

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

Arhitektūras fakultāte
Arhitektūras projektēšanas katedra

Antra Viļuma

Doktora studiju programmas “Arhitektūra” doktorante

**KOKA KONSTRUKCIJAS LATVIJAS
BŪVMĀKSLĀ**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs
profesors *Dr. arch.*
UĢIS BRATUŠKINS

RTU Izdevniecība
Rīga 2020

Viļuma, A. Koka konstrukcijas Latvijas būvmākslā. Promocijas darba kopsavilkums. Rīga: RTU Izdevniecība, 2020. 46 lpp.

Iespiests saskaņā ar promocijas padomes “RTU P-10” 2020. gada 24. novembra lēmumu, protokols Nr. 04030-9.10.2/1.

<https://doi.org/10.7250/9789934225734>

ISBN 978-9934-22-572-7 (print)

ISBN 978-9934-22-573-4 (pdf)

PROMOCIJAS DARBS IZVIRZĪTS ZINĀTNES DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs zinātnes doktora (*Ph. D.*) grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2020. gada 29. decembrī plkst. 10 Rīgas Tehniskās universitātes Arhitektūras fakultātē tiešsaistē. Pievienoties var, izmantojot saiti:

<https://rtucloud1.zoom.us/j/92756240267?pwd=T09pd1VyRFIwNCt5Z3RpUFlxbmxDdz09>.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Profesors *Dr. arch.* Edgars Bondars,
Rīgas Tehniskā universitāte, Latvija

Profesore *Dr. arch.* Daiga Skujāne,
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Latvija

Profesors *Ph. D.* Gintars Stausks (*Gintaras Stauskas*),
Viļņas Ģedimīna tehniskā universitāte, Lietuva

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājusi šo promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē zinātnes doktora (*Ph. D.*) grāda iegūšanai. Promocijas darbs zinātniskā grāda iegūšanai nav iesniegts nevienā citā universitātē.

Antra Viļuma (paraksts)

Datums:

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, tajā ir ievads, trīs nodaļas, secinājumi, literatūras saraksts, 40 attēlu, trīs tabulas, septiņi pielikumi, kopā 174 lappuses, ieskaitot pielikumus. Literatūras sarakstā ir 414 nosaukumu.

SATURS

IEVADS	5
IZMANTOTIE TERMINI UN SAĪSINĀJUMI.....	13
1. KOKA BŪVMATERIĀLU IZMANTOŠANAS ĢENĒZE	14
1.1. Koka izmantošanas faktori arhitektūrā	14
1.2. Tradicionālie koka būvniecības veidi	15
1.3. Koka ēku rūpnieciska ražošana	15
2. KOKA KONSTRUKCIJAS ARHITEKTŪRĀ.....	16
2.1. Koka būvmateriāli mūsdienās.....	16
2.2. Koka būvniecības sistēmas	17
2.3. Eksperimentālās koka konstrukcijas	17
3. FAKTORI, KAS IETEKMĒ KOKA KONSTRUKCIJU IZVĒLI	19
3.1. Normatīvie akti koka būvju projektēšanā	19
3.2. Koka būvniecības veicināšana	20
3.3. Zināšanu un pieredzes loma būvmateriālu izvēlē	20
SECINĀJUMI.....	21
IZMANTOTIE AVOTI	23

IEVADS

Sabiedriskā doma un ievērojams skaits zinātnisko pētījumu apliecina, ka koks ir ilgtspējīgs un konkurētspējīgs būvmateriāls laikmetīgajā arhitektūrā un būvniecībā. Tā izmantošana būvniecībā veicina racionālu resursu izmantošanu un samazina būvniecības nelabvēlīgo ietekmi uz vidi [152]. Augošiem kokiem un mežam ir nozīmīga loma oglekļa piesaistē un klimata izmaiņu mazināšanā [107], [249], [400]. Koks ir atjaunojams vietējais materiāls, un plašāka tā izmantošana būtiski ietekmē arī vietējo ekonomiku [119], [151]. Atsevišķās valstīs arvien vairāk ēku tiek būvēts no koka, izmantojot rūpnieciski ražotas konstrukcijas [70], [94], notiek arī sacensība par augstāko koka ēku [104], [171], [327], [381], [393]. Arvien vairāk tiek novērtēts veselīgais mikroklimats koka būvēs [173], [197], [210] un citas koksnes izmantošanas priekšrocības [44], [193], [301]. Koka konstrukcijas tiek pilnveidotas, eksperimentējot [40], [163], [208] un radot arvien jaunus risinājumus.

Klimata izmaiņas un globālā sasilšana ir pasaules mēroga izaicinājumi, kas prasa neatliekamu rīcību. Atbilstoši Parīzes nolīgumam klimata pārmaiņu jomā [407], [414] katrā valstī tiek domāts, kā samazināt klimata izmaiņas un cilvēku nelabvēlīgo ietekmi uz vidi [392]. Būvniecības nozare rada aptuveni 40 % CO₂ kopējo emisiju [130], [339], [400], tāpēc ilgtspējīgiem arhitektūras projektiem un atjaunojamu materiālu izmantošanai daudzās valstīs ir rasts arī pašvaldību atbalsts [279], [372]. Piemēram, Zviedrijā tiek plānota CO₂ nodokļa ieviešana [107], lai ilgtspējīgai būvei, kas radījusi mazāku ietekmi uz vidi, būtu mazāki nodokļu maksājumi.

Latvijā ir attīstīta kokrūpniecība, un te tiek ražotas gan līmētās koka konstrukcijas un paneļi, gan koka karkasa paneļi un ēkas, gan kopnes un moduļu ēkas. Aptuveni 90 % saražotās koka produkcijas eksportē [333], [363]. Latvijā ik gadu no koka konstrukcijām top atsevišķi objekti [149], [215], [258], [385], dažiem no tiem koka būvelementi tiek iepirkti Lietuvā vai citās valstīs, un tas veido papildu CO₂ izmešus. Vietējie ražotāji savu produkciju vēlētos plašāk realizēt pašmāju tirgū [315], tomēr nelielajiem uzņēmumiem trūkst speciālistu un resursu, lai konsultētu, aprēķinātu cenas un mērķtiecīgi popularizētu koka konstrukciju izmantošanu pasūtītājiem, arhitektiem un inženieriem.

Lai veicinātu koka konstrukciju plašāku izmantošanu, vairākās Eiropas un pasaules valstīs tiek organizētas izglītojošas aktivitātes [153], [275], [346], sadarbības programmas [262], [265] un labāko koka arhitektūras projektu apbalvošana [246], [330]. Tiek izstrādātas valsts atbalsta programmas [119], reklāmas kampaņas un informatīvas vietnes [370], [395], lai informācija par koka būvēm būtu pieejama plašākai sabiedrībai un profesionāļu auditorijai. Latvijā ir ilgtspējīgi apsaimniekotas meža teritorijas un pietiekami daudz koksnes resursu, kā arī attīstīta koka konstrukciju un ēku ražošana [317], tomēr ik gadu tiek realizēti tikai daži koka būvniecības projekti. Lai sasniegtu klimata neitralitātes mērķus un mazinātu būvniecības negatīvo ietekmi uz vidi, ir jāmaina būvmateriālu izvēles stratēģija un jāidentificē motivējoši un ierobežojoši faktori, kas ietekmē koka izvēli [387]. Neraugoties uz daudzām koka kā materiāla priekšrocībām, Latvijā arhitektūrā koks netiek izmantots pilnvērtīgi.

Latvijā, līdzīgi kā citās Baltijas valstīs, par koka arhitektūru tiek runāts galvenokārt saistībā ar arhitektūras mantojumu. Lietuviešu valodā *medis arhitektura* un igauņu valodā *puit*

arhitekturi ir plaši lietots apzīmējums gan arhitektūrā, gan vēstures aprakstos, gan tūrisma informācijā. Arī Skandināvijas valstīs nav precīzas koka arhitektūras definīcijas, taču zviedru valodā *trä arkitektur*, norvēģu valodā *tre arkitektur*, dāņu valodā *træ arkitektur* un somu *puu arkkhittuuri* lieto, apzīmējot gan vēsturiskās, gan laikmetīgās būves no koka. Krievu valodā tiek izmantoti divi apzīmējumi: *деревянная архитектура* un *деревянное зодчество*. Tikai vienā avotā [394] precizēts, ka koka arhitektūra ir “celtniecības māksla no koka, kurai ir īpaša specifika, ko nosaka materiāla īpašības un celtniecības paņēmieni”.

Angļu valodā *wooden architecture* un vācu valodā *Holzarchitektur* mūsdienās nav ļoti plaši lietots jēdziens. Eiropas valstīs vairāk tiek izmantots koka būvniecības jēdziens [151], [209]. Piemēram, vācu valodā *holzbau*, angļu valodā *wood construction* vai *timber construction*. Tiek izmantots arī apzīmējums *wooden architecture* un *wood architecture*, tomēr visbiežāk tos lieto kā jēdziena tulkojumu no citām valodām. Piemēram, Somijas koka arhitektūras informatīvā interneta vietne ir *woodarchitecture.fi* [396].

Koka konstrukcijas pasaulē ir pētītas gan no koka būvniecības vēsturiskās attīstības un reģionālās estētikas [23], [31], [45], [85], [190], gan teritoriālās izplatības viedokļa [38], [98], analizējot koka izmantošanu dažādu valstu arhitektūrā. Pēdējās desmitgadēs, kopš vairākās valstīs ir mainīti būvnormatīvi [195], tiek pētīti arī būvmateriālu izvēli ietekmējoši faktori [127], [218], [228], kas veicina vai arī ierobežo koka izvēli. Tiek apzināta arī būvniecības procesā iesaistīto personu un organizāciju attieksme pret koka izmantošanu.

Viens no senākajiem izdotajiem materiāliem par koka konstrukcijām ir Berlīnes Būvakadēmijas (*Berliner Bauakademie*) profesora Paula Lēfelda (*Paul Lehfeldt*) pētījums “Koka būvmāksla” (“*Die Holzbaukunst*”), kas izdots 1880. gadā [64] un atkārtoti publicēts 2013. gadā Berlīnē. Tajā apskatīta koka būvju vēsture un būvniecības tehnoloģijas dažādos pasaules reģionos un dažādas tipoloģijas ēkās. Rokasgrāmata koka izmantošanai 19. gadsimtā izdota arī Francijā [13]. Vēsturisko un jauno koka arhitektūru ir pētījuši arī Skotijā [12], Vācijā [43], [48], Austrijā [31], Igaunijā [18], [98] un citās valstīs [41], [239]. Pētījumi par koka arhitektūru sastopami kā nodaļas atsevišķu valstu arhitektūras apskatos [54]. Pieejami arī izdevumi [29], [37]–[39] [81], [88], kur apkopoti vairāku valstu koka arhitektūras projekti.

Apjomīga informācija **par vēsturiskām koka konstrukcijām** Latvijā ir pieejama vācu un latviešu pētnieku vēsturiskajos apskatos un izdevumos. Vācu etnogrāfa Augusta Bīlenšteina (*August Johann Gottfried Bielenstein*) “*Die Holzbauten und Holzgeräte der Letten*” izdota 1907. gadā vācu valodā [2] un 2007. gadā latviski tulkota publikācijas “Latviešu koka celtnes un koka rīki” 1. daļā [3]. Arhitekts Pauls Kundziņš studiju gados veicis pētījumus par latviešu klēti. Vēlāk bijuši arī pētījumi par tautas celtniecības metodēm [59], [175]–[177], un 1974. gadā izdota grāmata “Latvju sēta” [60]. Arhitekta Artūra Krūmiņa pētījums par koka baznīcām publicēts grāmatā “Latgales koka baznīcas” [58]. Šajos darbos ir apzinātas gan koka konstrukcijas, gan būvniecības tehnoloģijas, kā arī koka ēku arhitektūras stili un tipoloģija. Iepriekšējos gadsimtos un gadu desmitos koka arhitektūra pētīta galvenokārt vēsturisko būvju [49] un tipiska mājokļa kontekstā [116], [124]–[126]. Šādus pētījumus veikuši arī latviešu arhitekti Konstantīns Pēkšēns [205], Eižens Laube [183], Pēteris Bērzkalns [109], [110] un Jānis Jaunzems [34], [35]. Arī literatūrzinātnieces un publicistes

Janīnas Kursītes grāmatā “Latvieša māja” [61] ir raksturota tautas celtniecība un analizēta vēsturiskās apbūves ietekme uz reģionālo arhitektūru.

Pētījumi **par koka apbūvi pilsētā** no dažādiem aspektiem, arī informācija par koka konstrukcijām un koka ēku stiliem, ir apskatīta profesora Jāņa Krastiņa izdevumā “Rīgas arhitektūras stili” [53] un mākslas zinātnieces Laimas Slavas apkopotajā izdevumā “Koka Rīga” [90] arhitektu Pētera Blūma, Ilmāra Dirveika, Jura Zviedrāna, Vijas Strupules, Artūra Lapiņa rakstos. Informāciju par Kurzemes koka apbūvi arhitekts Gunārs Jansons ir apkopojis grāmatā “Kurzemes pilsētu senās koka ēkas” [33]. Atsevišķi pētījumi pieejami arī par viena arhitekta projektētām koka ēkām. Informācija par Jāņa Alkšņa projektētām koka ēkām ir publicēta J. Krastiņa monogrāfijā [50]. Arhitekta Alberta Ašenkampfa koka arhitektūru pētījusi mākslas zinātniece Laura Plūmiņa [207]. Apjomīgu pētījumu par koka ēku Rīgā, Lāčplēša ielā 55, veikusi arhitekte Zaiga Gaile saistībā ar ēkas atjaunošanas projektu. Pētījuma rezultāti publicēti grāmatā “Koka māja” [22]. Arhitektoniski mākslinieciskā izpēte ir veikta daudzām koka ēkām Rīgā [115], [188], [237], Kuldīgā [364] un citās apdzīvotās vietās, tomēr lielākā daļa izpētes materiālu ir pieejama tikai ēku īpašniekiem vai atrodas būvvaldes arhīvos.

Koka būvmākslas izpēte ir veikta arī Kuldīgā, Jūrmalā, Siguldā, Aizputē, Jelgavā, Liepājā un citās Latvijas pilsētās, un šī informācija ir pieejama izdevumos par pilsētu vēsturi [26], [51], [52], [63], [89], [103], [206]. Vispārīgs Aizputes arhitektūras pārskats, tai skaitā par Aizputes koka arhitektūru, pieejams Ivara Silāra un Vara Santa grāmatā “Aizpute. Pagātne un tagadne” [89]. Siguldā koka arhitektūras izpēte veikta pētījumā par Siguldas identitāti veidojošo tematisko plānojumu [356]. Pēc Jūrmalas pašvaldības pasūtījuma ir tapusi fotohronika “Jūrmala. Koka dekorī” [79]. Koka ēku būvdetaļu un dekoru pētījumu ir sagatavojis RTU Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes Dizaina tehnoloģiju institūta doktorants Jānis Kalniņš [164], apjomīgu koka durvju pētījumu izstrādājis arhitekts Juris Zviedrāns [90], 19. un 20. gadsimta koka logu izpēti Rīgā ir realizējis arhitekts Ilmārs Dirveiks [15]. No vēsturiskajiem būvniecības veidiem visvairāk ir pētītas guļbūves [65], [108], [204] un to būvniecības tehnoloģijas attīstība Latvijā [165] un citās valstīs [102], [143], [170], [181], [223], [369]. Rīgā 2005. gadā notika profesora Viļņa Kazāka organizēta starptautiskā zinātniski praktiskā konference “Guļbūvju un koka konstrukciju būvniecība. Teorija un pieredze pasaulē” [169]. Oulu Universitātē Jari Heikilā (*Jari Heikkilä*) pēta somu guļbūvju arhitektūru [143] un būvniecības metodes.

Mūsdienu arhitektūras koka konstrukciju izpēte saistīta ar inovatīvo koksnes ražojumu raksturojumu un lietojuma īpašībām [87]. Inovatīvie koka būvmateriāli ir pētīti [208], [234], testējot to izmantošanas potenciālu un mehāniskās īpašības. Latvijas Lauksaimniecības universitātē koka konstrukciju pētījumus veic profesore Lilita Ozola [82]. Pēdējās desmitgadēs koka konstrukciju pētījumi pasaulē un Latvijā ir saistīti arī ar ilgtspējas jautājumiem [43], [156] un ēku dzīves cikla novērtējumu [128].

Līmētās koksnes izmantošanu arhitektūrā [179] ir pētījusi Ļubļanas Universitātes pētniece Manja Kiteka Kuzmana (*Manja Kitek Kuzman*). Sadarbībā ar somu pētnieci Katju Lahtine (*Katja Lahtine*) un zviedru pētnieku Diku Sandbergu (*Dick Sandberg*) viņa arī salīdzinājusi situāciju Slovēnijā, Somijā un Zviedrijā [178]. Latvijā līmētās koksnes izpēte

notiek gan teorētiski, gan praktiski. Nozīmīgs līmētās koksnes izpētes projekts ir Tērvetes koka tilts gājējiem. Tā vienlaidu laiduma garums ir 32 metri, kopējais tilta garums ar uzejām – 100 metru [300]. Veikspējas izpētei tilts ir aprīkots ar mērīšanas iekārtām, un mērījumi tiks veikti piecus gadus.

Krusteniski līmētā koka paneļa (*Cross Laminated Timber, CLT*) izpēte tiek veikta vairākās universitātēs pasaulē [238], [243]. Profesora Gerharda Šikhofera (*Gerhard Schickhofer*) 1994. gadā Grācas Tehnoloģiskā universitātē (Austrija) izstrādātā disertācija tiek uzskatīta par aizsākumu zinātniskajiem pētījumiem par *CLT* [244]. 2003. gadā pētnieki apvienojās “*COST Action FP1004*” [262] pētījumā (vadošais partneris – Grācas Tehnoloģisko universitāte), pētot masīvkoka risinājumus (*Solid Timber Solutions*). Profesors Stefens Lēmans (*Steffen Lehmann*) Austrālijā pētījis *CLT* potenciālu **būvniecībai pilsētvidē, offsite būvniecībā** [184]. Par vairākiem koka būvelementiem – līmēto koku [138], krusteniski līmēto koku [42] un līmētām finiera plāksnēm [27] – ir izdotas rokasgrāmatas ar plašu informāciju un pētījumu rezultātiem.

Eiropas pētījumu platformā *COST* pieejami vairāki koka konstrukciju pētījumi: “*COST Action FP1402 – Basis of Structural Timber Design*” [263]; “*COST Action E55 – Modelling of the Performance of Timber Structures*” [267]; apjomīgs pētījums par **ugunsdrošību koka ēkās** “*COST Action FP1404 – Fire Safe Use of Bio-Based Building Products*”. Šī pētījuma rezultātā ir izdota rokasgrāmata [264] projektētājiem. Eiropas ugunsdrošības normatīvu eksperte Brigita Ostmane (*Brigit Östman*) pētījusi vairāku Eiropas valstu būvnormatīvus [200], [201], [342]. Latvijā koka konstrukciju aizsardzību 20. gadsimta 50. gados pētījis profesors Konstantīns Kreišmanis [55], [56]. Vairākās valstīs ir izveidoti koka izpētes centri, piemēram, Lielbritānijas “*TRADA*”, kas ir viens no senākajiem koka izpētes centriem [20], kas vispusīgi pēta koka īpašības un tehniskos parametrus.

Pieejami arī vairāki izdevumi par **koka arhitektūru** dažādās pasaules vietās [28], [39], [74]. Rakstu krājumā par Slovēnijas koka būvniecību ir apkopota informācija par 29 dzīvojamo ēku projektiem un 28 publiskajām ēkām [62]. 100 krusteniski līmētā koka projektus Lielbritānijā [101] publicējusi koka būvniecības atbalsta vietne “*Think Wood*”. Austrijas koka arhitektūras piemēri apkopoti un izdoti atkārtotā izdevumā [31], kārtojot tos atbilstoši būvniecības tehnoloģijai.

Arhitektu un būvnieku attieksmi pret koku un meža nozari kopumā pētījusi zviedru pētniece Čerstina Hemstrema (*Kerstin Hemstrom*) savā disertācijā Linneja Universitātē (*Linnaeus University*) [241]. Koka izmantošana publiskās ēkās un attieksme pret koku kā konstrukciju materiālu publiskās ēkās ir pētīta Austrālijā [325]. 2005. gadā pētījums realizēts saistībā ar valsts pasūtījuma projektu. Pētījuma mērķis – kokrūpniecības nozares paplašināšanās iespēju identificēšana būvniecībā. **Motivāciju un ierobežojumus** koka izmantošanai daudzstāvu un publisko ēku projektos pētījusi Kanādas pētniece Anija Goslaina (*Annie Gosselin*) ar kolēģiem no Kvebekas un Monreālas [136], analizējot deviņu projektu sapulču protokolus. Savukārt kanādiešu pētnieki [135] pētījuši mediju un mārketinga materiālu lomu koka kā būvmateriāla un koka būvelementu izmantošanā publiskās ēkās.

Arhitektu attieksmi un zināšanas Slovēnijā pētījis Zvolenas Tehniskās universitātes pētnieks Vladislavs Kaputa (*Vladislav Kaputa*), salīdzinot praktizējošo un topošo arhitektu

viedokļus [167]. Viņš pētījis arī patērētāju attieksmi pret koka konstrukcijas ēkām [166]. Arhitektu un inženieru attieksme pret koka būvniecību izvērtēta norvēģu pētnieku Kristiana Busheima (*Kristian Bysheim*) un Anneša Nurudsa (*Anders Qvale Nyrud*) pētījumos [197], [198]. Anderss Rūss (*Anders Roos*), Lota Voksbluma (*Lotta Woxblom*) un Denīze Maklaskija (*Denise McCluskey*) pētījuši zviedru arhitektu un inženieru attieksmi pret koku 21. gadsimta sākumā [213], kā arī arhitektu un būvinženieru lomu būvmateriāla izvēlē [214].

Latvijā pētīta sabiedrības attieksme pret koku kā materiālu [312]. Lai apzinātu koka būvniecības problēmas [185], [280], [345], 2005. un 2016. gadā ir organizētas profesionāļu diskusijas. Informācija par koka konstrukciju izmantošanu arhitektūrā ir pieejama vairākos profesionāļu mediju rakstos [123], [149] un citos izdevumos [45], tomēr ir maz informācijas par dažādu koka būvelementu un konstruktīvo risinājumu izmantošanas iespējām. Maz pētīti praktiskie aspekti tam, kādas koka konstrukcijas izmantotas jau realizētajos projektos, kā arī faktori, kas ietekmē būvmateriālu izvēles procesu.

Pētījuma priekšmets ir koka konstrukcijas vēsturiskajā un laikmetīgajā arhitektūrā.

Pētījuma mērķis ir apkopot un sistematizēt sociālos, ekonomiskos un tehniskos aspektus, kas ietekmē koka konstrukciju izvēli Latvijas būvmākslā.

Mērķa sasniegšanai ir definēti šādi uzdevumi:

- apkopot informāciju par **koka būvmateriālu** izmantošanu un **koka būvniecības veidu** hronoloģisko attīstību;
- sistematizēt informāciju par **koka būvmateriāliem un konstrukciju veidiem**, to izmantošanas iespējām un ražotājiem;
- sistematizēt informāciju par **laikmetīgo koka arhitektūru** (daudzdzīvokļu un publiskās būves) Latvijā un **klasificēt** to atbilstoši koka izmantošanas veidam;
- identificēt koka konstrukciju **izmantošanas iespējas** un apkopot informāciju par eksperimentālām koka konstrukcijām un inovatīvu risinājumu attīstību;
- identificēt faktorus, kas **ierobežo koka konstrukciju izvēli** arhitektūras projektos;
- apkopot metodes koka būvniecības **veicināšanai** un to ietekmējošos faktorus;
- aptaujāt arhitektus un citus būvniecības procesa dalībniekus, noskaidrojot būvmateriālu izvēli ietekmējošos faktorus laikmetīgajā arhitektūrā.

Pētījumā izmantotās metodes

Pētījuma metodoloģija balstīta uz Latvijā un citās valstīs veiktajiem arhitektūras vēstures un koka arhitektūras pētījumiem, izdoto zinātnisko literatūru, dokumentiem, publikācijām, rakstiem un interneta resursiem. Pamatojoties uz informācijas avotu teorētisko analīzi, veikts empīrisks pētījums, kurā izmantotas vairākas metodes.

1. Salīdzinošā analīze, kas lietota:

- vēsturiskās un laikmetīgās koka arhitektūras estētikas analīzei,
- koka konstrukciju izmantojuma analīzei Latvijas un citu valstu arhitektūrā,
- koka būvniecības veicināšanas izvērtēšanai Baltijas valstīs un Eiropā,

- normatīvās bāzes ietekmes analīzei saistībā ar koka ēku projektēšanu un koka būvniecību,
 - satura analīzei rakstiem par koka arhitektūru un diskusiju tekstiem ar būvniecības procesa dalībniekiem, kuri tieši vai netieši iesaistīti koka būvniecības projektos un būvmateriālu izvēles procesā.
2. Daļēji strukturētas intervijas ar arhitektiem un citiem būvniecības procesa dalībniekiem, kuri savos projektos izmantojuši koka konstrukcijas.
 3. Arhitektu anketēšana, izmantojot tiešsaistes aptauju un Likerta skalu, lai izvērtētu intervijās minēto faktoru nozīmi plašākā būvniecībā iesaistīto auditorijā.
 4. Datu apkopošana un sistematizācija, lai noteiktu attīstības tendences.

Darba zinātniskā novitāte

Pētījumā ir sistematizēti dati par koka izmantošanu Latvijas būvmākslā. Apkopota informācija par koka būvmateriālu izmantošanas ģenēzi, koka konstrukcijām, būvmateriāliem un būvniecības sistēmām, 20. gadsimta beigu un 21. gadsimta koka konstrukciju projektiem Latvijā, kā arī informācija par normatīviem aktiem, veicināšanas instrumentiem un koka konstrukciju izvēli ietekmējošiem faktoriem.

Darba praktiskā nozīme

Koka un koka konstrukciju lietojuma izpēte Latvijas būvmākslā un laikmetīgajā arhitektūrā Eiropas kontekstā ir apjomīgs zinātnisks materiāls tālākiem pētījumiem un informācijas avots praktiskai izmantošanai jaunu arhitektūras risinājumu projektēšanā. Pētījumā apkopotā informācija ir pamats jauna studiju kursa satura izveidei Rīgas Tehniskajā universitātē.

Pētījuma rezultātu aprobācija

Pētījuma gaita un rezultāti ir atspoguļoti vairākās starptautiskās un vietējās zinātniskajās konferencēs, kā arī publicēti zinātniskajos žurnālos, zinātnisko rakstu krājumos un nozares izdevumos.

Publikācijas

1. **Viļuma, A.** Rūpnīcā ražotas koka ēkas. *Latvijas Arhitektūra*, 2016, Nr. 110, 108.–111. lpp. ISSN 1407-4923.
2. **Viļuma, A.** Koks. Arhitektūra. Pieredze. *Būvinženieris*, 2016, Nr. 48, 102.–106. lpp.
3. **Viļuma, A.** Ilgtspējīgs būvmateriāls un koka arhitektūras konkursi. *Būvinženieris*, 2016, Nr. 55, 98.–103. lpp.
4. **Viļuma, A.** Koka konstrukcijas. *Latvijas Arhitektūra*, 2017, Nr. 128, 10.–16. lpp. ISSN 1407-4923.
5. **Viļuma, A.** Kalnciema kvartāls. *Latvijas Arhitektūra*, 2017, Nr. 128, 46.–51. lpp. ISSN 1407-4923.
6. **Garkāje, L., Viļuma, A.** Energoefektīvi mājokļi un mikrorajonu arhitektūra. 1. daļa. *REA Vēstnesis*, 2016, Nr. 31, 9.–16. lpp.

7. **Garkāje, L., Viļuma, A.** Energoefektīvi mājokļi un mikrorajonu arhitektūra. 2. daļa. *REA Vēstnesis*, 2017, Nr. 32, 4.–13. lpp.
8. **Viļuma, A.** The Situation with Use of Wood Constructions in Contemporary Latvian Architecture. *Science – Future of Lithuania = Mokslas – Lietuvos Ateitis*, 2017, Vol. 9, No. 1, p. 9.–15. ISSN 2029-2341. e-ISSN 2029-2252. Pieejams: doi:10.3846/mla.2017.1007.
9. **Viļuma, A.** Lielākā guļbūves skola pasaulē. *Latvijas Arhitektūra*, 2017, Nr. 133, 68.–71. lpp. ISSN 1407-4923.
10. **Viļuma, A.** Energoefektīvs jūgendstila nams. *Latvijas Arhitektūra*, 2017, Nr. 133, 34.–37. lpp. ISSN 1407-4923.
11. **Viļuma, A.** Atjaunota ēka Čiekurkalnā. *Latvijas Arhitektūra*, 2017, Nr. 133, 24.–27. lpp. ISSN 1407-4923.
12. **Viļuma, A., Bratuškins, U.** Barriers for Use of Wood in Architecture: The Latvian Case. *Architecture and Urban Planning*, 2017, 13, p. 43.–47. ISSN 1691-4333. e-ISSN 2255-8764. Pieejams: doi:10.1515/aup-2017-0006.
13. **Viļuma, A.** Ķīpsalas halle. *Latvijas Arhitektūra*, 2018, Nr. 139, 84.–86. lpp. ISSN 1407-4923.
14. **Viļuma, A.** Renovation of Wooden Buildings in Riga. *Architecture and Urban Planning/Arhitektūra un pilsētplānošana*, 2018, Vol. 14, No. 1, p. 14–19. e-ISSN 2255-8764. Pieejams: doi:10.2478/aup-2018-0002.
15. **Viļuma, A.** Skola koka konstrukcijās. *Būvinženieris*, 2018, Nr. 65, 142.–149. lpp.
16. **Viļuma, A.** Mjostårnet – koka augstceltne Norvēģijā. *Būvinženieris*, 2019, Nr. 66, 34.–41. lpp.
17. **Viļuma, A.** “Jāņa sēta” Elizabetes ielā. *Latvijas Arhitektūra*, 2019, Nr. 142, 78.–81. lpp. ISSN 1407-4923.
18. **Viļuma, A.** Atjaunojot saglabā daudzdzīvokļu koka ēku. *Būvinženieris*, 2019, Nr. 69, 78.–85. lpp.
19. **Viļuma, A., Gabrenas, A.** Glulam in Architecture of Latvia and Lithuania. *Architecture and Urban Planning / Arhitektūra un pilsētplānošana*, 2019, Vol. 15, p. 59.–66. ISSN 1691-4333. e-ISSN 2255-8764. Pieejams: doi:10.2478/aup-2019-0008.
20. **Viļuma, A.** Koka kopņu ģeometrija. *Būvinženieris*, 2020, Nr. 74, 92.–96. lpp.
21. **Viļuma, A.** Helsinku jaunā Oda. *Latvijas Arhitektūra*, 2020, Nr. 147, 78.–81. lpp.

Referāti konferencēs

1. **Viļuma, A., Gabrenas, A.** Glulam in Architecture of Latvia and Lithuania. Rīgas Tehniskās universitātes 60. starptautiskā zinātniskā konference, Latvija, Rīga, 2019. gada 17.–18. oktobris.
2. **Viļuma, A.** Glued Timber Structures in Latvian Architecture, Rīgas Tehniskās universitātes 59. starptautiskā zinātniskā konference, Latvija, Rīga, 2018. gada 17.–18. oktobris.

3. **Viļuma, A.** Barriers for Use of Wood in Architecture: Latvian Case. Rīgas Tehniskās universitātes 58. starptautiskā zinātniskā konference, Latvija, Rīga, 2017. gada 13.–14. oktobris.
4. **Viļuma, A.** The Situation with Use of Wood Constructions in Contemporary Latvian Architecture. Science – Future of Lithuania = Mokslas – Lietuvos Ateitis. 2017. gada 12. maijs.
5. **Viļuma, A.** Wooden building renovation in Riga. Rīgas Tehniskās universitātes 57. starptautiskā zinātniskā konference, Latvija, Rīga, 2016. gada 17.–18. oktobris.
6. **Viļuma, A.** Wooden structures in Latvian Architecture. Rīgas Tehniskās universitātes 56. starptautiskā zinātniskā konference, Latvija, Rīga, 2015. gada 14.–15. oktobris.
7. **Viļuma, A.** Sustainable local building material – wood (poster session) Rīgas Tehniskās universitātes 55. starptautiskā zinātniskā konference, Latvija, Rīga, 2014. gada 14.–18. oktobris.
8. **Viļuma, A.** Atjaunojamo materiālu izmantošana būvniecībā. Atjaunojamie energoresursi, *Elektrum* Energoefektivitātes centrs. 2019. gada 10. aprīlis.

Promocijas darbā ir ievads, trīs nodaļas un secinājumi. Izmantoto informācijas avotu sarakstā ir 414 nosaukumu latviešu, vācu, angļu valodā igauņu, somu un franču. Tekstuālās daļas ilustrēšanai ir izmantoti attēli gan no pētījuma autores personiskā arhīva, gan no citiem avotiem. Attēli, kuru parakstos nav norādīts avots, ir pētījuma autores veidoti.

IZMANTOTIE TERMINI UN SAĪSINĀJUMI

Būvniecība būvlaukumā (*on-site*) – būvniecība, piegādājot nepieciešamos būvmateriālus, veicot to sagatavošanu un iestrādi ēkā, realizējot būvniecību uz vietas grunts gabalā.

Montāža būvlaukumā (*off-site*) – būvniecība, būvlaukumā piegādājot rūpnīcā saražotas ēkas daļas vai detaļas un būvlaukumā veicot tikai to montāžu.

Koksnes būvmateriāli (*engineered timber*) – būvmateriāli, kas rūpnieciski izgatavoti no koksnes.

Rūpnieciski ražoti koka būvmateriāli (*Engineered Wood Products, EWP*) – būvmateriāli, kas rūpnieciski izgatavoti no koksnes.

Krusteniski līmēta koka panelis (*cross laminated timber, CLT*) – perpendikulāri salīmētu zāģmateriālu panelis ar vismaz trīs kārtām.

Līmētais koks (*glued laminated timber, GLT*) – masīva līmēta koksne, kārtām salīmēts kokmateriāls. Koka būvelements no vienā virzienā liktiem dēļiem (lamelām), kas salīmēti ar mitrumizturīgu sintētisko sveķu līmi.

Glulam – saīsinājums no “*glued laminated timber*”.

Līmēta saplākšņa panelis (*laminated veneer lumber, LVL*) – līmēta finieru plātne. Viens no strukturāliem kompozītmateriāliem jeb kompozītiem zāģmateriāliem (*structural composite lumber*).

Naglotais koka panelis (*nailed laminated timber, NLT*) – koka būvelements, ko ražo, zāģmateriālu sastiprinot ar speciāli šim nolūkam izstrādātām metāla plāksnēm.

Viļņotu detaļu panelis (*weaved laminated timber, WLT*) – koka būvelements, kas, izmantojot viļņotās virsmas noturību, nodrošina joslu pašsastiprināšanos.

1. KOKA BŪVMATERIĀLU IZMANTOŠANAS ĢENĒZE

Koks ir dabisks būvmateriāls ar senu izmantošanas vēsturi. Visplašāk tas izmantots pasaules teritorijās, kur dabiski aug meži. Koka izmantošanas principus būvniecībā un arhitektūrā dažādos gadsimtos ir noteikuši dažādi ekonomiski, sociāli un tehniski faktori. Koks kā būvmateriāls daudzos pasaules reģionos bija viegli pieejams, tāpēc tas plaši izmantots gan konstrukcijām [73], [97], gan apdarei [12], [21]. Tomēr ir bijuši arī periodi, kad koka būvmateriālu pieejamība ir bijusi apgrūtināta. Latvijā tas tiek saistīts ar kokmateriāla eksporta apjomu. Dažādos laika periodos ir aktualizēta arī koka racionāla izmantošana [60], [93]. Koka izmantošanu ir ietekmējusi arī mežsaimniecības un kokapstrādes attīstība un industrializācija. Vēsturiski lielākā daļa apbūves Baltijā un Eiropā bija veidota no koka, bet pēdējo gadsimtu gaitā dažādu iemeslu dēļ koka apbūves apjoms ir samazinājies. Mūsdienās koka plašāku izmantošanu veicina lokālas un globālas aktualitātes, kas ir saistītas ar ekoloģiju.

1.1. Koka izmantošanas faktori arhitektūrā

Pasaules un Latvijas arhitektūrā koka izmantošanai ir senas tradīcijas un plašs lietojums. Katrā laikmetā ir mainījušies iemesli, kāpēc koks ticis izmantots būvniecībā, kā arī koka izmantošanas veidi [10], [36], [99], [169], [222], [350]. Katrā laikmetā atšķirīgi ir vērtētas arī koka kā materiāla priekšrocības un īpašības [271], [355]. Četri galvenie koka izmantošanas faktori (1.1. att.) ir: **pieejamība dabā** un tirgū; izmēra un ģeometrijas potenciāls; materiāla izskats un estētika; koka struktūra un īpašības.

Pieejamība dabā / tirgū	Izmērs, ģeometrija	Izskats, estētika	Īpašības, struktūra
----------------------------	-----------------------	----------------------	------------------------

1.1. att. Koksnes izmantošanas faktori arhitektūrā.

Koka kā būvmateriāla izmantošana arhitektūrā attīstījusies un mūsdienās turpina pilnveidoties gan tradicionālos būvniecības veidos, gan attīstoties arvien jauniem koka būvmateriāliem un to izmantošanas veidiem. Nozīmīga ir arī digitalizācijas ietekme uz laikmetīgās koka arhitektūras attīstību, mainot projektēšanas stilu un kvalitāti, transformējot būvniecības procesu un būtiski ietekmējot materiāla izvēli.

1.2. Tradicionālie koka būvniecības veidi

Vēsturiski koks izmantots būvniecībā jau vairākus gadsimtus pirms mūsu ēras. Vispazīstamākais un Latvijā izplatītākais vēsturiskais koka būvniecības veids ir guļbūve [169]. Otrs plaši pazīstams būvniecības veids, kas Latvijā ir retāk sastopams, ir pildrežģis jeb fahverks (vācu val. – *feuchthwerk*). Koka ēkas laukos visbiežāk būvēja pašu spēkiem, savukārt pilsētās strādāja arī dažādu tautību namdari. Mūsdienās joprojām būvē vieglas koka karkasa jeb režģa būves, kas radās 19. gadsimtā, lai racionālāk izmantotu kokmateriālu un paātrinātu būvniecības procesu. 20. gadsimta 30. gados Latvijā kritizēja koka nelietderīgu izmantošanu un aicināja siltumizolācijai izmantot nevis ēkas konstrukciju, bet jaunos siltumizolācijas materiālus. Konstrukcijās tika izmantota arī gaisa šķirkārta starp materiālu slāņiem. **Tradicionālos koka būvniecības veidus** turpina izmantot arī 21. gadsimtā, un noteicošie faktori ir gan tradīciju turpināšana, gan vēlme veidot vidi no ekoloģiskiem būvmateriāliem. Pasaulē un Latvijā turpina būvēt gan apaļkoku un tēstu baļķu guļbūves, gan koka karkasa celtnes, izmantojot šos tradicionālos būvniecības veidus arī laikmetīgās arhitektūras projektos.

1.3. Koka ēku rūpnieciska ražošana

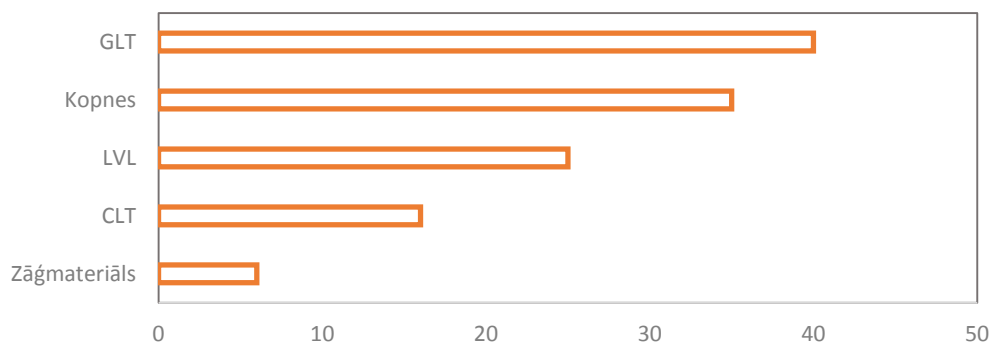
Mūsdienās koka ēku būvniecība no būvlaukuma pamazām pārvietojas uz rūpnīcām, un ierasto koka ēku būvniecību (*on-site*) pakāpeniski nomaina rūpnieciski ražotu koka konstrukciju montāža būvlaukumā (*off-site*) [91]. Pēdējās desmitgadēs tas saistīts gan ar jauno koka būvizstrādājumu potenciāla mērķtiecīgu demonstrēšanu, gan ar citiem sociāli ekonomiskiem faktoriem [335], tai skaitā ar vēlmi uzbūvēt ātrāk, samazinot būvniecības ietekmi uz vidi [24]. Dažādos vēstures periodos ir izmantots princips, ka pārvietojamas un saliekamas koka konstrukciju ēkas tiek izgatavotas darbnīcā un pēc tam pa ūdens ceļiem vai dzelzceļu nogādātas būvlaukumā samontēšanai, dažkārt pat citā kontinentā [86]. 20. gadsimtā, it īpaši pēckara periodā, rūpnieciskā koka ēku ražošana izmantota, lai pēc iespējas ātrāk nodrošinātu iedzīvotājus ar mājokļiem. Piemēram, lauku iedzīvotāju nodrošināšanai 20. gadsimta 70. gados Latvijā tika sāкта rūpniecisku koka ēku jeb tā saukto “Līvānu māju” ražošana. Koka ēku rūpnieciskās ražošanas apjoma pieaugumu ir **ietekmējusi jaunas projektēšanas programmatūras izstrāde**, kas savienojama ar ražotnes darbmašīnām. Tas rada iespēju no iepriekš saražotām detaļām veidot individuālus arhitektūras risinājumus, nevis ierobežot būvniecību ar standartizētu būvdetaļu izmantošanu. Eiropā augstu vērtē koka ēku rūpnieciskās ražošanas priekšrocības – ātrumu, kvalitāti un drošību. Vairāki desmiti Latvijas koka ēku ražotāju strādā eksportam, realizējot dažādu mērogu koka karkasa paneļu un moduļu ēkas pasaulē. Vietējā tirgū šis būvniecības veids vēl aizvien maksā dārgāk nekā tradicionālā koka karkasa ēku būvniecība būvlaukumā.

2. KOKA KONSTRUKCIJAS ARHITEKTŪRĀ

Koka izmantošana ēku būvniecībā vēsturiski bija pašsaprotama un tradicionāla izvēle, jo tas bija viegli pieejams un apstrādājams materiāls. Tomēr vissenākajos laikos izmantoja neapstrādātu vai minimāli apstrādātu koku, savukārt mūsdienās koksne tikai pēc vairākiem apstrādes procesiem kļūst par arhitektūrā izmantojamām koka konstrukcijām. Meklējot racionālu un efektīvāku koka izmantojumu, rūpnīcās izgatavoja eksperimentālas **koka konstrukcijas**, būvinženieri izstrādāja jaunas koka **būvniecības sistēmas**, un arhitekti tās izmantoja gan vienkāršās būvēs, gan eksperimentālos **laikmetīgās arhitektūras projektos**. 21. gadsimtā arhitektūrā aizvien turpina lietot zāģmateriālu un līmēto koksni, ko ēku būvniecībā izmantoja visu 20. gadsimtu. Arvien plašāk projektos izmanto arī jaunus *CLT* un *LVL* paneļus, kuru sākotnējā ražošanas tehnoloģija bija ļoti sarežģīta un dārga, tāpēc šie paneļi kļuva par plaši lietotiem rūpnieciski ražotiem būvelementiem tikai vairākas desmitgades pēc to pirmo paraugu izveidošanas. Koka konstrukciju izgatavošana un attīstība ir cieši saistīta gan ar instrumentu un darbmašīnu pieejamību, gan koka apstrādes un savienošanas tehnoloģiju pilnveidi. Nozīmīga loma ir arī parametriskai projektēšanai un savstarpēji savienojamām projektēšanas un ražošanas datorprogrammām. Vairāki koka būvmateriāli ir pilnveidoti un tiek izmantoti arvien plašāk [114], savukārt citi ir palikuši kā zinātniski atklājumi [97] vai arhitektūras eksperimenti, kas realizēti vienu reizi [11] vai izmantoti īsu laika periodu [314], [344], [388]. Mūsdienās tiek izstrādāti jauni eksperimentāli koka būvmateriāli, un arī esošajiem tiek meklēts jauns lietojums standartizētās būvniecības sistēmās un unikālos arhitektūras projektos. Latvijā vairāki desmiti uzņēmumu ražo koka būvmateriālus un konstrukcijas, un tos arvien vairāk sāk izmantot arī Latvijas laikmetīgās arhitektūras projektos.

2.1. Koka būvmateriāli mūsdienās

Pēdējās desmitgadēs ir izstrādāti jauni koka būvmateriāli, un jauna vērtība piešķirta esošajiem kokmateriālu veidiem, veidojot plašu konstruktīvo materiālu klāstu. Būvniecībā lieto dažādu dimensiju zāģmateriālu (brusas, dēļus u. c.), ar tapām stiprinātus koka paneļus un kombinētās sijas, kā arī līmētus koksnes materiālus un koksnes materiālus ar metāla stiprinājumiem. Visplašākais ir līmēto būvelementu klāsts: vairāku veidu līmēta koka paneļi – *LVL* (*laminated veneer lumber*), *CLT* (*cross laminated timber*), kā arī līmēti masīvkoka paneļi, sijas un kolonnas (*GLT*). Ar metāla detaļām tiek sastiprināti gan *NLT* (*nailed laminated timber*) paneļi, gan koka kopnes. Daļu no koka būvmateriāliem izmanto apdarei un norobežojošām konstrukcijām, daļu – nesošajām konstrukcijām, lai nodrošinātu lielākus laidumus (2.1. att.). Nesošajās konstrukcijās visplašāk tiek izmantots **zāģmateriāls, līmētais koks, krusteniski līmētā koka paneļi, līmētie finiera paneļi, koka kopnes ar metāla plākšņu savienojumiem un *I-beam* sijas**.



2.1. att. Koka būvmateriālu maksimālais garums.

2.2. Koka būvniecības sistēmas

Laikmetīgajā arhitektūrā projektētāji izvēlas gan jaunās, gan tradicionālās koka būvniecības sistēmas, lai izmantotu koka konstrukciju estētiskās un tehniskās priekšrocības [32], [217], [236]. Gadsimtu gaitā ir izveidojušies tradicionāli koka konstrukciju izmantošanas veidi, kā būvēt visracionālāk. Arī jaunajiem koka būvelementiem – *GLT*, *CLT* un *LVL* – veidojas savas būvniecības sistēmas, kas tiek testētas, pilnveidotas un realizētas projektos [67], [74], [220]. Pētījumos un praktiskos eksperimentos [279] top arvien jaunas koka būvniecības sistēmas, izmantojot uzlabotus stiprinājuma veidus vai kombinējot koka būvelementus ar citiem materiāliem. Aktualitāti mūsdienās iegūst arī ilgāku laiku nelietoti konstruktīvie risinājumi vai sistēmas. Piemēram, koka elementu stiprināšana ar tapām tika izmantota krievu inženiera V. Derevjagina (*В. С. Деревягин*) izstrādātajā “Derevjagina sijā” 20. gadsimta 30. gados [97], mūsdienās šādu stiprinājumu kā alternatīvu lēmēšanai izmanto Austrijas ražotājs “Thoma” [273]. Latvijā pēdējās desmitgadēs ir realizēti gandrīz visu koka būvniecības sistēmu projekti. Vietējā tirgū netiek ražoti tikai *LVL* paneļi, un, izmantojot šo būvmateriālu, nav realizēti arī projekti. Ievērojot salīdzinoši nelielo koka būvniecības projektu skaitu, neviena no būvniecības sistēmām nav ieguvusi dominējošas pozīcijas.

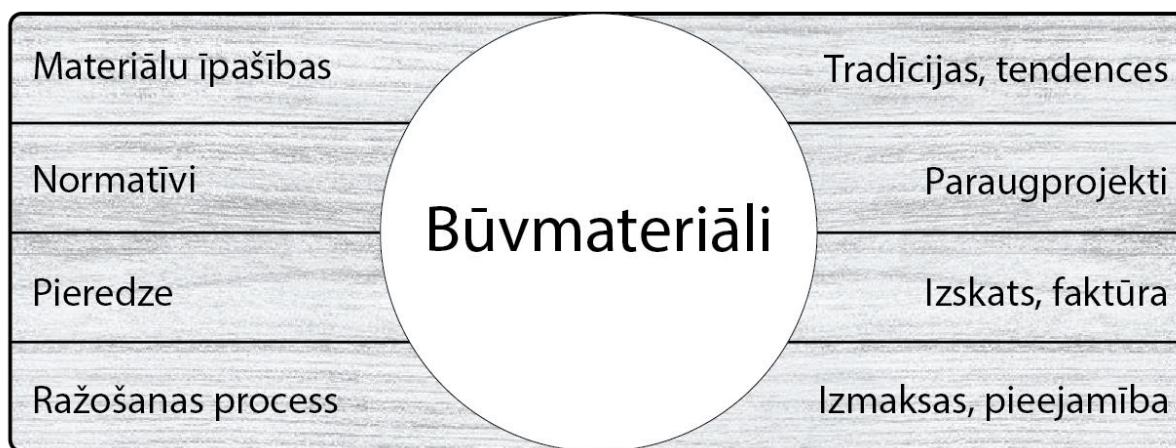
2.3. Eksperimentālās koka konstrukcijas

Ievērojamākie laikmetīgās koka arhitektūras piemēri ir gan plaši pazīstamu arhitektu konstruktīvi sarežģītas būves, gan jauno arhitektu eksperimenti ar koka konstrukcijām, kas nacionālā vai pat starptautiskā līmenī kļūst par ikoniskiem objektiem. Projekti ar koka konstrukcijām tiek klasificēti arī kā eksperimentālie projekti [104], lai testētu jaunas tehnoloģijas. Koka konstrukciju projektēšanas un būvniecības pieredze pēdējās desmitgadēs tiek veidota no jauna, tāpēc to plānošana ir lēns un salīdzinoši ilgs process, kurā iesaistītie projektētāji un materiālu ražotāji intensīvi sadarbojas jau no projektēšanas sākuma, lai radītu piemērotus, dažkārt nestandarta risinājumus un jaunas būvniecības sistēmas. Arī Latvijā vairākos arhitektūras projektos ir realizēti koka konstrukciju izmantošanas eksperimenti, un projektu rezultāts ir atzinīgi novērtēts gan nacionālā [319], gan Eiropas [249] līmenī. Katrā projektā ir arhitektoniski, ekonomiski vai funkcionāli iemesli, kas ietekmējuši koka

konstrukciju izvēli, lai gan bieži vien tieši koka estētika ir bijis noteicošais faktors arhitektu interesei par koka izmantošanu interjerā vai eksterjerā. Arhitektu aptaujas rezultāti liecina, ka nozīmīga loma ir materiāla pazīšanai, normatīvu pārzināšanai, lai projektētāji varētu izmantot visas koka konstrukciju priekšrocības.

3. FAKTORI, KAS IETEKMĒ KOKA KONSTRUKCIJU IZVĒLI

Būvmateriālu un konstruktīvo risinājumu izvēli katrā projektā nosaka **daudzu faktoru kopums** (3.1. att). Katram projekta dalībniekam ir savi priekšstati, zināšanas un pieredze par būvmateriāliem. Materiālu izvēles procesā [105] koks bieži paliek ārpus iespējamo būvmateriālu saraksta vai projektēšanas gaitā tiek atzīts par nepiemērotu, jo iesaistītajām pusēm nav pietiekamas pieredzes darbā ar koku. Konkurējot ar citiem materiāliem [75], kokam ir jāpārvar aizspriedumi un sabiedrībā valdošie priekšstati, lai gan kokam kā ēkas konstruktīvajam materiālam ir ne tikai trūkumi, bet arī virkne priekšrocību.



3.1. att. Faktori, kas ietekmē būvmateriāla izvēli.

21. gadsimtā koka atgriešanās būvmateriālu klāstā saistās ne vien ar jaunu un nestspējīgāku koka materiālu pieejamību, bet arī ar plānveidīgu valsts sadarbību ar meža un kokapstrādes nozari. Latvijā kokam ir plašs lietojums, tai skaitā koka ēku rūpnieciskajā ražošanā, kas šobrīd vairāk orientēta uz eksportu. Nozare nav tieši ieinteresēta pieprasījuma radīšanā vietējā tirgū un reti piedalās koka būvniecību veicinošos pasākumos. Pretēja situācija ir Skandināvijā un dažās Eiropas valstīs, kur nozares uzņēmumi mērķtiecīgi plāno aktivitātes koka būvniecības veicināšanai, izglīto sabiedrību un profesionāļus, organizējot seminārus, konsultācijas un labāko koka būvju apbalvošanu, kā arī iesaistās būvnormatīvu izmaiņu procesā, lai koks kļūtu par konkurētspējīgu būvmateriālu laikmetīgās arhitektūras projektos.

3.1. Normatīvie akti koka būvju projektēšanā

Runājot par koka būvniecību Latvijā, par galveno koka būvniecības šķērslī tiek minēti **būvnormatīvi**. Pētījumos un būvniecības procesā iesaistīto personu un uzņēmumu diskusijās tiek minēti arī stereotipi, pieprasījuma trūkums un citi faktori, tomēr normatīvi ir viens no visbiežāk izceltajiem ierobežojumiem visās aptaujās. Situācija Latvijā nav uzlabojusies arī pēc būvju ugunsdrošības būvnormatīva koriģētās redakcijas stāšanās spēkā. Koka būves pasaulē galvenokārt realizē kā analītiskos (*performance based design*) projektus, kuros lietotāju drošība ir pierādīta ar aprēķiniem. Latvijā atkāpes no normas drīkst pierādīt ar

aprēķiniem, taču nav norādīta metodika, tāpēc jebkurus aprēķinus var apšaubīt. Koka ēku projektu un konstruktīvo risinājumu atbilstību minimālajām prasībām daudzās valstīs vērtē **ugunsdrošības eksperti**, kas pārzina gan būvkonstrukcijas, gan ugunsdrošību. Latvijā šīs jomas pagaidām nav apvienotas, un projekti tiek realizēti atbilstoši pretrunīgajiem normatīviem.

3.2. Koka būvniecības veicināšana

Koka būvniecības apjomi 20. gadsimta otrajā pusē Eiropā un Latvijā samazinājās, jo vairāki citi būvmateriāli tika atzīti par progresīvākiem un piemērotākiem. Koks kļuva mazāk pieprasīts materiāls, samazinājās namdaru skaits, kā arī tika pārtraukts koka būvniecības iemaņu un pieredzes nodošanas process. Mūsdienās ir izmainījusies koka arhitektūras paradigma, un ir nepieciešama starpdisciplināra nozaru sadarbība nacionālā un globālā līmenī, lai atjaunotu koka kā būvmateriāla reputāciju [280]. Daudzās valstīs tiek radīta koka būvniecības veicināšanas sistēma [229], citās dod priekšroku brīvā tirgus ekonomikas ietekmei uz koka būvniecības apjoma izmaiņām. Parasti koka būvniecības veicināšanas stratēģijas ir valsts līmeņa mērķtiecīgi plānotas aktivitātes, ko ierosina vai organizē meža un koka nozares uzņēmumi un organizācijas [231]. Ilgtspēja, CO₂ izmešu apjoma samazināšana un būvniecības kaitīgās ietekmes uz vidi mazināšana ir galvenie mērķi, kas tiek aktualizēti globālā un nacionālā kontekstā. Izplatītākie veicināšanas veidi un instrumenti ir informatīvas platformas, konferences, pētniecības un inovācijas projekti, pilotprojekti un labāko koka būvju apbalvošana. Pastāv arī cita veida iniciatīvas [224], [287], kas visbiežāk radušās tiešā augsta līmeņa stratēģijas ietekmē vai, gluži pretēji, šādas stratēģijas trūkuma dēļ.

3.3. Zināšanu un pieredzes loma būvmateriālu izvēlē

Būvmateriālu klāsts mūsdienās katru gadu pieaug. Koks šajā būvmateriālu klāstā, no vienas puses, ir maz izmantots tradicionālais būvmateriāls, no otras, tas ir jauns materiāls dažādu koka būvizstrādājumu veidā. Materiālu izvēli katrā jaunā arhitektūras projektā ietekmē gan subjektīvi, gan objektīvi apsvērumi, gan arī būvniecības procesa dalībnieku zināšanas un pieredze, ko savukārt ietekmē katra individuālie priekšstati un sabiedrībā valdošais viedoklis par būvmateriāliem. Biežāk izmantotā ir **analoģijas metode** [1], kas balstās uz jau esošo pieredzi. Nozīmīga loma koka kā būvmateriāla izvēles procesā ir projektētāju zināšanām un pieredzei. Impulsu iedziļināties koka kā būvmateriāla izmantošanā (3.3.1. tab.) var radīt arī jauns pasūtījums, interese par inovatīviem būvniecības veidiem, izlasīta informācija vai realizētu projektu izpēte, kā arī vēlme atbalstīt vietējos koka konstrukciju ražotājus. Ilgāku laika posmu pastāvējušo priekšstatu, ka koks nav piemērots materiāls daudzstāvu apbūvei, pamazām nomaina pārlicība, ka koka konstrukcijas ir piemērots risinājums dažāda mēroga arhitektūras projektiem.

SECINĀJUMI

Daudzveidīgās **koka kā būvmateriāla priekšrocības** ir veicinājušas koka izmantošanu atbilstoši katra laikmeta prasībām. Materiāla pieejamība un tehniskās īpašības ilgāku laiku bija noteicošie faktori koka būvniecības pastāvēšanai un attīstībai, savukārt koksnes izskats un estētika ir veicinājusi arhitektu un sabiedrības interesi par koku mūsdienās. 21. gadsimtā galvenās koka priekšrocības ir ilgtspēja un koka būvelementu izmantošanas ietekme uz klimata izmaiņu samazināšanu.

Koka **būvniecības tradicionālie veidi** mūsdienās turpina pastāvēt un tiek pilnveidoti, izmantojot arī jaunās tehnoloģijas. Ilgus gadsimtus koka būvniecības tradīciju namdari nodeva no vienas paaudzes nākamajai, un, pat ēkām nesaglabājoties, koka būvniecības prasmes tika uzturētas. Mūsdienās tradicionālās koka būvniecības praktiskās pieredzes nodošanas tradīcija ir transformējusies prasmju apgūšanā no vēsturiskiem avotiem.

Laikmetīgās arhitektūras sastāvdaļa ir **rūpnieciski ražotas koka ēkas**. Rūpnieciska koka konstrukciju un ēku daļu ražošana rada iespēju realizēt tipveida un unikālus projektus īsā laikā, taupot resursus. Latvijā pēdējos gados ir tapuši atsevišķi publisko ēku projekti ar rūpnieciski ražotām koka konstrukcijām, tomēr lielāka daļa Latvijā saražoto koka ēku tiek eksportētas.

Gandrīz visus **jaunos koka būvmateriālus** ražo Latvijā, taču vietējos arhitektūras projektos tos izmanto salīdzinoši maz. Gan privāto, gan publisko ēku tapšanā Latvijā biežāk izvēlas tradicionālus nevis inovatīvus koka būvniecības risinājumus. Lielāko daļu jauno koka būvmateriālu eksportē, jo izmaksu ziņā vietējā tirgū tie nevar konkurēt ar citiem būvmateriāliem.

No koka konstrukcijām pasaulē **būvē arhitektoniski sarežģītus projektus** un līdz pat 18 stāviem augstas ēkas. Šie projekti tiek realizēti kā eksperimenti, inovācijas vai pilotprojekti, projektētājam sadarbojoties ar koka konstrukciju ražotāju un būvnieku. Paraugprojektiem ir būtiska nozīme, jo tie iedrošina citus publiskos un privātos pasūtītājus izmantot koka konstrukcijas.

Pēdējās desmitgadēs Latvijā ir realizēti atsevišķi **lielāka mēroga koka būvniecības projekti**, tomēr kopējais koka būvniecības apjoms, salīdzinot ar citām valstīm, ir neliels. Katrs realizētais koka būvniecības projekts ir savā veidā unikāls Latvijas laikmetīgās arhitektūras kontekstā, un vairāki ir ievēroti un guvuši atzinību arī Eiropas mērogā.

Koka arhitektūras jauno projektu tapšanā liela nozīme ir **koka ēku projektēšanas būvnormatīviem**. Pēdējos gados Latvijā būvnormatīvi ir vairākkārt mainīti un papildināti, tomēr atsevišķu jomu normatīvi ir pretrunīgi. Šobrīd normatīvi nav sistēmā sakārtotas normas, kas palīdz Latvijas projektētājiem nodrošināt veselīgu un drošu vidi.

Atsevišķās valstīs **koka būvniecības veicināšanai** ir izveidota atbalsta sistēma nacionālā līmenī. Mežsaimniecības un kokrūpniecības nozares organizē projektētāju un sabiedrības izglītošanu, koka arhitektūras pilotprojektu būvniecību, labāko projektu apbalvošanu. Latvijā koka būvniecības veicināšana notiek, veidojot atsevišķas nozares atbalstītas aktivitātes.

Būvmateriāla izvēle arhitektūras projektos notiek jau to agrīnā stadijā. Materiāla izvēli būtiski var ietekmēt arī šajā stadijā pieņemtie lēmumi. Koka kā būvmateriāla izvēli ietekmē ne tikai sociāli ekonomiskā situācija, bet arī visu būvniecības procesa dalībnieku zināšanas un pieredze. Latvijā būvniecības procesa dalībniekiem nav pietiekamu zināšanu un pieredzes koka kā būvmateriāla izmantošanā.

Daudzos starptautiski atpazīstamos koka arhitektūras projektos koka konstrukciju izvēle ir notikusi, jau iesākot projektu. Tie bijuši sadarbības projekti ar koka būvmateriālu ražotājiem vai investoru un projektētāju izglītošanas rezultāts, kā arī mērķtiecīgi inovāciju projekti, tomēr izšķirošā loma koka kā būvmateriāla izvēlē ir bijusi tieši **pasūtītājam**. Latvijas koka arhitektūras projektos liela nozīme bijusi arī atsevišķu pasūtītāju vēlmei izmantot dabisku materiālu vai inovatīvu risinājumu, bet koka konstrukcijas nav pašsaprotama izvēle.

IZMANTOTIE AVOTI

Grāmatas

1. **Ashby, M. F.** *Materials and the Environment: Eco-informed Material Choice*. 2nd Edition. Butterworth Heinemann, 2012. 628 p. ISBN 9780123859716.
2. **Bielensfein, A. J. G.** *Die holzbauten und holzgeräte der Letten: Ein beitrage zurethnographie, culturgeschichte und archaeologie der völker Russlands im westgebiet*. Petrograd; Tip. Rossijskoj Akademii nauk, 1907–1918. 843 S.
3. **Bilenšteins, A.** *Latviešu koka celtnes un iedzīves priekšmeti. 1. daļa, Latviešu koka celtnes*. Rīga: Jumava : SIA JLV, 2001. 273 lpp. ISBN 9984054357.
4. **Briedis, R.** (red.) *Cilvēki un notikumi latviešu zemēs no ledus aiziešanas līdz Latvijas valstij*. Rīga: Neputns, 2018, 2070 lpp. ISBN 978-9934-565-57-1.
5. **Broce, J. K.** *Zīmējumi un apraksti 1.* Rīga: Zinātne, 1992. 456 lpp. ISBN13 978579660313.
6. **Buka, O., Krastiņš, J., Strautmanis, I.** u. c. (red.) *Latvijas arhitektūras meistari*. Rīga: Zvaigzne ABC, 1995. 286 lpp. ISBN 9984040593.
7. **Caune, A.** *Rīga zem Rīgas. Arheologa stāsts par senās Rīgas zudušajām celtnēm*. Rīga: Zinātne, 1985. 134 lpp.
8. **Caune, A.** (red) *Senā Rīga : pētījumi pilsētas arheoloģijā un vēsturē*. Rīga: Latvijas Vēstures Institūts, 1998. 414 lpp.
9. **Cimermanis, S.** *Latvijas Etnogrāfiskais brīvdabas muzejs*. Rīga: Izdevniecība Zinātne, 1978. 227 lpp.
10. **Cīrulis, Ž.** *Kokapstrādātāja rokas grāmata*. Weissenburg L. Rumaka apgāds, 1948. 79 lpp.
11. **Chilton, J., Tang, G.** *Timber Gridshells: Architecture, Structure and Craft*. Routledge, 2016. 258 p. ISBN10 9781138775299.
12. **Davies, I., Walker, B., Pendlebury, J.** *Timber Cladding in Scotland*. ARCA Publications Ltd., 2002. 256 p. ISBN 1904320007.
13. **De l'Orme, P.** *Nouvelles Inventions Pour Bien Bastir Et à Petits Fraiz*. (ed 1561.) Hachette Livre-BNF, 2012. 145 p. <http://www.aracneeditrice.it/pdf/9788854823303.pdf>.
14. **Dickson, M., Paker, D.** *Sustainable Timber Design: Construction for 21st Century Architecture*. 1 edition. Routledge, 2014. 248 p. ISBN 978-0415468084.
15. **Dirveiks, I.** *Rīgas dzīvojamo māju logi 19. gs. vidus- 20.gs.* Rīgas kultūras pieminekļu inspekcija, 2013. 36 lpp. http://www.ngkm.lv/PDF/Book_1.pdf.
16. **Domkins, A., Pavlovskā, A., Spertāle, D.** u. c. *Koks Tavās Mājās : Praktiski Padomi*. Rīga: Jumava. SIA "J. L. V.", 2017. 240 lpp.
17. **Eassie, P. B.** *Wood and Its Uses: A Handbook for the Use of Contractors, Builders*. William Eassie & co., limited, 1874., dig. 2008. 238 p. <https://archive.org/details/woodanditsusesa00eassgoog/mode/2up>.
18. *Eesti puit-arhitektuur/Estonian Wooden Architecture*. Tallinn: Eesti Arhitektuurimuuseum, 1999. 174 p. ISBN 9985-60-675-2.

19. **Emsiņš, J.** *Koks Latvijas Valsts un tautas dzīvē*. Jelgava: Studentu biedrība "Šalkone", 2014. 202 lpp. ISBN 978-9984-48-166-1.
20. Exova BM TRADA. *Cross-laminated timber: Design and performance*. Publisher: Trada, 2017. 160 p. ISBN: 978-1909594630.
21. **Gabriel, I.** *Praxis: Holzfassaden*. Staufen bei Freiburg: Verlag: ökobuch, 2017. 114 S. ISBN 978-3936896442.
22. **Gaile, Z., Zemīte, L., Čerpinska, A.** u.c. *Koka māja = Wooden house : Lāčplēša ielā 55*. Rīga: Latvia Nostra, biedrība, 2014. 299 lpp. ISBN 9789934142604.
23. **Galindo, M.** *Wood Architecture & Design*. 1st ed. Salenstein: Braun, 2012. 191 p.
24. **Gibb, A. G. F.** *Off-site Fabrication: Prefabrication, Pre-assembly and Modularisation*. John Wiley & Sons, 1999. 288 p.
25. **Green, M., Taggart, J.** *Tall Wood Buildings : Design, Construction and Performance*. Basel: Birkhauser, 2017. 176 p. ISBN-13: 978-3035604757.
26. **Gundars, L.** *Liepāja*. Liepāja: Liepāja City Council Administration, 2018. 56 lpp.
27. **Hakkarainen, J., Linkosalmi, L., Houvinen, A.** et al. *LVL handbook Europa*. Helsinki: Federation of the Finnish Woodworking Industries, 2019. 224 p. ISBN 978-952-94-23460.
28. **Hall, W.** *Wood*. London: Phaidon. 2017. 224 p. ISBN: 9780714873480.
29. **Herzog, T., Natterer, J., Sweitzer, R.** et al. *Holzau Atlas*. Basel: Birkhäuser, Edition Detail, 2003. 377 p.
30. **Holcmanis, A.** *Vecrīga – pilsēt būvniecības piemineklis*. Rīga: Zinātne, 2007. 233 lpp. ISBN 978-9984-767-91-8.
31. **Hofmeister, S.** *Holzbauten in Vorarlberg / Timber Structures in Vorarlberg*. (DETAIL Special) 1 edition. DETAIL, 2017. 144 p. ISBN 978-395553381.
32. **Hudert, M., Pfeiffer, S.** (ed.). *Rethinking Wood : Future Dimensions of Timber Assembly*. Basel: Birkhäuser, 2019. 296 p.
33. **Jansons, G.** *Kurzemes pilsētu senās koka ēkas, 17.gs.–19.gs. vidus*. Latv. Dabas un pieminekļu aizsardzības b-ba, 1982. 184 lpp.
34. **Jaunzems, J.** *Brīvdabas muzejs*. Rīga: Valsts vēsturiskā muzeja izdevums, 1941. 235 lpp.
35. **Jaunzems, J.** *Kurzemes sēta : etnogrāfiskais apskats*. Rīga: V. Tepfera izd, 1943. 55 lpp.
36. **Jakobsons, E.** *Koka konstrukciju naglojumi = Holzkonstruktionen-Nagelbau*. Rīga: Arodu rakstu apgāds, 1943. 99 lpp.
37. **Jensen, A. V., Craig, N.** *Wood in Construction - 25 cases of Nordic Good Practice*. Copenhagen: Nordisk Ministerråd, 2019. 77 p. ISBN 9789289360708.
38. **Jodidio, P.** *100 Contemporary Wood Buildings*. Multilingual edition. Cologne: Taschen GmbH, 2017. 688 p. ISBN-10: 3836561565.
39. **Jodidio, P.** *100 Wood Buildings*. Multilingual edition. Cologne: Taschen GmbH, 2017. 688 p. ISBN-10: 3836561565.
40. **Jones, S.** *Mass Timber: Design and Research*. Oro Editions, 2018. 160 p. ISBN-10: 193962195.

41. **Kalamees, T., Just, A., Semjonov, M.** et al. *Proceedings of the I Forum Wood Building Baltic*. Tallinn: Tallinn Tehnikaülikooli Kirjastus, 2019. 109 p.
42. **Karacabeyli, E., Douglas, B.** *CLT handbook*. FPInovation, 2013. 572 p.
43. **Kaufmann, H., Nerdinger, W.** *Building with Timber : Paths into the Future*. Munich: Prestel, 2012. 224 p.
44. **Khodakovsky, E.** *Historic Wooden Architecture in Europe and Russia: Evidence, Study and Restoration*. Basel: Birkhauser, 2016. 184 p. <http://www.degruyter.com/view/product/456490>.
45. *Koka Būves Latvijā = Wooden Buildings in Latvia*. Rīga: Valsts Kultūras Pieminekļu Aizsardzības Inspekcija, 2000. 23 lpp.
46. *Koka mantojums Latvijā*. Eiropas kultūras mantojuma dienas, 1995. 104 lpp.
47. **Kops, L.** *Būvkoks*. Rīga: Mācību Apgāds, 1998. 188 lpp. ISBN13:9789984572253.
48. **Kottjé, J.** *Häuser aus Holz: Natürlich und zeitlos bauen*. Prestel Verlag, 2019. 176 S. ISBN-13: 978-3791385488.
49. **Krastiņa, A.** *Zemnieku dzīvojamās ēkas Vidzemē*. Rīga: Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas, 1959. 181 lpp.
50. **Krastiņš, J.** *Arhitekts Jānis Alksnis 1869–1939 Architect*. Rīga: ADD Projekts, 2009. 400 lpp. ISBN 9789984968797.
51. **Krastiņš, J.** *Kuldīga : arhitektūra un pilsēt būvniecība = Kuldīga : architecture and urbanism*. Kuldīga: Kuldīgas novada pašvaldība. 2013. 533 lpp. ISBN : 9789984499642.
52. **Krastiņš, J.** *Liepāja: Jugendstila arhitektūra : Art nouveau architecture*. Liepāja: Liepājas pilsētas dome, 2015. 375 lpp. ISBN 9934144646.
53. **Krastiņš, J.** *Rīgas arhitektūras stili*. Rīga: Jumava, 2005. 240 lpp.
54. **Krastiņš, J., Strautmanis, I., Dripe, J.** *Latvijas arhitektūra no senatnes līdz mūsdienām*. Rīga: Baltika, 1998. 312 lpp. ISBN 9984-9178-3-5.
55. **Kreišmanis, K.** *Koka konstrukciju aizsardzība*. Rīga, 1967. 175 lpp.
56. **Kreišmanis, K.** *Koka konstrukciju aizsardzība pret uguni*. Rīga: Latvijas Valsts Izdevniecība, 1958. 103 lpp.
57. **Krievs, K.** *Kā aizsargāt koku no pūšanas?* Tehnika Lauksaimniecība. Latvijas Lauksaimniecības Centrālbibliotēkas tehnikas nodaļas izdevums, 1932. 44 lpp.
58. **Krūmiņš, A.** *Latgales koka baznīcas : Romas katoļu draudzēs 18. gadsimtā*. Rīga: "J. L. V.", 2016. 191 lpp. ISBN 9789934119491.
59. **Kundziņš, P.** *Latviešu tautas celtniecība*. Rīga: Grāmatu Draugs, 1934. 13 lpp.
60. **Kundziņš, P.** *Latvju sēta*. Stokholma: Daugava, 1974. 449 lpp.
61. **Kursīte, J.** *Latvieša māja*. Rīga: SIA Rundas, 2014. 590 lpp. ISBN 9789934829727.
62. **Kuzman, M. K., Kutnar, A.** *Contemporary Slovenian Timber Architecture for Sustainability*. Springer, 2014. 163 p. ISBN-13: 978-3319036342.
63. **Ķaune N.** *Vecā Jelgava*. Rīga: Valters un Rapa, 1939. 107 lpp.
64. **Lehfeldt, P.** *Die Holzbaukunst*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, (1880.) 2013. 274 S. DOI.10.1007/978-3-642-91885-8 <https://www.springer.com/la/book/9783642900280>.
65. **Leinsars, U.** *Guļbūves namiņš ar niedru jumtu*. Rīga: Avots, 1991. 40 lpp.

66. **Lejnieks, J., Redberga, Z.** *Latviešu arhitektu teorētiskie raksti un manifesti 20. gadsimtā = Latvian architects: theoretical writings and manifestos in the twentieth century.* Rīga : Latvijas Arhitektūras muzeja fonds, 2007. 175 lpp.
67. **Lennartz, M. W., Jacob-Freitag, S.** *Neues Bauen mit Holz.* Verlag: BIRKHÄUSER, 2015. 192 S. ISBN: 978-3-0356-0455-9.
68. **Leydecke, S.** *Designing Interior Architecture: Concept, Typology, Material, Constructio.* Basel: Birkhauser, 2013. 368 p. ISBN 9783034613026.
69. **Lückmann, R.** *Holzbau: Konstruktion – Bauphysik – Projekte.* Kissing: WEKA MEDIA GmbH & Co. KG, 2018. 434 S. ISBN 978-3811101944.
70. **Mahamid, M.** *Cross-Laminated Timber Design: Structural Properties, Standards, and Safety.* New York City: McGraw-Hill Education, 2020. 304 p. ISBN-13: 978-126011799.
71. **Malvess, A.** *Tehniska vārdnīca celtniecībai.* Rīga: Autora izdevums, 1931. 688 lpp.
72. **McLeod, V.** *Detail in Contemporary Timber Architecture.* London: Laurence King Publishing, 2015. 224 p. ISBN-13: 978-1780676555.
73. **McMullin, P. W., Price, J. S.** (Ed.). *Timber Design* (Architect's Guidebooks to Structures). 1 edition. Abington: Routledge, 2017. 386 p.
74. **Menges, A., Schwinn, T., Krieg, O. D.** (ed.) *Advancing Wood Architecture: A Computational Approach.* 1 edition. Routledge, 2016. 258 p. ISBN 978-1138932999.
75. **Menges, A., Sheil, B., Glynn, R.** et al. (ed). *Fabricate: Rethinking Design and Construction.* Riverside Architectural Press, 2017. 204 p. ISBN 978-1988366111.
76. **Mullens, M. A.** *Factory Design for Modular Home.* Constructability Press, 2011. 252 p. ISBN-13: 978-0983321200.
77. **Müller, Ch.** *Holzleimbau : Laminated Timber Construction.* Basel: Birkhäuser, 2000. 208 p. ISBN 978-3764362676.
78. **Murray, T., Crook, P.** *Exploring the Archaeology of the Modern City in Nineteenth-century Australia.* Springer International Publishing, 2019. 291 p. ISBN 9783030271688.
79. **Naudiša, A. M.** *Jūrmala. Koka dekori.* Jūrmala: Ulma, 2015. 83 lpp. ISBN 9789934147203.
80. **Niezabitowska, E. D.** *Research Methods and Techniques in Architecture.* New York: Taylor & Francis, 2018. 350 p. ISBN 9781315165592.
81. **Obućina, M., Kuzman, M. K., Sandberg, D.** *Use of Sustainable Wood Building Materials in Bosnia and Herzegovina, Slovenia and Sweden.* Sarajevo: University of Sarajevo, Mechanical Engineering Faculty, Department of Wood Technology, 2017. 216 p.
82. **Ozola, L.** *Koka konstrukciju projektēšana saskaņā ar LVS EN1995.* Rīga – Jelgava, 2007. 121 lpp.
83. **Ozola, L., Rūsiņa, L.** *Koks būvniecībā.* Rīga: Stilus, 2007. 255 lpp. ISBN 9789984392660.
84. **Pārns, H.** *Dzīvokļi Rīgā.* Rīgas pilsētas statistiskā biroja publicējums, 1927. 112 lpp.

85. **Pryce, W.** *Architecture in Wood: A World History. 1st Edition.* London: Thames & Hudson, 2016. 320 p.
86. **Schittich, Ch.** *Best of Detail: Holz/Wood.* Munchen: Institut Fur Internationale Architektur-Dokumentation, 2014. 200 p. ISBN 978-3955532147.
87. **Seidel, F.** *Architecture Materials : Wood = Bois = Holz.* Köln: EVERGREEN, 2008. 256 p.
88. **Silārs, I., Sants, V.** *Aizpute. Pagātne un tagadne.* Aizpute: Aizputes novada dome. 2014. 152 lpp.
89. **Slava, L., Blūms, P., Gaile, Z.** u. c. *Koka Rīga.* Rīga: Neputns, Fonds Latvia Nostra, 2001. 244 lpp. ISBN 9789984729053.
90. **Smith, R.** *Offsite Architecture.* New York: Routledge, 2017. 264 p. ISBN 978-1-138-82137-8.
91. **Smith, R. E.** *Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction.* Hoboken; New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010. 400 p.
92. **Sobon, J. A.** *Hand Hewn: The Traditions, Tools and Enduring Beauty of Timber Framing.* Storey Publishing LLC, 2019. 240 p. ISBN 1635860008.
93. **Strauss, J.** *Būvniecības norādījumu sakopojums.* Rīga: Valters un Rapa, 1940. 400 lpp.
94. **Strauss, J.** *Lēti un izturīgi būvveidi: un ēku projekti.* Rīga, 1934. 117 lpp.
95. **Stungo, N.** *Wood : New Directions in Design and Architecture.* San Francisco; California: Chronicle Books, 2004. 240 p.
96. **Tramdahs, A.** *Koks kā būvmateriāls.* Rīga: Latvijas Būvinženieru Biedrība, 1928. 38 lpp.
97. **Ulpe, J., Kupče, L.** *Koka un plastmasas konstrukcijas.* Rīga: Zvaigzne. 1991. 404 lpp.
98. **Välja, L.** *Puit Eesti Arhitektuuris.* Tallinn: Eesti Metsa- ja Puidutööstuse Liit, 2016. 352 p. ISBN 9789949814756.
99. **Vitckopfs, A.** *Koks un tā apstrādāšana : rokas grāmata galdniekiem, namdariem un pašmācībai.* Rīga : Latvju Grāmata, 1942. 415 lpp.
100. **Walker, J.** *Chattel Houses.* Best of Barbados Limited, 2011. 96 p.
101. **Waugh, A., Thistleton, A.** *100 CLT projects.* Softwood Lumber Board & Forestry Innovation Investment, 2018. 324 p.
102. **Weslager, C. A.** *The Log Cabin in America.* New Brunswick; New Jersey: Rutgers University Press, 1969. 382 p. ISBN 978-0813505961.
103. **Ziemeļniece, A.** *Jelgavas koka arhitektūra.* Jelgava: Jelgavas Pilsētas Pašvaldība, 2011. 15 lpp.

Publikācijas un raksti konferenču krājumos un periodikā, pētījumi

104. **Abrahamsen, R.** Mjöstårnet - Construction of an 81 m tall timber building. 23. Internationales Holzbau-Forum IHF, 2017, p. 1–12. <https://www.moelven.com/globalassets/moelven-limtre/mjostarnet/mjostarnet---construction-of-an-81-m-tall-timber-building.pdf>.

105. **Ajzen, I.** The theory of planned behavior. *Organ. Behav. Hum. Decis. Process.*, 1991, 50, p. 179–211.
106. **Allen, E., Seaman, Ch.** Likert Scales and Data Analyses. *Quality Progress*, 2007, p. 64–65.
107. **Andersson, J. J.** Carbon Taxes and CO2 Emissions: Sweden as a Case Study. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2019, 11 (4), p. 1–30.
108. **Bauere, I.** Gulbūves mājas tēlu veidosim kopīgi. *Baltijas Koks*, 2002, Nr. 7, 52.–53. lpp. ISSN 1407-6667.
109. **Bērzkalns, P.** Latvijas mazās dzīvojamās ēkas XVII gadsimtā. *Grām.: P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes zinātniskie raksti, 21. sēj.*, Rīga, 1958, 47.–74. lpp.
110. **Bērzkalns, P.** Nacionālais stils celtniecībā. *Daugava*, 1938, Nr. 9, 845.–860. lpp.
111. **Bērzupe, E.** Būvkošu sagatavošana. *Būvdarbu tehniskie noteikumi*. Rīgā: Tehniskās direkcijas izdevums, 1933, 275.–295. lpp.
112. **Bērzupe, E.** Namdaru darbi. *Būvdarbu tehniskie noteikumi*. Rīgā: Tehniskās direkcijas izdevums, 1934, 299.–346. lpp.
113. **Bhatta, S. R., Tiippana, K., Vahtikari, K.** et al. Sensory and emotional perception of wooden surfaces through fingertip touch. *Frontiers in psychology*, 2017, 8 (367), 12 p. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00367.
114. **Blismas, N., Wakefield, R.** Drivers, constraints and the future of offsite manufacture in Australia. *Construction Innovation*, 2009, 9 (1), p. 72–83.
115. **Blūms, P.** Berga bazārs Koka māja. *Latvijas Arhitektūra*, 1998, Nr. 6 (20), 34.–35. lpp.
116. **Blūms, P.** Rīgas priekšpilsētu attīstība. *Koka Rīga*. Rīga: Neputns, 2001, 28.–51. lpp.
117. **Bodemer, E., Kleinhenz, M., Erhard, L.** et al. Gesundheitliche Interaktion von HOLZ – MENSCH – RAUM. 35 p.
118. **Boyd, N., Khalfan, N. M. A., Masgood, T.** Off-site Construction of Apartment Buildings. *Journal of Architectural Buildings*, 2013, 19(1), p. 51–57.
119. **Bunkholt, A.** Realizing market possibilities for increased use of wood in Norway A national strategy including: promotion, research, competence and investments. 19. Internationales Holzbau-Forum 2013, p. 1–5. https://www.forum-holzbau.com/pdf/IHF_13_Bunkholt.pdf.
120. **Burgbacher, C.** Geformtes Holz ist Umweltfreundlich, Energiesparend und Leistungsfähig. *Bauen mit Holz*, 5: 1991, p. 327–332.
121. **Bysheim, K., Nyrud, A. Q.** Using a predictive model to analyze architects' intentions of using wood in urban construction. *Forest Products Journal*, 2009, p. 65–74.
122. **Bysheim, K., Nyrud, A. Q.** Architects' perceptions of structural timber in urban construction [online]. *Conference COST E53*, 29-30 October 2008, Delft, The Netherlands [cited 15.11.2019.]. https://www.researchgate.net/publication/255061282_Architects%27_perceptions_of_structural_timber_in_urban_construction.
123. Būvmateriāls - Koks. *Būvēt*, 1999, Nr. 1, 61. lpp.

124. **Caune, A.** Dažas kopīgas iezīmes Rīgas un kaimiņzemju pilsētu koka celtniecībā laikā no 12. līdz 14. gs. *Zinātniskās atskaites sesijas materiāli par arheologu un etnogrāfu 1977. gada pētījumu rezultātiem*, Rīga, 1978, 22.–25. lpp.
125. **Cimermanis, S.** Celtnes Latvijā 17. gs. 60. gados. *Arheoloģija un etnogrāfija*, 13. sēj., Rīga, 1979, 30.–44. lpp.
126. **Dambis, J.** Koka mantojums kā problēma. *Latvijas Vēstnesis*, 19.09.1995., Nr. 142.
127. **Dodoo, A., Gustavsson, L., Sathre, R.** Effect of thermal mass on life cycle primary energy balances of a concrete- and a wood-frame building. *Appl. Energy*, 2012, 92, p. 462–472.
128. **Dodoo, A., Gustavsson, L., Sathre, R.** Lifecycle carbon implications of conventional and low-energy multi-storey timber building systems. *Energy Build.*, 2014, 82, p. 194–210.
129. **Dreijmanis, P.** Mūsu celtniecības tehnika. *Latvijas Arhitektūra*, 1938, Nr. 2, 181.–183. Ipp.
130. European Union. Energy-Efficient Buildings PPP Multi-Annual Roadmap and Longer-Term Strategy. *Publications Office of the European Union: Luxembourg*, 2010, p. 1–45. ISBN 978-92-79-15228-3.
131. **Fast, P., Gafner, B., Jackson, R.** Eighteen Storey Hybrid Mass Timber Student Residence at the University of British Columbia. *Structural Engineering International*, 2017, 27:1, p. 44–48. DOI: 10.2749/101686617X14676303588553.
132. **Foster, R. M., Ramage, M. H., Reynolds, T.** Rethinking CTBUH height criteria in the context of tall timber. *CTBUH Journal*, 2017(4), p. 28–33.
133. **Ginigaddara, B., Perera, S., Feng, Y.** et al. Typologies of offsite construction. In: Sandanayake, Y. G., Gunatilake, S. and Waidyasekara, A. (eds). *Proceedings of the 8th World Construction Symposium*, Colombo, Sri Lanka, 2019, 8–10 November, p. 567–577. DOI: doi.org/10.31705/WCS.2019.56. Available at: <https://2019.ciobwcs.com/papers>.
134. **Goodier, C., Gibb, A.** Future opportunities for offsite in the UK. *Construction Management and Economics*, 25(1), 2007, p. 585–595.
135. **Gosselin, A., Blanchet, P., Lehoux, N.** et al. Collaboration Enables Innovative Timber Structure Adoption in Construction. *Buildings*, 2018, 8, 183. DOI: 10.3390/buildings8120183.
136. **Gosselin, A., Blanchet, P., Lehoux, N.** et al. Main motivations and barriers for using wood in multistory and non-residential construction projects. *Bioresources*, 2017, 12, p. 546–570.
137. **Grants, E.** Koka ēku ugunsdrošības risinājumi un modelēšana. *LLU Būvniecības studiju programmas zinātniski praktiskā konference*. Jelgava : LLU, 2019, 8.–10. lpp.
138. **Gross, H.** Nordic Glulam Handbook [online]. Stockholm, 2001. [cited 19.09.2019.]. <https://asiakas.kotisivukone.com/files/en.liimapuu.kotisivukone.com/tiedostot/glulamhandbook.pdf>.

139. **Gustavsson, L., Sathre, R.** Variability in energy and carbon dioxide balances of wood and concrete building materials. *Build. Environ.*, 2006, 41, p. 940–951.
140. **Hafner, A., Schäfer, S.** Comparative LCA study of different timber and mineral buildings and calculation method for substitution factors on building level. *J. Clean. Prod.*, 2017, 167, p. 630–642.
141. **Hallock, H., Stern, A.** Is there a best cutting method. *USDA Forest Service research paper*, 1976. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a035615.pdf>.
142. **Hasu, E.** Housing decision-making process explained by third agers, Finland: we didn't want this, but we chose it'. *Hous. Stud.*, 2018, 33, p. 837–854.
143. **Heikkilä, J.** In Search of Urban Log Architecture. *Proceedings of the 8th World Conference on Timber Engineering, WCTE 2004*, June 14–17, Vol. 3, p. 33–38.
144. **Heikkinen, P.** Wood City. Puukortteli Helsingin Jätkäsaaren. A Wooden Block to Jätkäsaari, Helsinki. *Puu*, 2012, no. 4, p. 42–45.
145. **Hemström, K., Mahapatra, K., Gustavsson, L.** Architects' perception of the innovativeness of the Swedish construction industry. *Construction Innovation*, 2017, Vol. 17, No. 2, p. 244–260. <https://doi.org/10.1108/CI-06-2015-0038>.
146. **Hemström, K., Gustavsson, L., Mahapatra, K.** The sociotechnical regime and Swedish contractor perceptions of structural frames. *Constr. Manag. Econ.*, 2017, 35, p. 184–195.
147. **Hemström, K., Mahapatra, K., Gustavsson, L.** Perceptions, attitudes and interest of Swedish architects towards the use of wood frames in multistorey buildings. *Resour. Conserv. Recycl.*, 2011, 55, p. 1013–1021.
148. **Hirata, S., Toyoda, H., Ohta, M.** Reducing eye fatigue through the use of wood. *Journal of Wood Science*, 2017, 63, p. 401–408.
149. **Holšteins, K.** Moderna koka arhitektūra, kas respektē kultūrvēsturisko vidi. *Būvēt*, 2004, 12.–15. lpp. 1407-4559.
150. **Hugh, C. J.** William Eassie: A notable Victorian Contractor. Gloucestershire *Society for Industrial Archaeology Journal*: 2004, p. 53–58.
151. **Hynynen, A.** Future in wood? Timber construction in boosting local development. *Eur. Spat. Resour. Policy*, 2016, 23, p. 127–139.
152. **Høibø, O., Hansen, E., Nybakk, E.** Building material preferences with a focus on wood in urban housing: Durability and environmental impacts. *Can. J. For. Res.*, 2015, 45, p. 1617–1627.
153. **Hurmekoski, E., Jonsson, R., Nord, T.** Context, drivers, and future potential for wood-frame multi-story construction in Europe. *Technol. For. Soc. Chang.*, 2015, 99, p. 181–196.
154. **Hurmekoski, E., Pykäläinen, J., Hetemäki, L.** Long-term targets for green building: Explorative Delphi backcasting study on wood-frame multi-story construction in Finland. *J. Clean. Prod.*, 2018, 172, p. 3644–3654.
155. Iestādes un organizācijas (Rīgas pilsētas Būvnoteikumu 16. panta papildinājumi). *Latvijas Arhitektūra*, 1939, Nr. 3, 103.–106. lpp.

156. International Energy Agency. Transition to Sustainable Buildings: Strategies and Opportunities to 2050; *IEA Publications*: Paris, France, 2013, p. 1–284, ISBN 978-92-64-20241-2.
157. **Jacoby, S.** Type versus Typology Introduction. *The Journal of Architecture*, 2016, 20(6), p. 931–937.
158. **Jankevica, I., Andersons, U.** Firms Lido Krasta ielas komplekss – lielākā guļbūve Eiropā. *Dienas Bizness*, 1999, 28.dec. 10.–11. lpp.
159. **Jeska, S., Pascha, K. S.** *Emergent Timber Technologies : Materials, Structures, Engineering, Projects* (Hascher, R. ed.). Basel: Birkhäuser, 2015. 40 p.
160. **Jiménez, P., Dunkl, A., Eibel, K.** et al. Evaluating psychological aspects of wood and laminate products in indoor settings with pictures. In: *Forest Products Journal*, 2015, 65 (5/6), p. 263–271.
161. **Johansson, H., Meiling, J. H.** Defects in Offsite Construction: Timber Module Prefabrication. *Construction Management and Economics*, 2009, 27(7), p. 667–681.
162. **Jonāne, E.T.** Jāsaglabā Subates koka arhitektūra. *Latgales Laiks*, 2008, Nr. 31, 7. lpp. ISSN 1407-9208.
163. **Jones, D., Sandberg, D.** Wood Modification in Europe: a state-of-the-art about processes, products and applications. *Firenze University Press*, 2020. ISBN: 978-88-6453-970-6.
164. **Kalniņš, J., Krastiņš, J.** Logu ailu formas rīgas koka ēkās. *Arhitektūra un pilsētplānošana*, 2008, Nr. 2, 38.–49. lpp. ISSN 1691-4333.
165. **Kalve, A., Lase, A., Apinis, K.** Guļbūve – no pamatiem līdz jumtam. *Meža Avīze*, 2007, 14. lpp. ISSN 1407-6187.
166. **Kaputa, V.** Architects and wood as construction material. The Important Use of Wood in the Construction. *Industry*, 2014, p. 63–68.
167. **Kaputa, V.** Use of Wood in the Perspective of Upcoming Architects. Investments to Forests and Forest Based Production. *Publisher: WoodEMA*, 2014.
168. **Karlštrēma, I.** Kalnciema kvartāla būvvēsture. *Latvijas Arhitektūra*, 2016/2017, Nr. 128, 48.–49. lpp.
169. **Kazāks, V.** 3. Starptautiskā Zinātniski-praktiskā Konference “Guļbūvju Un Koka Konstruktiju Būvniecība 2005” = 3rd International Conference of Log Home Builders and Wood Construction Specialists 2005. Teorija Un Pieredze Pasaulē. *Rīga: Latvijas Republikas Ekonomikas Ministrija*, 2005, 96 p.
170. **Klein, A., Grabner, M.** Analysis of Construction Timber in Rural Austria: Wooden Log Walls. *International Journal of Architectural Heritage Conservation, Analysis, and Restoration*, 2015, Vol.9, Issue 5, p. 553–563.
171. **Kluinis, A.** Koks kā būvmateriāls augstceltnēm. *Neatkarīgā Rīta Avīze*, Iel. Tautsaimniecība, 2020, Nr.50, 10.–11. lpp. ISSN 1407-3463.
172. **Knox, A., Parry-Husbands, H.** Workplaces=Wellness+Wood=Produktivity A report prepared for Forest & Wood Products Australia. *Pollinate*, February 2018, 16 p.

173. **Kotradyová, V., Kaliňáková, B., Boleš, M.** Wood for health care and therapeutic facilities – second generation of wood properties related to increasing of well-being and public health. *World Conference on Timber Engineering* 2016, Wien.
174. **Krastiņš, J., Vasiljevs, J.** Rīgas izbūve un arhitektūra 19. gs. otrajā pusē un 20. gs. sākumā. Rīga : 1860–1917. Rīga: Zinātne, 1978, 448.–450. lpp.
175. **Kundziņš, P.** Latviešu klēts arhitektūra. *Senatne un Māksla*, 1940, Nr. 2, 45.–75. lpp.
176. **Kundziņš, P.** Ripa kā rotājums latviešu koka celtniecībā. *Senatne un Māksla*, 1937, Nr. 4, 129.–139. lpp.
177. **Kundziņš, P.** Tautas celtniecības rotājumu motīvi mūsu jaunceltnēs. *Latvijas Arhitektūra*, 1938, Nr. 2, 17.–24. lpp.
178. **Kuzman, M., Lahtinen, K., Sandberg, D.** Initiatives Supporting Timber Constructions in Finland, Slovenia and Sweden. *In Proceedings of the IUFRO 2017 Division 5 Conference “Forest Sector Innovations for a Greener Future”, Vancouver, BC, Canada*, 12–16 June 2017.
179. **Kuzman, M. K., Oblak, L., Vratuša, S.** Glued Laminated Timber in Architecture. *Drvna Industrija*, 2010, 61 (3), p. 197–204.
180. **Ķirsons, M.** Miljoni lielizmēra līmēto koka konstrukciju rūpnīcā. *Dienas Bizness*, 2019, Nr. 197, 13. lpp. ISSN 1407-204.
181. **Lakkala, M., Pihlajaniemi, J.** Architectonic Quality of Industrial Log Architecture in the Scope of Tectonics – Learning from Architectural Competitions. *Architecture and Urban Planning*, 2018, 14. 10.2478/aup-2018-0006.
182. **Lathan, B.** The Story of T. D. A and T. R. A. D. A, 1934-74. *The Commonwealth Forestry Review*, 1974, Vol. 53, No. 4 (158), p. 290–296. <https://www.jstor.org/stable/42605497?seq=1>.
183. **Laube, E.** Kādā ceļā iegūstama latviski īpatnēja arhitektūra. *Raksti par arhitektūru*. Linkolna: Vaidava, 1960, 81.–83. lpp.
184. **Lehmann, S.** Sustainable Construction for Urban Infill Development Using Engineered Massive Wood Panel Systems, 2012, *Sustainability* 4(12), p. 2707–2742. DOI: 10.3390/4102707.
185. **Lejnieks, J.** Saruna Koka konstrukcijas. *Latvijas Arhitektūra*, 2005, Nr. 2(58), 38.–40. lpp.
186. **Likert, R.** A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 1932, 140, p. 1–55.
187. **Lukšēvica, D.** Vēsturiskā Koka Apbūve Jēkabpilī. *Brīvā Daugava*, 2005, Nr.79, 5. lpp. ISSN1407-9828.
188. **Lūse, A.** Skola gadsimta garumā. *Latvijas Arhitektūra*, 2008, Nr. 6 (80), 24.–27. lpp.
189. **Mahapatra, K., Gustavsson, L.** General Conditions for Construction of Multistorey Wooden Buildings in Western Europe; *School of Technology and Design, Växjö University: Växjö, Sweden*, 2009, 47 p. ISBN 978-91-76-36694-3.

190. **Manninen, H.** Long-term outlook for engineered wood products in Europa. *EFI Technical Report 91. European Forest Institute*, 2014, 46 p.
191. **Markström, E.** et al. Swedish Architects View of engineered wood products in buildings. *Journal of Cleaner Production*, 2018, Vol. 181, p. 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.216>.
192. **Mednis, M.** Koks ir teicams būvmateriāls : [Par koka izmantošanu atvieglojam būvkonstrukcijām Rīgas raj. Allažu kolhozā], *Lauku Dzīve*, 1978, Nr.6, 14. lpp.
193. **Milner, H. R.** 8 – Sustainability of Engineered Wood Products in Construction. *Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering, Sustainability of Construction Materials*, 2009, p. 184–212. ISBN 9781845693497. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845693497500084>.
194. **Möhler, K., Blumer, H.** Brettschichtträger veränderlicher Höhe. *Bauen mit Holz*. Karlsruhe: Bruderverlag, 1978, S. 406–410.
195. **Mossberg, A., McNamee, R., Nyman, H.** et al. A review of the Swedish fire safety regulation: From the industry's perspective. *Fire and Materials*. 2020, p. 1–7. <https://doi.org/10.1002/fam.2818>.
196. **Norman, G.** Likert Scales, Levels of Measurement and the “Laws” of Statistics. *Advances in Health Science Education*, 2010, Vol. 15 (5), p. 625–632.
197. **Nyrud, A. Q., Bysheim, K., Bringslimark, T.** Health benefits from wood interior in a hospital room. Hrsg. v. *Proceedings of the International Convention of Society of Wood Science and Technology and United Nations Economic Commission for Europe – Timber Committee*. Geneva, 2010.
198. **Nyrud, A. Q., Strobel, K., Bysheim, K.** User perceptions of naturalness and the use of wood in the interior environment. *World Conference on Timber Engineering, Wien*, 2016.
199. **O'Connor, J., Kozak, R., Gaston, C.** et al. Wood use in nonresidential buildings: opportunities and barriers, *Forest products journal*, 2004, 54 (3), p. 19–28.
200. **Östman, B.** Fire performance of wood products and timber structures. *International Wood Products Journal*, 2017, 8, p. 74–79.
201. **Östman, B., Schmid, J., Klippel, M.** et al. Fire Design of CLT in Europe. *Wood and Fiber Science*, 2018, 50. p. 68–82.
202. **Ozarska, B.** A review of the utilisation of hardwoods for LVL. *Wood Science and Technology*, 1999, 33(4), p. 341–351. DOI: 10.1007/s002260050120.
203. **Ozola, L.** Līmētie koksnes būvizstrādājumi. *Latvijas Arhitektūra*, 2016, Nr. 6 (128), 25.–26. lpp.
204. **Ozola, S.** Gulbūve Latvijas pilsētu un lauku reģionālajā ainavā. *5.starptautiskajā zinātniski praktiskajā konf. Māksla un mūzika kultūras diskursā” Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijā*, 2016, 166.–176. lpp. ISSN 2256-022X.
205. **Pēkšēns, K.** Kā varam vēl būvēt? *Ekonomists*, 1920, 12. sēj., Nr. 9., 255.–229. lpp.
206. **Pētersons, R.** Jūgendstils Jūrmalas Koka Arhitektūrā. *Jūrmala*, 1995. 29. aug., 11. lpp.

207. **Plūmiņa, L.** Alfrēda Ašenkampfa projektētās koka ēkas Āgenskalnā. *Mākslas vēsture un teorija : Latvijas Mākslas akadēmijas Mākslas vēstures institūta žurnāls*, 2018, 21, 33.–49. lpp. ISSN 1691-0869.
208. **Ramage, M. H., Burrridge, H., Busse-Wicher, M.** The wood from the trees: The use of timber in construction. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 2017, 68, p. 333–359.
209. **Riala, M., Ilola, L.** Multi-storey timber construction and bioeconomy—barriers and opportunities. *Scand. J. For. Resour.*, 2014, 29, p. 367–377.
210. **Rice, J., Kozak, R. A., Meitner, M. J.** et al. Appearance wood products and psychological well-being. *Wood and Fiber Science*, 2006, 38(4), p. 644–659.
211. Rīgas Pilsētas Arhitekta Birojs. Rīgas Koka Arhitektūra = Riga Wooden Architecture / *Rīgas Pašvaldības Aģentūra Pilsētas Arhitekta Birojs ; Sadarbībā Ar Zaigas Gailes Biroju*. Rīga: Rīgas Pašvaldības Aģentūra Pilsētas Arhitekta Birojs, 2009.
212. **Roga, A.** Koka loma mūsdienu arhitektūrā. *Baltijas Koks*, 2018, 06, 26.–28. lpp. ISSN 1407-6667.
213. **Roos, A., Woxblom, L., McCluskey, D.** Architects', and building engineers', and stakeholders' perceptions to wood in construction: *Results from a qualitative study, Scandinavian Forest Economics: Proceedings of the Biennial Meeting of the Scandinavian Society of Forest Economics*, 2008, 42., p. 188–194.
214. **Roos, A., Woxblom, L., McClusky, D.** The influence of architects and structural engineers on timber in construction—perceptions and roles. *Silva Fenn.*, 2010, 44, p. 871–884.
215. **Rotčenko, E.** Koka arhitektūra birojiem un putniem. *Latvijas Arhitektūra*, 2016/2017, Nr. 128, 56.–59. lpp. ISSN 1407-4923.
216. **Rutmanis, J.** Dziesmu svētku celtnes. *Latvijas Arhitektūra*, 1938, Nr. 1, 4.–16. lpp.
217. **Ruuska, A., Häkkinen, T.** Efficiency in the delivery of multi-story timber buildings. *Energy Procedia*, 2016, 96, p. 190–201.
218. **Ruuska, A., Häkkinen, T.** Material efficiency of building construction. *Buildings*, 2014, 4, p. 266–294.
219. **Sakuragawa, S., Kaneko, T., Miyazaki, Y.** Effects of contact with wood on blood pressure and subjective evaluation. *J Wood Sci*, 2008, 54 (2), p. 107–113.
220. **Schickhofer, G., Ganster, K.** [M]odul und Raster – Das n*[M] der Standardisierung und Vorfertigung. In *Vorfertigen und Modularisieren im Holzbau*, p. 1–40.
221. **Silver, C. P.** Renkioi: a forgotten Crimean War hospital and its significance. *Vesalius*, 2004, 10 (2), p. 55–60.
222. **Slessor, C.** Nøysom Arkitekter: 'sustaining the earth is about respect, reciprocity and using only what you need. *The Architectural Review*, 1993, Vol. 193 (1155), p. 34–37.

223. **Stamp, G.** Architecture: despite its vulnerability to fire, damp and rot, wood is a durable material that, over time, can become almost as hard as steel. From medieval barns to 17th-century log churches, timber structures have survived across Northern Europe over centuries.(ARCHITECTURE: WOODEN BUILDINGS) *Apollo*, April, 2012, Vol. 175 (597), p. 78.
224. **Toppinen, A., Röhr, A., Pätäri, S.** et al. The future of wooden multistory construction in the forest bioeconomy. A delphi study from Finland and Sweden. *J. For. Econ.*, 2018, 3, p. 3–10.
225. **Toppinen, A., Sauru, M., Pätäri, S.** et al. Internal and external factors of competitiveness shaping the future of wooden multistory construction in Finland and Sweden. *Constr. Manag. Econ.*, 2018, p. 1–16.
226. **Vahtikari K., Noponen T., Hughes, M.** The effect of wood anatomy and coatings on the moisture buffering performance of wooden surfaces. *WCTE 2016 World Conference Timber Engineering*, 2016.
227. **Valķere, A.** Koka arhitektūra atdzimst pamazām. *Būvinģenieris*, 2015, Nr.47, 48.–57. lpp. ISSN 1691-9262. (pieejams arī <http://www.abc.lv/raksts/koka-arhitektura-atdzimst-pamazam>).
228. **Vihemäki, H., Ludvig, A., Toivonen, R.** et al. Institutional and policy frameworks shaping the Wooden Multi-Storey Construction markets: A comparative case study on Austria and Finland. *Wood Material Science and Engineering*, 2019, 14 (5), p. 312–324. <https://doi.org/10.1080/17480272.2019.1641741>.
229. **Vihemäki, H., Toppinen, A., Toivonen, R.** Intermediaries to accelerate the diffusion of wooden multi-storey construction in Finland. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 2020, Vol. 36, p. 433–448.
230. **Wagner, E. R., Hansen, E. N.** A method for identifying and assessing key customer group needs. *Industrial Marketing Management*, 2004, Vol 33 (7), p. 643–655.
231. **Wang, L., Toppinen, A., Juslin, H.** Use of wood in green building: A study of expert perspectives from the UK. *J. Clean. Prod.* 2014, 65, p. 350–361.
232. **Wastiels, L., Wouters, I.** Architects' Considerations While Selecting Materials. *Materials&Design*, 2012, 34, p. 584–593.
233. **Wegener, G., Zimmer, B.** Building with Wood is Building for the Future. *Timber Construction Manual*. Basel: Birkhäuser, 2004, p. 47–49.
234. **Winter, K., Rug, W.** Innovationen im Holzbau - Die Zollinger-Bauweise. *Bautechnik*, 1992, v. 69, n. 4, p. 190–197.
235. **Wulf, T.** holz ist schön ... über die ästhetischen aspekte des bauens mit holz .16. *Internationales Holzbau-Forum*, 2010, p. 2–14. https://www.forum-holzbau.com/pdf/ihf10_wulf.pdf.
236. **Xia, B., O'Neill, T., Zuo, J.** et al. Perceived obstacles to multistorey timber-frame construction: *An Australian study. Archit. Sci. Rev*, 2014, 57, p. 169–176.

237. **Zvirbulis, A.** Vienīgā muiža Berga Bazārā. *Latvijas Arhitektūra*, 1998, Nr. 20, 32.–33. lpp.

Nepublicētie darbi, disertācijas un promocijas darbi

238. **Falk, A.** Architectural Aspects of Massive Timber – Structural Form and Systems
Doctoral thesis presented at the Division of Timber Structures. Luleå Technical University, Luleå, Sweden, 2005.
239. **Gabrenas, A.** Wood in contemporary Lithuanian architecture: traditions and novations. Vilnius Gediminas Technical University, 2013.
240. **Grants, E.** Koka ēku ugunsdrošības risinājumi un modelēšana – pirmsskolas izglītības iestādes evakuācija. LLU Vides un būvzinātņu fakultāte, 2019.
241. **Hemström, K.** Perceptions of intensive forestry and multi-storey wood frames among Swedish actors. (Doctoral dissertation). Växjö: Linnaeus University Press, 2015.
242. Kadastra dati par ēkām ar koka konstrukcijām. Valsts zemes dienests, 2016.
243. **Kirkegaard Bejder, A.** Aesthetic Qualities of Cross Laminated Timber. Department of Civil Engineering, The Faculty of Engineering and Science, Aalborg University, Aalborg, Denmark, 2012. e-ISBN: 9788792982230 doi: <https://doi.org/10.13052/rp-9788792982230> December 2012.
244. **Schickhofer, G.** Starrer und nachgiebiger Verbund bei geschichteten, flächenhaften Holzstrukturen [Rigid and Flexible Composite Action of Laminated Timber Structures]. Dissertation, Graz University of Technology, 1994.
245. **Turesson, J.** Diagonal Compression of Cross-Laminated Timber. Luleå University of Technology Department of Engineering Sciences and Mathematics, 2016.

Elektroniskie resursi

246. 2016 Finnish Wood Award goes to Pudasjärvi Log Campus [cited 31.03.2020.]. <https://www.woodproducts.fi/articles/2016-finnish-wood-award-goes-pudasjarvi-log-campus>.
247. 80 Jahre moderner Fertigbau. [cited 31.03.2019.]. <https://www.fertigbau.de/bauweise/geschichte-des-fertigbaus/>.
248. A short history of prefabrication. [cited 11.01.2020.]. <https://www.prefabmuseum.uk/content/history/short-history-prefabrication>.
249. Architects' Council of Europe. Latvian State Forest office. 20 Architectural Projects against Climate Change [cited 10.01.2020.]. https://www.ace-cae.eu/uploads/tx_jidocumentsview/ACE_CHANGEMENTS_CLIMATIQUES_A5_HORIZ_2018_WEB.pdf.
250. AD Editorial Team Wooden buildings, 100 Best Wood Architecture Projects in the US [cited 10.11.2019.]. <https://www.archdaily.com/894707/archdailys-favorite-100-wood-projects-in-the-us>.
251. Adivbois [cited 30.11.2019.]. <https://www.adivbois.org/>.
252. Akadēmiskā terminu datubāze [tiešsaiste]. AkadTerm. [skatīts 13.11.2019.]. <http://termini.lza.lv/term.php?term=normatīvi&lang=LV>.

253. Archive Treasures: Fire in the City. [cited 25.08.2018.]. <https://www.cityoflondon.gov.uk/things-to-do/london-metropolitan-archives/the-collections/Pages/fire-in-the-city.aspx>.
254. Bauen mit Holz [cited 13.05.2019.]. <https://www.mhkbw.nrw/themen/bau/baurecht/bauen-mit-holz>.
255. Building regulations [cited 22.09.2018.]. https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Building_regulations.
256. **Bullivant, I.** Living made easy. Icon. Spring 199. p. 136-144. [cited 18.07.2019.]. <https://online.fliphtml5.com/byhn/kpiy/#p=1>.
257. **Burka, I.** Vai koka ēkas var būt ugunsdrošas un daudzstāvēgas? Izrādās, var! [tiešsaite 13.01.2019.]. <https://www.la.lv/vai-koka-ekas-var-but-ugunsdrosas-un-daudzstavigas-izradas-var>.
258. Centrālā statistikas pārvalde [tiešsaite 10.02.2020.]. <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/buvnieciba-rupnieciba-tirdznieciba/buvnieciba>.
259. CLT – material for the future. [tiešsaite 19.02.2020.]. <https://www.eurobois.net/en/clt-material-future>.
260. CMI. 25. Internationale Holzbau-Forum (IHF) erstmals im Congress Innsbruck [cited 31.03.2019.]. <https://tirol.wirtschaftszeit.at/aus-der-region-detail/article/25-internationale-holzbau-forum-ihf-erstmals-im-congress-innsbruck>.
261. **Cord, D. J.** The Finns revolutionise construction [cited 31.03.2019.]. <https://finland.fi/business-innovation/the-finns-revolutionise-construction/>.
262. COST Action FP1004 Focus Solid Timber Solutions [cited 31.08.2019.]. https://www.holzbauforschung.at/fileadmin/user_upload_hbf/News/2013/COST-Action_FP1004_Graz_2013.pdf.
263. COST Action FP1402 Basis of Structural Timber Design [cited 31.08.2019.]. <https://webarchiv.typo3.tum.de/TUM/costfp1402/home/index.html>.
264. COST Action FP1404 Fire Safe Use of Bio-Based Building Products [cited 31.03.2019.]. <https://costfp1404.ethz.ch/>.
265. COST Action E53 Economic and technical aspects on quality control for wood and wood products [cited 31.03.2019.]. <https://uia.org/s/ca/en/1300046897>.
266. COST E5 Workshop on Fire Safety of Medium-Rise Timber Frame Residential Buildings [cited 31.03.2019.]. <https://www.cost.eu/publications/cost-action-e5-workshop-on-fire-safety-of-medium-rise-timber-frame-residential-buildings/>.
267. COST E55. Modelling of the Performance of Timber Structures COST (European Cooperation in Science and Technology [cited 31.03.2019.]. <http://www.cost-e55.ethz.ch/>.
268. **Cozer, S., Romvos, M.** 10 Logements collectifs, Montreuil [cited 31.03.2019.]. https://issuu.com/graamarchitecture/docs/book_diderot.
269. **Cozer, S., Romvos, M.** 6 Logements collectifs, Montreuil [cited 31.03.2019.]. https://issuu.com/graamarchitecture/docs/book_marceau.

270. **Crook, L.** French public buildings to be built with 50 per cent wood [cited 31.03.2018.]. <https://www.dezeen.com/2020/02/12/france-public-buildings-sustainability-law-50-per-cent-wood/>.
271. **Daniel, D.** Timber Architecture: 10 Benefits of Wood Based Designs [cited 31.03.2018.]. <https://freshome.com/inspiration/timber-architecture-9-benefits-wood-based-designs/>.
272. db.lv. Gaujas Koks vēlas kāpināt ražošanas efektivitāti, pievienojot zāģmateriāliem maksimāli augstu pievienoto vērtību [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://www.db.lv/zinas/gaujas-koks-velas-kapinat-razosanas-efektivitati-pievienojot-zagmaterialiem-maksimali-augstu-pievienoto-vertibu-477528>.
273. Das ist Holz 100 [cited 31.03.2020.]. <https://www.thoma.at/holz100/>.
274. **Demirjian, L.** Mannheim Multihalle [cited 31.03.2018.]. <https://www.architectmagazine.com/project-gallery/mannheim-multihalle-6720>.
275. Den 7. nasjonale konferansen for trearkitektur 2019 [cited 31.08.2019.]. <https://aho.no/no/kalender/den-7-nasjonale-konferansen-trearkitektur-2019>.
276. Diena. Latvijas WoodCon uzsāk koka konstrukciju angāru ražošanu [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://m.diena.lv/raksts/uznemeja-diena/razosana/latvijas-woodcon-uzsak-koka-konstrukciju-angaru-razosanu-13947177>.
277. Dianas bizness. Moduļu māju ražotājs Wigo Group Limbažos ražos CLT paneļus [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://www.db.lv/zinas/modulu-maju-razotajs-wigo-group-limbazos-razos-clt-panelus-487400>.
278. Different Types of Wood & Their Uses. Magazine Pro on Genesis Framework. [cited 31.03.2010.]. <https://builderology.com/category/woodworking/>.
279. **Dimitrova, M.** Tampere is creating innovative, digital and sustainable smart city solutions. Smart Tampere. [cited 31.03.2019.]. <https://www.themayor.eu/sk/tampere-is-creating-innovative-digital-and-sustainable-smart-city-solutions>.
280. Diskusija par koka izmantošanas iespējām sabiedrisko un dzīvojamo ēku būvniecībā – to ekonomiskajiem, arhitektoniskajiem un vides ieguvumiem. [tiešsaiste 10.02.2020.]. http://arhitekts.riga.lv/images/download/diskusijas/2016_viedokli_koks.pdf.
281. ETH Zurih. Human and robot collaboration is evolving timber construction [cited 31.03.2010.]. <https://www.weforum.org/agenda/2018/03/robotic-collaboration-in-timber-construction>.
282. Ēkas datu aktualizācija Kadastra informācijas sistēmā no VZD arhīva dokumentiem [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://www.latvija.lv/lv/PPK/dzives-situacija/apakssituacija/p2078/ProcesaApraksts>.
283. Forum Wood Building Nordic 2020 blir digital for første gang [cited 31.10.2020.]. <http://www.treteknisk.no/aktuelt/forum-wood-building-nordic-2020-blir-digital-for-forste-gang>.
284. First permanent building made of hardwood CLT opens in UK [cited 31.03.2018.]. <https://materialdistrict.com/article/building-hardwood-clt/>.

285. **Franklin, S.** France mandates public buildings be built with at least 50 percent timber [cited 31.03.2019.]. <https://archpaper.com/2020/02/france-public-buildings-timber-mandate/>.
286. From Roman Forts to Modern Modular Housing [cited 31.03.2020.]. <https://www.autodesk.com/redshift/history-of-prefabrication/>.
287. **Furuto, A.** Nordic Wood Festival of Wooden Architecture [cited 12.03.2019.]. <https://www.archdaily.com/340366/nordic-wood-festival-of-wooden-architecture>.
288. **Gabre, A.** Reportāža : Umurgā dzīvo ar Eiropas naudu un pabalstiem [tiešsaiste 19.02.2019.]. <https://nra.lv/latvija/96020-reportaza-umurga-dzivo-ar-eiropas-naudu-un-pabalstiem.htm>.
289. **Gerfen, K.** Murray Grove Wood-Framed High-Rise [cited 31.03.2018.]. https://www.architectmagazine.com/technology/detail/murray-grove-wood-framed-high-rise_o.
290. **Glumane, M.** Brenguļos būvēs trīs skandināvu tipa daudzdzīvokļu mājas [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://www.db.lv/zinas/foto-brengulos-buves-tris-skandinavu-tipa-daudzdzivoklu-majas-489386>.
291. **Grants, E.** Vai Latvijā iespējams realizēt vērienīgus būvniecības projektus ar koka būvēm [tiešsaiste 10.02.2018.]. <https://www.lvm.lv/jaunumi/4876-starptautiska-meza-nozares-konference-klimats-nakotne-mezi-verte-nakotnes-izaicinajumus>.
292. **Haka, Ž.** Gaujas Kokam rekordliels apgrozījums [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://www.db.lv/zinas/gaujas-kokam-rekordliels-apgrozijums-491910>.
293. **Halverson, M.** Exposed glulam framework offers quiet complement to Jackson Hole airport's mountain backdrop [online]. Building Design & Construction, Wood. 2015., [cited 15.09.2019.]. <https://www.bdcnetwork.com/blog/exposed-glulam-framework-offers-quiet-complement-jackson-hole-airports-mountain-backdrop>.
294. **Halverson, M.** Glulam provides aesthetic, structural, and safety solution for Appleton Mills project [online]. Building Materials, 2015. [cited 15.09.2019.]. <https://www.bdcnetwork.com/blog/glulam-provides-aesthetic-structural-and-safety-solution-appleton-mills-project>.
295. **Harris, R., Roynon, R.** The Savill Garden Gridshell Design and Construction [cited 31.03.2018.]. http://support.sbcindustry.com/Archive/2008/june/Paper_297.pdf.
296. **Himelfarb, E.** The Smile by Alison Brooks Architects Gives CLT a Boost [cited 31.03.2019.]. https://www.architectmagazine.com/technology/the-smile-by-alison-brooks-architects-gives-clt-a-boost_o.
297. **Hirai, H.** Nine Bridges Country Club / Shigeru Ban Architects [cited 31.03.2019.]. <https://www.archdaily.com/490241/nine-bridges-country-club-shigeru-ban-architects>.
298. Holz Pro Klima. [cited 31.03.2018.]. <https://www.ag-rohholz.de/themen/holz-und-klima>.
299. Inclusive and competent Finland [cited 31.03.2019.]. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161845>.
300. Inovācijas koka tiltos un konstrukcijās [tiešsaiste 10.09.2019.]. <http://www.iktk.lv/>.

301. **Jeffree, M.** Wood building the bioeconomy [cited 31.03.2018.]. <https://www.cei-bois.org/press-publications/publications/>.
302. **Johnson, B.** The Great Fire of London [cited 31.03.2019.]. <https://www.historic-uk.com/HistoryUK/HistoryofEngland/The-Great-Fire-of-London/>.
303. Jūrēs Glulam [online]. Jūrēs Medis [cited 09.09.2019.]. <https://www.juresmedis.lt/en/top-menu/about-us/company.html>.
304. Kadastra informācija par nekustamo īpašumu (piederība un sastāvs) [tiešsaiste 10.02.2018.]. <https://www.vzd.gov.lv/lv/pakalpojumi/izzinas/info-no-kadastra/kadastra-info-par-NI-piederibu-un-sastavu/>.
305. Kaiser Haus. Die Geschichte des Fertigbau [cited 31.03.2019.]. <https://kaiserhaus.de/geschichte-fertigbau/>.
306. **Kasparāns, Ģ.** Putuplasta kažociņš ap māju: Siltāk, bet vai drošāk? [tiešsaiste 10.02.2018.]. <https://www.la.lv/putuplasta-kazocins-ap-maju-siltak-vai-drosak>.
307. **Kavanaugh, C.** Using plastic to save trees [cited 31.03.2019.]. <https://www.plasticsnews.com/article/20160108/NEWS/160109872/using-plastic-to-save-trees>.
308. **Kārkla, Z.** Nordic Homes – Latvijas ražotājs ar starptautisku skanējumu [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://nra.lv/latvija/regionos/299436-nordic-homes-latvijas-razotajs-ar-starptautisku-skanejumu.htm>.
309. Kestävä Tampere 2030 -ohjelma [cited 31.03.2018.]. <https://www.tampere.fi/smart-tampere/kestava-tampere-2030-ohjelma/puurakentamisenohjelma.html>.
310. **Knusle-Jankevica, I.** Pirmā māja no Jelgavā ražotajiem paneļiem tiks uzbūvēta Latvijā [tiešsaiste 10.02.2019.]. <http://news.lv/Jelgavas-Vestnesis/2015/04/02/pirma-maja-no-jelgava-razotajiem-paneliem-tiks-uzbuveta-latvija>.
311. Koottavat puutalot. [cited 31.03.2019.]. <https://digi.kansalliskirjasto.fi/pienpainate/binding/341793?page=20>.
312. **Krūmiņa, I.** Koka cilvēciņi Rīga ielās [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://zalasmajas.lv/2008/10/20/koka-cilvecini-rigas-centra-aicina-samazinat-pasaules-klimata-izmainas/>.
313. **Krūmiņa, I.** Noskaidroti balvu pretendenti konkursā Latvijas koka arhitektūras Gada balva 2006 – 2007 [tiešsaiste 10.02.2018.]. https://abc.lv/raksts/koka_maja_konkursanti.
314. **Ķirsons, M.** Meklē trīs miljonus Dendrolight restartam. [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://www.db.lv/zinas/bernu-smaidus-iemuzina-jau-14-gadus-494783>.
315. **Ķirsons, M.** Pasūtījumu trūkums bremzē koka izmantošanu būvniecībā. [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://www.db.lv/zinas/meza-nozare-pasutijumu-trukums-bremze-koka-izmantosanu-buvnieciba-448046>.
316. **Ķirsons, M.** Publiskās koka ēkas būvēs vairāk. [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://www.db.lv/zinas/baltijas-jumis-latvija-patlaban-nav-pieprasijuma-pec-koka-majam-492460>Latvian wooden houses.
317. Latvian wooden houses. [cited 31.03.2018.]. <http://petijumi.mk.gov.lv/sites/default/files/file/48%20-%20Latvian%20wooden%20houses.pdf>.

318. Latvijas arhitektūras gada balva [tiešsaite]. Latviešu Arhitektu savienība [tiešsaite 10.02.2019.]. <https://www.latarh.lv/gada-balva/par-konkursu/>.
319. Latvijas koka arhitektūras Gada balvas 2006-2007 ieguvējs [tiešsaite]. zalasmaja.lv. [citēts 15.10.2019.]. <https://zalasmajas.lv/2008/05/09/latvijas-koka-arhitekturas-gada-balvas-2006-2007-ieguvejs/>.
320. Leta. Jaundibinātā biedrība “Zaļās mājas” veicinās zaļās būvniecības attīstību [tiešsaite 10.02.2019.]. <https://abc.lv/raksts/F82BBCC9-7C06-4EAD-B40F-13E03DB53381>.
321. Leta. Koksnes konstrukciju ražotājs “Freimans Timber Constructions” plāno modernizēties par 477 000 eiro [tiešsaite 10.02.2018.]. <https://www.la.lv/koksnes-izstradajumu-razotajs-freimans-timber-constructions-plano-modernizeties-par-477-000-eiro>.
322. Leta. Masīvkoka paneļu ražotājs “Cross Timber Systems” pērn krietni audzējis apgrozījumu [tiešsaite 10.02.2019.]. <https://laukos.la.lv/masivkoka-panelu-razotajs-cross-timber-systems-pern-krietni-audzojis-apgrozijumu>.
323. Let's meet at Forum Wood Building Nordic. [cited 31.03.2018.]. <https://www.arkemi.se/arkademi/let-s-meet-at-forum-wood-building-nordic>.
324. **Loffer, L.** The Advantages of Wood as a Building Material [cited 01.12.2019.]. <https://www.wagnermeters.com/moisture-meters/wood-info/advantages-wood-building/>.
325. **Malo, J.** How cross-laminated timber could change how Australian homes are built. [cited 31.03.2019.]. <https://www.domain.com.au/news/how-cross-laminated-timber-could-change-how-australian-homes-are-built-843485/>.
326. Mannheim Multihalle [cited 31.03.2019.]. <http://shells.princeton.edu/Mann1.html>.
327. **Marsh, J.** Spreading like wildfire : why wooden skyscrapers are springing up across the world [cited 31.03.2018.]. <https://edition.cnn.com/style/article/wooden-skyscrapers-timber-trend-catching-fire/index.htm>.
328. **Matel, J.** Mass Timber road show [cited 31.03.2018.]. <http://johnsonmatel.com/blog/7/2019/10/22/mass-timber-road-show/>.
329. Material is expensive, Geometry is cheap. Digital Timber Construction group [cited 31.03.2018.]. <https://robeller.net/>.
330. **Miceli, M.** Metropol Parasol finalist at the 2013 Mies van der Rohe Awards [cited 31.03.2019.]. <https://www.arup.com/news-and-events/metropol-parasol-finalist-at-the-2013-mies-van-der-rohe-awards>.
331. McCurdy & Co. Craftsmen and Consultants. Specialists in the Repair and Conservation of Historic Timber Framed Buildings [cited 31.03.2019.]. <http://mccurdyco.com/>.
332. MDH Arkitektur. *En studentby for framtiden* [cited 31.03.2018.]. <https://www.arkitektur.no/moholt-5050>.
333. **Mičāne, I.** Rīgā spriedīs par koka apbūves eksporta iespējām [tiešsaite 10.02.2019.]. <https://www.la.lv/riga-spriedis-par-koka-apbuves-eksporta-iespejam>.

334. **Mīkelsone, M.** Eksperimenta rezultāti pierāda koka būvmateriālu augsto ugunsizturību [tiešsaiste 10.02.2018.]. www.reitingi.lv/lv/news/komerczinas/116658-eksperimenta-rezultati-pierada-koka-buvmaterialu-augsto-ugunsizturibu.html.
335. **Miles, D.** Offsite construction: advantages in costs and efficiency [cited 31.03.2019.]. <https://www.atamate.com/atamate-blog/offsite-construction-advantages-in-costs-and-efficiency>.
336. **Miranda, C. A.** Aspen Art Museum, Designed by Shigeru Ban Architects [cited 31.03.2019.]. https://www.architectmagazine.com/design/aspen-art-museum-designed-by-shigeru-ban-architects_o.
337. Museum Fondation Lois Vuitton [cited 11.07.2020.]. <https://www.hess-timber.com/referenzen/detail/museum-fondation-louis-vuitton/>.
338. National Register of Historic Places Continuation Sheet Evans-Waters Cottage, Sussex County, NJ [cited 11.03.2020.]. <http://www.nps.gov/nr/feature/places/pdfs/16000777.pdf>.
339. New Building : embodied carbon [cited 31.03.2018.]. <https://architecture2030.org/new-buildings-embodied/>.
340. Nordic Wooden cities [cited 31.03.2019.]. <http://www.nordicwoodencities.com/>.
341. Normandies svenskhus 60 år. [cited 31.03.2018.]. <https://www.gp.se/livsstil/bostad/normandies-svenskhus-60-år-1.977744>.
342. **Östman, B.** Swedish wood technology research 75 years old [cited 31.03.2019.]. <https://www.swedishwood.com/publications/wood-magazine/2019-2/birgit-ostman/>.
343. **Petrāne, L.** Kā top? Nordic Homes koka karkasa privātmājas [tiešsaiste 10.02.2018.]. <https://www.db.lv/zinas/ka-top-nordic-homes-koka-karkasa-privatmajas-462393>.
344. Pietiek. Daudzsološais Dendrolight aizgājis maksātnespējas cēlu [tiešsaiste 10.02.2019.]. https://www.pietiek.com/raksti/daudzsolosais_dendrolight_aizgajis_maksatnespejas_ce_lu_ar_10_miljoniem_hipoteku_bankas_naudas.
345. **Princis, G.** Vai Latvijas Laikmetīgās mākslas muzejs būtu jābūvē no koka? [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://zalasmas.lv/2016/03/09/vai-latvijas-laikmetigas-makslas-muzejs-butu-jabuve-no-koka/>.
346. Puitarhitektuuri konverents “Puit – homse elukeskkonna vōti” (Wood Architecture Conference “Wood - the key to tomorrow’s living environment”) [online]. Puitarhitektuuri konverents [cited 15.09.2018.]. <https://puidukonverents.ee/>.
347. **Puķe, Z.** “Super Bebris” atgūst darba sparū. [tiešsaite]. Nra.lv, 2017, 27. sept. [skatīts 15.10.2018.]. <https://nra.lv/latvija/regionos/223712-super-bebris-atgust-darba-sparu.htm>.
348. **Rodriguez, J.** What Are Glulam Timbers and How They Are Used? [online]. The Balance Small Business [cited 15.07.2018.]. <https://www.thebalancesmb.com/what-is-glulam-applications-and-advantages-of-glulam-845106>.
349. **Salandro, V.** Think Wood Mobile Tour Launches in D.C. [cited 31.09.2019.]. https://www.prosalesmagazine.com/news/think-wood-mobile-tour-launches-in-d-c_o.

350. **Schauerte, T.** Wooden house construction in Scandinavia – a model for Europe. [cited 31.03.2019.]. file:///C:/Users/antra.viluma/OneDrive%20-%20Skonto%20Group/Desktop/Koks2/0_prom_materiāli/REF/ihf10_schauerte.pdf.
351. **Schmidt, J., Klippel, M., Just, A., Frangi, A., Tiso, M.** Simulation of the Fire Resistance of Cross-laminated Timber (CLT) [cited 31.03.2018.]. <https://rdcu.be/RxLQ>.
352. **Schuler, A. T.** Dalston Works, the Largest CLT Building in the World [cited 31.03.2019.]. https://www.architectmagazine.com/technology/detail/dalston-works-the-largest-clt-building-in-the-world_o.
353. **Schuler, A. T.** Pudasjärvi School's Graceful Curved Columns [cited 11.09.2019.]. https://www.architectmagazine.com/technology/architectural-detail/pudasjarvi-schools-graceful-curved-columns_o.
354. **Scott, J.** The Manning Portable Colonial Cottage (1833) [cited 31.03.2019.]. <http://quonset-hut.blogspot.com/2012/12/the-manning-portable-colonial-cottage.html>.
355. **Sepp, P.** The Puuinfo project introduces the benefits of wood as a sustainable material [cited 31.03.2018.]. https://www.kik.ee/en/success-story/puuinfo-project-introduces-benefits-wood-sustainable-material_puuinfo.ee/.
356. Siguldas identitāti veidojošais tematiskais plānojums [tiešsaiste 10.02.2019.]. https://www.sigulda.lv/public/lat/sabiedriba/siguldiesi_plano/.
357. **Singhal, S.** Moholt 50|50 – Timber Towers in Trondheim, Norway by MDH Arkitekter [cited 31.03.2018.]. <https://www10.aecafe.com/blogs/arch-showcase/2017/02/16/moholt-5050-timber-towers-in-trondheim-norway-by-mdh-arkitekter/>.
358. **Skreija, D., Lazdiņa, I.** Inovācijas koka māju būvei [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://www.la.lv/inovācijas-koka-maju-buvei>.
359. **Sprūde, V.** Latvijas lauku “līvānizācija”. Lūdzu, “kastīte”, ko pat dzēst nav vērts [tiešsaiste 10.02.2018.]. <https://www.la.lv/latvijas-lauku-livanizacija>.
360. **Spulle, U.** Kā un kāpēc Latvija ir atteikusies no koka daudzstāvu apbūves [tiešsaiste 10.02.2018.]. <https://dokumen.tips/documents/ka-un-kapec-latvija-ir-atteikusies-no-koka-daudzstavu-apbuves.html>.
361. Sustainability Campaign calls for Wood First rule for all public buildings [cited 31.03.2019.]. <https://www.bsw.co.uk/news/articles/157/sustainability-campaign-calls-for-wood-first-rule-for-all-public-buildings>.
362. Sweden's goal – becoming the world's first fossil-free welfare state [cited 31.03.2018.]. <https://sustainabledevelopment.un.org/partnership/?p=33918>.
363. **Štāle, I.** Koka māju ražotājiem vairāk jāstrādā eksportam [tiešsaiste 10.07.2019.]. <https://www.diena.lv/raksts/sodien-laikraksta/koka-maju-razotajiem-vairak-jastrada-eksportam-14139487>.
364. Teritorijas vēsturiskā, arhitektoniski mākslinieciskā un tehniskā izpēte, fotofiksācijas, uzmērījuma rasējumi un ainavu analīze [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://kuldiga.lv/kuldiga/kuldigas-vecpilseta/normativi-izpetes-datu-bazes/izpetes#arhitektoniski-makslinieciska-izpete>.

365. Terminu un svešvārdu skaidrojošā vārdnīca [tiešsaite]. Tilde. [citēts 15.10.2019.]. <https://www.letonika.lv/>.
366. The Bajan Chattel House. [cited 31.09.2019.]. <https://www.myguidebarbados.com/travel-articles/the-bajan-chattel-house>.
367. The BM TRADA Story [cited 31.03.2018.]. <https://www.bmtrada.com/about-bm-trada>.
368. The Greenest City in Europe to make 50 % af buildings wood-based [cited 31.03.2018.]. <https://www.nordiccitiesolutions.com/cases-item/the-greenest-city-in-europe-to-make-50-af-buildings-wood-based/>.
369. The History of Log Homes. The Log Blog by Appalachian Log Structures [cited 31.07.2019.]. <https://www.applog.com/blog-0/the-history-of-log-homes>.
370. Think Wood [cited 31.03.2017.]. <https://softwoodlumberboard.org/funded-programs/think-wood/>.
371. Timbeco. Forum Wood Building Baltic [cited 31.03.2018.]. <https://timbeco.ee/en/forum-wood-building-baltic/>.
372. Timber comes first in Hackney [cited 31.03.2019.]. <https://www.ribaj.com/intelligence/innovation-timber>.
373. Timber Construction Europe [cited 31.03.2018.]. <https://www.timber-construction.eu/>.
374. Timber neighborhoods on the rise [cited 31.03.2019.]. <https://newnordictimber.com/articles/timber-neighborhoods-on-the-rise>.
375. **Tonkin, J.** Onsite or Offsite? [cited 31.03.2018.]. <https://www.linkedin.com/pulse/future-construction-onsite-offsite-jayne-cunningham>.
376. Topošajā Koka arhitektūras centrā aktīvi noris ēkas renovācijas darbi [tiešsaiste]. Dienas Bizness [skatīts 10.12.2019.]. <http://www.db.lv/ipasums/bitoposaja-koka-arhitekturas-centra-aktivi-noris-ekas-renovacijas-darbi-434265>.
377. Tovering Timber [cited 31.03.2018.]. <http://www.klhuk.com/media/4532/murrayarchitectsjournal.pdf>.
378. Treet [online 01.10.2019.]. <http://treetsameie.no/>.
379. **Tucker, W.** History of Pre-fab Housing [cited 31.03.2020.]. <https://quonset-hut.blogspot.com/p/pre-fabricated-housing.html>.
380. Tvnet. Latvieši iziet pasaulē: Skandināvijā iecienītas latviešu celtas koka konstrukciju mājas [tiešsaiste 10.12.2019.]. <https://www.tvnet.lv/6934694/latviesi-iziet-pasaule-skandinavija-iecienitas-latviesu-celtas-koka-konstrukciju-majas>.
381. University of Cambridge. Timber skyscrapers: high-tech ‘tree’ houses could be the sustainable buildings of the future [cited 31.03.2018.]. <https://www.weforum.org/agenda/2019/07/sowing-seeds-for-timber-skyscrapers-can-rewind-the-carbon-footprint-of-the-concrete-industry>.
382. UPB. Atklāts jaunais Latvijas finieris impregnēšanas cehs [tiešsaiste 10.02.2018.]. <https://www.upbnams.lv/jaunumi-1/atklats-jaunais-latvijas-finieris-impregnesanas-cehs>.
383. **Urpena, E.** Apstiprināti visi Latvijas būvnormatīvi [tiešsaiste 10.02.2020.]. <https://www.em.gov.lv/lv/jaunumi/5855-apstiprinati-visi-latvijas-buvnormativi>.

384. **Urpena, E.** Būvniecības nedēļa – nozīmīgs diskusiju forums nozares tālākās izaugsmes sekmēšanai [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://lvportals.lv/dienaskartiba/286889-buvniecibas-nedela-nozimigs-diskusiju-forums-nozares-talakas-izaugsmes-sekmesanai-2017>.
385. **Urpena, E.** Koka ēku būvniecībā Latvijā ir liels potenciāls [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://www.em.gov.lv/lv/jaunumi/18011-koka-eku-buvnieciba-latvija-ir-liels-potenciali>.
386. **Urpena, E.** Turpmāk koksnes būvizstrādājumus varēs plašāk izmantot jaunu ēku būvniecībā [tiešsaiste 10.02.2019.]. <https://lvportals.lv/dienaskartiba/286502-turpmak-koksnes-buvizstradajumus-vares-plasak-izmantot-jaunu-eku-buvnieciba-2017>.
387. Use of wood increases in constructions and helps to save the planet [cited 31.03.2018.]. <https://www.teakrc.com/use-of-wood-increases-in-constructions-and-helps-to-save-the-planet/>.
388. **Valdmanis, G.** Pa skuju taku aiziet Latvijas Nokia – izsola “Dendrolight” mantu [tiešsaiste 10.02.2018.]. <https://www.lsm.lv/raksts/zinas/ekonomika/pa-skuju-taku-aiziet-latvijas-nokia--izsola-dendrolight-mantu.a94593/>.
389. **Velkēre, A.** Koka kopnes jumta konstrukcijām – produkts ar potenciālu [tiešsaiste 10.02.2018.]. http://buvinzenierusavieniba.lv/index.php?option=com_content&view=article&id=111674:%C5%BDurn%C4%81la-B%C5%ABvin%C5%BEenieris-oktobra-numur%C4%81-Koka-kopnes-jumta-konstrukcij%C4%81m-%E2%80%93-produkts-ar-potenci%C4%81lu&catid=45:aktualitates&Itemid=51.
390. **Venables, D.** Why tulipwood CLT? American Hardwood Export Council [cited 31.03.2019.]. <https://www.americanhardwood.org/en/latest/blog/why-tulipwood-clt>.
391. **Watson, M. R., Potter, R. B.** Low-cost Housing in Barbados: Evolution Or Social Revolution? [cited 31.08.2019.]. https://books.google.lv/books?id=k2kiaI1lDu8C&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
392. What is Carbon neutrality and how can it be achieved by 2050? Society [cited 31.08.2019.]. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190926STO62270/what-is-carbon-neutrality-and-how-can-it-be-achieved-by-2050>.
393. **Wilson, P.** The skyscrapers of the future will be made of wood [cited 31.03.2018.]. <http://theconversation.com/the-skyscrapers-of-the-future-will-be-made-of-wood-42132>.
394. Wood Architecture [cited 31.03.2020.]. <https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Wood+Architecture>.
395. Wood Works. Wood Products Council [cited 31.03.2019.]. <https://www.woodworks.org/about-woodworks/mission/>.
396. woodarchitecture.fi [cited 31.03.2019.]. <https://woodarchitecture.fi/about-us>.
397. Wooden Architecture: History and Future in the Nordic-Baltic Region [cited 31.03.2019.]. <https://www.norden.lv/en/news/wooden-architecture-history-and-future-in-the-nordic-baltic-region/>.

398. WoodRise : la construction bois à l'honneur au Québec et à Bordeaux [cited 31.03.2018.]. <https://www.nouvelle-aquitaine.fr/agenda-region/woodrise-construction-bois-honneur-au-quebec-bordeaux.html#gref>.
399. Zirgu arēna Viļņā [tiešsaiste 10.02.2018.]. <https://freimans.com/lv/musu-projekti/zirgu-arena-vilna/>.

Tiesību akti, normatīvi un citi dokumenti

400. 2050 long-term strategy. European Commission, Energy, Climate change, EnvironmentClimate ActionEU ActionClimate strategies & targets Climate Action. [online] https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en.
401. Eiropas Parlamenta un Padomes Regula Nr. 305/2011.
402. EN 1995:2005 (Eurocode 5). Design of timber structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings; Part 1-2: General – Structural fire design. CEN, Brussels. <http://www.phd.eng.br/wpcontent/uploads/2015/12/en.1995.1.1.2004.pdf>.
403. Latvijas būvnormatīvs LBN 201-15 “Būvju ugunsdrošība”. <https://bis.gov.lv/bisp/noderigi/normativie-akti/buvniecibas-joma/buvnormativi>.
404. Latvijas būvnormatīvs LBN 206-14 “Koka būvkonstrukciju projektēšana”. <https://bis.gov.lv/bisp/noderigi/normativie-akti/buvniecibas-joma/buvnormativi>.
405. Latvijas būvnormatīvs LBN 208-15 “Publiskas būves”. <https://bis.gov.lv/bisp/noderigi/normativie-akti/buvniecibas-joma/buvnormativi>.
406. Latvijas būvnormatīvs LBN 211-15 “Dzīvojamās ēkas”. <https://bis.gov.lv/bisp/noderigi/normativie-akti/buvniecibas-joma/buvnormativi>.
407. Parīzes nolīgums – ANO Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām. EUR-Lex ir ES tiesību elektroniska datubāze [tiešsaiste 18.05.2019.]. <https://eur-lex.europa.eu/content/paris-agreement/paris-agreement.html?locale=lv>.
408. Standarts EN 14080:2005. Timber structures – Glued laminated timber – Requirements. CEN, Brussels.
409. Standarts EN 15497:2014 Masīvkoksnes konstrukciju kokmateriāli ar ķīļtapu savienojumiem. Veiktspējas prasības un minimālās prasības ražošanai / Structural finger jointed solid timber. Performance requirements and minimum production requirements).
410. Standarts LVS EN 14081-1 +A1:2011 Koka konstrukcijas. Pēc stiprības šķīroti konstrukciju kokmateriāli ar taisnstūra šķērsriezumu. 1. daļa: Vispārīgās prasības.
411. Standarts LVS EN 14279+A1:2009. Garenšķiedru finieru plātnes (LVL). Definīcijas, klasifikācija un specifikācijas/ Laminated Veneer Lumber (LVL) – Definitions, classification and specifications.
412. Standarts LVS EN 16351:2016. Koka konstrukcijas. Krusteniski līmēti kokmateriāli. Prasības/ Timber structures- Cross laminated timber – Requirement.
413. Standarts LVS EN 14250:2010 Koka konstrukcijas. Prasības rūpnieciski ražotām kopnēm ar perforētu metāla plākšņu savienotājiem.
414. The Paris Agreement. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.