

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
RIGA TECHNICAL UNIVERSITY

Edgars Bondars

TELPISKĀS VIDES PROJEKTĒŠANA
BIOKLIMATISKO FAKTORU KONTEKSTĀ

DESIGN OF SPATIAL ENVIRONMENT
IN THE CONTEXT OF BIOCLIMATIC FACTORS

Promocijas darba kopsavilkums
The summary of the thesis

Rīga 2013

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Arhitektūras un pilsētplānošanas fakultāte
Arhitektūras un pilsētbūvniecības katedra

Edgars BONDARS
Doktora studiju programmas „Arhitektūra” doktorants

**TELPISKĀS VIDES PROJEKTĒŠANA
BIOKLIMATISKO FAKTORU KONTEKSTĀ**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskā vadītāja
Dr. arch., prof.
S. TREIJA

Rīga 2013

UDK 711.1:551.58(474.3)
Bo 450

Bondars E. Telpiskās vides projektēšana
bioklimatisko faktoru kontekstā. Promocijas
darba kopsavilkums. – Rīga : RTU, 2013. – 44 lpp.

Iespiests saskaņā ar APF Arhitektūras un
pilsēt būvniecības katedras 2013. gada 18. jūnija
lēmumu, protokols Nr. 8.



Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā „Atbalsts
RTU doktora studiju īstenošanai”.

ISBN

PROMOCIJAS DARBS IZVIRZĪTS
ARHITEKTŪRAS DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI
RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs arhitektūras doktora grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2013. gada 15. jūlijā plkst. 11.00, Rīgas Tehniskās universitātes Arhitektūras un pilsētplānošanas fakultātē, Āzenes ielā 18, 115. auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Valsts kultūras pieminekļu aizsardzības inspekcijas Arhitektūras daļas vadītājs
Dr. arch. Jānis Zilgalvis

RTU Būvniecības fakultātes docents
Dr. sc. ing. Juris Bīršs

Viļņas Ģedimina Tehniskās universitātes asoc. profesors
Dr. arch. Gintaras Stauskis

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis doto promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē arhitektūras doktora grāda iegūšanai. Promocijas darbs nav iesniegts nevienā citā universitātē zinātniskā grāda iegūšanai.

Edgars Bondars

Datums: 19.06.2013.

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, satur ievadu, 9 nodaļas, secinājumus, 6 pielikumus, literatūras sarakstu, 59 zīmējumus un ilustrācijas, kopā 155 lappuses. Literatūras sarakstā ir 130 nosaukumi.

DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS

Tēmas aktualitāte

Darba aktualitāti nosaka gan ilgtspējīgas attīstības kritēriju pieaugošā nozīme telpiskās vides plānošanas procesos, gan Eiropas Direktīvas prasības pēc „gandrīz nulles enerģijas ēku” projektēšanas pēc 2020. gada. Šobrīd arhitektoniski telpiskās vides projektēšanas praksē vērojama koncentrēšanās uz ēku ilgtspējības kritēriju definēšanu un sasniedzamo rezultātu novērtēšanas metodoloģiju, bet salīdzinoši maz uzmanības tiek veltīts projektēšanas procesa optimizēšanai, kura ir nepieciešama šo uzstādīto mērķu un vēlāmā rezultāta efektīvākai sasniegšanai. Arhitektoniski telpiskās vides projektēšanas teorētiski metodoloģiskie jautājumi tiek pētīti nepietiekami, lielāko uzmanību pievēršot praktiskajiem būvniecības aspektiem. Ilgtspējas un ekoloģijas ideju integrēšana arhitektūras projektēšanas praksē notiek lēnāk, nekā būvniecības nozarē.

Latvijā izplatītā koncentrēšanās uz arhitektūras tehnisko komponenti ēku enerģijas patēriņa samazināšanai vērtējama kā vienpusēja, lai sekmīgi un efektīvi nodrošinātu projektēšanas prakses īstenošanu atbilstoši visiem ilgtspējīgas attīstības principiem. Latvijā līdz šim maz pazīstamās bioklimatiskās koncepcijas uzmanības centrā atrodas arhitektoniski telpiskās vides un dabas faktoru mijiedarbība un tās ietekme uz cilvēku kā psihofizioloģisku būtni, sekmējot pilnīgāku un daudzpusīgāku ekoloģisko ideju integrāciju arhitekta domāšanā. Tāpēc ir nepieciešams pētīt bioklimatiskās projektēšanas teorētisko principu iekļaušanas iespējas arhitektūras projektēšanas procesā, lai sekmētu arhitekta profesijas specifiskai nepieciešamo tehnoloģisko un māksliniecisko jautājumu vienotību virzībā uz kopējo ilgtspējīgas attīstības un energoefektivitātes mērķu sasniegšanu.

Pētījuma priekšmets

Pētījuma priekšmets ir konceptuālās pieejas un metodes bioklimatisko faktoru ievērtēšanai arhitektoniski telpiskās vides projektēšanas procesā, veidi, kādos šīs metodes iespējami efektīvāk izmantot projektēšanas praksē, kā arī faktori, kas ietekmē projektēšanas bioklimatiskās stratēģijas izplatību telpiskās projektēšanas praksē.

Darba mērķis

Promocijas darba mērķis ir sniegt teorētisku pamatojumu bioklimatiskās projektēšanas metodoloģijas integrēšanai arhitektoniski telpiskās vides projektēšanas procesā Latvijā.

Mērķa sasniegšanai izvirzīti sekojoši uzdevumi:

- noteikt bioklimatiskās teorijas vietu kopējā ekoloģijas ideju attīstībā un ietekmē uz telpiskās vides projektēšanas prioritātēm,

- apkopot un salīdzināt ekoloģiskajās idejās balstītās arhitektūras konceptuālās ievirzes un to estētiskās izpausmes,
- apkopot un salīdzināt bioklimatiskās arhitektūras projektēšanas teorētiskās pamatnostādnes un metodes,
- definēt bioklimatiskās projektēšanas priekšrocības un trūkumus Latvijā attiecībā pret citām ekoloģijas idejās balstītām projektēšanas ievirzēm,
- izvērtēt pastāvošo situāciju projektēšanas praksē Latvijā kontekstā ar bioklimatiskās projektēšanas galvenajiem aspektiem,
- konstatēt nepieciešamo zināšanu kopumu arhitekta kompetences ietvaros sekmīgai bioklimatiskās projektēšanas lietošanai praksē Latvijā.

Pētījuma metodika

- Salīdzinošā analīze lietota, lai definētu galvenās ievirzes bioklimatiski projektētas telpiskās vides estētikā, izvērtētu dažādu projektēšanas metožu efektivitāti bioklimatisko faktoru ievērtēšanā telpiskās vides projektēšanas procesā, kā arī izvērtētu situāciju projektēšanas praksē Latvijā un ārvalstīs,
- teorētiskā modelēšana veikta, lai novērtētu telpisko vides veidošanas principu un ēkas enerģijas patēriņa savstarpējo saistību, kā arī izvērtētu atsevišķas projektēšanas metodoloģijas,
- arhitektūras nozares ekspertu aptaujas un intervijas veiktas, lai noskaidrotu Latvijas arhitektu izpratni par ilgtspējīgas projektēšanas principiem, konstatētu biežāk izmantotās projektēšanas metodes un darba organizēšanas paņēmienus, kā arī uzzinātu ilgtspējīgas un energoefektīvas arhitektūras jomā sevi apliecinājušu ekspertu viedokli par klimatam atbilstošu ēku projektēšanas procesa īpatnībām.

Darba zinātniskā novitāte

Darbā pirmo reizi ir izvērtētas iespējas un sniegtas metodoloģiskas vadlīnijas bioklimatiskās teorijas integrēšanai arhitektoniski telpiskās vides projektēšanas procesā Latvijā. Sniegti ieteikumi arhitektu zināšanu pilnveidei, lai sekmētu uz ilgtspējas kritēriju sasniegšanu vērstu telpiskās vides veidošanu. Izstrādāti priekšlikumi bioklimatiskās projektēšanas metodoloģijas integrēšanai arhitektūras procesa dažādās stadijās. Ir izpētīta pastāvošā situācija Latvijā arhitektoniski telpiskās vides projektēšanā atbilstoši ekoloģiskajiem un ilgtspējas principiem, iegūta un apkopota informācija par Latvijas projektēšanas prakses atbilstību bioklimatiskās projektēšanas principiem, kā arī noteiktas bioklimatiskās teorijas izmantošanas iespējas arhitektoniski telpiskās vides projektēšanā Latvijā. Noteikti faktori, kas ļautu paaugstināt arhitektūras nozares ieguldījumu kopējo energoefektivitātes mērķu sasniegšanā Latvijā.

Darba praktiskā nozīme

Darbā pētītā bioklimatiskās arhitektūras projektēšanas metodoloģija var tikt izmantota praktiskajā projektēšanā, projektējot jebkuras ēkas vai pilsēt būvnieciskas telpiskās struktūras, kurās nepieciešams lietot bioklimatiskās arhitektūras principus reģionālās vides dabas un klimata apstākļu racionālai izmantošanai. Darba rezultāti var tikt izmantoti arhitektūras studiju programmas teorētisko mācību kursu satura papildināšanā, kā arī praktisku semināru satura izstrādē un organizēšanā nozares profesionāļiem, sekmējot videi draudzīgas arhitektūras projektēšanas prakses attīstību Latvijā.

DARBA APROBĀCIJA

Darba autors kopumā ir sagatavojis deviņas publikācijas par jautājumiem, kas saistīti ar ilgtspējas aspektu un bioklimatisko faktoru ievērtēšanu telpiskās vides projektēšanā, kā arī uzstājies astoņās starptautiskās zinātniskajās konferencēs Latvijā un ārvalstīs.

Publikācijas

1. Bondars, E. Implementing Bioclimatic Design in Sustainable Architectural Practice. *Scientific Journal of Riga Technical University: Series 10. Architecture and Urban Planning* = *RTU Zinātniskie raksti*: 10. Sērija. Arhitektūra un pilsētplānošana. Rīga: RTU, 2013.
2. Bondars, E. Dabai un cilvēkam draudzīga projektēšana un būvniecība. *Būvzinātnieks*, 2012, Nr. 29, 58.–63. lpp. ISSN 1691–9262.
3. Treija, S., Bratuškins, U., Bondars, E. Green open space in large scale housing estates: a place for challenge. *Journal of Architecture and Urbanism*. Routledge, 2012, Vol. 36, Issue 4, p. 264–271. ISSN 2029–7955 (Print), 2029–7947 (Online) [Taylor & Francis Online].
4. Suvorovs, E. Bioklimatiskā arhitektūra ilgtspējības kontekstā. *Latvijas arhitektūra*, 2011, burtnīca Nr. 97, 18.–22. lpp. ISSN 14074923.
5. Suvorovs, E., Treija, S. Potential of Bioclimatic Architecture in Formation of Regional Spatial Environment = Bioklimatiskās arhitektūras potenciāls reģionālās telpiskās vides veidošanā. *Scientific Journal of Riga Technical University: Series 10. Architecture and Urban Planning* = *RTU Zinātniskie raksti*: 10. Sērija. Arhitektūra un pilsētplānošana. Rīga: RTU, 2011, Vol. 5 = 5. sēj., p. 88–93, 153.–155. lpp. Angļu un latviešu val. ISSN 1691–4333.
6. Suvorovs, E. Urban Development Effect on Passive House Energy Consumption. *Science – Future of Lithuania*. Vilnius: Technika, 2011, Vol. 3, No. 3, May 2011, p. 38.–44. ISSN 2029–2341.

7. Suvorovs, E., Treija, S. Adaption of Global Architectural Trends to the Local Climatic Conditions. *Ecological Architecture 2011*. International conference proceedings. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2011, p. 94–98. ISBN 9786090201640.
8. Treija, S., Suvorovs, E. Sustainability of public open spaces in large housing estates. *Ecological Architecture 2011*. International conference proceedings. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2011, p. 28–31. ISBN 9786090201640.
9. Treija, S., Bratuškins, U., Suvorovs, E. The Use of Public Spaces in Large-scale Housing Estates in Riga / Publiskās ārtelpas izmantošanas problemātika Rīgas lielmēroga dzīvojamajos rajonos. *Scientific Journal of Riga Technical University*. Series 10: Architecture and Urban Planning / *RTU zinātniskie raksti*. 10. sērija: Arhitektūra un pilsētplānošana. Rīga: RTU, 2010, Volume 4 / 4. sējums, p.44–49 / 131.–133.lpp. (Angļu un latviešu val.), ISSN 1691–4333.

Referāti konferencēs

1. Bondars, E. Implementing Bioclimatic Design in Sustainable Architectural Practice. Riga Technical University 53rd International Scientific Conference, October 11, 2012, Riga.
2. Suvorovs, E. Tradīciju un bioklimatisko faktoru mijiedarbība reģionālajā arhitektūrā. Apvienotais pasaules latviešu zinātnieku 3. kongress un Letonikas 4. kongress. Rīga, 2011.g. 25. oktobris.
3. Suvorovs, E., Treija, S. Adaption of Global Architectural Trends to the Local Climatic Conditions. International conference "Ecological Architecture". Kaunas University of Technology, October 13, 2011.
4. Treija, S., Suvorovs, E. Sustainability of public open spaces in large housing estates. International conference "Ecological Architecture". Kaunas University of Technology, October 13, 2011.
5. Suvorovs, E., Treija, S. Potential of Bioclimatic Architecture in Formation of Regional Spatial Environment. Rīgas Tehniskās universitātes Arhitektūras un pilsētplānošanas fakultātes zinātniskā konference "Ilgtspējīga pilsētelpa". 2011.g. 6. oktobrī Rīgā.
6. Treija, S., Suvorovs, E. Restructuring Large Scale Housing Estates: Case of Riga. 23rd ENHR Conference "'Mixite'": an urban and housing issue?". Toulouse, France, 2011.gada 5.–8. jūlijs.
7. Suvorovs, E. Urban Development Effect on Passive House Energy Consumption. The 14th Conference for Lithuania Junior Researchers "K. Šešelgis' Readings – 2011". Vilnius, Lithuania, 2011. g. 13. maijs.

8. Suvorovs, E. Arhitektūras lokālās pazīmes klimata apstākļu ietekmē. RTU 51. Starptautiskā zinātniskā konference. Rīga, 2010. g. 8. oktobris.

DARBA STRUKTŪRA UN APJOMS

Promocijas darbs sastāv no trīs daļām un deviņām nodaļām. Promocijas darbam ir šāda struktūra:

Ievads

1. **Prioritātes un vērtības telpiskās vides projektēšanā**
 - 1.1. Telpiskās vides veidošanas principi industriālo sasniegumu kontekstā
 - 1.2. Ekoloģijas atziņu integrēšana projektēšanā 20. gadsimta otrajā pusē
 - 1.3. Ēkas tēla veidošana ilgtspējas ideju ietekmē
2. **Teorētiskās metodes bioklimatisko faktoru izmantošanai projektēšanā**
 - 2.1. Klimata analīzes vieta projekta pirmsizpētes stadijā
 - 2.2. Datorsimulācijas izmantošana telpiskajā projektēšanā
 - 2.3. Ēku parametriskā modelēšana integrētajā projektēšanas procesā
3. **Bioklimatisko faktoru ievērtēšana projektēšanas procesā Latvijā**
 - 3.1. Lokālie aspekti bioklimatisko faktoru izmantošanā
 - 3.2. Ilgtspējas idejas mūsdienu Latvijas arhitektūrā
 - 3.3. Attīstības iespējas bioklimatisko faktoru integrēšanai projektēšanā

Secinājumi

Pielikumi

1. pielikums. Arhitektu aptaujas anketa par klimatam atbilstošu projektēšanu
2. pielikums. Aptaujas rezultāti
3. pielikums. Ekspertu intervijas jautājumi
4. pielikums. Intervētie eksperti
5. pielikums. Ekspertu intervijas rezultātu kopsavilkums
6. pielikums. Personu rādītājs

Izmantotie informācijas avoti

PĒTĪJUMA ANALĪTISKĀS DAĻAS SATURS

Promocijas darba pirmajā daļā pētīta arhitektoniski telpiskās vides projektēšanas attīstība vides ilgtspējas jautājumu un bioklimatisko faktoru kontekstā. Aplūkota ilgtspējas jautājumu un bioklimatiskās teorijas vieta citu arhitektūras prioritāšu vidū.

Pirmās daļas pirmajā nodaļā analizēta arhitektoniski telpiskās projektēšanas vēsturiskā attīstība, koncentrējoties uz dabas un klimatisko faktoru mainīgo vietu arhitektoniski telpiskās vides projektēšanas prioritātēs. Analizēta

zinātnisko un tehnisko inovāciju ietekme uz arhitektoniski telpiskās vides projektēšanu 19. gadsimtā un 20. gadsimta pirmajā pusē. Salīdzinātas kontrastējošās pamatnostādnes lokālo dabas un klimata apstākļu ievērtēšanā reģionālajā tautas celtniecībā un globālajā modernisma arhitektūrā.

Pirmās daļas otrajā nodaļā detalizētāk aplūkota ekoloģiskās domas attīstība arhitektūrā no 20. gadsimta vidus līdz mūsdienām, sākot ar vides aizsardzības kustības pirmsākumiem 20. gadsimta vidū un tās ideju ienākšanu arhitektūras teorijā un praksē, beidzot ar ilgtspējas un ekoloģijas ideju daudzveidību arhitektūrā 20. gadsimta nogalē. Hronoloģiski pa posmiem aplūkota ekoloģiskās domas aktualizācija 20. gadsimta piecdesmitajos un sešdesmitajos gados, izaugsmes robežu pētījumi un energoresursu krīzes ietekme uz projektēšanas nozari 20. gadsimta septiņdesmitajos gados, atbildības jautājums nākošo paaudžu priekšā un ilgtspējīgas attīstības problemātikas aktualizācija 20. gadsimta astoņdesmitajos gados, kā arī klimata pārmaiņu jautājumi un energoefektivitātes aktualizācija telpiskās vides projektēšanas jomā deviņdesmitajos gados. Salīdzinātas dažādas ekoloģiski orientētas ēku projektēšanas koncepcijas 21. gadsimta sākumā.

1. tabula

Specifiskie kritēriji un to prioritāte ekoloģijas idejās balstītās arhitektoniski telpiskās projektēšanas ievirzēs

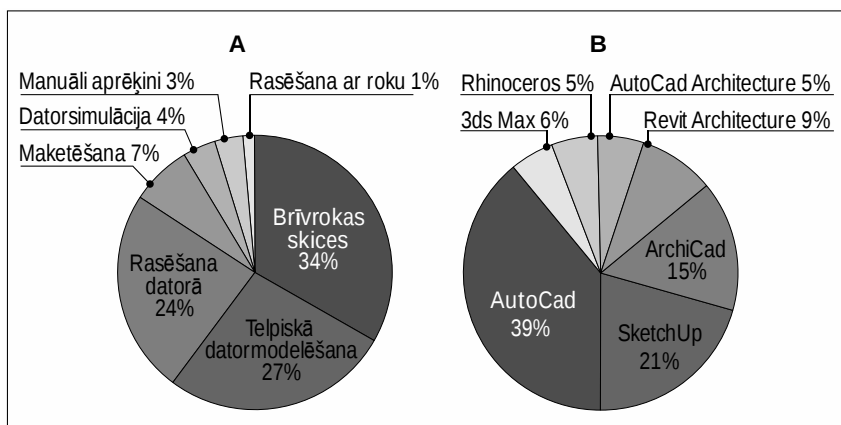
	Low-tech jeb ekominimālisms	Apzaļumojumu integrēšana arhitektūrā	Formāli racionālā pieeja	Formāli ekspressīvā pieeja	Eco-tech
Dabīgu būvmateriālu izmantošana	A	B	B	C	C
Maksimāla enerģijas taupīšana	B	C	A	B	B
Alternatīvās enerģijas izmantošana	C	B	B	B	A
Mikroklimata nodrošināšanas inženiersistēmas	C	B	A	B	A
Ēkas formveides ietekme mikroklimata nodrošināšanā	A	B	A	A	B

A Pirmā prioritāte
 B Otrā prioritāte
 C Trešā prioritāte

Pirmās daļas trešajā nodaļā definētas galvenās konceptuālās ievirzes dažādu ekoloģiski projektētu ēku arhitektoniski estētiskajās izpausmēs (1. tabula). Aplūkotās konceptuālās izpausmes apzaļumojumu integrēšanā arhitektoniski telpiskās vides veidošanā „zaļajā” arhitektūrā, *eco-tech* stratēģija

alternatīvās enerģijas ieguves un izmantošanas tehnoloģiju integrēšanai ēkas tēlā, kas raksturīga galvenokārt augstceltņu arhitektūrā, kā arī pārsvarā nelielu ēku arhitektūrā īstenotā *low-tech* jeb ekominimālisma stratēģija, kas pauž atgriešanos pie pirmsindustriālām būvniecības metodēm un būvmateriāliem. Energoefektīvu ēku telpiskās projektēšanas kontekstā aplūkotas formāli ekspresīvā un formāli racionālā pieeja ēkas tēla veidošanā.

Promocijas darba otrajā daļā pētīti arhitektoniski telpiskās vides projektēšanas metodoloģiskie aspekti. Pamatojoties uz promocijas darba ietvaros veiktajām arhitektu aptaujām un intervijām, konstatētas arhitektoniski telpiskās vides projektēšanā biežāk lietotās metodes (1. att.), kā arī galvenie faktori, kas tiek ievērtēti projektēšanas procesā Latvijā, lai nodrošinātu vietējiem klimatiskajiem apstākļiem atbilstošas telpiskās vides radīšanu.



1. att. Arhitektu darba procesā biežāk izmantotās metodes

A - arhitektu izmantotās metodes projekta koncepcijas izstrādē

B – arhitektu lietotās datorprogrammas telpiskās projektēšanas procesā

Otrās daļas pirmajā nodaļā ir apkopotas un salīdzinātas galvenās bioklimatiskās projektēšanas teorētiski metodoloģiskās pamatnostādnes, sākot ar bioklimatiskās projektēšanas teorijas aizsākumiem 20. gadsimta vidū. Pētīta klimata analīzes loma arhitektūras projektu pirmsizpētes stadijā, definētas teorētisko metožu priekšrocības salīdzinājumā ar tautas celtniecībā izmantotajām empiriskajām metodēm, kā arī konstatēti problemātiskie aspekti teorētisko manuālo metožu izmantošanai praksē, salīdzinājumā ar digitālajām metodēm. Analizēts teorētisko metožu izmantošanas līmenis arhitektūras projektēšanas praksē, kā arī aplūkoti galvenie iemesli, kas kavē plašāku teorētisko metožu izmantošanu arhitektoniski telpiskajā projektēšanā.

Otrās daļas otrajā nodaļā sniegts datorizētās projektēšanas (CAD) iespēju apskats un izvērtējums kontekstā ar bioklimatisko faktoru ievērtēšanu

projektēšanas procesa organizēšanā. Datorizētās projektēšanas un datorsimulācijas izmantošanas iespējas analizētas kontekstā ar projektēšanas procesa teorētiskajiem modeļiem. Sniegts ieskats projektēšanas procesa teorētiskajos aspektos, aplūkojot projektēšanas jēdziena skaidrojumu daudzveidību, kā arī analizējot projektēšanas procesa, projektēšanas stratēģijas un projektēšanas procedūras aspektus. Balstoties uz arhitektu aptaujas datiem, noteiktas tipiskākās projektēšanas procesa organizēšanas formas Latvijā. Sniegts bioklimatiskās projektēšanas stratēģijas izvērtējums lineāra projektēšanas procesa kontekstā, kā arī analizēti CAD tipa digitālās projektēšanas metožu izmantošanas aspekti cikliskā projektēšanas procesa teorētiskajā modeli.

Otrās daļas trešajā nodaļā tiek apkopotas un salīdzinātas galvenās ievirzes vides ilgtspējas aspektu integrēšanā parametriskās projektēšanas vidē. Izvērtētas ēku datu modelēšanas (*Building Information Modeling* – BIM) izmantošanas iespējas integrētā projektēšanas procesa teorētiskajā modeli gan no bioklimatisko faktoru ievērtēšanas, gan no kopējā arhitektoniski telpiskās vides projektēšanas procesa efektīvas organizēšanas viedokļa. Analizēti teorētisko metožu izmantošanas piemēri praksē, veikta telpiskās projektēšanas un simulācijas datorprogrammu izmantošanas savstarpējās savietojamības analīze. Salīdzināta iegūstamo arhitektoniski telpisko formu sarežģītības pakāpe, atkarībā no izmantoto datorsimulācijas metožu datu ievades tiptiem, kuru skaitā ir: manuāla skaitlisko datu ievade, manuāla telpisko datu ievade, esošā telpiskā modeļa analīze bez atsevišķas datu ievades, kā arī telpisko formu automatizēta ģenerēšana, pamatojoties uz definētiem parametriem. Savstarpēji salīdzināta arhitektoniski telpiskajā projektēšanā biežāk lietoto (noteiktas pēc arhitektu aptaujas datiem) datorizētās projektēšanas programmu funkcionalitāte klimata faktoru ievērtēšanai projektēšanas procesā.

Promocijas darba trešajā daļā ir analizēta situācija Latvijā ilgtspējas jautājumā, tostarp bioklimatisko faktoru, integrēšanā projektēšanas praksē. Latvijas klimata apstākļu specifika telpiskās vides projektēšanā salīdzināta ar Centrāleiropas valstīm. Pētītas jaunākās tendences ilgtspējas un energoefektivitātes aspektu ievērtēšanā Latvijas arhitektūras praksē, kā arī ieskicēti potenciālie darbības virzieni arhitektoniski telpiskās vides projektēšanas virzīšanai uz ilgtspējas mērķu sasniegšanu.

Trešās daļas pirmajā nodaļā analizēti telpiskās vides veidošanas principi Latvijai raksturīgajos klimata apstākļos, raugoties no bioklimatiskās projektēšanas koncepcijas skatu punkta. Sniegts ieskats dažādu autoru teorētiskajos aprēķinos pasīvās mājas energoefektivitātes līmeņa sasniegšanai Latvijas klimatiskajos apstākļos savrupmājām. Analizēta apkārtējās telpiskās vides ietekme uz teorētiski modelētas daudzstāvu daudzdzīvokļu dzīvojamās ēkas enerģijas patēriņu, mēģinot sasniegt pasīvās mājas energoefektivitātes līmeni.

Trešās daļas otrajā nodaļā apkopota un analizēta informācija par bioklimatiskās projektēšanas principu izplatību pastāvošajā projektēšanas praksē Latvijā un ārvalstīs, pamatojoties uz īstenotu telpiskās vides objektu analīzi un arhitektu aptaujas datu izvērtēšanu. Analizējot raksturīgākos Latvijas piemērus dažādu ekoloģisko un ilgtspējas ideju īstenošanā arhitektūrā, konstatētas galvenās tendences gan mazstāvu dzīvojamās apbūves, gan biroju ēku mikroklimata nodrošināšanā un arhitektoniski telpiskajā projektēšanā atbilstoši vietējiem klimata apstākļiem.

Trešās daļas trešajā nodaļā, pamatojoties uz apkopoto teorētisko atziņu, praktisko piemēru un arhitektu aptaujas un ekspertu interviju datu analīzes rezultātiem, definētas attīstības iespējas bioklimatiskās stratēģijas izmantošanas veicināšanai telpiskās vides projektēšanā Latvijā, lai sekmētu gan sabiedrības informētību, gan arhitektu zināšanu pilnveidi, kā arī turpinātu normatīvo aktu sistēmas optimizēšanu projektēšanas procesa organizēšanas kontekstā. Analizēta dažādu arhitektoniski telpiskās vides projektēšanā iesaistīto pušu (projektētājs, būvnieks, būvmateriālu ražotāji, projekta pasūtītājs, ēkas pārdevēji, pircēji un apsaimniekotāji, sabiedrība kopumā) loma bioklimatiskās stratēģijas un kopējo ilgtspējas mērķu īstenošanā. Balstoties uz ārvalstu pieredzes, Latvijas prakses un arhitektu interviju un aptaujas datu analīzi, definēti galvenie kavējošie un veicinošie faktori klimatam atbilstošu ēku projektēšanā un īstenošanā Latvijā.

Pielikumos sniegti pētījuma ietvaros veiktās arhitektu aptaujas jautājumi, un apkopoti un analizēti arhitektu aptaujas datu rezultāti. Tāpat pielikumos ietverti ekspertu intervijas jautājumi, izvēlēto nozares ekspertu saraksts un īss apraksts, kā arī ekspertu intervijas rezultātu kopsavilkums.

SECINĀJUMI

Apkopojot vēsturiski faktoloģisko informāciju par bioklimatiskās stratēģijas attīstību un īstenojamiem piemēriem telpiskajā vidē, salīdzinot projektēšanas teorētiskās metodes un izdarot praktiskos eksperimentus, kā arī veicot arhitektūras nozares profesionāļu aptauju un intervijas, ir secināts:

1. Teorētiskie principi bioklimatisko faktoru ievērtēšanai telpiskajā projektēšanā tika izstrādāti un attīstīti jau 20. gadsimta otrajā pusē, bet kopš tā laika ir ievērojami mainījušās gan telpiskās vides projektēšanā izmantotās metodes, gan dabas un klimatisko faktoru vieta telpiskās vides veidošanas procesā. Datortehnoloģiju attīstības rezultātā projektēšanas process no manuālas rasējumu izstrādes un aprēķinu veikšanas aizvien straujāk virzās uz pilnīgu digitalizāciju, savukārt ilgtspējas ideju ietekmē telpiskās vides veidošanā aizvien biežāk tiek popularizēta atgriešanās pie telpisko un konstruktīvo risinājumu izmantošanas ēku mikroklimata nodrošināšanā.

2. Projektēšanas praksē Eiropā par vienu no izplatītākajiem ekoloģiski pārdomātu ēku novērtēšanas kritērijiem ir kļuvusi energoefektivitāte, kas ir noticis galvenokārt ekonomisko un politisko faktoru ietekmes rezultātā. Mūsdienu ekoloģiski orientēto arhitektūras projektēšanas koncepciju fokusēšana uz kvantitatīvi novērtējamu kritēriju izpildi skaidrojama gan ar šādas pieejas lietošanas ērtumu normatīvo aktu izstrādē, gan ar salīdzinoši vieglu sasniegtā rezultāta uztveramību ēkas lietotājam. Ja enerģijas patēriņu uztvertu tikai kā vienu no daudziem savstarpēji līdzvērtīgiem kritērijiem ēku projektēšanā un novērtējumā, tas nodrošinātu pilnīgāku telpiskās vides veidošanas atbilstību mūsdienu ilgtspējīgas attīstības principiem, kā arī stiprinātu arhitektūras projektēšanas kā kompleksas vides veidošanas mākslas pozīcijas.
3. Projektēšanas gala rezultāta novērtēšanas kvantitatīvie kritēriji ir svarīgi, lai būtu iespējams novērtēt projektēšanas rezultāta atbilstību konkrētajā situācijā definētajiem mērķiem. Arhitektam kā profesionālim svarīgs ir arī ceļš, kā nonākt līdz uzstādītajam mērķim, jeb pats projektēšanas process. Ēkas energoefektivitāte vai cilvēkam piemērota telpu mikroklimata nodrošināšana ir projektēšanas mērķi, bet bioklimatiskā pieeja projektēšanā ir stratēģija, kā arhitekts var sekmēt šo mērķu sasniegšanu jau no projektēšanas procesa paša sākuma, darbojoties savas kompetences ietvaros tikai ar telpiskās formveides paņēmieniem un atbilstošu būvmateriālu izvēli.
4. Bioklimatisko faktoru ievērtēšana arhitektoniski telpiskās vides veidošanā ir visos projektēšanas aspektos (estētiskajos, konstruktīvajos un funkcionālajos) un stadijās (no pirmās idejas skices līdz tehniskajam projektam) integrēts pamatelements, bet ne atsevišķa telpiskās vides projektēšanas ievirze vai papildinājums. Ekoloģisko, estētisko un funkcionālo aspektu vienotas uztveres veidošana ir būtisks pamatnosacījums sekmīgai bioklimatiskās stratēģijas integrēšanai projektēšanas procesā Latvijā.
5. Arhitektoniski telpiskās vides projektēšana saskaņā ar bioklimatisko stratēģiju var tikt izmatota visās ekoloģiski pamatotajās projektēšanas ievirzēs, kā arī daudzveidīgu arhitektūras formu radīšanā, sevišķi, ja to apvieno ar parametriskās modelēšanas izmantošanu darba procesā. Tomēr pēc bioklimatiskās teorijas principiem projektētai un īstenotai arhitektūrai nepiemīt kādas konkrēti specifiskas arhitektoniski telpiskās pazīmes, atšķirībā no pasīvo ēku utilitāri lietišķās izteiksmes, eco-tech stratēģiskās pieejas tehnoloģisko risinājumu akcentēšanā, vai low-tech konceptuālās pieejas reģionālo formu un materiālu interpretācijā.
6. Bioklimatiskās stratēģijas integrēšana radošā projektēšanas procesā pieprasa augstu arhitekta kompetences līmeni klimatoloģijas, bioloģijas un siltumfizikas datu izpratnē, kā arī spēju adekvāti izmantot šos datus dažāda līmeņa datorprogrammu risinājumos. Galvenie virzieni arhitektu izglītošanā,

lai sekmētu bioklimatiskās stratēģijas izmantošanu Latvijā, ir datortehnoloģiju izmantošana klimatam atbilstošas un cilvēkam fizioloģiski komfortablas vides projektēšanā, telpisko risinājumu un būvmateriālu ietekme mikroklimata nodrošināšanā, kā arī klimatoloģijas pamatjautājumu izpratnes paaugstināšana.

7. Bioklimatiskās projektēšanas manuālās metodes, kā arī atsevišķas datorprogrammas visracionālāk izmantojamas neliela mēroga objektu projektēšanā, kur procesā ir iesaistīts neliels cilvēku skaits. To nosaka ievadāmo papildus datu apjoms, patērētais laiks un iespēja savietot tradicionāli lineāro bioklimatiskās projektēšanas metodoloģiju ar lineāra projektēšanas procesa shēmu. Kā liecina aptauju dati, vairums Latvijas arhitektu savu projektēšanas darbu organizē, pamatojoties uz noteiktu darbību secību pēc lineāra principa. Nepieciešamība vairākkārt atkārtoti ievadīt datus līdz vēlamā projekta rezultāta sasniegšanai traucē manuālo metožu izmantošanai lielāka mēroga objektu projektēšanā, kurā ir nepieciešama vienlaicīga dažādu nozares profesionāļu sadarbība un ātra informācijas apmaiņa.
8. Lielu vai sarežģītu objektu projektēšanā visefektīvāka ir ēku informācijas modelēšanas (BIM) koncepcijā balstītā integrētās projektēšanas metodoloģija, jo ļauj vienlaikus ar telpisko projektēšanu veikt arī ēkas enerģijas patēriņa simulāciju, kā arī ar vienu ēkas virtuālo modeli strādāt vairākiem speciālistiem vienlaicīgi. Integrētajā projektēšanas procesā un sarežģītu objektu projektēšanā visefektīvāk izmantot parametriskajā modeļēšanas vidē iestrādātās ēku simulācijas funkcijas. Tās arhitektiem var dot pietiekamu kopējo priekšstatu par ēkas enerģijas patēriņa, iekštelpu klimata u.c. rādītājiem jau projektēšanas sākumstadijās, bet, citu nozaru speciālisti var tikt iesaistīti, lai veiktu detalizētus aprēķinus.
9. Integrētās projektēšanas koncepcija Latvijā vēl nav izplatīta. Vairums projektēšanas uzņēmumu un projektētāju Latvijā telpiskās vides projektēšanas visās stadijās izmanto digitālās tehnoloģijas, taču salīdzinoši neliela daļa lieto ēku informācijas modelēšanas (BIM) koncepcijā balstītās datorprogrammas, kā arī reti izmanto klimata un enerģijas patēriņa analīzes iespējas, ko sniedz BIM tipa programmās integrētās funkcijas vai kādi atsevišķi datorprogrammu risinājumi. Bioklimatisko faktoru ievērtēšana telpiskās vides veidošanā Latvijā kopumā vērtējama kā nepietiekami attīstīta, bet ar lielu potenciālu. Tā kā BIM koncepcijas vidē bioklimatiskās stratēģijas izmantošana projektēšanā ir salīdzinoši intuitīva, ērti lietojama, kā arī viegli savietojama ar telpiskās projektēšanas procesā izmantotajām digitālajām metodēm, bioklimatisko faktoru loma ir kā papildus stimuls arī BIM koncepcijas izmantošanas pieauguma sekmēšanai Latvijā.

10. Parametriskās modelēšanas plašākas izmantošanas aizsākšana arhitektūras projektēšanas nozarē rada iespējas un nepieciešamību izmantot bioklimatiskās teorijas atziņas digitālajā arhitektoniski telpiskās projektēšanas vidē. Šāda integrētas pieejas īstenošana ļaus uzlabot projektēšanas pakalpojumu efektivitāti, kā arī padarīs ērtāku telpiskās vides veidošanu atbilstoši aktuālajiem ilgtspējas kritērijiem.
11. Darba ietvaros veiktās Latvijas arhitektu aptaujas un intervijas liecina, ka dažādu ilgtspējas kritēriju izmantošana telpiskās vides veidošanas praksē vēl nenotiek tik intensīvi, kā to pieprasa vispārējais uzstādījums par pāreju uz dabai un cilvēkam draudzīgu un ilgtspējīgu vides veidošanu. Bioklimatiskās stratēģijas izmantošana projektēšanā ir viens no ceļiem, kā arhitektiem sniegt lielāku ieguldījumu ēku Eiropas Savienības definēto energoefektivitātes mērķu sasniegšanā, izmantojot arhitektoniski telpiskās projektēšanas paņēmienus, kā arī nodrošināt telpiskās vides projektēšanā lokālu pieeju globālo standartu vietā.
12. Pamatojoties uz bioklimatiskās projektēšanas koncepcijas komplekso raksturu, vietējo dabas un klimatisko apstākļu ievērtēšanu, un cilvēka kā psihofizioloģiskas būtnes nostatīšanu projektētāja uzmanības centrā, bioklimatiskā projektēšana uzskatāma par potenciāli perspektīvu stratēģiju arhitektoniski telpiskās vides projektēšanā. Latvijā ir nepieciešams popularizēt visu ekoloģisko jautājumu integritātes nozīmi arhitektūrā, aktualizējot bioklimatiskās projektēšanas nozīmi, kā arī ieviešot aprītē kompleksās ēku novērtējuma sistēmas, lai novērstu praksē sastopamo tendenci maldinoši piedēvēt ēkām atbilstību ilgtspējīgas attīstības principiem, pamatojoties tikai uz kāda atsevišķa ilgtspējības aspekta ievērtēšanu projektēšanas procesā.

RIGA TECHNICAL UNIVERSITY
Faculty of Architecture and Urban Planning
The Chair of Architecture and Urban Planning

Edgars BONDARS
Doctoral student of the doctoral programme „Architecture”

**DESIGN OF SPATIAL ENVIRONMENT
IN THE CONTEXT OF BIOCLIMATIC FACTORS**

The summary of the thesis

Scientific advisor
Dr. arch., prof.
S. TREIJA

Riga 2013

UDK 711.1:551.58(474.3)
Bo 450

Bondars E. Design of Spatial Environment in the context of Bioclimatic Factors. The summary of the thesis. – Riga : RTU, 2013. – 44 p.

Printed in compliance with RTU Department of Architecture and Urban Planning decision of 18th of June 2013, session protocol No. 8.



This work has been supported by the European Social Fund within the project «Support for the implementation of doctoral studies at Riga Technical University».

ISBN

THE THESIS HAS BEEN SUBMITTED IN
RIGA TECHNICAL UNIVERSITY
FOR ACQUIRING DOCTORAL DEGREE IN ARCHITECTURE

The public defense of the thesis is scheduled to 15th of July 2013 11:00 AM in Riga Technical University's Faculty of Architecture and Urban Planning, Āzenes iela18, room 115.

REVIEWERS

Head of Department of Architecture of State Inspection of Heritage Protection
Dr. arch. Jānis Zilgalvis

Associate Professor of the Riga Technical University, Faculty of Civil Engineering
Dr. sc. ing. Juris Biršs

Associate Professor of the Vilnius Gediminas Technical University
Dr. arch. Gintaras Stauskis

CONFIRMATION

I confirm that I have written this thesis and it is submitted for review in Riga Technical University for acquiring the Doctoral degree in architecture. The thesis is not submitted in any other university for acquiring a scientific degree.

Edgars Bondars

Date: 19.06.2013.

The promotion paper is in the Latvian language, contains an introduction, 9 sections, conclusions, 6 enclosures, the bibliography, 59 drawings and images, and consists of 155 pages in total. The bibliography includes 130 titles.

GENERAL DESCRIPTION

The topicality of the theme

The topicality of the paper is determined by the increasing importance of the criteria of sustainable development in the spatial environmental design processes and the “Near Zero Energy Building” requirement established in the EU Directive for designing after year 2020. The current architectonic spatial environmental design practices largely focus on defining the building sustainability criteria and the methodology of assessment of the results to be achieved, with relatively little attention being paid to optimisation of the designing process which is necessary for more efficient attainment of the set targets and achievement of the desired results. The theoretic and methodological aspects of architectonic spatial environmental design are under-researched, with majority of attention being paid to the practical aspects of construction. The integration of the concepts of sustainability and ecology into the architectural designing practice is slower than in the construction sector.

The concentration on the technical component of the architecture (widespread in Latvia) in order to reduce the energy consumption of buildings can be assessed as one-sided for a successful and efficient implementation of the designing practice in accordance with all principles of sustainable development. The bio-climatic concept, which has been little known in Latvia until now, focuses on interaction between the factors of the architectonic spatial environment and the nature and its effects on the human s a psycho-physiological being to facilitate a more thorough and extensive integration of the ecological ideas into the architect's thinking. Therefore, it is necessary to study the opportunities for inclusion of the theoretical principles of bioclimatic designing into the process of architectural designing in order to support the unity of the technological and artistic items necessary for the specifics of the profession of an architect on the way to the overall sustainable development and energy efficiency targets.

Subject of the research

The research subject is the conceptual approaches to and the methods of the consideration of the bioclimatic factors in the process of architectonic spatial environmental design, the types of more efficient uses of such methods in the designing practice, and the factors influencing the dissemination of the bioclimatic designing strategy in the spatial designing practice.

Aim of the research

The aim of the promotion paper is to provide a theoretical basis for integration of the bioclimatic designing methodology into the process of architectonic spatial environmental design in Latvia.

The following objectives were set to attain the aim:

- to identify the place of the bioclimatic theory in the overall development of the ideas of ecology and the effects on the priorities in spatial environmental design,
- to summarise and compare the ecology-based conceptual architectural trends and their aesthetic manifestations,
- to summarise and compare the principal theoretical approaches to and methods of bioclimatic architectural designing,
- to define the advantages and disadvantages of bioclimatic designing in Latvia in relation to other designing trends which are based on the ideas of ecology,
- to evaluate the current designing practices in Latvia in the context of the key aspects of the bioclimatic designing,
- to identify the required pool of knowledge within the competence of an architect in order to assure a successful practical use of the bioclimatic designing in Latvia.

Research methodology

- The comparative analysis has been used to define the key trends in the aesthetics of a bio-climatically designed spatial environment, to assess the efficiency of various designing methods in the consideration of the bioclimatic factors in the process of spatial environmental design and to assess the situation in the designing practice in Latvia and abroad.
- Theoretical modelling has been performed to assess the mutual connections between the spatial environment development principles and the energy demand of a building, as well as to assess individual methodologies of designing.
- Surveys among and interviews with the experts of the sector of architecture have been used to find out the understanding of the Latvian architects of the principles of a sustainable designing, to identify the most commonly applied methods of designing and work organisation techniques, as well as to find out the opinion of experts, who have proved themselves in the area of sustainable and energy efficient architecture, about the peculiarities of the process of designing of buildings suitable for the climate.

Scientific novelty

The paper is the first to assess the opportunities and to provide methodological guidelines for the integration of the bioclimatic theory into the architectonic spatial environmental design process in Latvia. Recommendations for improvement of the knowledge of architects have been provided to support the development of a spatial environment targeted at attainment of the sustainability criteria. Recommendations have been worked out for the integration of the bioclimatic designing methodology at various stages of the

architectural processes. The current situation in the architectonic spatial environmental design in Latvia has been studied in view of the ecological and sustainability principles, information about the compliance of the Latvian designing practices with the principles of bioclimatic designing has been obtained and summarised, and opportunities for the application of the bioclimatic theory in the architectonic spatial environmental design in Latvia have been identified. Factors which would enable to increase the contribution of the sector of architecture to the common energy efficiency effort in Latvia have been identified.

Practical importance

The bioclimatic architectural designing methodology studied in the paper may be used in the practical designing when designing any building or urban spatial structures where the principles of the bioclimatic architecture are to be considered to assure a rational use of the natural and climatic conditions in the regional environment. The results of the paper may be used to supplement the content of the theoretical courses of the architecture study programme as well as to develop and organise the content of practical seminars for industry experts to support the development of an environment-friendly architectural designing practice in Latvia.

APPROBATION OF THE WORK

The author of the paper has prepared the total of nine publications on issues related to the aspect of sustainability and consideration of the bioclimatic factors in spatial environmental design as well as given presentations during eight international scientific conferences in Latvia and abroad.

Publications

1. Bondars, E. Implementing Bioclimatic Design in Sustainable Architectural Practice. *Scientific Journal of Riga Technical University: Series 10. Architecture and Urban Planning = RTU Zinātniskie raksti: 10. Sērija. Arhitektūra un pilsētplānošana*. Rīga: RTU, 2013.
2. Bondars, E. Dabai un cilvēkam draudzīga projektēšana un būvniecība. *Būvzinātnieks*, 2012, Nr. 29, 58.–63. lpp. ISSN 1691–9262.
3. Treija, S., Bratuškins, U., Bondars, E. Green open space in large scale housing estates: a place for challenge. *Journal of Architecture and Urbanism*. Routledge, 2012, Vol. 36, Issue 4, p. 264–271. ISSN 2029–7955 (Print), 2029–7947 (Online) [Taylor & Francis Online].
4. Suvorovs, E. Bioklimatiskā arhitektūra ilgtspējības kontekstā. *Latvijas arhitektūra*, 2011, burtnīca Nr. 97, 18.–22. lpp. ISSN 14074923.

5. Suvorovs, E., Treija, S. Potential of Bioclimatic Architecture in Formation of Regional Spatial Environment = Bioklimatiskās arhitektūras potenciāls reģionālās telpiskās vides veidošanā. *Scientific Journal of Riga Technical University: Series 10. Architecture and Urban Planning = RTU Zinātniskie raksti: 10. Sērija. Arhitektūra un pilsētplānošana*. Rīga: RTU, 2011, Vol. 5 = 5. sēj., p. 88–93, 153.–155. lpp. Angļu un latviešu val. ISSN 1691–4333.
6. Suvorovs, E. Urban Development Effect on Passive House Energy Consumption. *Science – Future of Lithuania*. Vilnius: Technika, 2011, Vol. 3, No. 3, May 2011, p. 38.–44. ISSN 2029–2341.
7. Suvorovs, E., Treija, S. Adaption of Global Architectural Trends to the Local Climatic Conditions. *Ecological Architecture 2011*. International conference proceedings. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2011, p. 94–98. ISBN 9786090201640.
8. Treija, S., Suvorovs, E. Sustainability of public open spaces in large housing estates. *Ecological Architecture 2011*. International conference proceedings. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2011, p. 28–31. ISBN 9786090201640.
9. Treija, S., Bratuškins, U., Suvorovs, E. The Use of Public Spaces in Large-scale Housing Estates in Riga / Publiskās ārtelpas izmantošanas problemātika Rīgas lielmēroga dzīvojamajos rajonos. *Scientific Journal of Riga Technical University. Series 10: Architecture and Urban Planning / RTU zinātniskie raksti. 10. sērija: Arhitektūra un pilsētplānošana*. Rīga: RTU, 2010, Volume 4 / 4. sējums, p.44–49 / 131.–133.lpp. (Angļu un latviešu val.), ISSN 1691–4333.

Presentations at conferences

1. Bondars, E. Implementing Bioclimatic Design in Sustainable Architectural Practice. Riga Technical University 53rd International Scientific Conference, October 11, 2012, Riga.
2. Suvorovs, E. Tradīciju un bioklimatisko faktoru mijiedarbība reģionālajā arhitektūrā. Apvienotais pasaules latviešu zinātnieku 3. kongress un Letonikas 4. kongress. Rīga, 2011.g. 25. oktobris.
3. Suvorovs, E., Treija, S. Adaption of Global Architectural Trends to the Local Climatic Conditions. International conference “Ecological Architecture”. Kaunas University of Technology, October 13, 2011.
4. Treija, S., Suvorovs, E. Sustainability of public open spaces in large housing estates. International conference “Ecological Architecture”. Kaunas University of Technology, October 13, 2011.
5. Suvorovs, E., Treija, S. Potential of Bioclimatic Architecture in Formation of Regional Spatial Environment. Rīgas Tehniskās universitātes Arhitektūras un

- pilsētplānošanas fakultātes zinātniskā konference "Ilgtspējīga pilsētelpa". 2011.g. 6. oktobrī Rīgā.
6. Treija, S., Suvorovs, E. Restructuring Large Scale Housing Estates: Case of Riga. 23rd ENHR Conference "'Mixite'": an urban and housing issue?". Toulouse, France, 2011.gada 5.–8. jūlijs.
 7. Suvorovs, E. Urban Development Effect on Passive House Energy Consumption. The 14th Conference for Lithuania Junior Researchers "K. Šešelgis' Readings – 2011". Vilnius, Lithuania, 2011. g. 13. maijs.
 8. Suvorovs, E. Arhitektūras lokālās pazīmes klimata apstākļu ietekmē. RTU 51. Starptautiskā zinātniskā konference. Rīga, 2010. g. 8. oktobris.

STRUCTURE AND VOLUME OF THE THESIS

The promotion paper consists of three parts and nine sections. The structure of the promotion paper is as follows:

Introduction

1. Priorities and values in spatial environmental design
 - 1.1. The principles of spatial environment development in the context of industrial achievements
 - 1.2. Integration of ecology concepts into designing in the second half of the 20th century
 - 1.3. Development of the image of a building under the influences of the ideas of sustainability
2. Theoretical methods for application of the bioclimatic factors in designing
 - 2.1. The place of climatic analysis in the pre-study stage of the design
 - 2.2. Use of computerised simulation in spatial designing
 - 2.3. Parametric modelling of buildings in the integrated designing process
3. Consideration of the bioclimatic factors in the designing processes in Latvia
 - 3.1. Local aspects of use of the bioclimatic factors
 - 3.2. The ideas of sustainability in the contemporary Latvian architecture
 - 3.3. Development opportunities for integration of the bioclimatic factors into designing

Conclusions

Appendices

Appendix 1: Architects' survey on climate-appropriate designing

Appendix 2: Results of the survey

Appendix 3: Questions of the experts' interview

Appendix 4: The experts interviewed

Appendix 5: A summary of the results of the experts' interview

Appendix 6: Index of Persons

References

CONTENT OF ANALYTICAL PART OF THE RESEARCH

The first part of the promotion paper studies the development of architectonic spatial environmental design in the context of environmental sustainability issues and bioclimatic factors. The place of sustainability issues and the bioclimatic theory among other architectural priorities has been explored.

The first section of the first part analyses the historical development of architectonic spatial designing, concentrating on the variable places of the natural and climatic factors in the priorities of architectonic spatial environmental design. It includes an analysis of the impacts of the scientific and technical innovations on the architectonic spatial environmental design in the 19th century and the first half of the 20th century. It also includes a comparison of the contrasting fundamental approaches to the consideration of the local natural and climatic conditions in the context of the regional national construction and the global architecture of modernism.

The second section of the first part includes a more detailed analysis of the development of the ecological thinking in architecture from the middle of the 20th century and until today, starting from the very beginning of the environment protection movement in the middle of the 20th century and the implementation of its ideas into theory and practice and ending with the versatility of the ideas of sustainability and ecology in architecture towards the end of the 20th century. It includes a chronological survey of the stages of the increase of the importance of ecological thinking in the fifties and sixties of the 20th century, studies of the growth limitations and the impact of the energy resource crisis on the sector of designing in the seventies of the 20th century, the issue of responsibility before the generations to come and increased consideration of the problems of sustainable development in the eighties of the 20th century, as well as issues of climate changes and increasing topicality of energy efficiency in the sector of environment designing in the nineties. It also includes a comparison of various ecologically oriented building designing concepts in the early 21st century.

The third section of the first part defines the key conceptual approaches in the architectonically aesthetic manifestations of various ecologically designed buildings (Table 1). It explores the conceptual manifestations in the integration of greening into the development of the architectonic spatial environment in the "green" architecture, the *eco-tech* strategy in alternative energy production and

use for the integration of the technologies into the image of the building, which is mainly typical in the architecture of high-rise buildings, as well as the *low-tech* or eco-minimalism strategy (mainly seen in the architecture of small-size buildings) which demonstrates return to the pre-industrial construction methods and construction materials. The formal expressive approach and the formal rational approach to the development of the image of the building have been viewed within the context of spatial designing of energy efficient buildings.

Table 1

Specific criteria and their priority in ecology- based architectural and spatial design approaches

	Low-tech or eco-minimalism	Integration of greenery in architecture	Formal and rational approach	Formal and expressive approach	Eco-tech
Use of natural building materials	A	B	B	C	C
Maximum energy saving	B	C	A	B	B
Use of alternative energy	C	B	B	B	A
Microclimate engineering systems	C	B	A	B	A
Impact of building design on microclimate	A	B	A	A	B

A

1st priority

B

2nd priority

C

3rd priority

The second part of the promotion paper studies the methodological aspects of architectonic spatial environmental design. Based on the surveys conducted among and the interviews held with architects as part of the preparation of the promotion paper, the most commonly used methods in architectonic spatial environmental design (illustration 1) as well as the key factors considered in the designing process in Latvia in order to assure creation of a spatial environment which corresponds to the local climatic conditions have been identified.

The first section of the second part summarises and compares the key theoretical methodological approaches to bioclimatic designing starting from the very beginnings of the theory of bioclimatic designing in the middle of the 20th century. It explores the role of climate analysis in the pre-investigation stage of architectural designs, defines the advantages of the theoretical methods over the empirical methods applied in national building, as well as identifies the problematic aspects of the practical application of the theoretical manual methods, compared to the digital methods. It also analyses the level of application

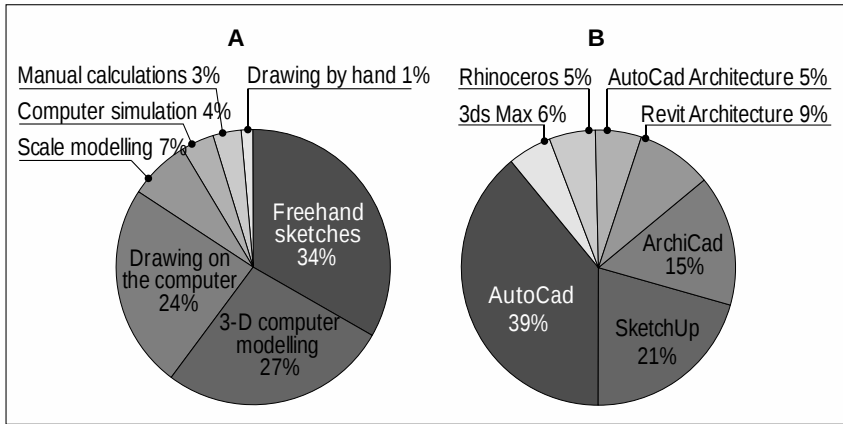


Illustration 1. Methods used by architects more often in working process

A – Methods used by architects in development of a design concept

B – Computer programmes used by architects in spatial design process

of the theoretical methods in the architectural designing practice as well as explores the main reasons preventing from a wider application of the theoretical methods in the architectonic spatial designing.

The second section of the second part provides an overview of the capabilities of computer assisted designing (CAD) and an assessment thereof in the context of consideration of the bioclimatic factors in the organisation of the process of designing. The opportunities for the use of computer assisted designing and computerised simulation are analysed in context with the theoretical models of the designing process. It provides an insight into the theoretical aspects of the process of designing by exploring the versatility of explanations of the concept of designing as well as analysing the aspects of the designing process, designing strategy, and the designing procedure. The most widespread forms of organisation of the designing process in Latvia have been identified based on the data obtained in the survey conducted among architects. An assessment of the bioclimatic designing strategy has been provided in the context of a linear designing process, and the aspects of the use of CAD-type digital designing methods have been analysed in the theoretical model of the designing process.

The third section of the second part includes a summary and comparison of the key approaches to the integration of the aspects of environmental sustainability into the parametric designing environment. The opportunities for the use of the building information modelling (BIM) in an integrated theoretical model of the designing process have been evaluated from the point of view of consideration of the bioclimatic factors and efficient organisation of the overall process of the architectonic spatial environmental design. It analyses examples of

practical application of the theoretical methods and includes an analysis of the mutual compatibility of spatial designing and the use of computerised simulation software. The degree of complexity of the architectonic spatial forms to be obtained have been compared depending on the computerised simulation method data input types which include: manual input of the numeric data, manual input of the spatial data, analysis of the existing spatial model without a separate data entry, and automatic generation of the spatial forms based on the defined parameters. It includes a comparison of the functionality of the computer assisted designing software most frequently used in the architectonic spatial designing (identified according to the data obtained during the survey conducted among architects) for consideration of the climatic factors in the process of designing.

The third part of the promotion paper includes an analyses the integration of sustainability issues, including the bioclimatic factors, into the designing practice in Latvia. The specifics of climate conditions in the spatial environmental design in Latvia are compared with the situation in the countries of Central Europe. It explores the latest tendencies in the consideration of the sustainability and energy efficiency aspects in the Latvian architectural practices and outlines the potential directions of activities to assure movement of the architectonic spatial environmental design towards the attainment of the sustainability targets.

The first section of the third part analyses the principles of development of the spatial environment in the climate conditions characteristic in Latvia from the point of view of the bioclimatic designing concept. It provides an insight into theoretical calculations performed by various authors to achieve the passive building energy efficiency level for private houses in the Latvian climate conditions. It analyses the effects of the surrounding spatial environment on the energy demand of a theoretically modelled multiple-storey residential building in attempt of achieving the passive building energy efficiency level.

The second section of the third part summarises and analyses information about the prevalence of the principles of bioclimatic designing in the current designing practice in Latvia and abroad based on an analysis of completed spatial environment facilities and assessment of the data obtained during the survey conducted among architects. The key tendencies in the assurance of the microclimate in low-rise residential and office buildings and the architectonic spatial designing in view of the local climate conditions have been identified by analysing the most typical examples of implementation of various ideas of sustainability and environment-friendliness in architecture in Latvia.

Based on the results of the summarised theoretical concepts, practical examples, and the data obtained during the survey conducted among architects and the interviews held with experts, the third section of the third part defines the development potential to facilitate the application of the bioclimatic strategy

in the spatial environmental design in Latvia in order to improve public awareness and knowledge of architects as well as to continue the optimisation of the system of regulatory acts in the context of organisation of the designing process. It analyses the role of various parties involved in the architectonic spatial environmental design (designer, builder, the manufacturer of construction materials, the entity who ordered the design, the sellers of the building, the buyers and managers, the society in general) in the implementation of the bioclimatic strategy and attainment of the common sustainability targets. The main hindering and facilitating factors in the designing and implementation of climate-compatible buildings in Latvia have been defined based on foreign experiences, the Latvian practice and the analysis of the interviews held with and the survey conducted among architects.

The annexes include the questions of the survey conducted among architects as part of the paper and a summary and analysis of the results of the survey conducted among the architects. The annexes also include the questions of the interview held with experts, the listing of the industry experts, and a brief description as well as a summary of the results of the interview with the experts.

CONCLUSIONS

The following conclusions have been drawn by summarising the historical facts about the development of the bioclimatic strategy and the completed examples in the spatial environment, comparing the theoretical methods of designing, and carrying practical experiments as well as by conducting a survey among and holding interviews with the professionals of the sector of architecture:

1. Theoretical principles for incorporation of bioclimatic factors in spatial design were developed and elaborated already in the second half of the 20th century, however, the methods used in spatial design as well as the importance assigned to natural and climatic factors in the process of creation of spatial environment have changed significantly since that time. As a result of computer technology development, a fully digitalized design process will soon replace manual drawing and calculations, while sustainability ideas in creation of spatial environment prompt reapplication of spatial and structural solutions in establishment of microclimate in buildings.
2. Owing mostly to economic and political factors, energy efficiency has become one of the most popular assessment criteria of ecologically-sound buildings in design practice in Europe. The focus in the contemporary ecology-oriented architectural designing concepts on the fulfilment of quantitatively assessable criteria can be explained by the convenient applicability of the approach in the development of regulatory acts and by the relatively easy perceptibility of the

achieved result by the user of the building. If energy consumption could be seen only as one of the many equivalent criteria in designing and evaluation of buildings, spatial design would incorporate more principles of sustainable development and would strengthen the role of architectural design as an art of creation of a complex environment.

3. Quantitative criteria in evaluation of the end result of designing are important so that it would be possible to evaluate the compliance of the result of designing with the objectives defined in the particular situation. For an architect as a professional the way how to reach the set goal or the design process itself is also important. Energy efficiency of a building or establishment of an indoor microclimate favourable to human comfort are the goals of design, yet a bioclimatic approach in design is a strategy how an architect can contribute to achievement of these objectives in the very beginning of the design process, acting within his/her area of competence and using only the methods of spatial design and selecting appropriate building materials.
4. In creation of architectural and spatial environment, incorporation of bioclimatic factors in all aspects of designing (aesthetic, structural and functional) and in all its stages (starting from the first sketches to show the idea and ending with the technical design) is an essential basic element rather than a separate element supplementing the design process. A unified perception of ecological, aesthetic and functional aspects is an essential precondition for successful integration of the bioclimatic strategy into the design process in Latvia.
5. The design of architectural and spatial environment in accordance with the bioclimatic strategy can be used in all areas of ecological design, as well as in creation of diverse forms of architecture, especially in combination with parametric modelling. However, the architecture designed and implemented on the basis of the principles of bioclimatic theory does not have any specific architectural and spatial features as opposed to a strict utilitarian image of a passive house, an eco-tech strategic approach to accentuation of technological solutions or a low-tech conceptual approach to interpretation of regional forms and materials.
6. In order to integrate the bioclimatic strategy into the creative design process, architects need to have profound knowledge in climatology, biology and thermal physics, as well as the ability to adequately use this knowledge in software solutions of various levels. Thus, to promote the application of the bioclimatic strategy in Latvia, the education of architects should focus on the use of computer technology in design of an environment that would be climate-appropriate and favourable to human comfort, on the impact of spatial

solutions and building materials on the microclimate, and on the fundamentals of climatology.

7. The bioclimatic manual designing methods as well as some computer programs can most rationally be used in the designing of small-scale facilities with a small number of the people involved. This is determined by the quantity of the additional data to be entered, the time consumed and the possibility of combining the traditionally linear bioclimatic designing methodology and the scheme of the linear or cyclical designing process. According to the survey results, most of Latvian architects organise their design work on the basis of a set linear sequence of the tasks to be performed. The necessity of multiple data entries before the desired result of the project can be achieved prevents from use of the manual methods in the designing of facilities of a larger scale where collaboration of various industry professionals and a swift exchange of information are necessary simultaneously.
8. An integrated design methodology that is concept-based on building information modelling (BIM) is most efficient in designing of large or complex objects as it allows simulating the energy consumption of the building simultaneously with the spatial design, and several specialists can work with the virtual model of the building at the same time. It is advisable to use building simulation functions incorporated in the parametric modelling environment in the integrated design process and when designing complex objects. They may give architects a general idea of energy consumption, indoor climate and other parameters of the building in the early stages of designing, while specialists from other areas may be involved to perform detailed calculations.
9. The integrated design concept is not yet widespread in Latvia. Most of design companies and designers in Latvia use digital technologies in all stages of spatial design, yet a relatively small proportion of them use computer programmes that are concept-based on building information modelling (BIM) and quite rarely use an option to perform the analysis of climate and energy consumption provided in BIM-type programmes or other computer programmes. In general, incorporation of bioclimatic factors in spatial design is insufficient in Latvia; yet there is great potential for their increased application. Since as part of the BIM concept the use of bioclimatic strategies in design is rather intuitive, easy to use and compatible with digital methods applied in the spatial design process, bioclimatic factors also act as an extra incentive to increase the use of the BIM concept in Latvia.
10. A more widespread use of parametric modelling in architectural design along with opportunities has created a need to use the bioclimatic approach in a digital environment of architectural and spatial design. Implementation of

such an integrated approach will allow improving the efficiency of design services and will make creation of spatial environment easier in line with the current sustainability criteria.

11. The surveys and interviews with Latvian architects, which were performed as part of the study, show that the use of various sustainability criteria in spatial design in practice is not as active as it is required by an overall inclination toward transition to creation of environmentally and human-friendly and sustainable environment. The use of bioclimatic strategy in design is one of the ways how architects can facilitate reaching the EU-defined targets in energy efficiency of buildings by means of architectural and spatial design methods, and encourage a local approach to spatial design instead of global standards.
12. In view of complexity of the bioclimatic design concept, incorporation of local natural and climatic conditions, a focus on an individual as on a psycho-physiological being, bioclimatic design has a good potential to become a full-fledged strategy in architectural and spatial design. It is necessary to popularise the significance of integrity of all ecological issues in Latvia by highlighting the significance of the bioclimatic designing as well as by introducing the complex building assessment systems in order to avoid the rather common tendency of claiming misleadingly that buildings comply with the principles of sustainable development relying merely on the consideration of a single aspect of sustainability during the process of designing.

IZMANTOTIE INFORMĀCIJAS AVOTI REFERENCES

Grāmatas

Books

1. Addis, W. *Building: 3000 Years of Design Engineering and Construction*. London: Phaidon Press, 2007. 640 p. ISBN 9780714841465.
2. Archer, L.B. *Systematic method for designers*. London: Council of Industrial Design, 1965. 39 p.
3. Burberry, P. *Building for Energy Conservation*. London: Architectural Press, 1978. 59 p. ISBN 0470993502.
4. Burberry, P., Mitchell, C.F. *Mitchell's Practical Thermal Design in Buildings*. London: Batsford Academic and Educational, 1983. 191 p. ISBN 9780713435146.
5. Brundtland, G.H., Khalid, M. et. al. *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*. United Nations General Assembly, 1987, p. 374, [cited 06.05.2009].
<http://www.undemocracy.com/A-42-427.pdf>.
6. Deutsch, R. *BIM and Integrated Design: Strategies for Architectural Practice* [1st ed.]. Hoboken, N.J.: Wiley, 2011. 272 p. ISBN 9780470572511.
7. Fazio, M., Moffett, M., Wodehouse, L. *A World History of Architecture* [2nd ed.]. London: Laurence King, 2008. 592 p. ISBN 9781856695497.
8. Feist, W. *Passive House Planning Package 2007*. Darmstadt: Passive House Institut. 208 p.
9. Feist, W., Peper, S., Gorg, M. *CEPHEUS-Projectinformation No. 36. Final Technical Report*. Hanover: Passivhaus Institut, 2001, p. 127.
10. Givoni, B. *Man, Climate, and Architecture*, [2nd ed.]. London: Applied Science Publishers, 1981. 483 p. ISBN 0444200398 9780444200396.
11. Hagan, S. *Taking Shape: a New Contract Between Architecture and Nature*. Oxford; Boston: Architectural Press, 2001. 215 p. ISBN 9780750649483.
12. Hawkes, D. *The Environmental Imagination: Technics and Poetics of the Architectural Environment* [1st ed.]. T & F Books UK, 2009. 256 p.

13. Hawkes, D. *The Environmental Tradition: Studies in the Architecture of Environment*. Taylor & Francis, 1996. 216 p. ISBN 9780419199007.
14. Hawkes, D. *The Selective Environment: [an Approach to Environmentally Responsive Architecture]*. London ; New York: Spon Press, 2002. 164 p. ISBN 0419235302.
15. Hawkes, D., Forster, W. *Architecture, Engineering and Environment*. London: Laurence King Publishing / Arup, 2002. 240 p. ISBN 9781856693226.
16. Jodidio, P. *New Forms : Architecture in the 1990s*. Köln: Taschen, 1997. 237 p. ISBN 9783822885796.
17. Jones, D.L., Hudson, J. *Architecture and the Environment: Bioclimatic Building Design*. London: Laurence King, 1998. 256 p. ISBN 1856691039
9781856691031.
18. Jones, J.C. *Design Methods* [2nd ed.] [Amazon Kindle for PC Edition]. Wiley, 1992. 407 p.
19. Koenigsberger, O.H., Mahoney, C., Evans, M. *Climate and House Design*. New York: United Nations, 1971. 93 p.
20. Kundziņš, P. *Latvju Sēta*. Stokholma: Daugava, 1974. 449 lpp.
21. Lawson, B. *How Designers Think : The Design Process Demystified* [4th ed]. Amsterdam: Elsevier, 2006. 321 p. ISBN 0750660775.
22. Lechner, N. *Heating, Cooling, Lighting : Design Methods for Architects* [2nd ed.] [Amazon Kindle for PC Edition]. Wiley, 2000. 640 p. ISBN 9780471241430.
23. McGrath, B., Gardner, J. *Cinematics : Architectural Drawing Today*. Chichester: John Wiley & Sons, 2007. 272 p. ISBN 0470026715.
24. Meadows, D.H., Meadows, D.L. et al. *The Limits to Growth : A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books, 1972. 205 p. ISBN 9780876631652.
25. Meadows, D.H., Randers, J., Meadows, D.L. *Limits to Growth: The 30-Year Update* [Amazon Kindle for PC Edition]. Vermont: Chelsea Green Publishing.
26. Olgyay, V. *Design With Climate : Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism* [4th Printing]. Princeton N.J.: Princeton University Press, 1973. 190 p.

27. Oliver, P. *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997, Vol. 1: Theories and principles. 879 p. ISBN 9780521564229.
28. Oliver, P. *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997, Vol. 3: Cultures and habitats. 778 p. ISBN 9780521564229.
29. Oliver, P. *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997, Vol. 2: Cultures and habitats. 793 p. ISBN 9780521564229.
30. Porteous, J.D. *Environmental Aesthetics*. Taylor & Francis, 2007. 290p. ISBN 0415137691.
31. Reekie, R.F. *Design in the Built Environment* [Reprinted Edition]. London: Edward Arnold, 1976. 142 p. ISBN 0713132752.
32. RIBA *BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work*. RIBA, 2012. 20 p., [cited 13.10.2012]. ISBN 9781859464670.
<http://www.ribabookshops.com/item/bim-overlay-to-the-riba-outline-plan-of-work/78038/>.
33. RIBA *Green Overlay to the RIBA Outline Plan of Work*. RIBA, 2011. 8 p., [cited 13.10.2012]. <http://www.ribabookshops.com/item/green-overlay-to-the-riba-outline-plan-of-work/10005/>.
34. Rubenis, A. *Ētika XX Gadsimtā: Praktiskā Ētika*. Rīga: Zvaigzne ABC, 1996. 222 lpp. ISBN 9984044475.
35. Sebestyén, G. *New Architecture and Technology*. Oxford: Architectural Press, 2003. 168 p. ISBN 9780750651646.
36. Silver, P., McLean, W. *Introduction to Architectural Technology*. London: Laurence King, 2008. 192 p. ISBN 1856695662.
37. Snyder, J.C., Catanese, A.J., McGinty, T.L. *Introduction to Architecture*. New York, McGraw-Hill, 1979. 450 p. ISBN 9780070595477.
38. Toffler, A. *Future Shock*. New York: Random House, 1970. 505 p.
39. Vitruvius Pollio, M. *Ten Books on Architecture* [Amazon Kindle for PC Edition]. Digireads.com Publishing, 2009. 338 p. ISBN 1428080643.
40. Wines, J. *Green Architecture*. Köln; London: Taschen, 2008. 240 p. ISBN 9783836503211.

41. Yudelston, J. *Green Building Through Integrated Design*. New York: McGraw-Hill, 2009. 261 p. ISBN 9780071546010.
42. Бестужев-Лада, И.В. *Альтернативная Цивилизация*. Москва: ВЛАДОС, 1998. 348 с. ISBN 5691000071.

Raksti krājumos un periodikā

Articles in issues of publications and periodicals

43. Alex Wilson Establishing Priorities with Green Building. *Environmental Building News*, 2001, p. 1–4, [cited 03.03.2013].
http://www.buildinggreen.com/ebn/sample/EBN_Priorities.pdf.
44. Altomonte, S. Environmental Education for Sustainable Architecture. *Review of European Studies*, 2009, Vol. 1, No. 2, p. 12–21, [cited 19.06.2012].
<http://journal.ccsenet.org/index.php/res/article/view/4571>.
45. Bērzkalns, P. Nacionālais stils celtniecībā. *Daugava*, 1938, Nr. 9, 845.–860. lpp.
46. Blumberga, A., Nikolajevs, A. Daudzdzīvokļu dzīvojamo ēku energoefektivitātes analīze Latvijā. *Rīgas Tehniskās universitātes zinātniskie raksti*: 4. sērija. Enerģētika un elektrotehnika, 2006, 17. sēj., 212.–220. lpp.
47. Builevics, A. Pasīvās mājas modelis Latvijas klimatiskajos apstākļos. *Latvijas Būvniecība*, 2007, 5. sēj., 72.–76. lpp.
48. Cassidy, R., Wright, G. White Paper on Sustainability. *Building Design & Construction*, 2003, p. 48, [cited 05.04.2009].
<http://www.usgbc.org/Docs/Resources/BDCWhitePaperR2.pdf>.
49. Delbin, S., Silva, V.G. da et al. Implementing building energy simulation into the design process: a teaching experience in Brazil. *PLEA2006: Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Geneva, Switzerland, 2006, p. 6, [cited 11.05.2012]. http://www.unige.ch/cuepe/html/plea2006/Vol2/PLEA2006_PAPER106.pdf.
50. Homoud, M.S. Computer-aided Building Energy Analysis Techniques. *Building and Environment*, 2001, Vol. 36, No. 4, p. 421–433, [cited 24.06.2011].
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132300000263>.
51. Humphreys, M.A. Outdoor Temperature and Comfort Indoor. *Building Research and Practice*, 1976, Vol. 6, No. 2, p. 92–105.

52. Kalay, Y.E. Redefining the Role of Computers in Architecture: From Drafting/Modelling Tools to Knowledge-based Design Assistants. *Computer-Aided Design*, 1985, No. 7, p. 319–328.
53. Kamenders, A., Blumberga, A. Energy Efficient One Family House Development in Latvia. *Rīgas Tehniskās universitātes zinātniskie raksti=Scientific Journal of Riga Technical University: Energētika un elektrotehnika=Power and Electrical Engineering*, 2007, Vol. 21, p. 92–97.
54. Laube, E. Arhitektūras gars atjaunotā Latvijā. *Latvijas Arhitektūra*, 1939, Nr. 4/5, 111.–113. lpp., [citēts 19.06.2012].
http://www.periodika.lv/periodika2-viewer/view/index-dev.html#panel:pi|issue:/p_001_larh1939n04-05|issueType:P.
55. Laube, E. Kādā ceļā iegūstama latviski īpatnēja arhitektūra. *Raksti par arhitektūru*. Linkolna: Vaidava, 1960, 81.–83. lpp.
56. Laube, E. Latviskās arhitektūras stila lietā. *Raksti par arhitektūru*. Linkolna: Vaidava, 1960, 99.–100. lpp.
57. Laube, E. Nacionālā elementa apzināta realizācija celtnieciskā arhitektūrā. *Raksti par arhitektūru*. Linkolna: Vaidava, 1960, 71. lpp.
58. Mazouz, S., Zerouala, M.S. The Integration of Environmental Variables in the Process of Architectural Design : The Contribution of Expert Systems. *Energy and Buildings*, 2001, Vol. 33, No. 7, p. 699–710, [cited 24.06.2011]. ISSN 0378-7788.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778800001092>.
59. Pēkšēns, K. Kā varam vēl būt? *Ekonomists*, 1920, 12. sēj., Nr. 9, 255.–259. lpp.
60. Riekstiņš, R. Energoefektīva biroju ēka Rīgā. *Latvijas Arhitektūra*, Nr. 99, 36.–38. lpp. <http://www.em.gov.lv/images/modules/items/Raksts4.pdf>.
61. Sauka, Z. BREEAM-LV. Kad, kur, kādā veidā? *Latvijas Arhitektūra*, 2012, Nr. 101, 88.–89. lpp.
62. Sayigh, A., Marafia, A.H. Thermal Comfort and the Development of Bioclimatic Concept in Building Design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1998, Vol. 2, p. 3–24.
63. Shaviv, E. Design Tools for Bio-climatic and Passive Solar Buildings. *Solar Energy*, 2000, Vol. 67, No. 4–6, p. 189–204, [cited 22.01.2012].
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X00000670>.

64. Shaviv, E., Yezioro, A. et al. Simulations and Knowledge-based Computer-aided Architectural Design (CAAD) Systems for Passive and Low Energy Architecture. *Energy and Buildings*, 1996, Vol. 23, No. 3, p. 257–269, [cited 25.01.2012].
65. Sullivan, L.H. The Tall Office Building Artistically Considered. *Lippincott's Magazine*, 1896, No. 57, p. 403–409, [cited 18.03.2013].
http://ocw.mit.edu/courses/architecture/4-205-analysis-of-contemporary-architecture-fall-2009/readings/MIT4_205F09_Sullivan.pdf.
66. Szokolay, S.V. Climate Analysis Based on the Psychrometric Chart. *International Journal of Ambient Energy*, 1986, Vol. 7, No. 4, p. 171–182.
67. Šusts, V. Atmiņas par nākotni. *Latviešu arhitektu teorētiskie raksti un manifesti 20. gadsimtā = Latvian architects : theoretical writings and manifestos in the twentieth century*. Rīga: Apgāds Mantojums, 2007, 12.–13. lpp.
68. Watson, D. Analysis of Weather Data for Determining Appropriate Climate Control Strategies in Architectural Design. *Proceedings of the International Passive and Hybrid Cooling Conference*. Florida: Solar Energy Association, 1981, p. 83–87.
69. Wittmann, S. Architects' Commitment Regarding Energy Efficient/Ecological Architecture. *Architectural Science Review*, 1998, Vol. 41, No. 2, p. 89–92, [cited 19.06.2012].
<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00038628.1998.9697414>.
70. Zviedrāns, J. Mūra nami gadsimtu griežos. *Vides Vēstis*, 2006, Nr. 3.

Tiesību akti

Legislation

71. *Arhitekts : Profesijas standarts*. LAS, 2006, [citēts 12.05.2010].
http://www.niid.lv/files/prof_standartu_registrs/ps0394.pdf.
72. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. *Official Journal of the European Union*, 2010, Vol. L 153, p. 13–35, [cited 19.06.2012]. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>.
73. Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2005/36/EK par profesionālo kvalifikāciju atzīšanu. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, 2005, L 255. sēj., 22.–142. lpp., [citēts 12.02.2012]. <http://eur->

- lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:255:0022:0142:lv:PDF.
74. Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2010/31/ES par energoefektivitāti. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 153. sēj., 13.–35. lpp., [citēts 12.02.2013]. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:LV:PDF>.
 75. Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2012/27/ES par energoefektivitāti. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 315. sēj., 1.–56. lpp., [citēts 12.02.2013]. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:LV:PDF>.
 76. Ēku energoefektivitātes likums. *Latvijas Vēstnesis*, 2012, Nr. 201 (4804), [citēts 12.02.2013]. <https://www.vestnesis.lv/?menu=doc&id=253635>.
 77. *International Standard ISO 7730-2005(E) : Ergonomics of the Thermal Environment - Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort Using Calculation of the PMV and PPD Indices and Local Thermal Comfort Criteria*. International Organization for Standardization, 2005.
 78. *Latvijas būvnormatīvs LBN 002-01 : Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika*. Ministru kabinets, 2006, [citēts 06.12.2010]. <http://www.likumi.lv/doc.php?id=56049>.
 79. *Latvijas būvnormatīvs LBN 003-01 : Būvklimateoloģija*. Ministru kabinets, 2005, [citēts 06.12.2010]. <http://www.likumi.lv/doc.php?id=53424>.
 80. *Latvijas būvnormatīvs LBN 211-08 : Daudzstāvu daudzdzīvokļu dzīvojamie nami*. Ministru kabinets, 2012, [citēts 22.08.2012]. <http://www.likumi.lv/doc.php?id=187528>.
 81. *Latvijas būvnormatīvs LBN 231-03 : Dzīvojamo un publisko ēku apkure un ventilācija*. Ministru kabinets, 2003, [citēts 01.03.2012]. <http://www.likumi.lv/doc.php?id=79290>.
 82. *Noteikumi par ēku energosertifikāciju : Ministru kabineta noteikumi Nr. 504*. Ministru kabinets, 2010, [citēts 06.12.2010]. http://www.likumi.lv/body_print.php?id=187072.
 83. *Valsts kultūras pieminekļu aizsardzības inspekcijas rekomendācijas Nr. 2011-3 vēsturisko ēku energoefektivitātes uzlabošanai*. VKPAI, 2011,

[citēts 05.12.2012]. http://www.mantojums.lv/_rict_text/docs/rekomendacijas_energoefektivitatei_29039011.doc.pdf.

84. *Vispārīgie būvnoteikumi : Ministru kabineta noteikumi Nr. 112*. Ministru kabinets, 1997, [citēts 14.10.2012].
<http://www.likumi.lv/doc.php?id=42807>.

Elektroniskie resursi

Electronic resources

85. About EDUCATE. *Environmental Design in University Curricula and Architectural Training in Europe*, [cited 19.06.2012]. <http://www.educate-sustainability.eu/about>.
86. Autodesk Revit Products. *Autodesk*, [cited 19.06.2012].
<http://usa.autodesk.com/revit/architectural-design-software/>.
87. Bioclimatic. *Merriam-Webster*. Merriam-Webster, 2011, [cited 21.05.2011].
<http://www.merriam-webster.com/dictionary/bioclimatic>.
88. Cholakis, P. The Levels of BIM – Defining BIM and BIM Strategy. *Peter Cholakis blog*, 2011, [cited 24.08.2012].
<http://buildinginformationmanagement.wordpress.com/2011/05/24/the-levels-of-bim-defining-bim-and-bim-strategy/>.
89. Current Schema - Green Building XML Schema. *Open Green Building XML Schema : A Building Information Modeling Solution for Our Green World*, [cited 25.03.2013]. <http://www.gbxml.org/currentschema.php>.
90. *Energieausweis NEU für Gebäude in Oberösterreich : Energieeffizienz steigern und Transparenz erhöhen*, 2008, [zitierte 14.03.2013].
http://www.esv.or.at/fileadmin/redakteure/ESV/Foerderungen/Wohnbau/Folder_Energieausweis.pdf.
91. For a Sustainable Living. *Mario Cucinella Architects*, [cited 13.03.2012].
<http://www.mcarchitects.it/index.php?id=19&projid=226>.
92. Fukuoka Prefectural International Hall. *Emilio Ambasz and Associates, Inc.*, [cited 13.03.2012].
<http://www.emilioambaszandassociates.com/portfolio/portfolio.cfm?Pid=7>.
93. Green School. *Mario Cucinella Architects*, [cited 19.06.2012].
<http://www.mcarchitects.it/project/palestine-school>.

94. Helicoidal Skyscraper. *Manfredi Nicoletti - Projects*, [cited 19.06.2012].
<http://www.manfredinicoletti.com/#/projects/16/>.
95. ISO/PAS 16739:2005 - Industry Foundation Classes, Release 2x, Platform Specification (IFC2x Platform). *International Organization for Standardization*, [cited 05.03.2012].
http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=38056.
96. *Latviešu literārās valodas vārdnīca*, 2011, [citēts 12.10.2012].
<http://www.tezaurs.lv/llvv/>.
97. Lever House. *The Skyscraper Center: The Global Tall Building Database of the CTBUH*, [cited 14.08.2012]. <http://www.skyscrapercenter.com/new-york-city/lever-house/9068/>.
98. *Manfredi Nicoletti - The Practice*, [cited 10.03.2012].
<http://www.manfredinicoletti.com/#/mna/>.
99. *Model - Industry Foundation Classes (IFC) — buildingSMART*, [cited 05.03.2012]. <http://buildingsmart.com/standards/ifc/model-industry-foundation-classes-ifc>.
100. Offices. Gregory Bateson Building. *Sym Van der Ryn*, 2009, [cited 01.05.2009].
<http://www.vanderryn.com/Work/Projects/Offices/bateson.html>.
101. Pham, D. Interview : Gensler's Chris Chan on the Sustainable Shanghai Tower, Asia's Tallest Skyscraper. *Inhabitat*, 2012, [cited 03.03.2013].
<http://inhabitat.com/interview-genslers-chris-chan-on-the-sustainable-shanghai-tower-asias-tallest-skyscraper/>.
102. Standarti. *Passive House Latvia*, [citēts 22.08.2012].
<http://passivehouse.lv/lv/pasivas-ekas-standarts/>.
103. Statistical Review of World Energy. *BP p.l.c.*, 2012, [cited 16.03.2013].
<http://www.bp.com/sectionbodycopy.do?categoryId=7500&contentId=7068481>
104. Velasquez, L. GPW: ACROS Fukuoka Prefectural International Hall. *Sky Gardens: Where Cool Green Meets Lofty Blue*, 2011, [cited 13.03.2012].
<http://www.greenroofs.com/blog/2011/08/12/gpw-acros-fukuoka-prefectural-international-hall/>.

105. Videi draudzīgu celtniecības un apdares materiālu pielietošana būvniecībā. *Lauku tūrisma mācību materiāli*, 2007, [citēts 17.01.2012].
<http://www.macies.celotajs.lv/publ/learn/building-lv/html/index.html>.
106. Wilson, A. Reexamining Priorities in Green Building - EBN: 19:11. *Environmental Building News*, 2010, [cited 03.03.2013].
<http://www.buildinggreen.com/auth/article.cfm/2010/10/29/Reexamining-Priorities-in-Green-Building/>.
107. Wohnungsbausanierung: Schultheissallee, Nürnberg. *ING+ARCH*, [cited 11.03.2012].
<http://www.ingplusarch.eu/architektur/wohnungsbau/wohnungsbau-detail/wohnungsbau/wohnungsbausanierung-schultheissallee-nuernberg/>.
108. *Wohnungsbausanierung: Turnerheimstrasse, Nürnberg*.
<http://www.ingplusarch.eu/architektur/wohnungsbau/wohnungsbau-detail/wohnungsbau/wohnungsbausanierung-turnerheimstrasse-nuernberg/>.

Nepublicētie materiāli

Unpublished materials

109. Krauklis, E. *Vienģimenes dzīvojamā ēka Rojas pagasta Ģipkas Lielkalnos*: Tehniskais projekts, 2009. 52 lpp.
110. Maciel, A.A. *Bioclimatic Integration into the Architectural Design*: PhD Thesis. Nottingham: University of Nottingham, 2007. 207 p., [cited 20.05.2011].
http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE_Alexandra_Albuquerque_Maciel.pdf.
111. Pedrini, A. *Integration of Low Energy Strategies to the Early Stages of Design Process of Office Buildings in Warm Climate*. The University Of Queensland, 2003. 274 p., [cited 19.06.2012].
http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE_Aldo_mar_Pedrini.pdf.

Attēlu avoti

Illustration sources

112. ANL – Astana National Library. *BIG – Bjarke Ingels Group*, [cited 25.03.2013].
<http://big.dk/#projects-anl>.

113. Bateson Building. *Great Buildings Architecture*, [cited 09.03.2013].
http://www.greatbuildings.com/buildings/Bateson_Building.html.
114. Bolton Eco House. *Make Architects*, [cited 18.03.2013].
<http://www.makearchitects.com/#/projects/9067/>.
115. Croquis il.lustrant el principi del brise-soleil (1930s). *Le Corbusier*, [cited 08.03.2013]. http://www.annapujadas.cat/material/imatges/arquitectura/cpa_cls7img3.htm
116. Fuller, R.B. Building construction : United States Patent 2682235. *FreePatentsOnline.com*, 1954, [cited 16.03.2013].
<http://www.freepatentsonline.com/2682235.html>.
117. Hadlow College. *Eurobuild*, [cited 24.03.2013].
<http://www.eurobuilduk.co.uk/project/hadlow-college/>.
118. Hanging Gardens of Sacramento. *The Architectural Review*, 2013, [cited 09.03.2013]. <http://www.architectural-review.com/essays/hanging-gardens-of-sacramento/8641934.article>.
119. Hedrick, R., Goldwasser, D. OpenStudio Visualizes Energy Use in Buildings. *National Renewable Energy Laboratory*, 2011, [cited 24.03.2013].
http://www.nrel.gov/news/features/feature_detail.cfm/feature_id=947.
120. In pictures: Gary Neville's flower house. *BBC*, 2010, [cited 18.03.2013].
http://news.bbc.co.uk/1/hi/manchester/hi/people_and_places/newsid_8758000/8758181.stm.
121. La Mia Casa all'Elba, Vitticio, Île d'Elbe. *Frac Centre*, [cited 09.03.2013].
<http://www.frac-centre.fr/collection/collection-art-architecture/index-des-auteurs/auteurs/projets/inventaire-detaille-90.html?authID=148&ensembleID=458&page=1&sortby=&dir=1>.
122. *Life on A Hill of Roses* [jpg image]: 1600×1200 pixels, 2012, [cited 07.01.2012]. http://www.freunde-waldorf.de/en/no_cache/projekte/lettland/rozkalni/r/latvia/p/latvia-rozkalni-social-therapy.html?cHash=e951effe88ada3431bc69548c0e8d8cb&sword_list%5B0%5D=camphill.
123. National Library of Latvia. *RWDI Consulting Engineers*, [cited 04.03.2013].
http://www.rwdi.com/project/national_library_of_latvia#.
124. Pettena, G. Casa all'Elba. *Gianni Pettena*, [cited 09.03.2013].
<http://www.giannipettena.it/opere/casaelba/>.

125. Photographs of the Research Support Facility. *National Renewable Energy Laboratory*, [cited 24.03.2013].
http://www.nrel.gov/sustainable_nrel/rsf_photos.html.
126. Shanghai Tower. *Autodesk*, [cited 03.03.2013].
<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?siteID=123112&id=16894457>.
127. Stolt, H. Super-low Energy Building Design with BIM. *ArchiMAG*, 2011, [cited 24.03.2013]. <http://www.archimag.org/?p=439>.
128. Strabala, M. Shanghai Tower, Shanghai. *Flickr*, [cited 04.03.2013].
<http://www.flickr.com/photos/architectural-design/5625187336/>.
129. The Climatron at the Missouri Botanical Gardens in Saint Louis, Missouri. *Wikimedia Commons*, 2013, [cited 16.03.2013].
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Climatron,_Missouri_Botanical_Gardens.jpg.
130. Willis Faber & Dumas Headquarters. *Foster + Partners*, [cited 16.03.2013].
<http://www.fosterandpartners.com/projects/willis-faber-&-dumas-headquarters/>.