaus aukščio, virš kurio pastatas gali būti aiškiai klasifikuojamas kaip dangoraižis, kiekvienoje šalyje normatyviniai dokumentai skirtingai reglamentuoja pastatų aukštį, tačiau pagal laisvą konvenciją taikomą JAV ir Europoje dabar **dangoraižiu vadinamas ne žemesnis nei 150 m aukščio pastatas**. Dangoraižis, aukštesnis nei 300 m, yra vadinamas ypač aukštu. Šis sutartinis dangoraižio apibrėžimas neturi būti supainiotas su aukštybiniu pastatu, kurį „Emporis“ standartų komitetas apibrėžia kaip aukštesnį nei 35 m aukščio pastatą (CTBUH 2010a; Gaudutis, E. 2009; wikipedia 2010e).

2. DANGORAIŽIŲ STATYBOS TECHNOLOGIJOS YPATUMAI

Baigiamojo magistro darbo metodinėje dalyje yra nagrinėjami dangoraižių statybos technologijos ypatumai, kuriais remiantis bus sukurtas racionalus dangoraižio modelis. Dangoraižiuose naudojamos sistemos, kurios yra panašios ir žemesniuose pastatuose, nėra nagrinėjamos, pavyzdžiui, nėra nagrinėjamos elektrotechninės, elektroninių ryšių ir pan. dangoraižių sistemos.

Išskiriami ir nagrinėjami dangoraižių statybos technologijos ypatumai, susiję su:

1. Laikančiosiomis konstrukcijomis ir statybinėmis medžiagomis.
2. Vėjo ir žemės drebėjimo apkrovas mažinančiomis konstrukcijomis.
3. Patalpų paskirtimi ir suplanavimu.
4. Vidaus susisiekimo sistemomis.
5. Vandentiekio, šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemomis.
6. Automobilių stovėjimo aikštelėmis.
7. Gaisrine sauga ir evakuacija.
8. Statybos trukme.
9. Energijos panaudojimu ir ekonomišku.
10. Architektūrinės bionikos taikymu.

Tolesniuose poskyriuose kiekviena minėta problema yra nagrinėjama atskirai, remiantis konkrečiais pasaulinių dangoraižių pavyzdžiais.

2. 1. Laikančiosios konstrukcijos ir statybinės medžiagos

Dangoraižio statyba yra sudėtingas procesas, kurį sudaro keli etapai. Svarbiausiais iš jų – dangoraižio konstrukcijų projektavimas. Sėkmingas konstrukcijų išdėstymas ir medžiagų, iš kurių jos bus pagamintos, parinkimas užtikrina dangoraižio mechaninį atsparumą, pastovumą, ilgaamžiškumą ir ekonomišumą. Didžiausias sunkumas, išskylantis statant dangoraižį – laikančiųjų konstrukcijų apkrovos, kurios, dangoraižiui tampant aukštesniam, sparčiai didėja. Dangoraižiai visuomet kovoja su savo pačių svoriu, todėl dauguma dangoraižio konstrukcijų skirtos tam, kad išlaikytų savąjį dangoraižio svorį (Asa.lt 2007).

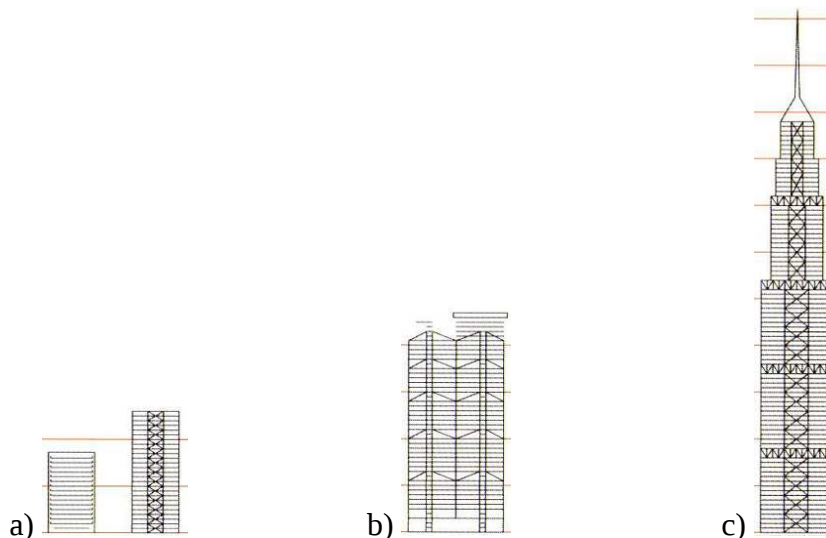
Specialiai dangoraižiams statyti buvo sukurta keletas pagrindinių konstrukcinių schemų:

1. Pusiau karkasinė (rėminio karkaso su laikančiosiomis skersinėmis sienomis) ir karkasinė iki 40 aukštų pastatams. Karkasinius pastatus sudaro pamatai, karkasas, perdangų plokštės ir kiti elementai. Karkasinių pastatų sienos paprastai būna lengvos, kompleksinio skerspjūvio su reikiamais izoliaciniais sluoksniais (Asa.lt 2007; Gaudutis, E.; Parasonis, J.; Šipalis, J. 2008).

2. Kamieninė, 40-60 aukštų pastatams. Savo ruožtu kamieninė sistema taip pat būna įvairių rūšių: gembinis (gembė – vienu galu pritvirtinta laikančioji konstrukcija) perdangų rėrimas į kamieną, išorinės perdangos dalies tvirtinimas prie viršutinės laikančiosios gembės (kabantis namas), per-

dangos rėmimas sienomis į žemiau esančią laikančiąją gembę ir t. t. Dažniausiai dangoraižių kamienas (arba centrinė šerdis) yra tvirtas, monolitinis laiptų ir liftų mazgas – standumo branduolys (Asa.lt 2007).

3. Kamieno kevale („vamzdis vamzdyje“ arba „vamzdis santvaroje“), 60-100 aukštų pastatams. „Vamzdžio santvaroje“ schemoje išorinis sienų perimetras tvirtai sujungiamas su kamieniu ir papildomai sutvirtinamas stipriais skersiniais ryšiais (Asa.lt 2007).



4 pav. Dangoraižių konstrukcinės schemos: a) pusiau karkasinė ir karkasinė, b) kamieninė, c) kamieno kevale („vamzdžio santvaroje“) (Scribd 2007)

Tam tikros konstrukcinės schemos pasirinkimą nulemia daugelis veiksnių, kurių pagrindiniai yra pastato aukštis ir gamtinės sąlygos (seismingumas, grunto savybės, atmosferos, ypač vėjo, poveikis) (Asa.lt 2007).

Dangoraižiams gali būti naudojamos ir stambiaplokštės surenkamosios konstrukcijos. Šios konstrukcijos pasirenkamos tuomet, kai statybos aikštelė yra labai maža, nėra vietos sandėliuoti statybinių medžiagų ir įrangos, taip pat kai labai svarbi yra statybos darbų trukmė. Šiuo atveju statybinės konstrukcijos yra pagaminamos gamykloje (apie 90 % konstrukcijų), o atvežus į statybos aikštelę montuojamos tiesiai nuo transporto priemonės. Galima nesunkiai pastatyti keturiasdešimties ir daugiau aukštų stambiaplokščių dangoraižius (Chor Cheong Fong, P. E. 2005).

Be minėtų konstrukcinių schemų gali būti naudojamos ir įvairios kitos konstrukcinės schemos. Kiekvienas dangoraižis yra unikalus, todėl kurdami dangoraižį projektuotojai gali sukurti savitą kombinuotą konstrukcinę schemą.

Dažnai labai sudėtingos būna ir dangoraižių pamatų konstrukcijos, jos turi būti įgilintos tiek, kad siektų tvirtą gruntą ir atlaikytų visas dangoraižį veikiančias apkrovas, todėl dažniausiai yra naudojami poliniai pamatai. Pavyzdžiui, Malaizijoje esantys „Petronas Twin Towers“ dangoraižiai turi giliausius pasaulyje pamatus, nes tvirtas gruntas, kurį turi pasiekti pamatai yra 120 m gylyje (žr. 5 pav.) (All about skyscrapers 2010d).



5 pav. „Petronas Twin Towers“ pamatai (All about skyscrapers 2010d)

Dideli reikalavimai yra keliami dangoraižių konstrukcinėms medžiagoms, kurių pasirinkimas yra viena iš svarbiausių statybos užduočių:

- Iki 1970 metų dangoraižių statyboms buvo naudojamos plieninės laikančiosios konstrukcijos (daug tokių konstrukcijų pastatų pastatyta Niujorke ir Čikagoje (JAV)).
- Per pastaruosius 40 metų išpopuliarėjo gelžbetonis, kuris turi akivaizdžių privalumų, palyginti su plienu: pastatai su gelžbetoninėmis konstrukcijomis yra atsparesni vėjui, jų deformavimasis mažesnis, gelžbetoninių konstrukcijų atsparumo ugniai laipsnis yra aukštesnis, negu plieninių. Be to, gelžbetoninės konstrukcijos leidžia suteikti pastatui bet kokią norimą formą. Taigi, daugelyje išsivysčiusių šalių šiuo metu būtent gelžbetonis yra viena populiariausių statybinių medžiagų. Besiplėtojant dangoraižių statybai, tobulėja ir betono mišiniai. Didėjant pastatų aukščiui, aktualėja konstrukcijų svorio mažinimo užduotys. Praėjusio amžiaus pabaigoje prasidėjo modifikuotų betono mišinių laikai (pavyzdžiui, „icrete“ betono mišinys). Modifikuotas betonas leidžia kontroliuoti tokias technologines savybes, kaip mišinio slankumas, nusėdimo mažinimas ir kitas. Technologinis mišinio projektavimas taip pat leidžia užtikrinti reikiamą atsparumą ugniai, šalčiui ir smūgiams eksploatavimo metu. Pagrindiniai reikalavimai, keliami betono mišiniams statant dangoraižius, yra šie:

1. Aukštas stiprumo lygis esant maksimaliai mažai tūrio masei.
2. Aukštos technologinės charakteristikos, leidžiančios tiekti betono mišinį į betono klojimo vietą naudojant betono siurblius bei palengvinančios betono liejimo technologiją.
3. Betono ilgaamžiškumas ir atsparumas korozijai (Asa.lt 2007).

Dangoraižiuose dažnai naudojamos plieninės ir gelžbetoninės laikančiosios konstrukcijos kartu, o fasadams naudojamos įvairios medžiagos, pavyzdžiui, išorinė dangoraižio siena gali būti formuojama iš stiklo ir metalų (aliuminio, nerūdijančio plieno) arba įvairaus akmens (granito, marmuro, smiltainio) (Made how 2010).

2. 2. Vėjo ir žemės drebėjimo apkrovas mažinančios konstrukcijos

Vėjas sukelia dideles skersines apkrovas dangoraižiuose, todėl dažnai įvardijamas kaip dangoraižių „priešas“. Vėjas stiprėja kylant nuo žemės paviršiaus aukštn, todėl dangoraižio viduje gali būti jaučiami svyravimai. Pagrindinė kovos su šiomis apkrovomis priemonė yra dangoraižio formos modeliavimas vėjo tuneliuose (Irwin, P., *et al.* 2008). Iš 6 pav. matyti, kad mažiausiai vėjo yra veikiamas apvalaus skerspjūvio dangoraižis, tačiau architektai dažnai nori sukurti ypatingesnių formų dangoraižį. Kruopščiai atlikti aerodinaminiai dangoraižio modelio bandymai gali pasiūlyti įvairias dangoraižio formas, kurios kelis kartus sumažintų vėjo sukeltą apkrovą, sumažintų vėjo sukurtų susidarymo tikimybę.



6 pav. Vėjo srautai aplink pagrindines dangoraižių skerspjūvių formas (CTBUH 2010b)

Dažniausiai yra naudojamos šios dangoraižių aerodinaminės savybės pagerinančios priemonės:

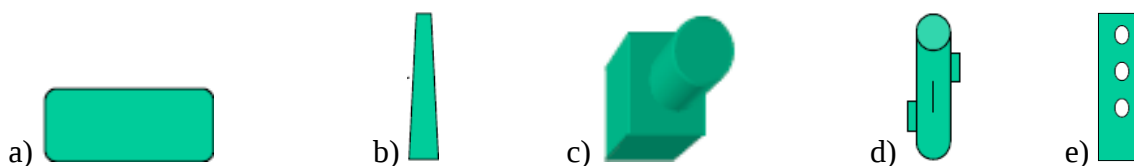
1. Suapvalinti kampai. Aplink kvadratinio ir stačiakampio skerspjūvio formas dangoraižius dažnai susidaro vėjo sūkuriai, kurie akimirksniu gali nusileisti ant žemės ir padaryti nemažai žalos. Aerodinamikos specialistai nustatė, kad suapvalinus dangoraižio kampus 10 % jo ilgio, vėjo apkrovos žymiai sumažėja.

2. Kūgio forma. Kūgio formos dangoraižiai taip pat neleidžia susidaryti vėjo sūkuriams, nes dėl tokios formos skirtinguose aukščiuose esantys vėjo srautai negali sudaryti bendro vienodo dažnio vėjo srauto. Aukščiausiam „Burj Khalifa“ dangoraižyje yra panaudota ši priemonė.

3. Skirtingas skerspjūvis. Panašus poveikis kaip ir kūgio formos dangoraižiuose gali būti pasiekiamas naudojant skirtingą dangoraižio skerspjūvį tam tikruose aukščiuose, pavyzdžiui, iš stačiakampio dangoraižio skerspjūvio galima pereiti prie apvalaus.

4. Vėjo aptakai. Vėjo aptakai – tai prie dangoraižių fasado tvirtinamos įvairių formų konstrukcijos, kurios taip pat neleidžia susidaryti vėjo srautų sūkuriams. Labai paplitę yra spiraliniai vėjo aptakai naudojami aukštuose kaminuose, tačiau dangoraižiuose priimtinesni vertikalieji vėjo aptakai.

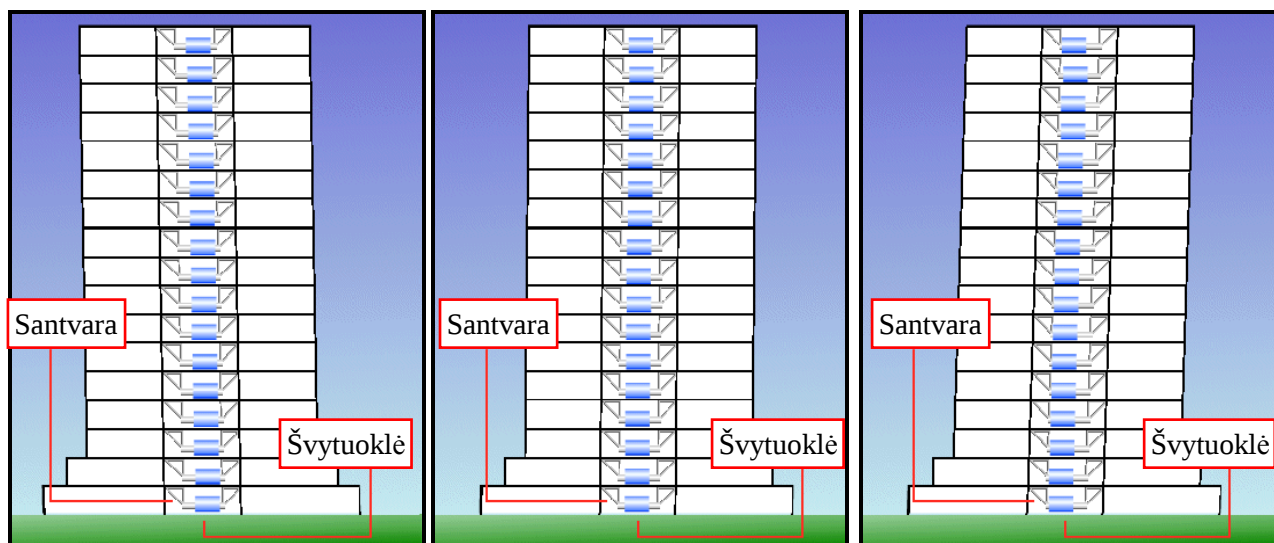
5. Angos. Įvairios angos dangoraižyje sumažina vėjo sukeltą skersinę apkrovą, nes vėjo srautai perskrodžia dangoraižį mažiausia pasipriešinimo kryptimi (Irwin, P., *et al.* 2008).



7 pav. Aerodinaminės dangoraižių savybės pagerinančios priemonės: a) suapvalinti kampai, b) kūgio forma, c) skirtingas skerspjūvis, d) vėjo aptakai, e) angos (Irwin, P., *et al.* 2008)

Sumažinus vėjo skersinių apkrovų poveikį dangoraižiui, tenka projektuoti konstrukcijas, kurios atlaikytų likusią vėjo apkrovą ir kitas dangoraižį veikiančias apkrovas. Laikančiųjų konstrukcijų sustiprinimui dažniausiai yra naudojami plieniniai ar gelžbetoniniai standumo ryšiai. Šie ryšiai atlieka daugelį svarbių funkcijų: suteikia pastatui geometrinį nekintamumą, padidina gniuždomųjų elementų ir konstrukcijų pastovumą, perima horizontaliąsias apkrovas (vėjo slėgį, inercines jėgas), išlygina laikančiųjų elementų perkrovas.

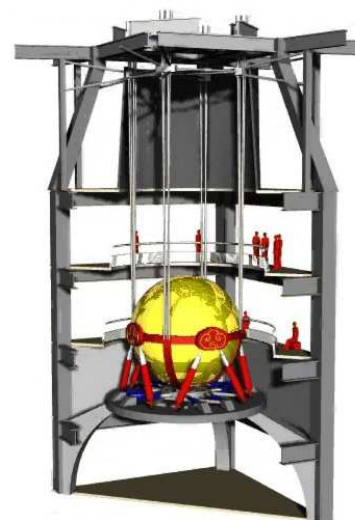
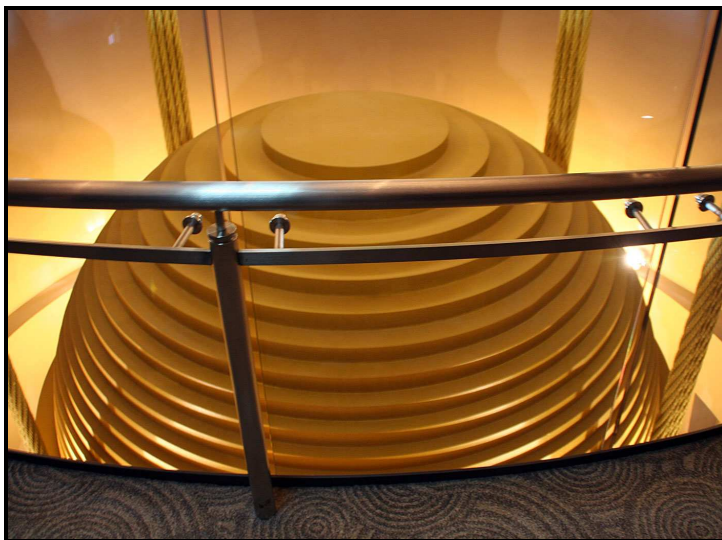
Kai kuriuose moderniuose dangoraižiuose yra įrengtos švytuoklės, kurios slopina svyravimus (žr. 8 pav.), todėl vėjo sukulto dangoraižio svyravimo amplitudė yra sumažinama. Padėtį apsunkina dar ir tai, kad naujos kartos dangoraižiai turi ypatingų ventiliacijos tunelių, kurie, esant stipriam vėjui, perima jo jėgą ir taip padidina pastato svyravimo amplitudę (Asa.lt 2007).



8 pav. Dangoraižyje įrengtos švytuoklės (All about skyscrapers 2010b)

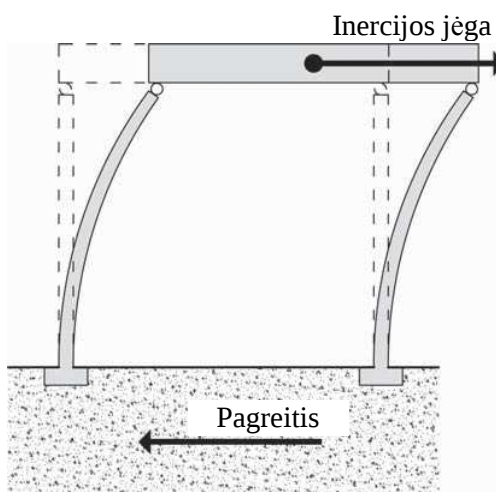
Siekiant sumažinti vėjo sukeliama dangoraižių svyravimą, buvo sukurtos kelios naujos technologijos, leidžiančios kontroliuoti vėjo poveikį. Pavyzdžiui, pradėtos naudoti pakabinamos atsvaros, kurios, pučiant vėjui, juda priešinga pastato lenkimo kryptimi ir taip sumažina svyravimo amplitudę. Didžiausia pasaulyje pakabinama atsvara yra įrengta viename iš aukščiausių pasaulio dangoraižių „Taipei 101“. Ši atsvara sveria 662 tonas ir yra įrengta viršutiniuose dangoraižio aukštuose (žr. 9 pav.) (Asa.lt 2007). Tokios atsvaros papildo dangoraižio konstrukcinę schemą ir yra įrengiamos didžiausioje svyravimo amplitudės vietoje, kuri visada yra dangoraižio viršutinėje dalyje (Irwin, P., *et al.* 2008).

Kitas atsvaros (slopintuvo) tipo pavyzdys gali būti ant dangoraižio stogo įrengtas didelis vandens rezervuaras, kuris remiasi į dangoraižio laikančiąsias konstrukcijas (dažniausiai kolonas). Esant stipriam vėjui vandens rezervuare esantis vanduo pradeda banguoti ir judėti priešinga vėjui kryptimi taip sumažindamas dangoraižio svyravimo amplitudę (Irwin, P., *et al.* 2008). Vandens rezervuare esantis vanduo, paskirstomas iš viršaus į apačią, gali būti naudojamas dangoraižyje esančių žmonių poreikiams.



9 pav. Didžiausia pasaulyje pakabinama atsvara „Taipei 101“ dangoraižyje (All about skyscrapers 2010b; Irwin, P., *et al.* 2008)

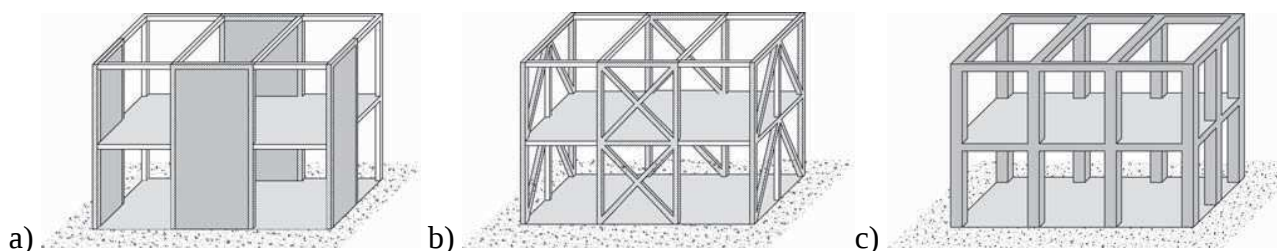
Dangoraižiams yra didesnis pavojus būti sugriautiems dėl žemės drebėjimo, ypač tai yra aktuolu didelio seisminio aktyvumo zonose. Seisminės jėgos – tai inercijos jėgos. Kai dangoraižis įgauna pagreitį dėl žemės pajudėjimo, susidaro inercijos jėga, kuri priešinasi šiam pagreičiui (žr. 10 pav.). Paprasčiausias inercijos jėgos pavyzdys gali būti patiriamas važiuojant autobusu ir staigiai jį stabdant, tuomet keleiviai pasistumia pirmyn autobuso atžvilgiu, nes autobusas jau sulėtino greitį, o keleivius priverčia judėti inercijos jėga (Charleson, A. 2008).



10 pav. Inercijos jėgos susidarymas žemės drebėjimo metu (Charleson, A. 2008)

Kaip matyti iš 10 pav., inercijos jėga yra didžiausia pastato viršutinėje dalyje, todėl dangoraižiams ši jėga yra ypač pavojinga, be to, kuo aukštesnis yra dangoraižis, tuo ilgiau jis svyruoja žemės drebėjimo metu. Svyravimo trukmė priklauso ne tik nuo dangoraižio aukščio, bet ir nuo jo masės ir konstrukcijos tipo. Nors žemės drebėjimo metu atsirandančios inercijos jėgos ir vėjas priklauso horizontalioms apkrovoms, tačiau jų pobūdis skiriasi. Visų pirma, vėjo sukeltos apkrovos pastatą veikia tik iš išorės, o inercijos – ir iš vidaus, antra, inercijos jėgos sukeltos apkrovos yra cikliškos, o vėjo – ne (Charleson, A. 2008).

Dangoraižiai seisminio aktyvumo zonose turi būti suprojektuoti taip, kad žemės drebėjimo metu būtų išsaugotos žmonių gyvybės ir padaryta kuo mažesnė žala pastatui, tam yra priimami specialūs konstrukciniai sprendimai. 11 pav. pavaizduotos pagrindinės dangoraižiuose naudojamos konstrukcinės sistemos, kurios atlaiko inercijos jėgas.



11 pav. Tris pagrindinės seismines (inercijos) jėgas atlaikančios konstrukcinės sistemos: a) standumo („kirpimo“) sienos, b) standumo ryšiai, c) standus („momento“) karkasas (Charleson, A. 2008)

Standumo („kirpimo“) sienos – tai sienos, atlaikančios žemės drebėjimo metu atsirandančias kirpimo jėgas. Iš visų 11 pav. minėtų konstrukcinių sistemų šios sienos geriausiai atlaiko žemės drebėjimo metu atsirandančias apkrovas, tačiau jos turi būti kombinuojamos su horizontaliomis diafragmomis, nes priešingu atveju nebus užtikrinamas jų standumas. Standumo sienos dažniausiai tęsiasi nuo dangoraižio rūsio iki jo stogo ir yra įrengiamos iš gelžbetonio (Charleson, A. 2008).

Standumo ryšiai gali pakeisti standumo sienas, o pasirinkimą kurią sistemą taikyti nulemia konkrečios šalies statybos tradicijos, pavyzdžiui, vienoje šalyse yra labai paplitę plieniniai karkasiniai dangoraižiai, o kitose – ne. Dažniausiai naudojami kryžminiai standumo ryšiai, tačiau yra sukurta nemažai jų tipų (Charleson, A. 2008).

Standus („momento“) karkasas – tai toks pastato karkasas, kuris geriausiai atlaiko lenkimo momentus. Kad standus karkasas atliktų savo funkcijas, jis turi tenkinti tris sąlygas, pirma, pamatai turi būti įgilinti pakankamai giliai, antra, sijų ir kolonų matmenys turi būti panašūs, ir trečia, sijos ir kolonos turi būti tvirtai sujungtos. Ši konstrukcinė schema taip pat yra labai paplitusi pasaulyje, nes neapriboja patalpų suplanavimo galimybių (Charleson, A. 2008).

Be šių minėtų vertikalių konstrukcijų, yra naudojamos ir horizontalios, tai diafragmos, specialios sijos ir pan. Šios konstrukcijos taip pat padeda atlaikyti žemės drebėjimo metu atsirandančias apkrovas (Charleson, A. 2008).

Taip pat yra sukurta daug pavienių elementų patobulinimų, padedančių geriau atlaikyti žemės drebėjimo metu atsirandančias apkrovas, pavyzdžiui, 12 pav. pateiktos „šuns kaulo“ formos sijos, kurios žemės drebėjimo metu deformuojasi ties susilpninta vieta ir taip apsaugo dangoraižį nuo griūties. Tokios sijos yra panaudotos anksčiau minėtame „Taipei 101“ dangoraižyje.

Statybos inžinieriai yra sukūrę nemažai konstrukcinių priemonių, žemės drebėjimo metu apsaugančių nelaikančiąsias dangoraižio konstrukcijas, pavyzdžiui, laiptų maršai, vienu galu tvirtinami laisvai ant guolių, nelaikančiųjų sienų jungimosi vietose paliekamas tarpas, kuris užpildomas elastingomis statybinėmis medžiagomis, papildomomis atramomis sutvirtinami parapetai ir t. t.



12 pav. „Šuns kaulo“ formos sija (Charleson, A. 2008)

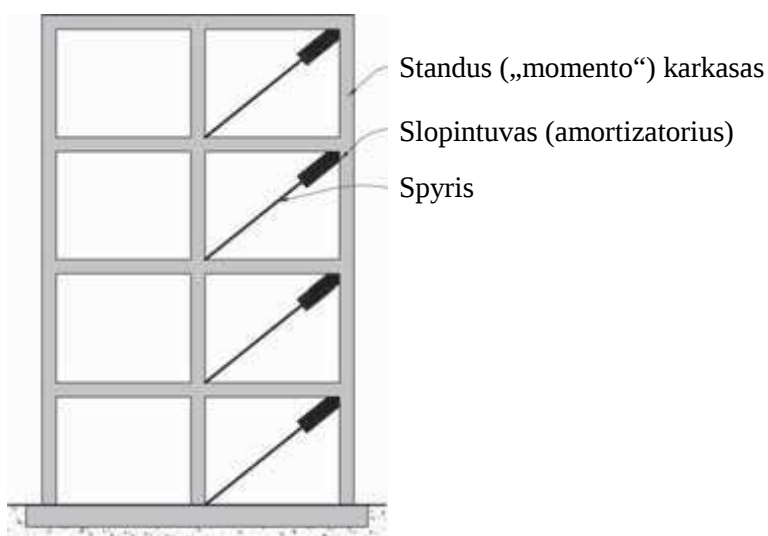
Anksčiau minėtos švytuoklės ir atsvaros padeda ne tik mažinti dangoraižio svyravimų amplitudę, sukeliama vėjo, bet ir apsaugoti jį nuo griūties žemės drebėjimo metu. Yra išskiriami trys skirtingi žemės drebėjimo metu atsirandančias apkrovas mažinančių slopintuvų (amortizatorių) tipai:

1. Pasyvūs – šių slopintuvų tipo veikimui nereikia panaudoti jokios išorinės energijos. Pasyvūs slopintuvai yra pigesni, bet apriboja panaudojimo lankstumą ir yra mažiau efektyvūs.

2. Aktyvūs – šių slopintuvų tipo veikimui reikia panaudoti nemažai išorinės energijos. Šie slopintuvai pastumia dangoraižį, kad būtų neutralizuotas svyravimas. Kadangi dangoraižis juda viena kryptimi, tai slopintuvai stumia dangoraižį į priešingą pusę.

3. Pusiau aktyvūs – šių slopintuvų tipo veikimui reikia panaudoti nedaug išorinės energijos ir jie yra lengvai valdomi. Pusiau aktyvūs slopintuvai nestumia dangoraižio į priešingą pusę, jie tik neutralizuoja jo supimą, perkeldami jų svorį priešinga dangoraižio judėjimo kryptimi (All about skyscrapers 2010b).

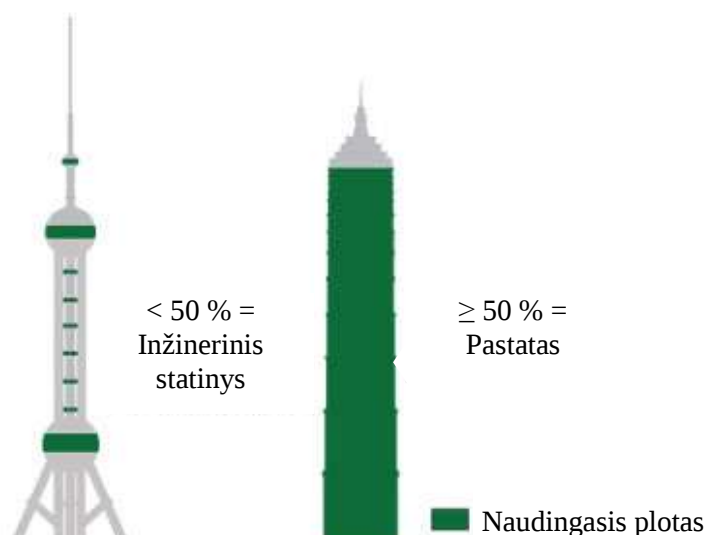
Kai tik davikliai, esantys dangoraižyje, pajunta judėjimą, slopintuvai pradeda veikti, kad padėtų dangoraižiui sugerti vibraciją. Skirtingo dydžio dangoraižiams yra reikalingi skirtingi slopintuvai, viename dangoraižyje gali būti įrengta labai daug arba tik keli slopintuvai (žr. 13 pav.) (All about skyscrapers 2010b).



13 pav. Slopintuvai (amortizatoriai) dangoraižyje (Charleson, A. 2008)

2. 3. Patalpų paskirtis ir suplanavimas

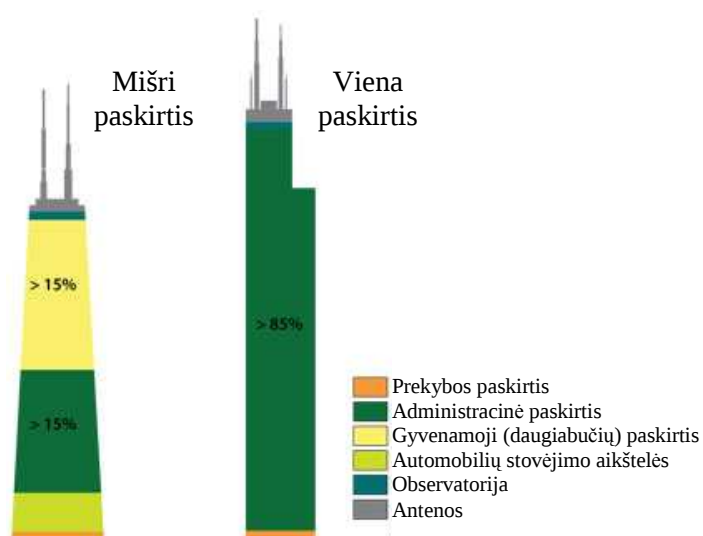
Televizijos bokštai nėra įtraukiami į aukščiausiųjų pasaulio dangoraižių sąrašą, nes netenkina aukštybinių pastatų ir miesto aplinkos tarybos „Council on Tall Buildings and Urban Habitat“ reikalavimo, keliamo pastatams: ne mažiau kaip pusė statinio bendrojo ploto turi būti naudingasis plotas (žr. 14 pav.) (CTBUH 2010a), todėl televizijos bokštai yra priskiriami inžineriniams statiniams.



14 pav. Statinio pripažinimas pastatu pagal aukštybinių pastatų ir miesto aplinkos tarybos „Council on Tall Buildings and Urban Habitat“ išaiškinimą (CTBUH 2010a)

Dangoraižiai pagal paskirties tipą yra skirstomi į:

1. Vienos paskirties. Tai tokie dangoraižiai, kuriuose daugiau kaip 85 % naudingojo ploto yra naudojama vienai paskirčiai, pavyzdžiui, gyvenamajai (daugiabučiai), viešbučių ir pan.
2. Mišrios paskirties. Tai tokie dangoraižiai, kuriuose yra dviejų ar daugiau paskirčių patalpų ir kai didžiausiai paskirčiai tenkantis naudingasis dangoraižio plotas yra mažesnis arba lygus 85 % viso jo ploto. Automobilių stovėjimo aikštelės nėra traktuojamos kaip atskira pastato paskirtis (žr. 15 pav.) (CTBUH 2010a).

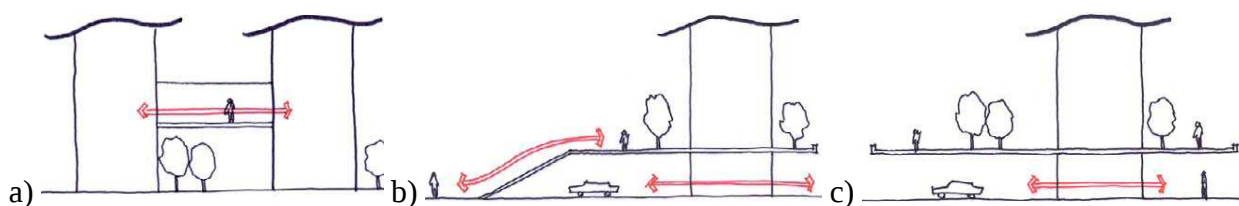


15 pav. Vienos ir mišrios paskirties dangoraižiai (CTBUH 2010a)

Dažniausiai dangoraižiuose yra įrengiamos mišrios paskirties patalpos, pavyzdžiui, viename dangoraižyje gali būti įrengti butai, biurai, prekybos centras, sporto klubas, sveikatingumo ir grožio centras, restoranas, baras, kazino, vaikų darželis, bažnyčia ir pan. Svarbiausia, kad būnant dangoraižyje žmonėms nereikia išeiti iš pastato norint patenkinti pagrindinius savo poreikius, todėl dangoraižiai dažnai vadinami „miestais mieste“ ir tarsi suformuoja vertikalų kvartalą (Huh, S. 2004).

Mišrios paskirties dangoraižiuose nemažai erdvės yra skiriama viešam naudojimui: įrengiami erdvūs vestibuliai, „pakeltas pagrindas“, observatorijos (apžvalgos aikštelės) viršutiniuose dangoraižių aukštuose, „žalieji sodai“ („dangaus sodai“) tam tikruose aukštuose, jei statomi keli dangoraižiai, tuomet įvertinamas galimas jų sujungimas pėsčiųjų perėja („dangaus tiltu“) ir t. t.

Pėsčiųjų perėjų („dangaus tiltų“) pagrindinė funkcija yra sujungti du skirtingus taškus, esančius skirtinguose dangoraižiuose. Tokios perėjos apsaugo žmones nuo automobilių srauto, sutrumpina vertikalaus judėjimo trukmę ir yra galima evakuacijos priemonė iš vieno dangoraižio į kitą gaisro metu. Yra sukurta nemažai miestų modelių, kuriuose pėsčiųjų perėjos („pėsčiųjų tiltai“) sujungia labai daug pastatų į vientisą sistemą, tokio projekto pavyzdys gali būti „+15 System“ Kalgaryje (Kanada), kai tokiomis perėjomis buvo sujungta daugiau kaip 120 pastatų. „Pakelto pagrindo“ pagrindinė funkcija yra atskirti pėsčiųjų ir automobilių judėjimo zonas, taip labiau yra apsaugomi dangoraižyje gyvenantys, dirbantys ar besilisintys žmonės ir sukurama nauja erdvė tinkanti poilsiui ar paslaugoms teikti. Įrengiant „pakeltą pagrindą“ būtina teisingai numatyti žmonių judėjimo kryptis ir užtikrinti trumpiausią patekimą į dangoraižį, nes priešingu atveju žmonės judės trumpiausią kryptimi per automobilių kelius. „Žalieji sodai“ („dangaus sodai“), skirtingai nuo „pakelto pagrindo“, yra skirti tik tam tikrai visuomenės daliai: gyventojams ar darbuotojams, esantiems dangoraižyje. „Žalieji sodai“ yra įrengiami terasose, ant stogo arba yra skiriami atskiri aukštai šiems sodams įrengti. „Žaliuosiuose soduose“ įrengiamos vaikų žaidimo aikštelės, nedideli poilsio parkai ir pan. (žr. 16 pav.) (Shim, J. H.; Park, S.; Park, E. J. 2004).



16 pav. Kai kurios dangoraižiuose naudojamos viešosios erdvės: a) pėsčiųjų perėja, b) „pakeltas pagrindas“, c) „žalieji sodai“ (Shim, J. H.; Park, S.; Park, E. J. 2004)

Patalpų paskirtys dangoraižyje gali būti išdėstytos labai įvairiai, pavyzdžiui, nuo 3 iki 40 aukšto įrengiami biurai, o nuo 40 iki 70 aukšto – butai arba paskirtys yra keičiamos kiekviename aukšte, pavyzdžiui, viename aukšte įrengiami biurai, kitame – butai, dar kitame – vėl biurai ir t. t. Taip dangoraižyje sukuriamas netradicinis patalpų paskirčių išdėstymas.

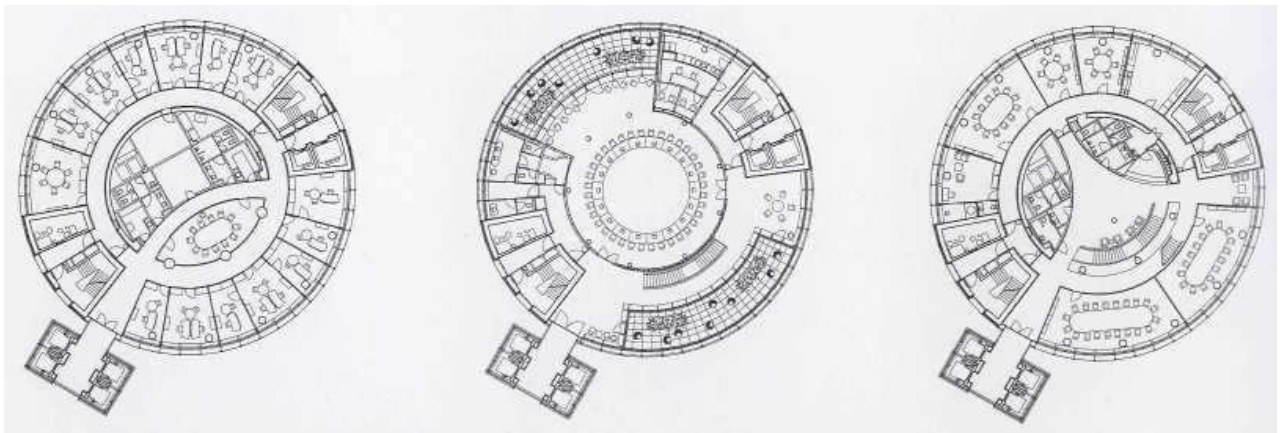
Vienas sudėtingiausių dangoraižių projektavimo uždavinių yra racionalus patalpų suplanavimas. Dažniausiai dangoraižiai yra apvalios formos (dėl anksčiau minėtų vėjo sukeltų apkrovų),

todėl projektuotojo ar architekto kūryba yra apribota. Pagrindinis uždavinys yra išsaugoti kuo daugiau naudingojo ploto, kuris labai sumažėja dėl daugybės laikančiųjų konstrukcijų, papildomų šachtų ir techninių aukštų. Gerai suprojektuotame dangoraižyje net 70 % erdvės yra naudingos, likusią dalį užima liftai, laiptai ir įvairios atramos. Gerai suprojektuotame mažaukščiame pastate naudingojo ploto yra daugiau kaip 80 %.

Kaip gerą dangoraižio patalpų suplanavimo pavyzdį galima pateikti „RWE Headquarters“ dangoraižį Esene (Vokietija), pastatytą 1996 metais, kuris siekia 163 m aukštį (žr. 17 pav.). Pats dangoraižis yra sudarytas iš dviejų dalių: apvalios formos komercinės paskirties dangoraižio ir prie dangoraižio prijungto liftų bokšto (žr. 18 pav.). Toks sprendimas yra labai racionalus, kadangi lifto šachtose nereikia palaikyti aukštesnės temperatūros, kaip visame pastate, taip pat yra padidinamas dangoraižio naudingojo ploto procentas iškeliant lifto šachtas iš paties pastato. Apvalios formos suplanavimas leidžia biuro patalpas išdėstyti pastato perimetru, garantuojant natūralios šviesos ir oro patekimą į šias patalpas, tuo tarpu paslaugų centrai ir konferencijų salės yra įrengtos dangoraižio centrinėje dalyje (Höweler, E. 2003).



17 pav. „RWE Headquarters“ dangoraižio fasadas (Commercial building facades 2010)



18 pav. „RWE Headquarters“ dangoraižio patalpų planai skirtinguose aukštuose (Höweler, E. 2003)

2. 4. Vidaus susisiekimo sistemos

Vidaus susisiekimo sistemos – tai koridoriai, laiptinės, liftai ir pan., jie yra labai susiję su patalpų paskirtimi ir suplanavimu. Dangoraižiams labiau nei kitiems pastatams yra labai svarbus racionalus vidaus susisiekimo sistemų išdėstymas, nes tinkamai parinkus ir išdėsčius susisiekimo sistemas galima sutaupyti nemažai naudingojo ploto, taip pat galima sutaupyti nemažai laiko keliaujant, o svarbiausia kilus gaisrui ar kitai ekstremaliai situacijai saugiai ir laiku evakuotis iš dangoraižio.

Anksčiau vidaus susisiekimo sistemų įvertinimas buvo atliekamas vykdant gyventojų ar darbuotojų apklausas, interviu. Šiuo metu yra sukurti keli metodai, kurie padeda įvertinti vidaus susisiekimo sistemų išdėstymo efektyvumą, pavyzdžiui, naudojami erdvės sintaksės, ERAM ir kiti metodai. Šie metodai yra gerai žinomi dėl jų gebėjimo įvertinti vidaus erdvių efektyvų panaudojimą. Taikant šiuos metodus galima tirti tiek horizontalias erdves, pavyzdžiui, koridorius, požemines automobilių stovėjimo aikštes, tiek vertikalias erdves, pavyzdžiui, laiptinių, liftų panaudojimą ir pan. (Choi, J.; Choi, H. 2004).

Koridorių, laiptinių, liftų ir kitų susisiekimo sistemų projektavimas yra vykdomas atsižvelgiant į šalies, kurioje statomas dangoraižis, normatyvinių techninių dokumentų reikalavimus. Šiuose dokumentuose yra nurodyti minimalūs koridorių pločiai, minimalus laiptinių ir liftų skaičius, kuris priklauso nuo pastato paskirties, jo aukščio ir pan., taip pat nurodomi kiti esminiai reikalavimai. Skirtingose šalyse šie reikalavimai gali skirtis.

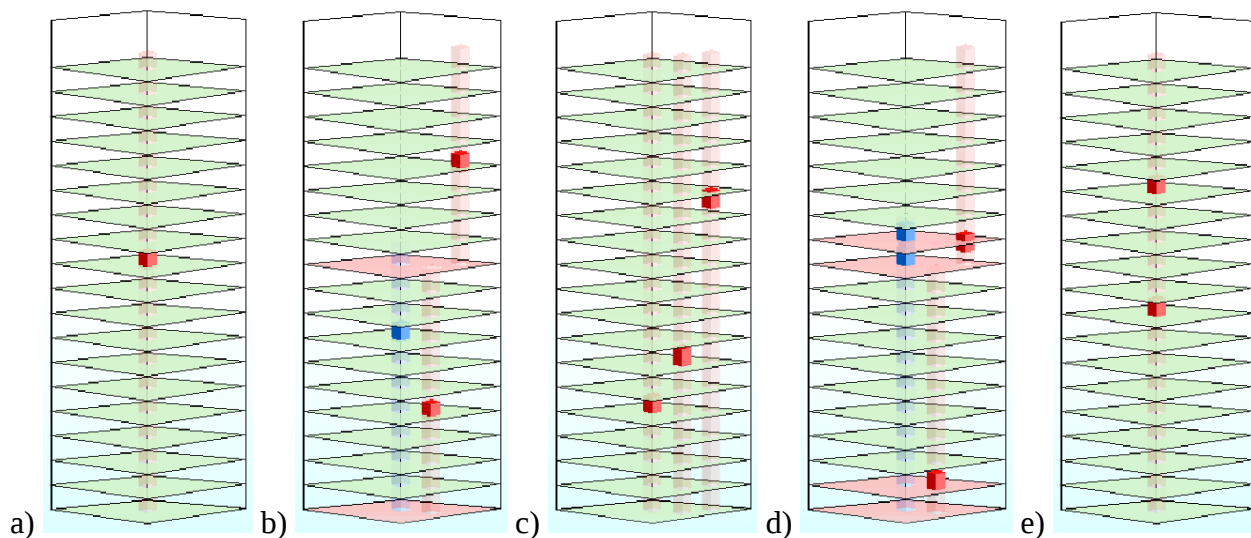
Koridorių racionalus išdėstymas yra labai svarbus ne tik naudingojo ploto taupymo atžvilgiu, bet ir lengvos orientacijos atžvilgiu, ypač prekybos, paslaugų, administracinės ir pan. paskirties dangoraižiuose, kuriuose dažnai lankosi vis kiti asmenys (klientai, verslo partneriai). Dažniausiai koridoriai yra išdėstomi centrinėje dangoraižio dalyje apskritimu ar stačiakampiu, tačiau koridoriaus išdėstymas labai priklauso nuo paties dangoraižio formos. Laiptinių racionalus išdėstymas yra labai svarbus evakuacijos atžvilgiu (žr. 3.7. poskyrį). Dangoraižiuose laiptinės retai yra naudojamos kaip susisiekimo sistema tarp skirtingų aukštų, nes šią funkciją kur kas geriau tenkina liftai. Laiptinės yra naudojamos tuomet, kai reikia pakilti keliais aukštais aukštyn ar nusileisti keliais aukštais žemyn, priešingu atveju žmonės renkasi kelionę liftu. Liftų sistemos turi didžiausią reikšmę dangoraižiuose iš visų minėtų susisiekimo sistemų, todėl jos yra aptartos detaliau.

Esminiu šiuolaikinio lifto elementu yra laikomas automatinis „gaudymo“ prietaisas, stabdantis liftą lyno nutrūkimo atveju. Šis mechanizmas, kurį daugiau nei prieš 100 metų suprojektavo amerikiečių inžinierius E. G. Otis, suteikė naują postūmį dangoraižių statybai. Įdomu yra tai, kad iš pradžių dėl saugumo keltis liftais buvo leidžiama tik vyrams. Vėliau buvo suprojektuotas sraigtinis liftas. Nuo rūsio iki stogo pastatą vėrė didžiulis metalinis sraigtas, o lifto kabina judėjo juo kaip veržlė. Sraigta sukiojo rūsyje stovėjusios garo mašinos diržas, tačiau ši nepatogi ir brangi sistema didelio inžinierių susidomėjimo nesulaukė. Šiandien dangoraižiuose naudojami liftai yra elektriniai, ku-

rie yra žymiai greitesni (greitis siekia 10 m/s) ir vienu metu gali kelti net iki 60 žmonių. Techniškai padidinti liftų greitį, pagreitį ar sustojimo trukmę yra įmanoma, tačiau tai kenkia žmogaus sveikatai, todėl to daryti nerekomenduojama (All about skyscrapers 2010c, Asa.lt 2007).

Didėjant aukštų skaičiui, daugėja ir liftų norinčių pakilti žmonių skaičius. Atitinkamai įrengiama vis daugiau liftų pastato viduje. Tačiau tai mažina pastato naudingąjį plotą: liftų šachtos dažniausiai yra projektuojamos centrinėje pastato šerdyje, vadinasi, didėjant šerdies pločiui, mažėja aukšto naudingasis plotas, kuris galėtų būti panaudotas kitoms patalpoms įrengti (Asa.lt 2007).

Yra išskiriamos penkios pagrindinės liftų sistemos (žr. 19 pav.):



19 pav. Penkios pagrindinės liftų sistemos (All about skyscrapers 2010c)

a) Pirmoji liftų sistema yra pati paprasčiausia, kadangi yra įrengiamos liftų šachtos einančios per visus pastato aukštus. Kiekvienoje šachtoje yra po vieną liftą, kuris kyla ar leidžiasi į bet kurį norimą aukštą. Ši liftų sistema yra taikoma žemesniems dangoraižiams, paprastai turintiems ne daugiau kaip 50 aukštų.

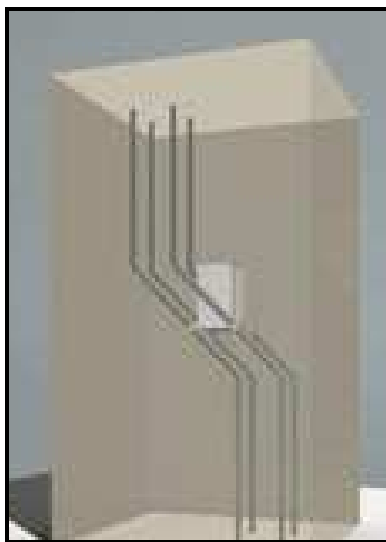
b) Antroji liftų sistema yra taikoma dangoraižiuose, kurie turi daugiau kaip vieną vestibulį (du, trys, kartais net keturis). Apatiniame vestibulyje yra įrengiami liftai, kurie kyla tik į viršutinius vestibulius. Šie liftai yra didesni, juose telpa daugiau žmonių ir jų greitis yra didesnis (19 pav. pažymėti mėlyna spalva). Taip pat yra įrengiami mažesni vietiniai liftai (19 pav. pažymėti raudona spalva), kurie aptarnauja tik tam tikrus pastato aukštus, taip dangoraižio liftų sistema dangoraižį padalina į kelias sekcijas. Šis liftų sistemos sprendimo būdas yra labai efektyvus ir naudojamas 60 aukštų ir aukštesniems dangoraižiams, tačiau sukuria vieną nepatogumą – norint pakilti į viršutinį aukštą tenka pereiti į kitą liftą.

c) Trečiojoje liftų sistemoje visi liftai yra įrengiami pirmame aukšte, tačiau skirtingi liftai aptarnauja skirtingus aukštus. Pavyzdžiui, liftas sustoja tik 51-70 aukštuose, tai reiškia, kad jis aptarnauja tik šiuos aukštus. Ši liftų sistema nėra lygiavertė antrajai, kadangi nėra tinkama ypač aukštesniems dangoraižiams (šis būdas dažniausiai naudojamas 40-70 aukštų dangoraižiuose).

d) Ketvirtoji liftų sistema yra panaši į antrąją, tačiau vestibuliuose yra įrengiami dviaukščiai liftai, kurie vienu metu gali pakelti ar nuleisti daugiau žmonių. Tačiau įrengus šiuos liftus vestibuliai turi būti ne mažesni kaip dviejų aukštų. Ši liftų sistema tinka ypač aukštiems dangoraižiams, pavyzdžiui, ji yra taikoma viename iš aukščiausių dangoraižių pasaulyje „Taipei 101“.

e) Penktoji liftų sistema yra nepopuliari ir ateityje turbūt nebus naudojama. Šios sistemos esmė yra ta, kad vienoje lifto šachtoje yra įrengiami keli liftai, kurie nekaba ant lyno, o turi savus variklius. Norint, kad liftai nesusidurtų būtina įrengti kompiuterines sistemas, kurios kontroliuotų liftų darbą (All about skyscrapers 2010c).

Šiuo metu yra kuriamos ir kitos daug sudėtingesnės liftų sistemos, pavyzdžiui, kuriami liftai, kurie gali judėti ne tik vertikalia, bet ir horizontalia kryptimi, tačiau šios sistemos yra dar tik kūrimo ir bandymo stadijose. Tokiose liftų sistemose liftai nekaba ant lyno, o juda dėl sukurtos magnetinio lauko technologijos. Ši technologija yra labai paplitusi šiuolaikinių traukinių pramonėje (Baitz, C.; Wood, A. 2007).



20 pav. Lifto judėjimas vertikalia ir horizontalia kryptimi (Baitz, C.; Wood, A. 2007)

Kitas svarbus aspektas nagrinėjant liftų sistemas yra naujų kontrolės sistemų įdiegimas. Tradicinės kontrolės sistemos atveju žmonės patekę į liftą pasirenką aukštą į kurį nori pakilti. Taigi, pirmame aukšte įlipę į liftą keli žmonės dažniausiai pasirenka skirtingus aukštus (keleivių skaičius dažnai būna šiek tiek didesnis už lifto sustojimų skaičių), todėl yra prarandama nemažai laiko keliant liftu dėl didelio sustojimų skaičiaus. 1964 metais buvo sukurta sistema, kuri leidžia pasirinkti norimą aukštą koridoriuje (o ne pačiame lifte) įrengtame lifto valdymo skydelyje. Tokiu atveju keleiviams nurodoma į kurį liftą (liftai dažniausiai žymimi raidėmis A, B, C ir t. t.) reikia lipti norint pasiekti norimą aukštą. Taikant šią sistemą yra sutaupoma daug laiko, sistema paplito tik 2001 metais įdiegus kompiuterinį programavimą (De Jong, J. 2008).

Be minėtų susisiekimo sistemų dangoraižiuose dar yra naudojami eskalatoriai, pėsčiųjų perėjos („dangaus tiltai“) jungiančios skirtingus dangoraižius ir kitos susisiekimo sistemos.

2. 5. Vandentiekio, šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos

Vandentiekio sistema dangoraižyje tampa sudėtinga dėl to, kad yra neįmanoma lengvai tiekti vandens į viršutinius dangoraižio aukštus, nes yra prarandamas reikalingas slėgis vertikaliame vandentiekio stovė, o slėgio didinti negalima, nes jis taps per didelis apatiniuose dangoraižio aukštuose ir neatitiks statybos techninių reglamentų reikalavimų, todėl tarpiniuose (techniniuose) aukštuose būtina įrengti vandens perpumpavimo stotis (All about skyscrapers 2010e).

Šios problemos sprendimui taip pat dažnai yra naudojamas ir kitas būdas – įrengiamas didelis vandens rezervuaras ant dangoraižio stogo. Tuomet vandens siurbliai užpumpuoja vandenį į rezervuarą, o vėliau iš jo vanduo yra paskirstomas žemyn į atskiras dangoraižio patalpas. Šis didelis vandens rezervuaras atlieka dar ir kitą naudingą funkciją – jis veikia kaip slopintuvas nuo vėjo poveikio ar galimo žemės drebėjimo. Norint, kad vanduo tekėtų vamzdžiuose vertikaliai žemyn, juose turi būti oro. Orinė ventiliacija vamzdžiuose turi būti kontroliuojama, kad galėtų būti sukurtos žemo slėgio zonos ir vandens srautas netrukdomai galėtų tekėti toliau. Vamzdžiams dažnai yra naudojamas nerūdijantis plienas, kuris gali atlaikyti didesnę slėgį, taip pat tokioje vandentiekio sistemoje yra naudojamos ir brangesnės varinės detalės (All about skyscrapers 2010e).

Kaip vandentiekio ir nuotekų sistemos įgyvendinimo dangoraižyje pavyzdį galima pateikti „2 International Finance Center“ aukščiausią Honkongo (Kinija) dangoraižį. Šiame dangoraižyje lietaus ir buitinių nuotekų vamzdžių sistema yra suskaidyta į kelias atskiras zonas, kad pažeidus vieną vamzdį nebūtų užlieta didžioji dalis patalpų. Vamzdžių pažeidimai yra galimi dėl hidraulinių smūgių, kurie gali susidaryti greitai judant vandeniui vamzdyje. Panašiai ir tiekiamo vandens sistema yra padalinta į zonas, tik tiekiamas vanduo juda priešinga kryptimi nuo dangoraižio apačios iki viršaus, tam tikslui techniniuose aukštuose yra įrengtos vandens perpumpavimo stotys. Visa dangoraižyje sumontuota vandentiekio ir nuotekų sistema yra pritvirtinta lanksčiomis jungtimis, kad svyruojant dangoraižiui uraganų metu nebūtų pažeisti vamzdžiai. „2 International Finance Center“ yra įdiegta kompiuterizuota pastato valdymo sistema, kuri apima ir vandentiekio sistemą (Hung, H. 2006).

Projektuojant dangoraižių šildymo sistemą taip pat iškyla kelios problemos. Visų pirma, dangoraižių apatinėje ir viršutinėje dalyje lauko oro temperatūra gali labai skirtis, todėl į tai būtina atsižvelgti ne tik projektuojant šildymo sistemą, bet ir apšiltinant pastatą. Antra, dangoraižiuose dažniausiai neįrengiami balkonai, kurie atlieka tarpinės (buferinės) šiluminės zonos vaidmenį tarp pastato vidaus patalpų ir lauko. Trečia, dangoraižiuose dažniausiai įrengiami stikliniai fasadai, kad kuo daugiau šviesos patektų į pastato vidų, tačiau žiemos metu dėl to prarandama labai daug šilumos. Tam tikslui naudojamos oro užuolaidos ar kitos priemonės. Įrengiant šildymo sistemą dangoraižyje įdiegiama lauko oro temperatūros kontrolės sistema, kuri priklausomai nuo lauko oro temperatūros

reaguoja šildant dangoraižio patalpas. Ši tiksli kontrolės sistema yra žymiai reikalingesnė dangoraižiui nei žemaaukščiui pastatui (Lee, K. N., *et al.* 2004).

Šildymo sistema dangoraižiuose dažnai dalinama į atskiras zonas. Kaip pavyzdį galima pateikti „Empire State Building“ dangoraižį Niujorke (JAV), kuriame yra įrengta apie 7000 radiatorių, o visa šildymo sistema padalinta į keturias zonas: 1-5, 6-29, 30-54 ir 55-86 aukštus, į kuriuos šilumnešis yra pumpuojamas naudojant siurblius įrengtus dangoraižio techniniuose aukštuose (Douglas, G. H. 1996).

Dangoraižiams dažniausiai naudojama centrinė šildymo sistema, kai šilumnešis yra vanduo, tačiau šildymo sistema yra parenkama atsižvelgiant į vietovės klimatinės sąlygas, pavyzdžiui, „Burj Khalifa“ dangoraižis yra pastatytas Dubajuje (JAE), kuriame oro temperatūra žiemą nenukrenta žemiau 10 °C, todėl projektuoti šildymo sistemos nereikia.

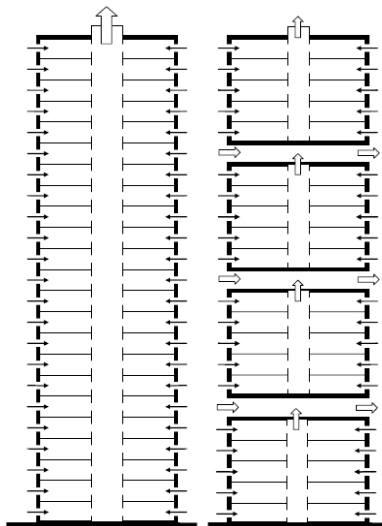
Tai, kas statybos technologijoje vadinama bendru vėdinimo terminu, skyla į dvi šakas: vėdinimą (siaurąja prasme), reguliuojantį oro temperatūrą, judėjimą ir švarumą patalpose, ir oro kondicionavimą, kai dar reguliuojama santykinė oro drėgmė ir vėsinaamas oras vasaros metu (Šildymas.lt 2008). Vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos dangoraižyje taip pat yra sudėtingesnės nei žemaaukščiame pastate. Dideli stikliniai fasadai žiemos metu išleidžiantys šilumą iš pastato, taip pat gerai ją praleidžia vasaros metu į vidų, todėl labai pablogėja dangoraižio patalpų mikroklimatas. Sprendžiant šią problemą pasirenkama natūrali, mechaninė ar mišri oro vėdinimo sistema.

Kai kuriuose dangoraižiuose langai neatsidaro, todėl yra įrengiama „kvėpuojančio dvigubo fasado“ sistema, kurioje nėra naudojamos jokios papildomos vėdinimo mechaninės priemonės oro patekimui į patalpas, todėl toks vėdinimas yra natūralus. Tokių dangoraižių išorinę sieną sudaro dvi langų sekcijos, kurios tęsiasi nuo grindų iki lubų. Išorinių langų sekcija neatsidaro, tačiau per tam tikras specialiai suprojektuotas angas oras patenka į vidų. Vidinėje sekcijoje esantys langai atsidaro stumdant juos į šonus (žr. 21 pav.) (Höweler, E. 2003).



21 pav. „Kvėpuojančio dvigubo fasado“ sistema (Höweler, E. 2003)

Natūralus vėdinimas dangoraižiuose veikia dėl tų pačių fizikinių dėsnių kaip ir žemaaukščiame pastate: šviežias oras patenka į dangoraižį per „kvėpuojančio dvigubo fasado“ sistemą ar kitą sistemą, pavyzdžiui, naudojant orlaides, o prisotintas anglies dvideginio ir kitais teršalais oras pašalinamas per ventiliacijos angas įrengtas san. mazguose ir virtuvės zonose. Dangoraižiuose taip pat oras dažnai yra šalinamas per įrengtus atriumus. Toks natūralus oro judėjimas gaunamas dėl gravitacinės jėgos, kuri susidaro dėl temperatūrų skirtumo dangoraižio patalpose ir lauke. Dangoraižyje natūrali ventiliacija gali būti užtikrinama padalinant pastatą į tam tikrus segmentus, kurie yra atskirti atvirose erdvėmis pro kurias yra pašalinamas oras (žr. 22 pav.) (Etheridge, D. W.; Ford, B. 2008).



22 pav. Dangoraižio natūrali ventiliacija nedalinant arba padalinant dangoraižį į atskirus segmentus (Etheridge, D. W.; Ford, B. 2008)

Mechaninis vėdinimas dangoraižyje gaunamas tuomet, kai oras į patalpas tiekiamas ir šalinamas iš jų priverstinai, todėl yra naudojami oro kondicionieriai, rekuperatoriai, kurie ne tik tiekia šviežią orą į patalpas, bet žiemos metu gali jį ir pašildyti. Oro kaita dangoraižyje priklauso nuo patalpų paskirties, didesnė oro kaita turi būti užtikrinama visuomeninės paskirties patalpose: parduotuvėse, sporto salėse, ypač rūkomuosiuose ir pan. Kaip mechaninės vėdinimo sistemos įdiegimo pavyzdį galima pateikti „United Nations HQ“ dangoraižį Niujorke (JAV). Stiklinis pastato fasadas įleidžia nemažai karščio vasaros metu, todėl orą būtina vėsinti ir džiovinti. Šią funkciją dangoraižyje atlieka kiekviename biure įrengti oro kondicionieriai.

Šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos dangoraižyje turi būti derinamos su pasirinkta fasado sistema, nes, kaip minėta anksčiau, stikliniai fasadai, kuriais dangoraižiai dažniausiai yra dengiami, žiemos metu išleidžia, o vasaros metu įleidžia šilumą. Norint sumažinti šį neigiamą poveikį buvo sukurti specialūs stiklinių fasadų stiklai. Šiam tikslui šiuo metu pradėti naudoti dvisluoksniai stiklai. Išorinis sluoksnis atspindi ultravioletinius spindulius, kurie kaitina dangoraižį, tačiau jis neapsaugo nuo infraraudonųjų spindulių. Infraraudonuosius spindulius atspindi vidinis paviršius padengtas sidabro sluoksniu. Tokie stiklai yra panaudoti „Burj Khalifa“ dangoraižyje.

2. 6. Automobilių stovėjimo aikštelės

Dangoraižyje dažniausiai vienu metu gyvena ir/ar dirba daugiau kaip tūkstantis žmonių, taigi, automobilių stovėjimo aikštelių problema yra viena aktualiausių. Ši problema apima ne tik patį dangoraižį, bet ir šalia jo esančią aplinką. Sprendžiant šią problemą gali būti priimami įvairūs sprendimai (žr. 1 lentelė).

1 lentelė. Automobilių stovėjimo aikštelių problemos sprendimo būdai (TDM encyclopedia 2010)

Padidinti automobilių stovėjimo vietų skaičių	Panaudoti esamas automobilių stovėjimo aikšteles efektyviau	Nukreipti automobilių srautus į kitą vietą	Sumažinti automobilių srautus	Reaguoti į automobilių srautus	Valdyti automobilių statymą ir teisingai projektuoti naujas aikšteles
1. Atsižvelgti į normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalaujamą minimalų automobilių stovėjimo vietų skaičių. 2. Padidinti automobilių stovėjimo vietų skaičių gatvėje šalia pastato. 3. Pasinaudoti vietinės valdžios subsidijomis įrengiant automobilių stovėjimo aikštelės šalia esančiuose valstybiniuose žemės sklypuose. 4. Įrengti automobilių stovėjimo aikšteles šiek tiek toliau nuo dangoraižio. 5. Pakeisti esamą infrastruktūrą žemės sklype. 6. Panaudoti automobilių keltuvus, taip sutau-pant vietos.	1. Pagerinti vairuotojų informavimą apie automobilių stovėjimo aikštelę. 2. Skatinti vairuotojus naudotis šiek tiek toliau nuo dangoraižio įrengtomis automobilių stovėjimo aikštelėmis. 3. Reguluoti automobilių stovėjimo aikšteles. 4. Pagerinti pėsčiųjų eismą ir jį suderinti su automobilių stovėjimo aikštele. 5. Atskirti automobilių stovėjimo vietas gyventojams, dirban-tiesiems ir sve-čiams. 6. Suderinti au-tomobilių eismą mieste su dango-raižio žemės sklypo eismu. 7. Tiksliau per-tvarkyti automo-bilių stovėjimo aikštelę atsižvel-giant į aplinkos geografines, de-mografines ir ki-tas sąlygas. 8. Kontroliuoti leidimus naudo-tis automobilių stovėjimo aikšte-le.	1. Įdiegti auto-mobilių stovėji-mo aikštelių srautų regula-vimo sistemą. 2. Sudaryti pla-ną kaip kovoti su piko metu atsi-randančiu auto-mobilių padau-gėjimu. 3. Pritaikyti skirtingą auto-mobilių stovėji-mo vietos apmo-kestinimą piko ir ne piko metu.	1. Apmokestinti automobilių sto-vėjimo vietas. 2. Taikyti vietinės valdžios au-tomobilių srautų mažinimo būdus, pavyzdžiui, pa-pildomai apmo-kestinti komer-cinių automobi-lių pardavimus. 3. Alternatyvų keliavimui au-tomobiliu sukū-rimas, pavyz-džiui, skirti ke-lionpinigius dar-buotojams, kurie keliauja viešuoju transportu. 4. Skatinti nau-dotis mažais au-tomobiliais, pa-vyzdžiui, „Smart City“. 5. Skatinti nau-dojimąsi dvira-čiais įrengiant dviračių stovė-jimo aikšteles.	1. Atnaujinti normatyviniuose statybos techni-niuose dokumen-tuose reikalau-jamą minimalų automobilių sto-vėjimo vietų skaičių atsižvel-giant į kintančias eismo sąlygas mieste ir šalyje. 2. Atnaujinti au-tomobilių stovė-jimo vietų apmo-kestinimą atsi-žvelgiant į kin-tančias sąlygas dangoraižyje. 3. Įvertinti gali-mybes pasinau-doti šalia esančių pastatų automo-bilių stovėjimo aikštelėmis, pa-vyzdžiui, šalia esanti mokykla gali išnuomoti automobilių sto-vėjimo aikšteles dangoraižiui tam tikru laiku.	1. Teisingai įvertinti automo-bilių stovėjimo vietų apmokesti-nimą, pavyz-džiui, jei šalia bus daug neap-mokestintų vie-tų, tuomet dan-goraižio auto-mobilių stovėji-mo vietų apmo-kestinimas ne-duos norimos naudos. 2. Įrengti auto-mobilių stovėji-mo aikšteles žmonėms su ne-galia. 3. Teisingai su-projektuoti au-tomobilių stovė-jimo aikšteles dangoraižio at-žvilgiu. 4. Užtikrinti saugumą ir ap-saugą. 5. Didinti auto-mobilių stovėji-mo aikštelių pat-rauklumą jas įrengiant su visa apdaila. 6. Projektuojant automobilių sto-vėjimo aikšteles lauke, maksima-liai apželdinti, naudoti pralai-džius vandeniui šaligatvius, kad kuo mažiau būtų pažeista aplinka.

Kaip matyti iš 1 lentelės duomenų įtakos automobilių srautų problemai dangoraižio žemės sklype turi ne tik priimti konkretūs automobilių stovėjimo aikštelių sprendiniai (automobilių stovėjimo vietų išdėstymas, ženklavimas, automobilių srautų reguliavimas aikštelėje ir t. t.), bet ir vietinės valdžios institucijų požiūris į automobilių eismą mieste, skatinimas naudotis kitomis transporto priemonėmis ir pan., pavyzdžiui, „Taipei 101“ dangoraižyje yra įrengta apie 3000 motociklų stovėjimo vietų, nes Taivane labai paplitęs motociklų ir dviračių eismas.

Taip pat svarbu įvertinti ir padidėjusį automobilių srautą šalia naujai pastatyto dangoraižio, todėl gali tekti praplatinti šalia esančias gatves, pastatyti naujus šviesoforus ar imtis kitų veiksmingų priemonių siekiant išvengti transporto spūsčių, ypač tai yra aktualu, kai pastatomas naujas gyvenamosios ar negyvenamosios paskirties dangoraižių kvartalas.

Automobilių stovėjimo vietų skaičius šalia dangoraižių yra apskaičiuojamas priklausomai nuo to, kokia yra dangoraižio paskirtis ir kiek kokios paskirties patalpų bus įrengta. Nustačius reikalingą automobilių stovėjimo vietų skaičių yra projektuojamos požeminės ar antžeminės automobilių stovėjimo aikštelės ir priimami kiti sprendimai. Požeminių automobilių stovėjimo aikštelių įrengimas labai brangiai kainuoja, nes reikia įrengti sudėtingą vėdinimo sistemą, taip pat apsaugoti aikštelę nuo drėgmės patekimo ir pan.

Projektuojant dangoraižių automobilių stovėjimo aikšteles kartais priimami ekstremaliausi sprendimai, pavyzdžiui, įrengiama dešimties aukštų požeminė ar antžeminė automobilių stovėjimo aikštelė su keltuvais ar pan. (žr. 23 pav.). Dangoraižiai statomi pakankamai mažuose žemės sklypuose, todėl stovėjimo aikšteles įrengti greta pastato yra neracionalu, paprastai jos įrengiamos po žeme arba pirmuose pastato aukštuose, tačiau šiuo metu yra sukurti keli utopiniai dangoraižių projektai, kuriuose prie kiekvieno dangoraižio buto yra įrengiama automobilių stovėjimo vieta. Tokiu atveju automobilis keltuvu yra pakeliamas iki reikiamo buto ir paliekamas fasadinėje dangoraižio pusėje (McCarthy, M.; Skrebo, E. 2010).



23 pav. Dangoraižio automobilių stovėjimo aikštelė panaudojant keltuvus (McCarthy, M.; Skrebo, E. 2010)

2. 7. Gaisrinė sauga ir evakuacija

Projektuojant naujus dangoraižius visuomet atsimenama 2001 m. rugsėjo 11 d. tragedija įvykusi JAV (žr. A priedą). Rugsėjo 11 d. teroro akto metu, kai į „World Trade Center“ dangoraižius ir Pentagono pastatą rėžėsi „Boeing“ lėktuvai, žuvo 2992 žmonės ir apie 6000 žmonių buvo sužeista. Niujorke (JAV) teroro akto metu sugriuvo 3 dangoraižiai („World Trade Center 1“, „World Trade Center 2“ ir „World Trade Center 7“), į du iš šių dangoraižių rėžėsi lėktuvai. Nors visi pastatai griuvo po tam tikro laiko (po 57 min., po 1 val. 44 min. ir po 4 val. 51 min.), tačiau žmonės nespėjo evakuotis ir šiuose dangoraižiuose žuvo 2762 asmenys (Vikipedija 2010a; wikipedia 2010a; wikipedia 2010d). Tai parodo, kad nebuvo skiriamas pakankamas dėmesys dangoraižių gaisrinei saugai ir evakuacijai. Po šių įvykių daugelyje pasaulio šalių buvo priimtose griežtesnės statybos normos, reglamentuojančios dangoraižių gaisrinę saugą ir evakuaciją.

Dangoraižiuose gaisro, sprogimo ar kitos nelaimės metu daugiausiai dėmesio skiriama žmonių evakuacijai laiptinėmis ir liftais, tačiau nemažai dėmesio skiriama ir statybinėms medžiagoms, priešgaisrinėms sistemoms ir pan., taip pat ieškoma alternatyvių greitos evakuacijos būdų, pavyzdžiui, ypač aukštuose dangoraižiuose naudojami parašiotai su instrukcijomis, kas 20-30 aukštų įrengiamos specialios patalpos, kurios apsaugotos nuo gaisro ir dūmų ir kuriose žmonės gali būti saugūs kelias valandas gaisro metu, kol jis bus užgesintas. Tokių patalpų sienos įrengiamos iš sustiprinto betono padengto ugniai atsparia danga, o oras tiekiamas per ugniai atsparius ventiliacijos vamzdžius iš suspausto oro balionų, taip pat įrengiamos ugniai atsparios durys. Tokia sistema yra pritaikyta aukščiausiam pasaulio dangoraižyje „Burj Khalifa“, kur tokios patalpos įrengtos kas 25 aukštus.

Kaip minėta anksčiau, laiptinės dangoraižiuose nėra dažnai naudojamos kaip susisiektimo sistema, nes šią funkciją geriau atlieka liftais, tačiau evakuacijos metu tai yra pagrindinė priemonė žmonėms greitai ir saugiai evakuotis iš dangoraižio. Projektuotojai yra sukūrę nemažai priemonių laiptinėms, kad jomis būtų saugu evakuotis gaisro ar kitos nelaimės metu. Pirma, laiptinė turi būti apsaugota nuo dūmų patekimo. Tai yra labai svarbu, nes 98 % žmonių gaisro metu žūsta dėl dūmų poveikio, o ne nuo pačios ugnies. Antra, laiptinė turi būti pakankamai plati. Trečia, laiptinė evakuacijos metu turi būti tinkamai apšviesta ir t. t.

Norint laiptines apsaugoti nuo dūmų poveikio, reikia patekusių dūmus šalinti ir tiekti šviežią orą. Tam dažniausiai naudojamos mechaninės vėdinimo sistemos, kurios įsijungia evakuacijos metu, o visos durys vedančios į laiptinę turi būti ugniai atsparios ir turėti durų pritraukiklius, kad durys būtų visada uždarytos, į laiptines nepatektų daugiau dūmų ir būtų palaikomas reikiamas oro slėgis laiptinėje (žr. 24 pav.). Projektuojant laiptines dangoraižiuose yra naudojamos gaisro modeliavimo programos, kurios padeda įvertinti gaisro poveikį laiptinėms atsižvelgiant į tam tikrus veiksnius: lauko oro temperatūrą, atidarytų durų skaičių laiptinėje ir pan. (Ferreira, M.; Cutonilli, J. 2008).



24 pav. Dūmų paplitimas laiptinėje, kai nėra naudojami durų pritraukikliai (Obolyansky, V. 2009)

Dažnai gaisro metu dingsta ar yra išjungiamas elektros tiekimas, todėl labai svarbu tinkamai apšviesti evakuacines laiptines. Šiuo metu yra naudojami fotoluminescenciniai šviestuvai laiptinėse, šviečiantys evakuacijos metu (žr. 25 pav.). Toks apšvietimas labai pagreitina žmonių judėjimą laiptinėje, todėl evakuacijos trukmė sumažėja (Ferreira, M.; Cutonilli, J. 2008). Svarbu taikyti ir kitas alternatyvias priemones, padedančias žmonėms greičiau judėti evakuacijos metu.



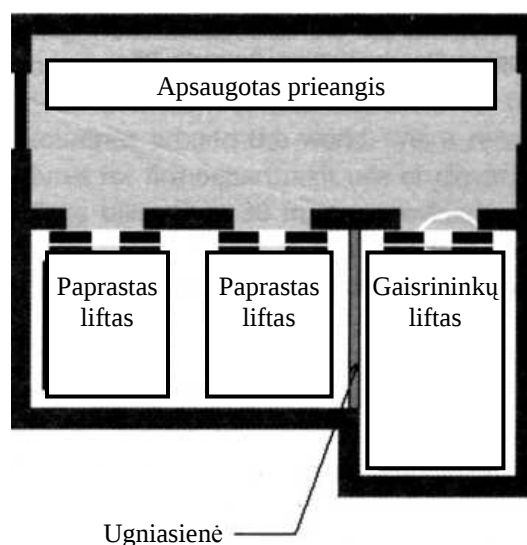
25 pav. Fotoluminescenciniai šviestuvai laiptinėse (Ferreira, M.; Cutonilli, J. 2008)

Daugelyje šalių evakuacijos keliai yra apžiūrimi kasmet, svarbu, kad jie nebūtų užstatyti ar užrakintos durys, esančios šiuose keliuose. Žmonių saugumas evakuacijos keliuose užtikrinamas planinėmis, ergonominėmis, konstrukcinėmis, inžinerinėmis techninėmis ir organizacinėmis priemonėmis. Nustatant evakuacijos kelių apsaugą, turi būti užtikrinta saugi žmonių evakuacija, atsižvelgiant į evakuacijos kelių išeinančių patalpų paskirtį, evakuojamų žmonių skaičių, statybinių medžiagų atsparumo ugniai laipsnį, konstrukcijų gaisrinio pavojaus klasę ir evakuacinių išėjimų iš aukšto ir dangoraižio skaičių. Evakuacijos metu turi būti užtikrintas ne tik gyvenančių ar dirbančių žmonių saugumas, bet ir gelbėtojų, kurie rizikuoja savo gyvybe.

Kai kurie saugumo inžinieriai teigia, kad evakuacija laiptinėmis iš dangoraižių yra neefektyvi, todėl būtina taikyti kitas priemones, pavyzdžiui, įrengti specialius gaisrininkų lifthus. Šie liftai yra naudojami tik evakuacijos metu, jų talpa ir keliamoji galia yra didesnė nei paprastų lifto, be to, šio lifto šachta yra apsaugota nuo galimo dūmų patekimo. Lifto prieangis taip pat turi būti apsaugotas nuo dūmų patekimo, kad atsidarius lifto durims dūmai nepatektų į patį liftą. Toks liftas yra aprūpinamas elektros energija iš atskiro elektros šaltinio ir yra apsaugotas nuo vandens poveikio. Kompiuterinės sistemos automatiškai nustato, kuriame aukšte plinta gaisras, todėl liftas pats kelia gaisrininkus į reikiamą aukštą, o valdymo pulte matoma visa informacija apie kilusį gaisrą. Gaisrininkų liftai iš pradžių yra naudojami gaisrininkams ir jų įrangai užkelti į reikiamą aukštą ir tik po to pradedama žmonių evakuacija jais. Žmonės būdami tam tikruose aukštuose gali matyti, kada gelbėtojai atvažiuos jų evakuoti, žmonių evakuacijai naudojamos kompiuterinės sistemos, kai nustatoma kuriuose aukštuose žmonės laukia lifto evakuacijai, todėl leidamasis liftas surenka kuo daugiau žmonių (Bukowski, R. 2003).

Paprastais liftais gaisro metu naudotis yra griežtai draudžiama, nes jie gali sustoti bet kuriame aukšte, į juos gali patekti dūmai, todėl žmonės gali žūti pačiame lifte. Evakuacijos metu žmonės pradeda panikuoti, liftai gali būti perkraunami ir t. t., todėl yra sukurti įvairūs evakuacijos modeliai, pavyzdžiui, gali būti apribota lifto prieangio zona, kad į ją netilptų daug žmonių, taigi, fiziškai sveiki žmonės rinksis evakuaciją laiptais (Barney, G. 2002; Bukowski, R. 2003).

Kai kuriais atvejais gaisrininkų liftai yra sujungiami bendru prieangiu su paprastais liftais, todėl paprastiems liftams veikiant galima evakuotis ir jais (žr. 26 pav.) (Bukowski, R. 2003).



26 pav. Bendras paprastų ir gaisrininkų lifto prieangis (Bukowski, R. 2003)

Norint, kad evakuacija iš dangoraižių būtų veiksminga, būtina tam ruoštis ir mokyti pastate esančius žmones evakuotis. Pavyzdžiui, Frankfurte (Vokietija) 2008 m. buvo surengta evakuacijos treniruotė. Beveik 10000 žmonių, dirbančių miesto finansiniame rajone, buvo saugiai evakuoti iš šešių dangoraižių. Visa evakuacijos treniruotė truko mažiau kaip 30 minučių (AOL news 2008).

2. 8. Statybos trukmė

Dangoraižiai dažniausiai nėra ekonomiškai naudingi, nes dažnai pigiau yra pastatyti du žemesnius pastatus. Šiuo atveju dangoraižiai, kaip pastatai, pasirenkami dėl prestižo ir pan., tačiau statant dangoraižius vis tiek siekiama gauti kuo didesnės naudos ir greitesnio atsiperkamumo, todėl dangoraižius stengiamasi pastatyti kuo greičiau ir yra vadovaujama posakiu: „Laikas – pinigai“.

Kiekvienas dangoraižis yra unikalus, todėl ir jo statybos procesas yra unikalus. Bendru atveju pagrindiniai statybos darbų etapai statant dangoraižius yra šie:

1. Pamatų duobės kasimas ir pamatų įrengimas. Duobės gylis priklauso nuo to, kaip giliai yra tvirtas uolingas gruntas ir kiek požeminių aukštų planuojama įrengti. Tam, kad būtų apsaugota nuo grunto slinkimo ir gruntinių vandenų, prieš kasybos darbus gali būti suformuojama apsauginė sienutė.

2. Laikančiųjų konstrukcijų įrengimas. Kaip minėta anksčiau, dažniausiai dangoraižiams statyti naudojamas plieninis ar gelžbetoninis karkasas. Įrengiant monolitinio gelžbetonio sienas dažnai pasirenkama „kylančių klojinių“ technologija (žr. 27 pav.). Užbaigus laikančiųjų konstrukcijų įrengimo darbus, dangoraižyje įrengiamas stogas, dažniausiai eksploatuojamas.

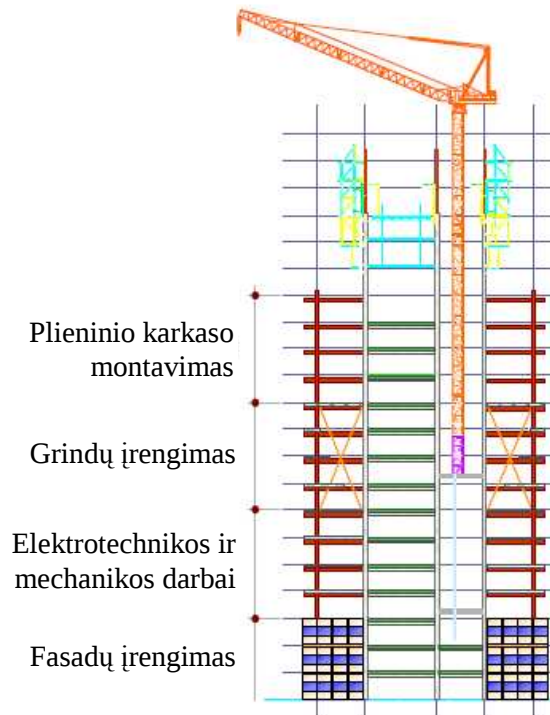


27 pav. „Kylančių klojinių“ panaudojimas statyboje (Doka 2010)

3. Eksterjero įrengimas. Daugelyje dangoraižių išorinės sienos dažniausiai yra tik uždanga, sumontuota prie konstrukcijų jungiant plokštes iš stiklo, metalo, akmenų ar kitų statybinių medžiagų. Paplitęs būdas yra šias plokštes pritvirtinti prie dangoraižio perdangos plokščių ir kolonų kampe.

4. Interjero įrengimas. Kai dangoraižis „apdengiamas“ sienomis, pradedami interjero darbai. Tai apima pertvarų įrengimą, elektros, silpnų srovių ir santechnikos įrangos montavimą, taip pat – liftų, šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemų įrengimą, apdailos darbų atlikimą ir pan. (Made how 2010).

Norint sutaupyti laiko, išvardinti dangoraižių statybos darbų etapai yra vykdomi ne nuosekliai vienas po kito, o kartu su tam tikru „persidengimu“. Atsižvelgiant į dangoraižio konstrukcinę schemą ir kitus jo ypatumus, prieš pradedant statybos darbus, yra paruošiamas statybos darbų technologijos projektas į kurio sudėtį įeina statybos darbų atlikimo kalendorinis grafikas (jame nurodoma darbų trukmė, jų nuoseklumas, kritinis kelias, svarbiausi kontrolės taškai su datomis), technologinių operacijų atlikimo grafikas (jame nurodomas operacijų eiliškumas) (žr. 28 pav.) ir t. t.



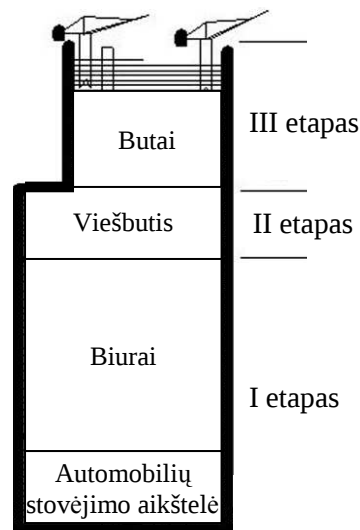
28 pav. „Tower Palace III“ dangoraižio Seule (P. Korėja) technologinių operacijų atlikimo grafikas (Abdelrazaq, A. K., et al. 2004)

Statybos metu laikantis sudaryto grafiko yra sutaupoma nemažai laiko, todėl sumažėja statybvietės išlaidos ir galima greičiau pradėti eksploatuoti pastatą. Kaip pavyzdį galima pateikti gerai suorganizuotą „Tower Palace III“ Seule (P. Korėja) pamato plokštės betonavimą (žr. 29 pav.).



29 pav. „Tower Palace III“ pamato plokštės betonavimas (Abdelrazaq, A. K., et al. 2004)

Statant dangoraižius visuomet yra finansinė rizika, kad baigus statyti pastatą nebus parduotos ar išnuomosos visos patalpos. Esant didelei finansinei rizikai investuotojai dangoraižius stato etapais (žr. 30 pav.). Kiekvienas etapas naudojimui (eksploatacijai) pridodamas atskirai t. y. iš pradžių pridodamas I etapas, po tam tikro laiko II etapas ir t. t. Laikai tarp atskirų etapų pridavimų priklauso nuo pasirinktos investavimo strategijos: etapai gali būti statomi nuosekliai vienas po kito arba daroma ilgesnė pertrauka laukiant tam tikros paskirties patalpų paklausos padidėjimo rinkoje. Pavyzdžiui, „Trump Tower“ dangoraižis Čikagoje (JAV) buvo statomas keliais etapais nuosekliai, o „Blue Cross Blue Shield“ dangoraižis Čikagoje (JAV) buvo statomas dviem etapais darant tarp jų 12 metų pertrauką. Statybos darbų organizavimas etapais taip pat pagreitina dangoraižio investicijų atsiperkamumą, nes visą dangoraižį pastatyti dažnai užtrunka ilgai (2-5 metus), o statybos metu investuotojai negauna jokių pajamų, nebent yra parduodamos patalpos statant dangoraižį. Taip pat būtina įvertinti ir tai, kad dangoraižių statybai etapais reikia didesnių investicijų nei statant visą dangoraižį iš karto (Lau, R. 2008).



30 pav. Dangoraižio statyba etapais (Lau, R. 2004)

Statant dangoraižius etapais iškyla šios pagrindinės problemos:

1. Kiekvienos šalies statybos teisinė bazė nustato griežtą pastatų pripažinimą tinkamais naudoti, todėl gali būti sunku pripažinti dalį pastato tinkamu naudoti. Prieš statant dangoraižį etapais, būtina išsiaiškinti šalies, kurioje statomas dangoraižis, statybos reglamentavimą šiuo klausimu, nes gali būti, kad statyba etapais yra draudžiama.
2. Susiduriama su žmonių saugumo problemomis, nes statant viršutinius aukštus veikia kranai ir kita statybinė technika, o apačioje dangoraižiu naudojasi civiliai. Tam tikslui yra naudojami apsauginiai tinklai, statybinės medžiagos keliamos tik tam tikrose apsaugos zonose ir pan.
3. Tampa sudėtingesnis statybos darbų planavimas, nes atvežtos statybinės medžiagos negali būti sandėliuojamos dangoraižio apačioje, taip pat susidaro papildomos transporto spūstys dėl statybinių ir darbuotojų dirbančių dangoraižyje automobilių judėjimo ir pan. (Lau, R. 2008).

2. 9. Energijos panaudojimas ir ekonomiškumas

Dangoraižiai dėl savo strateginės padėties ir naudojamų įvairių technologinių sprendimų dažnai yra energetiškai taupūs pastatai. Dangoraižiai dažniausiai yra statomi strategiškai patogiose vietose, todėl gyventojams ar dirbantiems, norint pasiekti miesto centrą ar kitas strategiškai svarbias vietas mieste, nereikia sugaišti daug laiko, taip yra taupomi laiko ištekliai, taip pat kuras, reikalingas nuvykti į tam tikrą vietą. Be to, dangoraižiuose dažnai naudojami įvairūs technologiniai sprendimai, kurie padeda taupyti energiją, pavyzdžiui, įrengiami saulės kolektoriai ant dangoraižio konstrukcijų, kartais net tokie kurie pasisuka saulės kryptimi, gali būti įrengiamos vėjo jėgainės, naudojami kiti elektrą, vandenį ir kitus išteklius taupantys būdai. Energetinio efektyvumo dangoraižių privalumas yra labai svarbus, padedantis taupyti dangoraižio išlaikymui reikalingus pinigus, nes yra žinoma – dangoraižio eksploatacinės išlaidos yra didesnės nei kitų pastatų dėl papildomų mokesčių (lifto, šiukšlių lifto, fasado valymo, išorinio dangoraižio apšvietimo, apsaugos sistemos, papildomų paslaugų, durininko), taip pat ir jo kvadratinio metro statybos kaina yra didesnė.

Vis dažniau kalbant apie aplinkos apsaugą statybos sektoriuje, projektuojant dangoraižius stengiamasi panaudoti atsinaujinančius energijos šaltinius. Kuriant energiją taupančius ir ekonomiškus dangoraižius dalyvauja daugelio sričių specialistai: architektai, projektuotojai, statybos inžinieriai, energetikos specialistai, socialinės ir kitų sričių mokslininkai. Projektavimas tampa žymiai sudėtingesnis, nes reikia sukurti dangoraižį kaip sistemą, kurioje būtų suderintos energiją gaminančios priemonės su energiją taupančiomis (Ali, M. M.; Armstrong, P. J. 2008).

Dangoraižiuose naudojamos šios pagrindinės energiją taupančios ir ekonomiškos priemonės:

1. Saulės šviesos panaudojimas. Dangoraižiai nėra masyvūs pastatai užimamo ploto atžvilgiu, todėl, racionaliai išdėsčius langus, į daugelį jo patalpų (net parduotuves, sporto sales ir panašios paskirties patalpas) patenka natūrali saulės šviesa, todėl yra sutaupoma nemaža dalis elektros energijos apšvietimui.

2. Statybinių medžiagų kiekio optimizavimas. Statant dangoraižius yra sunaudojami labai dideli kiekiai statybinių medžiagų, todėl jų optimizavimas (šiuo atveju minimizavimas) yra vienas iš pagrindinių projektuotojų tikslų. Ypač stengiamasi sumažinti laikančiąsias dangoraižio konstrukcijas sudarančio plieno ir gelžbetonio kiekį.

3. Tinkamo fasado parinkimas. Dangoraižio fasadas kuria ne tik jo estetinį vaizdą, tačiau sukuria ir dangoraižio patalpų mikroklimatą. Šaltesnio klimato zonose stengiamasi panaudoti, kuo mažesnę šilumos perdavimo koeficientą turinčius langus, o karštesnio klimato zonose stengiamasi panaudoti langus, nepraleidžiančius šilumos į pastato vidų.

4. Saulės energijos panaudojimas. Saulės energija yra panaudojama dviem tikslais: įrengiami saulės kolektoriai ant dangoraižio fasado, stogo ar šalia dangoraižio esančiuose plotuose gaminant elektros energiją ir saulės šiluma šildant patalpas dangoraižyje.

5. Vėjo energijos panaudojimas. Vėjo energija yra panaudojama įrengiant įvairių formų vėjo jėgaines ant dangoraižio konstrukcijų, jas pritaikant konkrečiam dangoraižiui. Vėjo jėgainės dažniausiai įrengiamos viršutinėje dangoraižio dalyje, kur vėjo greitis yra didžiausias.

6. Kombinuotos šildymo ir elektros energijos technologijos panaudojimas. Ši technologija leidžia išvengti energijos perdavimo nuostolių, nes energija yra sukurama šalia naudojimo vietos. Kombinuota šildymo ir elektros energijos technologija yra paplitusi Helsinkio (Suomija), Stokholmo (Švedija) ir Kopenhagos (Danija) miestuose.

7. Kuro elementų panaudojimas. Kuro elementai yra elektromagnetiniai prietaisai, kurie gamina elektros energiją ir gali būti vadinami elektrocheminiais vidaus degimo varikliais. Tokie elementai yra naudojami lėktuvuose ir erdvėlaiviuose, tačiau pastaruoju metu pradėti naudoti ir pastatuose, nors jų atsiperkamumas kol kas yra didelis.

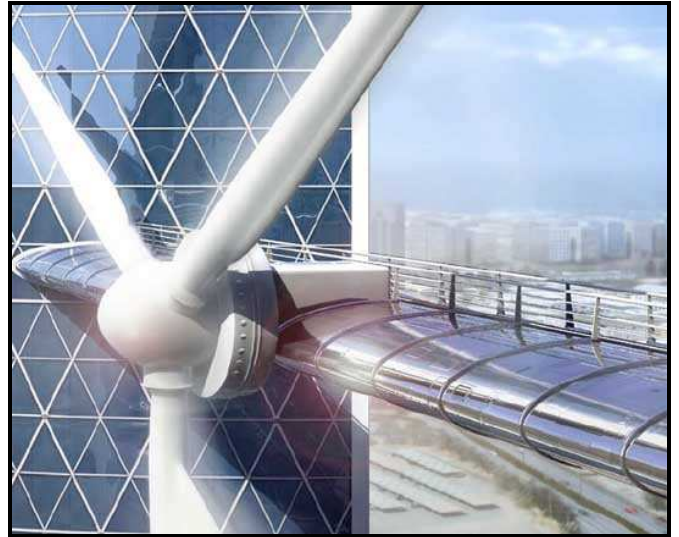
8. Biomasės energijos panaudojimas. Tai biomasės (pasaulio augalijos) panaudojimas elektros energijai kurti, pavyzdžiui, komercinės paskirties dangoraižyje surinkto popieriaus panaudojimas energijai kurti jį deginant katilinėje ir pan.

9. Geoterminės energijos panaudojimas. Tai žemės gilesniųjų sluoksnių šiluminės energijos panaudojimas dangoraižio šildymui. Yra žinoma, kad skverbiantis į žemės gilumą 100 m jos temperatūra padidėja 2,5-3,0 °C. Dabartinės gręžimo technologijos leidžia skverbtis į žemę iki 9,5 km gylio, todėl galima panaudoti nemažai santykinai pigios šiluminės energijos gaunamos iš žemės.

10. Eksploatacinių išlaidų taupymas. Statant ir eksploatuojant dangoraižius stengiamasi priimti sprendimus padedančius sutaupyti išlaidas skiriamas energijai. Taigi, įrengiami taupūs liftai, nes jie sunaudoja nemažą dalį dangoraižio elektros energijos, taip pat įrengiamos lietaus vandens surinkimo ir jo panaudojimo tualetuose, skalbimo mašinose ir kitos sistemos (Ali, M. M.; Armstrong, P. J. 2008).

Dangoraižių energetinį efektyvumą ir ekonomiškumą galima iliustruoti keliais pavyzdžiais:

1. Labai išskirtinis ir įdomus 2008 metais įgyvendintas projektas yra „Bahrain World Trade Center“ dangoraižiai, kurių aukštis siekia 240 m ir juose įrengta po 50 aukštų (žr. 31 pav.). Dangoraižių projektavusi įmonė „Atkins“ suprato, kad, norint suteikti šiam dangoraižiui išskirtinumo, reikia pasitelkti papildomus inžinerinius sprendimus. Iš pradžių buvo numatyta įrengti saulės kolektorius ant pastato konstrukcijų, tačiau dėl Bahreino ekstremalių karščio sąlygų tapo neįmanoma įgyvendinti šio projekto, todėl vėliau buvo pasirinktos vėjo jėgainės. Tarp šių dviejų dangoraižių yra sumontuoti trys dideli 29 m skersmens propeleriai, kurie suka vėjo jėgainių turbinas, kurios pagamina apie 10-15 % dangoraižių suvartojamos energijos. Dangoraižiai yra suprojektuoti taip, kad nukreiptų vėjo srautus link jėgainių. Bėgant metams toks inžinerinis sprendimas sutaupys nemažą sumą pinigų, turint omenyje tai, kad jų kaina sudaro tik 3,5 % viso dangoraižio kainos. Planuojama, kad turbinos veiks apie 50 % viso dangoraižio gyvavimo laiko (Technologijos.lt 2008).



31 pav. „Bahrain World Trade Center“ (Inhabitat 2008; shaunwe 2007)

2. Kitas išskirtinis ateities projektas, kuris bus įgyvendintas Dubajuje (JAE) yra „Burj al – Taqa“ dangoraižis, kuris pagamins 100 % jo energijos poreikio. Ant stogo bus įrengta 60 m skersmens vėjo turbina ir bus įrengta 15000 m² saulės kolektorių. Taip pat dangoraižį aprūpins ir kiti 17000 m² saulės kolektorių, kurie bus įrengti šalia dangoraižio ant dirbtinai supiltos salos, kuri bus matoma iš dangoraižio. Papildomai sukurta elektros energija bus panaudota, kad ištrauktų vandenilį elektrolizės būdu iš jūros vandens, kuris bus panaudotas, kad sukurtų elektros energiją naktį per vandenilio kuro elementus. Dangoraižio aukštis sieks 322 m ir jame bus įrengti 68 aukštai. „Burj al – Taqa“ buvo suprojektuotas Vokietijos architekto E. Gerberio taip, kad kuo daugiau būtų sutaupoma energijos. Visas dangoraižis bus panašios į cilindro formos, kad būtų sumažintas jo paviršiaus plotas. Langai bus įstiklinti su avangardiniu vakuomo įstiklinimu, kuris izoluos pastatą nuo perkaitimo esant 50 °C oro temperatūrai. Veidrodžiai, įdiegti ant dangoraižio stogo, nukreips šviesą į pastato centrinę dalį, taip apšviečiant kiekvieną aukštą natūralia šviesa (Reuk.co.uk 2007).

3. Kitas energijos taupymo pavyzdys Filadelfijoje (JAV) 2008 metais pastatytas dangoraižis „Comcast Center“. Šis dangoraižis yra vadinamas aukščiausiu „žaliu“ pastatu JAV. Dangoraižis naudoja apie 25-35 % mažiau energijos negu tradicinis biurų pastatas, jame įrengti 3 m langai, kurie geriau praleidžia natūralią šviesą. Kompiuterinės programos kontroliuoja natūralią šviesą ir sureguliuoja jos patekimą į patalpas, kad sumažintų elektros energijos naudojimą. Vestibiulyje įrengta stiklinė užuolaidos siena blokuoja 60 % saulės karščio. Dangoraižyje taip pat siekiama sutaupyti ir kitų resursų, pirmiausia vandens. Sudėtinga tiekimo vamzdžiais sistema surenka lietaus vandenį ir panaudoja jį dangoraižio drėkinimui. „Comcast Center“ taip pat yra pirmas pastatas mieste, kuris naudoja bevandenius pisuarus. Energijos taupymo sprendimai apytiksliai 2 % padidino statybos kainą, bet ilgalaikiai padariniai yra neįkainojami (My fox Philadelphia 2008).

Manoma, kad ateityje bus pradėti kurti ir įgyvendinti dangoraižiai, kurie ne tik aprūpins save 100 % energijos, tačiau sukurs jos daugiau ir perduos energijos perteklių miestui.

2. 10. Architektūrinės bionikos taikymas

Pasaulio valstybės nuolat konkuruoja tarpusavyje, kuri pastatys išpūdingesnį dangoraižį, todėl statydamos naudoja naujausias technologijas, medžiagas, kompiuterines sistemas, skaičiavimo metodus ir idėjas. Šios varžybos skatina nuolat tobulėti ir didinti techninę pažangą. Daugelis statybos inžinierių teigia, kad statant dangoraižius nereikia stengtis nugalėti gamtos jėgų, o reikia su jomis susigyventi ir prie jų prisitaikyti, kadangi gamtos nugalėti neįmanoma. Remiantis šiuo teiginiu statant šiuolaikinius dangoraižius vis daugiau dėmesio yra skiriama architektūrinei bionikai. Bionika sukuria sistemas, kurių funkcijos paremtos natūraliomis sistemomis, kurios pagal charakteristines savybes yra tokios pat ar analogiškos natūralioms sistemoms. Architektūrinė bionika apima siauresnį supratimą – tai bionika pritaikyta architektūrai ir statybos technologijoms. Architektūrinė bionika pastatuose sutinkama nuo seniausių laikų. Augaliniai ornamentai buvo populiarūs dar antikos laikais, o gotikos meistras net buvo sudarę tam tikras taisykles, pagal kurias projektuojant buvo remiamasi augalų diktuojamomis formomis (Spec.lt 2007).

Šiuolaikinėje architektūroje architektai iš gelžbetonio konstrukcijų išmoko kurti praktiškai bet kokias formas. Pavyzdžiui, statant televizijos bokštus yra atsižvelgiama į „medžio“ principą, todėl televizijos bokštų skerspjūvis kylant aukštyn siaurėja, nes toks skerspjūvis lengviau atlaiko lenkimo momentus, kuriuos sukelia vėjo apkrovos.

Modernios bionikos plėtros ypatybės susideda iš kompleksinio požiūrio į sąveiką su gamta. Bionika apima daugelį mokslo sričių, ji aiškinasi, kaip technikos srityje gali būti panaudojami biologijoje žinomi principai. Taip siekiama modernių sprendimų bei išradimų. Kartu dirbantys biologai, inžinieriai, dizaineriai, technikos specialistai atlieka tarpdisciplininius tyrimus, analizuodami gamtoje vykstančius reiškinius ir funkcionuojančius mechanizmus. Tačiau visų jų tikslas vieningas – kurti mokantis iš gamtos, o ne kenkiant jai ar prieštaraujant jos dėsniams. Ir šiuolaikinio žmogaus užduotis – kiek galima labiau susiliesti su gamta, iš naujo tapti organiška jos dalimi. Šiandien pasaulinio garso architektai galvoja ne tik apie gamtines formas ir net ne vien apie praktinę naudą – jie stengiasi nustatyti ryšį tarp gyvosios gamtos ir architektūros plėtojimo dėsnių, žvelgdami į žmogų kaip į pilnavertį gyvūnijos pasaulio atstovą (Spec.lt 2007).

Tiesioginis gamtos kopijavimas nėra bionikos esmė. Didžiausias bionikos priešininkas yra „lėkšta“ bionika, ji klaidina, nes perima tik gamtoje matomas formas ir jas suteikia statiniams. Bionikos nereikia suprasti kaip tiesioginio gamtos perėmimo santykiu 1:1, gamta kol kas neturi paruošusi pritaikymo plano. Reikia atpažinti svarbiausią principą ir pateikti jį statybos inžinieriui taip, kad būtų galima pritaikyti technologijoje (Nachtigall, W. 2003).

Praktikoje išskiriami tokie pagrindiniai bioninio dangoraižio principai:

1. Dangoraižio forma turi derėti su jo aplinka, gal net iš dalies atkartoti gamtoje matomas formas.

2. Dangoraižio fasado spalvos turi būti ryškios, neniūrios, nes gamtoje saulės gaunantys augalai ir gyvūnai turi savo skiriamąsias spalvas.

3. Dangoraižio fasadas ir stogas turi būti apsaugoti nuo purvo, mikroorganizmų, tam yra skirtos specialios statybinės medžiagos su Lotus (savaiminio nusivalymo) efektu.

4. Dangoraižis turi būti suprojektuotas taip, kad patalpos būtų išdėstomos tik pagal jų atliekamas funkcijas ir jos naudojamos pagal paskirtį.

5. Dangoraižyje turi būti įdiegta energijos taupymo sistema, energiją dangoraižis turėtų pasigaminti pats iš natūralių resursų ir naudoti taip, kad atliekų liktų visai nedaug ar jų išvis neliktų.

6. Dangoraižyje svarbu racionaliai panaudoti energiją, kuo mažiau jos iššvaistant.

7. Dangoraižis turi panaudoti šilumos efektyvumą: kaupti šilumą dieną ir panaudoti ją naktį, taip palaikant optimalią temperatūrą dangoraižyje.

8. Dangoraižis turi turėti natūralų patalpų vėdinimą, todėl svarbu jį suprojektuoti taip, kad natūralus vėdinimas sudarytų komfortabilias sąlygas būti pastate.

9. Dangoraižis turi būti statomas iš nevienalyčių medžiagų, nes gamtoje vienalytiškumo nėra.

10. Dangoraižio konstrukcijos turi būti lengvos ir lengvai demontuojamos.

11. Statant dangoraižį reikia suplanuoti, kad jo griovimo metu būtų galima panaudoti konstrukcijas pakartotinai, taigi, nebūtų kaupiamos atliekos.

12. Dangoraižis turi reaguoti į aplinkos pokyčius (Dačkutė, M. 2008).

Naudojant bionikos principus tampa įmanomas sensacingiausių ir grandiozinių projektų įgyvendinimas, taip pat ir dangoraižiai aukštesni kaip 500 m bus statomi remiantis bionikos principais. Jau dabar yra kuriami bionikos susivienijimai, tinklai, ši disciplina yra dėstoma užsienio universitetuose, norint apsikeisti turima informacija, naujais išradimais (Dačkutė, M. 2008).

Vienas iš dangoraižių, kuris pradėtas statyti (šiuo metu statybos laikinai sustabdytos) remiantis bionikos principais yra „Chicago Spire“ pastatas Čikagoje (JAV) (žr. 32 pav.). Dangoraižio fasadas yra susisukęs 360° kampu (kiekvienam aukšte pasisukęs 2,4° kampu) kaip sraigės kiautas. Pastate bus panaudojamas surinktas lietaus vanduo, perdirbamos atliekos, fasadas apsaugos paukščius nuo galimo susižalojimo. Nauju projektu siekiama pastatyti 610 m aukščio dangoraižį, kuriame planuojama įrengti 150 aukštų. Šis pastatas nebus skirtas įmonėms ar korporacijoms, jis skirtas žmonėms gyventi, todėl pastačius šį dangoraižį jis taps aukščiausiu gyvenamosios paskirties dangoraižiu pasaulyje (Meno duobė 2008).

Architektas Santiago Calatrava ruošdamas projektą, rėmėsi bionika, gamta padėjo jam rasti kūrinio pavidalą. Jo manymu, pats svarbiausias šiandieninės visuomenės uždavinys yra harmonija su gamta. Dieną šis dangoraižis sugers saulės šviesą ir grąžins ją miestui sutemus, taip apšviesdamas Čikagą. Dangoraižyje bus įrengta 1200 gyvenamųjų rezidencijų, kurios visos bus skirtingos, jų interjerui sukurti buvo samdomi geriausi pasaulyje dizaineriai (Meno duobė 2008).



32 pav. „Chicago Spire“ dangoraižis Čikagoje (JAV) (Aeworldmap.com 2009; arqhys 2010)

Kitas dangoraižio pavyzdys, kuris buvo pastatytas 1998 metais remiantis bionikos principais, yra „Jin Mao Tower“. Šis dangoraižis (žr. 33 pav.) esantis Šanchajuje (Kinija) pastatytas pagal „medžio“ principą, kur vienas pagrindinių reikalavimų yra tai, kad pastatas turi turėti į žemę besiskverbiančių šaknų analogo sistemą, šiuo atveju – kipariso (Dačkutė, M. 2008).



33 pav. „Jin Mao Tower“ dangoraižis Šanchajuje (Kinija) (About.com 2010; wikimedia 2008)

„Jin Mao Tower“ dangoraižio proporcijos susijusios su skaičiumi 8, kuris siejamas su klestėjimu kinų kultūroje. 88 dangoraižio aukštai (93 aukštai, jei įskaičiuotume dangoraižio smailės aukštus) yra padalinti į 16 dalių, iš kurių kiekviena yra viena aštuntąja trumpesnė nei 16 aukštų pagrindas. Dangoraižis yra pastatytas aplink aštuonkampio formos betoninę šerdį, apsuptą 8 išorinių plieninių kolonų. Pastatas remiasi į 1062 dideles apkrovas atlaikančius plieninius polius, siekiančius 83,5 m gylį, nes paviršiniai gruntai yra silpni. Dangoraižis suprojektuotas ir pastatytas taip, kad atlaikytų 200 km/h greitį pasiekiančius uraganus ir iki 7 balų pagal Richterio skalę žemės drebėjimus (Wikipedia 2010c).

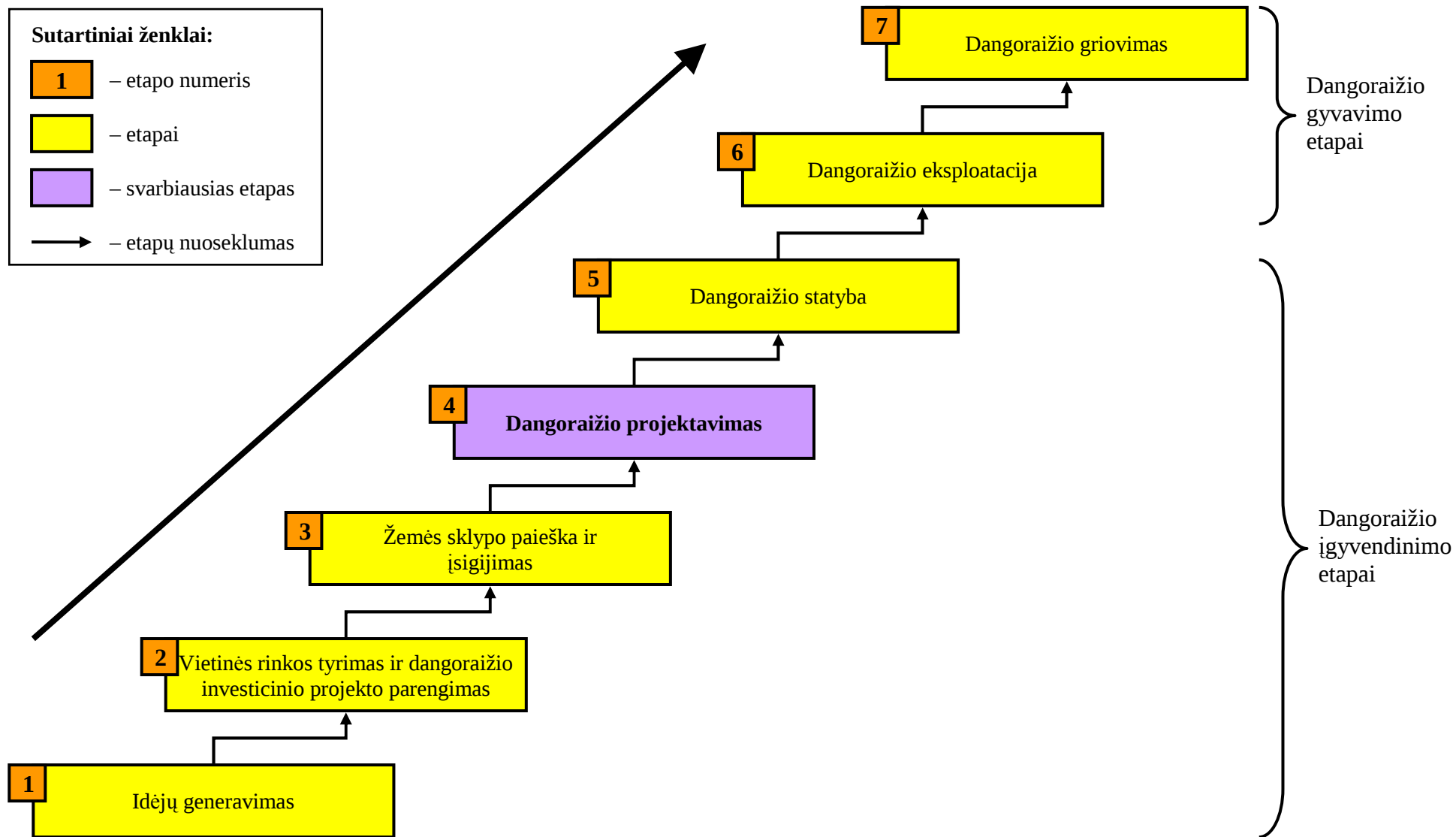
3. RACIONALUS DANGORAIŽIO MODELIO KŪRIMAS

Baigiamojo magistro darbo mokslinėje dalyje yra kuriamas **racionalus dangoraižio modelis statybos technologijos aspektu**. Žodis „racionalus“ pabrėžia, kad kuriamas modelis yra apgalvotas, tikslingas, aiškiai suvokiamas ir pagrįstas metodinėje dalyje aptartomis problemomis. Žodis „modelis“ paaiškina, kad bus sukurta schema (tam tikra sistema), kuria galima vadovautis įgyvendinant dangoraižių statybos projektus nuo idėjos gimimo iki dangoraižio nugriovimo. Žodžių junginys „statybos technologija“ baigiamajame magistro darbe yra suprantamas ne siaurąja prasme, ne konkrečių nuosekliai atliekamų technologinių operacijų eile, pavyzdžiui, betonavimo „kylančiuose klotiniuose“ statybos technologija, o plačiąja prasme ir apima visą dangoraižio projekto įgyvendinimo ir gyvavimo procesą.

Pagrindiniai racionalaus dangoraižio įgyvendinimo ir gyvavimo etapai išskirti baigiamojo magistro darbo autoriaus yra šie:

1. Idėjų generavimas – tai pirminių idėjų iškėlimas, kurios bus nuolat tobulinamos kituose etapuose, norint pastatyti dangoraižį, pasitelkiant idėjų generavimo metodus.
2. Vietinės rinkos tyrimas ir dangoraižio investicinio projekto parengimas – tai vietinės rinkos makroaplinkos apžvalga, nekilnojamojo turto (toliau – NT) rinkos analizė, dangoraižio investicinio projekto parengimas ir t. t., kai pagrindinis tikslas yra nustatyti – ar verta statyti dangoraižį.
3. Žemės sklypo paieška ir įsigijimas – tai, atsižvelgiant į vietinius teritorijų planavimo ypatumus, tinkamo žemės sklypo nustatymas, geologinių grunto savybių tyrimas, žemės sklypo įsigijimas ir reikiamos dokumentacijos sutvarkymas.
4. Dangoraižio projektavimas – tai, atsižvelgiant į iškeltas idėjas ir pradinį projektą (projektinius pasiūlymus), dangoraižio projektavimas, didelį dėmesį skiriant metodinėje dalyje aptartiems dangoraižių statybos technologijos ypatumams ir reikiamos dokumentacijos parengimas.
5. Dangoraižio statyba – tai dangoraižio projekto įgyvendinimas realybėje pradedant statybos leidimo gavimu ir baigiant dangoraižio pripažinimu tinkamu naudoti, nustatant santykius tarp statybos dalyvių, tinkamai organizuojant statybos darbus ir skaidant juos į etapus.
6. Dangoraižio eksploatacija – tai pastatyto dangoraižio tinkamas naudojimas ir priežiūra, jo paprastųjų ir kapitalinių remontų, rekonstravimų vykdymas laiku.
7. Dangoraižio griovimas – tai, pasibaigus dangoraižio gyvavimo trukmei, jo nugriovimas ir tinkamas statybinių medžiagų perdirbimas pakartotinai jas panaudojant (žr. 34 pav.).

Didžiausias dėmesys baigiamajame magistro darbe iš visų minimų etapų yra skiriamas projektavimui, nes šiame etape yra priimami svarbūs sprendimai dėl dangoraižių statybos technologijos ir jos ypatumų, kurie buvo aptarti baigiamojo magistro darbo metodinėje dalyje. Dangoraižio projektavimo etape neįvertinus tam tikrų statybos technologijos ypatumų, statyba gali tapti nuostolinga.

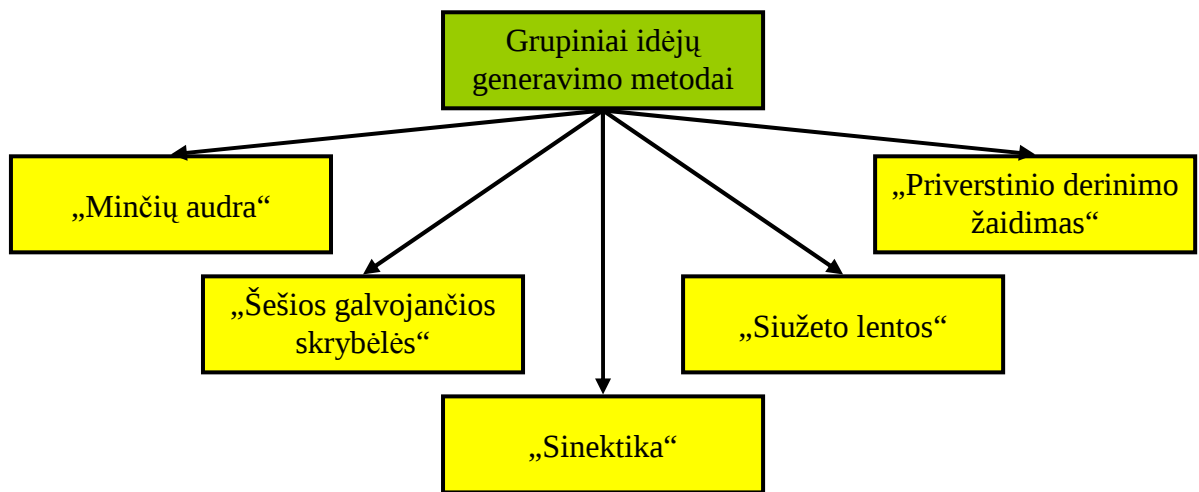


34 pav. Pagrindiniai racionalaus dangoraižio įgyvendinimo ir gyvavimo etapai („laiptų“ schema)

3. 1. Idėjų generavimas

Idėjų generavimas – tai sistemingas procesas, kurio metu yra kuriamos naujos idėjos tam tikroms iškeltoms problemoms spręsti. Dažniausiai iš pradžių vienam asmeniui kyla pradinė idėja pastatyti dangoraižį, o vėliau ši idėja yra aptariama asmenų grupėje norint nuspręsti, kokį dangoraižį reikėtų statyti. Šiuo atveju, kilus idėjai pastatyti dangoraižį, reikia suburti kompetentingą komisiją (asmenų grupę), kurioje būtų panaudoti įvairūs idėjų generavimo metodai. Dangoraižio statybos atveju, rekomenduojama taikyti grupinius, o ne asmeninius idėjų generavimo metodus, nes dangoraižis yra sudėtinga sistema, kurios problematika yra labai didelė, todėl tik asmenų grupė, sudaryta iš skirtingų sričių specialistų, gali išskirti svarbiausias problemas ir pasiūlyti naujas idėjas joms išspręsti. Kiekvienu atveju idėjų generavimas statant dangoraižį yra labai unikalus, pavyzdžiui, gali būti nuspręsta statyti dangoraižį konkrečioje vietovėje, o vėliau, idėjų generavimo metu, parenkami dangoraižio ypatumai ir išskirtinimai arba gali būti nuspręsta statyti labai išskirtinį dangoraižį (aukščiausią pasaulyje ar pan.), kurio statybos vieta iš pradžių net nėra žinoma.

Šiuo metu yra sukurta apie 200 grupinių ir asmeninių idėjų generavimo metodų, todėl generuojant idėjas reikia pasirinkti geriausiai tinkančius (žr. 35 pav.). Nereikia stengtis panaudoti kuo daugiau idėjų generavimo metodų, tačiau užtenka pasirinkti kelis ir praktiškai juos pritaikyti.



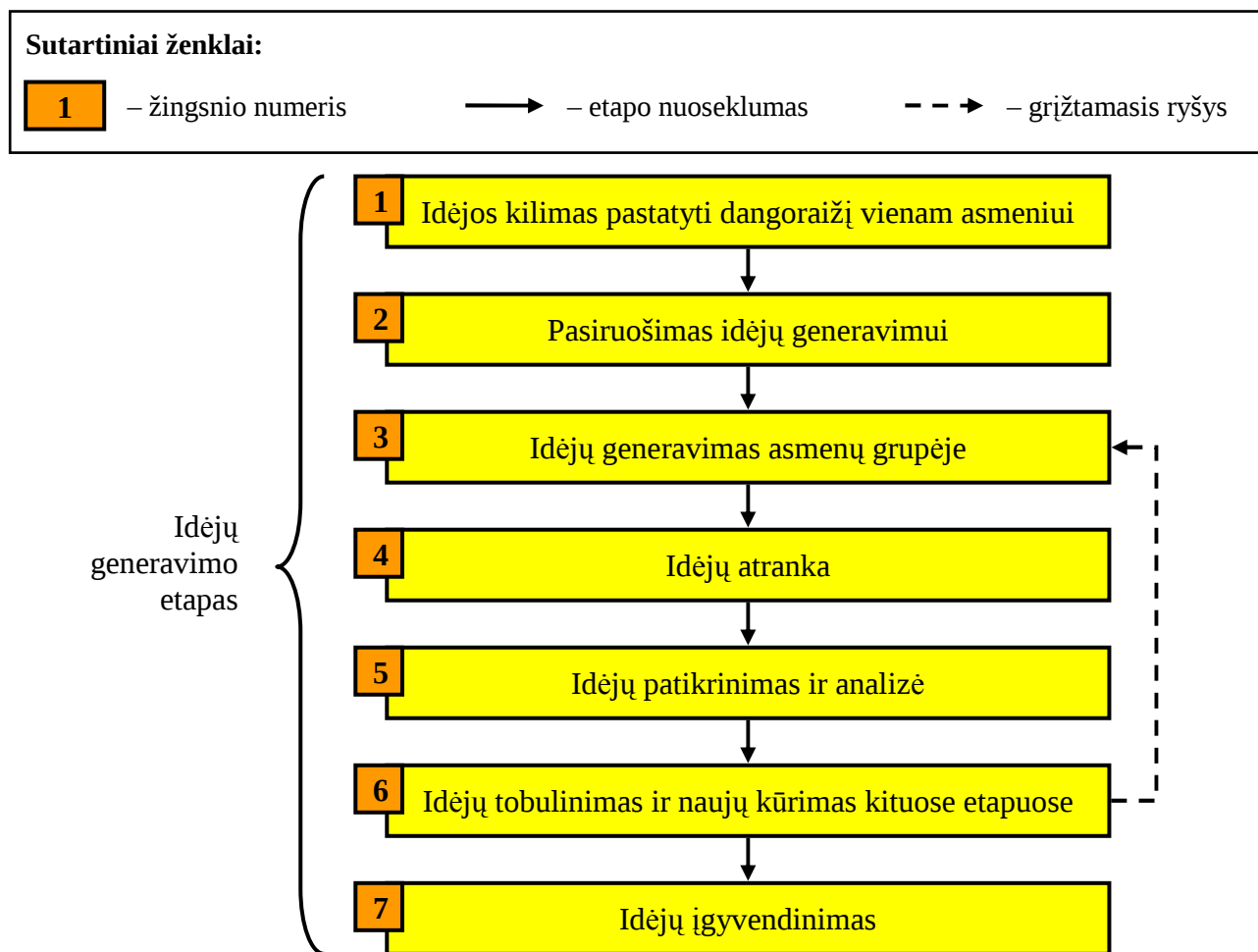
35 pav. Pagrindiniai grupiniai idėjų generavimo metodai

Generuojant naujas idėjas svarbu laikytis pagrindinių bendrųjų idėjų generavimo principų:

1. Idėjų generavimui turi vadovauti paskirtas žmogus (moderatorius).
2. Reikia laikytis naudojamų idėjų generavimo metodų taisyklių.
3. Reikia siūlyti kuo daugiau naujų idėjų.
4. Nė vienos naujos idėjos negalima kritikuoti (net šabloniškų idėjų), nes pasiūlyta idėja gali tapti kitos idėjos priežastimi.
5. Reikia užsirašyti visas pasiūlytas idėjas, kad nė viena idėja nepasimestų.
6. Reikia nekreipti dėmesio į idėją pasiūliusio asmens rangą, užimamas pareigas ir pan.

7. Reikia stengtis, kad idėjų generavimo dalyviai būtų atsipalaidavę, t. y. šis procesas galėtų vykti neformalioje aplinkoje ar pan.

34 pav. pateiktą idėjų generavimo etapą galima pavaizduoti smulkesne schema (žingsniais), pagal kurią turėtų būti įgyvendinamas šis etapas (žr. 36 pav.).



36 pav. Idėjų generavimo etapo įgyvendinimo schema (žingsniai)

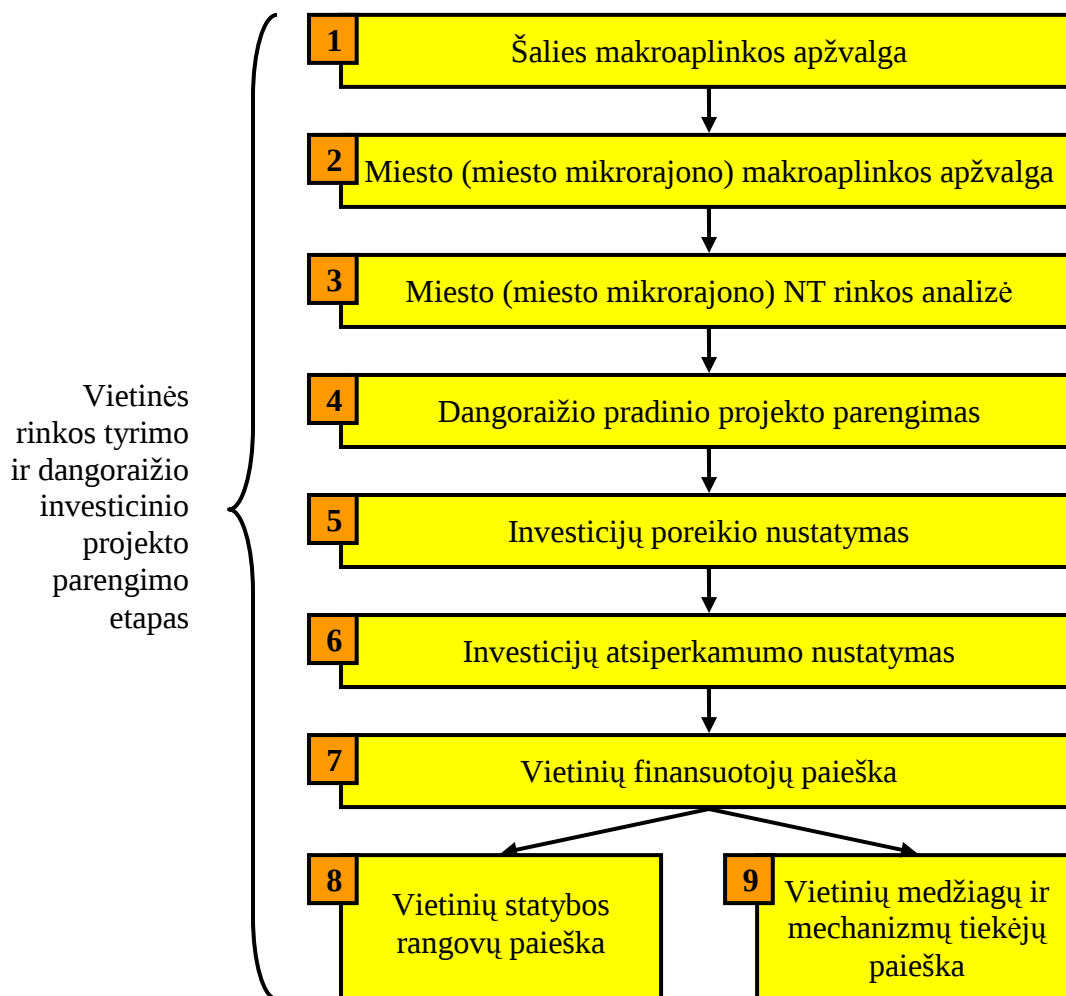
Kaip minėta anksčiau, pirmas žingsnis yra idėjos kilimas statyti dangoraižį vienam asmeniui. Ši idėja gali kilti dėl įvairiausių priežasčių, pavyzdžiui, atradus naują naftos telkinį. Antras žingsnis yra pasiruošimas idėjų generavimui, kai yra samdomi idėjų generavimo metodų konsultantai ir specialistai, suformuluojamos pagrindinės problemos dangoraižio statybai. Trečias žingsnis yra idėjų generavimas asmenų grupėje taikant konkrečius idėjų generavimo metodus vadovaujant moderatoriui. Ketvirtas žingsnis yra idėjų atranka, kurios metu idėjos yra sugrupuojamos pagal panašumą ir nustatoma, kaip jos atitinka organizacines ir technines galimybes. Penktas žingsnis yra idėjų patikrinimas ir analizė, kurio metu idėjos patikrinamos trečiųjų asmenų (specialistų) ir vertinamos balais pagal tam tikrus rodiklius. Šeštasis žingsnis yra idėjų tobulinimas ir naujų kūrimas kituose etapuose, pavyzdžiui, idėjas galima tobulinti projektavimo etape. Septintasis žingsnis yra idėjos įgyvendinimas projektuojant, statant ar eksploatuojant dangoraižį. 36 pav. pateikta schema yra naudojama bendru atveju, todėl gali keistis priklausomai nuo naudojamų idėjų generavimo metodų.

3. 2. Vietinės rinkos tyrimas ir dangoraižio investicinio projekto parengimas

Igyvendinus idėjų generavimo etapą, reikia atlikti vietinės rinkos tyrimą ir parengti dangoraižio investicinį projektą, norint nustatyti, ar yra verta statyti dangoraižį ekonominiu požiūriu. Vietinė rinka yra suprantama kaip tam tikros šalies, jos miestų ir miestų mikrorajonų NT rinka. 37 pav. pavaizduota, kokių nuoseklumu turi būti vykdomas šis etapas.

Sutartiniai ženklai:

1 – žingsnio numeris → – etapo nuoseklumas



37 pav. Vietinės rinkos tyrimo ir dangoraižio investicinio projekto parengimo etapo įgyvendinimo schema (žingsniai)

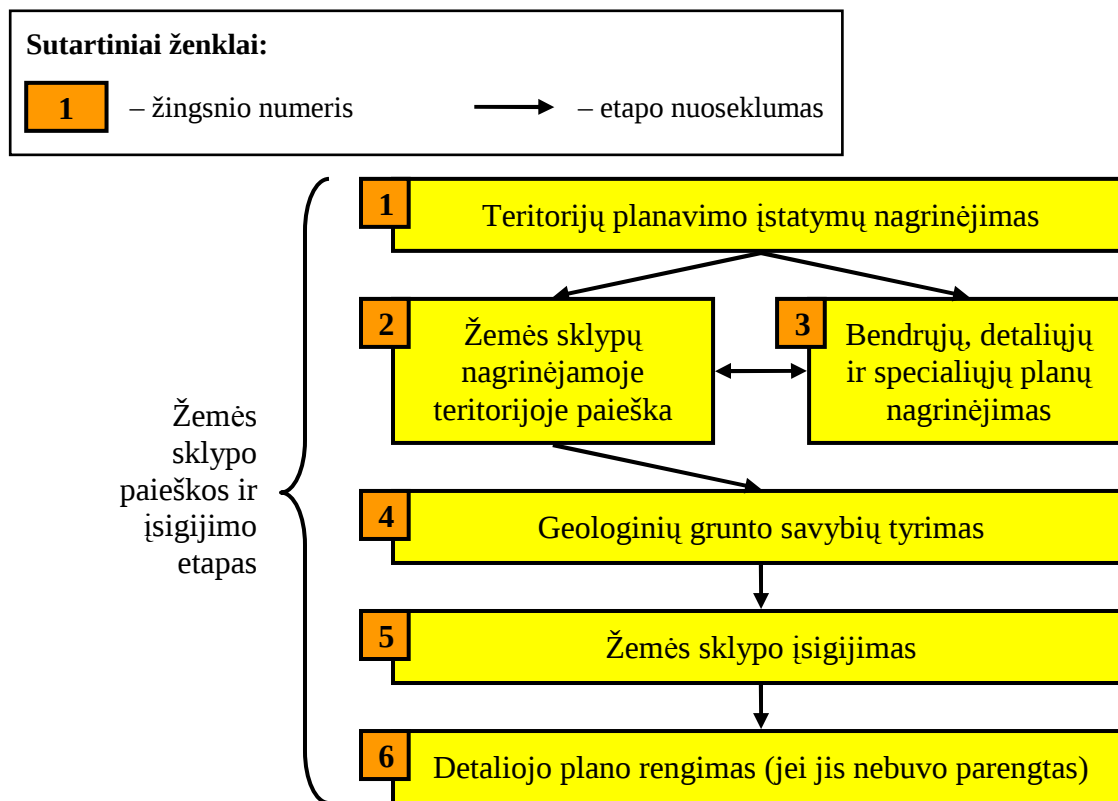
Schemoje pirmas žingsnis yra šalies, kurioje norima statyti dangoraižį, makroaplinkos apžvalga, tai ekonominės, politinės-teisinės (ypač statybos), socialinės-kultūrinės, mokslinės-technologinės ir gamtosauginės aplinkos apžvalga. Antras žingsnis yra šalies miesto ar jo mikrorajono, jei miestas didelis, makroaplinkos apžvalga. Pirmas ir antras etapo žingsniai yra susiję, tačiau antrame žingsnyje yra nagrinėjama mažesnė teritorija su jos ypatumais, pavyzdžiui, apžvelgiami miesto savivaldybės tarybos priimti sprendimai susiję su teritorijų planavimu ar aukštybinių pastatų statyba. Trečias žingsnis yra miesto (miesto mikrorajono) NT rinkos analizė. Šis žingsnis yra vienas

iš svarbiausių, nes yra nustatoma vietinės rinkos NT pasiūla ir paklausa. Analizėje nagrinėjami esami, statomi ir planuojami statyti NT objektai, nustatomos atskirų objektų ir bendrosios vakansijos, jų pokyčiai per pastaruosius metus, šių pokyčių priežastys ir prognozės, skirtingos paskirties NT pardavimo ir nuomos kainos, jų ateities prognozės ir pan. Atlikus NT rinkos analizę, galima priimti vieną iš svarbiausių sprendimų – kokių paskirčių patalpas reikėtų įrengti dangoraižyje, atsižvelgiant į šalies teisinį statybos reglamentavimą. Kaip buvo minėta anksčiau, dangoraižiuose dažniausiai įrengiamos mišrios paskirties patalpos, pavyzdžiui, viename dangoraižyje gali būti įrengti butai, biurai, prekybos centras, sporto klubas ir pan. Ketvirtas žingsnis yra dangoraižio pradinio projekto (projektinių pasiūlymų) parengimas, kuris tampa įmanomas po NT rinkos analizės. Šiame žingsnyje yra detalai aprašomas būsimas dangoraižio projektas ar kelios projekto alternatyvos, analizuojami visi planuojamo įgyvendinti dangoraižio aspektai ir pan. Penktas žingsnis yra investicijų poreikio nustatymas, kurio metu yra skaičiuojamos galimos žemės sklypo įsigijimo, dangoraižio statybos ir statyb vietės išlaidos, pridėtinės išlaidos, pelnas ir rizika bei vietinės valdžios mokesčiai. Šiame žingsnyje yra nustatomas galimų investicijų poreikis. Šeštasis žingsnis yra investicijų atsiperkamumo nustatymas, kurio metu nustatomi planuojami dangoraižio patalpų pardavimai ir nuoma už tam tikrą kainą bei patalpų vakansija. Šio žingsnio metu yra atliekami įvairūs finansiniai skaičiavimai, nustatomas dangoraižio atsipirkimo laikas metais ir pan. Ketvirtas, penktas ir šeštasis žingsnis sudaro dangoraižio investicinį projektą, parengus šį projektą iškyla poreikis ieškoti vietinių finansuotojų, kurie būtų pajėgūs ir norėtų tapti dangoraižio projekto finansuotojais, tai gali būti šalies fiziniai ir juridiniai asmenys, bankai, kredito įstaigos ir pan. Didelės apimties dangoraižių projektus dažnai iš dalies finansuoja valstybės ir vietinės valdžios institucijos, todėl būtina nustatyti galimą finansavimą iš šių šaltinių. Be vietinių investuotojų, gali būti ieškoma ir užsienio investuotojų. Aštuntasis žingsnis yra statybos rangovų paieška, tai svarbus žingsnis, kurio metu nustatomos šalies statybos bendrovių pasirengimas įgyvendinti stambų projektą. Yra vertinamas ne tik įmonių finansinis pajėgumas, bet ir jų kompetencija, patirtis statant panašius objektus, įdiegti standartai, įmonės gamybos bazė, personalo kvalifikacija, jo kiekis ir t. t. Devintasis nagrinėjamo etapo žingsnis, lygiagretus aštuntam, yra vietinių medžiagų ir mechanizmų tiekėjų paieška, kai yra žinomos svarbiausios reikalingos statybinės medžiagos, jų kiekiai ir mechanizmai. Aštunto ir devinto žingsnio paskirtis yra ne tik įvertinti vietinės rinkos statybos sektoriaus pajėgumus, bet ir stengtis sutaupyti kuo didesnę dalį finansinių investicijų, patikslinant darbo, medžiagų ir mechanizmų rinkos kainas.

Norint sėkmingai įgyvendinti vietinės rinkos tyrimo ir dangoraižio investicinio projekto parengimo etapą būtina samdyti ekonomikos srities specialistus, kurie atliktų apžvalgas, analizes, parengtų investicinį projektą ir pan. Šis etapas yra paremtas teoriniais skaičiavimais, todėl praktikoje yra galimi tam tikri nukrypimai, o nuo šio etapo skaičiavimo tikslumo priklauso viso dangoraižio projekto įgyvendinimo sėkmė ir ekonominis naudingumas.

3. 3. Žemės sklypo paieška ir įsigijimas

Rengiant dangoraižio investicinį projektą yra nustatoma galima žemės sklypo kaina, tačiau tinkamo žemės sklypo paieška ir įsigijimas yra vykdomas kitame etape. Tinkamas žemės sklypas – tai žemės sklypas, esantis nagrinėjamoje teritorijoje, kuriame galima statyti norimą dangoraižį. 38 pav. pateikiama, koku nuoseklumu turi būti įgyvendinamas žemės sklypo paieškos ir įsigijimo etapas.



38 pav. Žemės sklypo paieškos ir įsigijimo etapo įgyvendinimo schema (žingsniai)

Įgyvendinant šį etapą, pirmas žingsnis yra šalies ir miesto, kuriame planuojama statyti dangoraižį, detalesnis teisės aktų, reglamentuojančių teritorijų planavimą, nagrinėjimas.

Lietuvoje teritorijų planavimą reglamentuoja:

1. LR teritorijų planavimo įstatymas.
2. Bendrųjų planų rengimo taisyklės.
3. Specialiųjų planų rengimo taisyklės.
4. Detaliųjų planų rengimo taisyklės.
5. Visuomenės dalyvavimo teritorijų planavimo procese nuostatai.
6. Žemės sklypų pagrindinės tikslinės žemės naudojimo paskirties būdų ir pobūdžių specifikacija.
7. Kiti teisės aktai.

Antras ir trečias etapo žingsniai yra lygiagretūs, kurių metu yra ieškomas konkretus žemės sklypas nagrinėjamoje teritorijoje ir analizuojami tos teritorijos bendrieji, detalieji ir specialieji planai, norint nustatyti, kokių parametrų dangoraižius galima statyti, jei apskritai juos galima statyti.

Bendrajį teritorijų planavimą organizuoja valstybinės institucijos, kurios parengia valstybės teritorijos, apskrities teritorijos, savivaldybės teritorijos ar kito administracinio valstybės suskirstymo bendrąjį planą. Bendrąjį planą sudaro ne tik brėžiniai, bet ir aiškinamieji raštai, poveikio aplinkai vertinimo ataskaitos ir kiti dokumentai. Specialųjį teritorijų planavimą gali organizuoti ne tik valstybinės institucijos, bet ir fiziniai ar juridiniai asmenys. Specialiojo teritorijų planavimo dokumentų yra įvairių, tačiau statant dangoraižius yra svarbūs tik susiję su aukštybiniais pastatais – aukštybinių pastatų išdėstymo planas, apribojimų aukštybiniams pastatams statyti planas ir pan. Aukštybinių pastatų išdėstymo planas nėra rengiamas, jei tokių pastatų statyba nenumatoma, taigi, specialusis teritorijos planas yra labai svarbus dokumentas statant dangoraižius, nes jame yra nurodytos teritorijos, kuriose galima statyti tokius pastatus. Kartais specialusis teritorijos planas gali būti nerengiamas, jei visa reikiama informacija pateikiama bendrajame teritorijos plane. Detalųjį teritorijų planavimą organizuoja savivaldybės, kurios šias teises ir pareigas gali perduoti žemės sklypo valdytojui ar naudotojui. Norint pastatyti dangoraižį yra rengiamas konkretaus žemės sklypo detalusis planas, kuriame yra nustatomas teritorijos (žemės sklypo) tvarkymo ir naudojimo režimas: žemės sklypo naudojimo būdas ir pobūdis, leistinas užstatymo tankumas ir intensyvumas, statinių statybos zona, statybos riba ar linija, žemės sklypo inžinerinio aprūpinimo būdai ir komunikaciniai koridoriai, susisiekimo sistema, servitutai. Suradus tinkamą žemės sklypą, ketvirtas žingsnis yra geologinių grunto savybių tyrimas. Šis žingsnis yra labai svarbus, nes statant dangoraižius gruntus veikia didelės apkrovos. Prieš įsigyjant žemės sklypą, reikia atlikti išsamius geologinius grunto tyrimus, kurie padėtų nustatyti, ar gruntai atlaikys pamatų sukeliamas reakcijas. Statyti dangoraižius galima ir ant silpnų viršutinių gruntų, tačiau tuomet dangoraižio pamatai turi būti įgilinti iki tvirto grunto, kuris gali būti kelių šimtų metrų gylyje. Tokiu atveju dangoraižio statybos kaina labai išauga, todėl gali tekti ieškoti kito žemės sklypo. Penktas žingsnis yra žemės sklypo įsigijimas. Šis žingsnis yra svarbus tuo, kad nuo šio momento prasideda stambios investicijos į dangoraižio statybą. Būtina išnagrinėti šalies, kurioje bus statomas dangoraižis, žemės sklypų įsigijimo tvarką ir nuoseklumą. Daugelyje šalių NT įsigijimui yra taikomas griežtesnis pirkimo-pardavimo procesas nei įsigyjant kilnojamąjį turtą, sudarant pirkimo-pardavimo sutartis jos privalo būti notariškai patvirtintos, be to reikia sumokėti atitinkamus mokesčius notarui bei gali tekti sumokėti mokesčius valstybės ir savivaldybės biudžetui. Žemės sklypas gali būti įsigijamas ne tik nuosavybės, bet ir nuomos teisėmis. Įsigijus žemės sklypą, šeštasis žingsnis yra detaliojo plano rengimas, jei jis nebuvo parengtas anksčiau. Norint parengti detalųjį planą, reikia iš vietos savivaldos institucijų gauti planavimo sąlygų sąvadą ir atlikti kitas teritorijų planavimo procedūras.

Pateiktas žemės sklypo paieškos ir įsigijimo etapas yra aprašytas remiantis Lietuvoje galiojančia teisine sistema, todėl statant dangoraižį kitoje šalyje teritorijų planavimas gali būti kitaip reglamentuojamas. Pateikta šio etapo įgyvendinimo schema skirtingose šalyse gali būti kitokia.

3. 4. Dangoraižio projektavimas

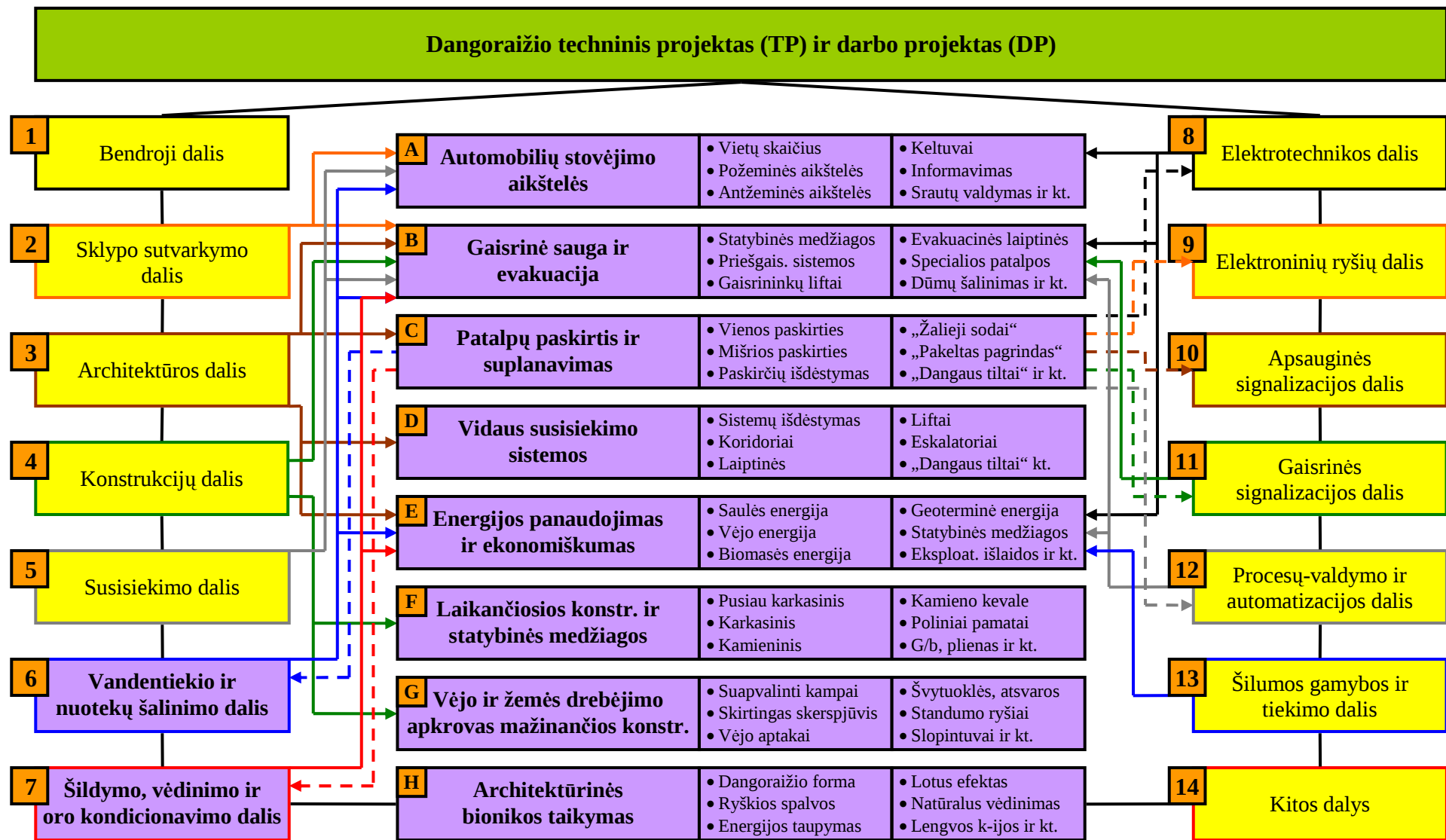
Įsigijus žemės sklypą ir parengus detalų žemės sklypo planą, pradedami dangoraižio projektavimo darbai. Kaip minėta anksčiau, tai pats sudėtingiausias ir reikšmingiausias dangoraižio įgyvendinimo etapas, nes šiame etape yra priimami svarbūs sprendimai, kurie padeda sukurti ilgą, ergonomišką, komfortabilų, saugų, ekonomišką ir derantį su gamta dangoraižį.

Prieš pradedant dangoraižio projektavimo darbus, būtina gauti projektavimo sąlygų sąvadą, kurį išduoda vietinės savivaldos institucijos, joms pateikus statinio, žemės sklypo nuosavybės ir kitus duomenis. Projektavimo sąlygų sąvade yra nurodomos inžinerinių tinklų (vandentiekio, nuotekų, šilumos, elektros, elektroninių ryšių) ir susisiekimo komunikacijų (gatvių) prisijungimo vietos, taip pat gali būti nurodyti kiti reikalavimai, jei žemės sklypas yra nekilnojamojo kultūros paveldo apsaugos zonoje, saugomoje teritorijoje ir pan.

Dangoraižiai yra projektuojami rangos ar projektavimo valdymo būdu, nes projektavimo darbai yra didelės apimties. Paprastai statytojas projektuotojui pateikia detalų žemės sklypo planą, nuosavybės ar kitokią teisę į žemės sklypą patvirtinančius dokumentus, pradinį projektą (projektinius pasiūlymus), statinio projektavimo sąlygų sąvadą, statinio projektavimo užduotį, žemės sklypo statybinių tyrinėjimų dokumentus. Gavęs šiuos dokumentus projektuotojas pradeda dangoraižio projektavimo darbus. Kadangi projektavimo darbai yra didelės apimties, todėl jie yra vykdomi dviem etapais: techninio projekto (toliau – TP) rengimas ir darbo projekto (toliau – DP) rengimas. Skirtingas TP ir DP dalis rengia atestuoti tos dalies projektuotojai, pavyzdžiui, architektūros dalį rengia architektas, o konstrukcijų dalį – konstruktorius-projektuotojas. Viso projekto rengimui vadovauja kvalifikuotas projekto vadovas. TP sudėtis, apimtis ir detalumas turi būti pakankamas dangoraižio sumanymui suprasti, projekto ekspertizei atlikti, dangoraižio skaičiuojamajai kainai nustatyti, statinio statybos rangovui parinkti, statybos leidimui gauti ir DP parengti. Statytojas, prieš pradėdamas projektuoti visuomenei svarbų statinį (šiuo atveju dangoraižį), privalo apie tai informuoti visuomenę.

Baigiamojo magistro darbo metodinėje dalyje buvo akcentuoti tie dangoraižių statybos technologijos ypatumai, kurie dangoraižį išskiria iš žemesnių pastatų, todėl projektuojant dangoraižį būtina atsižvelgti į šiuos ypatumus ir samdyti tik aukštos kvalifikacijos projektuotojus, turinčius panašių pastatų projektavimo patirties, be to reikia nuolat konsultuotis su tam tikrų sričių specialistais, pavyzdžiui, stiklinių fasadų gamintojais bei atlikti įvairius bandymus projektavimo metu, priešingu atveju, padarytų klaidų dangoraižio projektavimo metu taisymas gali labai brangiai kainuoti ir padaryti dangoraižio projektą nuostolingą.

39 pav. pateikiama, dangoraižio TP ir DP rengimas, atsižvelgiant į dangoraižių statybos technologijos ypatumus.



39 pav. Dangoraižio projektavimo etapo įgyvendinimo schema (žingsniai)

39 pav. pateiktos schemos **sutartiniai ženklai**:

	– TP ir DP dalies (žingsnio) numeris
	– TP ir DP dalys
	– svarbiausios TP ir DP dalys, dalių svarbiausia sudėtis
	– tiesioginė priklausomybė
	– atvirkštinė priklausomybė

Dangoraižio projektą sudaro šios dalys:

1. Bendroji dalis. Šioje dalyje yra pateikiamas projekto dokumentų žiniaraštis, bendrieji dangoraižio rodikliai, bendrasis aiškinamasis raštas, bendroji techninė specifikacija, atliktų pritarimų ir suderinimų sąrašas, pagrindiniai brėžiniai, priedai. Nagrinėjant kelis dangoraižių variantus, bendrojoje dalyje atliekama jų analizė, pateikiamos išvados ir pasirenkamas racionaliausias variantas.
2. Sklypo sutvarkymo (sklypo plano) dalis. Šioje dalyje pateikiami žemės sklypo reljefo formavimo, inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų tiesimo, automobilių stovėjimo aikštelių įrengimo ir jų vietų skaičiaus, kitų aikštelių įrengimo ir teritorijos sutvarkymo projektiniai sprendiniai, numatomos gaisrinių mašinų įvažiavimo į sklypą vietos ir kita.
3. Architektūros dalis. Šioje dalyje nurodomi patalpų funkcinio ryšio ir zonavimo, pagrindinių įėjimų, praėjimų, vestibulių, laiptinių išdėstymo, žmonių evakuacijos kelių sprendiniai, galimybė gelbėti žmones kitomis priemonėmis, gaisrinės saugos reikalavimų įgyvendinimo sprendiniai, aitvarų šilumos perdavimo koeficientai, reikalavimai apdailos darbams, pateikiami aukštų planai, patalpų išdėstymas, durų, vartų ir langų eksplikacijos, architektūriniai pjūviai, fasadai ir kita.
4. Konstrukcijų dalis. Šioje dalyje pateikiamos dangoraižio skaičiuojamosios schemos, apkrovos, pamatų tipas, laikančiosios konstrukcijos, jų tipai (surenkamos, monolitinės), vėjo ir žemės drebėjimo apkrovos mažinančios konstrukcijos, konstrukcijų apsauga nuo gaisro ir korozijos, reikalavimai statybos produktams (gaminiams ir medžiagoms), dangoraižio išorinių ir vidinių aitvarų garso izoliavimo rodikliai, planai, pjūviai, detalės, išklotinės ir kita.
5. Susisiekimo dalis. Šią dalį sudaro privažiuojamų kelių iki žemės sklypo ir žemės sklypo vidaus transporto, aikštelių ir kitų susisiekimo komunikacijų įrengimo projektiniai sprendiniai, pateikiamos kelio juostų, sankasų, pagrindų ir dangų charakteristikos, kelių ženklavimas, atliekami transporto srautų, eismo intensyvumo, automobilių stovėjimo aikštelių plotų skaičiavimai ir kita.
6. Vandentiekio ir nuotekų šalinimo dalis. Šią dalį sudaro vandens (geriamojo, gamybinio, gaisrinio) ėmimo ir ruošimo, nuotekų (lietaus, buitinių, gamybinių, drenažo) valymo technologinio proceso, vandentiekio ir nuotekų šalinimo tinklų ir sistemų už sklypo ribų, sklype ir dangoraižyje projektiniai sprendimai su techniniais rodikliais, vandens ir nuotekų kiekių skaičiavimai ir kita.

7. Šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo dalis. Šią dalį sudaro dangoraižio šildymo, vėdinimo, oro kondicionavimo, užteršto oro valymo sistemų projektiniai sprendiniai, pateikiami šildymo sistemos ir šilumos įvado, natūralaus ir mechaninio vėdinimo sistemų techniniai duomenys, specifinių patalpų vėdinimo ir dūmų šalinimo, oro valymo atliekų utilizavimo būdai, triukšmo mažinimo priemonės, šilumos nuostoliai ir kita.

8. Elektrotechnikos dalis. Šią dalį sudaro elektros energijos tiekimo, transformavimo, paskirstymo, galios įrenginių, elektros pavarų virš 1 kV valdymo, sklypo ir patalpų apšvietimo (darbinio, budinčio, evakuacinio), įžeminimo, žaibosaugos, tinklų, elektros energijos sistemų ir elektros skydų išdėstymo projektiniai sprendiniai, transformatorinių ir generatorių techniniai rodikliai ir kita.

9. Elektroninių ryšių (telekomunikacijų) dalis. Šią dalį sudaro telefoninio (laidinio, optinio, elektroninio) ryšio, radijo (garso priėmimo ir perdavimo, įgarsinimo) ryšio, televizijos (vaizdo priėmimo, perdavimo, stebėjimo, įrašymo), kompiuterizacijos, tekstinės, garso ir vaizdo šviesinės elektroninės informacijos bei reklamos sistemų, įrenginių ir tinklų projektiniai sprendiniai ir kita.

10. Apsauginės signalizacijos dalis. Šią dalį sudaro žemės sklypo, dangoraižio (patalpų) apsaugos nuo įsibrovimo, įeigos kontrolės, vaizdo stebėjimo ir registravimo (įrašymo), signalizavimo, informacijos apie nesankcionuotą įėjimą duomenų perdavimo saugos tarnyboms perdavimo sistemų projektiniai sprendiniai, šioje dalyje parenkami signalizacijos įrenginiai, aparatūra ir kita.

11. Gaisrinės signalizacijos dalis. Šią dalį sudaro dangoraižio (patalpų) gaisro aptikimo, įspėjimo apie gaisrą elektroninės ir garsinės signalizacijos duomenų perdavimo gaisrinės saugos tarnyboms, darbuotojams ir lankytojams sistemų projektiniai sprendiniai, šioje dalyje parenkami signalizacijos įrenginiai, aparatūra, nustatomi reikalavimai statybos (montavimo) darbams ir statybos produktams, numatomas papildomų tyrimų atlikimas ir kita.

12. Procesų-valdymo ir automatizacijos dalis. Šią dalį sudaro elektros energijos tiekimo įrenginių, teleinformatikos ir televaldymo, elektros pavarų iki 0,4 kV valdymo, technologinio proceso bei dangoraižio inžinerinių sistemų ir įrenginių valdymo ir automatizavimo projektiniai sprendiniai ir kita.

13. Šilumos gamybos ir tiekimo dalis. Šią dalį sudaro šilumos (karšto vandens, šilumos punktu), suspausto oro (kompresorinių), šalčio (šaldytuvų, šaldymo kompresorinių) gamybos ir transformavimo technologinio proceso, šilumos, šalčio skysčio tiekimo tinklų už žemės sklypo ribų, žemės sklype ir dangoraižyje, taip pat šių tinklų darbui reikalingų statinių projektiniai sprendiniai ir kita.

14. Kitos dalys. Tai technologijos, dujifikavimo, aplinkos apsaugos ir galimos kitos dalys, atsižvelgiant į projektuojamo dangoraižio specifiką. Šios dalys yra rengiamos, jei yra poreikis, pavyzdžiui, dujifikavimo dalis yra rengiama, jei dangoraižyje yra numatoma naudoti dujas. Į TP sudėtį dar įeina pasirengimo statybai ir statybos darbų organizavimo, statybos skaičiuojamosios kainos nustatymo, ekonominė ir sąnaudų kiekių žiniaraščių dalys.

Sąvoka „dangoraižio projektas“ reiškia dangoraižio TP ir DP dokumentų visumą. TP – tai dangoraižio projekto pirmasis ir pagrindinis etapas, kurio sprendiniai yra detalizuojami DP. TP yra rengiamas kaip vientisas dokumentas, visos TP dalys yra rengiamos lygiagrečiai ir perduodamos statytojui parengus visas dalis. TP nustatomi projektuojamo dangoraižio esminiai, funkciniai, architektūros, techniniai, ekonominiai, kokybės reikalavimai bei kiti dangoraižio rodikliai ir charakteristikos. DP – tai dangoraižio projekto antrasis etapas, TP tęsia, kuriame detalizuojami TP sprendiniai ir pagal kurį vykdomi statybos darbai. DP gali būti rengiamas atskiromis dalimis, iš anksto parengus sprendinius, būtinus dangoraižio statybai pradėti, o kitus – statybos metu.

39 pav. pateiktoje schemoje išskiriama 13 pagrindinių TP ir DP dalių, kurios yra reikalingos rengiant dangoraižio projektą. Dvi iš šių dalių yra išskirtos kaip labai svarbios, nes jose sprendžiamos dangoraižiams būdingos problemos (žr. 2 lentelė).

2 lentelė. Svarbiausių dangoraižio TP ir DP dalių pagrindinės problemos ir jų sprendimo būdai

Eil. Nr.	TP ir DP dalys	Pagrindinės problemos	Sprendimo būdai
1.	Vandentiekio ir nuotekų šalinimo	• Reikalingo slėgio praradimas vertikaliame vandentiekio stovė	• Vandens perpumpavimo stočių įrengimas techniniuose aukštuose • Vandens rezervuaro ant stogo įrengimas
		• Įvykus vandentiekio ar nuotekų šalinimo sistemos avarijai, patiriama didelė žala	• Vandentiekio ir nuotekų šalinimo sistemų dalinimas į atskiras zonas
		• Vandentiekio ir nuotekų šalinimo sistemų pažeidimas dėl dangoraižio svyravimų	• Vandentiekio ir nuotekų šalinimo sistemų vamzdžių tvirtinimas lanksčiomis jungtimis
2.	Šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo	• Lauko oro temperatūros skirtumas dangoraižio apatinėje ir viršutinėje dalyje	• Skirtingų šildymo prietaisų parinkimas dangoraižio apatinėje ir viršutinėje dalyje • Lauko oro temperatūros kontrolės sistemos įdiegimas
		• Tarpinės (buferinės) šiluminės zonos nebuvimas	• Galingesnių šildymo prietaisų parinkimas
		• Stikliniai gerai laidūs šilumai fasadai	• Galingesnių šildymo prietaisų parinkimas • Oro užuolaidų įrengimas
		• Reikalingo slėgio praradimas šildymo sistemoje	• Šilumnešio perpumpavimo stočių įrengimas techniniuose aukštuose
		• Karštis dangoraižio patalpose	• Oro kondicionierių įrengimas • Specialių dvisluoksnių stiklinių fasadų įrengimas
		• Per maža oro kaita patalpose	• „Kvėpuojančio dvigubo fasado“ sistemos įrengimas • Dangoraižio natūralios vėdinimo sistemos dalinimas į atskiras zonas • Oro kondicionierių, rekuperatorių įrengimas

Taip pat 39 pav. yra išskirti 8 dangoraižių statybos technologijos ypatumai su savo problematika (žr. 3 lentelė), kurie įeina į atskiras dangoraižio TP ir DP dalis ir yra suprantami kaip atskirų dalių sudėtis.

3 lentelė. Dangoraižio TP ir DP dalių svarbiausios sudėties pagrindinės problemos ir jų sprendimo būdai

Eil. Nr.	TP ir DP dalių svarbiausia sudėtis	Pagrindinės problemos	Sprendimo būdai
A.	Automobilių stovėjimo aikštelės	Automobilių stovėjimo aikštelių trūkumas	Požeminių ar antžeminių automobilių stovėjimo aikštelių įrengimas
		Vietos trūkumas automobilių stovėjimo aikštelių įrengimui	- Požeminių automobilių stovėjimo aikštelių įrengimas - Automobilių stovėjimo aikštelių įrengimas pirmuose dangoraižio aukštuose - Automobilių stovėjimo aikštelių įrengimas šalia esančiuose žemės sklypuose (jei yra galimybė) - Šalia esančių žemės sklypų automobilių stovėjimo aikštelių nuoma (jei yra galimybė) - Automobilių keltuvų naudojimas
		Automobilių spūstys automobilių stovėjimo aikštelėse	- Vairuotojų informavimo gerinimas apie dangoraižio automobilių stovėjimo aikšteles - Automobilių stovėjimo aikštelių srautų reguliavimo sistemos įdiegimas
		Automobilių spūstys šalia dangoraižio	- Automobilių stovėjimo aikštelių apmokestinimas - Leidimų naudotis automobilių stovėjimo aikštele išdavimas darbuotojams - Kelionpinigių skyrimas darbuotojams, kurie keliauja viešuoju transportu - Naudojimosi dviračiais ir motociklais skatinimas - Gatvių platinimas - Šviesoforų įrengimas
B.	Gaisrinė sauga ir evakuacija	Galima dangoraižio griūtis dėl gaisro	- Ugniai atsparių statybinių medžiagų naudojimas - Priešgaisrinės sistemos įrengimas
		Ilgą evakuacijos trukmė	- Gaisrininkų liftų įrengimas - Evakuacinių laiptinių įrengimas - Dūmų šalinimas iš koridorių ir laiptinių - Avarinio apšvietimo naudojimas koridoriuose ir laiptinėse - Parašiutų naudojimas - Specialių, apsaugotų nuo gaisro, patalpų įrengimas

Eil. Nr.	TP ir DP dalių svarbiausia sudėtis	Pagrindinės problemos	Sprendimo būdai
C.	Patalpų paskirtis ir suplanavimas	Mažas dangoraižio patrauklumas	- Mišrios paskirties dangoraižio statymas (butų, biurų, prekybos centro, sporto klubo, restorano, kazino, vaikų darželio, bažnyčios ar kt. paskirties patalpų įrengimas) - Erdvių vestibulių įrengimas - Observatorijos (apžvalgos aikštelės) viršutiniuose dangoraižio aukštuose įrengimas „Žaliųjų sodų“ įrengimas - Patalpų paskirčių teisingas išdėstymas
		Ilga susisiekimo trukmė tarp atskirų dangoraižių	Pėsčiųjų perėjų („dangaus tiltų“) įrengimas
		Pėsčiųjų ir automobilių judėjimo zonų kirtimasis	„Pakelto pagrindo“ įrengimas
		Naudingojo ploto praradimas dėl laikančiųjų konstrukcijų, šachtų ir techninių aukštų	Liftų šachtų iškėlimas iš dangoraižio vidaus ar pan.
D.	Vidaus susisiekimo sistemos	Naudingojo ploto praradimas dėl vidaus susisiekimo sistemų išdėstymo	Racionalus vidaus susisiekimo sistemų (koridorių, laiptinių, liftų) išdėstymas naudojant erdvės sintaksės, ERAM ar kt. metodus
		Sudėtinga orientacija dangoraižyje	Racionalus vidaus susisiekimo sistemų (koridorių, laiptinių, liftų) išdėstymas naudojant erdvės sintaksės, ERAM ar kt. metodus
		Ilga susisiekimo trukmė dangoraižio viduje	- Liftų skaičiaus didinimas - Tinkamos liftų sistemos parinkimas - Liftų kontrolės sistemų įdiegimas
E.	Energijos panaudojimas ir ekonomiškumas	Ilga susisiekimo trukmė su mieste esančiomis strategiškai svarbiomis vietomis	Dangoraižio statymas strategiškai patogioje vietoje miesto atžvilgiu
		Didelės dangoraižio energijos išlaidos	- Saulės šviesos panaudojimas - Tinkamo fasado parinkimas - Saulės energijos panaudojimas - Vėjo energijos panaudojimas - Kombinuotos šildymo ir elektros energijos technologijos panaudojimas - Kuro elementų panaudojimas - Biomasės energijos panaudojimas - Geoterminės energijos panaudojimas - Eksplotacinių išlaidų taupymas (taupių liftų, lietaus vandens panaudojimo sistemų ar kt. įrengimas)
		Didelės dangoraižio statybos išlaidos	Statybinių medžiagų kiekio optimizavimas

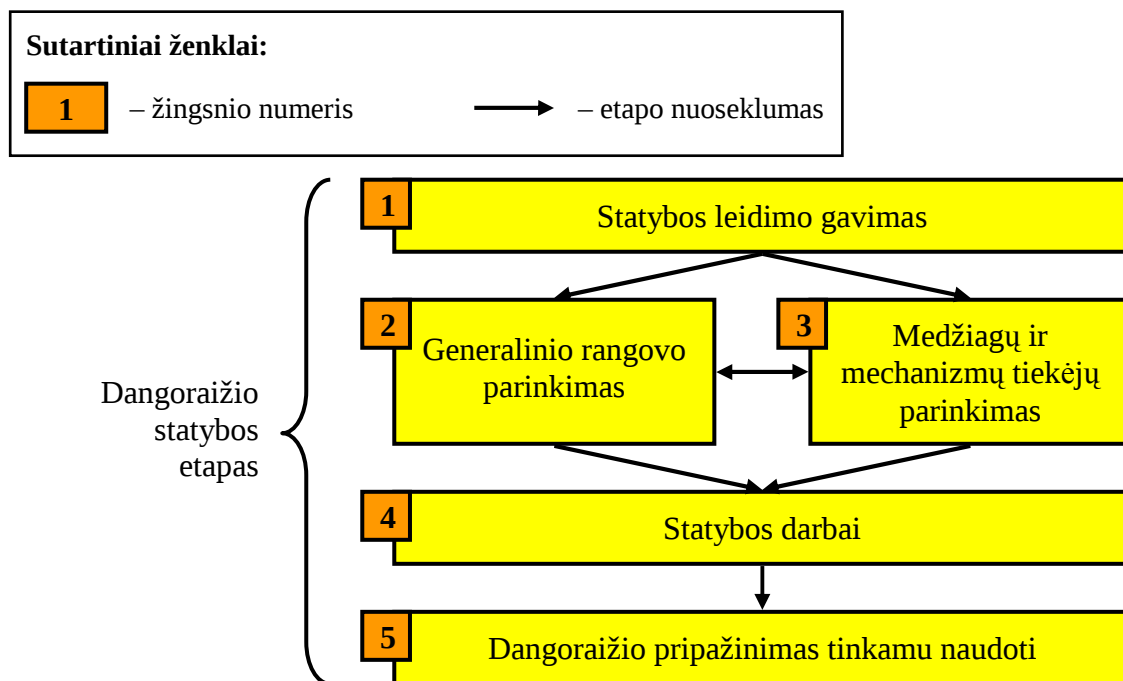
Eil. Nr.	TP ir DP dalių svarbiausia sudėtis	Pagrindinės problemos	Sprendimo būdai
F.	Laikančiosios konstrukcijos ir statybinės medžiagos	• Didelės dangoraižio apkrovos	• Pusiau karkasinės, karkasinės, kamieninės, kamieno kevale, stambiaploktės ar kt. konstrukcinės schemos parinkimas
		• Didelės pamatų apkrovos	• Pamatų įgilinimas iki tvirto grunto • Polinių pamatų įrengimas
		• Statybinių medžiagų parinkimas laikančiosioms konstrukcijoms	• Gelžbetonio ir specialių betono mišinių naudojimas • Plieno naudojimas
G.	Vėjo ir žemės drebėjimo apkrovos mažinančios konstrukcijos	• Dangoraižio svyravimas ir galima griūtis dėl vėjo poveikio	• Dangoraižio formos modeliavimas vėjo tuneliuose • Dangoraižio kampų suapvalinimas • Kūgio formos naudojimas • Skirtingo skerspjuvio naudojimas • Vėjo aptakų įrengimas • Angų įrengimas • Standumo ryšių įrengimas • Švytuoklių įrengimas • Atsvarų įrengimas
		• Galima dangoraižio griūtis dėl žemės drebėjimo poveikio	• Standumo („kirpimo“) sienų įrengimas • Standumo ryšių įrengimas • Standaus („momento“) karkaso įrengimas • Diafragmų, specialių sijų ir kt. įrengimas • Švytuoklių įrengimas • Atsvarų įrengimas • Slopintuvų (amortizatorių) įrengimas
H.	Architektūrinės bionikos taikymas	• Dangoraižio nesuderinamumas su jį supančia aplinka	• Dangoraižio formos derinimas prie jį supančios aplinkos • Ryškių spalvų naudojimas • Energijos taupymo sistemos įdiegimas
		• Dangoraižio fasado valymo sudėtingumas	• Statybinių medžiagų su Lotus (savaiminio nusivalymo) efektu naudojimas
		• Dangoraižio griovimo sudėtingumas	• Lengvų konstrukcijų naudojimas • Greitai demontuojamų konstrukcijų naudojimas

39 pav. išvardintų dangoraižių statybos technologijos ypatumų priklausomybė su atskiromis TP ir DP dalimis schemeje yra pavaizduota rodyklėmis.

Statytojas projektavimo darbams samdo projektuotojus atrinkdamas juos pagal konkursą. Projektuotojo parinkimas yra toks pat svarbus žingsnis, kaip ir generalinio rangovo parinkimas. Parenkus dangoraižio projektą, jis yra patvirtinamas ir pasirašomas.

3. 5. Dangoraižio statyba

Parengus dangoraižio TP ir pradėjus rengti DP, galima pradėti vykdyti dangoraižio statybos darbus. 40 pav. pateikiama, koku nuoseklumu turi būti įgyvendinamas dangoraižio statybos etapas.



40 pav. Dangoraižio statybos etapo įgyvendinimo schema (žingsniai)

Kadangi dangoraižio statybos darbai yra didelės apimties, todėl jie yra vykdomi rangos arba statinio statybos valdymo būdu. Pirmas žingsnis statybos etape yra statybos leidimo gavimas, šį leidimą išduota valstybinės institucijos, pateikus joms nustatytos formos prašymą, žemės sklypo nuosavybės ar kitą valdymo ir naudojimo teisę patvirtinančius dokumentus, parengtą dangoraižio projektą ir kitus dokumentus. Valstybės institucijos per nustatytą terminą išduoda statybos leidimą arba priima sprendimą neišduoti statybos leidimo, nurodant konkrečias statybos leidimo neišdavimo priežastis. Antras ir trečias etapo žingsniai yra lygiagretūs, kai yra pasirenkamas dangoraižio statybos generalinis rangovas bei pagrindinių medžiagų ir mechanizmų tiekėjai. Vietinių statybos rangovų, medžiagų ir mechanizmų tiekėjų paieška, neparengus dangoraižio projekto, yra vykdoma dar vietinės rinkos tyrimo ir investicinio projekto parengimo etape. Statybos etape, jau turint dangoraižio projektą, yra galutinai pasirenkamas generalinis rangovas, pagrindinių medžiagų ir mechanizmų tiekėjai bei pasirašomos sutartys su jais. Neradus tinkamo rangovo, medžiagų ar mechanizmų tiekėjų šalyje, kurioje statomas dangoraižis, jie gali būti ieškomi kitose šalyse. Generalinio rangovo parinkimas yra vienas iš svarbiausių statybos etapo žingsnių, nuo kurio priklauso dangoraižio projekto įgyvendinimo sėkmė, todėl generalinio rangovo parinkimui būtina surengti konkursą, kurio metu būtų atsižvelgiama ne tik į generalinio rangovo pasiūlytą statybos kainą, bet ir į jo kompetenciją, patirtį, įdiegtus standartus, personalo kvalifikaciją, finansinę būklę, turimą vardą rinkoje ir t. t. Smulkesniems darbams vykdyti generalinis rangovas statybos metu samdo subrangovus, už kuriuos

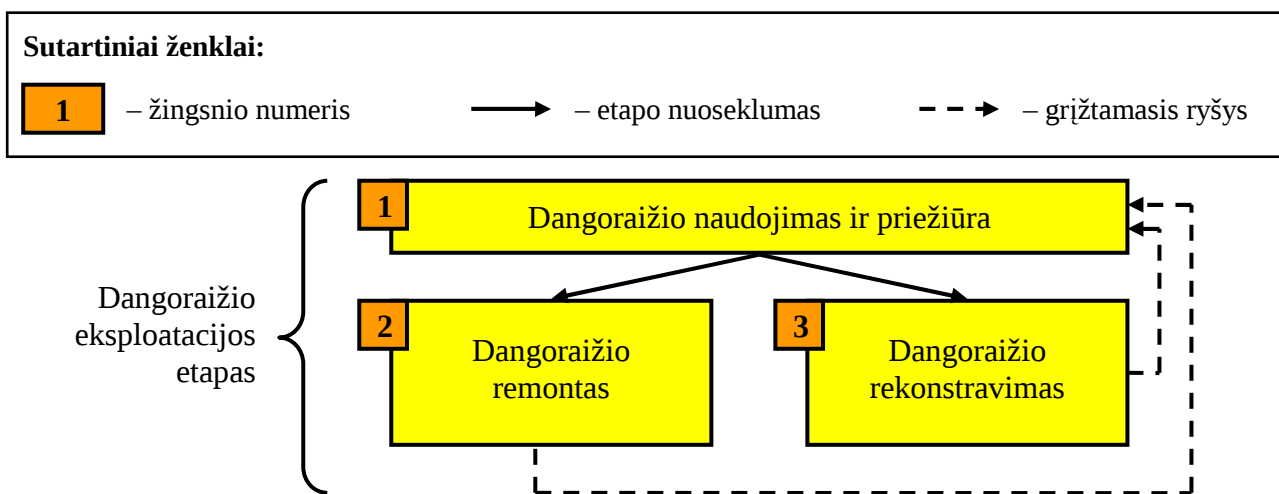
jis yra atsakingas arba statytojas dangoraižio statybos darbus gali vykdyti parinkdamas kelis rangovus atskiriems statybos darbams, pavyzdžiui, bendrastatybiniais ir specialiesiems darbams. Taip pat pagrindines statybines medžiagas ir mechanizmus statytojas gali tiekti rangovui pats arba nurodyti, kokias medžiagas ir mechanizmus privaloma naudoti statant dangoraižį. Ketvirtas žingsnis statybos etape yra statybos darbai, kuris prasideda rangovui pradėjus vykdyti bet kuriuos statybos darbus (paprastai žemės darbus). Prieš pradėdamas vykdyti statybos darbus generalinis rangovas su statytoju pasirašo statybvietės perdavimo-priėmimo aktą. Nuo šio momento visa statybos darbų rizika pereina generaliniam rangovui. Taip pat prieš pradėdamas statybos darbus generalinis rangovas parengia dangoraižio statybos darbų technologijos projektą. Šis projektas yra labai svarbus, nes ateityje nuo jo priklausys statybos darbų atlikimo greitis, statybos darbų sauga ir pan. Statybos darbų technologijos projektas yra techninis dokumentas, kuriame nustatomi konkretūs statinio statybos, kaip technologijos proceso, reikalavimai, nurodomi statinio projekto įgyvendinimo būdai ir metodai ir numatomi konkretūs sprendiniai bei priemonės, užtikrinančios darbuotojų saugą ir sveikatą. Bendruoju atveju statybos darbų technologijos projektą sudaro aiškinamasis raštas, statybos situacijos schema, statybvietės planas, dangoraižio vertikaliojo pjūvio su pastatytais kėlimo kranais schema, statybos darbų atlikimo kalendorinis grafikas ir statybos darbų technologinės kortelės. Dangoraižio statybos metu labai svarbus yra tinkamas darbų organizavimas, todėl statybos darbų technologijos projekte yra nurodoma kokių nuoseklumu, kokių „persidengimu“ bus vykdomi darbai, pavyzdžiui, viršutinėje dangoraižio dalyje liejamas monolitinis gelžbetonio karkasas, vidurinėje – atliekami specialieji statybos darbai, o apatinėje – dengiamas fasadas ir vykdomi patalpų apdailos darbai. Generalinis rangovas dangoraižio statybos darbus privalo vykdyti pagal dangoraižio projektą, statybos darbų technologijos projektą, įstatymų, vietinės valdžios nutarimų, teritorijų planavimo dokumentų, normatyvinių statybos techninių dokumentų, normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų, valstybinių institucijų, atsakingų už statybą šalies mastu, reikalavimus. Taip pat dangoraižio statybos metu projekto vadovas vykdo dangoraižio projekto vykdymo priežiūrą ir statytojo atstovas – statinio statybos techninės priežiūros vadovas atlieka statybos darbų priežiūrą stebėdamas, ar statybos darbai atitinka dangoraižio projektą ir normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalavimus. Šie statybos proceso dalyviai (projekto vadovas ir techninės priežiūros vadovas) gali pateikti nurodymus rangovui, kuriuos jis privalo vykdyti. Penktas žingsnis, kuriuo yra baigiamas dangoraižio statybos etapas, yra dangoraižio pripažinimas tinkamu naudoti. Prieš valstybinei komisijai dangoraižį pripažįstant tinkamu naudoti, statybos darbus iš generalinio rangovo priima statytojas, pateikdamas jam pagrįstą dangoraižio statybos defektų sąrašą, kuriuos rangovas privalo ištaisyti per kuo trumpesnę laikotarpį.

Pateikti projektavimo ir statybos darbų etapai yra aprašyti remiantis Lietuvoje galiojančia teisine sistema, todėl kitose šalyse pateiktos etapų įgyvendinimo schemas gali skirtis.

3. 6. Dangoraižio eksploatacija

Pripažinus dangoraižį tinkamu naudoti, prasideda ilgiausias jo gyvavimo etapas – eksploatacija. Šiame etape gyventojai, darbuotojai ir kiti asmenys naudojami dangoraižiu, todėl jis nusidėvi. Skiriamos dvi dangoraižių, kaip ir bet kurių kitų pastatų, nusidėvėjimo formos: fizinis ir moralinis nusidėvėjimas. Laikoma, kad fiziškai dangoraižis nusidėvi tada, kai mažėja statybinių medžiagų atsparumas, pastovumas, padidėja šilumos laidumas, garso pralaidumas, blogėja hidroizoliacinės savybės ir pan. Fizinio nusidėvėjimo priežastys – gamtinių veiksnių poveikis ir natūralus statybinių medžiagų senėjimas, šį dangoraižio nusidėvėjimą galima sumažinti atliekant dangoraižio remontus ir rekonstravimus. Morališkai dangoraižis nusidėvi daugiausiai dėl to, kad techninė pažanga nuolatos siūlo tobulesnius statybos būdus, medžiagas, įrangą, pažangesnius projektinius sprendimus. Skiriamos dvi moralinio nusidėvėjimo formos: pirmoji susijusi su technologine pažanga, atsirandančiomis galimybėmis tuos pačius darbus atlikti greičiau, pigiau ir kokybiškiau, antroji pasireiškia tuo, kad dangoraižio elementai ir jo įranga techniškai neatitinka šios dienos lygio, yra pasenę, pavyzdžiui, komunikacijų, liftų moralinis nusidėvėjimas. Moralinį dangoraižio nusidėvėjimą sustabdyti yra sunku, nes techninė pažanga nėra susieta su dangoraižio elementų nusidėvėjimu, tačiau moralinį nusidėvėjimą galima likviduoti dangoraižį rekonstruojant.

41 pav. pateikiama, kokių nuoseklumu turi būti prižiūrimas dangoraižis eksploatacijos etape.



41 pav. Dangoraižio eksploatacijos etapo priežiūros schema (žingsniai)

Pirmas žingsnis dangoraižio tinkamos eksploatacijos etape yra dangoraižio naudojimas ir priežiūra pagal šalyje galiojančių teisės aktų reikalavimus.

Lietuvoje pastatų naudojimą ir priežiūrą reglamentuoja:

1. LR Statybos įstatymas.
2. STR 1.12.05:2002 Gyvenamųjų namų naudojimo ir priežiūros privalomieji reikalavimai ir jų įgyvendinimo tvarka.

3. STR 1.12.07:2004 Statinių techninės priežiūros taisyklės, kvalifikaciniai reikalavimai statinių techniniams prižiūrėtojams, statinių techninės priežiūros dokumentų formos bei jų pildymo ir saugojimo tvarkos aprašas.

4. Teritorijų planavimo ir statybos valstybinės priežiūros bei statinių naudojimo priežiūros nuostatai.

5. Statinių naudojimo priežiūros metodiniai nurodymai.

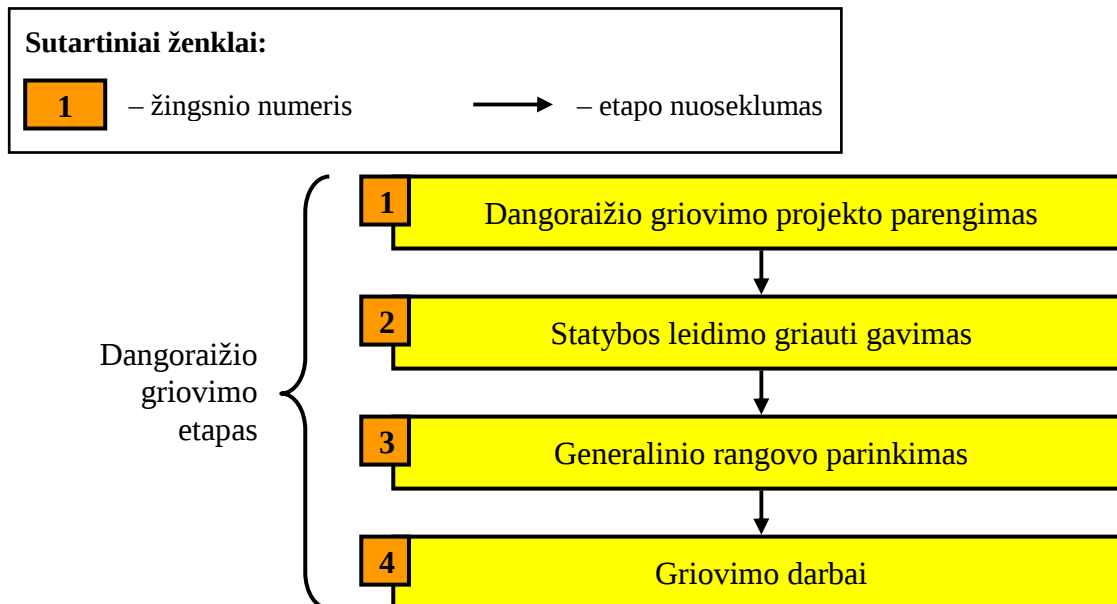
6. Statinių naudojimo priežiūros vykdymo pavyzdinės taisyklės.

7. Kiti teisės aktai.

Pastato eksploatavimo metu paskirtas dangoraižio techninis prižiūrėtojas, atlikdamas techninę priežiūrą, vykdo organizacines ir technines priemones pastato techninei būklei palaikyti, kad būtų užtikrinti dangoraižio esminiai reikalavimai per ekonomiškai pagrįstą dangoraižio gyvavimo trukmę. Būtina atsižvelgti į tai, kad dangoraižio priežiūra reikalauja didesnio dėmesio nei žemiauaukščio pastato priežiūra, nes dangoraižyje yra įdiegta daugiau sudėtingesnių sistemų, pavyzdžiui, reikia rūpintis šiukšlių liftu, fasadų valymu, išoriniu dangoraižio apšvietimu ir pan. Dangoraižio techninę priežiūrą sudaro nuolatinis pastato būklės stebėjimas, periodinės ir specializuotos apžiūros, statybiniai tyrinėjimai ir kita. Techninės priežiūros metu pastebėti defektai ir kiti dangoraižio neatitikimai techniniams reikalavimams registruojami specialiuose techninės priežiūros žurnaluose. Dangoraižio priežiūra turi būti pradėta planuoti dar projektavimo etape ir trukti visą jo gyvavimo trukmę. Dangoraižio savininkai ir naudotojai turi aktyviai dalyvauti šiame procese, nes daugelis pastatų genda ne tiek dėl išorinės aplinkos poveikio, kiek dėl savininkų ir naudotojų aplaidumo, blogo ūkio tvarkymo, netinkamos priežiūros. Dangoraižiui reikia nustatyti priežiūros taisykles, kuriomis vadovaudamiesi dangoraižio savininkai galėtų jį tinkamai prižiūrėti. Antras tinkamos eksploatacijos žingsnis yra dangoraižio remontas. Dangoraižyje remontas yra atliekamas, kai pastatas fiziškai nusidėvi, iš pradžių yra atliekami paprastojo remonto darbai, kurių metu šalinami smulkūs defektai, keičiamos patalpų pertvarų vietos, nežymiai keičiamas dangoraižio fasadas (atnaujinama fasado apdaila, pakeičiami langai ir pan. nekeičiant daugiau kaip 10 % elementų matmenų), keičiamos atskiros dangoraižio inžinerinės sistemos ir pan. Kai remonto darbų apimtis yra didesnė gali tekti atlikti dangoraižio kapitalinį remontą, kurio metu gali būti stiprinamos laikančiosios konstrukcijos, keičiamos laikančiosios konstrukcijos į tokio pat tipo konstrukcijas, keičiamas dangoraižio fasadas (atnaujinama fasado apdaila, pakeičiami langai ir pan.), keičiamos nusidėvėjusios dangoraižio bendrosios inžinerinės sistemos ir pan. Trečias žingsnis eksploatacijos etape yra dangoraižio rekonstravimas, kuris atliekamas, kai pagrindinis tikslas yra iš esmės pertvarkyti dangoraižį, sukurti jo naują kokybę. Paprastasis remontas yra atliekamas maždaug kas 5 metai, kapitalinis remontas – kas 15 metų, rekonstravimas – kas 30 metų.

3. 7. Dangoraižio griovimas

Statant dangoraižį būtina įvertinti, kad po tam tikros ekonomiškai pagrįstos dangoraižio gyvavimo trukmės jį reikės nugriauti. Dangoraižio gyvavimo trukmė yra ne trumpesnė kaip 100 metų, todėl per visą pasaulio istoriją yra nugriauti tik keli dangoraižiai, o likę dangoraižiai rekonstruojami siekiant prailginti jų gyvavimo trukmę. Dangoraižio griovimas yra toks pats sudėtingas procesas, kaip ir jo statyba. 42 pav. pateikta, kokių nuoseklumų turi būti įgyvendinamas griovimo etapas.



42 pav. Dangoraižio griovimo etapo įgyvendinimo schema (žingsniai)

Pirmas žingsnis griovimo etape yra dangoraižio griovimo projekto parengimas. Dangoraižio griovimo darbai yra vykdomi atvirkštine tvarka nei jis buvo statomas arba priimamas kitas dangoraižio griovimo būdas, pavyzdžiui, sprogdinant. Dangoraižio griovimo projektą turi rengti atestuoti specialistai, nes griovimo darbai yra pavojingi, kurių metu gali būti sužeisti ar žūti žmonės. Antras žingsnis yra statybos leidimo griauti gavimas. Leidimą griauti išduoda tos pačios valstybinės institucijos, kurios išduoda leidimą naujai statybai. Kaip ir pirmuoju atveju, valstybinėms institucijoms reikia pateikti nustatytos formos prašymą ir kitus dokumentus, kad valstybinė institucija galėtų išduoti statybos leidimą griauti. Trečias žingsnis griovimo etape yra generalinio rangovo, kuris griaus dangoraižį, parinkimas. Šis žingsnis yra labai svarbus, nes dangoraižio griovimo darbai reikalauja didelio dėmesio ir atsakingumo, griežto darbų saugos laikymosi ir pan. Taip pat dangoraižio savininkai dažniausiai nori, kad griovimo darbai būtų atlikti greitai, nes žemės sklype planuojama statyti naują pastatą. Ketvirtas žingsnis yra griovimo darbai, kurie privalo būti atlikti pagal dangoraižio griovimo projektą. Griaunant dangoraižį susidaro nemažai statybinių atliekų ir tinkamų panaudoti medžiagų, todėl būtina numatyti galimų statybinių medžiagų pakartotinį panaudojimą statant naujus pastatus. Dangoraižis laikomas nugriautu, kai yra išardytos visos jo konstrukcijos, pašalintos statybinės medžiagos bei atliekos, išlygintas žemės paviršius ir dangoraižis išregistruotas iš NT registro.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Atlikus užsienio šalių literatūros apžvalgą, nustatyta, kad šiuo metu nėra jokio oficialaus dangoraižio apibrėžimo, kiekvienoje šalyje normatyviniai dokumentai skirtingai reglamentuoja pastatų aukštį, tačiau pagal laisvą konvenciją taikomą JAV ir Europoje, kurios nuostatomis vadovaujasi atliekant baigiamąjį magistro darbą, dabar dangoraižiu vadinamas ne žemesnis nei 150 m aukščio pastatas. Dangoraižis, aukštesnis nei 300 m, vadinamas ypač aukštu.

2. Dangoraižių, kaip atskiros pastatų rūšies, statybos problematika yra išanalizuota baigiamojo magistro darbo autoriaus parašytame 12-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ moksliniame straipsnyje „Dangoraižiai, jų privalumai ir trūkumai“, pristatytame 2009 m. kovo 25-27 d.

3. Atlikus išsamią užsienio literatūros apžvalgą, yra išskiriami šie pagrindiniai dangoraižių statybos technologijos ypatumai, į kuriuos būtina atsižvelgti projektuojant dangoraižius: laikančiosios konstrukcijos ir statybinės medžiagos, vėjo ir žemės drebėjimo apkrovas mažinančios konstrukcijos, patalpų paskirtis ir suplanavimas, vidaus susisiekimo sistemos, vandentiekio, šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos, automobilių stovėjimo aikštelės, gaisrinė sauga ir evakuacija, statybos trukmė, energijos panaudojimas ir ekonomiškumas, architektūrinės bionikos taikymas.

4. Baigiamojo magistro darbo mokslinėje dalyje sukurto racionalaus dangoraižio modelio statybos technologijos aspektu pagrindiniai įgyvendinimo ir gyvavimo etapai yra šie: idėjų generavimas, vietinės rinkos tyrimas ir dangoraižio investicinio projekto parengimas, žemės sklypo paieška ir įsigijimas, dangoraižio projektavimas, statyba, eksploatacija ir griovimas.

5. Atsižvelgiant į dangoraižių statybos praktinę patirtį, didžiausias dėmesys iš visų dangoraižio įgyvendinimo ir gyvavimo etapų turi būti skiriamas projektavimui, nes šiame etape sprendžiamos pagrindinės problemos, susijusios su dangoraižiu kaip atskira pastatų rūšimi, pavyzdžiui, dangoraižio svyravimų amplitudės mažinimas. Per visą dangoraižio įgyvendinimo ir gyvavimo laiką priimanant svarbius sprendimus būtina samdyti atitinkamos srities specialistus, pavyzdžiui, generuojant idėjas – samdyti specialistus, dirbančius inovacijų srityje.

6. Įgyvendinant dangoraižio projektą nuo idėjos gimimo iki dangoraižio nugriovimo gali būti naudojamas baigiamajame magistro darbe pasiūlytas racionalaus dangoraižio modelis statybos technologijos aspektu, nes jame yra išskirti, aprašyti ir išnagrinėti svarbiausi dangoraižio įgyvendinimo ir gyvavimo projekto aspektai.

7. Prieš diegiant sukurtą racionalaus dangoraižio modelį statybos technologijos aspektu, būtina atsižvelgti į šalies, kurioje statomas ir eksploatuojamas dangoraižis, teisinę sistemą, reglamentuojančią teritorijų planavimą, pastatų projektavimą, statybą (griovimą) ir eksploataciją. Taip pat svarbu atlikti NT rinkos analizę, ypatingą dėmesį skiriant socialiniams (žmonių požiūrio į dangoraižį) aspektams.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- About.com. Guidance. Not guesswork [interaktyvus]. 2010. “*Jin Mao Tower*” [žiūrėta 2010 m. balandžio 17 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://honeymoons.about.com/od/china/ig/China-Hotels-Pictures/Jin-Mao-Tower.htm>>.
- Abdelrazaq, A. K., *et al.* 2004. Integration of design and construction of the tallest building in Korea, Tower Palace III, Seoul, Korea. In *Tall buildings in historical cities – culture and technology for sustainable cities, Seoul, South Korea, October 10-13, 2004*: 654-661 p.
- Aeworldmap.com. Architectural engineering [interaktyvus]. 2009. “*Chicago Spire*” [žiūrėta 2010 m. balandžio 17 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://aedesign.wordpress.com/2009/08/28/301/>>.
- Ali, M. M.; Armstrong, P. J. 2008. Overview of sustainable design factors in high-rise buildings. In *CTBUH 8th World Congress “Tall and green: typology for a sustainable urban future”, Dubai, UAE, March 3-5, 2008*. Dubai, 1089-1096 p.
- All about skyscrapers [interaktyvus]. 2010a. *Arcology* [žiūrėta 2010 m. vasario 13 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.allaboutskyscrapers.com/archology.htm>>.
- All about skyscrapers [interaktyvus]. 2010b. *Skyscraper dampers* [žiūrėta 2010 m. vasario 17 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.allaboutskyscrapers.com/dampers.htm>>.
- All about skyscrapers [interaktyvus]. 2010c. *Skyscraper elevators* [žiūrėta 2010 m. vasario 21 d.]. Prieiga per internetą:
<http://www.allaboutskyscrapers.com/skyscraper_elevator.htm>.
- All about skyscrapers [interaktyvus]. 2010d. *Skyscraper concrete and foundations* [žiūrėta 2010 m. vasario 16 d.]. Prieiga per internetą:
<http://www.allaboutskyscrapers.com/skyscraper_concrete_foundations.htm>.
- All about skyscrapers [interaktyvus]. 2010e. *Skyscraper plumbing* [žiūrėta 2010 m. vasario 23 d.]. Prieiga per internetą:
<http://www.allaboutskyscrapers.com/skyscraper_plumbing.htm>.
- AOL news. Timesheet [interaktyvus]. 2008. *Evacuate Frankfurt* [žiūrėta 2008 m. gegužės 14 d.]. Prieiga per internetą:
<http://news.aol.com/story/_a/nearly-10000-people-evacuate-frankfurt/n20080416105309990013>.
- Arqhys. Architects site [interaktyvus]. 2010. *Edificio “Chicago Spire”* [žiūrėta 2010 m. balandžio 17 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.arqhys.com/contenidos/edificio-chicago-spire.html>>.

- Asa.lt. Būsto gidas [interaktyvus]. 2007. *Daugiaaukščių pastatų projektavimo ypatumai* [žiūrėta 2010 m. vasario 15 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/144/1/0/1/article/713>>.
- Baitz, C.; Wood, A. 2007. Maglev goes high-rise? The potential of horizontal maglev technology for vertical high-rise elevators. *Journal of CTBUH. Tall buildings: design, construction and operation*. : 2007 fall issue: 26-29 p.
- Barnei, G. 2002. Vertical transportation in tall buildings. In *CIBSE national technical conference, London, United Kingdom, June 18, 2006*: 1-12 p.
- Bukowski, R. 2003. Protected elevators for egress and access during fires in tall buildings. In *Strategies for performance in the aftermath of the World Trade Center, Kuala Lumpur, Malaysia, October 20-23, 2003*: 187-192 p.
- Charleson, A. 2008. *Seismic design for architects. Outwitting the quake*. Oxford: Elsevier. 281 p. ISBN 978-0-7506-8550-4.
- Choi, J.; Choi, H. 2004. An Explorative study for space analysis techniques for tall and huge-scale buildings. In *Tall buildings in historical cities – culture and technology for sustainable cities, Seoul, South Korea, October 10-13, 2004*: 756-763 p.
- Chor Cheong Fong, P. E. 2005. Estate renewal through development of prefabricated super high-rise buildings. In *CTBUH 7th World Congress “Renewing the Urban Landscape”, New York, USA, October 16-19, 2005*. Chicago, 1-10 p.
- Commercial building facades [interaktyvus]. 2010. *Building case studies* [žiūrėta 2010 m. balandžio 17 d.]. Prieiga per internetą:
<http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_j.htm>.
- Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) [interaktyvus]. 2010a. *CTBUH criteria for defining and measuring tall buildings* [žiūrėta 2010 m. vasario 13 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.ctbuh.org/HighRiseInfo/TallestDatabase/Criteria/tabid/446/language/en-GB/Default.aspx>>.
- Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) [interaktyvus]. 2010b. *Lens shape tower* [žiūrėta 2010 m. vasario 16 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.ctbuh.org/Research/DesignResearch/IIT/PeterLandStudio/Projects/LensShapeTower/tabid/727/language/en-US/Default.aspx>>.
- Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) [interaktyvus]. 2010c. *List of under construction buildings in the world* [žiūrėta 2010 m. balandžio 26 d.]. Prieiga per internetą:
<http://buildingdb.ctbuh.org/?do=create&search=yes&list_status=UC>.

- Dačkutė, M. 2008. *Bionikos principų taikymas pastatuose*: baigiamasis bakalauro darbas: nekilnojamojo turto vadybos studijų programa, vadybos ir verslo administravimo studijų kryptis. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: 61 p.
- De Jong, J. 2008. Advances in elevator technology: sustainable and energy implications. In *Tall and green: typology for a sustainable urban future, Dubai, UAE, March 3-5, 2008*: 212-217 p.
- Doka. Die Schalungstechniker [interaktyvus]. 2010. *450 Kletterautomaten SKE sorgen für effizienten Baufortschritt* [žiūrėta 2010 m. balandžio 17 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.doka.com/doka/de_global/whatsnew/formworknews/2006/02/pages/04130/index.php>.
- Douglas, G. H. 1996. *Skyscrapers: a social history of very tall building in America*. North Carolina: McFarland Company, Inc. 261 p. ISBN 0-7864-2030-8.
- Emporis. Website about buildings [interaktyvus]. 2010. *Most active continents* [žiūrėta 2010 m. balandžio 26 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.emporis.com/en/bu/sk/st/ma/ct/>>.
- Etheridge, D. W.; Ford, B. 2008. Natural ventilation of tall buildings – options and limitations. In *CTBUH 8th World Congress “Tall and green: typology for a sustainable urban future”, Dubai, UAE, March 3-5, 2008*. Dubai, 226-232 p.
- Ferreira, M.; Cutonilli, J. 2008. Protecting the stair enclosure in tall buildings impacted by stack effect. In *CTBUH 8th World Congress “Tall and green: typology for a sustainable urban future”, Dubai, UAE, March 3-5, 2008*. Dubai, 732-738 p.
- Gaudutis, E.; Parasonis, J.; Šipalis, J. 2008. *Aukštybiniai pastatai. Architektūros ir konstrukcinių sprendinių raida*. Vilnius: Technika. 152 p. ISBN 978-9955-28-287-7.
- Gaudutis, E. 2009. Aukštybinių pastatų apibūdinimo kriterijai. Iš *Statyba: 12-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“, įvykusios Vilniuje 2009 m. kovo 25-27 d., pranešimų medžiaga*. Vilnius: Technika, 63-67 p.
- Home pages. Neighborhood [interaktyvus]. 2007. *World map of skylines* [žiūrėta 2010 m. vasario 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://homepages.ipact.nl/~egram/pix/skylines_world.jpg>.
- Höweler, E. 2003. *Skyscraper designs of the recent past and for the near future*. London: Thames and Hudson. 240 p. ISBN 0-500-28446-6.
- Huh, S. 2004. What could be the correct design focus for the super tall buildings? In *Tall buildings in historical cities – culture and technology for sustainable cities, Seoul, South Korea, October 10-13, 2004*: 17-23 p.

- Hung, H. 2006. The sky's the limit for Hong Kong plumbing. In *World plumbing council review, Mundesley, England, October, 2006*: 2.
- Inhabitat. Design will save the world [interaktyvus]. 2008. “*Bahrain World Trade Center*” activates wind turbines [žiūrėta 2010 m. balandžio 17 d.]. Prieiga per internetą: <http://inhabitat.com/2008/04/10/bahrain-world-trade-center-turbines-activate/>.
- Irwin, P., et al. 2008. Wind and tall buildings: negatives and positives. In *The structural design of tall and special buildings*, 17(5): 915-928 p.
- Lau, R. 2004. Multiple phase construction for a multi-use tall building. *Journal of CTBUH. Tall buildings: design, construction and operation. 2004 issue II*: 7-13 p.
- Lau, R. 2008. Partial occupancies for phased and multi-use tall buildings. *Journal of CTBUH. Tall buildings: design, construction and operation. 2008 issue III*: 36-41 p.
- Lee, K. N., et al. 2004. The control methods for radiant floor heating in high-rise residential building. In *Tall buildings in historical cities – culture and technology for sustainable cities, Seoul, South Korea, October 10-13, 2004*: 921-928 p.
- Meno duobė [interaktyvus]. 2008. „*Chicago Spire*“ [žiūrėta 2010 m. balandžio 4 d.]. Prieiga per internetą: <http://menoduobe.com/2008/02/03/babelio-bokstas-pagal-santiago-calatrava/>.
- Made how. How products are made [interaktyvus]. 2010. *Skyscraper* [žiūrėta 2010 m. vasario 16 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.madehow.com/Volume-6/Skyscraper.html>.
- McCarthy, M.; Skrebo, E. [interaktyvus]. 2010. *H2 hydrogen tower* [žiūrėta 2010 m. kovo 7 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.ctbuh.org/Research/DesignResearch/IIT/AntonyWoodStudio/200708TallGreen/DesignResponses/H2HydrogenTower/tabid/632/language/en-GB/Default.aspx>.
- Miestai.net. Žiniaraštis [interaktyvus]. 2004. *Dangoraizių istorija* [žiūrėta 2010 m. vasario 8 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.miestai.net/dangoraiziu-istorija.html>.
- My fox Philadelphia.Timesheet [interaktyvus]. 2008. “*Comcast Center*” [žiūrėta 2008 m. gegužės 13 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.myfoxphilly.com/myfox/pages/Home/Detail;jsessionid=1C43BAF272F72418F030A7E15E5ABB22?contentId=3809953&version=1&locale=EN-US&layoutCode=TSTY&pageId=1.1.1&sflg=1>.
- Nachtigall, W. 2003. *Bau Bionik: Natur, Analogien, Technik*. Berlin: Springer. 289 p. ISBN 3-540-44336-3.

- Obolyansky, V. 2009. High-rise safety. Schüco company presents safety technologies. In *international conference "High-rise safety", Kazakhstan, Astana, November 24-26, 2009*.
- Reuk.co.uk. Renewable energy UK [interaktyvus]. 2007. *Wind and solar powered Dubai skyscraper* [žiūrėta 2010 m. kovo 28 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.reuk.co.uk/Wind-and-Solar-Powered-Dubai-Skyscraper.htm>>.
- Scribd. Original writings and documents [interaktyvus]. 2007. *Full high-rise structure 2007* [žiūrėta 2010 m. vasario 15 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.scribd.com/doc/2967176/FULL-highrise-structure-2007>>.
- Shaunwe. Personal cargo [interaktyvus]. 2007. *Immersive architecture "Bahrain World Trade Center"* [žiūrėta 2010 m. balandžio 17 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://spacecollective.org/shaunwe/776/IMMERSIVE-ARCHITECTURE>>.
- Shim, J. H.; Park, S.; Park, E. J. 2004. Public space planning of mixed-use high-rise buildings – focusing on the use and impact of deck structure in an urban development in Seoul. In *Tall buildings in historical cities – culture and technology for sustainable cities, Seoul, South Korea, October 10-13, 2004*: 764-771 p.
- Skyscraper page [interaktyvus]. 2010. *Diagrams* [žiūrėta 2010 m. balandžio 26 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://skyscraperpage.com/diagrams/?searchID=200>>.
- Spec.lt. Architektūra, projektavimas, statyba [interaktyvus]. 2007. *Bionika* [žiūrėta 2010 m. balandžio 3 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.spec.lt/index.php?cid=14108>>.
- Šildymas.lt. UAB „Vilpra“ [interaktyvus]. 2008. *Vėdinimas ir oro kondicionavimas* [žiūrėta 2010 m. vasario 27 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.sildymas.lt/index.php?id=1833>>.
- Technologijos.lt. Mokslo ir technologijų žiniaraštis [interaktyvus]. 2008. „*Bahrain WTC*“ [žiūrėta 2008 m. gegužės 13 d.]. Prieiga per internetą:
<http://www.technologijos.lt/archyvas/technologiju_rinka/k_energija/vejo_jegaines_dangor_aizyje/view>.
- Transportation demand management (TDM) encyclopedia [interaktyvus]. 2010. *Parking solutions. A comprehensive menu of solutions to parking problems* [žiūrėta 2010 m. kovo 6 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.vtpi.org/tdm/tdm72.htm>>.
- Vikipedija. Laisvoji enciklopedija [interaktyvus]. 2010a. *Rugsėjo 11 d. atakos* [žiūrėta 2010 m. kovo 11 d.]. Prieiga per internetą:
<http://lt.wikipedia.org/wiki/Rugs%C4%97jo_11_d._atakos>.

- Wikimedia. Commons [interaktyvus]. 2008. “*Jin Mao Tower*” and “*Shanghai World Financial Center*” [žiūrėta 2010 m. balandžio 17 d.]. Prieiga per internetą:
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jin_Mao_Tower_and_Shanghai_World_Financial_Center.jpg>.
- Wikipedia. The free encyclopedia [interaktyvus]. 2010a. “*7 World Trade Center*” [žiūrėta 2010 m. kovo 11 d.]. Prieiga per internetą:
<http://en.wikipedia.org/wiki/7_World_Trade_Center>.
- Wikipedia. The free encyclopedia [interaktyvus]. 2010b. “*Burj Khalifa*” [žiūrėta 2010 m. vasario 9 d.]. Prieiga per internetą:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Burj_Khalifa>.
- Wikipedia. The free encyclopedia [interaktyvus]. 2010c. “*Jin Mao Tower*” [žiūrėta 2010 m. balandžio 5 d.]. Prieiga per internetą:
< http://en.wikipedia.org/wiki/Jin_Mao_Tower>.
- Wikipedia. The free encyclopedia [interaktyvus]. 2010d. *September 11 attacks* [žiūrėta 2010 m. kovo 11 d.]. Prieiga per internetą:
< http://en.wikipedia.org/wiki/7_World_Trade_Center>.
- Wikipedia. The free encyclopedia [interaktyvus]. 2010e. *Skyscraper* [žiūrėta 2010 m. vasario 13 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://en.wikipedia.org/wiki/Skyscraper>>.

PRIEDAI

Niujorko dangoraižiai buvo susprogdinti, – tvirtina Europarlamento deputatas

Po teroro akto Niujorke 2001 metų rugsėjo vienuoliktąją praėjo jau keleri metai, bet taip ir nesužinojome visos tiesos. Viena didžiausių 2007 metų sensacijų tapo knyga „Zero“ („Nulis“). Ją parengė Europarlamento deputato Gulletto Cesos vadovaujama ekspertų ir dokumentalistų grupė. Knygoje tvirtinama, kad FTB (Federalinio Tyrimų Biuro) ir CŽV (Centrinės Žvalgybos Valdysbos) ataskaitos ne tik neatsako į svarbiausius klausimus, bet ir nutyli arba iškraipo akivaizdžius faktus. Strasbūre dirbantis žurnalistas susitiko su senjoru Cesa išsiaiškinti, kuo šie įtarimai pagrįsti.



„World Trade Center“ tragedija

„Lėktuvas negalėjo nukristi ant Pentagono“

– Jūsų knyga dabar nepaprastai paklausi Europoje. Galbūt dėl to, kad žmogaus prigimčiai įprasta žavėtis „sąmokslų teorija“. Retas tebetiki oficialiu požiūriu, net jeigu jis ir teisingas.

– Aš anaip tol nesu „sąmokslų teorijos“ šalininkas. Tiesiog kaip politikas ir žurnalistas manau, kad nereikia kuklintis pateikti JAV valdžiai klausimų dėl to, kas atsitiko prieš kelerius metus Niujorke, kai sugriuvo „bokštai dvyniai“. O klausimų ištis daug. Oficialioji teroro aktų versija – absoliuti klastotė ir melas, mes tą be vargo galime įrodyti.

– Ir kas jus labiausiai trikdo?

– Pirmiausia – lėktuvas, neva nukritęs ant Pentagono. Visi nepriklausomi ekspertai, tarp jų ir žmonės sprogimo metu buvę Pentagone (pavyzdžiui, jo darbuotoja Barbara Honeiger), yra tos pačios nuomonės – „Boing-757“ negalėjo nukristi ant Gynybos ministerijos pastato. Pavyzdžiui, priešlėktuvinės gynybos sistemos tą dieną neišjungė, o jos privalo automatiškai įsijungti, jeigu koks nors orlaivis artėja prie „penkiakampio“, neturėdamas atpažinimo sistemos „savas-svetimas“. Prie Pentagono veikė 68 stebėjimo kameros – negali būti, kad jos nebūtų užfiksavusios lėktuvo kritimo: tegul parodo tas juostas. Tačiau iš viršaus kalba – valgykite oficialią versiją, niekas neprivalo jums aiškintis ir kloti įrodymų.

– Atleiskite, bet toks lėktuvas tikrai išskrido iš Bostono oro uosto, ir jame buvo realūs žmonės, tarp jų – žinoma televizijos laidų vedėja ir viena šeima su trimis vaikais. Kurgi jie dingę?

– Dar kartą norėčiau pabrėžti: knygoje nepateikiu jokių versijų, tik klausimus, į kuriuos norėčiau gauti atsakymus. Bet jeigu dešimtys liudininkų, kurie sprogimo momentu buvo Pentagone, man sako, kad jokio lėktuvo nebuvo, tai kuo turėčiau pasitikėti? Prašom parodyti man juostas, apie kurias kalbu. Bet jų kaip nebuvo, taip ir nėra.

„Vizas mirtininkams išdavė CŽV“

– Kokie kiti dalykai kelia jūsų nepasitikėjimą?

– Teroristų asmenybės. Septyni lėktuvų užpuolikai buvo kariavę Bosnijoje, „Islamiškoje brigadoje“. CŽV prisipažino, kad suformavo tą brigadą iš savo lėšų. Mes susitikome su aukšto rango diplomatu, buvusiu JAV konsulu Džidoje (Saudo Arabija). Kai penketas būsimųjų mirtininkų kreipėsi vizos, jie pasirodė įtartini, ir tas valdininkas atsisakė jas duoti. Po to jam paskambino iš CŽV ir kategoriškai „patarė“ išduoti vizas, beje, jį labai spaudė. Konsulas padarė tai, ko iš jo reikalavo, bet protestuodamas atsistatydino. Po rugsėjo vienuoliktosios diplomatas parašė ataskaitą į CŽV, nurodė pavardę žmogaus, kuris bendravo su juo telefonu. Jam atsakė: „Mes jums paskambinsime“. Skambučio taip ir nebuvo. Mano knygoje jis labai išsamiai išaiškina tą klausimą. Keista?

– Pasakysiu atvirai – man pabosta klausytis, kai CŽV už ausų tempia prie kiekvieno įvykio pasaulyje. Tai anaip tol nėra niekam blogo nedaranti sistema, bet vis dėlto būkime realistai.

– Aš tikrai nematau, kad teroro aktus Niujorke organizavo CŽV vadovybė. Klastojant ir slepiant faktus dalyvavo pavieniai žmonės iš Amerikos žvalgybos – skyrių viršininkų lygio. Kaip pareiškė buvęs Vokietijos gynybos ministras Andreasas von Biolovas, kuris puikiai pažįsta Amerikos specialiųjų tarnybų „virtuvę“, – 95 % žvalgybos darbo – apgaulė ir dezinformavimas. Net žurnalistai, užsiimantys tyrimu, maitina publiką propaganda. Kiekvienas, suabejojęs oficialia versija, apšaukiamas pamišėliu. A. Biolovą domina, kodėl teroristų lyderio Muhammedo Attos pasas nenukentėjo lėktuvui įsirežus į „Pasaulinį prekybos centrą“ („World Trade Center“), nors sprogimas ištaškė avialainerį. Galima pamanyti, kad tą dokumentą numetė ant griuvėsių vėliau. Mane taip pat stebina, kodėl neklausama daugelio klausimų. Mes perėjome dviejų pasaulinių karų prieigas, dabar einame prie trečiojo – su Iranu, ir tai teikia pagrindo susimąstyti: kas iš tikrųjų atsitiko.

– Na, gerai. Bet juk į „bokštus – dvynius“ įsirežė lėktuvai?

– Taip. Bet štai 1945 metais į „Empire State Building“ pataikė bombonešis su visu kroviniu, ir pastatas nesubyrejo. Kodėl 1991 metais Filadelfijoje išdegė aštuoni dangoraižio aukštai, bet pats jis nesugriuvo? „Dvyniai“ sugriuvo po valandos – tiksliai vertikaliai, „laisvo kritimo“ režimu. 100 tūkstančių tonų betono ir stiklo pavirto smulkiausiomis dulkėmis – nors dangoraižiai turėjo susmukti, subyrėti į gabalus. Kiekvienas specialistas jums pasakys, kad šitai įmanoma tik tada, kai sprogmenimis sunaikinamos pastatą laikančios atramos. Vienas iš liudininkų, minimų mano knygoje, Williamas Rodriguesas, 8 val. 30 min. buvo „Pasaulinio prekybos centro“ šiauriniame bokšte. Ponas Rodriguesas sakė, kad girdėjo stiprius sprogius pastato rūsiuose prieš minutę iki jam sugriūnant. Jo žodžius patvirtino 117 žmonių. Williamą apklausė „Teroro aktų tyrimo komisija“, bet iš oficialios ataskaitos jo parodymai dingo. O juk jis ne bet kas: ponas Rodriguesas – didvyris, tą dieną jis išgelbėjo dvidešimt nukentėjusiųjų, už tai jam įteikė medalį pats JAV prezidentas. Tačiau jo žodžių net neketino neigti – paprasčiausiai išbraukė iš ataskaitos, ir viskas.

– Hm... žinote, kartais žmonės, patyrę šoką, būna, kaip čia subtiliai pasakius, nesavi. O. W. Rodrigesas, manau, patyrė stiprų šoką...

– Mano knygoje „Zero“ pasisako 65 aukšto rango liudininkai – buvę JAV ministrai, generolai, kurie netiki oficialiu paaiškinimu. Tarp jų ir buvęs CŽV direktorius Georgas Tenetas. Negi jums atrodo, kad visi tie žmonės yra pamišėliai, o ponai Džordžas Bušas, Donaldas Rumsfeldas ir kiti – sveiki? Pasakysiu daugiau – dar nežinote paties svarbiausio...

2007 m. gruodžio 30 d.

Osvaldas Aleksa

Lietuvos žinios

DANGORAIŽIAI, JŲ PRIVALUMAI IR TRŪKUMAI

Robertas Volvačiovas¹, Gintautas Ambrasas²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
El. p. ¹robertas.volvaciovas@stst.vgtu.lt; ²gintasa@st.vgtu.lt

Santrauka. Straipsnyje aptariamos dangoraižių atsiradimo prielaidos, esama padėtis bei ateities perspektyvos pasaulio mastu, nagrinėjama pastatų klasifikacija pagal aukštumą, aptariamas kiekvienas dangoraižių privalumas ir trūkumas atskirai, kai kuriuos iš šių privalumų ir trūkumų pagrindžiant konkrečiais pavyzdžiais, apibendrinama dabartinė aukštybinių pastatų situacija Lietuvoje bei aptariamos jų ateities galimybės.

Reikšminiai žodžiai: dangoraižis, dangoraižiai, aukštybinis pastatas, aukštybiniai pastatai, aukštuminis pastatas, aukštuminių pastatai.

Įvadas

XX a. pr. atsirado nauja pastatų rūšis vadinama dangoraižiais. Pagrindinis šių pastatų bruožas yra didelis jų aukštis. Per paskutinį šimtmetį dangoraižiai sparčiai tobulėjo, buvo išrasti įvairūs nauji konstrukciniai sprendimai, palengvinantys dangoraižių statybas, leidžiantys didinti jų aukštį, pagerinantys eksploataavimo sąlygas, pavyzdžiui, liftų sistemos tobulinimas, svyravimų amplitudės mažinimas ir kt. Šiandieninėje visuomenėje dangoraižių problematika yra labai aktuali, kadangi vieni žmonės palaiko aukštų pastatų statybų idėją, o kiti yra labai priešiški nusiteikę, nes mano, kad aukšti pastatai doko nusistovėjusį kraštovaizdį. Ši problema yra aktuali ir Lietuvoje, nes jau pradėti statyti pirmi aukštesni pastatai Vilniuje ir Klaipėdoje, taip pat numatyti ateities projektai Kaune, nors pagal laisvą konvenciją taikomą JAV ir Europoje Lietuvoje dar nėra pastatyto nei vieno dangoraižio.

Dangoraižių praeitis, dabartis ir ateitis

Statyti aukštus pastatus tapo įmanoma nuo tada, kai buvo išrastas liftas. Tiesa, aukštesni nei penkių aukštų pastatai techniškai būtų buvę įmanomi ir be lifto, tačiau būtų buvę sunku rasti norinčių juose gyventi. Garais varomą liftą 1852 metais sukonstravo E. G. Otis. Karkasinė statyba buvo kita svarbi priežastis dangoraižių atsiradimui. Pirmasis pastatas su plieniniu karkasu buvo „Home Insurance Building“ (JAV), pastatytas 1885 metais. Kitas svarbus dangoraižių atsiradimo etapas – pamatų tvirtinimo technologijos sukūrimas. Ši statybos technologija neleidžia dangoraižiui dėl grunto judėjimo per daug pasvirti, dėl to nepasistumia dangoraižio svorio centras.

1930 metais pastatius „Chrysler Building“ (JAV), prasidėjo dangoraižių statybos šiuolaikinis etapas ir kartu varžybos dėl aukščiausiojo dangoraižio pasaulyje. 2004 metais Taipėjūje (Taivanas) iškilmingai atidarytas pats aukščiausias šiuo metu esantis pasaulyje dangoraižis „Taipei 101“, kuris yra 508 m aukščio (Pastogė 2004).

Kiekvienais metais kompanija „Emporis“ reitinguoja pasaulio miestus pagal jų dangoraižius. Šiuo metu miestų, turinčių daugiausiai aukščiausių dangoraižių, trejetukas yra toks:

1. Honkongas (Kinija);
2. Niujorkas (JAV);
3. Singapūras (Singapūras) (Emporis 2009b).

Taip pat kompanija „Emporis“ pateikia statistinius duomenis apie pasaulyje pastatytų aukštybinių pastatų (tai pastatai ne žemesni kaip 35 m) statybų aktyvumą pagal kontinentus:

1. Azija (30,37 %);
2. Europa (24,57 %);
3. Šiaurės Amerika (21,40 %);
4. Pietų Amerika (20,43 %);
5. Okeanija (2,23 %);
6. Afrika (1,00 %) (Emporis 2009a).

Daugelis pasaulio šalių varžosi siekdamas pastatyti aukščiausių dangoraižių pasaulyje, nes siekia išgarsėti savo aukštu statybiniu lygiu. Taip pat pastatytas aukščiausias pastatas pasaulyje neformaliai parodo stiprią šalies ekonominę būklę ir galią. Penki aukščiausi pasaulio dangoraižiai yra (1 pav.):

1. „Taipei 101“ (Taivanas);
2. „Schanghai World Financial Center“ (Kinija);

3. „Petronas Tower 1“ (Malaizija);
4. „Petronas Tower 2“ (Malaizija);
5. „Sears Tower“ (JAV) (Skyscraper page 2009).



1 pav. Penki aukščiausi pasaulio dangoraižiai

Fig. 1 Five highest world skyscrapers

Laikas sparčiai bėga, pasaulinės aukščiausiųjų dangoraižių varžybos tęsiasi ir jau ne už ilgo 1 pav. pateikta aukščiausiųjų dangoraižių schema labai pasikeis. Jau šiuo metu yra pradėti statyti „Burj Dubai“ (JAE) ir „Freedom Tower“ („One World Trade Center“) (JAV) dangoraižiai, kurie turėtų įsiterpti į pačių aukščiausių dangoraižių penketuką pasaulyje. 2009 metais aukščiausiojo pasaulyje dangoraižio titulą perims „Burj Dubai“, kurio aukštis sieks net 808 m.

Pastatų klasifikacija pagal aukštingumą

Kai kurie Lietuvos statybos technologijos specialistai siūlo pastatus pagal jų aukštingumą klasifikuoti taip:

1. Mažaaukščiai pastatai (1–3 aukštų);
2. Daugiaaukščiai pastatai (4–12 aukštų);
3. Padidinto aukštingumo pastatai (13–25 aukštų);
4. Aukštybiniai pastatai (daugiau kaip 25 aukštų).

Taigi šioje klasifikacijoje nėra dangoraižių apibrėžimo, tai reiškia, kad Lietuvoje dar nėra aktualus dangoraižių statybos klausimas. Lietuvoje nėra konkretaus statybos techninio reglamento (STR), kuriame būtų nurodyta pastatų klasifikacija pagal aukštį. Tačiau STR 1.01.06:2002 „Ypatingi statiniai“ yra paminėta, kad ypatingiems statiniams yra priskiriami sudėtingų konstrukcijų statiniai, o sudėtingų konstrukcijų statiniams priskiriami aukštesni kaip 30 m statiniai.

Įdomu tai, kad nėra jokio oficialaus apibrėžimo ar tikslaus aukščio nustatymo, virš kurio pastatas gali aiškiai būti klasifikuojamas kaip dangoraižis. Tačiau, pagal praktiką daugumoje pasaulio miestų, apibrėžimas yra panaudotas patirties būdu, priklausomai nuo pastato poveikio

miesto horizontui. Tokiu būdu, priklausomai nuo vidutinio aukščio likusios dalies pastatų mieste, net 80 m aukščio pastatą galima laikyti dangoraižiu, jei jis aiškiai išsiskiria iš jo aplinkos ir žymiai keičia miesto horizontą. Pagal laisvą konvenciją taikomą JAV ir Europoje dabar dangoraižiu vadinamas 150 m pastatas. Dangoraižis, aukštesnis negu 300 m, yra vadinamas superaukštu. Šis sutartinis dangoraižio apibrėžimas neturi būti supainiotas su aukštybiniu (aukštuminiu) pastatu, kurį „Emporis“ Standartų Komitetas apibrėžta kaip 35 m aukščio ar 12 aukštų pastatą (Wikipedia 2008).

Dangoraižių privalumai

Vaizdinga panorama. Ypatingai paklausios yra viršutiniuose dangoraižių aukštuose esančios patalpos. Kiekvienas perkantis būstą dangoraižyje tikisi puikios vaizdo pro langą, nes dažniausiai miesto panoramos niekas neužstoja, rytais galima grožėtis bundančiu miestu, o vakarais – saulėlydžiu. Tačiau vaizdingos panoramos privalumas gali išnykti ar netgi tapti trūkumu, kai pastatas yra toks aukštas, kad iškyla virš debesų. Tokiu atveju debesuotą dieną jokių išspūdingų vaizdų žmonės pro viršutinių dangoraižio aukštų langus neišvys, o tik debesis ar kitus aukštus pastatus.

Prestižas. Šis dangoraižių privalumas yra sunkiai įvertinamas ekonominiu požiūriu, tačiau neabejojama, kad jis egzistuoja ir turi didelę reikšmę. Dangoraižių prestižą galima vertinti įvairiai. Pirma, skirtingos šalys pasaulyje varžosi dėl aukščiausio pasaulyje dangoraižio titulo. Daugelį metų šis titulas priklausė JAV, tačiau pastaruoju metu dėl šio titulo varžosi jau Azijos šalys. Antra, įmonės ar privatus asmenys norėdami parodyti kitiems savo finansinę galią tiesiog gali įsigyti ar išsinuomoti patalpas dangoraižyje, nes tai taip pat laikoma prestižo reikalu. Trečia, dangoraižiai tampa tokiais svarbiais ir išskirtiniais simboliais, kad atvirukuose, reklaminiuose siužetuose ar net filmuose galime juos išvysti.

Reikalingas mažas žemės sklypo plotas. Šis dangoraižių privalumas yra vienas iš svarbiausių ekonominiu požiūriu, kadangi dangoraižiai užima santykinai mažą žemės sklypo plotą, o dangoraižyje yra įrengiama santykinai daug patalpų. Taip pat plėtojant įvairius projektus tam tikrame žemės sklype galima daugiau vietos palikti „žaliesiems“ plotams. Šiuolaikiniai miestai siekia, kad kuo didesnis žmonių kiekis galėtų gyventi ir dirbti miesto centre. Tokiu būdu žmonės į miesto centrą ar gretimus mikrorajonus iš užmiesčio gali padėti grąžinti tik dangoraižiai.

Techninės pažangos skatinimas. Pasaulio valstybės nuolat konkuruoja tarpusavyje, kuri pastatys išpūdingesnę dangoraižį, todėl statydamos naudoja naujausias technologijas, medžiagas, kompiuterines sistemas, skaičiavimo metodus ir idėjas. Šios varžybos skatina nuolat tobulėti ir didinti techninę pažangą. Daugelis statybos inžinierių teigia, kad statant dangoraižius nereikia stengtis nugalėti gamtą ar jos jėgas, o su ja susigyventi ir prie jos prisitaikyti. Remiantis šiuo teiginiu statant šiuolaikinius dangoraižius vis daugiau dėmesio yra skiriama bionikai (bionika – organizmų struktūros bei gyvybinės veiklos principų panaudojimas technikoje).

„Mini miestas“. Nei vienas dangoraižis pasaulyje neapsiriboja vienos paskirties patalpomis, tai lyg „mini miestas“, kuriame yra viskas ko reikia: gyvenamosios ar komercinės paskirties patalpos, prekybos centrai, sporto salės, sveikatingumo ir grožio centrai, restoranai, barai, kazino, vaikų darželiai ar net bažnyčios. Svarbiausia, kad būnant dangoraižyje nereikia išeiti iš pastato norint patenkinti savo poreikius. Dangoraižis tarsi suformuoja vertikalų kvartalą. Pavyzdžiui, „Helios City“ (Lietuva) aukštybiniame pastate yra įsikūręs prekybos centras, komercinės ir gyvenamosios paskirties patalpos.

Energetinis efektyvumas. Dangoraižiai dėl savo strateginės padėties ir naudojamų įvairių technologinių sprendimų dažnai yra energetiškai taupūs. Dangoraižiuose dažnai naudojami įvairūs technologiniai sprendimai, kurie padeda taupyti energiją, pavyzdžiui, įrengiami saulės kolektoriai, vėjo jėgainės, naudojami kiti elektrą, vandenį ar kitus išteklius taupantys būdai. Energetinio efektyvumo dangoraižio privalumas yra labai svarbus ekonomine prasme, pavyzdžiui, tarp „Bahrain World Trade Center“ (Bahreinas) dangoraižių sumontuoti trys propeleriai, sukantys vėjo jėgainių turbinas, kurios pagaмина apie 10–15 % dangoraižių suvartojamos energijos.

Dangoraižių trūkumai

Sudėtingesnis patalpų suplanavimas. Vienas sudėtingiausių uždavinių projektuojant patalpas dangoraižiuose yra racionalus patalpų suplanavimas. Pagrindinis uždavinys yra išsaugoti kuo daugiau naudingojo ploto, kuris labai sumažėja dėl daugybės laikančiųjų konstrukcijų, papildomų šachtų ir techninių aukštų. Gerame dangoraižyje net 70 % erdvės yra naudingos, likusią dalį užima liftai, laiptai ir įvairios atramos.

Sudėtingesnis automobilių stovėjimo aikštelių įrengimas. Vienu metu dangoraižyje dažniausiai būna daugiau nei tūkstantis žmonių, taigi stovėjimo aikštelių projektavimo problema yra viena aktualiausių. Kartais

priimami sudėtingi sprendimai, pavyzdžiui, įrengiama 10 aukštų požeminė automobilių stovėjimo aikštelė. Dangoraižiai statomi mažuose žemės sklypuose, todėl stovėjimo aikštelės įrengti greta pastato yra neracionalu.

Sudėtingos dangoraižių konstrukcijos. Dangoraižiai visuomet kovoja su savo pačių svoriu, todėl dauguma dangoraižio dalių skirtos tam, kad išlaikytų sunkias pastato konstrukcijas. Dideli reikalavimai yra keliami dangoraižių konstrukcinėms medžiagoms, kurių pasirinkimas yra viena iš svarbiausių užduočių statybose.

Akrofobija. Tai aukščio baimė, kuri sukelia daugybę problemų, tokių kaip: panika, dusulys ar isterija. Kai kas akrofobiją vadina ne aukščio baimė, o nukritimo baimė. Kai kurie asmenys taip bijo aukščio, kad net vengia kilti liftu, todėl tai sukelia papildomų nepatogumų.

Sudėtinga evakuacija. Gaisro arba nelaimingų atsitikimų metu yra sunku evakuoti daugybę žmonių iš dangoraižio, todėl susiduriama su papildomų laiptinių ar liftų šachtų įrengimu, gaisrui atsparių statybinių medžiagų panaudojimu, priešgaisrinės sistemos įrengimu. Parašiotai su naudojimo instrukcija – vienas iš įdomiausių sprendimų. Projektuojant dangoraižius turi būti užtikrinama, kad žmonės galės saugiai evakuotis per kuo trumpesnę laiką.

Siūbavimas dėl vėjo ir galima griūtis dėl žemės drebėjimo. Nors dangoraižio siūbavimus atsirandančius dėl vėjo poveikio stengiamasi sumažinti įvairiomis priemonėmis, tačiau jie vis tiek gali būti jaučiami, todėl kai kuriems žmonėms tai gali sukelti pykinimą ir nemalonius pojūčius. Kai kuriuose moderniuose dangoraižiuose yra įrengtos švytuoklės, kurios tokius svyravimus slopina. Šios švytuoklės ar papildomos atsvaros padeda apsisaugoti ir nuo griūties žemės drebėjimo metu.

Sudėtinga liftų sistema. Nors liftai yra neatsiejama dangoraižių dalis, esminiu šiuolaikinio lifto elementu yra laikomas automatinis „gaudymo“ prietaisas, stabdantis liftą troso nutrūkimo atveju. Didėjant aukštų skaičiui, daugėja ir norinčių pakilti liftu žmonių. Atitinkamai įrengiama vis daugiau liftų pastato viduje. Tačiau tai mažina pastato naudingąjį plotą. Šiuo metu yra sukurtos kelios liftų sistemos, kurių pasirinkimas priklauso nuo dangoraižio aukščio.

Sudėtinga vandentiekio ir vėdinimo sistema. Vandentiekio sistema tampa sudėtinga dėl to, kad yra neįmanoma lengvas vandens tiekimas į dangoraižio viršutinius aukštus, nes yra prarandamas reikalingas slėgis vertikaliam vandentiekio stovė, todėl tarpiniuose aukštuose (techniniuose aukštuose) būtina įrengti vandens perpumpavimo stotis ar priimti kitus techninius sprendimus. Kai kuriuose dangoraižiuose langai neatsidaro, o be geros

vėdinimo ir kondicionavimo sistemos žmonės negali gerai jaustis, gyventi ir dirbti dangoraižyje.

Didelė kaina. Tokio prestižinio nekilnojamojo turto ne vien įsigijimo ar nuomos kaina yra didelė, bet ir pats būsto išlaikymas brangiai kainuoja, todėl pirkėjui įsigyjant patalpas dangoraižyje, pastato savininkai tikrina, ar būsimas naudotojas galės sumokėti įvairius papildomus mokesčius (lifto, šiukšlių lifto, fasado valymo, išorinio dangoraižio apšvietimo, apsaugos sistemos, papildomų paslaugų, durininko ir kt. mokesčius).

Visi dangoraižių išvardinti trūkumai yra išsprendžiami. Dangoraižiai turi nemažai privalumų ir trūkumų, todėl norint pagrįsti jų efektyvumą būtina atlikti iki-galimybių ir galimybių studijas.

Aukštybinių pastatų situacija Lietuvoje ir jų ateities galimybės

Kaip buvo minėta anksčiau, griežtos ribos nuo kurios pastatas yra pripažįstamas dangoraižiu nėra, tačiau pagal laisvą konvenciją taikomą JAV ir Europoje dabar dangoraižiu vadinamas ne žemesnis kaip 150 m aukščio pastatas. Taigi vadovaujantis šiuo apibrėžimu galima teigti, kad Lietuvoje dangoraižių nėra, nes aukščiausias pastatas Lietuvoje yra „Europos“ pastatas Vilniuje, kurio aukštis siekia 129 m, o Vilniaus televizijos bokštas nėra priskiriamas pastatams, nors jo aukštis siekia 326 m.

Tik du Lietuvos miestai (Vilnius ir Klaipėda) stato aukštesnius pastatus, nors ir kituose miestuose yra planuojama statyti aukštybinius pastatus, tačiau šie planai dar nėra įgyvendinti. Kaune kaip ir Vilniuje ar Klaipėdoje jau yra patvirtintas aukštybinių pastatų išdėstymo specialus planas, kuris suteikia galimybę vykdyti Kaunui nebūdingų aukštybinių pastatų statybas įvairiose miesto vietose. Šiauliuose aukštybinių pastatų statyti nėra numatoma, kadangi senamiestyje galima statyti ne aukštesnius kaip 15 m aukščio pastatus, o kituose mikrorajonuose ne aukštesnius kaip 30 m aukščio pastatus. Kitokia situacija yra Panevėžio mieste, kadangi daug kur Panevėžyje pastatų aukštingumas nėra ribojamas ir norintieji gali statyti net aukštybinius pastatus.

Artimiausiu metu Lietuvoje yra numatyta pastatyti keletą aukštybinių pastatų, kai kurių šių pastatų statybos jau yra prasidėjusios, o kitų yra pateikti tik pasiūlymai ir nėra tiksliai aišku, kada jie bus pastatyti. Lietuvoje numatyta pastatyti ir keletą utopinių dangoraižių, pavyzdžiui, Vilniuje architektų planuose numatyta statyti 200 m aukščio pastatą „Bohemija“, kuriame turėtų įsikurti muziejus, teatras, biurai ir gyvenamosios paskirties patalpos. Taip pat numatytas ir kitas utopinis projektas Vilniuje –

tai Europos aikštės „Hyatt“ viešbutis, kuris turėtų siekti 175 m aukštį ir būti labai sudėtingos architektūros. Lietuvoje yra numatyta ir daugiau tokių utopinių projektų, tačiau jų įgyvendinimas netolimoje ateityje dar nėra realus.

Išvados

1. Dangoraižių atsiradimą pasaulyje paskatino lifto, karkasinės statybos ir pamatų tvirtinimo technologijos sukūrimas.

2. Pagal laisvą konvenciją taikomą JAV ir Europoje dangoraižiu yra laikomas ne žemesnis kaip 150 m aukščio pastatas.

3. Dangoraižiai turi nemažai privalumų ir trūkumų, todėl norint pagrįsti jų efektyvumą būtina atlikti iki-galimybių ir galimybių studijas.

Literatūra

Emporis [interaktyvus]. 2009a. *Most active continents* [žiūrėta 2009 m. balandžio 23 d.]. Prieiga per internetą:

<<http://www.emporis.com/en/bu/sk/st/ma/ct/>>.

Emporis [interaktyvus]. 2009b. *Skyline ranking* [žiūrėta 2009 m. balandžio 23 d.]. Prieiga per internetą:

<<http://www.emporis.com/en/bu/sk/st/sr/>>.

Pastogė [interaktyvus]. 2004. *Dangoraižių istorija* [žiūrėta 2008 m. kovo 17 d.]. Prieiga per internetą:

<<http://www.miestai.net/dangoraiziu-istorija.html>>.

Skyscraper page [interaktyvus]. 2009. *Diagrams* [žiūrėta 2009 m. balandžio 23 d.]. Prieiga per internetą:

<<http://skyscraperpage.com/diagrams/?1178316>>.

Wikipedia [interaktyvus]. 2008. *Skyscraper* [žiūrėta 2008 m. kovo 21 d.]. Prieiga per internetą:

<<http://en.wikipedia.org/wiki/Skyscraper>>.

SKYSCRAPERS, THEIR ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

R. Volvačiovas, G. Ambrasas

Abstract

The skyscrapers originated at the beginning of the 20th century. At present a lot of countries are competing for the title of the highest skyscraper in the world. These buildings have a lot of advantages but we cannot forget about some disadvantages they have. The topic of skyscraper building in Lithuania exists too, so the local governments of bigger cities have already confirmed special plans for location of high-rise buildings.

Keywords: skyscraper, skyscrapers, high-rise building, high-rise buildings.