



VIDZEMES TEHNOLOĢIJU UN DIZAINA TEHNIKUMS

KOKMATERIĀLU VEIDI, TO AIZSARDZĪBAS METODEDES UN LĪDZEKĻI

Pagaidu koka konstrukciju izgatavošana

**Autors:
Andrejs Kokle**

Priekuļi/Cēsis
2021

Anotācija

Šis materiāls ir paredzēts moduļa “Pagaidu koka konstrukciju izgatavošana” tēmu “Kokmateriālu veidi” un “Kokmateriālu aizsardzības metodes un aizsardzības līdzekļi” apguvei. Par pamatu minēto tēmu izklāstam ņemta A. Domkina grāmata “Koks tavās mājās” (2017), kas pārveidota stāstāmā tekstā un attēlu prezentācijā. Izglītojamie tiek iepazīstināti ar koksnes īpašībām, materiālu veidiem un tās aizsardzības nepieciešamību. Tā kā materiāls tapa attālināto mācību laikā, tad uzdevumi izglītojamiem pielāgoti izmantošanai Interneta vidē. Apskatītajās tēmās topošie namdari mācās koksnes uzbūvi, kā arī tās aizsardzību, kas tiks paplašināti apgūta nākamajos moduļos. Līdz šim elektronisko testu ar 10 jautājumiem 50 minūtēs, izmantojot PDF materiālus, kārtoja seši apdares darbu tehniķi, un rezultāti iekļāvās 44 līdz 82% robežās.

Nodarbības tēma: Kokmateriālu veidi

Stundu skaits: 4 teorijas, 6 prakses

Mērķis: Iemācīties atšķirt un izvēlēties atbilstošus kokmateriālu veidus pagaidu koka konstrukciju darbiem

Uzdevumi:

1. Atrast galvenos faktus par trim koksnes īpašībām: svaru, blīvumu un cietību. Informācijai vajadzētu sniegt atbildes uz sekojošiem jautājumiem:
 - a. No kā ir atkarīgs koksnes svars?
 - b. Kādi ir divi atšķirīgi blīvuma jēdzieni un vērtības?
 - c. No kā ir atkarīgs koksnes blīvums?
 - d. Ko raksturo koksnes cietība?
 - e. Salīdzināt šajos parametros galvenās koku sugas: priedi, egli, bērzu, osi un ozolu.
2. Atrast mācību tekstā vai prezentācijas slaidā nodaļā 2.1. visas 8 kokmateriālu priekšrocības. Izvēlēties vismaz četras, kurām sameklēt lietošanas piemērus. Piemēros var iekļaut foto, attēlu vai zīmējumu, kurš ir paskaidrots ar tekstu. Ja tiek izmantots gatavs priekšrocības apraksts, tad jānorāda tā izcelsmes avots.
3. Atrast mācību tekstā vai prezentācijas slaidā nodaļā 2.3. skujkoku zāģmateriālu iedalījumu. Tīklā sameklēt katram zāģmateriālu veidam reālu pārdošanas piemēru. Piemēros jāiekļauj fotoattēls ar konkrēto zāģmateriāla veidu. Papildus informācijai kā minimums jāpievieno vismaz skujkoku zāģmateriāla nosaukums. Ja izdodas atrast fotoattēlu ar klāt pievienotiem zāģmateriālu izmēriem, kvalitāti, lietošanas veidu u.t.t., tad jānorāda šīs informācijas avots.
4. Prezentācijas slaidā “Koksnes materiāli būvkonstrukcijām” izvēlēties vienu līmētās koksnes materiālu un tīklā sameklēt tam reālu pārdošanas piemēru. Noformētā dokumentā jāiekļauj fotoattēls ar konkrēto materiāla veidu. Papildus informācijā jāiekļauj materiāla nosaukums, izmēri un cena, kā arī norāde uz informācijas avotu.

Nozīmīgākie jēdzieni: resurss, kompozītmateriāls, anizotrops materiāls, koksnes stiprība, līdzsvara mitrums, rukums un briešana, zarainums, trupe, līmēta koksne, OSB, saplāksnis, CLT panelis

Sasniedzamais rezultāts:

1. **Spēj:** noteikt kokmateriālu veidus pagaidu koka konstrukciju darbiem
2. **Zina:** koka un koksnes materiālu uzbūvi
3. **Izprot:** kokmateriālu atbilstību un lietojumu pagaidu koka konstrukciju darbiem

1. KOKS UN TĀ ĪPAŠĪBAS

Ievads

Mani fascinē iespēja koku apstrādāt ar instrumentiem, labot neizdevušās vietas un beigās ar apdares līdzekļiem piešķirt tam noturīgu un glītu izskatu.

✓ Koks ir pārsteidzoša šķiedrviela un brīnumains resurss.

Jau tūkstošiem gadu kokam ir ievērojama loma dažādu civilizāciju attīstībā. Visos laikos koki cilvēkiem piedāvājuši koksni, lai viņi kurinātu uguni. Šis no koksnes iegūtais siltums ļāvis mūsu senčiem dzīvi sakārtot atbilstoši savām vajadzībām. Pateicoties tam, varēja dzīvot vietās ar samērā aukstu klimatu.

Sadedzināt koku ir pēdējais, ko darīt. Kā zināms, šajā fāzē koksne saistītais oglekļa dioksīds CO₂ atgriežas atmosfērā. Bet, kas kokā tomēr ir tik brīnumains?

✓ Koks daudzējādā ziņā ir labāks materiāls nekā citi dabas resursi.

Ir daudz dažādu sugu koku, koki ir atšķirīgi pēc lieluma un veidola, koks var apmierināt gandrīz vai jebkura pasūtītāja prasības. Ņemot vērā tā svaru, koks ir ļoti stiprs — laika gaitā pierādīts, ka tas ir lielisks konstrukciju materiāls. Sauss koks labi izolē telpas pret karstumu, aukstumu, troksni un elektrību. To viegli apstrādāt ar darba rīkiem, vienkārši savienot ar līmju, naglu un skrūvju palīdzību. Koks ir izturīgs pret oksidāciju, skābi, sālsūdeni u. c. reaģentiem, kas var bojāt cita veida materiālus. Koku var apstrādāt ar vielām, kas to pasargā pret uguni. Jā, koks reizēm var sākt trupēt, bet to lielākoties var viegli novērst ar konservantu palīdzību. Kokam ir gadskārtas un krāsa, kas to padara estētiski patīkamu; ar vaska, krāsu, laku un līdžīgu vielu palīdzību koka izskatu var vēl vairāk uzlabot. Bojātu koku ir viegli salabot, koka konstrukcijas var viegli pārkārtot un mainīt, to var savienot gandrīz vai ar jebkuru citu materiālu. Arī lietotam kokam ir augsta vērtība. *Restaurācija un senie kokmateriāli.* Daudzās valstīs ģimenes māju būvēšanai galvenokārt izmanto tieši kokmateriālu.

✓ Atšķirībā no citiem materiāliem koksne nepārtraukti atjaunojas.

Koki augšanai izmanto dabas resursus. Kokā ir tikai un vienīgi dabas vielas, kas nākušas no augsnes un gaisa, un tieši tas ir koksnes atjaunošanās noslēpums.

✓ Koks — tā ir dzīvība, tas ir resurss, kas jāsauglabā un jāattīsta.

Grūti iedomāties pat vienu dienu bez koka. Katru dienu to varam izmantot vairāk nekā 5 tūkstošu veidos. Koka sastāvā 50 procenti ir celuloze; to izmanto, lai ražotu papīru, mākslīgo zīdu, acetātu, celofānu un sprāgstvielas. Savukārt lignīns, kas veido no 18 līdz 35 procentiem koka satura, ir vēl daudzsološāks. Mūsdienās pat mazākos koka gabaliņus var savienot ar līmēm, lai ražotu lieliskus produktus. Pārstrādē izmanto visu, sākot ar mizu un beidzot ar koka serdi. Mizu lieto kā kurināmo un augsnes mulču, no tās ražo ķīmikālijas, sveķus, vaskus, vitamīnus, līmes, plastmasas pildvielas un lakas. Koka miltus un sveķus ar celulozes pildvielu izmanto trauku, elektrokontakta sastāvdaļu, rotaļlietu, katlu un pannu rokturu ražošanā.

✓ Būvniecība no koka: process veicina vides aizsargāšanu.

No zemes nav jāizrok nafta un gāze, kas veidojusies miljardu gadu garumā; nav vajadzīgi izrakteņi, kuriem nepieciešama pamatīga apstrādāšana, iekams tie pārtop par lietojamiem produktiem. Koka produktu ražošanā rodas vismazākais gaisa un ūdens piesārņojums un vismazāk atkritumu, vismazāk izplūst siltumnīcas gāzes. Piemēram, tēraudam un dzelzsbetonam būvniecības procesā nepieciešamas 2 reizes vairāk energoresursu, ja salīdzina ar koku. Turklāt tie rada pusotra reizes vairāk izplūdes vielu, kas ir indīgas vai citādi traucē cilvēka veselību. (Domkins, 2017).

1.1. Koka uzbūve

Pēdējo simt gadu laikā sadzīvē un būvniecībā ir ienākuši tik daudz jaunu materiālu, ka desmitiem tūkstošu gadu laikā uzkrātā koksnes izmantošanas pieredze ir palikusi novārtā un nereti pašas vērtīgākās koksnes īpašības pat netiek izmantotas. Nenoliedzami, koksne nesagandē dabu, un mūsdienās tā ir viena no tās svarīgākajām īpašībām. Bet nereti aizmirstam to, ka tā vislabāk izpaužas nevis koksne uzkrāto oglekli ātri atdodot atpakaļ apītē, t. i. sadedzinot, bet, izmantojot koksnes daudzpusīgās iespējas, aizvietot ar to savā apkārtņē videi kaitīgākus materiālus.

Koksnes veidošanās un izmantošanas videi draudzīgais cikls ir jāpagarina pēc iespējas ilgāks: pirmais izstrādājums; otrreizējā pārstrāde (grīdas klājumi, šindelī, kokskaidu plātnes, koka sijas).

Koks nav vienkāršs materiāls, tas ir dabisks kompozītmateriāls un ar īpašu stiprības un izmēru attiecību, ko rada koksnes ķīmiskais sastāvs un unikālā uzbūves struktūra. Koksne veidota no dobām, šķiedrām līdzīgām šūnām, kuru sienīgas sastāv no spirāliski savītām celulozes mikrošķiedrām, kas šūnu padara gan stipru, gan elastīgu.

Katrai koku sugai ir tikai tai raksturīgs tekstūras zīmējums; tas atkarīgs no tā, kādā virzienā koka stumbrs ir pārgriezts.

Izšķir trīs koksnes pamatgriezumus. Šķērsgriezumā griezuma plakne ir perpendikulāra pret šķiedru virzienu, bet radiālajā un tangenciālajā — tam paralēla. Atšķirība starp abiem garenvirziena griezumiem ir tāda, ka radiālajā griezumā griešanas plakne gadskārtu riņķus šķērso taisnā leņķī, respektīvi, iet caur koka serdi, bet tangenciālajā - gadskārtu riņķus taisnā leņķī nešķērso, jo stumbram ir koniska forma, tātad caur koka serdi neiet, vai, citiem vārdiem sakot, tangenciālais griezums ir garengriezums plaknē, kas veido gadskārtas pieskari.

Mērena klimata reģionos ar izteiktiem gadalaikiem koki aug periodā no pavasara līdz rudenim, saglabājoties snaudošā formā no vēla rudens cauri visai ziemai. Augšanas gads aizsākas ar šūnu dalīšanās procesu — koks ātri uzņem enerģiju jaunu atvašu veidošanai, un gads beidzas ar blīvu šūnu izveidošanos — tās kokam piešķir papildu izturību. Šī atšķirība, kas pastāv starp pavasara un rudens koksni, ir cēlonis kokam raksturīgo augšanas joslu (gadskārtu) izveidē. Dažām koku sugām ir izteiktākas augšanas joslas, kas var radīt skaistus akcentus zāgētai vai apdarinātai koksnei. Priedes un egles uzbūve ir līdzīga.

Stumbra šķērsgriezuma centrā atrodas serde, kas stiepjas cauri visam kokam un beidzas galotnē ar pumpuru. Serdi aptver koksne, kuru var iedalīt kodolkoksne un aplievā. Aplievas koksnes mitruma līmenis variējas no 120 līdz 160%, jo tā vada ūdeni un tajā izšķīdušos barības sāļus no sakņu galiem līdz koka skujām. Ārējā miza aptver visu stumbru un veido aizsargu pret izžūšanu un dažādu kaitēkļu uzbrukumiem. Gadskārta veidojas sezonālās darbības rezultātā. Pavasarī un vasaras sākumā izveidojusies koksne ir gaišāka, mazāk blīva. Tā ir a g r ī n ā jeb pavasara koksne. Gadskārtas ārējā daļā esošā v ē l ī n ā jeb vasaras koksne, kas veidojas vasarā, ir tumšāka un blīvāka, tā pārsvarā sastāv no audiem, kas dod mehānisko noturību. Vēlīnās koksnes apjoms daudz vairāk ietekmē koksnes stiprību nekā gadskārtas platums. Pāreja no agrīnās uz vēlīno koksni jeb gadskārtas iekšējā robeža var būt vairāk vai mazāk izteikta.

To, kā attīstās gadskārtu gredzeni, nosaka arī klimats augšanas sezonā; koksne var redzēt, piemēram, vai augšanas gads ir bijis labs, vai slikts.

Stumbra apakšdaļas ārējai daļai jābūt ar augstu izturības pakāpi, lai varētu pretoties vējam un sniegam. *Kvalitatīvāki kokmateriāli (blīvāki, bez zariem) ir no koka stumbra apakšējās daļas.*

1.2. Koksnes īpašības

Koks ir anizotrops materiāls. Tas nozīmē, ka tam piemītošās īpašības dažādos virzienos ir dažādas. Šķiedru virzienā, tas ir, stumbra garenvirzienā koks ir daudz stiprāks nekā perpendikulārā virzienā — pret šķiedru virzienu. Šī īpašība pastāv pie visām pieliktām slodzes, vai koks tiek spiests, vilkts, vai liekts. Stiprība ir atkarīga arī no koksnes blīvuma un tā, cik daudz šķiedru virziens sakrīt ar to spēku virzienu, kas rodas, koksni noslogojot. Šķiedru virziens atšķiras no spēka virziena pie zariem, jo tur šķiedras ir novietotas slīpi attiecībā pret stumbra vertikālo līniju. Stiprību ietekmē arī kokmateriāla mitrums, temperatūra un noslogošanas laiks. Sausāks kokmateriāls ir izturīgāks, nekā mitrāks, un aukstāks ir izturīgāks par siltāku kokmateriālu. Jo ilgāku laiku kokmateriāls tiek noslogots, jo vairāk samazinās tā stiprība. Koksnes stiprību nevar izmantot pilnībā līdz pat lūšanas robežai, praksē tiek izvēlēti zemāki noslogojuma līmeņi.

Katrai koku sugai ir savas īpašības un raksturs. Dažkārt pēc krāsas, šķiedras struktūras, smaržas un pat koka spīduma var noteikt koka sugu. Taču, nosakot koksnes izmantošanas veidu,

daudz svarīgākas īpašības ir tās svars, blīvums, neapstrādātas un apstrādātas koksnis cietība, elastība, elektrības un siltuma vadīšanas spēja.

1.2.1. Svārs

Koksnis svārs ir atkarīgs no koka sugas: liepa un apse — viegli kokmateriāli, egle, priede un lapegle — diezgan viegli, savukārt kļava, dižskābardis un ozols — smagi.

1.2.2. Blīvums

Viens blīvums ir tas, ar ko raksturo koka masu, neskaitot šūnu iedobju telpu. Visām koku sugām šis vidējais blīvums ir aptuveni 1560 kg/m^3 . Koksnis kā materiāla blīvums ir atkarīgs no koka sugas un no mitruma; zaļam jeb svaigi zāgētam kokam blīvums ir lielāks. Vidējais koksnis blīvums dažādām koku sugām svārstās no 460 kg/m^3 eglei līdz 740 kg/m^3 ozolam. Ūdens ar blīvumu 1000 kg/m^3 nav tik blīvs kā koksnis bez gaisa porām, bet savukārt koksnis dabīgā materiāla blīvums ir mazāks par ūdens blīvumu, jo dabīgā koksnis satur tukšumus, tādēļ ūdenī negrimst.

1.2.3. Cietība

Cietība raksturo reakciju starp koksnis un kādu svešķermeni, kas tajā iespiežas. Tā ir ļoti svarīga koksnis materiālu mehāniskajā apstrādē. Jo cietāks ir koksnis, jo lielāka ir tā pretestība griezējinstrumenta asmeņiem, un tie arī ātrāk nodilst. Ja mitruma saturs koksnē samazinās, koka cietības pakāpe palielinās. Koku sugas iedala cietajos un mīkstajos kokos. Pie mīkstiemi kokiem pieder egle, priede, alksnis un apse. Pie cietiem kokiem savukārt pieskaitāms ozols, dižskābardis, osis, kļava, bērzs.

1.2.4. Stiprība

Stiprība ir iekšējā koksnis pretestība pret ārējo spēku iedarbību. Stiprība ir atšķirīga ne tikai dažādām koku sugām, bet arī vienas sugas materiālos. Tā, piemēram, kodola koksnis ir stiprāka par aplievas koksnis, lēni augošs koksnis ir stiprāks par ātri augošu koku un, visbeidzot, vecāks koksnis ir stiprāks par jaunāku koku. Ja palielinās koksnis blīvums, palielinās arī tās stiprība. Turklāt koksnis stiprības pakāpe ir ļoti atkarīga no tā, kāds ir šķiedru izvietojums un virziens. Izšķir dažādus stiprības prasību veidus.

Koksnis stiprība stiepē ir pretestība pret šķiedru saplēšanu. Šāda paraugu forma ir nepieciešama tamdēļ, lai saplēšana notiktu plānākajā daļā, nevis piestiprināšanas vietās. Satrukšanas vieta tiek precīzi uzmērīta, un, pieliekot slodzi, iegūst rezultātu vidēji visām koku sugām šķiedru virzienā – 130 MPa , bet stiepes izturība šķērsām šķiedrām (labās puses paraugs), no kuras, koksnis izmantojot, vajadzētu izvairīties, ir 20 reizes mazāka. Osis un dižskābardis ir ļoti stipri koki, savukārt egle un apse ir mazāk stipri (Domkins, 2017).

Izturība spiedē ir koksnis pretestība pret tās šķiedru saspiešanu vai sagraušanu. Koksnis ir pakļauta spiedes spriegumiem noslogotās kolonās, stabos, pāļos, sastatnēs utt. Koksnis spiedes pretestības noteikšanai lieto $2 \times 2 \times 3 \text{ cm}$ lielus prizmas veida koksnis paraugus. Tos novieto starp spiedes plātnēm un spiež, vienmērīgi palielinot slodzi, kamēr tas sairst. Noslogojuma gaitā pārbaudāmais paraugs sākumā saraujas garumā, kļūst īsāks. Kad slodzes spēks sasniedz zināmu robežu, paraugs sabrūk. Ja koksnis šķiedras tiek saspīstas šķērsām, stiprība ir tikai no 10 līdz 15% no izturības spiedē šķiedru virzienā. Spiedi šķērsām šķiedrām var novērot dzelzceļa gulšņos u. c. (Šterns, 1959) Augstu spiedienu var izturēt ozols, dižskābardis un osis, zema stiprība spiedē ir apsei un eglei. *Kurš paraugs izturēs lielāku spiedes spēku?*

Izturība liecē ir koksnis pretestība pret laušanu, ko rada spiediens no sāna. Jo mazāks šķērsgriezums, jo lielāka ir iespēja, ka tas salūzis, ja tiks radīts spēcīgs sāniskais spiediens.

Slaidā redzamā diagramma par dažādu koka sugu stiprību liecē paralēli šķiedru virzienam, ja koksnis mitruma saturs ir 15%. Ozols un osis ir ļoti izturīgi pret laušanu, tāpēc no tiem var veidot dažādas liektas detaļas. Koksnis lieces izturība (šajā slaidā) un spiedes izturība (iepriekšējā slaidā ar trim paraugiem) ir zemāka nekā to stiepes izturība, t. i. vērtības pie pēdējā veida ir lielākas, bet atšķirība-pieaugums pa sugām ļoti līdzīgs (kā diagrammā).

Stiprība bīdē ir pretestība, ko koksnis rada pret tās griešanu, respektīvi, koka daļu atstumšanu, piemēram, savienošanā ar naglām vai skrūvēm. Detaļas, kuras jāsavieno, labāk

saskrūvēt šķērsām šķiedrām, jo tad izturība ir gandrīz četras reizes lielāka nekā tad, ja skrūvi vai naglu iestrādā šķiedru virzienā.

1.2.5. Koksnes pretestība pret sabrukšanu

Ja koks visu laiku atrodas tikai sausumā vai arī tikai zem ūdens, tad tas saglabājas ļoti ilgi. Mitrš gaiss un nepārtrauktas vides izmaiņas no sausiem apstākļiem uz ļoti mitriem veicina koksne trūdēšanas jeb pūšanas procesu. Koku var bojāt sēnītes un citi organismi, piemēram, baktērijas un kukaiņi. Visiem šiem kaitēkļiem patīk mitrums un siltums. Tādēļ koku nevajadzētu izraudzīt lietošanai mitros apstākļos īsiem laika periodiem, un jābūt iespējai to ātri izžāvēt. Labiem ekspluatācijas apstākļiem nepieciešams nodrošināt labu tehnisku aizsardzību pret mitrumu. Dažkārt, izmantojot koku, piemēram, ja tas atrodas kontaktā ar augsni vai ūdeni, nepieciešama kokmateriāla ķīmiska apstrāde, lai paaugstinātu koka noturību. Vienmēr vajag atcerēties, ka mitrās un sausās puves ierosinātājas sēnes ir neaktīvas, ja koksnes mitrums ir zem 20% (Domkins, 2017).

Koksnei ir samērā liela ķīmiskā izturība. Dažās ķīmiski aktīvās vidēs koksnes izmantošana ir lietderīgāka par dzelzsbetona un metāla izmantošanu. Piemēram, kālija sāļu noliktavās metāla konstrukcijas sairst trīs gadu laikā, bet koka konstrukcijas kalpo 50 līdz 70 gadu bez kapitālremonta (Erns, 1996).

Katrā koksnes slogošanas reizē rodas kaut kāda minimāla paliekoša deformācija, kurām summējoties, materiāls it kā nogurst un vienā brīdī sabrūk (Ozoliņš, 2001).

Video no Meža un koksnes produktu pētniecības un attīstības institūta

1.3. Koksne un mitrums

Būvams organisks materiāls, koks augot un attīstoties ir nepārtrauktā mijiedarbībā ar ūdeni. Tāpēc svaigi zāģēta koksne ir mitra, tā šūnas satur daudz vairāk mitruma, nekā tas būtu vēlams, koku lietojot kā būvniecības materiālu. Koksne ir brīvais ūdens starp šūnām un šūnu sienās saistītais ūdens. Tikko sazāģētu koksnes materiālu mitrums svārstās starp 30-160%. Lai šādus materiālus varētu uzglabāt, nezaudējot to kvalitāti, tie tiek žāvēti līdz mitrumam, kas ir mazāk par 20%. Nežāvētus kokmateriālus agrāk vai vēlāk apdraud pelējums, zilējums vai trupe. Pareizi žāvējot kokmateriālus, var izvairīties arī no to pārmērīgas plaisāšanas izmantošanas laikā. Parasti kokmateriāli tiek žāvēti kokzāģētavās līdz tāda mitruma koeficienta iegūšanai, kāds nepieciešams paredzētajam izmantošanas veidam:

- ✓ piegādes mitrums jeb transportēšanas mitrums konstrukcijām paredzētiem kokmateriāliem un fasādes daļiņām ir apmēram 18%,
- ✓ galdniecības izejmateriālu mitrums ir 10-15%;
- ✓ mēbeļu sagatavju, interjeru iekārtojuma sagatavju mitrums ir 6-10%.

Kokam žūstot, tas zaudē ūdeni un šķiedras saspiežas ciešāk kopā. Šim procesam ir divējādas sekas. Kā pirmo var minēt to, ka žāvēšanas procesā koks rūk vairāk no sāniem, garenvirzienā — tikai nedaudz. Otrs efekts ir tāds, ka, mikroskopiskajām šķiedrām ciešāk savijoties kopā, koks kļūst cietāks un izturīgāks. Tāpēc pirms izmantošanas konstrukcijās ir svarīgi koku izžāvēt līdz tādām mitruma saturam, kādu tas sasniegtu tad, kad tas jau būtu izmantots kā materiāls. Koksnei piemīt īpašība tiekties uz līdzsvara mitrumu. Par līdzsvara mitrumu sauc tādu koksnes mitruma saturu, kas attiecīgajā vidē konstantā temperatūrā un relatīva mitruma apstākļos saglabājas nemainīgs.

Koksne ūdens atrodas starpšūnu telpā un šūnu sienās. Ja kokmateriāls izžūst, vispirms tiek zaudēts starpšūnu telpā esošais ūdens un tikai pēc tam saistītais ūdens, kurš atrodas šūnu sienās. Līdz brīdim, kad kokam ir iespējams zaudēt savu brīvo ūdens daudzumu, tā apjoms un forma nemainās. Līdz koksnes mitruma saturam apmēram 30% šūnu apvalka sienās ir pasargātas. Ja koksne sausā vidē turpina zaudēt savu mitrumu, sāk iztvaikot arī saistītais ūdens daudzums. Tādējādi koksne zaudē savu apjomu, un varam runāt jau par to, ka koks izžūst.

Vēl viena ļoti svarīga īpašība, kas noteikti jāievēro, ir tā, ka koksne uzsūc mitrumu un spēj mainīt savu apjomu un šķērsgriezuma formu atkarībā no tā, kāds ir mitruma līmenis. Ja koksnes materiāli uzsūc mitrumu, tie noteikti palielināsies jeb izpletīsies, taču, ja mitrums

samazināsies, koksne noteikti sarausies. Šis process ir atkarīgs no gaisa relatīvās mitruma pakāpes un temperatūras. Sauss koks sausos klimatiskos apstākļos uzņems ūdeni, mitrs koks sausos klimatiskos apstākļos samazinās sava mitruma līmeni (Domkins, 2017).

Koksnes rukums un briešana ir nepatīkamas parādības celtniecībā, tās rada savienojumu vietās spraugas un var traucēt koka konstrukciju normālu ekspluatāciju (Erns, 1996).

Dēļos vai plankās gadskārtas ir izliektas. Piemēram, grīdas dēlim ar platumu 95 mm un mitruma saturu 17%, kas ieklāts telpā, kuras klimats atbilst koka līdzsvara mitrumam 10%, mitruma izmaiņas būs $17\% - 10\% = 7\%$ un tas izraisīs dēļa iežuvumu platumā par 1,7 mm.

Saraušanos var samazināt uz pusi, ja dēļi izzāgē radiālā virzienā, tas ir, ar stāvām gadskārtām. Koksnes līdzsvara mitruma izmaiņas ir relatīvi lēnas, īpaši, ja ir lielāki koka izmēri. Piemēram, nepieciešams vairāk nekā gads, lai resna baļķa iekšiene pielāgotos apkārtējam klimatam. Priedes un egles koksnei ir dažādas spējas uzņemt ūdeni. Egļu ūdeni uzņem lēnāk gan kodolā, gan aplievā. Priedei starp ūdens uzņemšanu kodolā un aplievā ir liela starpība. Priedes kodolam ūdens uzņemšanas spējas ir apmēram tikpat lielas kā eglei, bet priedes aplieva ūdeni uzņem ātrāk. Tādēļ kokmateriālam, ko izmanto āra darbos, vajadzētu būt izgatavotam no egles. Savukārt logu rāmjus vajadzētu izgatavot no priedes kodolkoksnes. Tādā gadījumā trupes izcelšanās risks būs ļoti niecīgs (Domkins, 2017).

2. KOKSNES MATERIĀLI

2.1. Kokmateriālu priekšrocības un trūkumi

Kokmateriālu galvenās priekšrocības ir liela īpatnējā stiprība (aprēķina pretestības attiecība pret tilpummasu), maza siltumvadītspēja, liela ugunsizturība, liels lieces stingums, kas piešķir lielu noturību koka statņiem, arkām un citiem spiesti liektiem elementiem.

Kokmateriālu var viegli apstrādāt un būvkoķu savienojumus izveidot ar vienkāršiem darbarīkiem vai, lietojot mazo mehānizāciju, jebkurā gadalaikā, arī uz vietas būvlaukumā.

Koksnei ir liela ķīmiskā izturība, un tā labi pretojas vairāku ķīmisku savienojumu un gāzu iedarbībai. Koksnei ir labas akustiskās īpašības, tāpēc koku veiksmīgi izmanto dažādu kultūras iestāžu konstrukcijās un apdarē.

Ja koka konstrukcijas pareizi izbūvē un ekspluatē, tās kalpo ilgu laiku.

Kokmateriāliem piemīt arī trūkumi. Viens no galvenajiem kokmateriālu trūkumiem ir trupēšana. Kokmateriālus nedrīkst lietot mitrās telpās, piemēram, vannasistabu un sanitāro mezglu pārsegumos, pirtīs u.tml.

Otrs trūkums ir degamība. Šo trūkumu var ievērojami samazināt, lietojot konstruktīvos pasākumus un ķīmiskos koksnes aizsardzības līdzekļus, izmantojot ugunsdrošas krāsas un koksni, piesūcinot ar antipirēniem.

Koksnes mitruma maiņas izraisa tās rukumu un briešanu, kas arī jāuzskata par būtisku trūkumu (Erns, 1996).

Ja dod priekšroku dabiskiem materiāliem, jāņem vērā, ka dabas apstākļi laika gaitā mainās un dažādās vietās ir dažādi. Tāpēc viens un tas pats materiāls, pat ja ir izgatavots no dabiskās koksnes, var būtiski atšķirties pēc krāsas, tekstūras, ārējās struktūras, izturības u. tml. Rūpnieciski izgatavotie paneļi un plāksnes ir vienveidīgākas (Hemgrēns & Vanforss, 2007).

2.2. Celtniecībā izmantojamie kokmateriāli

Būvniecībai paredzētos kokmateriālus var iedalīt šādās kategorijās:

- ✓ būvniecības kokmateriāli veido lielāko daļu no kokmateriālu izmantošanas veidiem;
- ✓ konstrukciju kokmateriālus izmanto tajās nesošo konstrukciju daļās, kurām tiek izvirzītas īpašas prasības pēc laba izskata un dizaina;
- ✓ apdares kokmateriālus izmanto iekštelpu un ārējo paneļiem, kā grīdas materiālu, ēvelētu kokmateriālu un līstes;
- ✓ formējošus kokmateriālus izmanto betona konstrukciju formu iegūšanai kā formu profilus;

- ✓ darba sastatnēm paredzētus kokmateriālus izmanto sastatņu izgatavošanai;
- ✓ galdniecības kokmateriāli būvlaukumos nonāk kā logu rāmji, durvis, kāpnes un telpu iekārtojuma detaļas.

Būvniecībā parasti izmanto egli, izņemot ēvelētus apdares kokmateriālus un galdniecības kokmateriālus, kur dominē priedes koksne (Domkins, 2017). Priedei ir izteikti iesārta kodolkoksne, turpretī egles koksne ir gandrīz vienā tonī. Egles koksne jāizmanto ārdarbiem, sienu apšūšanai, vējdēļiem u. tml. mērķiem, turpretī piesūcināšanu zem spiediena var veikt tikai priedei. Attēlā redzama zaļā krāsā piesūcināta priedes aplieva, bet iekšpusē kodolkoksne, kas piesūcināšanai nepakļaujas, tomēr veiksmīgi pretojas trupei. (Hemgrēns & Vanforss, 2007). *Paraugs no Byko Lat.*

No lapu kokiem ozolu un osi izmanto iekšējās apdares darbiem, grīdas dēļiem, parketam, durvīm, kāpņu margām. Bērzu galvenokārt izmanto saplākšņa ražošanai. Mīkstās lapu koku sugas (apsi, alksni) var izmantot līmēto siju vidusdaļā, kur spriegumi ir ievērojami mazāki nekā malējās šķiedrās. Mīkstās lapukoku sugas var izmantot arī koksnes modificēšanai — piesūcināšanai ar polimēriem, padarot to mehāniski izturīgāku (Erns, 1996). *Modificētas koksnes paraugs.*

2.3. Skujkoku zāgmateriāli

Zāģētus materiālus sadzīvē parasti sauc par dēļiem, bet pastāv arī precīzāka terminoloģija, kas izriet no zāģēto materiālu izmēriem, kaut gan vienprātības par to, ko saukt par dēli, brusu, planku, nav. Latīņa ir zāģēts koka izstrādājums, kura biezums un platums ir mazāks par 75 mm. Saukta arī par latu vai līsti, ja šķērsriezuma izmēri nepārsniedz 38x50 mm. Dēlis ir zāģēts koka izstrādājums, kura biezums ir mazāks par 38 mm un platums — lielāks par 75 mm jeb lielāks par tā divkārtu biezumu. Dēļi var būt arī rievoti (spundēti), un tos izmanto apšuvumam, vējdēļiem u. c. Planka ir zāģēts koka izstrādājums, kura biezums ir lielāks par 38 mm un platums ir lielāks par 75 mm. Platuma un biezuma atšķirība parasti ir lielāka par 25 mm. Plankas galvenokārt tiek lietotas gan nesošajās konstrukcijās, piemēram, jumtos, gan arī kā stabi un balsti. Brusa ir zāģēts koka izstrādājums, kura biezums ir 75 mm vai lielāks un platums ir vienāds ar biezumu vai atšķiras no tā maksimāli par 25 mm. Brusas parasti tiek zāģētas, nesašķeļot serdi, un tām ir pieļaujamas lielākas lokmalas (Domkins, 2017). Zāgmateriālus galvenokārt izgatavo no skujkokiem — priedes un egles, retāk no lapukokiem.

2.3.1. Zāgmateriālu kvalitātes noteikšanas pamatprincipi

Koksnes īpašības visvairāk ietekmē augsne, kurā koks ir audzis, un ģeogrāfiskā atrašanās vieta (ziemeļos vai dienvidos). Šī iemesla dēļ kokmateriāli jāiedala kvalitātes klasēs atbilstoši dažādām to uzbūves īpatnībām. Tālāk norādīto zāģētu egles un priedes kokmateriālu kvalitātes klašu pamatā ir Ziemeļvalstīs pastāvošās instrukcijas, ko parasti izmanto arī Latvijas zāgmateriālu ražotāji un tirgotāji. Pēc kvalitātes zāģētie kokmateriāli tiek iedalīti pamatklasēs A, B, C un D. Augstākā kvalitātes klase ir A, kas savukārt iedalās klasēs no A1 līdz A4. Zāģētavas pastāvīgi piedāvā tirgū pamatklasēs ietilpstošus zāģētus kokmateriālus, kā arī kombinētus pamatklašu iedalījumus, pieskaņojot tos pasūtītāja vai izstrādājumu lietojuma vajadzībām. Zāgmateriālu kvalitātes klasi galvenokārt nosaka zarainums (zaru lielums, skaits un kvalitāte). Nosakot kvalitāti, citas, vērā ņemamas īpašības ir plaisas, lokmalas, sveķu iztecējumi, mizgraužu bojājumi, nobrāzumi, liekta serde, lūzusi galotne, savērpta serde, puve un formas defekti.

Veselais zars vienmēr vismaz 3/4 apmērā iekļaujas apkārtējā koksnē. Veselais zars parasti ir līdzīgā krāsā kā apkārtējā koksne. Atmirušais zars, kas tiek saukts arī par nokaltušo zaru, var pilnīgi vai daļēji atrasties apkārtējā koksnē vai atdalīties no tās. Atmirušais zars parasti ir melnā krāsā. Zaru veidus skatīt slaidā.

Parastā zāģēšanas veida gadījumā vispirms no baļķa abām malām tiek nozāģēti nomaļi. Iegūtais baļķis tiek pagriezts uz sāniem, pārzāģēts vidū un sazāģēts par vidējo izstrādājumu un sānu dēļiem. Šāda zāģēšanas veida izņēmumi ir īpašie zāģēšanas veidi, piemēram, serdes izzāģēšana.

Serdes dēļi koksne vienmēr ir zaraina, savukārt īpaši daudz melno zaru ir nomaļos.

Kokmateriāli bez zaru vietām tiek iegūti tikai no priedes stumbra daļas nomaļiem. Egļi zari ir vairāk vai mazāk vienmērīgi sadalīti visā stumbra garumā. Visvairāk izplatītais koka stumbra augstums ir no 20 līdz 30 m.

2.3.2. Skujkoku zāgmateriālu lietošanas vietas

Galvenajās kvalitātes klasēs ietilpstošos zāģētos kokmateriālus var bez turpmākas apstrādes lietot dažādās lietojuma vietās un gatavajos izstrādājumos. Attēlā kolonnas platums raksturo kvalitātes klases aptuveno īpatsvaru produkcijā.

Neapmaloti zāgmateriāli parasti ir izzāģēti no nevainojamiem stumbriem, uz kuriem nav zaru un zaru izaugumu. Izstrādājuma platumu mēra kā zāģētās virsmas platumu daļa vidū.

2.3.3. Zāģēšanas veidi un kokmateriālu virsma

Gateri ir labi piemēroti, piemēram, iepriekš aprakstītajiem Ziemeļvalstīs praktizētajiem zāģēšanas veidiem. Gaterim ir vairāki rāmī iestiprināti zāģi. Ar tiem zāģē tikai apmēram 5 procentus no visas produkcijas un šo metodi turpmāk vairs nelieto ražošanas procesā. Ar frēzēšanas iekārtām no baļķa izfrēzē neapmalotu brusu, vienlaikus sasmalcinot nomaļus. Pēc tam baļķis tiek zāģēts ar daudzripzāģmašīnu vai lentzāģmašīnu. Frēzēto virsmu iegūst ar vienu no mašīnfrēzēšanas veidiem. Agrāk tādējādi ieguva rupju, atskabargainu virsmu. Pašlaik, kad mūsu rīcībā ir daudz mūsdienīgāks aprīkojums, ar šo metodi ir iespējams iegūt daudz gludākas virsmas. Kokmateriāli ar frēzētu virsmu tirdzniecībā ir reti satopami. Ar vienkāršo ripzāģmašīnu no stumbra vienā reizē var nozāģēt tikai vienu detaļu, un šī tehnoloģija galvenokārt tiek lietota mazās zāģētavās. Ar ripzāģi zāģētās virsmas savu raksturu iegūst no asmeņiem, kas uz virsmas atstāj nedaudz ieslīpas pēdas. Tā ir visvairāk izplatītā zāģēšanas metode. Lentzāģmašīnas ir piemērotas īpaši lielu stumburu zāģēšanai. Virsma, kas iegūta ar lentzāģi, ir līdzīga ar gaterzāģi zāģētai virsmai, bet bieži vien tā ir ievērojami gludāka. Zāģēšana ar lentzāģi ir izplatīta zāģēšanas metode. Garenzāģēšanas laikā stumburu ar vienu lentzāģi var sazāģēt brusās un dēļos, kuru malas pēc tam tiek nozāģētas taisnā leņķī. Neapzāģējot malas, tiek iegūti neapmaloti skujkoku un lapkoku dēļi.

Smalki zāģētu virsmu iegūst, zāģējot sausu kokmateriālu, visbiežāk pēc tam to vēl papildus noēvelējot. Smalki zāģētu virsmu var iegūt gan ar ripzāģi, gan lentzāģi. Ziemeļvalstīs, īpaši Zviedrijā, ēku ārējo apšuvumu bieži veido no zāģētiem materiāliem. Tie, salīdzinot ar ēvelētiem, daudz labāk notur apdares materiālus; arī dēļi ir biežāki, un tas savukārt ir pozitīvi vērtējams no konstruktīvā viedokļa — siena ir siltāka, stiprāka un ar labāku ugunsdrošību.

Zāgmateriālu izmēri. Visvairāk izplatītais zāgmateriālu biezums un platums pēc zāgmateriālu veidiem iegūst dažādas variācijas. Norādītais biezums un platums ir izstrādājuma nominālie izmēri, pastāvot 20% mitrumam. Zāgmateriāliem ir pieļaujamas novirzes no nominālajiem izmēriem. Priedes un egles kokmateriāliem iespējamas daļējas atšķirības izgatavoto zāgmateriālu izmēros. Zāgmateriālu visvairāk izplatītais garums ir no 1800 līdz 5400 mm, ar soli 300 mm.

Šķirojot kokmateriālus, jāuzmanās no trupēs, zilēšanas vai pelēšanas rašanās.

Trupi rada sēnītes, kas aug koksnē un sagrauj šūnas vai arī savienojumus starp tām. Ar trupi bojātam kokam ir pazemināta stiprība. Tā var rasties, ja mitruma koeficients ir virs 28% un apkārtējā temperatūra — no 0 līdz 40 °C.

Zilējumu rada sēnītes, kas aug koksnē un ietekmē koksnī tādējādi, ka ūdenim kļūst vieglāk tajā iekļūt. Zilējums vispirms apdraud priedes koksnī. Zilējums pirmajā acumirkli var izskatīties pēc pelējuma, taču to var pazīt, jo kokmateriāls arī zem virsmas ir iekrāsojies zils. To var pārbaudīt, nodrāžot kokmateriāla gabalu ar nazi. Zilējums neietekmē stiprību. Zilējuma sēnītes iemitinās tajos baļķos vai kokmateriālos, kurus uzglabā nepiemērotos apstākļos.

Pelējums ir sēnītes, kas aug uz kokmateriālu virsmas. Tā radīto krāsojumu var noēvelēt vai notīrīt, un tas neietekmē kokmateriālu stiprību. Pelējums var veidoties uz nepiemērotā veidā uzglabātiem kokmateriāliem, piemēram, ja tie ilgāku laiku tiek uzglabāti laukā bez aizsarga pret nokrišņiem.

Kokmateriālus nedrīkst uzglabāt neaizsargātā vietā, īpaši siltajā gadalaikā. Ja kokmateriāli ir salijuši un laukā ir mitrs gaiss, tad ātri vien sāk augt pelējuma vai zilējuma

sēnītes. Parasti pirmais parādās pelējums un drīz pēc tam arī zilējums. Ja kokmateriālus mitrumā glabā vēl ilgāku laiku, tad parādās arī trupe. Tāpat nevajadzētu kokmateriālus pārsegt ar brezentu, kas apklāj kokmateriālus līdz pašai zemei. Sēnītes var sākt augt arī augsnes mitruma ietekmē. Kokmateriāli ir jāapsedz, bet tā, lai tiem varētu piekļūt gaiss.

Ārpus ēkām kokmateriāli vienmēr ir jāuzglabā uz kāda paliktņa, lai kokmateriāli zem brezenta pārklājuma tiktu vēdināti.

2.3.4. Kokmateriālu stiprības klasifikācija

Koksne ir materiāls ar dažādiem stiprības rādītājiem dažādos virzienos. Tās stiprums ir tieši atkarīgs no šķiedru virziena. Koksnes vislabākās fizikāli mehāniskās īpašības ir tieši ass virzienā. Īpašības atšķiras ne tikai dažādām sugām, bet arī vienas sugas ietvaros. Lai sekmīgi veidotu koka konstrukcijas, ir gan labi jāpārzina koka īpašības, gan arī jāatceras, ka koksnes stiprību ietekmē tās blīvums, šķiedru orientācija, zari un plaisas, gadskārtu platums (% — agrīnā koksne, % — vēlinā koksne), kā arī koksnes mitrums, temperatūra, slogošanas ātrums un aizsardzības līdzekļu klātbūtne.

Kokmateriālu šķirošanai pēc to stiprības pastāv 2 metodes — vizuālā un mehāniskā. Vizuālā šķirošana nosaka zaru laukumu, plaisu klātbūtni un citu mehānisko vai dabisko bojājumu pieļaujamās robežas, kas ļauj zāgmateriālus iedalīt attiecīgajās stiprības klasēs (Domkins, 2017).

2.4. Ēvelēti zāgmateriāli

Būvniecības materiālu tirgū ir bagātīgs dažādu izmēru kokmateriālu sortiments, kurā šobrīd visvairāk pieprasītie ir ēvelētie izstrādājumi. Bez standarta izmēriem būvniecības un koka izstrādājumu tirgotāji var izmantot arī citus izmērus un specifiskos profilus.

Izmēri tiek norādīti milimetros — biezums x platums; tirdzniecībā nereti spundētie kokmateriāli un profilētās līstes tiek apzīmētas ar kopējo platumu. Bet pircējam svarīgs ir sedzošais platums. Tas nozīmē: spundēti kokmateriāli 23 x 95 mm tirdzniecībā faktiski lietošanā ir 23 x 85 mm. Profilēti ēvelēti ārējā apšuvuma dēļi tiek izgatavoti no B klases zāģētiem kokmateriāliem.

Lai aizkavētu liekšanos, savērpšanos un plaisu veidošanos, sienu apšuvuma dēļiem kreisajā pusē var būt izfrēzētas gropes.

Ēvelētie kokmateriāli var būt spundēti galos, tas ir, spundēti gan garajās, gan īsajās malās. Ēvelējot tiek iegūts vēlamais koka profils, virsmas gludums un izmēru precizitāte. Ēvelējamā kokmateriāla mitrums drīkst būt maksimāli no 16 līdz 18%, taču atkarībā no lietojuma mērķa dažreiz ir vajadzīgs mitrums, kas zemāks par 10%. Profilēti un ēvelēti iekšējā apšuvuma dēļi tiek izgatavoti no A1...A4 un B klases zāģētiem kokmateriāliem.

Ēvelētas virsmas pēc to līdzenuma var iedalīt šādi:

rupji ēvelēta (kalibrēta) virsma ir līdzena, taču tā var nebūt pilnīgi gluda. Rupja ēvelējuma gadījumā ēveles asmens pieskaras lielākajai daļai virsmas;

gludi ēvelēta virsma ir līdzena un gluda un uz tās nedrīkst būt redzamu zāģēšanas neprecizitāšu vai ēvelējot radušos izciļņus.

Uz baļķu sienu imitējošiem dēļiem aizmugures tiek iezāģētas garenvirziena gropes, kuru dziļums nedrīkst pārsniegt ¼ no dēļa biezuma virs gropes.

Grīdas dēļi tiek izgatavoti no A3 un A4 un B klases zāģētiem kokmateriāliem. To lietojamā puse ir gludi ēvelēta. Uz grīdas dēļu aizmugures sāna tiek izveidota 2,5 mm dziļa iedobe vai garenvirziena gropes. Grīdas dēļi parasti tiek ēvelēti tā, lai serdes puse atrastos sānos.

Pēc pasūtījuma tiek izgatavoti arī platāki un šaurāki grīdas dēļi.

Dzīvojamajās istabās gaisa mitrums mainās. Vismācākais gaisa relatīvais mitrums ir ziemā (mitrums samazinās, sākoties apkures periodam). Gada vidējais mitrums ir no 35% līdz 40%. Šādās telpās ierīkojamo grīdas dēļu mitrums nedrīkst pārsniegt 10%. Īpaši sausi grīdas dēļi pēc žāvēšanas tiek ēvelēti, un tie jāuzglabā telpā, kurā gaisa relatīvais mitrums ir zemāks par 40%.

Ēku iekšējai apdarei paredzētas ēvelētas līstes tiek izgatavotas no A1...A2 klases zāģētiem kokmateriāliem. Visvairāk izplatītie līstu veidi ir griestu, grīdas, apmaļu un

aizsarglīstes. Papildus šīm līstēm tiek izgatavotas daudzas dažādiem mērķiem domātas īpašas līstes. Šo līstu šķērsriezuma profili un izmēri dažādās ēvelēšanas darbnīcās var būt atšķirīgi. Tās var izgatavot arī pēc pasūtījuma (Domkins, 2017).

2.5. Līmētas koksnes materiālu veidi

Līdz ar sintētiskās līmes izmantošanu, sāka ražot dažāda biezuma, platuma un garuma plātņu materiālus. Mūsdienās attīstās arī līmēšanas tehnoloģijas, tādēļ, lai orientētos to plašajā piedāvājumā, jālasa informācija uz līmes iepakojuma vai pievienotajā instrukcijā, kur raksturota līmes izcelsme, lietojums un īpašības.

Lai izgatavotu līmētas koksnes konstrukciju materiālus, koksni vispirms sadala dažāda lieluma struktūrelementos. Slaida attēlā parādīti iespējamie struktūrelementi līmēto koksnes konstrukciju materiālu izgatavošanai. Atkarībā no struktūrelementu lieluma būtiski izmainās izgatavoto materiālu īpašības. Pieaugot koksnes sasmalcināšanas pakāpei, samazinās stiprība, bet palielinās siltuma izolācija, virsmas kvalitāte, viendabīgums un diemžēl arī enerģijas patēriņš un kaitējums apkārtējai videi. Līmēto koksnes konstrukciju materiālu īpašības atkarībā no struktūras var mainīties ļoti plašā diapazonā. Sākot ar 20. gadsimta 90. gadiem, būvniecībai īpaši strauji sāka izgatavot dažādus materiālus lietošanai nesošās konstrukcijās. Salīdzinot ar masīvo koksni, šiem materiāliem ir iespējams lielāks garums un augstāka formas stabilitāte (nerodas plaisas vai deformācijas, mainoties mitrumam).

Masīvas līmētas koksnes grupā ietilpst masīvās koksnes plātnes (vienkārtainas vai vairākkārtainas, bieži tiek apzīmētas kā līmētās koksnes plātnes). Būvniecībā izmanto plātnes ar izmēriem līdz 3 x 12 x 0,5 m (biezumā): plātnes, biezākas par 12 cm, visbiežāk tiek izmantotas sijās ar dobumiem.

Saskaņā ar standartu masīvās koksnes plātnes pēc to lietojuma (solidwoodpanels — SWP) iedala šādās grupās (tipos):

- 1) SWP/1 — plātnes paredzētas nesošajās konstrukcijās iekštelpās sausā vidē ($t \sim 20$ °C; gaisa relatīvais mitrums 65%);
- 2) SWP/2 — plātnes nesošajām un norobežojošajām konstrukcijām iekštelpās mitrā vidē ($t \sim 20$ °C; gaisa relatīvais mitrums ($< p$) no 65 līdz 85%);
- 3) SWP/3 — plātnes nesošajām konstrukcijām darbam āra apstākļos.

2.5.1. Materiāli uz skaidu bāzes

Pašlaik pasaulē dominējošie materiāli uz skaidu bāzes ir līmētie koksnes konstrukciju materiāli. Šo materiālu klasifikācijas pazīmes ir presēšanas metodes, virsmas stāvoklis (raupja, slīpēta, pārklāta ar krāsu, pārklāta presējot), forma (plakana, profilēta virsma, profilētas malas), daļiņu lielums (kokskaidu plātne, skaidas ar lielu virsmu (*Wafer*), garas skaidas (OSB), citas skaidas), plātnes uzbūve (vienkārtaina, daudzkārtaina) un lietošanas mērķis (vispārējās nozīmes, nesošās vai balstošās konstrukcijas, speciālas nozīmes). Latvijā visvairāk izplatītās ir kokskaidu plātnes mēbeļu rūpniecībā un dažādas plātnes būvniecībā, tajā skaitā nesošajām konstrukcijām lietošanai sausos apstākļos un nesošām konstrukcijām lietošanai mitros apstākļos.

Kokskaidu plātnes izgatavo, sasmalcinātas koksnes daļiņas, sajaucot ar saistvielu – sintētiskajiem termoreaktīvajiem sveķiem (tie sacietē karstumā) un šo maisījumu presējot paaugstinātā temperatūrā. *Paraugs*.

OSB ir plātņu materiāls, kas augstas temperatūras un spiediena ietekmē izgatavots no savstarpēji orientētām plakanām skaidām un ūdensizturīgas sintētisko sveķu saistvielas. Tām raksturīgi augsti stiprības rādītāji, elastīgums, noturība pret atmosfēras ietekmi, tās nav toksiskas un ir viegli apstrādājamas. OSB visvairāk izmanto būvniecībā norobežojošajās konstrukcijās, kas paredzētas izmantošanai mitrā vidē: zem jumta ārējiem un iekšējiem klājumiem, griestu un grīdu segumam, ārsienu konstrukcijām un starpsienu veidošanai.

OSB izmantošana tradicionālo materiālu vietā palīdz veidot vieglas, izturīgas un siltumnoturīgas konstrukcijas, paātrināt māju būvi un iekonomēt ap 20% līdzekļu. OSB lietošanas izdevīgumu apliecina to ražošanas apjomu pastāvīgs pieaugums Eiropā. Savukārt

Ziemeļamerikā OSB ir viens no visbiežāk lietotajiem būvniecības materiāliem. OSB ražošanai izmanto gan skujkoku (egle, priede), gan lapkoku koksni (apse). Koksnes skaidas tiek iegūtas, ēvelējot balķus, kas gareniski novietoti pret rotējošajiem nažiem. Tā kā skaidas pārklājas, paneļa virsmā mēdz būt daudzi iedobumiņi: gludāku virsmu var iegūt, paneli slīpējot. Tomēr OSB virsma nekad nebūs tik gluda kā parastai kokskaidu plātnei: pašas labākās OSB īpašības veidojas, izmantojot garākas un lielākas koka skaidas.

OSB krāsa atkarībā no lietotā koka veida, piemērotas līmes un presēšanas apstākļiem mainās no gaišas salmu krāsas līdz vidēji brūnai. Paneļu blīvums (un līdz ar to arī svars) mainās atkarībā no produkta. To ietekmē izmantotās koku sugas un ražošanas veids. Parasti blīvums ir 600-680 kg/m³.

Biežāk pieejamie paneļu izmēri ir 2500 mm x 1250 mm, 2440 mm x 1220 mm, 3660 mm x 1220 mm ar biezumu 6 mm, 8-12 mm, 15 mm, 18 mm, 22 mm, 25 mm un 38 mm. Parasti, pastāvot vienai un tai pašai slodzei, var izmantot OSB plātņi, kas ir plānāka nekā te izmantojamā parastā skaidu plātne. OSB tiek plaši izmantots arī kā iepakojamais materiāls rūpniecībā un kā materiāls pagaidu sētu celtniecībai būvlaukumos.

OSB, kas ražotas Eiropā un paredzētas izmantošanai celtniecībā, jāatbilst Eiropas standartam EN 300.

Latvijas standartā ir definēti četri OSB veidi atkarībā no to mehāniskā raksturojuma un relatīvās mitrumizturības.

OSB/1 — plātnes ar vispusīgu lietojumu un plātnes izmantošanai iekštelpās (ieskaitot mēbelēm), sausumā;

OSB/2 — slodzi izturošas plātnes izmantošanai sausumā;

OSB/3 — slodzi izturošas plātnes izmantošanai mitrumā;

OSB/4 — paaugstinātu slodzi izturošas plātnes izmantošanai mitrumā.

Tāpat kā citi koksnes materiāli, OSB ir higroskopiskas un, mainoties mitrumam, kļūst garākas, platākas un biežākas.

OSB tūlīt pēc izgatavošanas fabrikā parasti ir ar zemāku mitruma saturu. Tāpēc pirms paneļa piestiprināšanas jānodrošina tādi apstākļi, kuros paneļa mitruma saturs atrastos līdzsvarā ar mitruma saturu vietā, kurā to piestiprinās. Parasti to panāk, paneļus brīvi sakraujot telpā, kurā tie tiks izmantoti. Laiks, kas vajadzīgs, lai paneļos rastos mitruma satura līdzsvars, ir atkarīgs no ēkā esošās temperatūras un relatīvā gaisa mitruma.

OSB ar paaugstinātu mitrumizturību (OSB/3; OSB/4) nav ūdensizturīgi; termins "mitrumizturīgs" attiecināms uz līmi, kas nezaudē savas īpašības mitruma ietekmē. Jānovērš jebkāda veida OSB tieša saskare ar mitrumu. Ja OSB nonāk tiešā saskarē ar ūdeni, tās biezums ievērojami palielinās.

Mērenajā klimatā dzīvojošie kukaiņi-kokgrauzēji parasti OSB neapdraud, bet paneļus, kas izgatavoti no apses un egles un ilgstoši atrodas mitrumā, var skart pelējuma sēnīte. Paneļiem, kas izgatavoti no priedes, izturība pret pelēšanu ir lielāka.

Apstrādājot OSB, var izmantot kokapstrādē ierastus stiprinājumu veidus un tehniku, taču ieteicams stiprinājumus novietot paneļu malās. Jāizmanto cilindriskas koka skrūves, jo tās ir efektīvāks stiprinājuma veids nekā parastās kokskrūves.

Naglas un skavas var izmantot stiprinājumiem ar vieglu noslodzi vai tik ilgi, kamēr sacietē līme līmētās savienojumu vietās.

2.5.2. Materiāli uz finiera bāzes

Finieris ir plāns, nelīmēts kokmateriāls, ko iegūst no finierklučiem un sagatavēm. Tos izmanto vai nu koka virsmu segšanai — finierēšanai, vai arī līmētu kokmateriālu — saplākšņu, galdnieku plātņu un liekti līmētu detaļu — ražošanai.

Finieri pašreiz ražo, lietojot trīs metodes: finierkluci lobot cilindriski, a) iegūstot lobīto finieri, b) drāžot tangenciāli — drāzto finieri, bet, sazāģējot sagatavi šķiedru garenvirzienā, iegūst c) zāģēto finieri. Kreisā puse finierim ir tā puse, kas atrodas pie naža asmens.

Nolobītam finierim ir neliels virsmas viļņojums, tāpēc to žāvē starp karstām plātnēm (ruļļiem) zem spiediena. Tā žāvējot, virsma kļūst līdzena, bet viļņainais tekstūras zīmējums saglabājas.

Drāztais finieris. To iegūst no finierklučiem vai sagatavēm speciālās finiera drāšanas vai tangenciālās lobmašīnās.

Drāzto finieri izmanto mēbeļu detaļu aplīmēšanai — finierēšanai.

Materiāli uz finieru bāzes ir vecākie līmētu konstrukciju materiāli (saplākšnis, 1905. g.) Pēdējos gados celtniecībā tiek izmantoti LVL (kārtainā līmētā koksne ar lobīto finieru orientāciju vienā virzienā).

Saplākšnis ir lokšņu materiāls, kas sastāv no 3 un vairākām savā starpā salīmētām lobītā finiera loksnēm. Koksnes šķiedru virziens blakus esošajās loksnēs parasti ir savstarpēji perpendikulārs, tādēļ splākšņa stiprība visos virzienos ir vienāda, turklāt tā stiprība ir lielāka nekā dabīgai koksnei. Praksē izmanto līmēto un laminēto splākšni.

Līmētā splākšņa izgatavošanai izmanto bērzu, osi, alksni, priedi, lapegli un citas koku sugas. Splākšņa izmērus un pielāides nosaka standarts LVS EN 315:2000. Splākšņa biezums ir atkarīgs no atsevišķu lobītā finiera lokšņu biezuma un kārtu skaita. Kārtu skaits parasti ir nepāra skaitlis. *Paraugs.*

Saplākšņu nominālie biezumi ir 4; 6,5; 9; 12; 15; 18; 21; 24; 27; 30; 35; 38; 40; 45 un 50 mm. Katram biezumam noteikta sava apakšējā un augšējā pieļaujamā izmēru novirzes robeža (mm). Splākšņa mitrumam jābūt robežās 10 ±2%. Bērza splākšņi pēc segfiniera izskata tiek iedalīti šķirās. Ja segfiniera loksnei ir dažādas šķiras, tad apzīmējot pirmā ir augstākā šķira un atdalīta ar šķērsvītrū — zemākā šķira, piemēram, B/BB.

Atkarībā no izmantotās līmes splākšņa līmējuma izturībai jāatbilst vienam no mitrumizturības tipiem, piemēram, paaugstinātas mitruma izturības splākšņus izmanto būvniecībā.

Laminēto splākšni izgatavo, lobīto finieri savstarpēji salīmējot biezumā ar ūdensizturīgu fenolsveķu līmi un aplīmējot ar laminātu (fenolsveķiem piesūcinātu papīru). Laminētā splākšņa virsma ir gluda vai fakturēta.

Līmētā kārtainā koksne (LVL) tiek izgatavota no šķiedru virzienā salīmētām finieru kārtām (visbiežāk no skujkoka lobītā finiera biezumā līdz ~ 3 mm). Daļēji dažas kārtas tiek orientētas perpendikulāri, lai paaugstinātu stiprību perpendikulāri ārējās kārtas šķiedru virzienam.

Materiālu lieto kā plātņu materiālu vai kā brusas (tiltu, kāpņu būvē), kā arī nesošajām sijām.

LVL siju garums var sasniegt pat līdz 24,4 metrus, taču visbiežāk sastopamie garumi ir 14,6; 17; 18,3 un 20,1 metrs, bet siju biezums svārstās robežās no 19 līdz 64 mm, dažreiz pat līdz 89 mm. Visbiežāk pieprasa biezumu 45 mm.

LVL siju platums var sasniegt pat līdz 1220 mm.

Lietojums:

- ❖ Jumta konstrukcijas elementi
- ❖ Ēku nesošās konstrukcijas
- ❖ Akustiskie paneļi sienām
- ❖ Griestu pārsegumi
- ❖ Starpstāvu pārsegumi
- ❖ Tiltu konstrukcijas

Izmantojot siju ražošanā, sijas sastāv no LVL un paneļa sieniņas OSB plātnes (Domkins, 2017).

Koksnes materiāli būvkonstrukcijām

CLT (Cross Laminated Timber) – Mūsdienīgākā uz ekoloģiju tendēta krusteniski līmēta koka būvniecības tehnoloģija.

CLT paneļi tiek izgatavoti no skujkoku sugām – egles un priedes – kas satur sveķus, kuros sastopami fitoncīdi – bioloģiski aktīvas vielas, kas atrodas priežu un egļu sulā un nomāc patogēno baktēriju, sēņu un viēšņu augšanu.

CLT paneļi neizsalst kā betons, bet ir tikpat monolīts materiāls.

CLT paneļiem piemīt ļoti labas siltumnoturības īpašības, jo materiāls ir ļoti blīvs.

CLT paneļi izmantojami ne tikai starpsienu pārsegumos, bet arī starpstāvu pārsegumos kā nesošās konstrukcijas. Tie var būt arī atsevišķi kā starpstāvu pārsegumi arī citu tehnoloģiju būvēs.

Ļoti labas skaņas izolācijas īpašības. Vairāk nekā 50% labāk apslāpē skaņas attiecībā pret paralēli līmētās koksnes paneļiem. (izmanto koncertzāļu būvniecībā).

CLT materiālam gandrīz nav degšanas īpašību tā blīvuma dēļ. Ugunsnelaimes gadījumā aizdegas tikai acīmredzamais koksnes slānis, tas skaidrojams ar skābekļa grūtāku piekļuvi katrai nākošajai plātnes kārtai, lēnām apogļojoties, plātne saglabā savas nesošās īpašības līdz 2h.

CLT paneļi tiek izmantoti papildus stāvu izbūvei jau esošajām ēkām, neveidojot pārmērīgu noslogojumu pamatiem attiecībā pret citiem tam nolūkam izmantojamiem materiāliem.

CLT paneļi viegli un ātri montējas, tiem piemīt nepārprotama izturības un drošības rezerve.

CLT paneļi seismiski stabili.

Grauzēju ietekme uz CLT paneli ir minimāla, jo krusteniski līmētās tehnoloģijas dēļ, kaitnieks nespēj izgauzt perpendikulāro koksnes slāni.

CLT plātnēm piemīt kombinētās apdares iespējas, gan no iekšpuses, gan ārpusē (<https://clt.jpkm.lv/par-clt/>).

Vidējās cietības kokšķiedru plātnes (MDF)

MDF ir līdzīgas preskartonam, bet biežākas, ar lielāku blīvumu, tās izgatavo no ļoti smalki sasmalcinātas koka šķiedras. Atšķirībā no preskartona un kokskaidu plātnēm tas ir frēzējams un viegli zāģējams materiāls, no tā var izgatavot interesanta dizaina mēbeles un citas interjerā redzamas lietas un detaļas

Trūkums – tās nav remontējamas. Būvkonstrukcijās MDF neizmanto, jo šīs plātnes nav slodzes un mitruma izturīgas. MDF plātnes var krāsot, finierēt vai laminēt (<https://building.lv/raksts/Koksnes-platnes>).

Nodarbības tēma: Kokmateriālu aizsardzības metodes un aizsardzības līdzekļi

Stundu skaits: 4 teorijas, 6 prakses

Mērķis: Iepazīt primāros koksnes aizsardzības līdzekļus un konstruktīvos risinājumus

Uzdevums:

Atrast Internetā divus koksnes aizsardzības līdzekļus ārtelpu konstrukcijām: vienu uz organisko vielu bāzes, bet otru eļļas izstrādājumu. Veikt līdzekļu īpašību, tehnisko rādītāju un lietošanas noteikumu salīdzināšanu. Dokumentam jāpievieno fotoattēli un informācijas avoti.

Nozīmīgākie jēdzieni: konstruēšana, koka konservants, glazūra, laka, eļļa

Sasniedzamais rezultāts:

1. **Spēj:** orientēties pamata koksnes aizsardzības līdzekļu klāstā
2. **Zina:** vienkāršākos apdares līdzekļu uzklāšanas paņēmienus
3. **Izprot:** pagaidu koka konstrukciju aizsardzības principus

3. KOKMATERIĀLU AIZSARDZĪBAS METODES UN AIZSARDZĪBAS LĪDZEKĻI

Krautnēs, noliktavās, kā arī būvēs un celtnēs koksnī nelabvēlīgi ietekmē dažādi faktori, kuru dēļ tā priekšlaicīgi bojājas, radot lielus zaudējumus. Pēc statistikas datiem ir zināms, ka no 100 bojā gājušām koka ēkām 95% saārda piepes un tikai 5% vainojama, uguns (Šterns, 1959).

3.1. Koksnes īpašību novērtēšana dažādās konstrukcijās

Attēlos nav parādītas izmēru izmaiņas detaļas garumā, kas pirmajā brīdī šķiet nenozīmīgas, jo ir pavisam niecīgas un nepārsniedz dažas procenta desmitdaļas. Bet jāatceras, ka detaļas garums daudzos gadījumos ir ievērojami lielāks par biezumu un platumu, tādēļ arī procentuāli nelielas deformācijas var izraisīt ļoti nevēlamas sekas, piemēram, detaļu savērpsanos. Bet tās izpaužas tikai tajā gadījumā, ja šķiedras nav taisnas, tas ir, vai nu koks, no kura izzāģēts konkrētais materiāls ir audzis "nepareizi", vai arī tajā ir nevienāda platuma gadskārtas (vaina, ko sauc par lielainumu). No "nepareizi" augušiem kokiem īpaši baidās guļbūvju izgatavotāji, jo tāds balķis vērptoties var sabojāt visu māju. Arī zāgmateriālu ražotājiem šādi balķi sagādā problēmas, jo no tiem izzāģētie dēļi žāvēšanas laikā var savērties.

Iezūstot koksni veidojas lieli spriegumi un, ja tiem nav iespējas izlīdzināties, neizbēgami veidojas plaisas. Tā kā koksnes daļa, kas atrodas tālāk no serdes, ir ar izteiktāku tangenciālo iezūšanu, tad plaisu virziens vienmēr ir vēsts uz serdi.

Daudzviet būvniecībā serdes plaisas ir pieļaujamas, jo lielāka šķērsriezuma būvdetaļas parasti izzāģē, atstājot serdes daļu. Tomēr jāzina, ka nenovēršami notiks plaisu veidošanās un ar to saistītās deformācijas, tādēļ jāievēro koksnes konstruēšanas pamatprincips, un šīs deformācijas nedrīkst sabojāt visu konstrukciju.

Īpaši uzmanīgi jāseko līdzi pareizam dēļu novietojumam, veidojot konstrukcijas, kas pakļautas tiešai atmosfēras ietekmei, piemēram, ārsienu apšuvumiem.

Mitruma ietekmē notiekošās koksnes tilpuma izmaiņas ietekmē arī apdares klājuma izturību, tādēļ visām koksnes detaļu šķautnēm jābūt ar nelielu noapaļojumu, vismaz 2 mm. Tas ļauj vienmērīgi uzklāt apdares segumu un samazina klājuma pārlūšanas risku, koksnei rūkot vai briestot.

Koka konstrukciju noturību ārējā vidē ļoti būtiski ietekmē tas vai ūdens nokļūst tieši uz virsmas, un, ja to nevar novērst, vai ūdenim ir iespēja brīvi aizplūst vai izzūt. Šo iespēju nodrošināšana ir viens no galvenajiem konstruēšanas pamatprincipiem.

Pastāv uzskats un gluži pamatots — ka vislabākā koksnes aizsardzība ir konstruktīvā aizsardzība. Arī ķīmiski apstrādāta koka detaļa vai konstrukcija, ja tā nebūs pareizi iebūvēta, var radīt problēmas ēkas lietošanas laikā.

Tomēr ar to vien, ka tiek samazināta tieša ūdens nokļūšana uz virsmas, nav iespējams novērst ūdens iekļūšanu konstrukcijās. Nevar izvairīties no vēja, sniega vai miglas nestā mitruma nokļūšanas uz koka konstrukciju ārējās virsmas. Tādēļ tās jāveido tā, lai ūdens brīvi notecētu vai izzūtu. Tas ir, konstrukcijām jābūt ventilējamām un "atvērtām uz āru". Pa kreisi ir parādīts nepareizi izveidots savienojums — augšējā attēlā ir šaura sprauga, pa kuru ūdens iespiežas savienojumā, apakšējā konstrukcijā ūdens paliek savienojumā. Pa labi — pareizi izveidoti savienojumi.

Veramām konstrukcijām, logiem un durvīm apakšējā daļā tiek piestiprināta speciāla detaļa lāsenis — "lietus deguns", kas novada ūdeni no konstrukcijas. Veidojot šādas konstrukcijas, jāatceras, ka ūdenim piemīt virsmas spraiguma spēki un tie atvieglo ūdens iekļūšanu šaurās spraugās un pat ūdens plūšanu uz augšu. Tādēļ ārējās virsmās ir jāizvairās no spraugām, kas mazākas par 5-8 mm, savukārt horizontālām virsmām jābūt ar vismaz 15 grādu slīpumu.

3.2. Koksnes aizsardzība pret trupī

Lai novērstu koksnes priekšlaicīgu bojāšanos trupēs dēļ, celtniekiem ir jālieto tādi pasākumi, kas pasargātu koka būvelementus un konstrukcijas no trupēšanas.

Trupi rada dažādas koksni bojātājas sēnes — mājas piepes, kas barībai izlieto koksni. Koksnes trupēšanu var novērst, ja iebūvētā koksne visā tās ekspluatācijas laikā mitrums būs zem 20% (citur minēts 18%).

Visām koka konstrukcijām jānodrošina gaisa sauss stāvoklis visā ekspluatācijas laikā, jo tad koka būvelementi saglabāsies nebojāti desmitiem un pat simtiem gadu.

Koksnes trupe visbiežāk sastopama ēkās, kurās iebūvēti kokmateriāli ar lielu mitruma saturu. Tāpēc celtnēs jālieto tikai sausi kokmateriāli. Neizzuvušus kokmateriālus nedrīkst iebūvēt. Ja tomēr jāiebūvē svaigi cirsti kokmateriāli, tad tos nedrīkst krāsot un apmest, pirms tie nav izžuvuši. Neizzuvušus kokmateriālus var droši lietot tikai neaizsegtās konstrukcijās, jo tur koksne var izžūt arī pēc iebūvēšanas (Šterns, 1959).

3.3. Vai ir vērts antiseptēt koksni?

Koka sula un tajā ietilpstošās koka barības vielas (olbaltumvielas, ciete u. c.) bioloģiski sadalās visvieglāk (pūst), tā veidojot ideālu barotni dažāda veida kaitīgai mikroskopisko sēņu un mikroorganismu infekcijai. Tāpat tā sekmē arī koksngraužu kukaiņu ieviešanos. Sadalīšanās process viegli pārņem daudz izturīgākos koka audus un sākas neatgriezeniska kokmateriālu sagraušana — bioloģiskā noārdīšanās (koksnes dabiskā puve, trupe). Lai to novērstu vai vismaz aizkavētu, koka sulā ievada ķīmiskās vielas, kas pārtrauc sadalīšanās iespējas, vai arī koksni pilnīgi atbrīvo no sulas, aizsargā no ūdens, mitruma un pat no mitra gaisa migrācijas koksne. To panāk, koksni žāvējot, kaltējot, antiseptējot, apstrādājot ar antipirēniem, krāsojot, lakojojot, piesūcinot ar polimērvielām, veidojot līmētās konstrukcijas, kā arī konstruktīvi aizsargājot no mitruma iedarbības (veidojot dzegas, nojumus, ierīkojot hidroizolāciju un vēdināšanas sistēmas).

Visi šie pasākumi paildzina kokmateriālu kalpošanas laiku. Pat visvienkāršākie koksnes mākslīgās konservācijas pasākumi jau no divām līdz četrām reizēm paildzina koksnes ekspluatācijas periodu. Īpaši tas attiecas uz kokiem, kas nav cirsti vai zāģēti ziemas periodā. Pat labās, segtās krautnēs, žāvējot dabiskos apstākļos, plānu dēļu žūšana ilgst apmēram gadu, bet cieto koku baļķi izžūst tikai 3-5 gadu laikā. Tāpēc jāreķinās, ka mūsdienų ekonomiskā situācija pieļauj galvenokārt tikai koksnes mākslīgo žāvēšanu, un tā savukārt bieži vien ir sasteigta, nepilnīga (koksne daudz slēptu plaisu).

Paļauties tikai uz labi sagatavotas koksnes lietpratīgi veidotu dabisko bioloģisko izturību ir ne tikai nedroši, bet pat vieglprātīgi. Diemžēl ļoti bieži būvobjektos (sevišķi — individuālajās jaunbūvēs) var redzēt koka konstrukcijas, kurās iestrādāti kokmateriāli bez jebkādas bioloģiskās vai termiskās aizsardzības. Tāpēc sekas neliek ilgi gaidīt: pelējums, krāsojošās sēnes, puvuma pazīmes, kukaiņu veidoti bojājumi. Līdz ar to noteikti var apgalvot, ka drošākā aizsardzība pret pūšanu un kukaiņu iedarbību ir kokmateriālu ķīmiskā apstrāde, lai iznīcinātu mikroorganismus vai aizkavētu to attīstīšanos.

Koka konstrukciju ekspluatācijas perioda ilgums ir sevišķi īss tajā gadījumā, ja koksne periodiski tiek pakļauta pārmaiņus kā gaisa, tā ūdens iedarbībai. Piemēram, neapstrādāts, bet labi izžāvēts priedes koka gulsnis, kas ievietots dzelzceļa uzbērumā, iztur apmēram 6 gadus. Tāds pats gulsnis, impregnēts ar vara vitriolu, iztur vismaz 11 gadus, bet apstrādāts ar akmeņogļu un koka darvas maisījumu — pat visus 20 gadus.

Kādam tad jābūt koka konservantam? Vispirms — efektīvam pret visām koksni bojājošajām mikroskopiskajām sēnēm un arī insektiem. Tas nedrīkst būt sevišķi kaitīgs cilvēkiem un mājdzīvniekiem, darbs ar šīm vielām nedrīkst būt nehigiēnisks. Slēgtās telpās iebūvējamie koki jākonservē ar ķīmiskām vielām, kam nav smakas. Tās nedrīkst saturēt vai ekspluatācijas gaitā izdalīt agresīvas vielas, kas spētu bojāt koksni vai metālus. Konservants nedrīkst viegli izgarot vai pakļauties izskalošanai ar ūdeni, ja to lieto āra apstākļos. Vislabāk, ja tas nedeg (neorganiskie sāļi), bet degšanas laikā tas nedrīkst izdalīt nāvējošas gāzes. Konservantam jābūt viegli ievadāmam koksne (pēc iespējas dziļāk un vienmērīgāk) un ekonomiskam (ne dārgākam par 2-4 EUR/kg koncentrāta). Lai iestrādes kvalitāti varētu kontrolēt vizuāli, koksnes konservantam jābūt arī iekrāsojamam.

Vienkāršākais koksnes antiseptēšanas paņēmiens ir tās piesūcināšana, koksnes virsmu ar antiseptisko līdzekli vairākas reizes nokrāsojot. Piesūcināšanas dziļumu var palielināt, koka konstrukciju iegremdējot antiseptiskās vielas šķīdumā (pat līdz vairākām dienām). Visefektīvākais paņēmiens ir koksnes piesūcināšana autoklāvos zem spiediena, tomēr tam nepieciešamas jau daudz sarežģītākas tehnoloģiskās iekārtas (Biršs, 2016).

3.4. Koksnes izmantošana ārpus telpām

Nav jābaidās no UV

Pret ultravioleto starojumu koksne ir samērā stabila. Brīvdabas muzejā var redzēt simtiem gadu vecas koka mājas, kas joprojām labi saglabājušās bez jebkādiem koksnes konservantiem, krāsas vai lazūras (lazūra — jauns un patlaban ļoti izplatīts apdares materiāls — kaut kas starp krāsu un laku; vācieši to sauc par lazūru).

Pieņēmums, ka koksni vienmēr nepieciešams aizsargāt, ir nepareizs

Daudzās jomās koksni var lietot bez jebkādas ķīmiskās aizsardzības vai krāsojuma. Raksturīga kļūda ir koksnes virsmai uzklāt biezu krāsas slāni ar cerību, ka izdarām koksnei kaut ko labu. Diemžēl efekts bieži ir pilnīgi pretējs. No vienas puses, šķiet, ļoti labi ir norobežot ar krāsu kokmateriālu virsmas, lai izvairītos no tiešas saskarsmes ar ūdeni, bet diez vai izdosies koka virsmas pastāvīgi saglabāt noslēgtas. Koksne praktiski neizbēgama ir plaisu un cita veida mehānisku bojājumu veidošanās, bet caur tiem tur iekļūst ūdens. Bīstamākais ir tas, ka caur bojājuma vietu koksne absorbētais ūdens diez vai izkļūs atkal ārā. Tas ir apmēram tāpat kā, ja jūs ieliktu mitru sūkli plastmasas maisā un tajā izdurtu nelielu caurumu. Būs nepieciešams gaidīt apmēram nedēļu, līdz sūklis kļūs sauss. Ārpus maisa tas būtu pilnīgi sauss vienas dienas laikā. Savukārt samirkt caur šo nelielā atvērumu sūklis var ļoti ātri. Līdz ar to panākts tiks tieši tas, no kā būtu jāizvairās.

Mitruma uz koksni iedarbojas ilgstoši, un var rasties dažādas sēnes, kuru ietekmē koksne kļūst tumša un sāk trupēt. Turklāt mitruma ietekmē koks uzbriest un krāsas slānī rada jaunas plaisas. Ir daudz piemēru, kad biezs krāsojums noved pie pārāgas koksnes satrupēšanas (piemēram, logu rāmji).

Biezie un blīvie pārklājumi īpaši problemātiski ir skujkokiem, jo, pastāvot paaugstinātai temperatūrai (saules radiācijai), uz virsmas izspiežas sveķi un sabojā krāsas vai lakas slāni. Šajās vietās parasti rodas tādas kā punktveida “salas”, ko izraisa caur bojājumu vietām iekļuvušais mitrums.

Mitrumam pakļautām koka konstrukcijām vislielākās problēmas ir ar horizontālām virsmām, jo uz tām ūdens turas ilgi un neizbēgami iedarbojas uz apdares segumu. Plēvi veidojošā segumā vienmēr atradīsies kāda mikroplaisa vai skrāpējums, caur ko ūdens var iesūkties koksne. Horizontālās virsmas ir arī īpaši neaizsargātas pret putnu mēsliem, jo praktiski nav pārklājumu, kas var izturēt mēslu agresīvo iedarbību ilgā laikposmā. To labi zina auto īpašnieki, jo arī ļoti izturīgās auto lakas putnu mēsli sabojā samērā ātri.

Ar gaišu lazūru vai ar laku pārklātu virsmu var sabojāt arī dzīvnieki. Piemēram, dzeņi ļoti ātri koksne izknābās caurumus, ja tiem radīsies aizdomas, ka tur ir kaut kas ēdams. Atsevišķi lazūru veidi patīk arī kukaiņiem, pelēm un citiem grauzējiem. Šeit slēpjas izaicinājums krāsu ražotājiem: mehāniski izturīgu virsmu iegūšanai nepieciešami apdares materiāli ar zināmu cietību, bet koksne mitruma ietekmē maina izmēru, tāpēc vajadzīgs elastīgs pārklājums, kas izturētu šīs koksnes “kustības”. Pretējā gadījumā pārklājums saplaisās un atslāņosies. Te arī parādās koksnes lielā atšķirība no citiem materiāliem. Piemēram, autobūvē veido pārklājumus, kas kalpo pat 20 gadus. Auto krāsas ir ļoti cieši piesaistītas metāla virsmai, bet koksne ir materiāls, kam ir nesalīdzināmi grūtāk izveidot tik noturīgu apdares slāni.

Bet mēdz būt situācijas, kad bieži pārklājumi ir vēlami vai nepieciešami. Šādos gadījumos ļoti ātri jānovērš radušies bojājumi, lai uzreiz apturētu mitruma iekļūšanu koksne un pārklājumu atslāņošanu. Ja nav atbilstošas uzturēšanas, pat neliels koksnes virsmas apdares seguma bojājums gandrīz vienmēr rada būtiskus defektus.

Krāsošana

Neapstrādāta koksne ilgstošu nelabvēlīgu laikapstākļu ietekmē pamazām kļūst pelēka. Atkarībā no klimatiskajiem apstākļiem tā var iekrāsoties arī tumši brūna (ar spēcīgu UV starojumu). Ar lazūru šo iekrāsojuma efektu var mazināt; īpaši ar tumšu lazūru ir viegli uzturēt viendabīgu koksnes krāsu. Tā noslēpj koksnes tumšo iekrāsojumu, kas agrāk vai vēlāk sāks veidoties. Tumša lazūra veicina arī koksnes sasilšanu un līdz ar to — koksne iekļuvušā mitruma ātrāku iztvaikošanu. Tomēr jāņem vērā, ka temperatūras un mitruma lielas svārstības izraisa koksnes rukšanu un briešanu, kas, piemēram, logiem nav labvēlīgi. Balti krāsotu logu rāmju izturība šādos apstākļos ir daudz lielāka, un tādus uzturēt iznāk lētāk. Koksnes virsmas pārmērīga sakaršana var radīt strauju koksnes žūšanu un plaisu veidošanos. Savukārt uz skujkoku koksnes virsmas papildus vēl var izspiesties sveķi, un tas nepavisam nav vēlams, piemēram, dārza mēbelēm. Sveķi, virsmai sakarstot, var izspiesties arī cauri lakai vai lazūrai, sabojājot tās struktūru un radot apstākļus ūdens iekļūšanai koksne. Tumši brūna vai melna koksnes virsma var sakarst līdz +70-80°C. Tāpēc, ja terase jāiekļāj saules pusē un gribam pa to staigāt arī basām kājām, būtu jāpārdomā, vai izvēlēties tumši brūnu apdari. Piemēram, šādos apstākļos balts koka sols būtu sasilis tikai apmēram līdz +40-45°C. Pastāvot šādai temperatūrai, nevar parādīties arī sveķi. Tādēļ, izvēloties koksnes krāsojumu, jāņem vērā ne tikai vizuālie aspekti, bet arī fizikālie efekti.

Bieži ir vēlēšanās saglabāt koksnes gaišo medus krāsas toni. Ja koksnes virsma nav pakļauta tiešai lietus iedarbībai, tad tas ir iespējams, izmantojot attiecīgu lazūru. Pretējā gadījumā arī ar biezu lazūras kārtu koksne diezgan ātri kļūs pelēka.

Nevajadzīgi bieži lietoti toksiski koksnes konservanti

Daudzu parasto lazūru un gruntskrāsu sastāvā ir koksnes konservanti. Būtībā tā ir inde, kas paredzēta, lai aizsargātu koksni no mikroorganismiem un kukaiņu bojājumiem. To nozīmi nereti pārspīlē, daudz efektīvāka ir koksnes konstruktīvi aizsardzība.

Kokmateriālus, kas ir pakļauti pastāvīgai mitruma ietekmei, tikai ar ķīmikālijām vien nevar daudz ilgāk saglabāt. Reklāmas un pārdevēju solījumi praksē īsti nedarbojas. Pareizi veidotām koka konstrukcijām parasti aizsardzība ar indi vispār nav vajadzīga. Protams, mēdz būt situācijas, kad tas ir ļoti svarīgi, jo citādi, piemēram, ja nav apstrādes pret zilēšanu, koks ātri zaudē vizuālo pievilcību. Bet, ja lieto tumšu lazūru, tad zem tās tumšie traipi nav manāmi un var iztikt bez biocīdiem lazūrā. Tie nav vajadzīgi arī sedzošām krāsām, jo šeit vairs nav redzamas nekādas koksnes krāsas pārmaiņas. Tomēr ir vēl viens iemesls biocīdu lietošanai krāsās un lazūrās, un proti: tā ir paša apdares materiāla aizsardzība pret mikroorganismu “uzbrukumu”. Bet arī šeit efektu bieži vien pārspīlē; ir daudz alternatīvu, kā labu aizsardzību var panākt arī bez biocīdiem. Lazūrās ar biocīdiem esošā inde ietekmē ne tikai koksni, bet arī tuvāko apkārtni. Daudzi pret to izturas nevērīgi, piemēram, interjera apdarē lieto āra lazūras ar biocīdu. No koksnes, kas apstrādāta ar neatbilstošu lazūru, nepārtraukti izdalās biocīdi un piesārņo gaisu iekštelpās, turklāt visbiežāk ar ožu to sajūst nevar. Arī ārpusē biocīdus izskalo lietus, un tādējādi tie piesārņo augsni. Tāpat — atjaunojot šādu pārklājumu, to slīpē, smalkās daļiņas nonāk gaisā, un pastāv risks tās ieelpot, izraisot alerģiju.

Nelabvēlīgi laikapstākļu ietekmē visvairāk

No nelabvēlīgu laikapstākļu ietekmes neaizsargāta koksne, protams, noārdās ātrāk, nekā no nokrišņiem aizsargāta. Gandrīz visu koku sugu konstrukcijas, ja tās nav pietiekami aizsargātas, 10-40 gadu laikā aiziet bojā. Zem jumta, aizsargātas no lietus, tās var kalpot daudzus gadsimtus un koksne kļūs pelēka daudz lēnāk. Horizontālās koksnes virsmas ir daudz vairāk pakļautas laikapstākļu ietekmei nekā vertikāli vai stāvā leņķī iebūvētas. Galvenais iemesls ir tas, ka uz horizontālām virsmām ūdens saglabājas ilgi, tādēļ no tādām vienmēr vajadzētu izvairīties. Pat terasēm vēlams neliels slīpums, parasti to veido aptuveni 2%, un tas nodrošina ātrāku ūdens notecēšanu. Īpaši neaizsargāta ir gala koksne, jo tajā ūdens var iesūkties ļoti dziļi, un koksne ilgi paliek mitra. Tāpēc tā labi jāaizsargā, it īpaši, ja griezuma virsma izvirzīta tieši uz augšu. Ir nopērkami speciāli gala koksnes pārklājumi, bet vislabākais atkal ir konstruktīvā aizsardzība, piemēram, no lokšņu metāla izgatavota “cepurīte”.

Biezu un blīvu apdares segumu — tikai dimensijās stabilām būvdetaļām...

Koksnes ārējo slāņu aizsargāšana pret ūdens iekļūšanu tajos prasa daudz pūļu, jo vienmēr ātri jāreaģē pat uz vismazākajiem virsmas bojājumiem. Tādēļ šādā veidā virsmas parasti “aizzīmogo” tikai dimensijās stabilām detaļām, jo šādos gadījumos nav citas izvēles. Īpašs gadījums ir arī koka soliņi, tos bieži pārklāj ar biezu krāsas slāni, lai virsma būtu gluda un pēc lietus ātri nožūtu.

Dažreiz arī ārpus telpām izmantojamu galdu virsmas pārklāj ar biezu krāsas slāni, lai viegli varētu to noslaucīt un uzturēt tīru virsmu, novēršot netīrumu iespiešanos koksnē. Bet koka fasādes ir tipisks piemērs, kur apdares materiālu labāk uzklāt plānā kārtā un koksnes poras atstāt atvērtas.

Laka bieži vien ir pārāk cieta

Laka ārā “uzvedīsies” līdzīgi kā blīvi pārklājumi ar krāsu, bet atstās redzamu koksnes tekstūru. Ir daudz laku, kas speciāli paredzētas koksnei (piemēram, laka logiem vai laka jahtām), tās ir pietiekami cietas un elastīgas, jo segumam jāuzņem neizbēgamās koksnes deformācijas. Šāda laka nemēdz arī atslāņoties. Bet ir daudz universālu laku lietošanai ārpus telpām, kas faktiski veido pārāk trauslu segumu. Tas saplaisā un veido pārsļveida atslāņojumus. Ārējās vides ietekmē daudzas lakas, un arī krāsas ar laiku kļūst trauslas.

Eļļas krāsas un eļļas lazūra

Izņēmums ir eļļas bāzes krāsas (eļļas krāsas), kas pēdējos gados atklātas it kā no jauna. Dabisko saistvielu krāsu piedāvājums ar katru gadu pieaug. Šie pārklājumi veidoti uz žūstošas augu eļļas pamata, un tie ir tvaikcaurlaidīgi. Eļļas krāsa novecojot neveido pārsļveida atslāņojumus, bet dabiski noārdās. Tas vēlāk būtiski atvieglo seguma atjaunošanu. Eļļa iespiežas daudz dziļāk koksnē, nekā parastās saistvielas, labāk piesaistot segumu un aizsargājot koksni arī tās dziļākajos slāņos. Tomēr darboties ar eļļas krāsu nav tik viegli, īpaši ilgais žūšanas laiks ir izaicinājums, piemēram, krāsojot logus. Arī krāsas kārtas vienmērīga veidošanās ne vienmēr ir optimāla. Nevar noliegt, ka, attīstoties mūsdienu krāsām, radīta tiešām ļoti vienkārša un efektīva krāsošanas metode, bet ne vienmēr — izturība un vienkārša apkope. Šajā ziņā eļļas bāzes krāsa bieži vien ir pārākā, bet tai ir svarīga regulāra uzturēšana, jo eļļas bāzes materiāli noārdās daudz ātrāk nekā pārklājumi ar mūsdienu sintētiskajiem materiāliem. Savukārt pati kopšana ir ļoti vienkārša, reizēm pietiek ar eļļainu lupatu uzklāt mikroskopisku eļļas kārtu.

Eļļas bāzes lazūra ir diezgan līdzīga eļļas krāsai. To galvenokārt izgatavo tie paši dabisko krāsu ražotāji. Ar lazūru ir viegli darboties. Lielākā daļa no lazūru veidiem pamatā ir atšķaidīta un pigmentēta eļļa. Tā iesūcas dziļi koksnē un atšķirībā no eļļas krāsas uz virsmas izveido tikai nelielu kārtiņu, ko ļoti viegli atjaunot, jo laika gaitā neveidojas nekādi atslāņojumi. Ar lazūru apstrādātā virsma paliek gāzu caurlaidīga, bet ūdens tajā neuzsūcas un ātri nožūst.

Lazūra neaizsedz koka oriģinālo krāsu

Izmantojot lazūru, jāatceras, ka krāsas efekts ir atkarīgs arī no pašas koksnes krāsas. Lazūra parasti ir caurspīdīga vai daļēji caurspīdīga, tāpēc, piemēram, pat spilgti dzeltenai okera lazūrai uz pelēkas koksnes šajā ziņā būs maz jēgas. Šādā gadījumā vispirms jāatjauno dabiskā koksnes krāsa vai nu veicot slīpēšanu, vai ķīmiski ar speciāliem balinātājiem.

Lazūras segtspēja

Lazūras segtspēja tiešām ir ļoti atšķirīga. Pastāv vairāki produkti, kas pilnībā nosedz apstrādāto virsmu. Tam ir tehnisks iemesls: jo vairāk lazūra aizklāj koksni, jo mazāka ir UV ietekme uz pārklājuma kalpošanas laiku. Šādus produktus var lietot arī, lai noslēptu dažādus iekrāsojumus koksnē, bet, no otras puses, tie padara neredzamu koka struktūru.

Arī labas lazūras lietošanai nebūs efekta, ja to lietos nepareizi

Jebkura veida krāsa vai lazūra jālieto pareizi, jo no tā atkarīgs, cik ilgi pārklājums kalpos. Parasti lietošanas instrukcija atrodama produkta tehnisko datu lapā; tādai jābūt katram nopirktajam produktam klāt. Darbojoties ar pašreiz ļoti izplatītajiem ūdens bāzes apdares materiāliem, sasaistīšanās ar koksni ir vājais punkts, tāpēc jāpievērš uzmanība lietošanas instrukcijā norādītajām prasībām virsmas sagatavošanā. Šeit bieži pieļauj krāsas nepietiekamas sajaukšanas kļūdu, jo pigments parasti nosēžas trauka apakšā un pirms atkārtotas lietošanas

apdares materiālu nepieciešams kārtīgi saskalot. Ūdens bāzes materiāli ir jutīgi arī pret mikrobu iedarbību un atvērtā veidā tos nedrīkst ilgi uzglabāt. Tāpat tie jāglabā un jāpārvadā, nodrošinot aizsardzību pret aukstumu, jo tie nav salizturīgi. Savukārt apdares materiālus uz šķīdinātāja bāzes var izmantot arī pēc ilgākas uzglabāšanas.

Mazumtirdzniecībā piedāvātie produkti bieži vien ir kompromiss

Koksnes virsmu apstrāde ir samērā dārga, jo vispirms nepieciešama gruntskrāsa, un tikai tad var klāt apdares materiālu. Daudzos gadījumos nepieciešams uzklāt vismaz trīs kārtas. Bet amatieri grib visu paveikt ātri un viegli, tādēļ tirgus reaģē uz šo pieprasījumu un vienmēr piedāvā produktus, ar ko var darīt jebko, un sākotnējais izskats parasti arī ir labs. Daudzi produkti būvniecības tirgū ir optimizēti lietošanas ērtībai, bet nereti tas veikts uz kalpošanas laika rēķina. Tādēļ ieteicams iegādāties specializētajos veikalos koksnes apdares pārklājumu sistēmas, kam kvalitāte apliecināta, balstoties uz daudzu gadu pieredzi. Un pirms lietošanas nepieciešams rūpīgi izpētīt datu lapas un ievērot ražotāja ieteikumus.

Koka eļļas — pēdējo gadu tendence

Ārpus telpām krāsām un lazūrām papildus izmanto arī koka eļļas. Šī tendence pastiprinās tieši pēdējos gados. Parasti ar eļļu apstrādā koka terases un dārza mēbeles, nereti šīs eļļas ir sajauktas ar pigmentiem — gan tāpēc, lai uzlabotu ārējo izskatu, gan arī noturībai pret UV starojumu. Apstrāde ir ļoti līdzīga eļļas bāzes lazūrai. Eļļa tomēr labāk iesūcas un paliek tiešā saskarē ar koksni. Atmosfēras iedarbībā tā diezgan ātri izskalojas, tādēļ, piemēram, terases virsmas apdari ieteicams atjaunot ik gadu. Dārza mēbelēs, kas nav tieši pakļautas laika apstākļiem, eļļa noturas ilgāk un eļļojuma atjaunošana jāveic tikai reizi 3-5 gados. Jebkuru koksni izmantošanai ārpus telpām var aizsargāt ar eļļu. Tā iekļūst dziļi koksne un tur sacietē, vismazākās koksnes poras ir aizpildītas ar sacietējušu eļļu un ūdenim nav, kur iekļūt. Būtībā koksne ir impregnēta. Turklāt arī sacietējot, eļļa paliek elastīga, un šo aizsardzību neietekmē koksnes neizbēgamā deformācija. Par tad, ja UV starojuma ietekmē virsējais slānis eļļa noārdījusies, dziļākajos slāņos impregnējums saglabājas. Eļļa parasti iesūcas 0,5-4 mm dziļi.

Pakļauts tiešai laikapstākļu ietekmei, arī eļļots koks pamazām kļūst pelēks. Tikai tas notiek nedaudz lēnāk nekā neapstrādātai koksnei; eļļota koksne, ja tā nav pilnībā pasargāta no lietus, kļūst pelēka pēc 6-18 mēnešiem. Ja koksnes virsma ir aizsargāta pret lietu, tā diezgan ilgi saglabā savu dabisko krāsu arī āra apstākļos. Pret UV starojumu tungēļļa ir noturīgāka nekā linsēkļu eļļa. Tādēļ āra apstākļiem paredzētu eļļu sastāvā tungēļļa parasti ir ar lielāku īpatsvaru. Lai nodrošinātu izturību pret atmosfēras iedarbību, bieži sastāvos iekļauj oksidētās eļļas, jo tungēļļa ir samērā dārga. Lētāks risinājums ir linsēkļu pernica, kas daudzos gadījumos nodrošina pietiekamu aizsardzību. Ja apdares materiālā ir izmantots arī pigments, aizsargājošā ietekme palielinās. Pigmentēta eļļa ir daudz noturīgāka pret UV starojumu, un koksnes apdares seguma noārdīšanās notiek daudz lēnāk.

Eļļošana ir ļoti ērts un vienkāršs apdares veids, jo to var atkārtot bez virsmas papildu apstrādes. Dārza mēbelēm var būt pietiekami, ja tās laiku pa laikam pārslauka ar eļļā samērcētu lupatu — būtībā tā ir vienkārša regulāra apkopšana. Pēc eļļošanas koksnei mainās krāsa, gaiša koksne kļūst nedaudz tumšāka un skaidrāk izceļas tās tekstūra. Pelēka novecojusi koksne kļūst tumši pelēka, vai reizēm tumši brūna. Tas notiek tādēļ, ka eļļa samitrina koksni; tādu pašu efektu var novērot, ja koksni samitrina lietus (Domkins, 2017).

Izmantojamie avoti:

1. Biršs, J. (2016). *Kļūdas būvniecībā un iespējamie risinājumi*. Rīga: Jumava.
2. Domkins, A. (2017). *Koks tavās mājās*. Rīga: Jumava.
3. Erns, J. (1996). *Būvkonstrukcijas*. Rīga: Jumava.
4. Hemgrēns, P., & Vanforss, H. (2007). *Būvējam Māju no A līdz Z*. Rīga: Zvaigzne ABC.
5. Ozoliņš, A. (2001). *Koksne kā materiāls*. Latvijas lauksaimniecības konsultāciju un izglītības atbalsta centrs.
6. Šterns, H. (1959). *Namdaru darbi*. Rīga: Latvijas valsts izdevniecība.
7. <https://clt.jpmk.lv/par-clt/>
8. <https://building.lv/raksts/Koksnes-platnes>