PUUINFO

2/2008

Sisukord

2 Õigus, Karl Õiger!

3 Parim Puitehitis 2008 Raul Vaiksoolt

6 Luik

8 Kodumaist puitu väärtustab kodumaine disain

12 Saville Gardeni külastuskeskus

16 Küsnachti kooli raamatukogu

18 Puitpits kaunistab interjööre

22 Üheksakorruseline puitmaja Londonis

26 Puidust tipp-arhitektuur Lahtis

30 Liimpuidu liitmikud

32 Oma trepp oma kätega

35 Armeeritud liimpuidust sild

37 Kergem on kaitsta kui päästa

39 Märjad ja niisked ruumid puitelamus

43 Puitkarkass-seinte tulepüsivusest

47 Balsa – kerge puit peaaegu igaks otstarbeks

Väljaandja: Puuinfo
Viljandi mnt 18a, 11216 Tallinn, tel 656 7643

Ajakirja väljaandmist toetab
Keskkonnainvesteeringute Keskus.

Vastutav väljaandja: Märt Riistop
Toimetaja: Ivo Pilve
Kujundaja: Madis Raidaru
Esikaane foto autor Erik Konze

puuinfo
www.puuinfo.ee

ÕIGUS, KARL ÕIGER!

TEKST: IVO PILVE

Kas pole võimas see Eesti suurim tamm Võrumaal? Kui palju ja mida kõike on see 20 meetri kõrgune ja üle 550 aasta vanune puu näinud, kogenud ja kannatanud! Mida kõike oma 831 cm ümbermõõduga tüvesse tallele pannud! Rääkimata juurtest, mida on korduvalt püütud läbi raiuda. Ometi hoiavad need hiiglast kogu tema laia, üle ilma sirutuva kähara võraga vankumatult püsti. Just nagu inimene, kes on karmist saatusest ja ränkadest katsumustest meeletu tahtejõu ja tööga üle olnud. Tulnud võitjaks ka seal, kus mingitki lootust ei paistnud olevat.

Professor Karl Õiger.

29. oktoobril oli Tallinna Tehnikaülikooli peamaja avarasse auditooriumisse loengule kogunenud tõeliselt akadeemiline kuulajaskond, alates TTÜ rektorist Peep Sürjest ja ehitusteaduskonna dekaanist Roode Liiasest, jätkates paljude tuntud ehitusteadlastega, nende seas akadeemik Valdek Kulbach, õppejõudude, ehitusspetsialistide ja muude elualade inimestega. Lektori koha hõivas ehitusteaduskonna ehitiste projekteerimise instituudi ehitusfüüsika ja arhitektuuri õppetooli erakorraline professor Karl Õiger. Loengu teema: 75 aastat Karl Õigerit Eesti ehitusmaastikul.

Loomulikult ja kahjuks pole võimalik ajakirja toimetaja sissejuhataval leheküljel kirjutada niisugusest mehest nagu Karl Õiger temale väärilist artiklit. Samas pole sellest midagi hullu. Arvatavasti suurem osa Puuinfo lugejaist tunneb juubilari hästi – kes tema kolleegina, kes õpilasena, kes ehitusekspertiiside tellijana, kes lihtsalt Eesti ehituselu tundva inimesena.

Vana-Otepää vallas Kondi talus töölise perekonnas sündinud poisi elu kujunes hirmraskeks. Küüditatud koos emaga 1946. aastal Tjumeni oblastisse, suutis lapseohtu nooruk ometi sealt põgeneda ja aasta pärast tagasi Eestisse jõuda.

Kive jätkus ka Karl Õigeri haridusteele. Oli neid, kes Siberi kraadiga poisile meeleldi kaikaid kodaratesse oleks loopinud. Rääkimata võimalusest õppida Moskvas. Karl aga tungis muudkui edasi, temast sai auväärne tehnikaülikooli õppejõud, ehitusteaduskonna dekaan, tunnustatud ehitusteadlane.

Karl Õiger on oma elu pühendanud ehitusele, alale, kus tuleb teha vastutusrikkaid otsuseid. Ta on neid teinud sadu ja sadu, ning alati on küsijatel, nõudjatel või kahtlejatel tulnud tunnistada: Karl, sul on õigus.

Küsisin professorilt, kas puitehituse arengutasemega võib Eestis rahule jääda. Lühidalt võiks vastuse kokku võtta nii: kui arvestada, et Eesti on poolenisti kaetud metsaga, siis võiks puitu ehituses kasutada palju rohkem, ning toota oma metsast, mitte seda importida. Karl Õiger tõi näiteid Soomest, kust on meil paljuski eeskuju võtta. Näiteks võiks kas või nn puiduajast pikalt rääkida. Õigus. Metsad kasvavad. Ehitame puidust julgemalt koos edasi!

Eramu Loobul,
Eesti Parim Puitehitis 2008

Foto: Erik Konze

PARIM PUITEHITIS 2008

RAUL VAIKSOOLT

TEKST JA PILDID: MÄRT RIISTOP

Raul Vaiksoo maju on Puuinfo puitarhitektuuri võistlusel ikka olnud. Eelmisel aastal jõudis tema projekteeritud eramu Mähel isegi äramärgitute hulka. Sel aastal kandideerisid peaauhinnale Raul Vaiksoo eramu Loobul ja Oliver Alveri tehtud lasteaed Väike Päike Viimsis.

Eesti Parim Puitehitis 2008: eramu Loobul, *arhitekt Raul Vaiksoo*
Eriauhind liimpuidu parima kasutuse eest *(OÜ Peetri Puit)*: Vaida sild, *Ragnar Pabort ja Alar Just (AS Resand)*
Eriauhind höövelpuidu parima kasutuse eest: OÜ Krono Holding parkimismaja Tallinnas (Pärnu mnt 139/2), *Kalju Kisand*
Ära märgitud ja eriauhind parima vineerikasutuse eest *(UPM Kymmene Otepää AS):* lasteaed Väike Päike Viimsis, *arhitekt Oliver Alver*
Ära märgitud: Pokumaa, *arhitekt Tiit Hanson*

Loobu eramu paremus oli napp, kuid kindel. Juba majale hommikuhämaruses lähenedes oli žüriiliikmete (Urmas Elmik, Toomas Aakre, Mart Kalm, Indrek Peterson, Märt Riistop ja Toomas Tammis) reaktsioon ühene: "See on Vaiksoo maja." Eks Vaiksoo stiil erine kolleegide omast üsna selgelt: välisvorm on küll lihtne, ent julgelt eksponeeritud detailid ja mustad, valged või puidukarva toonid jmt loovad lakoonilistest risttahukatest väga erineva ilme. Samuti ei häbene Vaiksoo räästaid ja viilkatust, sest kui need maja toimimist parandavad, siis milleks neid vältida.

Otstarbekat ja loogilist lihtsust on selles majas veelgi. Rõdu kandvaid poste pole peidetud, selle asemel on need pikendatud katuseräästani ja töötavad konstruktsioonis märksa enam kui vaid rõdu kanduritena. Esiküljel rõdu samahästi kui ei ole, kuid fassaadist välja ulatuvad kandepostid on sealgi nii konstruktsiooni- kui kujunduselementideks. Loobu jääb linnadest piisavalt kaugele ja laudkattega viilkatus loob sideme paikkonna ning krundil paikneva vana hoonega. Sisekujunduseski pole üritatud kandekonstruktsiooni varjata: mustad või

Lasteaed Väike Päike

Foto: Märt Riistop

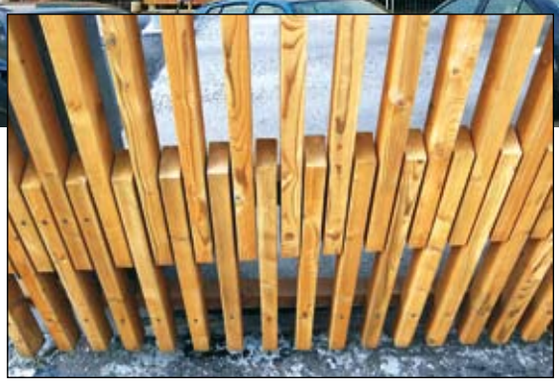
Pokumaa Foto: Erik Konze

värvimata talad on igast küljest nähtavad ja kipsplaadiga katmata.

Lasteaed Väike Päike otsustati lõpuks ära märkida, et tunnustada head üldlahendust. Arhitekt Oliver Alver sai lisaks veel eripreemia vineeri parima kasutamise eest, seda just sisekujunduses.

Esmapilgul tundub vineer olevat ka lasteaia fassaadil, ent seal on tegemist siiski spoonitud plastiga. Seepärast nõudsidki mitmed žüriiliikmed, et vineerikasutuse eriauhinna andmisel tuleb selgelt öelda, et see ei ole seotud fassaadilahendusega.

Vaadates nii mitmeidki eelmiste aastate vineer-



Parkimismaja Tallinnas

Foto: Märt Riistop

Prusside vahele on niiskuse väljakuivamise hõlbustamiseks jäetud lõtkud.

Foto: Märt Riistop

fassaade, tundub, et Oliver Alver on teinud fassaadilahenduses õige valiku: majal on puidune välisilme ja on seda veel aastaid. Pärisvineeriga on töökindlat fassaadilahendust väga raske saavutada.

Lasteaia Väike Päike sisekujunduses on vineeri tõesti palju: valguskastid laes, akende ümbrus, mööbel jpm moodustavad ühtse ja hästi koos toimiva terviku.

Teisena otsustati ära märkida arhitekt Tiit Hansoni kavandatud Pokumaa. Ehkki tegemist oli Edgar Valteri illustratsioonide alusel projekteeritud muinasjutuliste palkmajadega, on üldmulje ootamatult kitšivaba ja lahendus üllatavalt terviklik. Küllap aitavad sellele kaasa hoolikalt lahendatud detailid ja mõned üllatavad käigud. Näiteks oleks vanaaegsust taotlevalt palkmajalt oodanud rookatust, aga siin on hoopis silmi meenutavate katuseakendega laudkatus, mille serv on jäetud lohakat soengut meenutavalt sirgeks lõikamata.

Liimpuidu kasutamise eripreemia said taas insenerid Ragnar Pabort ja Alar Just. Et Vaida sillast ilmus eelmises Puuinfo numbris pikem artikkel, siis siin selle juures pikemalt ei peatuks.

Eriauhind höövelpuidu parima kasutamise eest läks seekord hööveldamata puidule, nii et õigem oleks seda auhinda nimetada parima fassaadilahenduse preemiaks. Arhitekt Kalju Kisand on katnud Tallinnas Pärnu maantee ääres asuva ärihoonete grupi sees paikneva lihtlabase parkimismaja puitprussidest ribistikuga. Tulemus on ootamatu: parkimismaja on muutunud oma keskse asendi vääriliseks, jättes ümbritsevad märksa pretensioonikamad büroo- ja ärihooned mõneti isegi varju.

Selle aasta võistlust kokku võttes võib jällegi nentida õnnestumist, esitatud objektide valik oli üllatavalt mitmekesine, sisaldades peale elamute veel kaht silda, kaht lasteaeda ja kaht vaatetorni.

Vaida sild.

Foto: Erik Konze

LUIK

TEKST JA PILDID: MÄRT RIISTOP

Eesti Kunstiakadeemia arhitektuuriüliõpilaste esimese kursuse kevadsemester kestab peaaegu sügiseni. Iga tudeng peab enne suvevaheaega välja pakkuma idee puidust varjualuse ehitamiseks, kavandite hulgast valitakse üks, mis augustis ka valmis ehitatakse.

Töö juhendajateks olid professorid Andres Alver ja Jüri Soolep, Pedaspeal juhendas tudengeid arhitekt Jaan Tiidemann. Tegu oli juba kolmanda õpikojaga, koht ning juhendajad on jäänud samaks.

Võrreldes selle aasta õpikoda eelmistega, peab esmalt märkima, et entusiasmist ja õhinast ei ole tudengitel kunagi puudu tulnud, aga tänavu torkas silma ka nende väga hea organiseerimisvõime. Nagu teatas Jaan Tiidemann, ei ole ta ühelgi varasemal aastal pidanud nii vähe asjade korraldamisse sekkuma kui seekord. Sama ütleksin minagi: materjali tuli juurde viia vaid ühel korral, pisemad probleemid lahendati oma jõududega.

Kuna kursusel on 19 üliõpilast ja neiud nende hulgas tuntavas ülekaalus, olime pisut mures, ega ülesande täitmine neile puht füüsiliselt üle jõu käi. Nagu selgus, oli see mure asjatu – neiud olid tublid. Mõni nende küsimus võis ju algul pisut naljakas tunduda, kuid just see tõendabki taolise õpikoja vajalikkust.

Selle aasta kavanditest valiti välja Larissa Kondi-

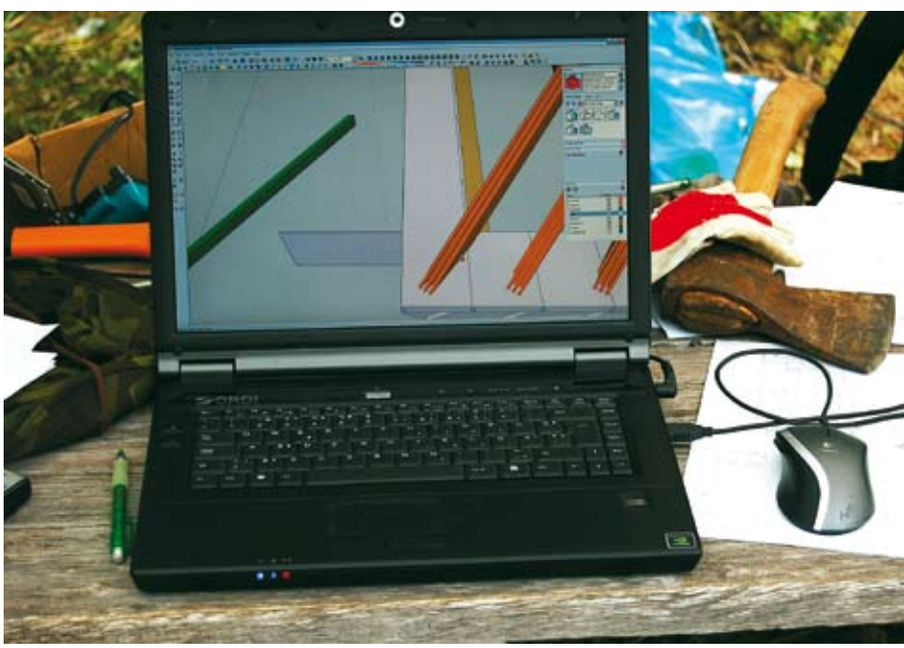
VÕRRELDES SELLE AASTA ÕPIKODA EELMISTEGA, PEAB MÄRKIMA, ET ENTUSIASMIST JA ÕHINAST EI OLE TUDENGITEL KUNAGI PUUDU TULNUD, AGA TÄNAVU TORKAS SILMA KA NENDE VÄGA HEA ORGANISEERIMISVÕIME.

Luige alsevaade.

na töö LUIK (vt ka tagakaanelt). Tegu on taas üsna keeruka vormimänguga, kus täisnurki peaaegu ei esine. Nagu ütles professor Andres Alver juba eelmise aasta vaatetorni kohta: “Las nad siis teevad ja veenduvad, et kaldus pinna peal ei olegi nii mõnus olla.” Luige kaldpinnad otseselt peal kõndimiseks mõeldud ei ole, aga üksjagu keerulise konstruktsiooniga on tegu ikkagi ja insener Alar Justi abi oli selgi korral hädavajalik.

Väike põnevus käib õpikojas ehitatu avamise juurde alati. Konsooli all oleva sümboolse toe eemaldamisel palus Jaan Tiidemann mul hoolega kuulata, kas kostab kuskilt mingit raginat, ja jälgida, kas konsool vajub pisutki. Ei vajunud ega ragisenud, nii et taas kord tekkis tudengitel võimalus veenduda, et puit võib kergele kaalule vaatamata päris suuri koormusi kanda.

SELLE AASTA KAVANDITEST VALITI VÄLJA LARISSA KONDINA TÖÖ LUIK. TEGU ON VORMIMÄNGUGA, KUS TÄISNURKI PEAAEGU EI ESINE.



Tegemist ei ole lavastusega, just niisugune tudengite töölaud välja nägigi.

Puuinfo tänab Keskkonnainvesteeringute Keskust, kes varjualuse ehitamist toetas. Puidu laialdasem kasutamine, milles tulevastel arhitektidel oluline roll täita, mõjutab meie elukeskkonda nii kitsamas kui ka laiemas tähenduses kindlasti paremuse suunas.

KODUMAIST PUITU VÄÄRTUSTAB KODUMAINE DISAIN

TEKST: ELL-MAAJA RANDKÜLA
FOTOD: AKKO WOOD

Puitmööbel on olnud meie inimeste teenistuses läbi sajandite ja on seda tänagi. Vähemalt ökoinimeste kodudes, kelle hulk kasvab praegu kiires tempos – naturaalsus on tõusev trend.

Kui uurida, mida täispuidust mööbli tootjad pakuvad, torkab silma, et valdavalt on tegu nn talupojamööbliga, mis hoiab kinni ammusest välja kujunenud vormidest põhimõttel "nii on ju alati tehtud". Kindlasti on inimesi, keda alalhoidlik stiil rahuldab, kuid kahtlemata leidub neidki, kes eelistaksid midagi kaasaegsemat ja värskemat. Missugused on valikud? Uurisime seda täispuitmööblit tootva firma Akko Wood disainerilt Jaakko Matsalult.

Oma näo leidmiseni on pikk tee

Jaakko Matsalu ütleb, et iga materjal esitab mööblikujundajale teatud tingimused. Nii on ka täispuiduga – sellest kõike teha ei anna: tehnoloogia ja materjal tingivad omad vormilahendused.

Kuid asi pole sedavõrd toormes, kui mõtteviisis ja seatud eesmärkides. Kui sooviks on teha midagi omanäolist, tuleb arvestada, et see sünnib läbi otsingute ja katsetuste. Matsalu toob näiteks Akko arenguloo, mis sai alguse üle kümne aasta tagasi. Nii nagu paljud väikefirmad, alustas ka Akko tagasihoidlikul rendipinnal väikeste tootmismahtudega, kuid ühe erinevusega: kui enamik mööblitootjaid nägi tollal oma võimalust allhankes, siis Akko seadis kohe eesmärgiks tulla välja oma toodetega, mis, mõistagi, seadis ettevõttele suuri nõudmisi ja kohustusi.

Edasi liiguti samm-sammult. Projekt, mis firmale elu sisse puhus, oli lihtne, paindlik ja soodsa hinnaga sari Classic (praegu kannab nime Classic 3). Esimeste hulgas Eestis hakati kasutama värvipeitse, mis andsid mööbliesemetele uue näo. Peatselt tekkisid jäljendajad, kes Akko tooteid ja värvilahendusi üks ühele kopeerisid. See oli signaaliks, et tuleb luua oma bränd ja seda laiemalt tutvustada.

Töösse võeti veel kaks Classic-sarja, mida luues sai firma ettekujutuse disaini olemusest ja võimalustest. Uued tooted haarasid kiiresti juhtpositsiooni, mis lisas ettevõttele kindlustunnet, et uuendustest tõuseb tulu. Oluline oli seegi, et Eesti

HEA VARIANT ISIKUPÄRASE RUUMI KUJUNDAMISEKS ON MOODULMÖÖBEL, NÄITEKS SAAB ECO-SARJA KASTE LADUDA ÜKSTEISE OTSA VÕI KÕRVALE NAGU LEGOT JA KUJUNDADA JUST SELLISE KAPI VÕI RIIULI, NAGU SOOVITAKSE.

firma, kellelt saadi materjal, osutus heaks paindlikuks partneriks, kes tagas püsiva kvaliteedi.

Aeg oli astuda samm edasi ja vastu võtta põhimõtteline otsus – järgida disainis ühtset visuaalselt selget joont, mis on firma identiteedi aluseks.

Avatus ja mängulisus

Akko uuemad sarjad on kantud veendumusest, et täispuit sobib moodsa mööbli valmistamiseks igati. Jaakko Matsalu ideeks on anda mööblile tavapärasest enam avatust ja läbipaistvust ning pakkuda rohkeid kombineerimisvõimalusi. Mis tähendab, et tootja ei määra enam, kuidas mööbliese hakkab kodus välja nägema ja kus paiknema. Hea variant isikupärase ruumi kujundamiseks on moodulmööbel, näiteks Eco-sarja kaste saab laduda üksteise otsa või kõrvale nagu legot ja kujundada just sellise kapi või riiuli, nagu soovitakse. Riiul sarjast Box on aga "kahepoolne": kinnised kastid riiulitel avanevad mõlemalt poolt. See lubab riiuli asetada ükskõik kuhu ja kasutada seda ka ruumieraldajana. Teiste ettevõtete toodetest eristub selgelt ka idamaise hõnguga sari Tong.

Narivoodi lastetuppa. Sari Box.

Mida arvab tarbija? Kuidas kontseptsioon töötab? Matsalu nendib, et arenguruumi jätkub. Kui laias maailmas ringi vaadata, siis näeb, et kombineeritav mööbel, mis laseb olla originaalne ja omanäoline, on väga populaarne. Meie inimestel jääb ilmselgelt puudu otsustusjulgusest. Selle asemel et kaste riiulil omatahtsi paigutada, küsitakse joonist või fotot, et teaks, kus mis peab asuma. Asi on ilmselt selles, et meie inimestel napib kogemusi – varem selliseid võimalusi ei pakutud.

Üks, mis Akko mööblile eksimatult oma näo annab, on väga rikkalik

toonivalik. Matsalu sõnul on peitside loomisse kõvasti panustatud: toone on testitud ja katsetatud koos tootjatega, aga pole peetud paljuks ka ise põnevaid toone kokku segada. Kontrollitakse, mil viisil peits puidu pinnal käitub, missugune on tema kattevõime ja kuidas joonistub välja puidu faktuur. Hetkel on valikus rohkem kui 20 tooni.

Kuidas edasi?

Jõuame jutuga meie mööblitööstuse oleviku ja tuleviku juurde. Välja arvatud suurtootjad, on paljud tegijad nõutud. Allhankeaeg on ümber saanud ning majanduse madalseis tõmbab kokku tellimused. Mida soovitada?

Jaakko Matsalu arvates tuleks end selgelt positsioneerida ja küsida, kes me oleme ja kuhu tahame jõuda. Väikeettevõtete puhul on tähtis leida oma nišš. Teine oluline samm: otsida partneriks disainer, kes oskab arvestada ettevõtte soove, eesmärke ja võimalusi, mõistab probleeme ja loob lahendusi. Sealt edasi algab tootearendus. Valminud ese pole veel protsessi lõpp, vaid uute otsingute ja arengute algus.

Ja mõistagi tuleb endast teada anda. Lisaks messidele pakub selleks häid võimalusi internet, mis ühtaegu toimib müügikanalina. Oma internetipoe avas hiljaaegu ka Akko Wood.

VALMINUD ESE POLE VEEL PROTSESSI LÕPP, VAID UUTE OTSINGUTE JA ARENGUTE ALGUS.

Omanäoline idamaise hõnguga magamistoamööbel sarjast Tong.

JAKOB-BURCKHARDT-HAUS

TEKST JA PILDID: MÄRT RIISTOP

Šveitsis Baseli raudteejaama juures on valminud üks üllatava materjalikasutusega maja. Nii lähemalt kui kaugemalt on ta igati suurlinlik hiiglane, aga ilmselt on vähe neid, kes teavad, et ufolik alumiiniumkest varjab üsna tavalist puitkarkassil välisseina.

Puitkarkassil välisseinte ja raudbetoonist karkassi kombineerimisest on Puuinfos varemgi juttu olnud, seda meetodit on rakendatud ka Eestis, näiteks Esku tänava ridaelamutes Pirita teletorni juures. Seal, tõsi küll, olid vaheseinad Fibost ja ainult vahelaed raudbetoonpaneelidest.

Jakob-Burckhardt-Hausi välisseinas on seest väljapoole:

- viimistluskihiga kaetud 19 mm MDF (keskmise tihedusega puitkiudplaat)
- 15 mm OSB (orienteeritud laastuga puitlaastplaat)
- 60 × 180 mm karkassipostid ja tselluvillast soojustus
- 18 mm puitkiuga kipsplaat
- 40 mm tuulutusvahe
- oksüdeeritud alumiiniumist profiilplaadid

Täpsemalt vaata Holzbulletin 73/2004, Lignum, Zürich.

TA ON IGATI SUURLINLIK HIIGLANE, AGA ILMSELT ON VÄHE NEID, KES TEAVAD, ET UFOLIK ALUMIINIUMKEST VARJAB ÜSNA TAVALIST PUITKARKASSIL VÄLISSEINA.

Oksüdeeritud alumiiniumist fassaadikate

SAVILLE GARDENI KÜLASTUSKESKUS

TEKST JA PILDID: MÄRT RIISTOP

Juunis 2006 avas Edinburghi hertsog kui Windsori Suure Pargi kuninglik pargivaht pidulikult Saville Gardeni külastuskeskuse. Kindlasti ei ole õukonna ülalpidamine saareriigi maksumaksjatele odav lõbu, aga kuninglikes parkides jalutades tekib küll mõte, et äkki see polegi nii halb äri.

Lisaks võimalusele kuningliku pere tegemistele meedia kaudu kaasa elada võib nii maksumaksja kui ka turist tasuta nautida suurejoonelisi parke ja heas korras ehitisi piirkondades, mis mõnes muus omandivormis vaevalt oleksid suutnud sellistena püsida.

Saville Gardeni külastuskeskus on üpris suur puidust võrekoorik, katuse pikkus on 90 meetrit, laius 25 meetrit ja suurim kõrgus 10 meetrit. Külastuskeskuse arhitektuur on loodud büroos Glenn Howells Architects, inseneriarvutused tehti Buro Happoldis.

Richard Harris, Buro Happoldi tehnikadirektor, defineerib võrekoorikut nii: "Koorik on kolmemõõtmeline struktuur, mis suudab kanda koormusi oma sisemise struktuuri tõttu. Kui teha koorikusse augud ja kontsentreerida eemaldatud materjal koorikust jäänud ribadesse, on tulemuseks võrekoorik (1)."

SAVILLE GARDENI KÜLASTUSKESKUS ON ÜPRIS SUUR PUIDUST VÕRKKOORIK, KATUSE PIKKUS ON 90 MEETRIT, LAIUS 25 MEETRIT JA SUURIM KÕRGUS 10 MEETRIT.

R. Harris (2) rõhutab ka seda, et erinevalt kuplist ja teistest regulaarse kujuga pindadest on võrekooriku näol tegu ebakorrapärase ning keerulise kahe kõverusega pinnaga, mis luuakse standardseid komponente kasutades. Võrekooriku ehitamine algab sellest, et puidust lattidest moodustatakse kahekihiline ruudu- või ristkülikukujuliste "silmadega" tasapinnaline võrgustik. Liited lattide ristumiskohtades peavad lubama lattidel üksteise suhtes pöörduda ja mõningatel juhtudel võimaldama ka piiratud ulatuses nihkumist. Selleks sobib näiteks lõtkuga poltliide või selline poltliide, milles ühes latis on silindrilise ava asemel pilu. Pöördumise (ja nihke) võimalus on vajalik seetõttu, et järgmise sammuna tõstetakse võrgustik liitekohtadest eri kõrgusele üles – fotodel 1 ja 2 näha olev keeruline pind oli algselt tasapind.

Liited võrgusilmades ongi üks võrekooriku probleemsemaid konstruktsioonielemente, sest lattides olevad avad ja eriti pilud, kui nende pikkus on märkimisväärne, nõrgestavad latte. Samuti Buro Happoldiga koostöös valminud Downland and Wealdi vabaõhumuuseumis (www.wealddown.co.uk, vt Downland Gridshell), kus võrekoorik moodustab lisaks katusele ka suure osa seintest ja pinna kõverusraadiused on seetõttu väikesed, olid lattidevahelised nihked nii suured, et poltliitest loobuti ja liited lukustati pärast koorikule kuju andmist spetsiaalsete kammitsatega. Avasid lattidesse ei tehtud.

Lisaks liikumistele võrekoorikut moodustavate

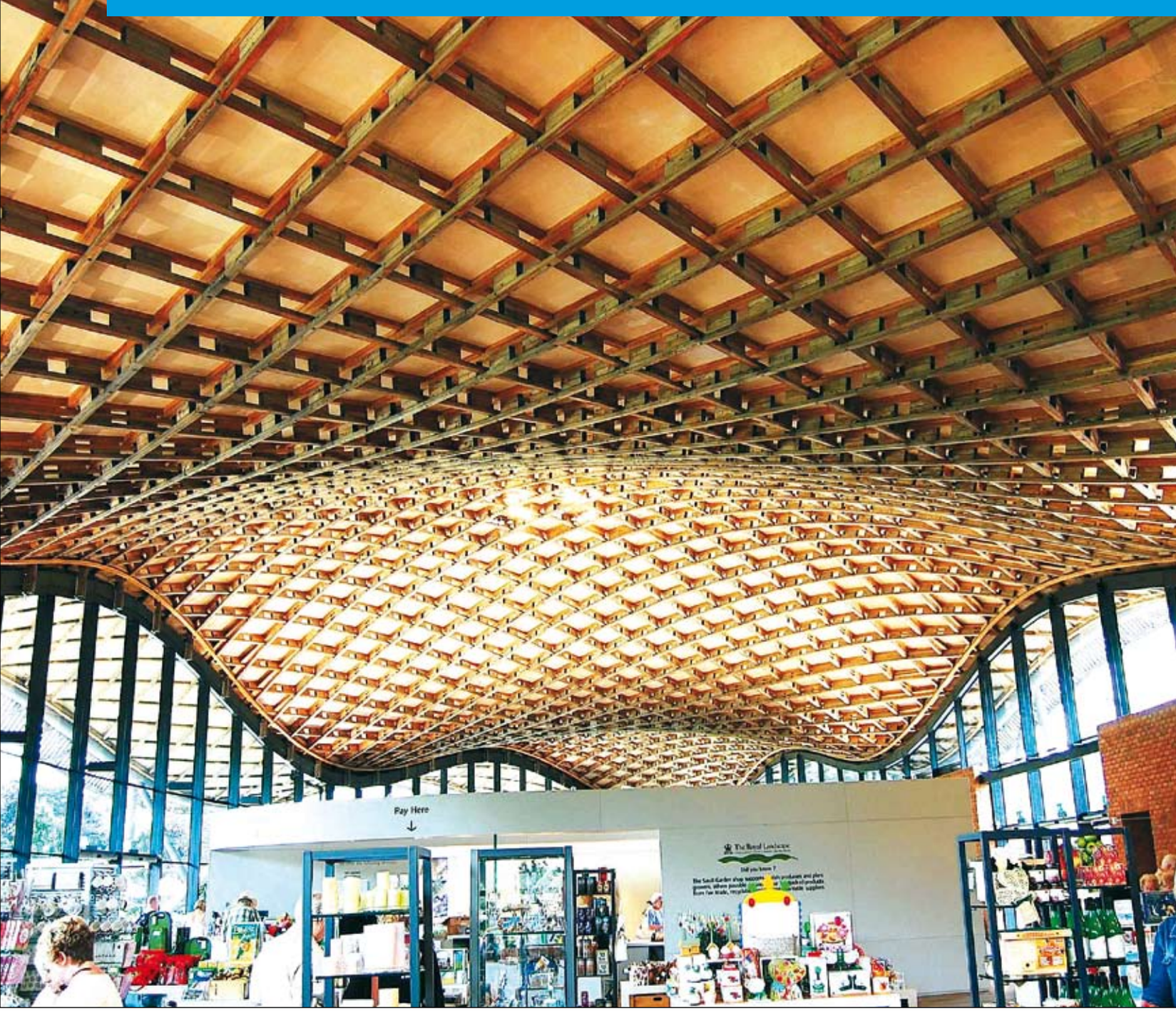


Foto 1. Külastuskeskuse sisevaade

lattide liidetes toimub ka lattide paindumine ja väändumine, pinged on seda suuremad, mida suurem on lattide ristlõige ja mida väiksem on moodustuva pinna kõverusraadius. See asjaolu sunnib kasutama n-ö peene silmaga mitmekihilist võrku ehk suurendama lattide ristlõike asemel nende arvu. Samuti valitakse ebakorrapärase pinna kuju selline, et üheski latis ei tekiks pingeid üle lubatud piiri ja võrekoorik oleks võimeline kandma omakaalu ning tuule-, lume- jm koormusi. Just lisanduvad ebasümmeetrilised koormused sunnivad võrekoorikut täiendavalt jäigastama, sest muidu võib juhtuda, et näiteks katuse kerge sissevajumine ühes punktis põhjustab teises kohas märkimisväärse väljakummumise ja protsess võib lõppeda purunemisega.

Ehkki puidust koorikuid on tehtud juba üsna kaua, peetakse võrekoorikute ehitamisele tõeliseks alusepanijaks Saksa arhitekti Frei Ottot. Tema kavandatud on näiteks Mannheimi botaanikaaia

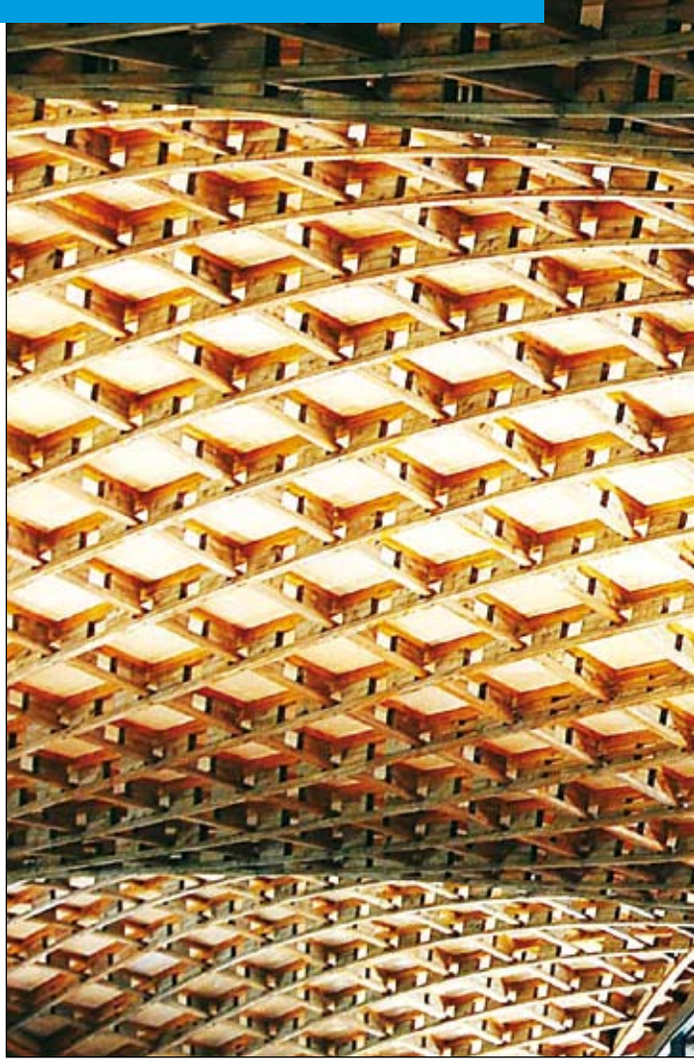
Foto 2. Võrekooriku lähivaade, võrgustiku "silm" on 1 × 1 meetrit.

Foto 3. Katus toetub terastorust vööle ja jalgadele.

Foto 4. Kergtala, tõmbe- ja survevöö on teineteisest eemal ja ühendatud OSB-st plaadiga. Võrdle fotoga 2: neljakihilise kooriku alumised kaks kihti on ülemistest distantsklotside abil eemale viidud.
FOTO: METSÄLIITTO COOPERATIVE

ajutisena mõeldud hoone, mis valmis 1976. aastal ja mis seisab tänaseni. Selle hoone võrekooriku kõrgus ulatub 80 meetrini ja võrk koosneb neljast kihist 50 × 50 mm ristlõikega lattidest. Võrgu "silm" on 500 × 500 mm ja see sai valitud õige lihtsalt: Frei Otto arvas, et selline võrk on piisavalt tihe, et tööliised sellest läbi ei kukuks. Võrgu jäigastamiseks kasutati võrgusilmade diagonaalidesse pingutatud terastrosse. Saville Gardeni külastuskeskuses on neljakihilise võrgustiku jäigastamiseks kasutatud selle peale kinnitatud vineeri.

Mannhaimi botaanikaaia võrekooriku kui Saville Gardeni külastuskeskuse ühe tähtsaima eelkäija mainimine käesolevas artiklis on oluline ka seepärast, et just selle ehitisega seotud probleemide lahendamisel kerkis esile Edmund (Ted) Happold. Mõni aasta pärast Mannheimi botaanikaaia võrekooriku valmimist lahkus Frei Otto Ove Arupi büroost ja asutas Buro Happoldi, mis nüüdseks on kasvanud üheks suurimaks puitehitiste projekteerijaks maailmas. Muidugi projekteerivad nad palju muudki. Võrekoorikutest võiks veel välja tuua näiteks Shigeru Bani kavandatud Jaapani paviljoni Hannoveri maailmanäitusel 2000. aastal. Selle



KATUSEKOORIK EI SAANUD SELLINE, NAGU TA ON, SEETÕTTU, ET NII ON ILUS, VAID ET SELLISENA TOIMIB HOONE STRUKTUURSELT JA RUUMILISELT KÕIGE PAREMINI.

paviljoni võrekoorikus ei kasutatud muide puitu, vaid puidupõhist materjali, papist torusid.

Saville Gardeni neljakihilise võrekooriku lattide liited ja kooriku kokkupanek on lahendatud väga huvitavalt – selles on liidetud võrekoorikuga kergtala põhimõtted. Lähivaatest fotol 2 näeb, et poltliited on ainult alumiste lattide vahel. Algul koostatigi ainult kahekihiline tasapinnaline võrgustik ja siis tõsteti liitekohti nii, et moodustuks soovitud kujuga pind. Et koorik jäeti toetuma tungraudadele, suutis ta ka kahekihilisena ja ilma jäigastava vineerita võtta vastu piisavalt koormust, et tagada koorikul toimetavate tööliste ohutus.

Kui koorikule oli kuju antud, lukustati poltliited ja kruviti lattide külge kahekordsed nihkepingeid vastu võtvad ja latte üksteisest vajalikul kaugusel hoidvad klotsid ning nende külge omakorda ülemised kaks latti. Et soovitud kuju oli koorikul

Foto 5. Klaasfassaadi liitumine katusega.

juba olemas, tuli latid kinnitamise käigus lihtsalt paika painutada ja nendevahelised liited võis teha jäikadena. Selleks, et tekiks vineeri kinnitamiseks sobiv ühtlane pind, kruviti ülemise latikihi lattide vahele veel sobiva pikkusega latijupid. Lattideks kasutati euroopa lehist, mille ristlõige on vaid 80 × 50 millimeetrit.

Kogu ehituseks tarvilik puit, kaasa arvatud katuse väliskatte tamm, varuti kohapealt, Windsori pargi metsadest. Valiti välja sobivad puud, langetati ja saeti vajalikku mõõtu. Pärast kuivatamist toimus hoolikas sorteerimine ja defektide väljalõikamine. Järkamisel saadud jupid liimiti sõrmtapiga 6 meetri pikkusteks lattideks ja materjal sorteeriti kahte kvaliteediklassi: parem kandvateks lattideks, veidi kehvem distantsklotsideks ja kooriku pinnal tekkinud vahede täitmiseks.

Kuna külastuskeskusel on mõlemas küljes suured ukseavad, võeti kasutusele katusekonstruktsiooni ümbritsev terastorust vöö. Vöö külge kinnitati poltidega spoonliimpuidust "sõrmed" ja nendele koorikut moodustavad lehiselatid. Lattide kinnituspolte on näha fotol 5, kuid spoonliimpuit jääb valdavalt koorikut katva vineeri varju.

LIGI 2500 RUUTMEETRISELE KATUSELE KULUS 20 KILOMEETRIT LEHISELATTI, AGA SELLE KAALUKS KUJUNES VAID 30 TONNI.

Kooriku moodustamiseks läks vaja kuni 50 meetri pikkuseid latte, need liimiti kaldliitega kohapeal, ehitusplatsile püstitatud telgis. Kaldliite kalle valiti 1:7, et liite pindala oleks sama mis sõrmtapi summaarne pindala. Kokku kulus 20 kilomeetrit lehiselatti. Katusekonstruktsiooni kaaluks kujunes 30 tonni, mis nii suure katuse puhul on väga väike.

Pärast katuse katmist vineeriga kinnitati sellele roovitise abil 160 mm soojustus, mis kaeti alumiiniumist katusesüsteemiga. Kõige peale pandi tammelaudis, et hoone paremini ümbrusesse sulaks. Eeldati, et töötlemata tammepuit võtab suhteliselt kiiresti hõbedaselt hallika tooni ja nagu artikli avafotolt näha, on see lootus täitunud.

Hoone üks arhitektidest Howells selgitab, et ehitise lõplik kuju kasvas välja koostööst ehitajate, inseneride ja puuseppadega. Katusekoorik ei saanud selline, nagu ta on, seetõttu, et nii on ilus, vaid et sellisena toimib hoone struktuurselt ja ruumiliselt kõige paremini. Puulehe kujugi on tingitud tema funktsioonist, mitte esteetikast.

Kirjandus:

1. R. Harris, J. Roynon The Savill Garden Gridshell Design and Construction. Proceedings of the 10th World Conference on Timber Engineering, WCTE 2008.
2. R. Harris, M. Dickson, O. Kelly, J. Roynon. The Use Of Timber Gridshells For Long Span Structures. Proceedings of the 8th World Conference on Timber Engineering, WCTE 2004.

KÜSNACHTI KOOLI RAAMATUKOGU

TEKST JA PILDID: MÄRT RIISTOP

Zürichi lähedal Küsnachti väikelinnas jäi kool kitsaks ja kantoni ehitusdirektsioon otsustas koolihoonet täiendada võimla ja raamatukoguga. Viimast nimetatakse seal pisut kõlavamalt, nimelt medioteegiks, mis küllap on tingitud õppekavas olevatest lisaainetest. Juhukülastaja jaoks on tegu ikkagi raamatukoguga ja nii on ka meil selgem, millest jutt.

Arhitektuurses mõttes on kooli ümbrus paras segapuder: keskaegse Küsnachti kiriku ja uue raamatukogu vahele jääb uuemapoolne ja üsna ilmetu koolihoone, läheduses on nii päris vanu hooneid kui ka ebamäärases eas kortermaju.

Seepärast olid arhitektidel (Betrix& Consolascio, Erlenbach) käed üpris vabad. Vanemale osale ümbritsevast arhitektuurist vihjab vaid hoone materjal, puit, kuid seegi suhteliselt uuel kujul, nimelt spoonliimpuiduna. Välisilmelt on uus raamatukogu küllalt tagasihoidlik, seda ka laudvooderdise hallika tooni tõttu. Sisemus on see-eest pilkupüüdev: kõikjal domineerivad suured puit- ja klaaspinnad.

Suurtele akendele vaatamata õnnestus majale saada kantoni poolt tellitavatele ehitistele kohustuslik Minenergie märgis, sest valitud klaaspaketid on väga madala soojusjuhtivusega, tselluvillast soojustus on paks ja hoone ventilatsioonisüsteemis kasutatakse väljapuhutavast õhust soojuse kättesaamiseks efektiivset soojusvahetit.

VÄLISILMELT ON RAAMATUKOGU KÜLLALT TAGASIHOIDLIK, SEDA KA LAUDVOODERDISE HALLIKA TOONI TÕTTU. SISEMUS ON SEE-EEST PILKUPÜÜDEV.

Betrix&Condolascio arhitektid pole esimesed, kel on tekkinud mõte kasutada mööblit hoone kandekonstruktsiooni osana – meenub kas või Shigeru Bani mööblimaja (Furniture House 1, Japan) –,

Foto 1. Küsnachti kooli raamatukogu.

mise oht otseses päikesevalguses suhteliselt väike). Kuigi riiuleid on palju, ei muuda nad raamatutega täidetuna ruumi pimedaks. Näiteks foto 2 on tehtud selle aasta juunis, mis oli Šveitsis sama pilvine ja hämaravõitu nagu Eestis. Talvel, kui päike käib madalamalt, on riiulite varjutav mõju väiksem ja ruumi pääseb suhteliselt rohkem päikesevalgust ja soojuskiirgust.

Fassaadil on tõenäoliselt kolmekihilised selektiivkilega klaaspaketid, mis isegi suurema osa talvest on positiivse energiabilansiga, st aknast sissetulev soojushulk on suurem kui väljakiirguv.

Foto 2. Raamatukogu sisevaade rõdule viiva trepi ülemiselt astmelt.

Fassaadist väljaulatuv konsoolne rõdu ja hoonesse sisseehitatud, osa hoonet kahekordseks muutev rõdu moodustavad ringrõdu ümber kõrge ja avara keskosa. Raamatukogu otsaseinad on praktiliselt akendeta.

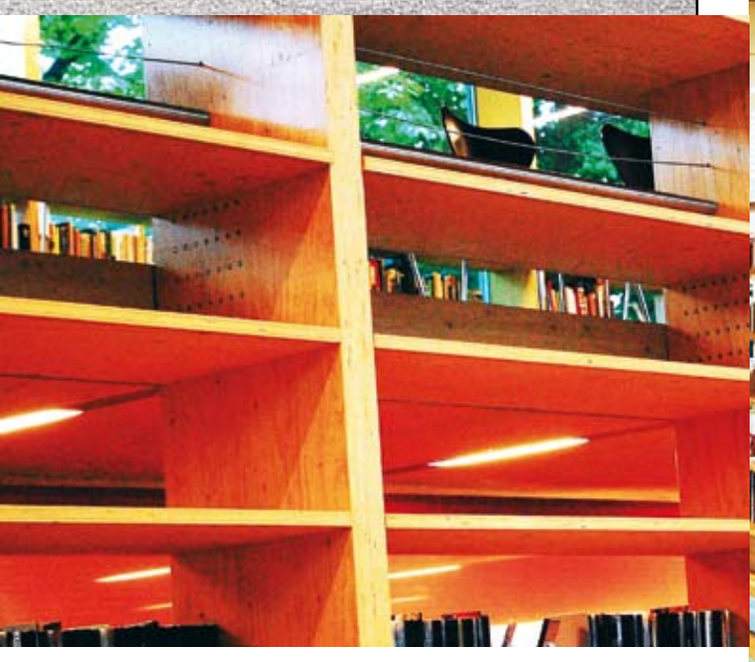


Foto 3. Vahelaepaneelid on kinnitatud raamaturiiulite külge sissefreesitud terasplaatide abil. Nii riiulid kui postid on spoonliimpuidust.

kuid asjaolu, et tegu pole elamu, vaid raamatukoguga, on andnud arhitektidele lisavõimalusi.

Kesk-Euroopas on madala energiatarbega majades sagedaseks probleemiks suvise jahutamise energiakulu, eriti kui tegu on suurte klaaspindadega. Kuna siin on raamaturiiuleid kasutatud hoone kandekonstruktsioonina ja need on paigutatud ka klaasfassaadide taha, hajutavad nad suvel küllalt suure hulga majja tungivast päikesekiirgusest (tänu puidu madalale soojusjuhtivusele on riiulite ülekuumene-

PUITPITS KAUNISTAB INTERJÖÖRE

TEKST: ELL-MAAJA RANDKÜLA
FOTOD: VELVET

Kuidas nimetada puitpindade uudset dekoreerimisviisi, mida on kasutatud mitme Tallinnasse kerkinud ühiskondliku hoone sisekujunduses? Keelele kerkib sõna “puitpits”, mis, tõsi küll, seostub esmajoones vanu puitmaju kaunistavate nikerdustega. Ilmselt sobiks paremini “moodne puitpits”, sest pitsilised pinnad on loodud kõrgtehnoloogia kaasabil. Teeme siin juttu kahest objektist, mis uusi võimalusi kõige ilmekamalt demonstreerivad. Need on Tallinna sünagoog ja Tallinna Inglise kolledži spordihoone, mõlema taga on büroo KOKO arhitektid ja sisekujundajad.

Suurejooneline sünagoog

See, et Tallinnasse kerkis 2007. aastal uus sakraalehitis, oli juudi kogukonnas oluline sündmus – pärast rohkem kui 60 aastast vaheaega olid nad saanud endale taas traditsioonidele vastava pühakoja. Kuid uusehitis kujunes ka arhitektuurisündmuseks: arhitektide Lembit-Kaur Stööri ja Tõnis Kimmeli ning sisearhitektide Liis Lindvere ja Raili Palingu looming pälvis kõrge hinnangu – kultuurkapitali arhitektuuri sihtkapitali aastapreemia.

Sakraalehitise projekteerimine on tegijatele suureks väljakutseks. Vormid-detailid, mis ühe või teise usundi sõnumit edastavad, on kolmandast kultuuriruumist tulnutele võõrad, mis tähendab, et tuleb põhjalikult süüvida ajalukku, kombestikku ja sümboolikasse. Kui paljud meist näiteks teavad, et juudi usk välistab inimese kujutamise pühakojas? Lubatud on vähesed motiivid: lilled, puuviljad ja juuda lõvi – see tõmbas sisekujundajate valikuvõimalused üsna kasinaks. Ideid otsides jõudsid Liis Lindvere ja Raili Paling granaatõunapuuni, mis sümboliseerib juutide ühtekuuluvust ja samas on graafiliselt efektne. Ornamentika töötas välja KOKO graafiline disainer Martin Lazarev.

Võib öelda, et granaatõunapuust on saanud Tallinna sünagoogi sümbol. Intarsiatehnikas teostatuna võtab see tulijad vastu juba pühakoja välisuksel, sama motiivi näeb küll tervikuna, küll detailidena rohkesti ka siseruumides. Kauneima osa moodustab pitsiline mahagonist galeriikäik, mis mõjub oma suurejoonelisuses uhkelt ja ülevalt. Sisekujundajate sõnul tekkis neil idee teha saali ümber vahesein, mis oleks läbipaistev, aga samas piisavalt tihe, et galeriikäigus kõndijad ei häiriks tegevust saalis. Kaaluti erinevaid variante ja lõpuks jäädi spoonitud paneelide juurde. Punakaspruun puitpind loob kõrges valge laega ruumis tasakaalu ja lisab soliidsust ning väärikust.

Lisaks galeriikäigu mahagonseinale leidub puitu süvistatud graafilisi motiive saalis mujalgi, näiteks “kõnepuldi” – *bima* – külgedel ja restorani laepaneelidel.

Kõnepulti ilmestab taimemotiividega muster.

Galeriikäiku ümber saali kaunistavad mahagonist paneelidesse süvistatud granaatõunapuu motiivid.

INVENTAR

Omanäoline spordihoone

Tundub, et kõik, millele KOKO arhitektid käed külge panevad, muutub otsekohe jutuaineks. Mõnikord koguni tuliste vaidluste objektiks, mis ei haara üksnes erialainimesi, vaid märksa laiemaid rahvahulki. Paar aastat tagasi, kui Tallinnas Pärnu maanteel Vabaduse väljaku külje all hakkas ilmet võtma veidratele, puuoksi meenutavatele postidele toetuv ehitis, olid hoiakud eriti radikaalsed: tipptase, vaimustusid ühed, õudusunenägu, väitsid teised. Tänaseks on kired vaibunud ja isegi kõige paadunumad konservatiivid tunnistavad, et arhitektide Margus Maiste ja Lembit-Kaur Stööri looming pigem rikastab kui risustab linnapilti.

Inglise kolledži spordihoone sisekujundus on sama kordumatu. Sisearhitektide Liis Lindvere, Raili Palingu ja Liisi Murula ülesanne polnud aga kergete killast: kooliujula pole spaa ega koolivõimla eliitspordiklubi, mis võivad uhkeldada luksuslike materjalidega – eelarve on teistsugune. Ometi ei võta siin külastajat vastu ilmetu tüüpinterjöör, vaid elavad omanäolised ruumid. Põhimaterjalid on lihtsad: koolikeskkonda sobivad vineer, kasepuit ja klaas, kuid need ei mõju igavalt ega odavalt.

Pindu kaunistab muster, mis seob sisekujunduse tervikuks. Kord suurema, kord väiksemana, kord vineeril, kord trükitud klaasile kordub see kogu majas (motiivide autor on KOKO graafiline disainer Martin Lazarev). Eriti efektne näeb välja basseiniruum, kus üksluise lameda plaadistuse asemel püüab pilku mustriline vineersein. Et vineer niiskes keskkonnas vastu peaks, on see töödeldud spetsiaalse immutusvahendiga.

Kõik ei läinud siiski päris plaanipäraselt. Algul mõeldi kaunistada siseuksed nii, et muster oleks välja lõigatud vineeri pealmisest kihist, kuid see ei realiseerunud: alumiste kihtide kvaliteet jättis soovida ja tulemus ei jäänud korrektne. Pärast mitmeid katsetusi otsustati sellest ideest loobuda ja kanda muster ustele joonena. Igati õnnestunud on aga lahendus, mida kasutati riietusruumide kapiustel: vineeri sisse süvistati numbrid ja et alumisi kihte varjata, kaeti need sobivas toonis pleksiklaasiga.

Töö teeb tark masin

Mustrid lõigati cnc-freesiga, millel on kaasas väike arvuti, mis loeb dvg-vormingus arvutifaile, mille järgi frees teeb oma töö. Tehnoloogia on väga täpne. Näiteks tuli sünagoogi paneele paksuse tõttu lõigata kolm korda, kuid mingeid ebatäpsusi sellega ei kaasnenud. Tehnoloogiast tingituna tuli mustrit pisut kohendada ja täpsustada, et ei tekiks ühtegi elementi, mis mustrist välja kukub. Tehti ka üks proovipaneel, mis kinnitas, et tehnoloogia “töötab”.

Kuid mis kaunis, see kallis. Selle töö hind on kõrge, mis, mõistagi, tehnoloogia kasutamist piirab. Märkimisväärne on ka ajakulu: masin lõikas üht sünagoogi paneeli 27 tundi.

Töö teostas Kolle Interior, tänaseks tegevuse lõpetanud ettevõte. Selle asemel tegutseb firma Evo furniturre+design, kes on üle võtnud kogu masinapargi, sealhulgas ka “pitsimasina”.

Perforeeritud vineersein mõjub originaalselt ja põnevalt.

Ühte ja sama mustrit on kasutatud mitmes paigas ja mitmel moel.

ÜHEKSAKORRUSELINE PUITMAJA LONDONIS

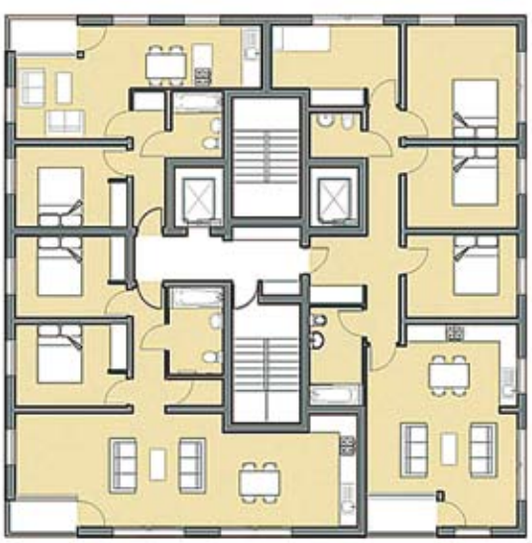
TEKST: ALAR JUST

Puidust mitmekorruseliste hoonete ehitamise vastu räägib tavateadvuses hulk argumente – neist eelkõige tuli, kestvus ja kuivamisdeformatsioonid. Ristkihtpuitplaatidest süsteem saab hakkama kõigi nende probleemidega, olles arvestatav konstruktsioonimaterjal keskmise kõrgusega hoonete ehituseks. Käesolev artikkel kirjeldab projekteerimise käigus tehtud otsuseid ja valikuid üheksakorruselise elumaja valmimisel Londonis. Hoone ongi ehitatud ristkihtpuitplaatidest.

Aadress: Murray Grove, London
Tellija: Telford Homes
Maksumus: 3 000 000 naelsterlingit

Arhitektid: Waugh Thistleton: Sophie Goldhill, Chris Gray, Kirsten Haggart, Andrew Waugh
Konstruktorid: Megan Yates, Matthew Linegar, Bruno Dujič

Allikad:
1. Andrew Waugh ettekanne Puupäeval Helsingis, 21.10.08.
2. Megan Yates, Matt Linegar, Bruno Dujič. Design of an 8 storey Residential Tower from KLH Cross Laminated Solid Timber Panels. Proceedings of the 10th World Congress on Timber Engineering, Miyazaki, Japan, 2008.



Joonis 1. Korruse plaan

Joonis: Waugh Thistleton Architects

Ehitusplats
1. aprillil 2008

Ehitusplats
12. mail 2008

Fotod: Waugh Thistleton Architects

9. oktoober 2008, pooleli on vaid mõned sisetööd.

Foto: Erik Konze

Tegu on hoonega, mis pretsedendina peaks julgustama mitmekorruseliste puitmajade projekteerimist nii Ühendkuningriigis kui kogu Euroopas.

Kuna taoline ehitis on täiesti uudne, viisid Londoni Waugh Thistletoni büroo arhitektid enne läbi keskkonnanõuetest tuleneva uuringu ristkihtpuidu (edaspidi RKP) kasutamise võimalikkusest. Seejärel koostati lõplik projekt. Tänaseks on hoone peaaegu valmis.

Maja keskosas paiknevad RKP-st liftišahtid ja trepid, betoonist on ainult soklikorrus. Ehitise arhitekt Andrew Waugh (Waugh Thistleton Architects) rõhutab, et tegu on teadliku valikuga. Tema arvates tekiksid sellises olukorras betoonist liftišahti ja RKP liidetes väga suured pinged, sest kogu koormus püütaks üle kanda liftišahtile. Valmistades kogu konstruktsiooni RKP-st, saab koormusi jaotada märksa ühtlasemalt (vt joonis 1). Korterid on majas paigutatud kärjekujuliselt ümber hoone keskosa ja eri korrustel on need kärjed üksteise suhtes pööratud. Tänu sellele vabanes arhitekt fassaadi kordamisest.

Hoone põhiline konstruktsioonimaterjal on valmistatud puitribidest, mis on ristiasetsevate kihtidena surve all kokku liimitud (vt joonis 2). Tulemuseks on toode, millel on hea jäikus paindetasandis ning mis võib kanda kahes suunas. Paneelide tootja on Austria firma KLH.

Konstruktsioonide moodustamiseks ühendatakse paneelid tavaliselt ühtlase sammuga mehaaniliste kinnitusvahenditega. See väldib kontsentreeritud koormuste tekkimist, mis omakorda võiks viia mõne üksiku kinnituse ülekoormamiseni ning konstruktsiooni purunemiseni.

RKP-plaadid moodustavad hoones kärjelaadse konstruktsiooni, sealhulgas ka trepikoda ning liftišaht.

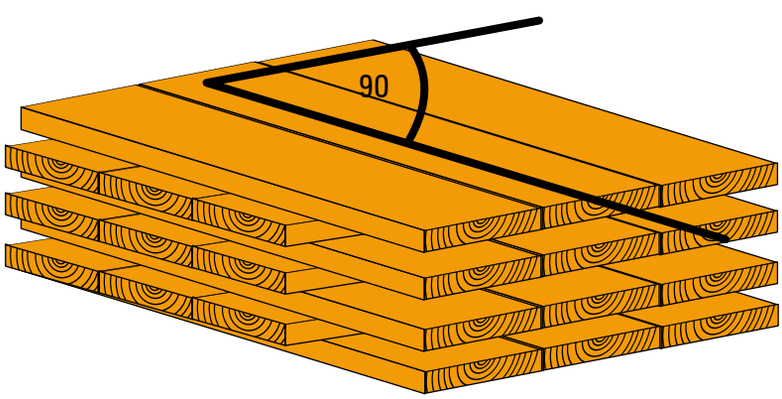
Hackney läbini puidust ehitatud elamu on omasuguste seas kõige kõrgem maailmas.

Algselt oli see kavandatud monoliitse raudbetoonehitisena, mis on niisuguste ehitiste puhul Ühendkuningriigis tavaline. Ehitusajaks oli planeeritud 66 nädalat.

Ristkihtpuit pakuti välja kui ökonoomne alternatiiv raudbetoonkarkassile. Säästlikkus saavutati ehituse kiiruse ning selle kaudu, et konstruktsioonid on ühtlasi ka arhitektuursed elemendid. Monoliitbetoonist ehitis oleks vajanud statsionaarset tornkraanat ja see omakorda vundamenti ning tänavaliikluse sulgemist, sest krunt majade vahel on väga väike. RKP-plaate toodi veoautoga Austriast üks kord nädalas ja tõsteti otse autolt paika selleks päevaks kohale tellitud mobiilse roomikkraanaga.

Austrias tehases valmistatud paneelide mõõtmete hälve oli ainult ±3 mm. A. Waugh (1) on seda täpsust ja puidu kerget töödeldavust kommenteerinud järgmiselt: “Minu ehituspraktikas oli see esmakordne, et fassaadiplaadid sai kinnitada ilma tasanduskihtideta. Samuti õnnestus ventilatsiooniprojekti vead kõrvaldada sisuliselt mõne tunniga: torude avad lihtsalt saeti tikksaega pisut suuremaks.”

Tegelik ehitusaeg oli 49 nädalat, mis tähendas 17 nädalat kokkuhoidu. Ehkki puitkonstruktsioon on monoliitbetoonist pisut kallim, teevad lühem ehitusaeg ja muud eespool mainitud eelised puitmaja odavamaks. Lisaks sellele sai vähendada platsil tootmist, mille kvaliteet on kindlasti halvem kui tehases.



Joonis 2. Ristkihtpuit

Konstruktiivne skeem

Hoone välisseinad töötavad tuulekoormuse vastuvõtmisel plaatidena, millele on toeks vahelaeplaadid. Need kannavad horisontaalkoormused edasi risti asetsevatele välis- ja siseseintele. Seinad on ankurdatud esimese korruse raudbetoonpõranda külge, mis kannab koormuse üle vundamendile.

Vastavalt Eurokoodeksile 5 tuleb kontrollida ka sõlmede nihkumist seina tasandis, nn tasandnihet. Kirjeldatava hoone puhul on see tänu seinte suurele arvule ebaoluline: tasandnihe jaotub nii paljude seinte peale, et selle suurus on tühine.

Projekteerija rakendas hoone projekteerimisel nn piisava ebaolulisuse põhimõtet, st et eemaldades ükskõik millise üksiku seina, ei varise vahelagi ja sein sellest üleval pool. See on saavutatud lahendusega, kus põhilised vahelaepaneelid on toetatud vähemalt kolmele seinale või on arvestatud osaliselt töötama konsoolina.

Avariiolukorras hakkavad seinapaneelid tööle kõrgete taladena ning põrandapaneelid lisaks põhisuunale ka ristsuunas.

Paneelide ühendussõlmede lihtsus väärib eraldi esile tõstmist. Paneelide sidumiseks/kinnihoidmiseks otsustati kasutada standardseid nn riiulikaupu – kronsteine ja plaate. Vahelaepaneelid on kinnitatud ka allolevate seinapaneelide külge.

Sellise lähenemise tulemusena läks puitelementide ühendamiseks tarvis ainult kaht tüüpi kronsteine ja plaate ning kaht tüüpi kruve.

Raudbetooni külge kinnitamiseks kasutati kronsteine, mis on mõeldud pikijõudude vastuvõtmiseks, kuid antud rakenduses võtavad vastu ainult horisontaalseid nihkejõude. Kohtades, kus horisontaaljõud on suured, näiteks tuule mõjust, on kasutatud topeltkinnitust. Selline lihtne liidete kontseptsioon minimeeris muuhulgas vigade arvu platsil ning lihtsustas ehitusjärelevalvet.

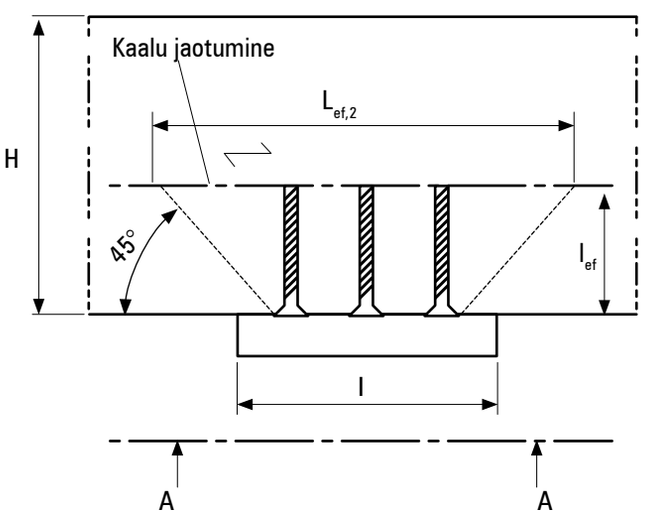
Sõlmede lahendused on väga lihtsad.

Suur ristlamellplaatide tasapinnaline jäikus ja nende võime kanda rohkem kui ühes suunas vähendab ebaühtlase varisemise riski, mis võib eksisteerida traditsiooniliste puithoonete puhul.

Kui korterid eri korrustel oleks planeeritud ühesugused, oleks saanud kõik põrandapaneelid projekteerida kaheavalistena, kuid see oleks kärpinud huvi RKP-plaatide kasutamise vastu tulevikus.

Kahjuks läks algselt kavandatud puhta kärje lahendus kaduma, sest korterite planeeringu puhul peeti silmas asukate erinevaid huve ja moodsat nõuet elada suures avatud ruumis.

Kuna seinapaneelid toetuvad vahelaepaneelidele ja need omakorda seinapaneelidele ning tänu seinte erinevale asetusele eri korrustel, on mõnedes põrandapaneelides ristikiudu survepinged lähedased arvutustugevusele. Et suurendada lokaalset kandevõimet, on ristlamellplaadid tugevdatud kruvidega (vt. joonis 3).



Joonis 3
Koormuse jaotumine

Deformatsioonid

Ristlamellide kasutamise ja sellega seotud tootmisprotsessiga minimeeritakse ka kuivamis-kahanemisdeformatsioone. Kõrgetes puithoonetes on väga tähtis arvestada roomamisest ja niiskusest tingitud deformatsioone.

Kõnealuses hoones töötavad kõik siseseinad kandeseintena, et koormusi ühtlaselt jaotada ning vältida koondatud koormusi. Survepinged seintes jäävad lubatu piiridesse, seega on roomamisest tekkinud deformatsioonid tühised. Üldiselt on hoone projekteeritud selliselt, et hoida survepinged alla 50% lubatud pingetest. Vooder, katted, torustik jms on lahendatud roome ning muude liikumistega arvestavalt.

Ristkihtlahendus tähendab ka seda, et kuivamise seina tasandis võtab vastu liimvuuk ning selle mõju on tühine. Siiski tuleb vältida niiskussisalduse kõikumist. Ekstreemjuhtudel välistingimustes võib see viia puidu lõhenemiseni.

Maksimaalne niiskussisaldus ehituse ajal oli 14…16%. Minimaalne niiskussisaldus kasutuses on 8…10%.

Transpordil tuli elemente kaitsta niiskussisalduse suurenemise eest.

Tavalised ühendused sõlmedes tagavad piisava paisumisvuugi temperatuurimuutuste kompenseerimiseks.

Tulepüsivus

Euroopa riikide ehituseeskirjad ütlevad, et hoonete südamikud peavad olema mittepõlevast materjalist. Seetõttu on kõik kõrged puithooned raudbetoontuumaga. Ehkki see annab projekteerijale täiendava turvatunde, läheb see põhimõte vastuollu RKP-plaadist projekteerimise põhimõtete/ideedega. Südamiku jäikus on selline, et võtab enda kanda enamuse jäigastavaid jõude.

Kõigi elementide arvestuslik tulepüsivus on 90 minutit. See on saavutatud kahe kihi kipslaadiga (60 min) ning puidu söestumisega (30 min). Tegelik puidu tulepüsivus on suurem, kui nõutav 30 minutit.

Helipidavus

Puitu loetakse halvaks heliisolaatoriks madalatel sagedustel. See teadmine aga põhineb kergetel puitkarkasslahendustel. RKP-konstruktsioon on tavalisest puitkarkassist palju raskem: mahukaal 500 kg/m^3 annab 100 mm paksuse plaadi puhul pinnaühiku massiks 50 kg/m^2.

Ristlamellplaat kujutab endast massiivset põhikonstruktsiooni, millele võib lisada iseseisvaid eraldavaid kihte. Nii saab edukalt jagu ka helipidavuse probleemidest. Sellekohaseid uuringuid on väga palju tehtud näiteks Grazi ülikoolis.

Ühendkuningriigis on seinte õhumüra nõudeks 45 dB ning löögimüra nõudeks 62 dB. Need väärtused on Hackney puitmajas saavutatud õhuvahedega karkass-seintes, ujuvate põrandate ja ripplagedega.

KÕNEALUSES HOONES TÖÖTAVAD KÕIK SISESEINAD KANDESEINTENA, ET KOORMUSI ÜHTLASELT JAOTADA NING VÄLTIDA KOONDATUD KOORMUSI.

Hackney puitmaja võtme-eeliseks traditsiooniliste puitkarkassmajade ees on, et selle paneelid on toodetud tehases õige kuju ja suurusega, töö täpsus ja kiirus on seega tagatud. Avade ja kanalite tegemine tehases eeldab loomulikult lõplikku projekti, mida ehituse käigus pole vaja muuta. Kõnealuses projektis on ainult üks paneeli gabariitmõõt seinte ning üks mõõt põrandaplaadi jaoks.

Hoone fassaad on samuti muljetavaldav. Selle lahendus on inspireeritud kunstnik Gerhard Richteri töödest. Muster kujundati arvutianimatsiooni abil. Tulemus pikseldati, “bluriti” ja mähiti ümber hoone. Lisaks mängivad fassaadil valguse ja varju mänge ümberkaudsed hooned ning puud (vt foto 3 lk 23).

Pikseldatud välisvooder on tehtud rohkem kui 5000st eri värvi (valge, hall ja must) plaadist. Paneelid mõõtmetega 1200 × 150 mm on valmistanud materjalist nimega Eternit, mis sisaldab 70% taaskasutatud puitu.

Puu salvestab oma eluajal süsinikku ja säilitab seda endas ka pärast mahalõikamist. Murray Grove’i torni ehitamisel kasutatud puit sisaldab üle 181 tonni süsinikku. Raudbetooni tegemiseks vajalike tsemendi ja terase tootmiseks oleks sellise hoone puhul kütustest vabastatud 125 tonni süsinikku. Murray Grove’i suuruse hoone ekspluatatsiooni energiakulu süsiniku jalajälg on umbes 15 tonni aastas, seega on hoone ca 20 aastat süsinikneutraalne.

Hoone autorid loodavad, et see pilootprojekt aitab pretsedendina kaasa kõrgete mitmekorruseliste puithoonete laiemale levikule.

Piano paviljon-kohviku uksekäepidemed on näide kõrgtasemel puidutöötlemisest: uksepinnast paisub välja kumer pind, milles on ümmargused käepidemena toimivad avad.

PUIDUST TIPP-ARHITEKTUUR LAHTIS

TEKST JA PILDID: AGNETA LAND-KOSKINEN

Soome linna Lahtisse on tekkinud huvitav ja järjest edasi arenev Puupark, millest tõotab kujuneda ainulaadne reisisiht. Puitarhitektuuri esitlev Puupark hõlmab Vesijärve sadamapiirkonda ja Lahti tuntuima puitehitise – Sibeliustalo ümbrust.

Puuparki idee on välja kasvanud rahvusvahelisest puitarhitektuuriauhinnast Spirit of Nature, mida antakse välja iga kahe aasta tagant ja mille pidulik üleandmistseremoonia toimub Sibeliustalos. Puuparki idee isaks peetakse arhitekt Markku Viitasalot ja selle eesmärgiks on, et kõik Spirit of Nature'i auhinnaga pärjatud rahvusvahelised arhitektid jätaksid Lahtisse oma jälje – projekteeriksid linna poolt näidatud paika puidust ehitise või ehitusliku kompositsiooni.

Seni on Puuparki oma jälje jätnud jaapanlane Kengo Kuma (Spirit of Nature'i võitja aastal 2002), kelle projekteeritud puidust valguskunstiteos-katusealune paikneb Sibeliustalo sissekäigu poolsel platsil ja valmis 2005. aastal. Austraalia arhitekti Richard Leplastier' (Spirit of Nature 2004) spiraalne puidust kompositsioon kõrgub Sibeliustalo lähistel ringristmiku juures aastast 2006. Viimane ja kohaliku linnarahva seas enim teadvustatud objekt Puuparkis on paviljon-kohvik Piano, mis valmis tänavu suvel ja paikneb Sibeliustalo vahetus läheduses järve kaldal.

Paviljon-kohviku Piano pidi algselt projekteerima itaallasest arhitekt Renzo Piano, esimene Spirit of Nature'i laureaat (aastal 2000). Paraku ei mahtunud see tema tihedasse töögraafikusse. Piano asemel võttis selle töö ette tuntud Rootsi arhitekt Gert Wingardh, kes kuulus 2000. aastal Spirit of Nature'i puitarhitektuuri konkursi žüriisse. Wingardh projekteeris paviljoni Renzo Piano arhitektuuri vaimus, itaallasest arhitekti järgi sai hoone endale ka nime. Gert Wingardhile oli see esimene objekt Soomes. Koostööpartneriks oli tal Anders Adlercreutz.

PUUPARKI EESMÄRGIKS ON, ET KÕIK SPIRIT OF NATURE'I AUHINNAGA PÄRJATUD ARHITEKTID JÄTAKSID LAHTISSE OMA JÄLJE – PROJEKTEERIKSID LINNA POOLT NÄIDATUD PAIKA PUIDUST EHITISE VÕI EHITUSLIKU KOMPOSITSIOONI.

Paviljon-kohvik Piano on kolmas ja kõige uuem Puuparkis valminud objekt. Selle autor on Rootsi arhitekt Gert Wingardh. Arhitektuurilt meenutab paviljon-kohvik laeva, mis ootab vettelaskmist. Järvepoolsest katuseosast väljaulatuvad haavapuuteibad on tuletatud kalaluustikust. Ehitise vundamendiks on teraspostid, millele toetub liimpuidust konstruktsioon.

Kaunis laeva meenutav hoone

Kolmandana Puuparkis valminud objekt tekitas alguses palju kahtlusi, kuid kogus ka innukaid toetajaid, kes mõistsid ehitise ainulaadsust ja tähendust. Õdusa paviljon-kohviku, mille võlusid said Lahti elanikud ja külalised juba sel suvel nautida, ehitushange ei sujunud oodatult libedalt: hoone vastu esitatud kaebused lükkasid ehituse algust edasi. Kui ehitusluba lõpuks saadi, tuli hakata uuesti rahastamisvõimalusi otsima. Puu kultuurissa ry juhatus ei kaotanud ettevõetusse siiski hetkekski usku.

Aja jooksul on nii Piano asukoht kui ka arhitektuurne ilme muutunud. Algselt Sahaparki kavandatud hoone ehitati lõpuks Vesijärve sadamasse kaldajoonele.

Paviljon-kohvik paikneb osaliselt järvekaldal ja osaliselt vee peal. Selle arhitektuuris on õhuliselt ühendatud puu ja klaas. Arhitekt Gert Wingardhi

Esimene Puuparkis valminud objekt, Jaapani arhitekti Kengo Kuma valguskunstiteos paikneb Sibeliustalo sissekäigu läheduses. Puitteos, mille värviline valgus vaheldub, on ühtaegu katusealuseks ka taksot ootavatele kontserdikülastajatele.

sõnul meenutab hoone laeva, mis ootab kohe-kohe vettelaskmist.

Ehitise vundamendiks on teraspostid. Liimpuidust konstruktsioon toetub massiivsele põigitisele puitraamistikule. Hoone välisilmes annavad tooni kandekonstruktsioon ja klaasseinad. Katust kannavad kaarjad "bumerangtalad". Järvepoolset katuseosa ääristavad haavapuust teibad – need on inspireeritud kalaluustikust. Haavapuu jõuline karakter paneb teibad eri suundades toredasti vänduma. Paviljoni läbipaistev katus jätab mulje, nagu ta hõljuks hoone peal.

Siseruumide põrandatele on liimitud kaseparkett, mille kiudude suund on põrandapinnaga risti, sest puidu kulumiskindlus on otspinnas kõige suurem. Terrassipõrand on taaskasutatavast materjalist – UMP puukomposiidist.

Katusealustes kasevineerplaatides on ümmargused avad, mille kaudu langeb terrassile valgus, samasugune lagi kohvikus toimib lisaks ka helisummutajana. Siseseinad on kaetud kasevineeriga, mis on viimistletud läbipaistvalt valgeks. Väga omanäolised detailid on uste käepidemed – need justkui kasvavad uksepinnast välja, sees ümmargused, käepidemena toimivad avad.

Ehitise põhjakülg on suhteliselt suletud. Järve ja päikese poole avanevad suured aknad lasevad siseruumidesse palju valgust ja soojust. Terrassipoolsed klaasseinad on täies ulatuses avatavad – kui need suvel soojade ilmadega eest lükatakse, kasvab kohviku interjöör kokku välisruumiga. Ehkki hoone on väga läbipaistev, on see tehniliselt hästi varustatud.

Paviljon-kohvik Piano on hea koostöö tulemus. Hoone arhitekt on rootslane Gert Wingardh, töörjoonised on koostatud Soomes. Nii ehitusmaterjalide tarnijad kui ka mööbelsepad olid pärit Soomest, mitmed neist Lahtistki. Terrassimööbli autor on puusepp Kari Virtanen, kohviku saarepuust mööbli on disaininud Tapio Anttila.

PUUPARK KÕNELEB LAHTIST KUI LINNAST, KUS PUUSEPPADE OSKUSI ON HINNATUD SAJANDEID. TÄNAPÄEVAL ON NEED TÕHUSALT RAKENDATUD MODERNSE VORMIKEELEGA PUITARHITEKTUURI TEENISTUSSE.

PUITARHITEKTUURIAUHIND SPIRIT OF NATURE

Rahvusvahelist auhinda Spirit of Nature jagab 1998. aastal asutatud organisatsioon Puu kultuurissa ry eesmärgiga edendada puidu kasutamise kultuuri. Auhind määratakse isikule või rühmale, kes oma töödes on kasutanud puitmaterjali oskuslikult ja loovalt. Spirit of Nature on rahvusvaheline tähelepanuavaldus puitarhitektuurile ning on ala professionaalide hulgas kõrgelt hinnatud üle kogu maailma. Auhinna saaja valib välja nimekatest arhitektidest koosnev rahvusvaheline žürii. Auhinda antakse välja üle aasta. Auhinna jagamist toetavad Soome metsaliit, Lahti linn ja Lahti piirkonna arendamise ühing LAKES.

11. septembrist 31. oktoobrini sel aastal oli Lahtis Pro Puu galeriis avatud kõrgetasemeline puitarhitektuurinäitus "Spirit of Nature", kus tutvustati viit Spirit of Nature'i auhinnaga pärjatud arhitekti: Renzo Pianot Itaaliast (2000), Kengo Kumat Jaapanist (2002), Richard Leplastieri Austraaliast (2004), Peter Zumthorit Šveitsist (2006) ja José Cruz Ovallet Tšiilist (2008). Näituselt sai kaasa osta ka raamatuid nende töödest.

Näituse kujundasid arhitekt Helena Sandman ja sisearhitekt Katariina Lankinen. Nad olid Pro Puu galeriisse loonud vineertahukatest ruumi, mille sisemises osas eksponeeriti tänavu auhinna võitnud José Cruz Ovalle ning välimises osas nelja varasema laureaadi töid. Arhitektide looming oli trükitud naturaalsele vineerpinnale, nii et puidusüü kumas piltide ja tekstide alt õrnalt läbi. Mägesid meenutav vineertahukate siluett oli inspireeritud arhitekt José Cruz Ovalle kodumaa Tšiili kaunitest mäepanoraamidest ning tema arhitektoonilisest ja skulpturaalsest loomingust.

Paviljon-kohvik Piano on suvel linnarahvale avatud hommikust õhtuni. Talveperioodil, alates septembrist, saab kohvikut üritusteks reserveerida.

Puuparki olevik ja tulevik

2009. aastal peaks Puupark rikastuma Šveitsi arhitekti Peter Zumthori (Spirit of Nature 2006) projekteeritud vaate- ja puhkeplatvormiga, mis püstitatakse Karinieme mäele.

Puitarhitektuuripargi projekti veavad ühiselt Puu kultuurissa ry ja Lahti linn. Puupark kõneleb Lahtist kui linnast, kus puuseppade oskusi on hinnatud sajandeid. Tänapäeval on need tõhusalt rakendatud modernse vormikeelega puitarhitektuuri teenistusse.

Puuparki objektid on nn proovitööd, mille ehitamisel omamoodi testitakse arhitektide ja ehitajate koostööd. Lüües kaasa Puuparki objektide püstitamisel, saavad Lahti piirkonna puiduettevõtted tutvustada oma tooteid ja oskusi.

Puuparki objekt nr 2 ehk puidust spiraaltorn jääb Sibeliustalost umbes 200 meetri kaugusele ringristmiku juurde. Selle autor on Austraalia arhitekt Richard Leplastier.

Puuparki kolmest objektist kaks on praktilised. Jaapanlase Kengo Kuma valguskunstiteos Sibeliustalo ees pakub peale silmailu ka peavarju, näiteks taksot oodates. Vaid Richard Leplastier' spiraalset puitkompositsiooni ringristmiku juures võib nimetada puhtvisuaalseks taieseks.

Puupark Lahtis on hea näide sellest, kuidas väikesemahuline, piiritletud alale kavandatud kõrgtasemel puitarhitektuur annab linna sadamapiirkonnale uue kvaliteedi ka elukeskkonnana.

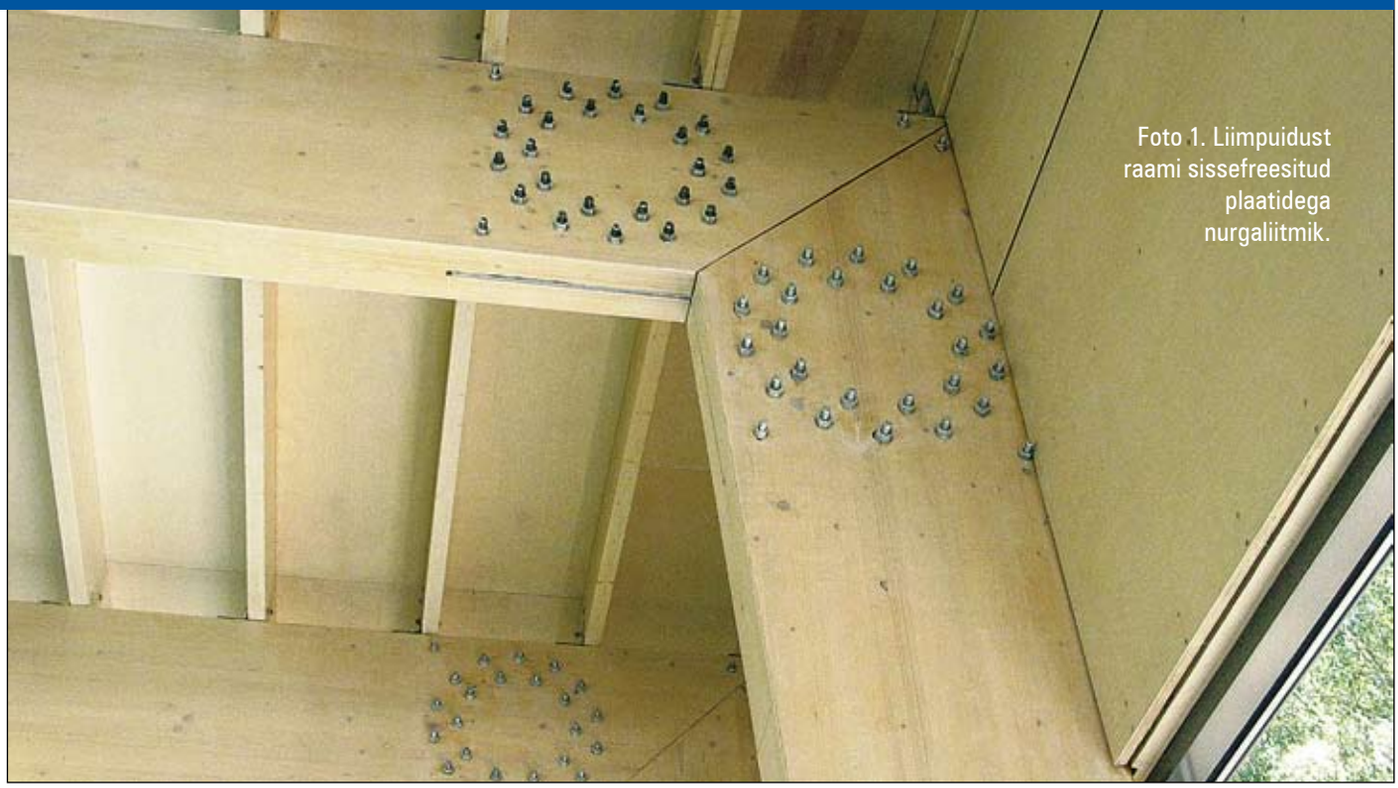


Foto 1. Liimpuidust raami sissefreesitud plaatidega nurgaliitmik.

LIIMPUIDU LIITMIKUD

TEKST JA PILDID: MÄRT RIISTOP

Foto 2. Liimpuidust sõrestiku montaaž sissefreesitud plaatide ja puurkruvidega.
FOTO: SFS INTEC

Viibides hiljuti ühes Viljandi uues kaubanduskeskuses, läks meel päris nukraks. Korralikud liimpuidust talad olid liidetud silmariivavate ja rohmakate, ilmselt tulekaitsevõõbaga halliks värvitud metallist liitmikega (foto 3). Kui oleks kasutatud puidu sisse peidetud liitmikke, poleks nende tulepüsivuse pärast pidanud muret tundma: puit kui halb soojusjuht tagaks metallist liitmike tulekaitse.

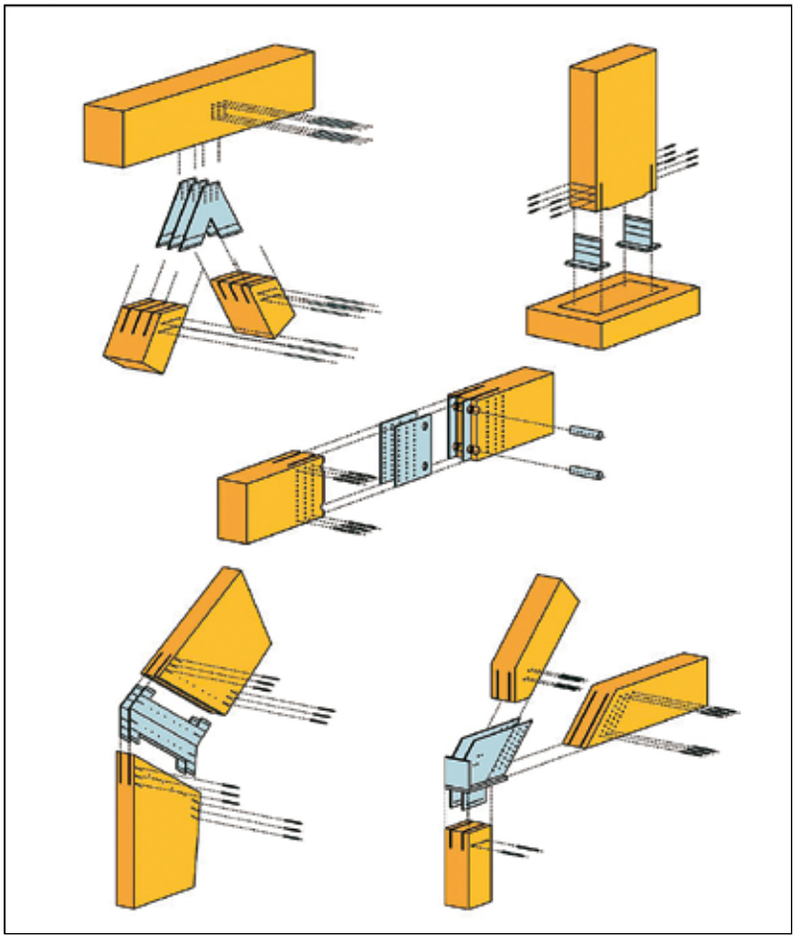
Puidu sisse peidetavaid liitmikke on üsna erinevaid, vaatleme siin sissefreesitavaid plaate. Tuntum variant neist on selline, mida on kasutatud Pühajärve veekeskuses (foto 1).

Pühajärve veekeskuses on liimpuidust raami nurka freesitud pilud terasplaadile, liide on kinnitatud poltidega. Poldiaukude puurimine on küllalt täpne töö, aga selle korrektsel teostamisel on tulemus päris kena.

Sissefreesitud plaate saab aga paigaldada veelgi lihtsamalt, kasutades spetsiaalset puurkruvi (foto 4). Selle meetodi puhul pole vaja mingeid avasid

KORRALIKUD LIIMPUIDUST TALAD OLID LIIDETUD SILMARIIVAVATE JA ROHMAKATE, ILMSELT TULEKAITSEVÕÕBAGA HALLIKS VÄRVITUD METALLIST LIITMIKEGA.

ette puurida, välja arvatud pilud sissefreesitavate plaatide jaoks. Liide pannakse kokku ja kruvid puuritakse soovitud kohtades läbi puidu ning terasplaatide. Puurkruvi otsas olev lõikur suudab läbistada kuni 10 millimeetri paksuse terase ja liites võib olla kuni kolm terasplaati. Puurkruvi pea juures olev keere fikseerib puurkruvi puidus, väike kooniline kruvipea tungib puitu mõne millimeetri sügavusele. Tavaliselt jäetakse kruvipead tulekaitsevärvi või puitkorgiga katmata, sest lahtine metallipind on väga väike. Puurkruvi maksimumpikkus on 233 mm ja liidetava liimpuidu maksimumpaksus on 240 mm.



Joonis 1. Mõningaid variante sissefreesitud plaatide ja puurkruvidega liidetest.
JOONIS: SFS INTEC

Foto 3. Ilus puit ja kole liitmik.

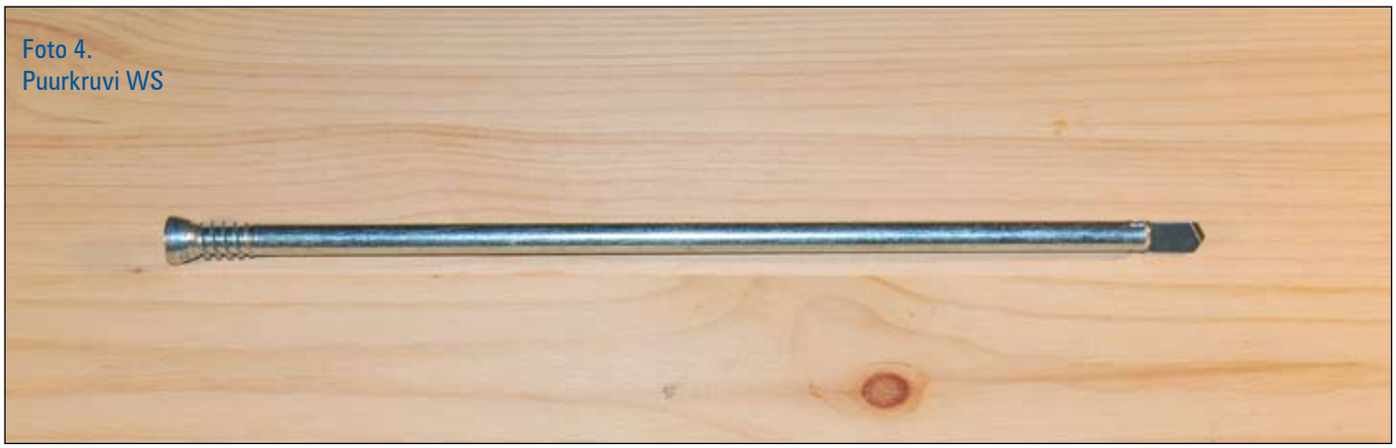


Foto 4.
Puurkruvi WS

OMA TREPP OMA KÄTEGA

"Trepi projekteerimine on sedavõrd keeruline teadus, et käsiraamatust näpuga järge ajavale algajale meistrimehele esimeseks katsetööks ei julgeks seda kuidagi soovitada. Targem on asi jätta siiski oma ala meistritele. Seda enam, et töö nõuab millimeetritäpsust nii mõõtmisel kui ka teostamisel. Koguni teatud valemite teadmist, mis võtavad arvesse trepi tõusukraadid, üldpikkuse ja määravad seeläbi täpselt trepi astmete sammu ning mõnusaima laiuse."
Urmas Vahe, Õhtuleht

TEKST: MADIS RAIDARU
PILDID: TAAVID MIKOMÄGI JA MADIS RAIDARU

Lugenud artikleid treppide projekteerimise keerukast teadusest lähevad normaalsed inimesed tunnustatud meistri juurde, valivad sobiva trepi välja, kergendavad kukrut ja edasiseks mureks jääb vaid trepi ülespanijad sisse lasta.

Olen minagi elus igasuguseid treppe näinud. Alates tuletornide keerdtreppidest, mis kiirel ülesronimisel pea ringi käima panevad, paneelmajatreppidest, mida kogu noorukiea tallatud kuni Tartu legendaarse pooleteistsammu-trepini, mis viis Ülikooli raamatukogu juurest Kitsale tänavale ja mille kõrvalt oli ausalt palju mugavam käia. Ühiskondlikud hooned jäägu proffidele, aga kui pöidlad just peopesast välja ei kasva, saab omanäolise trepi ehitamisega iga puutööga natukenegi kokkupuutunud majaomanik ise hakkama. Ise tegemine pole kindlasti kõige lihtsam lahendus, aga see lisab asjale emotsionaalse väärtuse, mida ostes ei teki.

Pere kasvades tekkis vajadus lisaruumi järele. Kuna mu maja ülemine korrus oli välja ehitamata, polnud tarvis kaua mõelda. Ning et naine lifti ehitamise idee kui „liiga keerulise teaduse", maha laitis, läkski käiku plaan B ehk trepp.

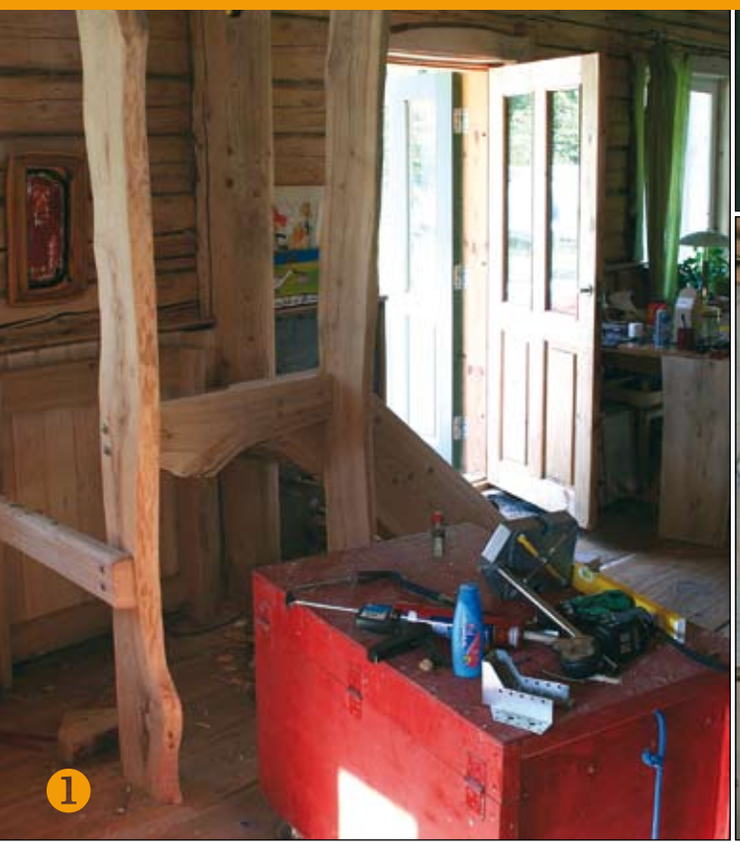
Üheksa korda mõõda…

Kõigepealt tegin selgeks trepi ehitamise põhiprintsiibid.

1. Trepivalem. Klassikaline on 2h + b = 630 mm ehk kahekordne trepiastme kõrgus + sügavus = 63 cm. Tänapäeval eelistatakse treppe astme tõusuga 150...180 mm ja astme laiusega 250...320 mm.
2. Mitmekäiguliste treppide puhul tuleks jälgida, et igal jookusl oleks paaritu arv astmeid. Muidu tuleb mademel teha jalavahetussamm.
3. Trepi laius võiks olla vähemalt 900 mm. Juhul kui ülemisele korrusele peab vedama klavereid või muid suuri esemeid, isegi rohkem.
4. Eestis ei ole käsipuude postide vahed normidega määratletud. Skandinaavia maades näevad ohutusnõuded ette, et ükski piirdeava ei tohi olla suurem kui 100 mm.
5. Lisaks tuleb loomulikult arvestada maja arhitektuuri, akende, kandvate seinte, kommunikatsioonide jm paiknemist.

Põhiprintsiipe teada on oluline, aga kui neid on tarvis rikkuda, võib omal vastutusel ka seda teha. Normijärgne trepi tõus on kindlasti omal kohal, kui peres on vanu või erivajadustega inimesi. Samas noorele, sportlikule inimesele on 150 mm

Saar mustust eriti sisse ei võta. Siiski viimistlesin trepi õliga.



kaupa astmeid võtta tülikas. Olen terve lapsepõlve ja noorukiea elanud paneelmajas, kus trepi tõus oli 200 mm. Nii on see aja jooksul jala sisse harjunud ja seepärast võtsingi selle aluseks ka oma trepi ehitamisel. 900 mm trepi laius tundus mu maja ruumiplaani arvestades liiga lai ja vähendasin selle 700 mm-le.

Mulle tundub kõige mugavam sirge jooksuga trepp. Kui on tarvis trepi suunda pöörata, siis eelistan keerdtrepile madet. Niisiis tuli trepp L-tähe kujuline. Trepi mademe alust ruumi saab kasutada hoiupaigana. Kõrgema osa all saavad väiksemad inimesed juba käia. Kuna teine korrus on katuslaega mansard, siis paigutasin trepi katuseviilu alla. Nii raiskab ta kõige vähem ülemistes tubades väärtuslikku kõrget ruumi.

Materjal ja masinad

Kasutasin astmeteks 50 mm ja põsepuudeks 60 mm paksust naturaalset saareplanku. Seda mitmel põhjusel. Kõige peamisem neist on see, et mul on tekkinud saarega hea suhe juba põranda ehitamisest (vt Puuinfo 1/2007). Õigupoolest otsisingi tookord hoopis trepi materjali ja põrand tuli n-ö kauba peale. Mänd on küll oluliselt kergemini töödeldav, aga jääb trepi jaoks siiski pehmeks.

Põsepuude keskmine laius oli 380 mm. Astmeteks valisin plangud, mille keskmine laius oli 300 mm. Postideks, prussideks ja muudeks kandvateks osadeks sai kasutada kitsamaid planke.

Nii väikest kogust saareplanku ei õnnestunud kuivatis kuivatada. Niisiis kasutasin õhukuiva puitu. Tegin konstruktsiooni selliselt, et saaksin hiljem, puidu kuivamisel liiteid järelpingutada, kui selleks peaks vajadus tekkima.

Kõvast puust meisterdamisel on suur abi elektritööriistadest. Juba saareplangu käsitsi poolekssaagiminegi nõuab männi või kuusega võrreldes uskumatult rohkem aega ja vaeva. Väiksema võimsusega elektritööriistade puhul tuleb olla ettevaatlik, et neid mitte üle koormata. Peamiselt kasutasin suurt järkamissaagi, käsikreissaagi, trelli ja nurklihvijat. Tõsist puudust tundsin paksusmasinast. Kuna tööstuslikku laia paksusmasinat polnud võtta, aga laiatarbe paksusmasinate suurimad laiused on liiga väikesed, ajasin läbi tavalise asjaarmastajate elektrikäsihöövliga.

Plankusid ma ei servanud. Sobitasin nende kõverused enda vajadustega. Astmelaua kitsama ja laiema poole asetasin vaheldumisi, mis muutis trepist käimise mugavamaks. Servad ümardasin höövli ja nurklihvijale kinnitatud liivapaberiga. Kõige paremini saab viimistluse kvaliteedist aimu pinda peoga silitades: kui käealune tundub olevat mõnus, siis piisab.

❶ Trepi raam ja alumise jooksu põsepuu on paigas. Kruvide libedamaks sissekeeramiseks katsin nad šampooniga.

❷ Poltide pead jätsin nähtavale. Julgelt eksponeerituna on nad omamoodi dekoratiivsed ning astmeid saab vajadusel ka lihtsasti täiendavalt pingutada.

❸ Treppi tõusu lõplikuks mõõduks tuli vana kast + veel natuke.

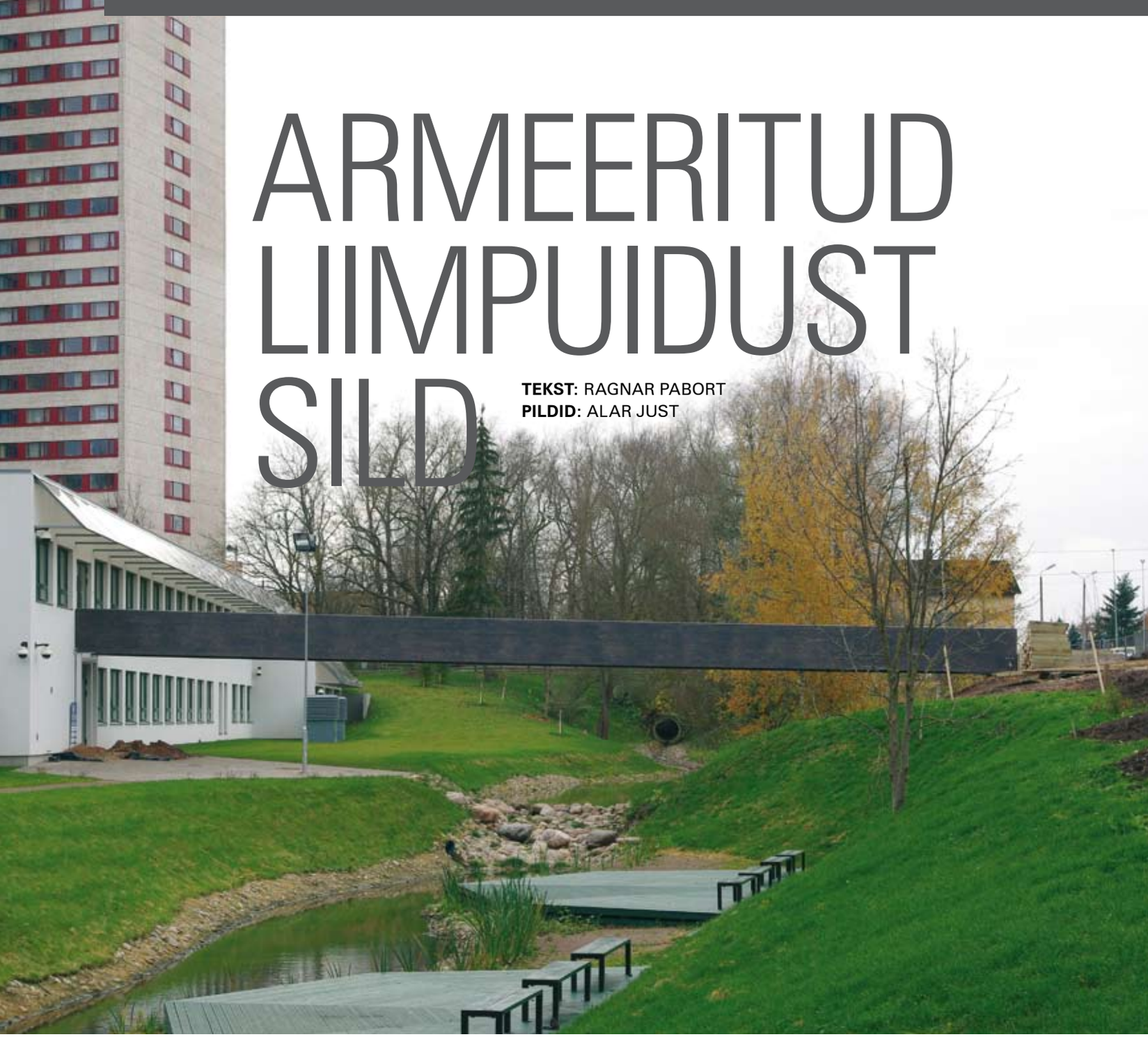
Konstruktsioon

Kaalusin mitut astmete ühendamise viisi ja otsustasin lõpuks siiski põsepuudega trepi kasuks. Alumise jooksu ühe serva kinnitasin seinale. Trepi astmeid ma põsepuusse tappima ei hakanud, sest elu on näidanud, et jäik puidupoltidega liide on täiesti vastuvõetav. Lisaks kipuvad ebapiisavalt kuivanud puidu tapitud ühendused pärast lõplikku kuivamist kriuksuma. Kriuksumise ohu vähendamiseks kasutasin ühenduste vahel õhukest puidupahtli/liimi kihti.

Iga astme kinnitasin kuue 8 mm puupoldiga. Sealjuures tuleb kindlasti augud täissügavuses ette puurida, sest saarde keerates on poldipead lihtsad murduma, aga murdunud poltide kättesaamiseks tuleb palju vaeva näha. Poltide pead jätsin nähtavale. Julgelt eksponeerituna on nad omamoodi dekoratiivsed ning lisaks saab vajadusel astmeid täiendavalt pingutada.

ARMEERITUD LIIMPUIDUST SILD

TEKST: RAGNAR PABORT
PILDID: ALAR JUST



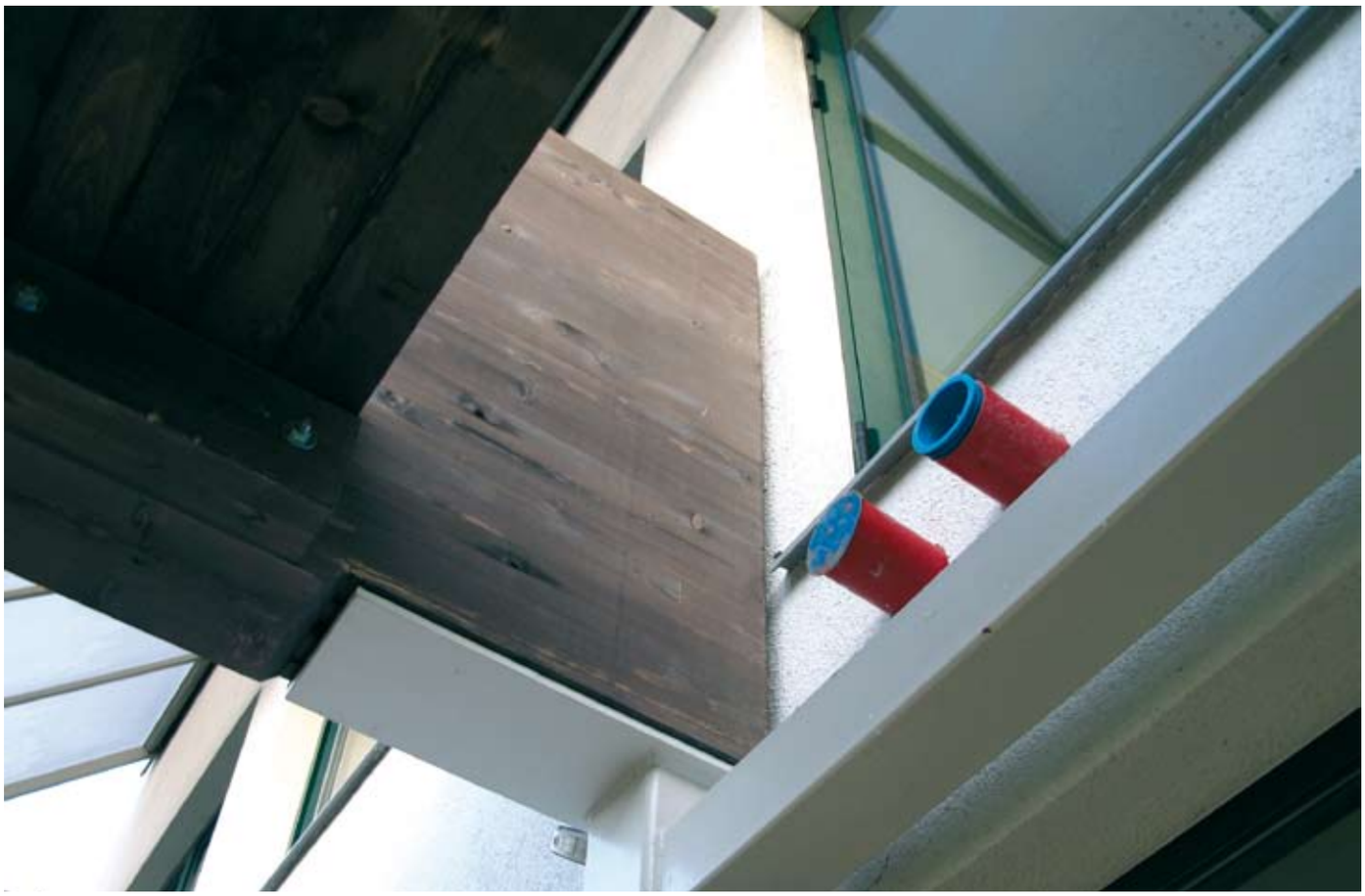
2007. aastal jõuti Tartus lõpule endise loomakasvatusinstituudi hoone rekonstrueerimisega Eesti Maaülikooli peahooneks. Selle ümber tahetakse nüüd luua ka peahoonele väärilise kaasaegne looduskeskkond. Lähedal asuvate õppehooneteni ja peatselt valmiva spordihooneni kõndimiseks tuli varem teha suur ring mööda tänavat, sest uut peahoonet piiravad loodest org ja tiik. Liikumise lihtsustamiseks otsustati üle nende ehitada kergliiklussild.

EMÜ sild on esimene konstruktsioon Eestis, kus on kasutatud armeeritud liimpuitu.

Rekonstrueeritud hoone autor on Valve Pormeister. Seda hoonet peetakse sõjajärgse modernismi üheks tippteoseks. See on iseloomult 60-ndate modernistlikus stiilis risttahukaline kompositsioon, mis harmoneerub kenasti maapinna kumerate vormidega.

Kraav on kogu kompositsioonis väga oluline element. Kui oleks otsustatud võimsa, pilkupüüdva silla kasuks, oleks terviklikud perspektiivvaated nõlvast, kraavist ja hoonest kaotsi läinud. Seepärast on Kreutzwaldi 2 hoone külge projekteeritud liimpuidust talasild taotluslikult tagasihoidlik.

Rõhutamaks keskkonda valiti konstruktsioonimaterjaliks puit kui looduslik materjal. Lisaks on puidul sillakonstruktsioonina palju eeliseid: madalad ehitus- ja hoolduskulud, külmumis- ja sulamisprotsesside hea taluvus, puit ei karda nii palju



lumetõrjekemikaale kui teras või betoon ja summutab hästi dünaamilisi koormusi. Siiski ei mindud silla projekteerimisel päris mööda ka betoonist ja terasest. Esimest on kasutatud silla pealesõidu ja vundamendi rajamiseks, terast liidete juures ja käsipuus.

EMÜ silla sildeava on 27,7 m ja netolaius 2,5 m. Silla otste kõrguste vahe on 0,6 m – sellega on tagatud ka sademete äravool. Sajuveed valguvad kokku silla otsas ja juhitakse eemale talas kulgeva toru kaudu.

Pealtnäha lihtsal konstruktsioonil on märkimisväärne lisaväärtus. Insenerilahendusena teeb silla uudseks asjaolu, et selle liimpuittalade kandevõime suurendamiseks on need armeeritud sarrusterasega. Sarrusteras paikneb talas nii tõmbe- kui ka survetsoonis. See lahendus võimaldab suurendada talade kandevõimet 1,3kordselt.

Silla liimpuidust kandevtalade ristlõige on 200 × 1320, liimpuidu tugevusklass GL28h. Sarrusteras läbimõõduga 16 mm on liimitud taladesse freesitud soontesse.

Silla projekteerimisel võrreldi ka puidu ja terase erinevust termopaisumisel. Antud silde puhul pole see sedavõrd märkimisväärne, et peaks kartma suuri lisapingeid.

Liimpuittalade liidete puhul on kasutatud sissefreesimismeetodit. Nii on teraselemendid paremini kaitstud välistingimuste ja korrosiooni eest. Käsipuu ja teki toetala on fikseeritud sisseliimitud poltidega. Tavaliselt kasutatakse sel puhul fenoolresortsinool-formaldehüüdliimi. Kuna hõõre kiirendab liimi kivinemist, ei tohi polti sisse keerata kiiremini kui 15 mm minutis.

INSENERILAHENDUSENA TEEB SILLA UUDSEKS ASJAOLU, ET SELLE LIIMPUITTALADE KANDEVÕIME SUURENDAMISEKS ON NEED ARMEERITUD SARRUSTERASEGA. SARRUSTERAS PAIKNEB TALAS NII TÕMBE- KUI KA SURVETSOONIS.

Tänu peidetud liitedetailidele on säilitatud ka liimpuidu välimus ja on saadud puitu eksponeerida parimal kujul.

Kõik puitelemendid on kaetud ilmastikukindla värviga.

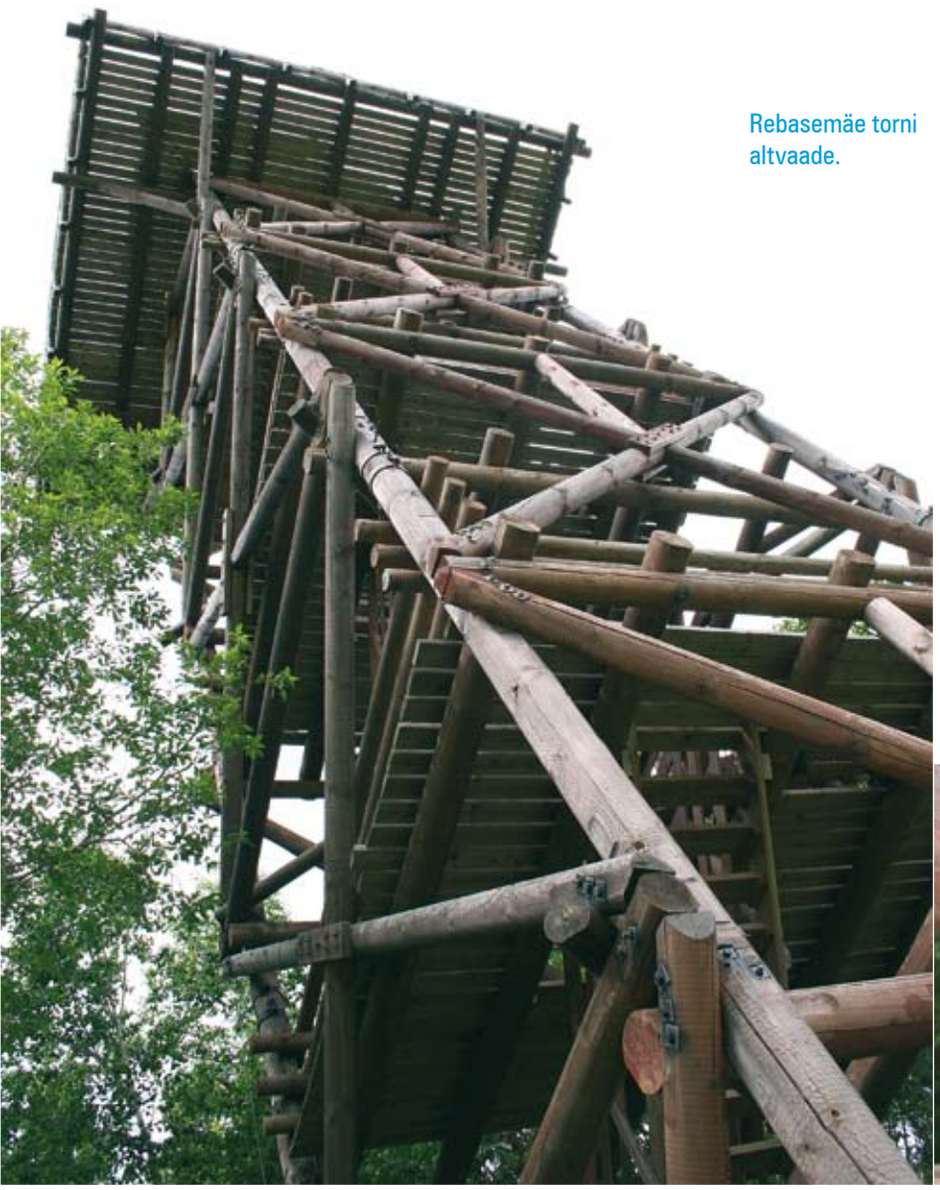
Teki kandva osa moodustavad prussid 100 × 150, tavapuit on tugevusklassiga C24. Prussid on omavahel kokku naelutatud, et tekk töötaks diafragmana. See tagab ka silla põiksuunalise stabiilsuse. Tekk toetub liimpuittala külgedele kinnitatud prussidele.

Algselt sillale projekteeritud asfaltkatet Tartu linnavalitsuse kultuuriväärtuste teenistus ei kooskõlastanud, kuna see polnud neile vastuvõetav (!). Seega ei ole silla hüdroisolatsioon nii tõhus kui kavandatud ning tekikonstruktsioonide kestvus on lühem ja vajadus konstruktsioone vahetada tihedam.

KERGEM ON KAITSTA KUI PÄÄSTA

TEKST: IVO PILVE
PILDID: KARL ÕIGER

Eelmises Puuinfos tegime Tallinna Tehnikaülikooli ehitusteaduskonna erakorralise professori Karl Õigeriga ülevaate Eesti puittornidest. Eelmisel suvel inspekteerisid professor ja assistent Georg Kodi Riigi Metsamajanduse Keskuse tellimisel puittorne taas. Ülesanne oli kontrollida kahtlaste seisukorda ja ohutust ehk otsustada, kas neile vaatetornidele võib inimesi lubada või ei.



Rebasemäe torni altvaade.

Kahju küll, aga nii mõnegi puittorni eluiga on jäänud loodetust oluliselt lühemaks, sest nende konstruktsioonisõlmed on läbi mädanenud. Paganamaa ja Soontagana (vt Puuinfo 1/2008) tornide surmaotsused (loe: lammutamine) on edasikaebamatult alla kirjutatud. Iisaku tornile annavad Karl Õiger ja Georg Kodi veel lootust, ent selleks tuleb need renoveerida viivitamatult järgmisel suvel. Sama kehtib Rebasemäe torni kohta Tornimäel.

Uusi puittorne kerkib üha juurde. Karl Õigerile ja Georg Kodile jäi eelmisel ringsõidul ette kaks väga huvitavat.

Valga-Võru vahel on Mäekonnu 25-meetrine kolme platvormiga kena torn (vt tagakaane siseküljelt). Miks ei peakski see ilus olema, kui selle on projekteerinud Jüri Koolmeister. Tema käsi ja kogemused on mängus olnud väga paljude sedalaadi ehitiste juures.

Rebasemäe torni posti kinnitus vundamendile.

Rebasemäe torni sõlm. Palgi keskjoonele paigaldatud polt võib sattuda kuivamisprakku.

Rõuge torn.

Paganamaa torni elementide sõlmede piirkonna mädanikkahjustused.

Paganamaa torni sõlmede kahjustused.

See objekt polnud ülevaadatavate nimekirjas, kuid tõmbas ometi ligi. Ja pani mõtlema, ehkki esialgu on kõik korras. Torni konstruktsioonid on küll Pinotexiga üle võõbatud, kuid palgid pole sügavimmutatud. Pinnakaitse ei suuda tungida puitu sügavamale kui 3-4 mm, ent sellest puidu pikemaajaliseks säilimiseks ei piisa.

Hoopis suurem oht varitseb sõlmedes. Vesi tungib palkide vahele, kuid välja ei kuiva. Isegi kuiva suvega mitte. Kui konstruktsiooni muudes osades on puiduniiskus suvel 10...20%, siis sõlmedes ulatub see 70-ni. Kuivad palgid ja vardad võiksid kesta teab kui kaua, aga kui jalad alt lähevad, pole terve kehaga varsti midagi peale hakata. Järelikult tuleb sõlmedele pöörata erilist tähelepanu.

Sügavimmutatud puit on loomulikult kestvam, aga igal juhul tuleb sõlmede pilud millegagi sulgeda. Kas kasutada elastset kitti või need pigitada? Kindlasti leidub häid lahendusi. Samas ei tohi sõlmemurede tõttu unustada võõpamist.

Teine meeldiv üllatus ootas ülevaatajaid Rõngus. Sealne uus torn pole üksnes kena, vaid saanud endale ka praktilise ülesande – kanda tuulegeneraatorit. Tõsi, selle võimsus pole kuigi suur – 3 kW, kuid 25 meetri kõrgune puutorn suuremat ei kannatakski. See tuulegeneraator on hangitud Euroopa Liidu toel. Tegu on vertikaalse pöörlemisega tuulegeneraatoriga, millel on omad eelised: töötab sõltumata tuule suunast ega vaja hooldust, töötab täiesti vaikselt, toodab energiat ka üle 200 km/h möllava tormi ajal ja rootor hakkab ise tööle tuule kiirusel 2 m/s. Saadud energia suunatakse Ööbikuoru keskuse võrku, kuid tuulegeneraatorit võib kasutada ka otse veepumba või veski käitamiseks või soojusenergia tootmiseks.

Seegi torn on alles verivärske ja puidu kahjustumine näib olevat silmapiiri taga. Aga kui puidu kaitseks kohe midagi ette ei võeta, pole loota, et ehitis üle kümne aasta vastu peab. Halvemal juhul sedagi mitte. Ning ongi kogu töö ja vaev vastu taevast lennanud. Veelgi halvem, kui keegi teeb sellest järelduse, et puust ei tasugi ehitada.

MÄRJAD JA NIISKED RUUMID PUITELAMUS

TEKST JA PILDID: TARGO KALAMEES

Märgade ja niiskete ruumide kasutusotstarve ja kasutusaktiivsus seavad nende tarinditele suuremast vee- ja niiskuskoormusest johtuvalt erinõudmised. Erinevad lahendused tulenevad sellest, kas märjad ruumid ehitatakse esimesele või teisele korrusele, välisseina äärde või hoone sisemusse.

Kaasaegsetes eramutes on sageli iga magamistoa juures oma vannituba või duširuum, lisaks on majas ka saun. Võrreldes varasemate aegadega, kasutatakse tänapäeval neid ruume oluliselt aktiivsemalt: kui varem käidi saunas või vannis kord-paar nädalas, siis praegu on tavaline, et käiakse duši all iga päev mitu korda. Seega on tunduvalt tõusnud ka märgade ruumide niiskuskoormus. Suurem koormus aga suurendab niiskuskahjustuste tekke riski ja seab kõrgemaid nõudmisi märgades ruumides kasutatavatele materjalidele ja ehituskvaliteedile.

Märgades ruumides, nagu duširuumis, vannitoas, sauna pesu- ja leiliruumis, on õhu suhteline niiskus kõrge ja vee sattumine põrandale ning seintele tavaline. Niisketes ruumides, nagu WC ja majapidamisruumid, võib õhu suhteline niiskus tõusta suureks hetkeliselt ja ajuti võib põrandale sattuda ka vett.

Märgade ja niiskete ruumide tarindid tuleb projekteerida ja ehitada nii, et vesi ja liigniiskus ei pääseks tarinditesse ja niiskunud tarindid saaksid kiiresti ära kuivada.

Vee sattumise järgi tarinditele saab märgade ruumide pinnad jaotada niisketeks ja märgadeks tsoonideks. Märg on ala, mis veega otseselt kokku puutub, kuhu vett pritsib või kondenseerub. Näiteks põrand, duši, vanni ja kraanikausi ümbrus (vt joonis 1). Vee sattumine niiskesse tsooni on vähemtõenäoline, küll aga tuleb seal arvestada veeauru kondenseerumisega pinnale.

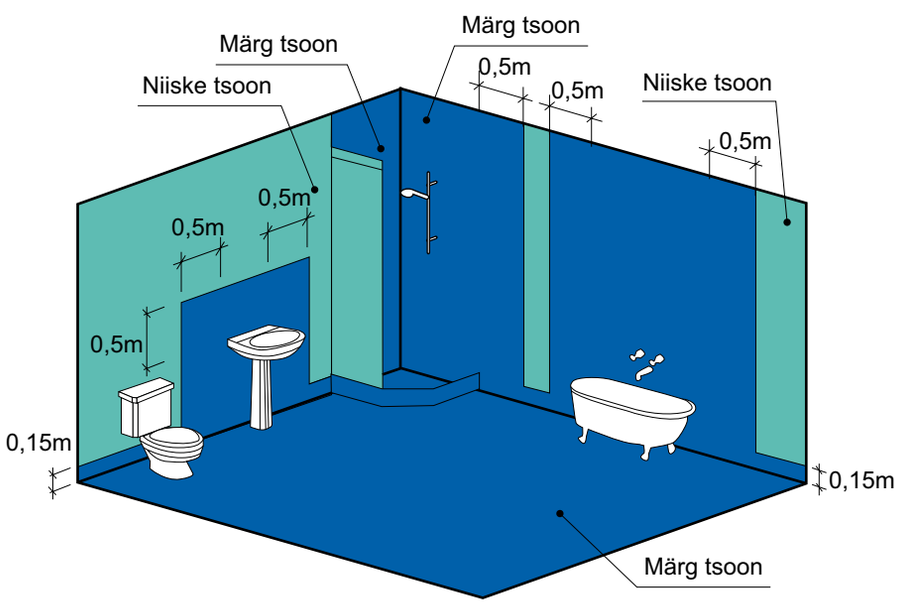
Niiskus- ja veekahjustuste vältimiseks peavad märgade ja niiskete ruumide piirded olema varustatud tiheda aurutõkkega ning märjad tsoonid veetõkkega. Veetõke, selle liited ning läbiviigud peavad olema veetihedad kogu hoone kasutusea jooksul, arvestades seejuures temperatuuri ja niiskuse kõikumisest ning vundamendi vajumisest tulenevaid tarindite deformatsioone, materjalide (betoon, mört) aluselisust, seadmete poolt tekitatavat vibratsiooni jne.

Vee- ja niiskustõke tehakse võimalikult sisepinna lähedale, vahetult viimistluse taha või kasutatakse vee- ja niiskuskindlat viimistlust.

Keraamilistest plaatidest seinakate ei ole aurutõkke- ega veetõkkekiht, sest selle vuugid lasevad veeauru ja vett läbi. Ka puitvooderdust tuleb märgades tsoonides vältida: see ei ole veetihe. Puitvooder sobib seinte niisketesse tsoonidesse ja lakke. Voodri taha jäetakse alati alt ja pealt avatud tuulutusvahe.

Veetõkkeks sobivad näiteks:

- pintsli või muu vahendiga pinnale kantav sertifitseeritud mastiks (paigaldatakse põranda betoontasanduskihi peale, seinaplaatide peale ja pinnakattematerjali, tavaliselt keraamiliste plaatide alla);
- kahekihiline kummibituumen-rullmaterjal (paigaldatakse tavaliselt põranda betoontasanduskihi alla);



Joonis 1. Märjad ja niisked tsoonid.

- iseliimiv kummibituumen-rullmaterjal (2 mm; paigaldatakse põranda betoontasanduskihi peale);
- veetõkkeks ettenähtud ja selleks otstarbeks heaks kiidetud keevitatav plastvaip (paigaldatakse põranda betoontasanduskihi või seinaplaatide peale ja jääb ühtlasi põranda või seina pinnakattematerjaliks);
- paigalduskoha tingimustest lähtudes veekindlaks vuugitud, veekindla laki või värviga kaetud sulundvineer (sobib siiski väiksema veekoormusega kohtadesse).

Märgade ruumide veetõkketööd kuuluvad nn kaetud tööde hulka. Seetõttu peab need tööd vastu võtma ehitaja ning järelevalve juuresolekul. Vastuvõtul kontrollitakse üle veetõkke paksus, kalded, ülespöörded ja liitekohad. Erilist tähelepanu tuleb pöörata veetõkkele, mis jääb muude tarindite alla ja mille remont on kallis. Hilisemate vaidluste vältimiseks tuleb kontrolli tulemused kindlasti protokollida.

Puithoones peab veetõkke tegemisel olema eriti hoolikas, sest puit on niiskuskahjustuste suhtes tundlikum kui kivimaterjal, samuti on temperatuuri ja niiskuse kõikumistest tulenevad mahumuutused suuremad (näiteks kolme meetri pikkune vineer pikeneb/lüheneb niiskuse mõjul 4…5 mm) kui kivimaterjalidel ja reeglina ei ole puittarindid nii jäigad kui kivitarindid.

Nimetatud põhjustel on soovitatav ehitada märgade ruumide seinad alati kui võimalik kivimaterjalidest (tellis, kergbetoonplokid) ja põranda veetõkke alus betoonist. Tihti ei ole see võimalik ning on tarvis kasutada kergkarkassil tarindeid. Samas tuleb kivi ja betoonmaterjalide puhul arvestada, et need sisaldavad palju rohkem ehitusniiskust, millel tuleb lasta välja kuivada, enne kui seinad ja põrand kaetakse vee- või aurutõkkega. Kergkarkass-seinte ja -põrandate puhul on sobivaks kattematerjaliks tsementkiudplaat või veekindel vineer (tekstis “seinaplaat”). Tavalise kipsplaadi kasutamine märgades ruumides on seotud liiga suurte riskidega. Kui siiski on selline soov, siis tuleb võtta klaaskiuga armeeritud komposiitplaadid või impregneeritud spetsiaalplaadid, mille veeimavus on minimeeritud.

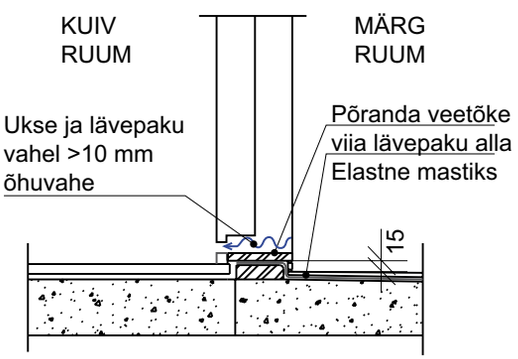
Märjad ruumid võivad nõuda eluruumidest tugevamat ja jäigemat põrandat, lisakoormust võib lisada vann. Põrandatarindi paksusest tulenevalt võib tekkida vajadus paigaldada märgade ruumide põrandatalad teistest vahelaetaladest erinevale kõrgusele: ~50 mm madalamale. Talastik kaetakse veekindla vineeriga (paksus 18…21 mm), millele valatakse 50...80 mm paksune armeeritud tasandus- ja kalde moodustamise betoon. Põranda alusplaadid tuleb toetada talastikule vaheldumisi male korras ja kõik plaadid peavad olema perimeetraalselt toestatud. Plaadid kinnitatakse alustalastikule kuumtsingitud kruvidega sammuga 150 mm servast ja 300 mm plaadi keskelt (kruvid süvistatakse 2…3 mm plaadi sisse).

MÄRGADE RUUMIDE VEETÕKKETÖÖD KUULUVAD NN KAETUD TÖÖDE HULKA. SEETÕTTU PEAB NEED TÖÖD VASTU VÕTMA EHITAJA NING JÄRELEVALVE JUURESOLEKUL.

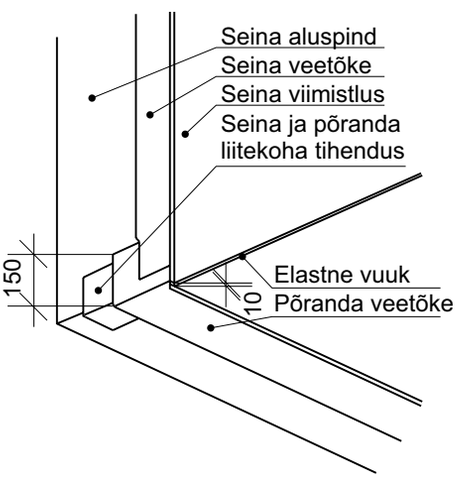
Märgade ruumide põrandad peavad olema kaldega põrandatrapi suunas >1/80 (min 1/100) ja põrandatrapi ümber 1/50 (järsem kalle võib suurendada libastumise ohtu). Põrandale võib kalde anda kas kaldu paigaldatud talastiku ja alusroovitisega või horisontaalsele põrandale valatud alusbetooniga.

Kogu põrandale (k.a dušinurga ja vanni alla) tuleb teha veetõke ja tõsta see ka seintele >15 cm (min 10 cm) kõrgusele (vt joonis 2). Ülestõstele tehakse ülekate seina niiskustõkkega vähemalt 5...10 cm ulatuses. Põranda veetõke tehakse kahes kihis, kihtide vahele jäetakse armatuurkangas, mis mitmes tükis paigaldatuna tuleb teha vähemalt 10 cm ülekattega. Ukse lävepaku kohal peab veetõkke tõstma põranda tasapinnast vähemalt 1,5 cm kõrgemale ja liimima piida külge või alla (vt joonis 3).

Keraamiliste põranda- või klinkerplaatidega tuleb katta ka dušinurga ja vanni alune. Kui jätta see osa plaatimata, tekib põrandasse aste ning juhuslikult vanni või dušinurga alla sattunud vesi jääb sinna taha pidama, saamata trappi voolata.



Joonis 2. Märja ruumi põranda veetõke tuleb viia ukse lävepaku alla.



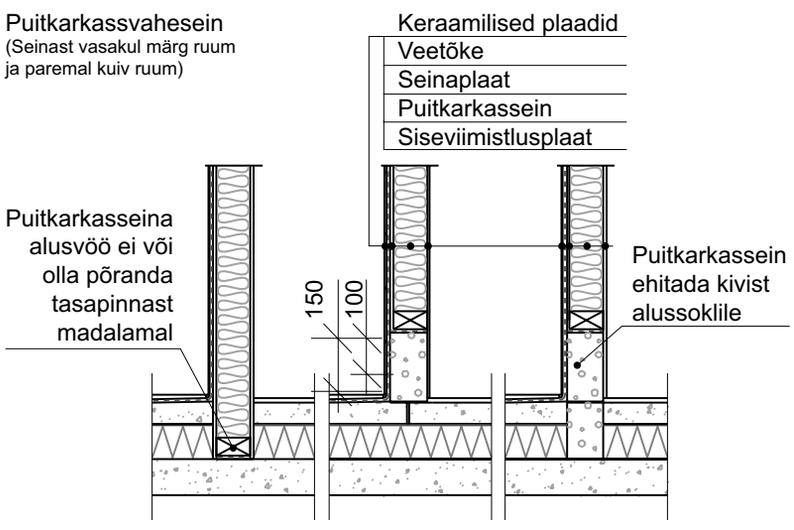
Joonis 3. Seina ja põranda liitumise hermetiseerimine.

Ukseleng ja piirdeliist on viidud põrandani: vesi põrandal on lengi ja liistu ära mädandanud.

Seina karkassipostide ja -plaatide süsteem ja nende liitekohad peavad tagama seina piisava tugevuse ja jäikuse. Seina karkassipostide miinimummõõtmed on teraskarkasside puhul 66 × 37 mm ning puitkarkassi puhul 66 × 42 mm. Karkassipostide maksimumsamm on 300 mm (NB! võib tekkida vajadus vähendada ka välisseina karkassipostide sammu, mis tavaliselt on 600 mm) kuni 600 mm ja sõltub plaadi tüübist, paksusest ja plaatide arvust. Puitsein tuleb ehitada nii, et see ei jääks märja või niiske ruumi põrandast madalamale (vt joonis 4 vasakul). Parim lahendus on ehitada kergkarkass-sein 150…200 mm kõrgusele kivi- või betoonsoklile. Puitkarkassivöö isoleeritakse põrandakonstruktsioonist bituumenlindiga. Vee kapillaarse tõusu vältimiseks jäetakse seinaplaatide ja põranda vahele 10 mm vahe, mis täidetakse elastse mastiksiga. Kui seinale on plaanis kinnitada raskemaid esemeid (kraanikauss, kapid, segistid), tuleb plaatide taha paigaldada spetsiaalsed toed või kinnitused.

Joonis 4. Puitkarkass-vahesein ei või alata põranda tasapinnast madalamal (vasakul). On hea, kui see ehitada 150…200 mm kõrgusele kivi- või betoonsoklile (keskel, paremal).

Välisseinte puhul tuleb jälgida, et neisse ei tekiks kahte veeaurutihedat kihti (aurutõke ja veetõke). Vee- ja aurutõkke veeaurujuhtivused peavad olema piisavad tagamaks välisseina niiskustehnilist toimivust. Vastavalt Rootsi ehitusnormidele peab veetõkke veeaurutakistus Z_p õhu suhtelise niiskuse 75…100% juures olema suurem kui $1{,}35 \cdot 10^{11}$ m²·sPa/kg ($Z_v 1 \cdot 10^6$ s/m).



Siinkohal tuleb juhtida tähelepanu tõigale, et see veeaurutakistuse nõue on oluliselt suurem kui nii mõnelgi Eestis müügil oleval veetõkkematerjalil. Ka mõnede kipsplaaditootjate vannitoasüsteemide sertifikaat lubab väiksemat veeaurutakistust. Millest selline erinevus tuleb? Kui kontrollida vannitoa välisseina niiskustehnilist toimivust ja võtta sisekliima parameetriteks õhu parameetrid, saamegi madalama nõude. Kui välisseina niiskustehnilist toimivust täpsemalt analüüsida, selgub, et vesi satub ikkagi seina keraamiliste plaatide taha. Seega on seal suhteline niiskus peaaegu püsivalt 100%. Arvestades vannitoa temperatuuri 24…27 °C kraadi, saame suure veeaururõhu, mis pressib siseruumidest välja – niisiis on suurem veeaurutakistuse nõue igati põhjendatud. Seega on välisseinte puhul kaks põhimõttelist lahendust (vt joonis 5).

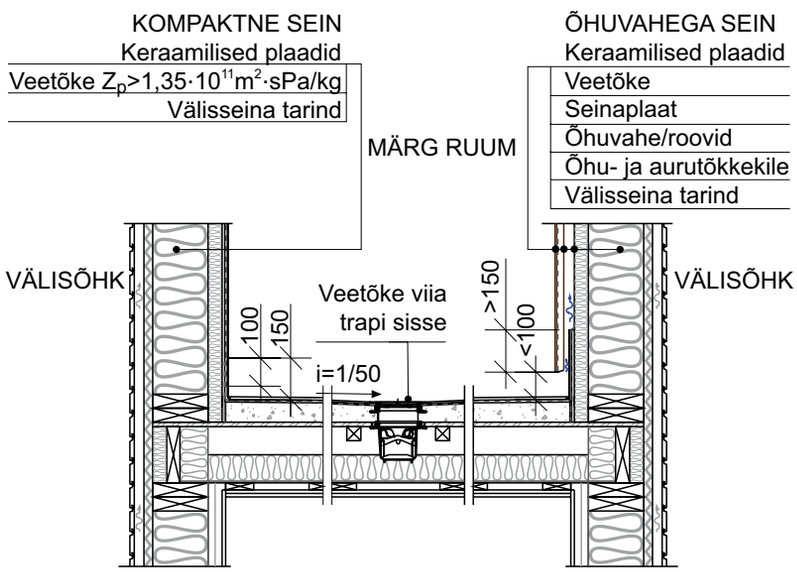
- Kompaktne sein, kus ehitusplaadi peal on piisava veeaurutakistusega ($Z_p > 1{,}35 \cdot 10^{11}$ m²·sPa/kg ($Z_v > 1 \cdot 10^6$ s/m)) veetõke ja eraldi aurutõkkekilet ei paigaldata. Seina õhupidavuse tagab ehitusplaadi tihendamine karkassi külge. Läbiviike ehitusplaadist tuleb üritada mitte teha, hädavajalikud läbiviigud peab tihendama eriti hoolikalt.
- Tuulutusvahega sein, mis kuni õhu- ja aurutõkkekileni on sarnane tavaruumide seinaga. Õhu- ja aurutõkkekilest seespool on >25 mm laiune õhuvahe, seinaplaat koos veetõkkega ja siseviimistluseks näiteks keraamilised plaadid. Kui õhuvahe jäetakse avatuks ka seina allosas, peab tagama, et vesi ei pritsiks õhuvahesse. Selleks tuleb põranda veetõkke ülespööre ja seina vooderdus teha piisava ülekattega ning nende vahe ei tohi olla väga lai.

Kui seinad kaetakse keraamiliste või klinkerplaatidega, tuleb nurgavuugid ja seina- ja põrandaplaadistuse vaheline vuuk täita elastse mastiksiga.

Märgades ja niisketes ruumides on korralik küte ja ventilatsioon äärmiselt tähtsad. Põrandaküte lisab kasutusmugavust ning aitab ka ruume kiiremini kuivatada. Põrandakütte puhul on soovitatav valida põranda kattematerjaliks hästi soojust juhtivad kivimaterjalid.

Ventilatsiooni väljatõmbeõhu vooluhulk peab vannitoas olema vähemalt 15 l/s ja WC-s 10 l/s. Lahendus, kus ventilatsioon lülitub sisse-välja koos valgustusega, on väga halb: sel juhul töötab ventilatsioon vaid selle lühikese aja jooksul, mil ruumid on valgustatud.

Märgade ja niiskete ruumide projekteerimisel ja ehitamisel tuleb tähelepanu pöörata järgmistele asjaoludele.



- Õhu suhteline niiskus ruumides võib kõikuda suures vahemikus: 25…100%. Lisaks võib seintele ja põrandatele sattuda vett.
- Õhu ja tarindite pinnatemperatuur võib muutuda suures vahemikus ja kiiresti. Leiliruumis võib õhu temperatuur tõusta üle 100 °C kraadi ja põrandale voolava vee temperatuur olla vahemikus +5…+70 °C.
- Korralik ventilatsioon ning küte märgades ja niisketes ruumides on tähtsad ka nende, samuti nende tarindite kuivamise seisukohalt. Põrandaküte tõstab oluliselt ruumi kasutusmugavust.
- Kandetarindid peavad olema piisavalt tugevad ja jäigad. Koormus põrandatele ja seintele, samuti temperatuuri ja niiskuse muutused põhjustavad tarindites deformatsioone. Oluline on, et need deformatsioonid oleksid võimalikult väikesed ega kahjustaks õhu-, auru- ega veetõket.
- Torustike paigaldamist tarinditesse tuleks vältida. Probleeme võivad tekitada nii torustike läbijooksud kui ka külmaveetorustiku pinnale tekkiv veeauru kondensaat. Torude lekke või kondensaadi tilkumise tagajärjel niiskuvad puitmaterjalid lokaalselt, vähe, kuid pikaajaliselt. Samas, ilma tarindeid avamata ei märka sellise niiskumise tagajärgi enne, kui hallitus või mädanik on juba ulatuslikult levinud ja võib olla liiga hilja.
- Torustike ja muid läbiviike tarinditest minimeeritakse, läbiviike ei tehta märgadesse tsoonidesse.

Alljärgnevalt peamised niiskuskahjustuste tekkepõhjused märgades ruumides.

- Põranda või seinte veetõke on paigaldatud valesti, see lekib või puudub sootuks. Põrandatrapi ja tarindite ühenduskohad veetõkkega lekivad.
- Põranda kalded on liiga väikesed või on tehtud vales suunas.
- Vesi pääseb seina või põranda vahele torude läbiviikudest või vanni, dušinurga või muu sisseseade kinnituskohtadest (näiteks WC-poti kinnituskruvid).
- Torud lekivad seina sees või külma vee torude pinnale tekib veeauru kondensaat.
- Ruumide ventilatsioon ja küte pole piisav ja pidev. Siirdeõhu avad on liiga väikesed.

Puuduva kalde tõttu tekib seina äärde veeloik ja vesi tungib seina.

Segisti vahetamise järel on seina jäänud auk, kust vesi pritsib seina sisse.

Joonis 5. Puitkarkass-välisseina ja vahelae liitekoht.

PUITKARKASS-SEINTE TULEPÜSIVUSEST

TEKST JA PILDID: ALAR JUST
JOONISED: EUROKOODEKS 5

Eurokoodeksi 5 osa 1.2 "Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Tulepüsivusarvutus" on uudne norm puitkonstruktsioonide tulepüsivuse määramiseks.

Puidu käitumist tulekahjuolukorras arvestatakse selles normis puidu söestumiskiirusega. Puidu söestumiskiirus on kindla suurusega ja ettearvatav. Erinevatel puitmaterjalidel aga on see näitaja erinev. Kaitsmata tugevussorteeritud saepuit söestub 0,65...0,8 mm/min.

Eurokoodeksi 5 osa 1.2 uudsusest tulenevalt ei leia sellest veel kõigi levinumate konstruktsioonide ning olukordade projekteerimispõhimõtteid. Näiteks uudse materjali, ristkihtpuidu tulepüsivuse arvutamisel ei saa tavalise saepuidu arvutuseeskirju rakendada. Ristkihtpuidus vahelduvad kandvad kihid mittekandvatega. Juhul, kui kandev kiht põleb ära, kukub ära ka mittekandev kiht. Seega on nulltugevusega ristlõike paksus suurem kui praegustes arvutuseeskirjades (7 mm).

Ristkihtpuidust on Londonisse ehitatud üheksakorruseline maja, millest on juttu ka käesolevas ajakirjas (vt lk 22).

Väga laialt levinud puitkonstruktsioon on tavaline karkass-sein, mis on kaetud kipsplaadiga ning mille postide vahel on isolatsioon. Selliste puitseinte (ja ka vahelagede) tulepüsivusarvutustes rakendatakse normi lisasid C, D ja E.

Kaetud konstruktsioonide söestumist tulekahjuolukorras iseloomustab joonis 1.

Sirge 1 sellel joonisel näitab kaitsmata puidu söestumist, mis toimub ühtlase kiirusega algusest lõpuni (mm/min).

Murdjoon 2 iseloomustab kaetud puidu söestumist, mida vaatleme lähemalt.

Plaadiga kaetud puidu söestumisest rääkides on tähtis teada järgmisi ajahetki: **söestumise algus** t_{ch} ja **kaitse tõrketekkeaeg** t_f.

Kuni ajani t_{ch} on puit kaitstud ning söestumist katte taga ei toimu. Alates sellest hetkest algab söestumine, ent seni, kuni katteplaat jääb paigale, söestub puit plaadi taga aeglasemalt kui algselt kaitsmata olekus puit.

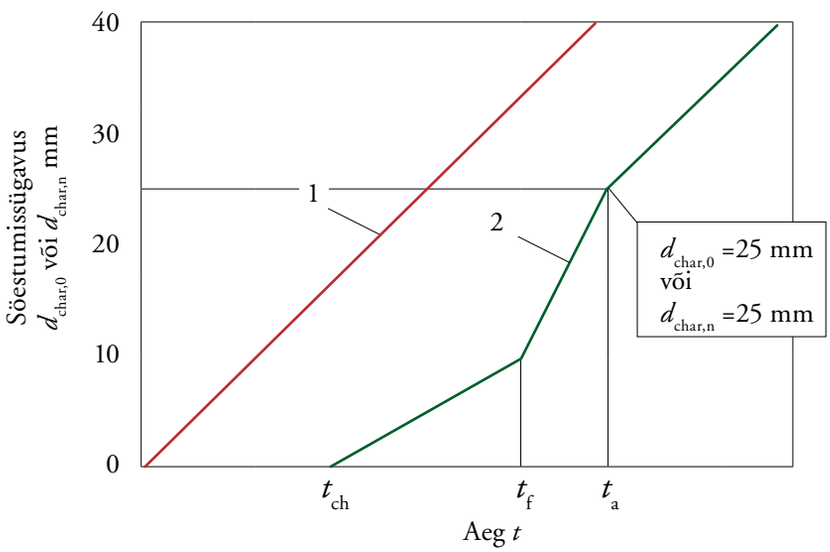
Kui saabub kaitsva plaadi tõrketekkeaeg t_f, st et plaat laguneb ja kukub ära, jõuame nn järelkaitsefaasi.

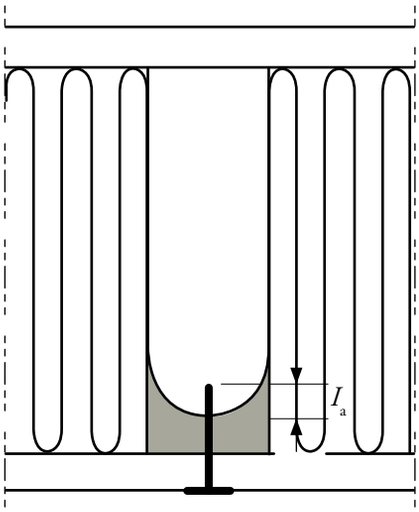
Puit, mis on plaadi taga aeglaselt söestunud, avaneb äkki tulele ja põleb sellest hetkest palju kiiremini kui algselt kaitsmata puit.

Joonis 1. Kaitsmata ja kaitstud puidu söestumine.

Suuremate ristlõigete puhul põleb puit sellise suurema kiirusega kuni 25 mm söestunud kihi saavutamiseni (aeg t_a), sealt edasi taas nn põhikiirusega (kaitsmata puidu põlemiskiirusega). Väiksemate ristlõigete puhul sellist 25 mm piiri pole.

Sellised on põhimõtted. Kuid Eurokoodeksi 5





Joonis 2. Kinnitus-elemendi süvistussügavuse söestumine.

tulepüsivuse osa on niivõrd uudne, et projekteerimismeetodid on olemas ainult väheste enamlevinud olukordade puhuks. Lihtsalt – andmeid on veel liiga vähe.

Vaatleme kihtide kaupa, mis seina tulekahjus toimub. Liigume koos tulega seina sisse.

Esiteks **katteplaadid.**

Söestumise algus t_{ch}.

Kui tegemist on *puidupõhiste plaatidega*, siis on söestumise algus arvutatav järgmiselt:

$t_{ch} = h_p/\beta_0$,

kus h_p on plaadi paksus ning β_0 vastava puitmaterjali söestumiskiirus.

Puidupõhised plaadid söestuvad veidi kiiremini kui tavaline saepuit. Söestumiskiirus on üldiselt 0,9...1,0 mm/min, kuid sõltuvalt tihedusest ja paksusest võib ka sellest erineda.

Ühe- või kahekihilise kipslaatkatte taga on puidu söestumise algus arvutatav järgmiselt:

$t_{ch} = 2{,}8h_p - 14$,

kui kipsivuuk on alla 2 mm või polegi vuuki.

$t_{ch} = 2{,}8h_p - 23$,

kui plaatidevaheline vuuk on suurem kui 2 mm.

Kahekihilise kipsplaatkatte puhul võetakse katte tingliku paksuse h_p arvutamisel tulepoolne kips arvesse täispaksusega ning teine kiht 50% paksuse ulatuses.

Tulekindla kipsi (EN 520, tüüp F) kasutamisel tulepoolse kihina võetakse teise kihi paksusest 80%.

Juhised söestumise alguse arvutamiseks on toodud ka kivivillplaatidest katte kohta. Kõigi muudest materjalidest katteplaatide puhul tuleb söestumise alguse aeg leida katsetega.

Ülaltoodud ajad tähistavad puitelemendi söestumise algust.

Nii puitplaatide kui tavalise kipsplaadi (tüüp A) puhul tähistab söestumise algus ka plaadi tõrketekkeaega, st et teoreetiliselt seda faasi, kus puit söestub aeglaselt ja plaat veel püsib, ei ole.

Tulekindlatel kipsplaatidel (tüüp F, EN 520) on sees kiud, mis hoiavad neid kõrgetel temperatuuridel kauem koos.

Plaatide tõrketekkeaeg t_f sõltub tulekindlate kipsplaatide puhul kinnitite süvistussügavuse söestumisest või plaadi enda termilisest lagunemisest.

Söestumispiiri jõudmine kinniti süvistussügavuseni on lihtsalt arvutatav. Kui puit on kogu kinniti ulatuses söestunud, siis see enam plaati ei hoia. Selle arvutamiseks on Eurokoodeksis antud metoodika.

Plaadi termilise lagunemise aja peab andma tootja, kuna eri tootjate materjalid on erinevad. Kui aga seda tootjatelt küsida, selgub tihti, et selliseid näitajaid pole neil kusagilt võtta.

Tulekindla kipsplaadi vastavust tootestandardile kontrollitakse katsega, mis ei kesta termilise lagunemiseni. Seega ei anna selline tootestandard piisavat infot materjali kasutamiseks tulekindlates puitkonstruktsioonides (ja ilmselt mitte ainult seal).

Praegu on üldkasutatavad ainult ühe tootja toodete andmed. Põhjamaade käsiraamatust "Brandsäkra trähus 2" võib leida Eurokoodeksi 5 osa 1.2 kasutamiseks Gyproci 15,4 mm paksuse tulekindla kipsplaadi tõrketekkeaegu.

Kõigi teiste tootjate plaadipaksuste kohta andmed puuduvad ning tootjad ei ole kahjuks huvitatud neid andma. Kindlasti aga ei ole eri tootjate toodang ühtmoodi võrreldav, isegi mitte sama paksuse korral.

Seinapaneel tules. Keskel karkassipost. Vasakul on kipsplaat langenud, paremal püsib.

Mida siis teha?

Eurokoodeksi 5 osa 1.2 Soome rahvuslikus lisas on antud F-tüüpi kipslaadi t_f väärtus, eeldades, et plaadi paksus on 15 mm. Termilisest lagunemisest tulenev t_f = 50 min seintes ning t_f = 30 min vahelagedes.

"Brandsäkra trähus 2" annab ühe kihi Gyproci 15,4 mm plaadi termilise lagunemise ajaks t_f seintes 65,6 minutit ning vahelagedes 35 minutit. Kuid näiteks Kesk-Euroopas ja ka meil laialt levinud 12,5 mm paksuste tulekindlate kipsplaatide kohta andmed puuduvad. Neil juhtudel tuleks teha katsed, mis on kallid ja töömahukad.

Eesti suurimad puitmajatootjad AS Kodumaja ning AS Matek on selliseid katseid oma tüüpkonstruktsioonide puhul teinud. Kõige konservatiivsem (ja juriidiliselt korrektne) võimalus on mitte arvestada plaadi kaitsvat efekti ning lugeda plaadi tõrketekkeaeg võrdseks söestumise algusajaga $t_f = t_{ch}$. Loomulikult tähendab see lisakulusid.

Ent liigume koos tulega läbi seina edasi.

Isolatsioon

on järgmine komponent puitkarkass-seinas.

Karkassipostide ja vahelaetalade söestumiskiirused eri faasides on järgmised:

$\beta_2 = k_s k_2 k_n \beta_o$ perioodil $t_{ch} \le t \le t_f$

$\beta_3 = k_s k_3 k_n \beta_o$ perioodil $t \ge t_f$,

kus k_s ja k_n on ristlõike kuju ning nurkade söestumist arvestavad tegurid, mille rakendamisel taandatakse ristlõike söestumine ühest küljest mõjuvaks, et oleks lihtsam arvutada. Need tegurid on samad kogu söestumise vältel.

Isolatsiooni kaitsvat mõju iseloomustavad tegurid k_2 ja k_3.

Katteplaadi olemasolul on tegur k_2 **sama nii kivi- kui klaasvillisolatsiooni** puhul. Erineva katteplaadi vuugi asukoha jaoks on erinevad tegurid.

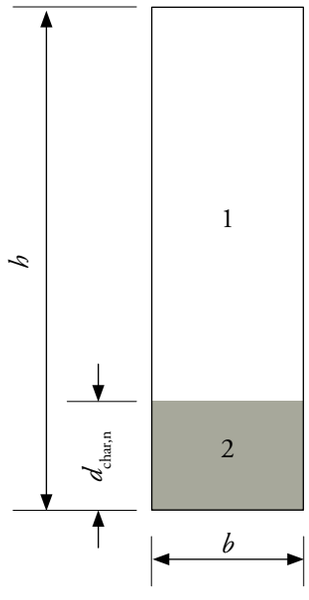
Pärast katteplaadi eemaldamist on situatsioon erinev. Järelkaitsetegur k_3 on praeguses Eurokoodeksis antud ainult kivivillast soojustuse mõju arvestamiseks.

Klaasvilla kohta ütleb Eurokoodeks, et kui katteplaat on varisenud, siis loetakse ka puitposti ning seega kogu seina kandevõime ammendatuks(!). See kehtib ka uudse suure tulekindlusega klaasvilla kohta.

Kõigi teiste isolatsioonide (nt tselluvill) mõju arvestamiseks tulekahjuolukorras, ka kaetud olukorras, on ainus võimalus teha katseid. Ka need katsed on kallid ja töömahukad, aga kui need teha, võib siiski saavutada ökonoomsemaid konstruktsioone enne, kui Eurokoodeks tõhusat täiendust saab.

Loomulikult on kõige lihtsam kasutada puitseinas paksu tulekindlat kipsplaati, mille puhul seina sees toimuvat arvutama ei peagi, aga inseneril ei pruugi sellest head tunnet jääda.

Võrdluskatse tulemus: vasakpoolne osa oli isoleeritud klaasvillaga ja parempoolne seinaosa tühikutega.



Joonis 3. Teoreetiline jääkristlõige. Taandatud ristkülikristlõikeks, mis söestub ühest küljest.

Tühikutega sein

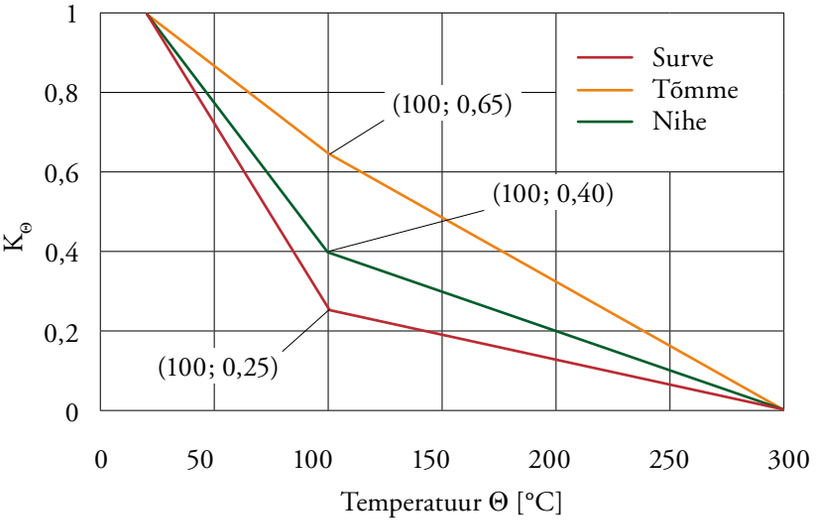
Kui sein või vahelagi on tühikutega, st postide või vahelaetalade vahed on tühjad, siis on tegu olukorraga, mille arvutuseeskirjad leiab Eurokoodeksi 5 osa 1.2 lisast D.

Kipsplaat peab sellise seina tulepoolsel küljel vastu kauem kui isolatsiooniga seinas. See on seletatav väiksemate temperatuuridega kipsplaadi taga, kuna pole isolatsiooni. Tavalise 12,5 mm kipsplaadi puhul on vahe ca 3 minutit.

Kui kate on langenud, siis hakkab pruss põlema kolmest küljest. Sealjuures on põlemiskiirus katmata puidu põlemisega võrreldes kahekordne. Tegur $k_3 = 2$.

Tühikutega sein on kindlasti nõrgem ja väiksema tulekahjukandevõimega kui analoogne klaasvillaga soojustatud sein juhul, kui käsitleme olukorda pärast katte tõrketekkeaega. Samas on praeguses Eurokoodeksis neist kahest eeskirjad vaid tühikutega seina jaoks.

Kogu eelnenud seinte jutt kehtib ka puittalade ja isolatsiooniga/tühikutega vahelagede kohta. Vahelagede katteplaatide tõrketekkeajad on väiksemad, kuna plaadid kukuvad raskusjõu mõjul varem alla.



Joonis 4. Tugevuse sõltuvus puidu temperatuurist.

Puidu arvutustugevus

Viimasena vaatleme puitposti ennast. Puidu söestumist on ülalpool käsitletud, kuid seinapostide puhul on veel üks tähtis moment: söestumata **puidu tugevus ei ole tulekahju ajal sama, mis tervel puidul**!

Suhteliselt väikese ristlõikega puitpostid võivad tulekahjus tervenisti läbi kuumeneda. Seetõttu rakendatakse seinapostide arvutamisel ***vähendatud tugevus- ja jäikusomaduste arvutusmeetodit***.

Erinevus suurte ristlõigete puhul levinud *efektiivristlõikemeetodist* seisneb selles, et ristlõikes söestunud osale ei leita täiendavalt nn nulltugevusega tsooni (tavaliselt 7 mm) ning tugevust ja jäikust vähendatakse tulekahjuolukorras oluliselt.

NB! Efektiivristlõikemeetodit ei tohi kasutada väikese ristlõikega seinapostide ja vahelagede arvutamisel!

Palju andmeid on puudu ka Eurokoodeksi 5 lisast E, mis käsitleb puitseinte arvutamist eraldavale funktsioonile.

Vahelaetalad on kivivillaga kaitstud. Suuremad ristlõiked kaitset ei vaja.

Katsepaneeli kustutamine pärast tulekahju.

Kokkuvõtteks *Quo vadis?*

Materjalide termilise lagunemise ajad ja muud nende tehnilised näitajad peavad tulema tootjatelt. Kui Eurokoodeks muutub aastal 2010 kogu Euroopa Liidus kohustuslikuks, siis tootjad ei saa enam sellest nõudest lihtsalt mööda vaadata.

Töö klaasvillsoojustusega puitseinte arvutuseeskirjade väljatöötamiseks Eurokoodeksi 5 jaoks käib ja suur osa sellest tehakse Eestis Eesti Metsatööstuse Liidu (Märt Riistop), AS Kodumaja (Elar Vilt) ja AS Resand (Alar Just) juhtimisel.

Töö on osa Euroopa uurimisprojektist FireInTimber, mis hõlmab teadusasutusi ja puidutööstusi üheksast riigist.

FireInTimber projekti lõppedes 2010. aasta kevadel on põhilise projekteerijaid huvitava tulemina kavas välja anda puitkonstruktsioonide tulepüsivuse projekteerimise käsiraamat, mis täidab palju valgeid laike praeguses Eurokoodeks 5 osas 1.2 ning täiendab seda oluliselt. Senikaua tuleb suhtuda positiivselt sellesse, mis on juba olemas.

BALSA – KERGE PUIT PEAAEGU IGAKS OTSTARBEKS

Balsa (hispaania keeles "parv") on üks sedasorti puiduliike, mis Eestis ei kasva, kuid millega iga poiss on vähemalt korra elus kokku puutunud. Mudellennukite ja -laevade ehitamisel on balsa asendamatu.

Villapuuliste sugukonda kuuluv balsa (*Ocroma lagopus*, tuntud ka nime all *Ocroma pyramidale*) kodu on Lõuna-Ameerika ja Lõuna-Mehhiko troopikametsades. See on kiiresti kasvav puu, mis soodsates oludes võib sirguda kuni 30 meetri kõrguseks. Balsa on muidu igihaljas, kuid pikkadel põuaperioodidel võib ka osa lehti maha lasta.

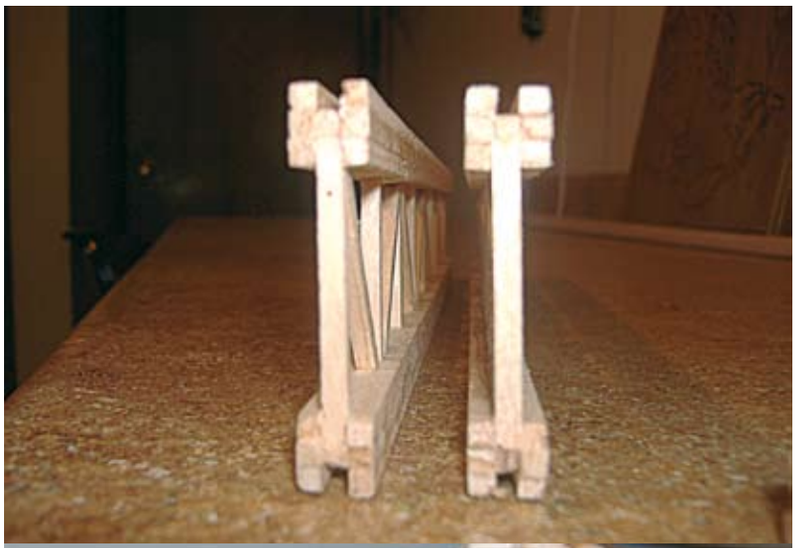
Kuni poole meetri pikkused balsalehed on nurgelised või 5…7-harulised. Silmatorkavad kollase või pruuni varjundiga õied, millel on viis kuni 13 cm pikkust kroonlehte, kasvavad oksatippudes. Seemned asuvad kupras, mis küpseks saades lõhkeb, paisates pruunid "villaga" kaetud seemned lendu.

Balsapuupalki jõuab hõlpsasti liigutada.

Balsapuit on peaaegu valge värvuse ja lahtise jämeda süüga, meenutades tekstuurilt valget kaske või pärna. Eelkõige hinnatakse balsat kerguse pärast: üks kuupmeeter korralikult kuivatatud balsapuitu kaalub 116 kg, viletsamates tingimustes kasvanud vanemate puude puit võib ka raskem olla. Tihedus on 100…200 kg/m³ (0,1...0,2 g/cm³), kõige sagedamini 140 kg/m³, seega umbes kolmandik muude lehtpuude omast. Kõige pehmemate liikide tihedus on ligikaudu võrdne polüstüreenvahu omaga.

Balsa on kõige pehmem tööstuslikult kasutatav lehtpuupuit. Ujuvuselt ületab ta korki ligi kahekordselt ning seetõttu on teda juba iidsetest aegadest kasutatud parvede ehitamiseks.

1947. aastal võttis Norra etnograaf Thor Heyerdahl ette eksperimendi, et selgitada välja, kas muistsed polüneeslased võisid balsapuidust valmistatud veesõidukitel Lõuna-Ameerikasse jõuda. Selleks tegi Heyerdahl inkade päikesejumala järgi nimetatud parvel Kon-Tiki 8000 km pikkuse 101 päeva kestnud reisi Peruust Polüneesiasse.



Balsat kasutatakse mudeliehituses sageli.

Kon-Tiki valmistamiseks kulus üheksa balsatüve pikkusega 13,7 m ja läbimõõduga 60 cm ja need seoti kokku kanepist punutud köitega ning metalli kasutamata.

20. sajandil hakati balsast tegema päästerõngaid, mida veekindluse suurendamiseks immutati kuumas parafiinis. Hawaii surfarid püüdsid laineid enne kunstvaigust lainelaudade kasutuselevõttu samuti balsast tehtud alustel ning asjatundjad väidavad, et need olid kunstmaterjalist lainelaudadest paremadki. Kalamehed vestavad balsapuidust lante.

Kerge kaalu ja heade isolatsiooniomaduste tõttu on balsa väga oluline pakkematerjal tahkes olekus süsinikdioksiidi konteinerite transportimisel. Samal põhjusel sobib ta inkubaatorite või külmruumide vooderdamiseks.

Muude spetsiifiliste valdkondade seas tuleb kindlasti ära märkida mudeliehitus. Enne vastavate programmide ilmumist kasutati balsapuust mudeleid sildade koormustaluvuse arvestamiseks.

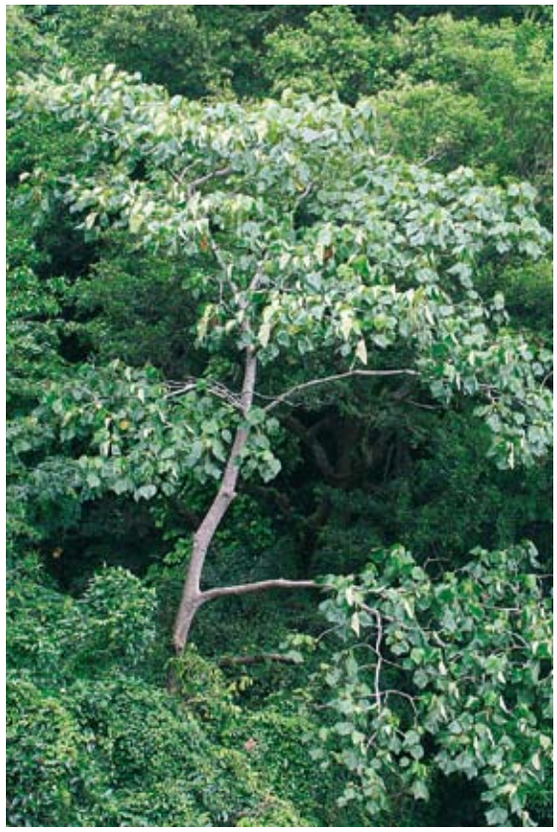
Igati oluline koht on sellel puiduliigil ka lennukiehituses. Esimestel lennukitel, mille mootorid olid üsna nõrgad, valmistati nii palju elemente kui võimalik balsast. Kuigi kahe maailmasõja vahelisel perioodil suutis duralumiinium puidu lennukiehituses kõrvale tõrjuda, kasutati seda veel 1941. aastal ühe lennumasina juures. Nimelt valmistati kahekohalise Inglise pommituslennuki de Havilland Mosquito kere kahe vineerikihi vahele pressitud balsapuidust (tõsi küll, kere ribid valmistati kuusepuidust). Tänu sellisele konstruktsioonile oli Mosquitot tolleaegsete radaritega raskem avastada.

Esimestes reaktiivmootoritega reisilennukites kasutati balsapuitu reisijatesalongide viimistluses.

1962. aastal jõudis balsa koguni kosmosesse! Ameeriklased üritasid tol ajal saata Kuule Ranger-tüüpi sonde, mis olid pakitud balsapuidust kerakujulistesse konteineritesse. Õnnetuseks lendasid kõik kolm seda tüüpi sondi sihtmärgist mööda ning läksid kaduma.

Mitmekihilistes konstruktsioonides, näiteks *sandwich*-tüüpi paneelides, kasutatakse balsat koos vaht- ja kiudmaterjalidega. Üks julgemaid eksperimente selles vallas on Chevrolet Corvette Z06, mille põhjapaneelides on balsa pressitud kahe süsinikkiudplaadi vahele. Lauatenniserekettes on kahe vineerikihi vahel enamasti samuti balsakiht. Kombinatsioonis lamineeritud fiiberklaasiga kasutatakse balsat mõnikord tuuleturbiinide tiivikumaterjali või luksusjahtide tekikattena.

Tööstuslikult oluline on ka balsapuu seemnete kiud või vill: seda kasutatakse madratsite ja patjade täitematerjalina "taimsete sulgedena" (*édredon végétal*). Balsavilla ja teiste seemnekiudude segust (*ouate végétale*) valmistatakse hambaniiti ning Prantsuse armeele spetsiaalseid maskeerimisvorme kõrbes tegutsemiseks.



Balsa looduslikus keskkonnas.

MÄEKONNU TORN

PROJEKTEERIJA: JÜRI KOOLMEISTER
FOTO: KARL ÕIGER

LUIK

AUTOR: LARISSA KONDINA
FOTO: MÄRT RIISTOP