PUUINFO

1/2007

Puit on moodne

MÄRT RIISTOP

Mõni aeg tagasi juhtusin neti otsingumootorisse toksima sõna puitarhitektuur. Minu suureks üllatuseks oli üks esimesi tulemusi ajakirja Stiil artikkel (autor Ele Praks), mille päris alguses on lause: «Kes pole veel märganud, et puitarhitektuur on moes, on käinud ringi kinniste silmadega.» Pisut järele mõelnud, tekkis mõte – äkki ongi?

Märke sellest ju on ja näiteks liimpuidu puhul julgeks rääkida isegi selle kasutamise plahvatuslikust tõusust. Puitvoodriga kivimajugi näeb üha rohkem, ehkki kivivoodriga puitmaja on esialgu tavalisem.

Seda, et puit on moodne, näivad kinnitavat ka Emori poolt RMK ja Stora Enso tellimusel läbi viidud avaliku arvamuse uuringud. Oma ettekandes Eesti Metsatööstuse Liidu üldkogul rääkis Mari-Liis Eensalu muu hulgas ka sellest, et küsimusele, kas kodu või suvila materjalina eelistataks puitu, vastas 77%, et selline eelistus vastab täielikult või suurel määral nende arvamusele. Mööbli või sisustuse puhul oli nõnda arvanuid koguni 83%.

Suhtumine puitu on soosiv, ent tegelik puidukasutus ei ole sellega kooskõlas. Pakun selgituseks järgmisi põhjuseid. Kõigepealt ostab enamik inimesi endale maja või korteri, mis on parajasti kättesaadav. Turul pakutav aga oli vähemasti viimase ajani selline, millega ehitajad-arendajad harjunud ja mis neile kasumlikum tundus – suured kortermajad. Teiseks on inimeste ettekujutus puitmajast pisut nostalgiline ja ajast maha jäänud. Messidel ja mujalgi inimestega vesteldes olen aru saanud, et puitmaja all mõistavad nad palkmaja või endisaegset agulimaja, mida elukeskkonnana hinnateski reaalse elupaigana ette ei kujutata.

Õnneks ei ole alustuseks toodud Ele Praksi väide sugugi mitte õhust võetud. Maju, mille puhul puit on seostatud moodsa arhitektuuriga, tekib iga aastaga üha enam. Selleski ajakirjanumbris on juttu hoonetest, mida kuidagi vanamoodsaks ei saa pidada või mis vaatamata agulis paiknemisele sugugi agulimaja muljet ei jäta, sobides sinna sellegipoolest. Kui seni peeti tavaliseks peita puit näiteks kivivoodri taha, siis Viimsi kooliga tehti risti vastupidi: betoon tooniti vineerikarvaliseks ja -mustriliseks nii õnnestunult, et ajakirja kujundajagi, kes hoonet ainult piltidel näinud, arvas, et tegemist ongi vineerfassaadiga. Eks sellist eksitust soosis ka liimpuidu ulatuslik ja silmatorkav kasutus.

Puidu kui ehitusmaterjali maine paranemine on kindlasti seotud ka sellega, et inimesed teadvustavad endale üha enam keskkonnaprobleeme. Tõsi, esialgu on taastuvus ja kodumaisus peamised argumendid, mida silmas peetakse. Kliima soojenemist küll kardetakse, kuid võimalust aeglustada seda puidu kasutamise kaudu ei osata näha.

Samuti tunnustatakse puitu kui taastuvat kohalikku kütust. Võimalust puit põletamata jätta ja valmistada sellest tooteid, mida terase, betooni ja teiste energiamahukate materjalide asemel ehitamisel kasutades säästetakse veelgi rohkem fossiilseid kütuseid, paraku veel eriti ei mõisteta.

Võib olla peaks Puuinfogi neist aspektidest rohkem rääkima, ent karta on, et sel teemal teooriasse tungimine avaldab lugejale vähem mõju kui ilusad näited ja konkreetsed nõuanded puidu tegelikuks kasutamiseks, milleks see ajakiri ju mõeldud.

Fotod: Meeli Kittim

Parim puitehitis 2006

MÄRT RIISTOP

Parim puitehitis 2006
Veriora Noortekeskus
Arhitekt: Tiina Komissarov
Projekteerija: Tiina Levtšenko
Ehitaja: AS RIS Ehitus
Tellija: SA Veriora Noortekas

Ära märgitud
Alasniidu elamurajooni ridaelamud
Arhitekt: Jüri Kliimask
Projekteerija: OÜ KPME
Ehitaja: OÜ Matek
Tellija: OÜ Alasniidu

Rakvere Eragümnaasiumi algklasside hoone
Arhitektid: Tauno Aadma ja Laur Pihel
Projekteerija: OÜ Eensalu ja Pihel
Tellija: Rakvere Eragümnaasiumi Hariduskogu

Eriauhind liimpuidu parima kasutamise eest
Viimsi Keskkool
Arhitektid: Illimar Truverk, Raul Järg, Priit Pent, Eero Endjärv
Projekteerija: OÜ AET Arhitektid
Ehitaja: AS Merko Ehitus
Tellija: Viimsi Vallavalitsus

Eriauhind höövelpuidu parima kasutamise eest
Elamud Koidu tänaval Tallinnas
Arhitektid: Anu Tammemägi ja Erkki Ristoja
Projekteerija: OÜ Inseneribüroo Peipman
Ehitaja: OVS Ehitus
Tellija: OÜ Hansa Kinnisvara

Eriauhind vineeri parima kasutamise eest
Mammaste Tervisespordi Keskuse interjöör
Arhitektid: Tiia Savi ja Tiina Komissarov
Tellija: Põlva Vallavalitsus

2006. aasta parim puitehitis on Veriora noortekeskus (vt esikaas). Sellisele arvamusele jõudis žürii (Veljo Kaasik, Toomas Aakre, Urmas Elmik, Mart Kalm ja Märt Riistop) üsna ruttu pärast Veriora noortekeskusest lahkumist. Eelaimus Veriora võidust tekkis juba kohale saabudes, kui keegi žüriiliikmetest poetas: «Ohoo, see on ju päris kena!»

Maja on üsna aktiivses kasutuses, näiteks kohalikel noormeestel on kombeks alustada seal oma õhtut nuudlisupi keetmisega, mis viitab nii plaanile pikemaks paigale jääda kui ka kodutundele. Kõrval paiknevate kortermajade akendest olidki paljud pimedad, ja võib vaid kadestada Veriora lapsevanemaid, kes oma laste tegevuse(tuse) pärast muret ei pea tundma.

Noortekeskus ei ole kuigi suur, ent kahele korrusele on suudetud mahutada ruumid käsitööks, arvutite jaoks, mängudeks ja ansambli proovideks. Viimane ruum on suletav voldikseinaga, et mitte teisi häirida – heli summutamise võime pidavat voldikseinal päris hea olema.

Maja kandekonstruktsioonis on kasutatud palju liimpuitu, seinad on puitkarkassil ja sisepinnad kaetud valdavalt vineeriga. Mitmelt poolt on aimata, et projekti eelarve on olnud üsna pingeline, tõenäoliselt seepärast, et eurorahade taotlemiseks kulunud aja jooksul jõudsid ehituse hinnad oluliselt kerkida. Tulemus aga on lihtne ja ratsionaalne, jätmata kuskil koonerdamise muljet.

Mõni asi on hästi välja kukkunud võib olla isegi kogemata. Raske on kujutleda pedantsevõitu eestlast leppimas sellega, et vineertahvlite liitejoon on lähemal vaatlusel üsna konarlik. Ütleb ju iga käsiraamat, et serv servaga korrektne liitmine on vineeri puhul võimatu ja tuleb jätta mingi vuuk. Siin aga pole vuuki jäetud ja tulemus, ehkki ligidalt vaadates mitte just laitmatu, on suurel pinnal vuugitriipude puudumise tõttu üsna kena. Usun ka seda, et noortel, kellele see maja mõeldud, on muudki teha kui seinapragusid uurida. Vineeri valikust on samuti selgesti näha, kui hästi on tajutud piiratud eelarve piire: ehkki mitte parim, on valitud vineer just õige kvaliteediga. Kahjuks võis mõne teise maja puhul tunnistada sedagi, kuidas muidu kena lahendus on odava, madalakvaliteedilise vineeriga lootusetult rikutud.

Ära märkida otsustas žürii kaks ehitist. Rakvere Eragümnaasiumi algklasside hoone äratas tähelepanu järjekindla ökoloogilise lahendusega, ehkki direktor kurtis, et näiteks kooliruumide ventilatsioonil on nii ranged ettekirjutused, mis ökoloogilise lahenduse välistavad. Muidu on maja öko mis öko: puitkarkass ja saviseinad, rohkelt liimpuitu ja murukatus, ehitatud ise rõngakujuliselt ümber vana saarvahtra.

Foto: Märt Riistop

Veriora noortekeskuse siseseintel on vineer liidetud vuukideta.

Foto: Märt Riistop

Rakvere Eragünaasiumi algklasside hoone siseõu.

Foto: Erik Konze

Alasniidu elamurajoon.

Majad Tallinnas Koidu tänaval.

Pisut halvendas muljet suhteliselt juhuslik mööbel, mis aga peatselt uue, eritellimusel valmistatava vastu vahetatakse. Teiseks on maja seest kenam kui väljast: kogumulje on kuidagi masajas, inimpilgu kõrguselt ei hooma põnevat struktuuri kuidagi. Ilmselt mängis selles oma osa ka sügisene hallus, vähemasti murukatus peaks hakkama hoonele kõvasti värvi lisama.

Värvid aga olid need, mis teise äramärgitu, Alasniidu elurajooni puhul esimesena silma torkasid. Lähemal vaatlusel ilmnes muudki tähelepanuväärset. Majad paiknevad päris pika tänava ääres, kuid tänavapoolne külg on väljaulatuvate trepikodade ja nende järgi joonduvate autovarjualuste abil hästi liigendatud. Üldmulje on seepärast üsna mitmekesine, vaid siseõuede poolt on pilt pisut igavam.

Siseõueski on püütud pilti värvi abil elavdada, ent kuna vorm on siiski üksluine, jääb värvilaikudest üksi väheks. Häirib ka see, et õueala on hekikestega siiludeks jaotatud – mingi osa õuest võinuks vahest ühiskasutusse jääda, siis olnuks võimalus sinna kas või suurema mänguväljaku abil pisut vaheldust tuua.

Alasniidu majad on küll Mateki tehasemajad, ent arhitektuurses mõttes ei tähenda see vähimatki hinnaalandust ja miks peakski. Tähtis ei ole ju see, kus üks või teine ehitise element tehakse, platsil või tehases, vaid ikka see, kas asjas iva on.

Liimpuidu eriauhinna minek Viimsi koolile oli üsna ootuspärane. Ehkki liimpuitu kasutatakse iga aastaga aina rohkem ja seda leidus nii mitmeski 2006. aasta võistlusele esitatud ehitises, ei olnud neist üheski Viimsi kooliga võrreldavat mastaapsust. Juba läbi kolme korruse ulatuv esinduslik aatrium on midagi sellist, mida seni oleks osanud oodata vaid pangahoonetes. Liimpuidul on selles aatriumis täita keskne roll, mida veelgi rõhutavad suured vineerpinnad.

Vihjeid vineerile on ka hoone välisilmes: betoon on raudkloriidiga töödeldud oranžikaks ja pind jaotatud vuukidega vineertahvlite laadseteks osadeks. Tõenäoliselt on paljud möödasõitjad, kes hoonet lähemalt pole uurinud, jäänudki arvamusele, et tegemist on vineerfassaadiga.

Seda, et liimpuit on Viimsi kooli arhitektidele südamelähedane, tõestavad ka suurte klaasfassaadide liimpuidust raamistikud. Seni on Eestis sel puhul ikka metalli kasutatud, ehkki külmasildade

Foto: Märt Riistop

Puitvoodrit ja eriti puidust võresid on hakatud kasutama ka üsna suurtel hoonetel, ent seejuures varitseb üks oht – monotoonsus –, mille ületamine ei ole jõukohane igale arhitektile. Tallinnas Koidu tänaval asuvate majade fassaadis on kasutatud kontrastsetes toonides voodrilaudu, püstlaudise vaheldumist rõhtsega ja muidki tavapäraseid võtteid ning tehtud seda üpris maitsekalt. Ei teki muljet ülepakutusest, lahendus tundub igati loogiline ja põhjendatud.

Õnnestumiseni on viinud ka see, et tegemist on majade grupiga, mis moodustavad väikese eraldatud kvartali, millesse on liidetud hoolikalt restaureeritud vana puidust agulimaja. Viimane seob kaasaegsed uusehitised vanade puitmajade alaga. Ja ilmselt sündiski otsus kasutada puitvoodrit just sellest, et vana maja alles jäeti. Pelgulinna elanikuna tean, millises seisukorras too agulimajake enne oli, ja tõenäoliselt läks selle restaureerimine uue ehitamisest tunduvalt kallimaks, ent tulemus on vaeva väärt.

Koidu tänav Tallinnas hõlmab eri ajastuid: algab stalinistlike kivimajadega ja jätkub sajandivanuste puithoonetega, uushoonete grupp enam-vähem tänava keskel seob need kõik üheks tervikuks, mõjumata seejuures võõrkehana.

Eriauhind vineeri parima kasutamise eest kipub minema interjöörilahendustele, nii ka seekord. Mammaste spordikeskuses ei ole vineeri just palju, kuid see vähene mõjub hästi. Mitmed lahendused on seejuures üsna uudsed, näiteks vineertahvlitevaheliste vuukide katmine roostevaba terasega (vt foto 6). Terase valik sellises kohas võib tunduda ootamatu, kuid tooni poolest sobib ta heleda kasevineeriga hästi. Vineerist on ka aknalauad, trepipiirded jpm detailid ning suurem osa numbritubade mööblist, nii langeski otsus Mammaste spordikeskuse kasuks.

vältimine on sel juhul päris tülikas ja härmas aknaraamid talvisel ajal ei olegi nii haruldane nähtus. Viimsi kooli suurusest annab aimu kas või see, et kuigi tegemist on betoonhoonega, kulus liimpuitugi üle 200 m³.

Kui koolihoone ise on igati sümpaatne, ei saa kahjuks sama öelda ümbruskonna kohta. Näib, nagu poleks jõuka valla juhtidel pähe tulnud, et lapsed võiksid kooli või lasteaeda ka jalgsi tulla. Nimelt jääb uue kooli-lasteaia ja asula vahele kohalik tihedaima liiklusega tee. Muidugi määras asukoha paljuski maa kättesaadavus, ent kindlasti olnuks võimalik maid ka vahetada või osta. Praegu jääb mulje, et kool ja lasteaed paigutati sinna, kus oli vaba maad, mitte aga sinna, kus lastel oleks mugav ja ohutu käia. Lisaks muudele ohtudele on seal pidev liiklusmüra, mille tõrjumiseks on vaja rakendada märksa tõhusamaid meetmeid kui hajusalt siia-sinna istutatud peened tammevitsad. Viimsi koolist peab läbi käima üsna mitu lastepõlvkonda, enne kui need tammed varju andma hakkavad.

Foto: Märt Riistop

Mammaste spordikeskuse saal.

Veriora noortekeskus – parim puitehitis 2006

Fotod: Erik Konze

ELL-MAAJA RANDKÜLA

Konkurss «Parim puitehitis 2006» on möödas, hinnangud antud ja preemiad välja jagatud. Võidupärja pälvis seekord arhitekt Tiina Komissarov, kes projekteeris noortekeskuse Põlvamaale Veriora valda – paika, mis harva uudisekünnist ületab. See omakorda sunnib küsima, kas Eestis leidub veel mõni väike vald, kes oma noortele taolise kooskäimise koha on rajanud?

Olgu samas kohe ära öeldud, et žürii ei lähtunud valikut tehes sotsiaal- ega regionaalpoliitikast stiilis «anname nüüd auhinna mõnele maakohale ka». Veriora noortekeskus lihtsalt oli žürii hinnangul 32 esitatud objekti hulgas parim.

Igal ehitisel on oma sünnilugu, erandiks pole ka Veriorasse kerkinud noortekeskus. Teemat aitab avada autor, arhitekt Tiina Komissarov.

Tõukejõuks kohalik initsiatiiv

Lõuna-Eesti pole Tiina Komissarovile võõras kant, sest ta on sidunud oma tegemised Põlva projekteerimisfirmaga Draft, kellel on kontor ka Tallinnas. Sealtkaudu jõudiski arhitektini Veriora valla pakkumine võtta osa ehitatava noortekeskuse ideekonkursist.

Pärast paigaga tutvumist oli Tiina Komissarovil osalemisotsus kindel: põlispuude ja tiigiga ilmestatud maastik Võru–Räpina maantee ääres osutus võluvaks ja inspireerivaks. Tema eskiis tunnistati parimaks ja töö projektiga võis alata.

Kuid kust noortekeskuse ehitamise idee pärineb? «Kohalik initsiatiiv oli ülivõimas,» meenutab arhitekt, «lausa rõõm oli kohata nii tegusat vallavalitsust ja aktiivseid noori inimesi, kes asja täie innuga vedasid.»

Vallarahval oli esialgu mõtteis teha korda ammuilma ehitatud rahvamaja, kus sealt kandi noored koos käisid. Hoone aga oli sedavõrd amortiseerunud, et renoveerida polnud seal enam praktiliselt midagi. Kuna rääkida ei saanud ka maja muinsuskaitselisest väärtusest, võeti kurss vana hoone lammutamisele ja uue ehitamisele.

Kõik algab teatavasti rahast ja siinkohal tuleb taas tunnustada Veriora valla ettevõtlikkust. Kui 2004. aastal avanesid Eestile euroliidu struktuurifondid, tekkis neil võimalus sealt toetust taotleda. See ka õnnestus, sest verioralaste projekt osutus omasuguste seas parimaks. Kaasfinantseering tuli haridus- ja teadusministeeriumilt, oma panuse andis ka vald.

Mänguline arhitektuur

Arhitektile jäeti projektlahenduse leidmiseks vabad käed. Eelnevalt oli paika pandud vaid ruumiprogramm, Tiina Komissarovi otsustada jäid nii hoone välisilme, ehitusmaterjalid kui ka ruumide paigutus.

Arhitekti sõnul polnud tal ehitusmaterjali valikus kahtlusi – see pidi olema puit, soe, sõbralik ja looduslik. Nii ongi: ehitis sai puitsõrestikseinad, vahelae kandetarinditeks puittalad ja katusekandjateks välisseintele toetuvad liimpuittalad. Konstruktiivse osa lahendas teine Tiina, tunnustatud insener Tiina Levtšenko.

Hoone pole suur, oma 250 ruutmeetriga kuulub ta pigem eramute kui sotsiaalobjektide kategooriasse. Samas viitab maja mänguline arhitektuur teistsugusele funktsioonile. Hoone külgseinad on osaliselt paigutatud diagonaalselt, kahe korruse kõrguseni tõusva diagonaali katkestab kaldus otsasein. Rõdu ja aknalindid jooksevad rangelt horisontaalselt, tasakaalustades ehitise asümmeetriat.

Tiina Komissarov on rahul hoone haaratava mahuga, mille ühelt poolt tingis lammutatud hoone kubatuur ja teiselt poolt ruumiprogramm. Viimane määras nii mõndagi – näiteks ühisruum lausa nõudis kõrget õhuruumi, see omakorda viis trapetsikujuliste külgseinteni.

Üks arhitekti tore leid, mis ehitisele kaasaegsust ja värskust lisab, on ka välisviimistluseks kasutatud diagonaalne laudis, mis koos horisontaalse laudvoodriga annab hoonele elava ilme. Toon – pehme ja ookerjas, seob maja kenasti loodusega.

Selgub, et värvivalik tekitas Tiina Komissarovile parajat peavalu. «Pööra-sin peatähelepanu hoone mängulisele vormile ja leidsin, et värvilt peab see jääma tagasihoidlikuks. Valisin kataloogist välja hallikasrohelise tooni nimega Kõrkjad ja olin sellega üpris rahul. Seda seni, kuni objektil avastasin, et värv mõjub nii, nagu oleks maja aastaid ja aastaid seisnud loodusjõudude meelevallas. Uus valik kataloogist, värvus nimetusega Mesi, oli palju mahlakam ja värskem ning ei tekitanud loodusega mingit dissonantsi. Inimene õpib eluaeg,» võtab arhitekt selle kogemuse kokku.

Funktsionaalsed siseruumid

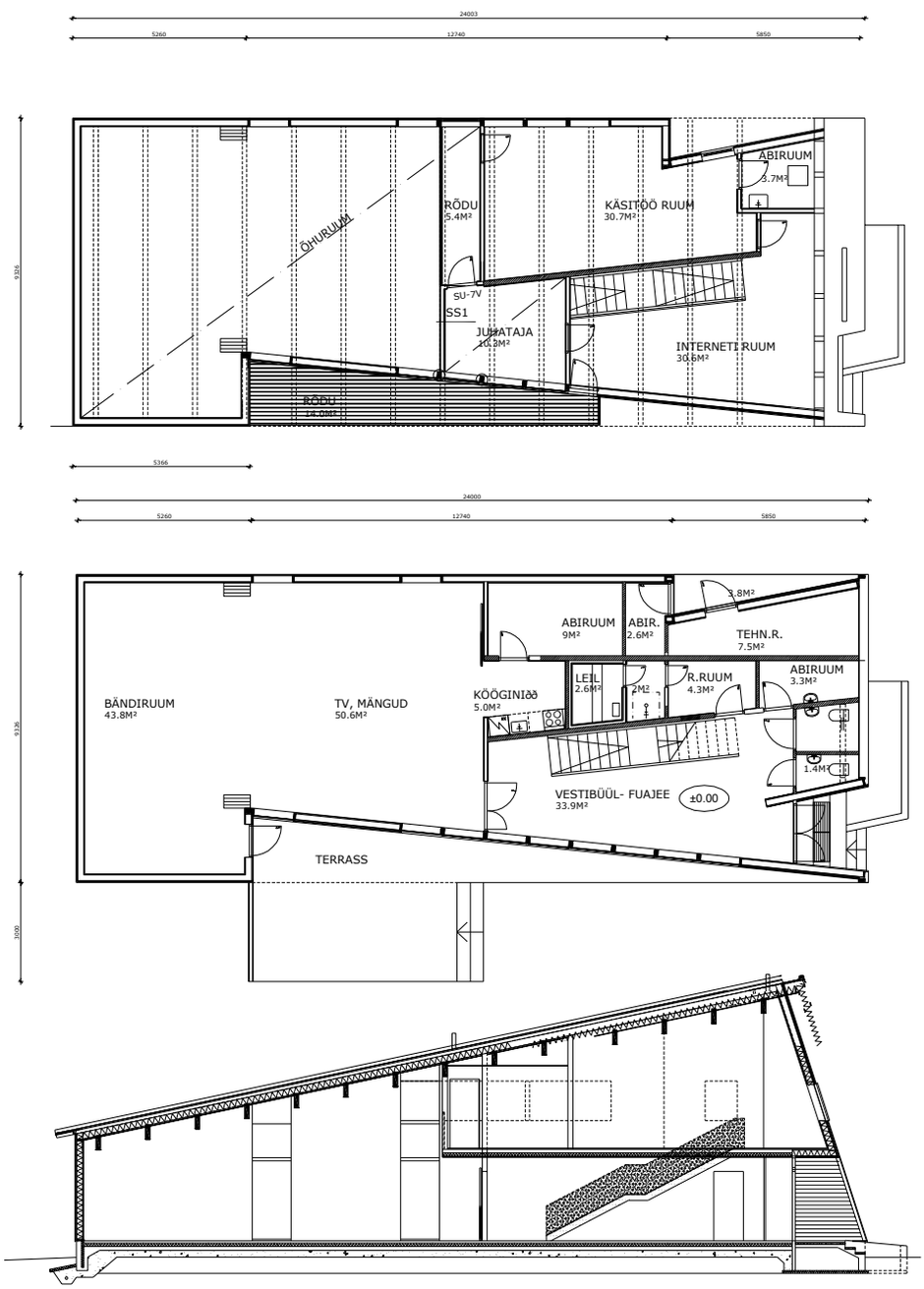
Otse loomulikult tõi arhitekt oma armastuse kõige naturaalsuse vastu kaasa ka noortekeskuse interjööri. Ruumide paigutus sõltus ruumiprogrammist: loogiline oli jätta alumine korrus mänguderuumiks ja mahutada sinna ka ansamblite harjutusruum. Voldiksein nende vahel lubab allkorrusel korraldada suuremaidki üritusi.

Teisele korrusele viib metalltrepp. Üleval on arvuti- ja käsitöötoad, samuti juhataja ja ringijuhtide ruumid. Mõistagi on majas kõik olmeks vajalik, sealhulgas väike köök ja saun.

Selgeks saab seegi, miks on allkorruse aknarivi viidud nii madalale, et väljast vaadates paistavad üksnes ruumis viibijate jalad: suurele seinapinnale akende kohal saab üles panna näitusi ja projitseerida teleprogramme ning filme.

Materjalid, mis siseruume ilmestavad, on ehedad ja lihtsad, mitteuhkeldavad. Allkorrus on saanud betoonpõranda, seinapindu katavad vineerplaadid.

Veriora noortekeskuse hoone on valmis ja selle edasine saatus kasutajate kätes. Tiina Komissarov teab rääkida, et nende plaanidesse kuulub ümbruse korrastamine ja rulluisuraja ning rularambiga skeit-pargi rajamine. Jääb vaid loota, et verioralaste eekuju on nakatav.


24003
5260
12740
5850
9326
ÕHURUUM
RÖDU
5.4M²
KÄSITÖÖ RUUM
30.7M²
ABIRUUM
3.7M²
SU-7V
SS1
JUHATAJA
10.2M²
INTERNETIRUUM
30.6M²
RÖDU
16.0M²
5366
24000
5260
12740
5850
9326
3000
BÄNDIRUUM
43.8M²
TV, MÄNGUD
50.6M²
KÖÖGINIÐÐ
5.0M²
ABIRUUM
9M²
ABIR.
2.6M²
3.8M²
TEHN.R.
7.5M²
LEIL
2.6M²
2M²
R.RUUM
4.3M²
ABIRUUM
3.3M²
1.4M²
VESTIBÜÜL- FUAJEE
33.9M²
±0.00
TERRASS

Puit muudab välisilmet

ELL-MAAJA RANDKÜLA

Alles see oli, kui puitpõrand ja -mööbel näitasid ausalt, mis puust nad on. Täna see reegel enam ei kehti – töötlusega tehakse imet ja huviline võib jäädagi mõistatama, millega õieti tegu on. Puitu lakitakse, vahatatakse, valgendatakse, peitsitakse ja õlitatakse, et tuua eredamalt välja tema ilu, lisada talle vastupidavust ja pakkuda värvivaheldust.

Tamme võib nimetada põrandamaterjalide kuningaks. Pildil õlitatud tammeparkett.

Teiseks aja märgiks on viimistlusvahendite naturaalsus. Vesialuselised ja muud keemiast vabad tooted on hõivamas juhtpositsiooni, mille tulemusena pääseb kodu korrastaja laki- ja lahustiaurudest ning saab nautida tervislikku keskkonda. Uue põranda soetaja on aga muredest täiesti prii, sest viimistlustööd tehakse ära juba tehases. Iseloomulik on seegi, et töötlusviise tuleb aina juurde ja tootjad esitlevad neid samal viisil nagu rõivatööstur hooaja moekollektsioone.

Uus tungib peale

Kuigi esmahetkel võib rääkimine puidumoest tunduda pisut kohatu, näitab tegelikkus, et selleks on põhjust piisavalt. Kõik uus, millel on endisega võrreldes lisaväärtusi, äratab huvi ja läheb hästi kaubaks. Meenutagem aega mõned aastad tagasi, kui suurmoeks muutus puidu õlitamine. Vanu põrandaid, mis värvi- või lakikorrast sai siis puhastatud ja õliga kaetud, on Eestimaal ilmselt üksjagu ning tuleb juurdegi, sest ollakse teadlikud selle viimistlusviisi positiivsetest külgedest.

Õlitamine on looduslähedane töötlusviis. Puidu pinda töödeldakse peenmolekulaarse taimeõlide ja vahade seguga, mis on vaba lahustitest, säilitus- ja värvainetest. Õli imendub sügavale puidupooridesse ja aitab pinnal säilitada loomulikku välimust ja vastupidavust. Lisaks muudab õli puidupinna antistaatiliseks – selline pind talub hästi niiskust ja hülgab tõhusalt plekke jätvaid aineid.

Üha sagedamini ei piirduta enam ainult puidu pealispinnaga, vaid otsitakse võimalusi sügavamaks töötluseks. Selle näiteks sobib hästi kivipesuefektiga põrand, mis saab oma ilme mitme protseduuri tulemusena: puidu pehme osa harjatakse välja, järgneb töötlus peitside ja õlidega, mis annavad süükohtadesse ja uuretesse teise tooni.

Viimane hitt – termotöötlus

Praegu on kõik vaimustuses termotöötlusest, mis avab põranda- ja mööblitootjatele uusi perspektiive.

Termo- ehk kuumtöötlus on keeruline protsess, mida juhitakse arvutiga. Töötlusviisi võib nimetada eriti loodussõbralikuks, sest mingeid lisaaineid peale veeauru termotöötluskambrisse ei lisata. Puitu kuumutatakse *ca* +200kraadise või isegi kõrgema temperatuuri juures, mille tulemusena puidu rakuehitus muutub ja sealt viiakse välja happed, bakterid ja niiskus. Võrreldes töötlemata puiduga, on termopuit oluliselt niiskuskindlam ja stabiilsem: katsetest nähtub, et termopuit reageerib niiskusele ja temperatuuri kõikumistele 50...90% vähem kui töötlemata puit.

Kuumtöötlus muudab puidu läbivalt tumedamaks, mis pole samuti tähtsusetu – termopuit ei kaota lihvimisel oma värvi. Tooni sügavust saab protsessi käigus temperatuuri, kuumutamisaja ja lisatava auru kogusega «timmida».

Eksootilise *merbau* pinnal vahelduvad heledamad ja tumedamad triibud.

Mengaris teeb põrandast kunstiteose.

Kodumaisele puidule annab termotöötlus märkimisväärse lisaväärtuse tugevuse ja huvitava pinna näol. Kõige ilusamad ja efektsemad toonid saadakse kätte kasest, pöögist ja saarest. Mis aga eriti oluline – termopuit sobib asendama kalleid eksootilisi puiduliike niisketes ruumides, pakkudes alternatiivi näiteks *wenge*'st vannitoamööblile.

Kuid juba on astutud sammuke veel edasi. Puusüüd õlidega toonitades saab puidule anda uusi värvinüansse, valkjatest peaaegu mustani. Eriti eksklusiivseks muutub niisugune põrand, kui selle pinda mehaaniliselt töödelda.

Viimase aja huvitavamaid pakkumisi meie turul on tammelaudparkett, millele on antud vana välimus. Tegu on termotöödeldud plankudega, millede pisut laineline, üksikute oksaaukude ja praokestega pind imiteerib suurepäraselt sajanditevanust põrandat. Parkett kannab nimetust Antiik ja tänu termotöötlusele sobib see ka suure koormusega põrandatele.

Eksootiline puit pole konkurentsist väljas

Kuigi termotöötlus tõstab kodumaiste puiduliikide tugevust ja niiskuskindlust, jäävad nende vastavad näitajad siiski troopikas «küpsenud» puuliikidele alla. Brinelli indeks, mille abil võrreldakse puidu kõvadust, annab kaheksapallisüsteemis kõige parema hinde – 4,6...4,8 – parasvöötme puitudest kanada vahtrale, saar saab 4,0 punkti ja kõikide poolt armastatud tamm 0,2 punkti vähem, jäädes napilt keskmiselt kõvade puiduliikide kategooriasse. Võrdluseks: kõige tugevamate eksootiliste puitude hinne ulatub 7 pallini ja kõrgemalegi. See on ka põhjus, miks huvi troopiliste puiduliikide vastu püsib.

Uued tulijad

Eelmises Puuinfos (2/2006) andsime väikese ülevaate eksootilistest puuliikidest, mida põranda- ja mööblitööstuses kõige rohkem kasutatakse. Uudiseid aga lisandub pidevalt ja turult leiab täna selliseid nimetusi, mida valdav enamus tarbijatest pole varem kuulnudki. Lühidalt mõnest.

Suurem osa uutest tulijatest pärineb Kagu-Aasiast ja Austraaliast. Nii mõnedki neist kuuluvad juba tuttavatesse perekondadesse. Näiteks liigirohket eukalüptide suguseltsi esindab nüüd ka *jarrah*, mis on muutunud tarbijate silmis eriti ihaldusväärseks parketi- ja mööblimaterjaliks. Lääne-Austraalias kasvav *jarrah* on kulumisele väga vastupidav, kuid sellest olulisemgi on tema toon. *Jarrah* on tumepunane, värvinüansiga, mis mõjub idamaiselt ja eksootiliselt ning võtab ruumis omaette sisekujundusliku rolli.

Rose gum kuulub samuti eukalüptide hulka, kuid on eespool kirjeldatud sugulasest täiesti erinev. Tema toon varieerub heleroosast punaseni, kuid kokkuvõttes mõjub ta siiski heledana. Omapära annavad puidule kooreüraskite käigud, mis puu kasvades täituvad vaiguga ja jäävad pärast puidu töötlemist selgelt näha. *Rose gum*'i kasutusala on lai, alates vanaaegse ilmega põrandatest ja lõpetades kõrgekvaliteedilise mööbliga.

Aasia troopilistelt aladelt pärinev *merbau* on suur tugev puu, mis kasvab 45 meetri kõrguseks. Parketiks töödeldud *merbau* üldtoon on punakaspruun, mida ilmestavad heledamad triibud. Puit on raske ja sitke ning nagu tiikpuugi ilmastiku- ja hallituskindel.

Eriti võimas on samas regioonis kasvav *kempas*'e-puu, mille kõrgus ulatub isegi 60 meetrini. Oranžikaspruuni *kempas*'e-puitu kasutatakse mööbli- ja parketitööstuses ning see sobib eriti hästi põrandatele, millelt nõutakse suurt kulumiskindlust.

Lääne-Aafrika ekvatoriaalmetsadest pärinev *kambala* üllatab parketina kauni kuldse tooniga. Aja jooksul see pisut muutub, omandades kerge pruunika alatooni.

Mengaris't saadakse Kaug-Idast, kus see kasvab peamiselt istandustes. Põrandal toimib *mengaris* kameeleonina, mõjudes vastavalt valgusele kord soojema, kord külmemana. *Mengaris* on eriti tugev (Brinelli indeks ligi 7 palli) ja seetõttu soositud ruumides, mille põrandale langeb suur koormus.

Kui tuuakse välja puidu tugevusastmed ja räägitakse, et üks või teine liik kestab põlvest põlve ja ajast aega, siis kerkib tänapäeva inimese ette uus, enneolematu küsimus: Kas me peame tingimata valima just sellise puidu? Kaasaegsed ehitised, eriti eramud, pole ehitatud sajanditeks, mistõttu ülivastupidav, kuid ka ülikallis põrand võib kujuneda mitte kokkuhoiuks, vaid hoopis raiskamiseks.

Allikad:
Upofloor ja Lincona Põrandakeskus

Termotöödeldud kasest köögimööbel ja põrand. Kuumtöötlus annab puidule sügavust ja elavust.

Puustuudiod ja kompetentsikeskused

MÄRT RIISTOP

Soome on üks maailma innovaatilisemaid riike ja seda ka puitehituse alal. Selleni jõudmiseks on oma õla alla pannud kõik: riik, omavalitsused, ülikoolid ja ettevõtted. Hästi toimivas koostöövõrgustikus on olulisel kohal puustuudiod ja kompetentsikeskused.

Helsingi tehnoloogiaülikooli puustuudio loodi professor Jan Söderlundi eestvedamisel 1994. aastal ja see eristub pragmaatilistest ehitustehnoloogia kursustest innovaatilisuse ning kunstnikele omase lähenemise poolest. Puustuudios toimub õppe- ja praktiline töö samaaegselt: kogenud juhendajate käe all projekteeritakse ehitis ja suvel ehitatakse see valmis. Enamasti on tegu väikevormidega, ent näiteks Korkeasaari loomaaias asuv sõrestikkoorikust vaatetorn on väike vaid ehituseks kulunud puidu koguselt – puitu kulus vähe, sest kooriku moodustavate pikkade liimpuiduribade ristlõige on ainult 60 × 60 mm, kuid torni enda kõrgus on lausa 10 meetrit.

Vaatetorni kavandite saamiseks korraldasid Korkeasaari loomaaed ja Woodfocus OY üliõpilastele ideekonkursi, mille võidutöö võetigi projekteerimisel aluseks.

Oulu ülikooli puustuudio asutas professor Jouni Koiso-Kanttila 1995. aastal, et testida ülikooli teadlaste uurimistööde tulemusi reaalsetes ehitistes ja hõivata sellesse töösse ka võimalikult palju üliõpilasi ning kraaditaotlejaid.

Ouluski kaasatakse üliõpilasi puustuudio tegemistesse ideekonkursside kaudu, kuhu kutsutakse õpingutes edukamaid. Töö puustuudios toimub õppejõudude ning teadurite juhenda-

Foto: Kristel Allikas

Fiskarsi suvenäituste sissepääs on Helsingi tehnoloogiaülikooli puiduprogrammi 2005. aasta töö.

Korkeasaari vaatetorn.

Foto: Märt Riistop

misel ja see on õppeprotsessi loomulik osa: annab arvestuspunkte, samuti võib taotleda stipendiume või saada töö eest tasu. Võistlustel edu saavutanud üliõpilased leiavad puustuudios rakendust mõne ehitise projekteerimisel või linnaplaneerimise töörühmas.

Oulu esimese kaasaegse puidust korrusmaja projekteerimist alustas sealse ülikooli puustuudio 1995. aastal. Juba kahe aasta pärast määras Soome keskkonnaministeerium selle organisatsiooni rahvusliku programmi «Kaasaegne puitlinn» koordinaatoriks.

Professor Koiso-Kanttila on oma esinemistes rõhutanud, et just üliõpilaste ja noorte arhitektide kaasamine on aidanud leida värskeid lahendusi. Kaasaegse madaltiheda hoonestusprintsiibini jõuti samuti nende puustuudios: vanade Soome puitlinnade uurimine viis mõttele, et neile omaseid põhimõtteid saab rakendada tänapäevalgi.

Aastatel 1999...2002 projekteeriti Oulusse Puu-Linnanmaa, tiheda paigutusega kahe- ja kolmekorruseliste majade piirkond, kus on kokku 45

maja. Igal kuuest hoonegrupist oli oma arendaja, projekteerija ja ehitaja. Nende koostöö tagas puustuudio, sest selle üks eesmärke on muu hulgas anda ka paljudele eri firmadele võimalus saada kogemusi puitehituse alal.

Tänaseks on sarnaseid põhimõtteid järgivaid piirkondi teostatud või kavandamisel paljudes Soome linnades. Tavaliselt on linnavalitsus see, kes valib sobiva maatüki, tellib planeeringu ja pakub arendajatele välja projekti.

Puustuudio on ka Tampere tehnoloogiaülikoolis.

Kompetentsikeskuste programmiga alustas Soome siseministeerium 1994. aastal, et «kasutada rahvusvaheliselt konkurentsivõimelisi teadmisi ja oskusi ressursina äriliste ettevõtmiste edendamiseks, luua uusi töökohti ja tagada regioonide areng». Praegu on Soomes 18 regionaalset ja neli üleriigilist kompetentsikeskust. Üleriigiline kompetentsikeskus kujutab endast tööstus- ja uurimisasutuste ekspertide koostöövõrgustikku. Puidu puhul on kaetud kogu väärtusahel metsast lõpptarbijani, võrgustikus on rohkem kui 200 firmat ja 55 muud osalist. Kompetentsikeskust juhib vastav komitee, koordinaatoriks on Woodfocus OY.

Foto: Märt Riistop

Vana Porvoo on tihedalt üksteise kõrval paiknevate madalate puumajadega linn.

Foto: Woodfocus OY

Puu-Linnanmaa Oulus on samuti tiheda planeeringuga suhteliselt madalate puitmajadega piirkond.

Põrand kõverate joonlaudade maalt

MADIS RAIDARU

Puud kasvavad lainjateks, kurvjateks, mõhnjateks ja pahklikeks. Linnainimesed aga armastavad rohkem sirgeid jooni. Looduses neid paraku peale horisondi ei ole, ja seegi on Maa kumerusest tingitud.

Foto 1. Põrandalaudade sobitamine on loominguline töö..

Umbes selliseid mõtteid mõlgutades hakkasin oma palkmajja põrandat nuputama. Mis siin mõelda, küsite: tuleb osta lauad, need maha panna ja ongi tehtud. Aga kuna ma selleks tööks korralikke ehitusmehi ei leidnud, siis võtsin põrandapaneku ise ette.

Traditsioonilist põrandat olen korduvalt ehitanud, kuid see tundus liiga igav. Pealegi ei tahtnud ma enam männi- või kuuselaudu kasutada: need on küll ilusa süümustriga, kuid kahjuks pehmed, mistõttu lasevad endasse kergelt jälgi vajutada, olgu tooliratastel või tikk-kontsadel. Õnneks kasvavad Eestis peale männi ja kuuse ka kõvemad puud, näiteks saared, kased ja tammed. Valik langes saarele, sest see on kõvem kui kask ja odavam kui tamm.

Peale tugevuse pidid põrandalauad olema laiad. Pole ju kahtlust, kumb on esinduslikum, kas võsa või mets. Vanasti olid põrandalauad ikka 30…40 cm laiused. Selliseid tahtsin ka enda koju.

Eestis niisuguseid põrandalaudu müügil paraku ei ole. Küll aga leidsin sobiliku laiusega servamata saarelauad. Tundus olevat vale hakata neid lõikama sirgeteks, pikkadeks ja igavateks põrandaplankudeks – mulle sobivad kõverteed. Niisiis, tänu oludele või olude kiuste, otsustasingi teha põranda servamata saarelaudadest. Sõbrad, kellele oma plaanidest rääkisin, vaatasid mind kaastundliku pilguga, aga ma ei pane seda neile pahaks.

Ettevalmistus

Kõigepealt tuli valada alusplaat. Kinnitasin armatuuri külge sügavimmutatud 25 × 50 mm lipid sammuga 400 mm. Need sai armatuurist ca 3 cm kõrgemale tõstetud ja looditud. Nüüd oli väga lihtne põrandavalu tasandada. Seejuures jälgisin, et betoonipind ei tõuseks lippidest kõrgemale, pigem jääks mõni millimeeter madalamaks. Eriti oli sellega tegemist seinte ääres. Jälgida tuli sedagi, et betoon valguks korralikult lippide alla, seepärast pidin mõnes kohas betooni ka lauaga tampima.

Põhimõtteliselt saaks sellise põranda panna põrandaplaadile ka ilma lippideta, aga siis kujuneks paigaldus keerulisemaks: puidu külge kruvimise asemel peaks lauad kinnitama otse betoonile.

Põranda ehitus

Kui ettevalmistused tehtud ja alusplaat valatud, ladusin õue saarelaudu täis.

Foto 2. Põrand on paigaldatud, vahed on betooni täis valatud.

Foto 3. Vuukimine oli üks aeganõudvamaid ja keerulisemaid töid.

Kuidagi teisiti ega kuskil mujal lihtsalt polnud võimalik neist tihumeetreist valida välja laudu, mis sobiksid üksteise kõrvale.

Edasi rändasid lauad toaseinte vahele, kus hakkasin neid põrandaks sättima. Ühte ritta valisin enam-vähem ühelaiused lauad. Laudade vahele vuukideks jätsin 2...7 cm (vt foto 1).

Peab tunnistama, et selle pusle kokkupanek kujunes küllaltki töömahukaks. Samas loominguliseks. Töö käigus salvestus silmamällu iga laud oma kumeruste, oksakohtade, ahenemiste ja laienemistega. Nad muutusid justkui elavateks tuttavateks, igaühel oma iseloom, oma muhud, omad kiiksudki. Laudade valimist ei lihtsustanud seegi, et jätsin ülespoole laiema otsa, nii et vuugivahed jäid seal kitsamad. Tasapisi aga tekkis õige pilk, mis suutis laudu üha täpsemalt hinnata ja neile õige koha leida. Kui mõne laua oksakoht või kurv harmooniat siiski lõhkuma kippus, tulid appi peitel, kirves, tikksaag, kettsaag või kreissaag. Paaris kohas, kuhu loodus polnud tervet lauda andnud, tuli see eri lauadest ise kokku sobitada.

Kui põrandajagu laudu oli paigale pandud, vedasin nad ükshaaval uuesti välja. Höövеldasin mõlemalt poolt, servad koorisin ja freesisin poolkandiks. Nii ei jäänud lauaservad kuskilt õhemaks kui 10 mm.

Nüüd olid lauad valmis, et need lippide külge kruvida. Kruvipead peitsin süvenditesse ja katsin punnidega.

Servamata lauad paljastavad hästi puu kasvamise loogika. Oksakohas on puu jämedam ja ka laud laiem. Lauad on paratamatult ühest otsast kitsamad. Puidu süü jookseb piki lauda loogeldes ühest otsast teise. Mõni laud oli saetud jändrikust tüvest, mõni sirgest palgist. Keegi oli ühte puusse selle kasvamise ajal naela löönud ja mahlad olid raudoksiidi pikalt mööda tüve laiali kandnud – sellest on laudadele jäänud omapärane värvimäng (ja tekkis «ilutulestik» höövеldamisel). Kohati oli laiade laudade keskkoht hakanud tumenema. Praakisin välja vaid keskelt pehkinud lauad ja saarele iseloomulikult lõhkised lauaotsad. Kõik looduse vingerpussid, mis põranda funktsionaalsust ei seganud, jätsin alles (vt foto 4).

Seejärel algas faas number kaks, vuukimine. Kõigepealt valasin vuukidesse tavalist betooni, jättes selle laudadest sentimeetri jagu madalamaks (vt foto 2). Kui betoon oli kuivanud, toppisin vuukidesse spetsiaalse, värvuselt saarepuidule küllaltki sarnase vuugitäite (vt foto 3).

Segasin selle vuugitäite ise. Õige konsistentsi leidmine oli päris keerukas –

Foto 4. Jämedad saared kipuvad seest tühjaks mädanema. Enne seda muutub puit kiuliseks. Õli toob sellise saare omapära ilusti esile.

katsetasin mitut segu erinevas vahekorras. Komponente tuli doseerida täpselt. Paari koha jaoks tegin vedelama segu, et see kergemini vuukidesse valguks, aga hiljem lõi seal vuugitäide lahti ning pidin need kohad uuesti täitma.

Järgnes peenviimistlus. Lihvisin kogu põranda trummellihvijaga üle. Alustasin 24sest liivapaberist ja lõpetasin 100sega. Seejärel katsin põranda professionaalse põrandaõliga. See tõi puidu süümängud veel rohkem esile ja muutis põranda väljanägemise ühtlasemaks. Järgnes hooldusvaha.

Kolm kuud hiljem

Kokkuvõttes võib töö õnnestunuks lugeda (vt foto 4 ja 5). Kuna lauad ei tulnud kuivatist, on nad nüüd mahus pisut kahanenud ja vuukide vahele on tekkinud umbes millimeetrised praod. Ent las põrand veel natuke kohaneb ruumi niiskusrežiimiga ja siis täidan tekkinud praod uuesti. Õnneks ei kujuta sellise konstruktsiooni puhul pragude täitmine erilist probleemi.

Ansambli huvides lõikasin põrandaliistud samuti saarelaudadest. Järele jäid servatud lauad, millele ma naljakal kombel ei oska praegu otstarvet leida, kuid kaminasse nii väärtuslik materjal loomulikult ei rända.

Esialgu minu mõistuses kahelnud sõbrad on tulemust näinuna rahunenud ja rahul. Kogunisti sedavõrd, et mõned neist soovivad ka oma alles valmimisjärgus majja samasuguseid põrandaid. Nüüd kogemuse võrra rikkamana oskan vigu vältida ja olen lahkelt nõus neile põrandaid ehitama. Õnneks saab suure osa tööst kodus ära teha, objektil jääb vaid lauad kruvidega kinni keerata, vuugid täita ning põrand viimistleda. Loodetavasti võib selliseid põrandaid aasta pärast imetleda ka mõnes teises kodus.

Foto 5. Laiad lauad kogu oma ilus.

Puit parandab akustikat

Jõhvi kontserdimaja ja mitme teise saali akustikaprojektide autori Linda Madaliku mõtted võttis kokku Märt Riistop.

Olla akustikaprojekti autor Linda Madaliku stiilis tähendab seda, et projekteerimisele järgneb vahetu kontroll projekti teostamise üle. Jõhvis, näiteks, ronis ta kõikuvatel redelitel mööda 14 meetri kõrguseid saaliseinu, veendumaks, et vineerplaadid liimitakse seina tõesti õigesti. «Hirm oli naha vahel küll, aga mis parata,» tunnistas Linda Madalik. Samas jäi ta väga rahule töömeestega, kelle kannatlikkuse ja loovuseta ei oleks projektist midagi välja tulnud. Suures saalis töötanud kaks Narva noormeest ja kammersaalis tegutsenud firma mehed ei nurisenud põrmugi, vaid nuputasid välja keerukad karkassid akustiliste paneelide kinnitamiseks ja tegid need ka perfektselt valmis. Abi olevat olnud sellestki, et üks narvalane osutus tõsiseks muusikahuviliseks, kes mõistis hästi, milleks kogu see keerukas töö vajalik on.

Foto: Märt Riistop

Suure saali difuusor.

Jõhvi kontserdimajas on kaks saali: suur saal ja kammersaal. Mõlemas on ümber lava vineerist difuusorid, mille ülesandeks on hajutada heli muusikute lähitsoonis (see parandab nende esinemistingimusi: muusikud kuulevad üksteist paremini) ja mõjutada soodsalt ka saali helipilti. Helide tugev peegeldumine häiriks nii muusikuid kui kuulajaid. Näiteks Estonia kontserdisaalis lava läheduses olevad suured siledad seinad peegeldavad helisid nii tugevasti, et lava ligidal külgrõdul istuva kuulaja jaoks tekib helipildis kuuldeline nihe: silm näeb viiuldajat ühes lava ääres, kõrv aga kuuleb teda mujalt.

Jõhvi kontserdimaja difuusorid on kavandatud nn Schröderi difuusorite põhimõtte järgi. Sarnaseid RPG-tüüpi difuusoreid valmistavad USA firmad, kusjuures nende pinnareljeefi mõõtmed ning paigaldusmuster leitakse arvuti abil. Vaatamata hirmkõrgele hinnale, on neid kasutatud ka Euroopas. Jõhvi lahendus oli tellijale palju soodsam. Nimelt on sealsed difuusorid valmistatud kohalike meistrimeeste poolt Linda Madaliku ja sisearhitekt Aivar Oja jooniste järgi, kus keerukate arvutuste asemel on arvestatud lihtsalt seda, et pind oleks hästi liigendatud ning et pinnafaktuuri mõõtmetes ja paigutuses puuduks selge rütm. Et lahendus toimib, seda kinnitavad kõik Jõhvi kontserdimajas esinenud muusikud; kammersaali kiideti juba avamise järel kui ilmselt parima akustikaga kammersaali Eestis ja suurt saali on mõned eksperdid pidanud üheks parimaks Ida-Euroopa uutest kontserdisaalidest.

Ent mahukat käsitööd nõudvat lahendust ei olnud kerge läbi suruda – ehitajaile tundus see põhjendamatult keeruline, näinud esimest valmis tehtud difuusorikasti, pidasid nad nende silmis raskete ja veidrate detailide paigaldamist lava seintele lausa jaburaks. Kuid Aivar Mäe optimism aitas Linda Madaliku valitud tee lõpuni käia. Ilmselt oli eeskujuna toeks ka akustika poolest õnnestunud Pärnu kontserdimaja, mille kammersaali betoonist seinu katavad suhteliselt lihtsad, ent hästitoimivad vineerist difuusorikastid.

Jõhvi kontserdimaja kammersaali seinad meenutavad krokodillinahka.

Võrreldes Jõhvi ja Pärnu kontserdimajade saale, tõstis Linda Madalik esile puitsaali eelise: puitsaal reguleerib heli valjust paremini, näiteks vaskpillide ülekostmise oht on oluliselt väiksem.

Jõhvi suures saalis on järelkõlakestus tõenäoliselt pikem kui üheski teises Eesti kontserdisaalis – nimelt 2,6 sekundit (tühi saal, keskmised helisagedused), mis on kavandatud 2,3 sekundist pikem. Häirima see aga ei hakka, vastupidi – nii on sekundikümnendikke n-ö varuks oreli jaoks (see on veel tulemas), mis oma konstruktsiooni tõttu heli mär-

Foto: Ingmar Muusikus

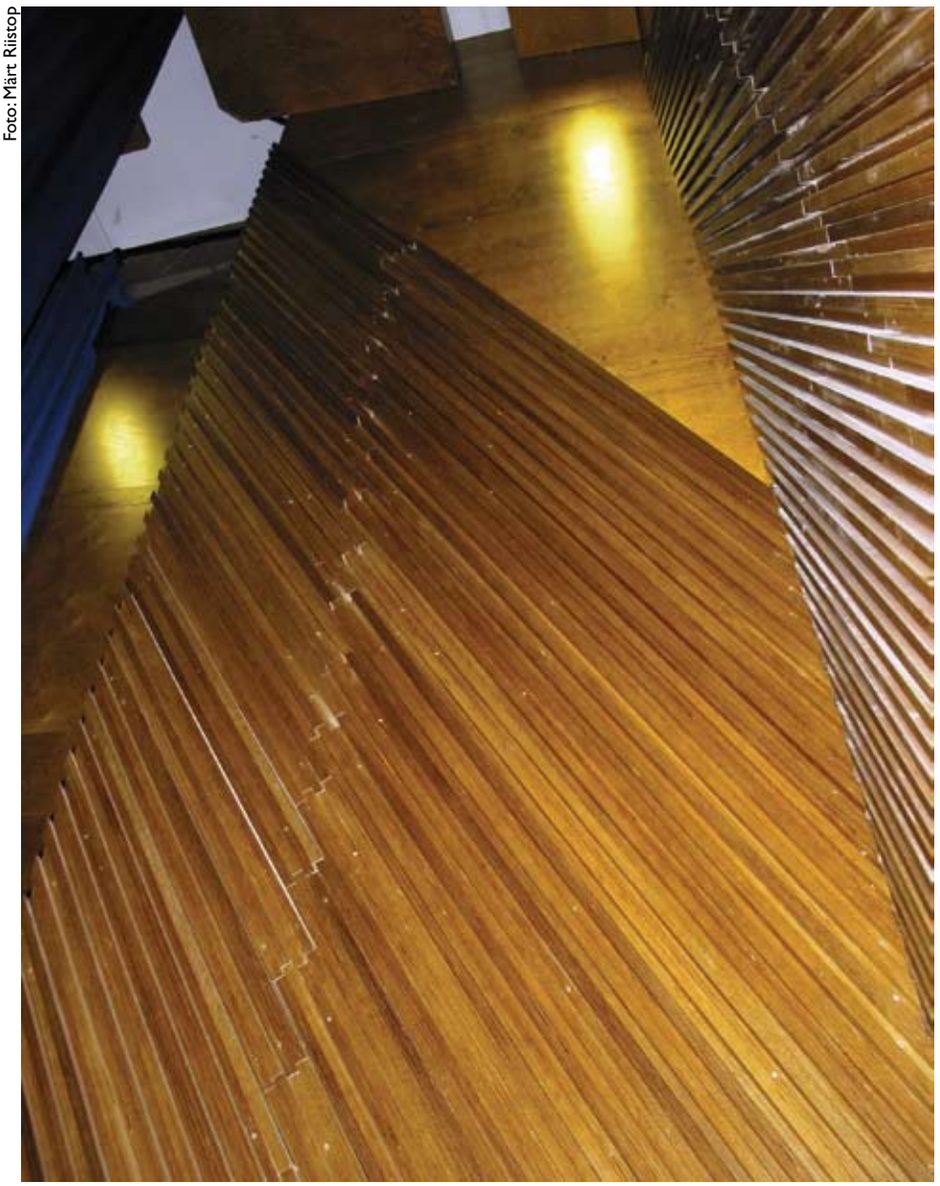
kimisväärselt neelab ja saali järelkõlakestust vähendab. Saali akustiline lahendus ja puidust viimistlus reguleerivad heli selliselt, et pikk järelkõla ei muuda helipilti segaseks. Nimelt on pika järelkõla puhul oht, et uus heli tekib enne, kui eelmine on jõudnud sumbuda.

Jõhvi suur saal on väga sobiv suurvormide ja oratooriumide esitamiseks. Kõik, kes käisid saali avakontserdil, mäletavad kindlasti, kui võimsalt kõlas Arvo Pärdi «Credo». Tundus, et Tõnu Kaljuste andis teosele lausa uue mõõtme. Sama hästi õnnestus seal ka Jaapani koori kontsert, ehkki Jaapani muusika esitamiseks ja kuulamiseks sobivad paremini lühikese järelkõlakestusega saalid. Veel kiidetakse Jõhvi saalide puhul heli ilusat tämbrit, mille eest tuleb samuti tänu öelda puitviimistlusele.

Foto: Märt Riistop

Suure saali seinad on lainelised ja lagi astmeline.

Foto: Märt Riistop



Kammersaali difuusorid on suure saali omadest lihtsamad.

Foto: Märt Riistop

Elektrikilbid ja muud tarvikud on Jõhvi kontserdimajas paigutatud seintele üsna suvaliselt, sobivuse mõttes ka täiesti süüdimatult, ning sellest on kahju.

Puitviimistlusega saab luua ruumides erinevaid akustilisi tingimusi, valides sobiva jäikusega seina- ja laekonstruktsioonid; selles mõttes on ka Jõhvi kontserdimaja suur ja kammersaal erinevad. Suure saali seinad ja lagi on projekteeritud võimalikult raskete ja jäikadena, et heli vähem neelduks. Vooderduskihi mass laes on 90 kg/m^2 ja seintel 60 kg/m^2. Lae viimistluskihis on see saavutatud kahekordse 15 mm kipsplaadi ja sellele liimitud 16 mm vineeriga, seintes raske Luja plaadi ja 24 mm vineeriga.

Linda Madalik oli viimistluskihi taha tekkiva õhuvahe pärast esialgu üsna mures, ent materjali paksus ja karkassi jäikus osutusid siiski piisavaks. Õhuvahe on aga üsna suur: laes on astmete sügavus 200, 400 ja 600 mm, seintes 137…450 mm, soojustusvilla ei ole vahedesse pandud. Algselt kavandas ta reljeefse pinnaga betoonseina, millele viimistluskiht kinnitatakse õhuvaheta, kuid selle vormimine osutus liiga keeruliseks. Seejärel oli puit juba üsna loomulik valik.

Kammersaali akustika on üsna suurtes piirides muudetav, kuna sooviti, et peale kontsertide korraldamise saaks seal näidata ka kino. Kammersaalina peab ruumi järelkõlakestus keskmistel sagedustel olema 1,8 sekundit, kinosaalina aga tohib see olla vaid 1 sekund. Järelkõlakestuse reguleerimiseks kasutatakse akustilisi kardinaid, samuti on puitseinad kavandatud selliselt, et need üksnes ei peegeldaks, vaid osaliselt ka neelaks heli, eelkõige madalamatel sagedustel. Võrreldes suure saaliga on kammersaalis puidust viimistluskihid tunduvalt õhemad ja õhuvahes on soojustusvill, mille kogusega on reguleeritud seina helineeldeomadusi. Kino näitamise ajaks tõmmatakse lava ja seinte ette rasked volditud kardinad. Akustiline kardin neelab põhiliselt keskmisi ja kõrgeid sagedusi ning puitsein selle taga madalaid sagedusi, mis koostöös annavadki kinosaali järelkõlakestusele vajaliku sirge sageduskarakteristiku. Ripplagi on kahekordsest siledast kipsplaadist, millel on vaheldumisi perforeeritud kipsplaat (neelab heli) ja vineer. Lava seintel on suure saaliga sarnased difuusorid.

Jõhvi kammersaal on ainuke saal Eestis, kus on õnnestunud luua head akustilised tingimused nii erinevatele kultuuriilmingutele nagu kammermuusika ja kino.

Linda Madalik kiitis ka koostööd sisearhitekt Aivar Ojaga, kes Eesti Ekspressis on oma ideed kirjeldanud järgmiselt: «Akustikast tingituna oli vaja luua tugevalt mo-

delleeritud pind. Soovisin, et seinad tooks vaatajale silme ette laanemüha. Puidu – ehk siis naturaalse kasespooni abil tahtsime luua pilli kõlakasti efekti.»

Jõhvi kontserdimaja kõrval rääkis Linda Madalik ka Pärnu kontserdimajast kui näitest, kuidas puitdetailide abil saab vähendada ebasoodsa kujuga geomeetria mõju ruumiakustikale. Sealseski kammersaalis on difuusoritena kasutatud erikujulisi vineerist kaste, mida kohalikus kõnepruugis hakati kutsuma kirstudeks. Nende ülesandeks on nii heli hajutamine kui madalate sageduste neelamine. «Kirstude» paigutustihedus esi- ja tagaseinas ning külgedel on erinev: esi- ja tagaseinas on neid tihedamalt, sest nõgusad seinad on ohtlikud, koondades helienergiat kõverusraadiuse keskpunkti ümbrusesse. Pooltes «kirstudes» on sees vill, pooltes ei ole, koputades saab selle kõla erinevuse järgi lihtsasti selgeks teha.

Suure saali seinte ülaosas difuusoritena töötavad puitlatid said ehitajatelt samuti suupärase nime – Madaliku malakad. Need «malakad» hajutavad kõrgemaid, nende vahel paiknevad puidust põikseinad madalamaid helisagedusi. “Malakate” jaotus seintel kavandati nagu laulumotiiv: lava juures hõre, edasi tihedam, kumuleerudes tagaseinas ning muutudes seejärel jälle hõredamaks, kuni teise lava serva jõudes hääbuvad. Kahjuks ei pannud ehitaja paika kõiki latte, samuti oleksid seinad väärinud enam läbitöötatud lahendusega puitmaterjali kui lihtsad puitlatid.

Linda Madaliku arvates asuvad suures saalis parimad kohad teisel rõdul põikseinte vahel, kus privaatsus soodustaks ka muusikasse süvenemist. Paraku on see tehniline rõdu, kuhu kohti korralike evakuatsioonivõimaluste puudumise tõttu tavaliselt välja ei müüda.

Linda Madalik ütles Eesti Ekspressis, et ta on Jõhvi kontserdimaja kõlapildiga tõesti väga rahul, aga Pärnu saalid on samuti väga head. Pärnut mainivad oma eeskujuna ka Jõhvi kontserdimaja arhitektid Ra Luhse ja Tanel Tuhal.

Foto: Indrek Sniker

Pärnu kontserdimaja kammersaal.

Foto: Indrek Sniker

Pärnu kontserdimaja suure saali sein.

Liimpuit – võimalusterikas ja mitmekülgne materjal

TIINA KOLK

Liimpuit on meie (puit)arhitektuuri oluliselt ilmestanud. Kõige kõnekamalt demonstreerivad seda traditsioonilisel parima puitehitise konkursil jagatavad liimpuidu kasutamise eriauhinnad.
Aastail 1997–2002 valminud hooneist tunnustati Pühajärve tervisekeskuse ujula liimpuitlahendusi (arhitekt Andres Alver), 2005. aastal silmapaistvat Õie tänava autovarjualust (arhitekt Indrek Allmann, insener Indrek Einlo) ja 2006. aastal omistati liimpuidu preemia Viimsi keskkooli hoonele (arhitektid Eero Endjärv, Raul Järg, Priit Pent ja Illimar Truverk, insener Paavo Pikand).

«Kui Viimsi kooli eskiisprojekt oli valmis, siis mõistsime, et nii keeruline objekt nõuab standardsetest lahendustest midagi enamat ja arutelude tulemusena otsustasime oma büroos Agabus Endjärv Truverk Arhitektid, et seda betoonmaja hakkab tasakaalustama liimpuit,» meenutab Illimar Truverk.

Mitmest kokkuliimitud puitelemendist, tugeva ja samas sooja, ilmastikutingimustele ja ajale vastupidava liimpuidu kasuks rääkis mitu tegurit. Kõige tähtsamaks pidasid arhitektid selle materjali naturaalsust, plastilisust, soojust ja dekoratiivsust.

Viimsi kooli liimpuitraamistuses akende kontseptsiooni kohaselt pidid huvitavalt liigendatud aknafassaadid mõjuma elava ja lastesõbralikuna ning sobitama kalgi ja kõva betoonfassaadiga hoone ümbrusega, metsa- ja rannamaastikuga. Esialgses plaanis olid akende alla mõeldud lillekastid, mis oleksid maja sidunud loodusega veelgi orgaanilisemalt.

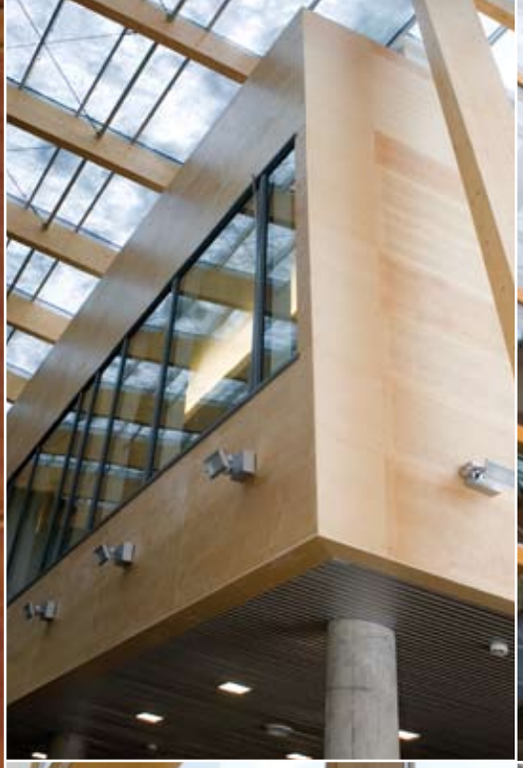
Muide, põgusal vaatlemisel jätavad raudkloriidiga töödeldud oranžid liigendatud betoonpinnad petliku mulje – nagu olekski koolihoone kaetud sügavimmutatud fassaadivineeriga.

«Akende lahenduse juurest jõudsime liimpuitkonstruktsioonide kasutamiseni – tundus väga loomulik liita kaks looduslikku ja spontaanset materjali, liimpuitu ja betooni,» mõtiskleb arhitekt Mattias Agabus.

«Liimpuit ongi asukoha ja looduse mõttes Eestis palju õigem konstruktsioonimaterjal kui teras. Puit on ju meie taluarhitektuuris kõige olulisem ehitusmaterjal, ja liimpuitu kui selle traditsiooni stiliseeritud kandjat võiks ning peaks tänapäeval rakendama avalikes hoonetes palju rohkem. Kujutan ette, et just näiteks raamatukogudes kui eriti sisutihedates hoonetes,» tõmbab ta mõttelise paralleeli.

Liimpuit on palju tulepüsivam kui mõni muu konstruktsioonimaterjal – tänu söestumisest tekkivale kaitsekihile, mis moodustab justkui puhvri, tulekahju aeg pikeneb. Seega on liimpuit väga hea materjal, nendib Agabus.

Viimsi koolihoone puhul on AET



Fotod: Meeli Küttim

Arhitektid kasutanud liimpuitu mõjusalt aatriumis: liimpuittalade kordus ja kõrge klaasist katuslagi moodustavad seal emotsionaalse ja hubase terviku.

«Liimpuidu suur kandevõime ja vähene läbipaine on spetsialistidele teada, aga tema esteetiline välimus, iga detaili kordumatus, kaalub üles kõigi metallkonstruktsioonide «mugavuse». Kahjuks paljud insenerid ei mõtle nii loovalt,» kurdab Truverk. «Puitu ei saa koledasti eksponeerida, puit on iseenesest ilus ja temaga ei pea mitte midagi tegema. Metallkonstruktsioone peab viimistlema, et need oleksid esteetiliselt nauditavad.»

Ehitusbuumi tõttu vaevab kõiki selle valdkonnaga seotud institutsioone Eestis krooniline ajapuudus. Näiteks ligi 20 000 m^2 koolihoone projekt pidi valmima napi poole aastaga, seega pole ime, kui mõned näpukad sisse vilksatavad. Normaalse, pooleteiseaastase töötsükli korral oleksid lahendused tõenäoliselt veelgi julgemad ja idee poolest lennukamad, sest tegelikult saab liimpuidust teha kõike, nendivad arhitektid.

«Meie regioonis oskab ükskõik millise rahvuse esindaja, olgu norralane, soom-

lane, eestlane vm, puitehitistes ilu näha, sest me peame puitu kauniks materjaliks. See arhetüüp on Põhjamaade inimestesse sulandunud. Mulle meeldivad materjalid, mis muudavad spontaanselt oma välimust: liimpuit, vineer ja betoon. Nii nagu igal puuliigil on kordumatu aastaring, nõnda pole võimalik valada kahte identset monoliitbetoonist seina,» täheldab Mattias Agabus.

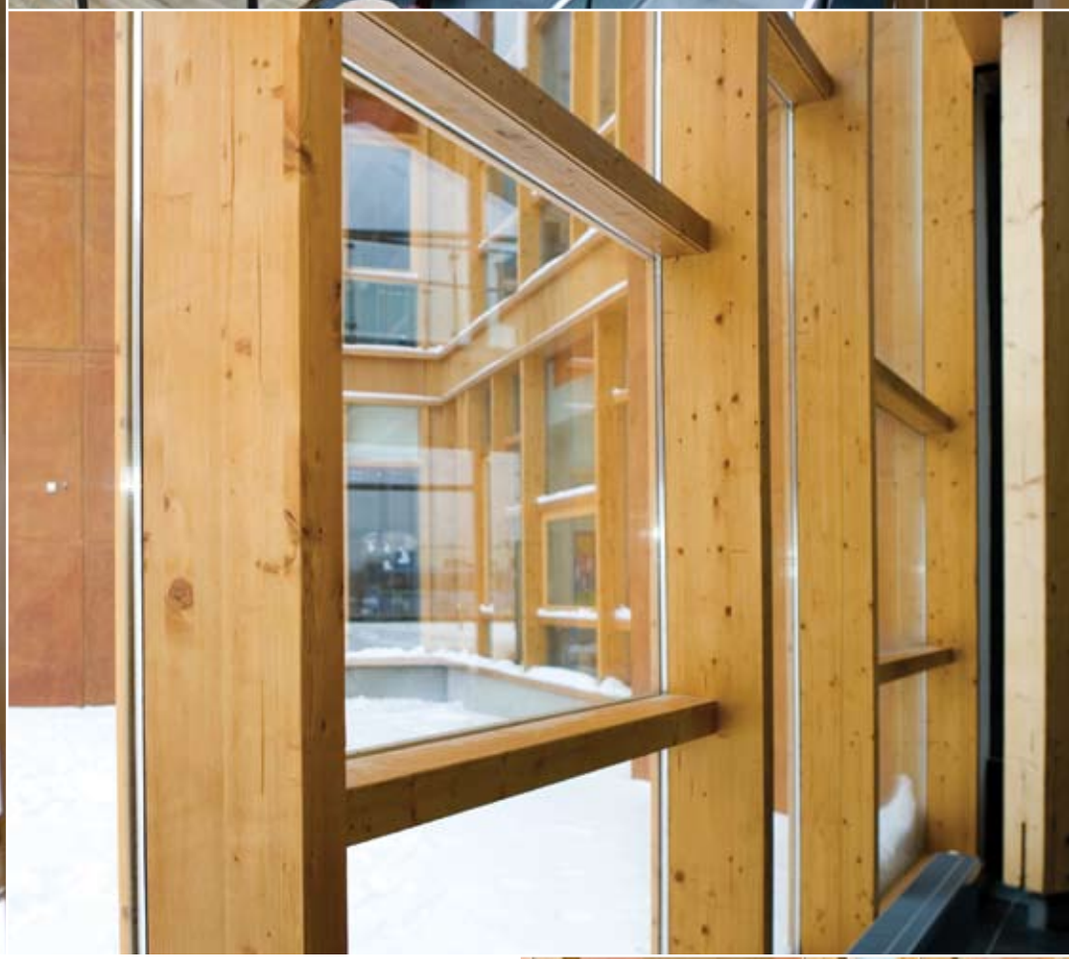
Ent liimpuidust kandekonstruktsioonid ei leia rakendust ainult suureavalistes ühiskondlikes ja tööstushoonetes, vaid ka eramuehituses: «Emil Urbel on täiendanud oma valgete kastmajade programmi uue elemendiga – liimpuittaladega,» naljatleb Illimar Truverk, kes juhtumisi oli hobikorras ühe sellise elamu sisearhitektiks.

«Selles projektis jooksevad liimpuittalad interjöörist välja fassaadile, luues mõjusa seose interjööri ja eksterjööri vahel. Kuna liimpuidu kasutamisel puudub külmasilla tekke oht, võib niisugust lahendust meie kliimas muretult rakendada,» kommenteerib Illimar Truverk.

Arhitekt Eero Endjärve hinnangul võiks Eestis liimpuitu rohkem kasutada, kui seda seni on tehtud. Kui mahud on suured, ei kujune see materjal sugugi nii kalliks, kui arvatakse. Pealegi ei leidu liimpuidule kui tugevale, samas plastilisele, soojale ja väga dekoratiivsele materjalile väärikat asendajat.

Projekteerimisbüroo Civen OÜ juhataja Paavo Pikand kiidab liimpuitu kui läbini kodumaist materjali, mis ei tekita väliskaubandusbilansi defitsiiti. «Liimpuit pakub ideaalset võimalust eksponeerida puitu kandva konstruktsiooni ja kvaliteetse siseviimistlusmaterjalina samaaegselt. Need kaks omadust on selles materjalis kenasti koos.»

«Liimpuidule on võimalik anda erinevat kuju. Liimitakse ju puitkonstruktsioon kokku 30…40 mm paksusest saematerjalist, mis pressi vahel on küllaltki järeleandlik. Samuti on tulekaitse-



küsimused lahendatavad konstruktsiooni välimust rikkumata: jäetakse lihtsalt samast puidust põlemisvaru ja konstruktsiooni kui sellise ilmet ei rikuta, nagu näiteks terase puhul, mida tulekaitsevärv rikub oluliselt,» selgitab Pikand.

Liimpuidu kasutusvõimalused on piiramatud, alates suureavalistest katusekandjatest ja lõpetades mööbli ning lihtsate meeleolukate sisekujunduslike elementidega.

«Põrandaid ja seinu ehk ei maksa liimpuidust teha (läheb liialt kalliks), aga kohtadesse, kus kandekonstruktsiooni kandevõime peab olema ühendatud esteetilise välimusega, sobib liimpuit ideaalselt,» soovitab kogenud insener.

Näiteks Viimsi kooli aatriumi liimpuitlahendus oli arhitektide kontseptsioonis algusest peale paigas. «Inseneridel tuli fantaseerida, kuidas neid saledaid kandjaid stabiilseiks (kandevõimelisteks) saada nende interjööriväärtust rikkumata. Sidemed ja muud abikonstruktsioonid pidid olema nii märkamatud kui võimalik ja ühendussõlmede välimus esteetiline. See ehk oligi põhiline väljakutse – vajaliku tugevuse juures tagada mittetehnokraatlik väljanägemine,» meenutab huvitavat tööd Paavo Pikand.

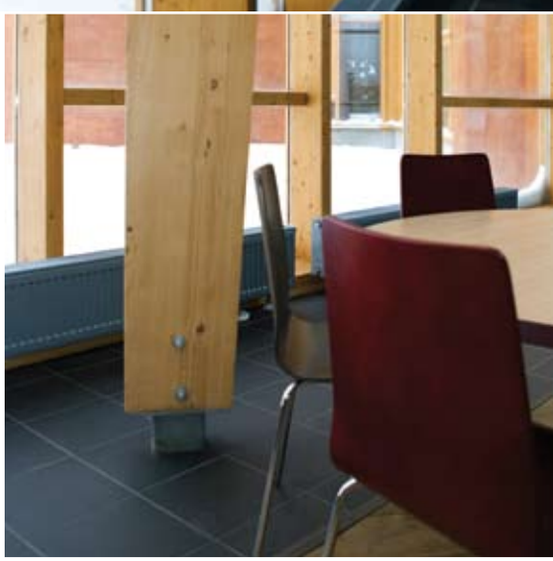


Foto: Northern Michigan University.

Superior Dome

Maailma suurimad puidust kuppelehitised

Inglismaa valmistub Londoni olümpiamängudeks 2012. aastal. Selles suures spordipeos näeb Wood for good (inglaste Puuinfo) head võimalust propageerida ka puitu kui taastuvat ja keskkonnasõbralikku materjali ning on käivitanud ulatusliku kampaania *«Wood for gold»* puidu laialdaseks kasutamiseks olümpiaobjektide ehitamisel. Koos TRADA-ga (*Timber Research and Development Association* – puidu-uuringute ja -arenduse assotsiatsioon) on nad koostanud põhjaliku ülevaate puidust spordiehitistest maailmas. Pealkirja «*Wide-span wood structures*» all on see üleval ka Puuinfo kodulehe avalehel. Muu hulgas sisaldab see ülevaade tabelit suurimatest puidust kuppelehitistest maailmas, mille ka siinkohal ära toome.

Foto: Woodfocus OY

Oulu universaalhalli ehitus.

Nimetus	Asukoht	Valmimisaasta	Läbimõõt või ava, m	Kõrgus, m	Struktuur	Puidu liik
Izumo Dome	Izumo, Jaapan	1992	143	49	Radiaalkaared	Ebatsuuga liimpuit (*Pseudotsuga menziesii*)
Konohana Dome	Miyazaki, Jaapan	2004	118	38	Kolmemõõtmeline teflonkattega sõrestikkuppel	Krüptomeeria liimpuit (*Cryptomeria japonica*)
Odate Jukai Dome	Odate, Jaapan	1997	Ovaalne, pikkus 178, laius 157	52	Kolmemõõtmeline läbipaistva teflonkattega sõrestikkuppel	Krüptomeeria liimpuit
Oguni Dome	Oguni, Jaapan	1988	47 x 63,5	18,3	Kolmemõõtmeline sõrestikkuppel	Ebatsuuga liimpuit
Oulu Dome	Oulu, Soome	1985	115	23,9	Liimpuidust kaared ja spoonkihtpuidust ribid	Kuuse liimpuit ja spoonkihtpuit
Superior Dome	Marquette, USA	1991	163	49	Liimpuidust ribidega sfääriline kuppel	Ebatsuuga liimpuit
Tacoma Dome	Tacoma, USA	1982	161,5	48	Liimpuidust ribidega sfääriline kuppel	Ebatsuuga liimpuit
Walkup Skydome	Flagstaff, USA	1977	153	43,3, seest	Liimpuidust ribidega sfääriline kuppel	Pikaokkalise männi liimpuit (*Pinus palustris*)

Puidust kooriktarindid

Puuinfo üritab igas numbris avaldada mõne põhjalikuma ja teoreetilisema artikli. Selles numbris on teemaks puitkoorikud. Soome Puuinfo loal avaldame lühendatud tõlke nende tellimusel teostatud uuringust. Tõlkinud Eve Osa, redigeerinud Elmar Just.

Eesti pakub soomlastele head eeskuju, kuidas eelarvamusteta suuremõõtmelisi kooriktarindeid teostada. Soomes, nii nagu mujalgi maailmas, suhtutakse sellistesse tarinditesse üsna ettevaatlikult, ent õigesti konstrueerituna on need ometi turvalised ja majanduslikult kasulikud.

Minu erilised tänusõnad ja austusavaldused kuuluvad professor Karl Õigerile, kes on Eestis teostanud märkimisväärseid kooriktarindeid ning teenekalt arendanud koorikuteooriat.

Mul on Eesti ja Soome koostööst tarindite kavandamises ja uurimises üksnes häid kogemusi. Seda kõike tuleb hoida ja tõhusalt edasi arendada.

RISTO MÄKIPURO,
uuringu autor, Nuvo Engineering OY
Pildid: Pook Arkkitehtitoimisto Oy, täpsemad andmed piltide kohta pildiallkirjades

SISUJUHT

Sissejuhatus
1. Hüperboolne paraboloid
2. Kuppel ja sellest afiinsete muudatustega saadavad vormid ja toruspind
3. Rippkoorikud
4. Massiivkoorikud
5. Vineerist suurpaneelid
6. Vineerist lipukujulised elemendid
7. Vineerist väikekoorikud
8. Kergliikluse kooriksillad
9. Koorikute puhul kasutatavad liited

SISSEJUHATUS

Loodus ehitab meisterlikke koorikuid, ja teeb seda soodsalt. Inimenegi on eelajaloolistest aegadest saadik ehitanud koorikehitisi, algselt näiteks kivivõlvide ja haopunutiskatete vormis. Viimastel aastakümnetel on ehitatud nõudlikke ja märkimisväärseid koorikehitisi, ent nende muutumist «kogu rahva ehitisteks» tuleb veel oodata.

Väikesemõõtmelised kooriktarindid on materjali kulu poolest vaieldamatult soodsad, kuid ometi vaadatakse nende teostamisele võõristusega nagu valgele varesele.

See uurimus on mõeldud hajutama teadmatusest tekkinud eelarvamusi ning kaardistama puidust koorikehitiste võimalusi, eelkõige just Soomes.

Sobivate uurimisvaldkondade valik ei ole kerge ülesanne: kirjalikes allikates leidub kohe alguses sadu viiteid ja koorikvorme, mida võiks lisaks olemasolevatele arendada – nii et kui lasta fantaasia vabalt lendama, on oht libiseda ebaloogiliste ja ebamajanduslike konstruktsioonide alale üpris suur.

Uurimuse juhtlõngaks on ratsionaalne majandusliku kasulikkusega arvestamine, unustamata sealjuures esteetilisi väärtusi. Pürgimine vormi ja struktuuri lihtsuse suunas on tee mõlema eesmärgi poole, kui vaid peetakse silmas aine eriomadusi. Iga materjal: ümarpuit, saepuit, vineer, spoonliimpuit (kertopuu) ja liimpuit, nõuab oma tehnikat. Esimesena nimetatu on sellest uurimusest välja jäetud täiesti omalaadse ehitustehnoloogia ja omavaheliste liidete tõttu. Tarinditüüpidest on uurimistöö tõhustamiseks välja jäetud ka ruumilised sõrestikud, sest need on väga töömahukad.

Puitelementidest saab valmistada soovitud kujuga risti lamineerimisel eriti soodsaid võlvikujulisi koorikkonstruktsioone. Seda tehnikat on kasutatud laiaulatuslikult mööbli ja paatide valmistamisel, kuid ehitustehnikas väga vähe. Põhjused on selged: ehitustehnikas on hinnal palju kesksem tähendus kui toote omakaalul ning ehituses ei ole võimalik saavutada ka sellist seeriatootmist nagu mööblitööstuses. Sestap see uurimus ei käsitlegi iseenesest huvitavat võimalust

Foto: Jussi Tiainen

Korkeasaari vaatetorn Kupla (Mull), vabakujuline puitsõrestikust moodustuv koorik. TKK Puustudio / Ville Hara, arhitekt.

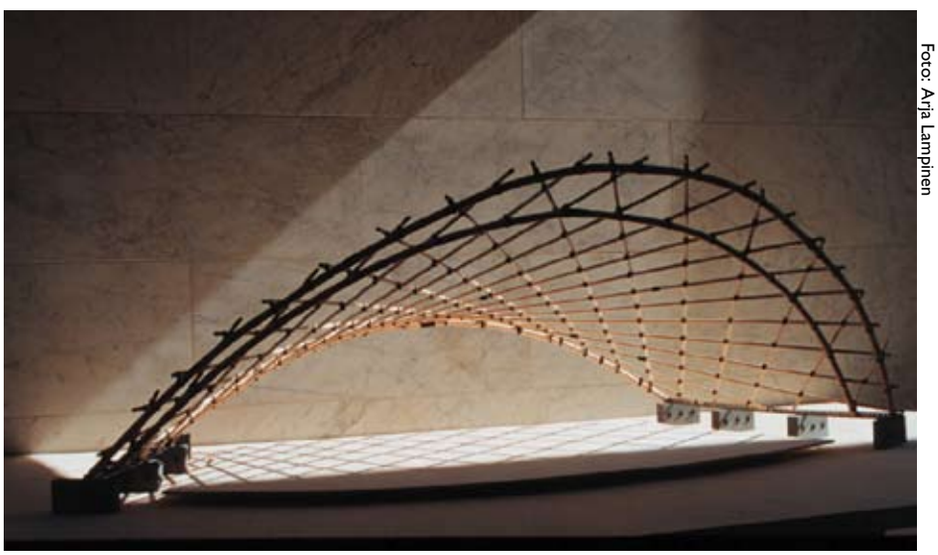
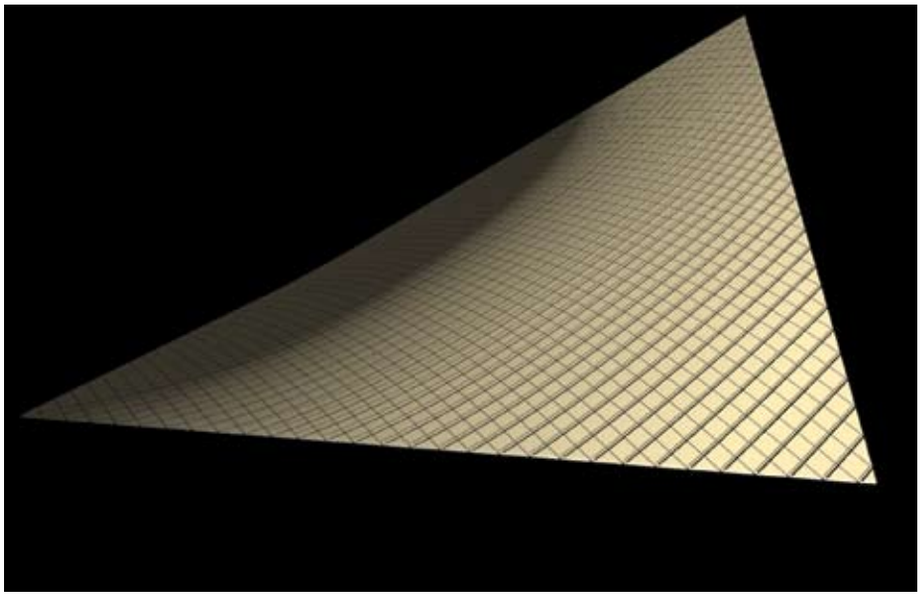


Foto: Arja Lampinen

Sõrestiktüüpi puittarind, fragment esinemislava hüperboolse paraboloidi kujulisest katusekandekonstruktsioonist.



Pilt 1: Ruudukujulise põhiplaaniga paraboolne hüperboloid. See on puitehituses üks põhikoorikuid, sest sobib selleks puidule iseloomulike vormi- ja vastupidavusomaduste poolest suurepäraselt.

valmistada kahe kõverusega väikekoorikuid selleks otstarbeks ehitatud vineeripressi abil, niisamuti paadiehituses üldlevinud käsitsi lamineerimistehnikat.

Koorikute mastaapsema kasutamise puhul tuleb arvesse võtta ka paljusid selles uurimuses käsitlemata küsimusi, nagu ehitusfüüsikalised ja tulepüsivuse aspektid. Need ei ole lahendamatud ega kujuta endast teab mis suurt probleemi – neid tuleb üksnes projekteerimisel ja kulueelarves arvestada.

1. Hüperboolne paraboloid (hüpar)

Selle koorikvormi tüüpilisim omadus on pinna kõveruste erimärgilisus kahes üksteise vastas olevas suunas, teisiti öeldes – kõverusraadiused on kooriku pinna vastaspooltel. Kooriku «naha» puhul tähendab see seda, et kooriku materjal, nt lauad, on ühes suunas tõmmatud ja teises surutud.

Sellest johtub kasulikke omadusi: tõmmatud osa stabiliseerib surutud osa pikipaindel ja ääretalale mõjuvad koormused kompenseerivad teineteist suurel määral.

Hüperboolne paraboloid on sadulpind: see moodustub paralleelselt äärelіikmega sirgjoontest. Nende suhtes diagonaalsuundades kõverad on ülespoole avanev hüperbool ja allapoole parabool. Kandekonstruktsioonide toetus paigutatakse kooriku peateljel parabooli suunas, jäikusdiafragmad ja koorikuraketised ääreliikme suunas.

Hüperboolset paraboloidi on kõige enam kasutatud ruudukujulise põhiplaani puhul (vt pilt 1), kus vähemalt üks ruudu nurkadest on ülespoole tõstetud või allapoole viidud.

Ruudukujulise põhiplaaniga koorikuid ühendades võib ehitada põnevaid ja soodsaid katusekombinatsioone (vt pilt 2).

Paigutades koordinaatide nullpunkti ruudupõhise kooriku keskpunkti ning x- ja y-teljed ruudu külgede suunaliseks, saame pinna matemaatilise põhivõrrandi $z = cxy$. Pöörates xy-koordinaadistikku 45 kraadi, jõuame ehk veelgi praktilisema võrrandini $x^2 - y^2 = kz$.

Paigutades võrranditesse sobivaid koefitsiente, mis ei pea tingimata olema konstantsed suurused, saab koorikut vormida näiteks nii, et nõgususe suunas kasutatakse suuremat tõusu kui kumera lõike suunas. Kooriku põhiplaani vormi võib konstrueerida näiteks teatud lõikes ristkülikukujuliseks.

1.1.1 Konstruktsioon

Uurimisobjektiks on väiksemad ja keskmise suurusega koorikud, mida saab ehitada mõõdukate mõõtmetega sõrmjätkatud saepuidust.

Maksimumsuuruseks on eeldatud põhiplaan mõõtmetega 17 × 17 m, kus diagonaalsuunalise laua maksimumpikkuseks tuleb umbes 24 m, mispuhul umbes 25 × 150 mm lauad on veel kasutatavad.

Niisugune koorik võeti ka näidisarvutuste objektiks.

Kooriku lauad asetsevad diagonaalidel kahekihiliselt. Surutud lauakihi võib suuremates koorikutes edukalt asendada sobivate vahemaade järel paiknevate liimpuitkaartega, mispuhul, tõsi küll, tuleks muuta ka kooriku nimetust.

Lauad kinnitatakse kooriku ääretaladele näiteks naeltega. Ääretaladele mõjuvad koorikpinnalt normaaljõud ning horisontaalsed ja vertikaalsed paindemomendid. Ääretalad on tulus teha liim- või spoonliimpuidust (*kertopuu*). Viimatinimetatu liitetehnika vajab veel arendamist, sest spoonliimpuidu maksimumlaius ei ole naelutamiseks piisav.

Ääretalasid saab soodsalt teostada ka puit-betoon-liittaladena: sel juhul ei pea puidust ääretala ülapinda töötlema koorikpinna kaldele vastavaks, kuid jäikus paraneb oluliselt ja liite koorikpinna saab teha ilma naelteta.

Kooriku põhiplaan on ruut, mis talle mõjuvate jõudude mõjul kipub muutuma rööpkülikuks. Seepärast tuleb kaks vastastikust tuge horisontaaljõudude ohjeldamiseks kas ankurdada nurgapiilarite abil või ühendada tõmbevardaga.

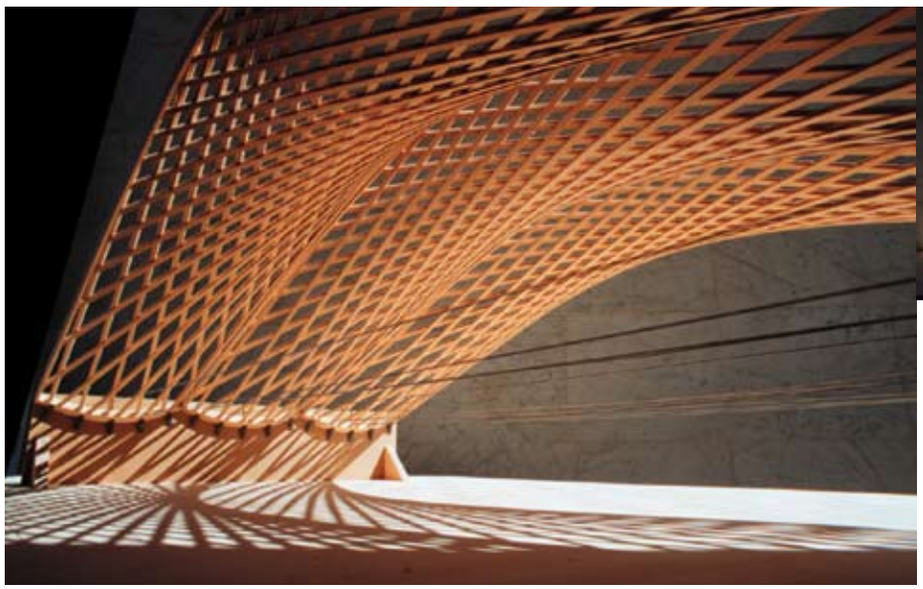
Hüparkoorik on joonpind, mille sirgete suunas on raketist lihtne ehitada. Vähemasti suured koorikud vajavad ebasümmeetriliste koormuste tarvis jäikusdiafragmasid, kuid sel eesmärgil saab ära kasutada ka raketistalad, jättes need oma kohale.

1.1.2 Tehnilised eelised

Koorik, mille kõverusraadiused paiknevad koorikpinna vastaspooltel, on stabiilne, sest tõmmatud kiht takistab surutud kihi stabiilsuse kaotust. Rippkooriku plussiks võib pidada seda, et jõudu ei rakendata samal määral ebaloogiliselt algul üles ja siis piilareid mööda alla.

Üldiselt on väikesemõõtmelise hüparkooriku teostus lihtne ja selge ning õnnestub vähestegi ametioskuste puhul. Ehitusmaterjalid on tavapärased.

Pilt 2. Vineerist kombineeritud väikekoorikud. Sõrestiktüüpi puitkonstruktsioonide uurimus (Verkkomaisten Puurakenteiden Tutkimus 98–99).



Pilt 2.1. Hüparkoorikute ehituslikke võimalusi. Paremal ja vasakul ülal fragmendid on vaated erinevatest üldgeomeetrilistest variantidest. Sõrestiktüüpi puitkonstruktsioonide uurimus (Verkkomaisten Puurakenteiden Tutkimus, 98–99).

Pilt 2.2. Hüparkoorikute ehituslikke võimalusi: ühekatteliste hüperboolsete osade (joonpinna geomeetria) lõikumisel põhinev konstruktsioon. Puun Talo (Puidu Maja) Kitee linnas. Arhitektuurne lahendus ja kujundus: Pook Arkkitehtitoimisto Oy.

1.1.3 Probleemid ja võimalused

Õhukese membraaniga kooriku põhiprobleemiks on suured vormimuutused ebasümmeetriliste koormuste korral, st ühele poolele sadava lume / mõjuva tuule jõul. Soomes tuleb peamiselt arvestada lumekoormust. Kui vormimuutused ei kujuta endast probleemi, saab kooriku ehitada üpris soodsalt – puidunorm annab selleks võimaluse. Kui sellise kooriku projekteerimine ja ehitus muutub üldiseks, n-ö rutiiniks, siis kujuneb ka selle maksumus mõõdukalt soodsaks – materjalikulu on väike. Hüparkoorikute arhitektuurist on rohkesti näiteid maailma eri paikades. Siin käsitletud väikevormiline koorik võiks olla märkimisväärne arhitektooniline konstruktsioonielement. Võimalusi on nii fantaasial lennata lasta kui ka objekte leida.

Kui toode saab tuttavaks, siis leidub väikevormilistele katustele ja varikatustele kindlasti turgu. Peaasjalikult kohapeal kokkupandava konstruktsiooni probleemiks on ehk kaubastaja/turustaja ja toote määratlemine: kas see peaks olema kindla kujuga ühenduselementidega varustatud tööstuslik toode või tõhusalt tegutsev töövõtja?

Ehitusliku konstruktsioonijuhendi koostamine puittoodete kasutamise kohta hüparkoorikutes on igal juhul nende leviku eelduseks.

1.1.4 Katsearvutus

FEM-programmiga arvutati välja 17 × 17 m saepuitkoorik. Selle paraboolsed diagonaalid pikkusega umbes 24 m said eeltõusuks 2,4 m. Koorik nahk toetub äärtest liimpuittaladele, mis omakorda toetuvad kooriku nurkade kohal olevatele tugedele. Kaks alumist vastastikust tuge on ühendatud tõmbevardaga; toed võivad olla ka fikseeritud, horisontaaljõudusid vundamenti suunavatena (kontraforsid).

Arvutusmudeli elementide jaotus on kaks meetrit mõlema diagonaali suunas. Sümmeetrilise koormuse arvutustulemus oli praktiliselt sama mis eelnevalt tehtud lihtsa ligikaudse käsitsiarvutusega. Mõistliku pingeolukorra puhul osutus suur ja õhuke koorik pingete, läbipainete ja liidete suhtes väga hästi toimivaks.

Ebasümmeetrilist koormuse jaotust ei üritatudki käsitsi analüüsida. Suurte läbipainete vältimine osutus võimalikuks, ent nende suurusklass üllatas ometi. Lume kuhjudes ainult kooriku ühele neljandikosale on kohalik läbipaine, võrreldes niisama suure, ent ühtlaselt üle kogu kooriku jaotuvast lumekogusest põhjustatava läbipaindega, umbes sajakordne. Arvudes väljendatuna ulatub maksimaalne läbipaine meetri klassi.

On selge, et normaaltarindites ei tohi nii suuri kõrvalekaldeid lubada. Kooriku membraani saab suhteliselt lihtsalt jäigastada, varustades selle sirgete talade või survesuunaliste kaartega. Jäigastusvardad on samuti üks võimalus, samuti jäikuse lisamine, teostades kooriku kihtkonstruktsioonis.

Ressursside puudumisel jäi eri tüüpi jäigastussüsteemide mõju uurimata.

1.2 Sadulakujulised hüperboolsed paraboloidid

1.2.1 Konstruktsioon

Suurte hallide või varikatuste konstruktsioonitüübiks sobib hüperboolne

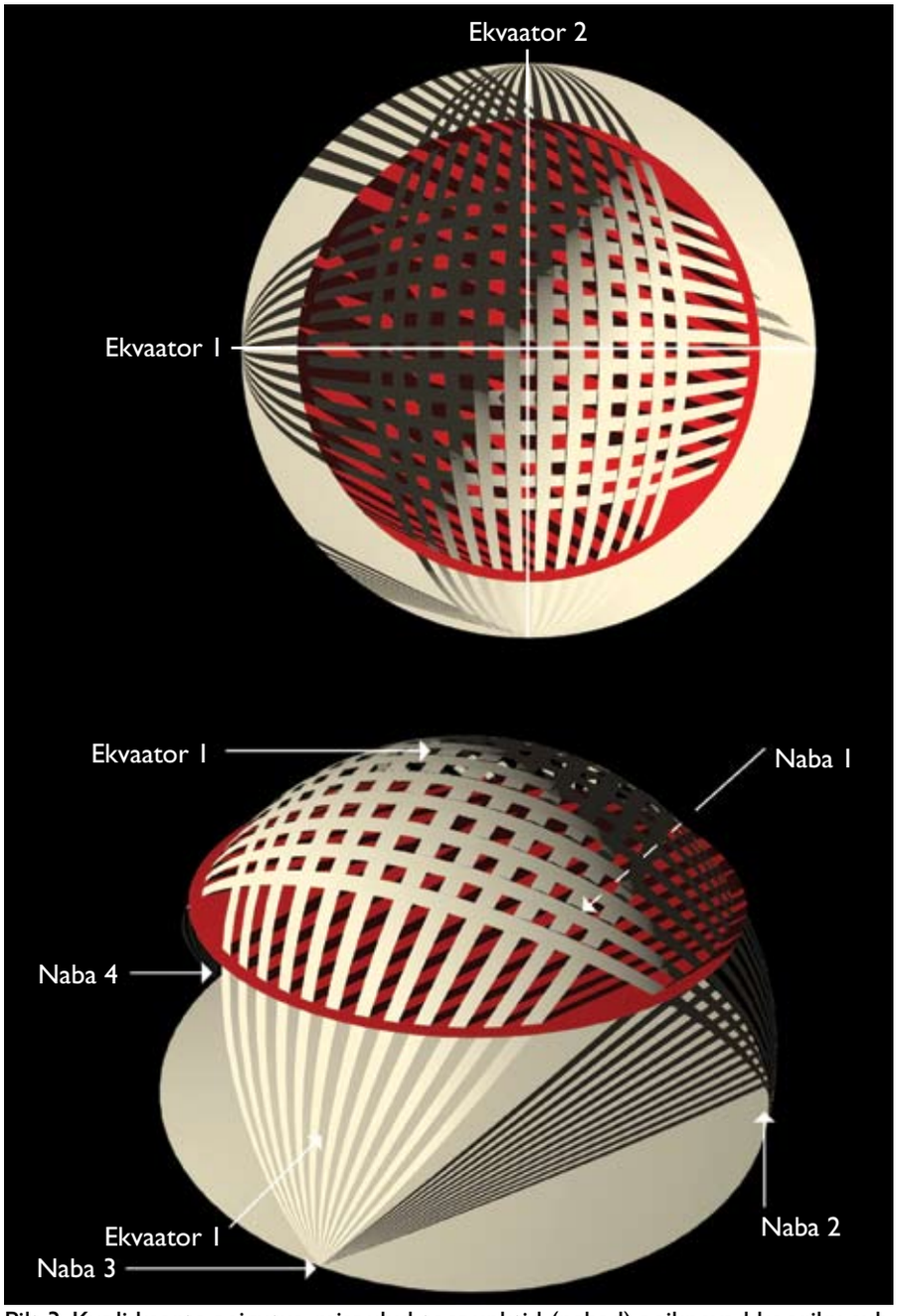
paraboloid, mille puhul rippehituslik osa paistab selgemini välja ja mille kõverused on eespool kirjeldatud mudelist sageli jõulisemad (vt pilt 2, sadulavorm). See on enamasti lõigatud horisontaalselt ning kahe y- ja kahe x-telje suhtes ristloodselt. Sellise kooriku ehitamisel on kasutatud ka vertikaalset silindrit, nagu näiteks Karl Õigeri kavandatud Tartu laululava puhul (vt Karl Õigeri artikkel Puuinfo eelmises numbris, joonised 13 ja 14). Suurte ehitiste puhul kaalutakse tihti kooriku nn tõmbesuunas teraskaablite kasutamist. Survepool ja jäigastus jäävad sel juhul selgelt puidu ülesanneteks.

1.2.2 Tehnilised eelised

Viilhall (sadulhall) on suuremõõtmeliste ehitiste puhul üsna loogiline lahendus: ripp- ja kaare funktsioone saab hallata kõverusi varieerides ning leida tasakaalus terviku – nii survepoole pikipainet kui tõmbepoole loogikat arvestades. Kuju saab hõlpsasti matemaatiliselt modelleerida.

1.2.3 Probleemid ja võimalused

Selline tüüp sobib ainulaadsuse tõttu õigupoolest üksnes suurte hallikonstruktsioonide teostamiseks. Kui suur osa koormusest rakendatakse tõmbesuunas, siis võib ankurdamine aluspinna külge põhjustada lisakulusid. Sellist konstruktsiooni võib tõmbesuunas antava stabiilsuse tõttu pidada suurte hallide puhul soodsamaks kui kuppelehitist. Terase kasutamine tõmbesuunas on suurtes ehitistes igati soovitatav. Katusekonstruktsiooni materjalivajadus on sel juhul ilmselt väikseim. Oma eripära tõttu esitab viilhall arhitektoonilisele kujundusele nõudmisi, ent seda ei tuleks võtta kui piirangut. Arhitektuuri saab rikastada kooriku kuju matemaatiliselt varieerides ning koorikut eri viisil lõigates. Suurte hallide turu osas on raske prognoose teha, ent viilhallid on konkurentsivõimelised.



Pilt 3. Kupli kaarte paigutus, mispuhul toepunktid (nabad) paiknevad kooriku suhtes allpool. Skeemilaadne alumise toepunktiga kooriku vaade. Punane tasapind kujutab võimalikku maapinda vms lõikuvat tasandit.

1.2.4 Eriarendus

Seda uurimust tehes kerkis küsimus, kas viilhalli saab ehitada selliselt, et matemaatilise hüperboolse paraboloidi liivakellakujulise põhjakujundi asemel oleks ristkülik. Sellisel juhul oleks halli ruumikasutus põrandatasemel ratsionaalsem.

Ülesanne osutus võimalikuks, võrrand on selline:

$x^2 - c^2 x^2y^2 = kz$

kus $c = 1/y_o$

y_o = kooriku keskpunkti ja põrandataseme vaheline kaugus

Ehituslikke või teostusjärgus lisanduvaid probleeme niiviisi kujundatud hüperboolse paraboloidi kasutamisel ei ole.

2. Kuppel ning selle puhul afiinsete muudatustega saadavad vormid ja toruspind

Need on ehk kõige levinumad koorikud, ka puitkonstruktsioonide valdkonnas. Neid on teostatud ka väga mitmesuguste suurte võrktarinditena. Algupäraseim konstruktsioon on ilmselt kuppel, mille tugipunktist, n-ö nabast, väljuvad meridiaanid moodustavad kooriku peastruktuuri, horisontaalsed laiuskraadidesuunalised kaared toimivad kooriku teise suuna jäigastajana. Kerakooriku teooria viitab, et selline lahendus ei ole majanduslikult tingimata parim, sest kaarte pinged kuhjuvad kõige alumisse ossa. Lisaks tu-

leb arvestada meridiaankooriku suhteliselt rasket paigaldamist, sest tugipunkti suur liitkonstruktsioon, mis on sageli terasest, tuleb paigaldada eraldi.

2.1 Alumise toepunktiga koorik

Käesolevas uurimuses on edasi arendatud mõtet kaarte paigutamisest selliste meridiaanide suunda, mis väljuvad kooriku allosa kujuteldavaist toepunktidest (nn nabadest; vt pilt 3). See viib kaared ühtlasemale pingejaotusele kui lagipunktist lähtuv paigutus. Paigutust saab kohandada vähemasti kera- ja ellipsoidpindadele.

Toepaare võib olla palju, mis on kooriku funktsioneerimise seisukohast soodne. Üks kaartelehvik võib olla peakandetarind ning ristuvad kaared võivad olla lamedamat koorikupinda moodustavad võlvid.

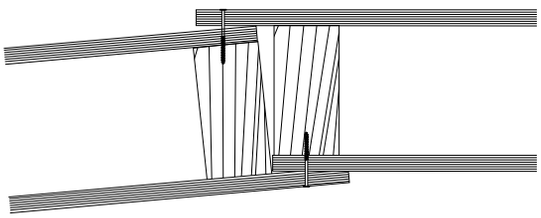
Süsteemi plussiks on ka vundamentide koondamine kitsamatele aladele, mis üldiselt hoiab kokku ehituskulusid. Lõigates koorikut nelja vertikaaltasandiga, saab vormida põhiplaani rohkem ristkülikusarnaseks, mis on ruumikasutuse seisukohast soodsam ja avardab fassaadi arhitektoonilise kujundamise võimalusi.

Konstruktsiooni kokkupanek on lihtne, sest kaared saab terviklikult ühelt kooriku küljelt teisele välja sirutada.

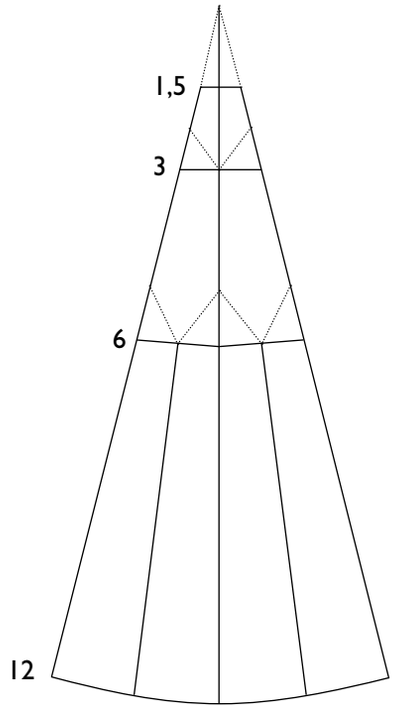
2.2 Vineerelemendid suurtes koorikutes

Lähtepunktiks on lagipunktis paiknevast toepunktist väljuv meridiaanistik. Pingejaotus on märgatavalt parem tänu jäikuselementide allapoole suurenevale hulgale ja plaatide mõjule.

Süsteem põhineb normaalsuurusega vineerplaatidest elementidel, millest tehakse koorik niimoodi, et puitelement suunab kuplile mõjuvad peamised ehk survejõud eemale. Plaadi pinnad tagavad kooriku paindejäikuse ja stabiilsuse. Plaatidele mõjuvad pinnajõud jäävad võrdlemisi väikeseks ja plaate võib ühendada lihtsa liimjätkuga (vt pilt 4).



Pilt 4: Vineerelementliite põhimõte, kui tõmbejõud jäävad väikeseks.



Pilt 5. Skeem koonuskatuse Ø 24 m vineerelementide jaoks. Kuplis kontuurid kaarduvad.

Rakendusobjektid oleks mõistlik valida pöördpindade seast, et eri elementide hulk püsiks mõistlikus suurusjärgus.

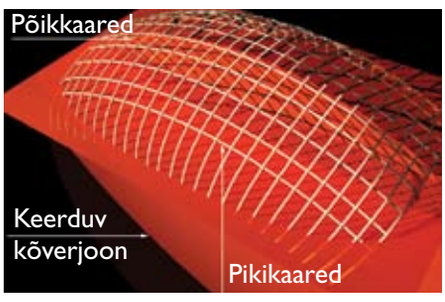
Elemendid saab vineeri valmistusmõõte silmas pidades vormida pikergusteks või peaaegu ruudukujulisteks põhiruutu järgivaiks elementideks (vt punktis 5 üksikasjalikumalt käsitletud konstruktsiooni).

Pildil 5 on kujutatud koonuskatuse elemendipaigutus pikerguste vineerelementide korral.

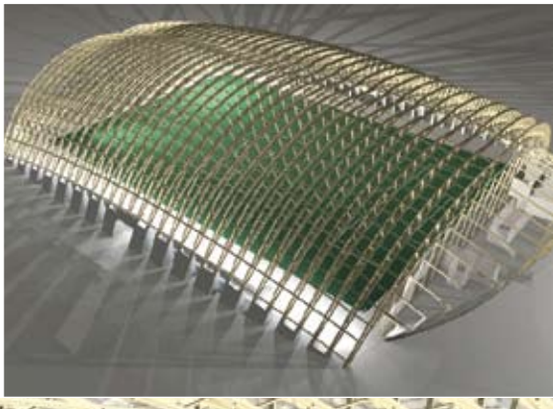
2.3 Toruspind

Kui ringjoon keerdub omal tasemel ümber endast väljaspool asetseva sirge, sünnib auto rehvi mustrit meenutav neljanda astme pind torus (vt pilt 6). Seda vormi saab kasutada näiteks suuremõõtmeliste hallide koorikumudelina.

Pildil 6 on näha, et nii põiki- kui pikisuunalised kaared on olemuselt identsed, seega valmistustehnoloogia on



Pilt 6. Toruspinna geomeetria näitlikustatud kujul.



Pilt 6.1: Torusel rajanev konstruktsioon K2-klassi jalgpallihallis, põikisuunaline kaarteseeria moodustub sirbikujulistest kaartest, mida seovad pikisuunalised kaared. Skanska Etelä-Suomi Oy. Arhitektitöö ja kujundus: Pook Arkkitehtitoimisto Oy, ehitusplaan: Nuvo Engineering Oy.

teoorias ideaalne. Pikisuunaliste kaarte ülapinnad ei ole siiski risti vastu koorikpinda, vaid need tuleb vormida sobivaks kas hööveldades või täidiste abil.

Teine toruse kasutamist häiriv seik on pikisuunaliste kaarte ebatõhusus. Nende kumerus on sageli väike ja nende toestamine horisontaalsete toereaktsioonide vastuvõtuks raske.

Neil põhjustel on toruse funktsioon koorikuna sageli küsitav: need toimivad peaaegu täiesti põikkaarte abil.

Torust saab kujundada, lõigates seda eri viisil; matemaatiliselt võib keerduv kõverjoon olla ka ringjoonest erinev.

3. RIPPKOORIKUD

3.1.1 Konstruktsioon

Rippkoorikute all mõeldakse siin pindkonstruktsioone, mille puhul tõmbepinged on märkimisväärselt suuremad kui survepinged.

Liblikavõrgu kombel rippuvaid kahte suunda tõmmatud puitkoorikuid küll ei esine, ent tegelikult on needki võimalikud, vähemasti sõrestikutüübiliste konstruktsioonidena. Muud tüüpi rippkoorikutel mõjub surve üldjuhul mingis suunas, vähemalt ebasümmeetriliste koormuste puhul.

Tuntuimad puidust rippkoorikud on ilmselt Austrias ehitatud keskpiilaris rippuvad ringikujulise põhjaga hallitarindid, millest suurimat, 170-meetrise läbimõõduga, on kirjanduses nimetatud maailma suurimaks puitehitiseks.

3.1.2 Tehnilised eelised

Rippkonstruktsioonid on teadaolevalt eriti stabiilsed, sest vormimuudatused lisavad kandevõimet teisiti kui kokkusurutud struktuuride puhul. Mahukate objektide puhul saab hõlpsasti appi võtta terase, tänu millele tulemus majanduslikus mõttes on parem kui ainult puidu kasutamisel.

3.1.3 Probleemid ja võimalused

Peaaegu kõigi rippkonstruktsioonide puhul ilmneb sama ebaloogilisus: riputamisel kulgevad mõjuvad jõud ülespoole, samas kui ehitamisel on üldine põhimõte suunata need maa keskpunkti. Sellest johtub vajadus ehitada piilareid või seinu, mis suunavad jõud alla. Kokkusurutud osadena on need ebastabiilsemad, mis iseenesest ei ole probleem.

Kuigi vigadeta puidu tõmbetugevus on suurem kui survetugevus, tuleb tarbepuidu puhul puidu vigade tõttu arvestada vastupidisega. Seepärast ei pruugi puit tõmmatud konstruktsioonina ehk päris omal kohal olla, eriti kui toimivate tõmbejätkude loomine on töömahukas.

Ripptarindite kõige omasem kasutusvaldkond on suured silded, mille stabiilsusküsimused kipuvad tõusma olulisteks. Majanduslikuks ülempiiriks võiks pidada liim- ja spoonliimpuidu valmistus- ja transporditehnilisi piire, sest suurte tarindite veoga kaasnevad märkimisväärsed kulud. Teisalt – väiksemat mõõtu ripptarindid, mille puhul saab hakkama ka sõrmjätkatud saepuiduga, võiksid olla majanduslikult päris soodsad.

Rippkoorikute kasutusvaldkond on märkimisväärne, mistõttu ei tohiks neid sugugi arhitektoonilistest uurimistest välja jätta. Kulutused pole probleemiks, kui vaid vormi on võimalik teostada eesmärgipäraselt. Rippkoorikute kasutamine sõltub individuaalsetest soovidest ja vajadustest. Kui arendada välja ankurduseks vajaminevad liited, avaneks võimalus luua ka rippkoorikkatuste või -varikatuste turg.

4. MASSIIVKOORIK

4.1.1 Konstruktsioon ja tehnilised eelised

Sellele põhimõttele vastavaks saab kohandada kõiki koorikutüüpe. Põhiidee on suuremamõõtmeliste koorikute valmistamine ühtse pinnana, kas spoonliim- või liimpuidust.

Paksu massiivkonstruktsioonitarindi pinged jäävad loomulikult väikeseks, mistap stabiilsus kujuneb üldiselt kõrgeks. Vormimuutused määravad ka proportsioonid.

4.1.2 Probleemid ja võimalused

Niiskustehniline kontroll on vältimatu, kui koorikule ei ole tuulutusega katet ette nähtud.

Puidu kulu on massiiv (konstruktsioonides) tarindites suur. Ometi on neid viimasel ajal ehitama hakatud, sest neil on häid eriomadusi – ja miks siis mitte ka koorikkonstruktsioonides?

Ühtsel massiivsel puitkoorikul võib olla mitmeks otstarbeks piisav soojusisolatsioonivõime, mispuhul ei lähe tarvis mingit lisasoojustamist, mis tähendab nii töö- kui materjalikulude suurt kokkuhoidu.

Ühes tükis liimpuit- või spoonliimpuitpind ilma seesmiste «tugirootsudeta» mõjub arhitektooniliselt ainulaadselt. Teadlikkust tarindi massiivsusest võib pidada ka esteetiliseks kogemuseks.

5. VINEERIST SUURPANEEL

5.1.1 Konstruktsioon

Selles uurimuses on arenenud mõte peaaegu ruudukujulise vineerplaadi koolutamisest sellisel viisil, et nurgad pööratakse silinderpinnaks (vt pilt 7). Nii saaks elemendid vormida soovitud, näiteks kahte suunda kaarduvaks koorikpinnaks.

Elemendid võivad olla kihilised (*sandwich*-tüüpi) või üksnes vineeri ja saepuidust jäikuselemente sisaldavad.

Kooriku membraanjõude saab vineeri ja selle liidete abil otseselt üle kanda vineeri ja selle liidete abil. Suurim koormus näiteks kuplis meridiaani suunas on kasulik kanda üle peaasjalikult jäikade elementide kaudu, mis hoiavad ka kooriku stabiilsust.

Jäigastuselementide jätkud võivad koorikutüübist sõltuvalt olla sageli lihtsad surveühendused; vineeri puhul tulevad suuremõõtmeliste tarindite/konstruktsioonide korral kõne alla ennekõike hõõrd- ja liimliited.

Väiksemamõõtmeliste objektide puhul saab hakkama hariliku kruviliitega (vt pilt 4).

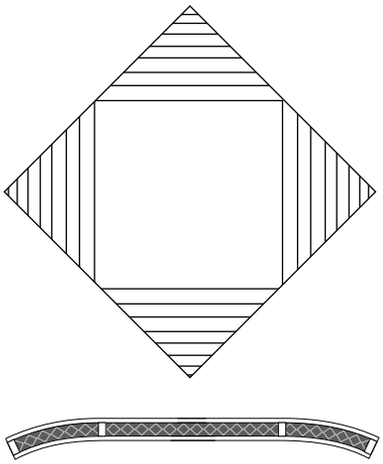
Selles uurimuses on lähemalt edasi arendatud suurpaneelide kasutamist kupli ehitamisel (vt pilt 8).

5.1.2 Tehnilised eelised

Vineer on eriti tõhus membraanijõudude siirdaja, õigupoolest kooriku ideaalmaterjal. Selle põhiprobleem – kahte suunda koolutamine – on siin lahendatud ilma vineeripressi vajava tehnikata.

5.1.3 Probleemid ja võimalused

Puittarindite igavene probleemide valdkond – liitekohad – tõuseb siingi esile. Hõõrdliide pakub selgeima lahenduse, ent objektil liimimise seadustamine peab ilmselt veel oma aega ootama. Ratsionaalselt teostatuna on hõõrdliide eriti praktiline ja liimliitega võrreldav jätkamisvõimalus.



Pilt 7: Kahte suunda kaarduva kooriku vineerelement (*sandwich*-tüüpi). Koolutatud osa on viirutatud. Koolutuse ulatusega mõjutatakse kooriku suurust.

Pilt 8. Suurpaneelidest kupli saab ehitada käbi soomustikku meenutava pöördkujundina.

Vähemalt kihiliste lahenduste puhul tuleb erilist tähelepanu pöörata niiskuse küsimustele. Tuulutuse korraldamine võib olla kulukas, kuid niiskuskahjustused lähevad samuti kalliks maksma.

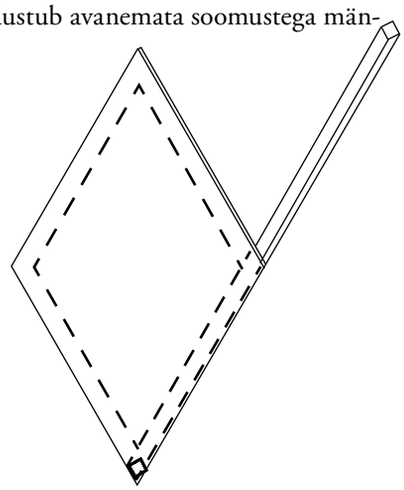
Suurpaneelide suur pluss on elementehitusele üldomane kiirus ja lihtsus.

Konstruktsiooni saab sageli püstitada ka tellinguid üles panemata. Ehitustehnoloogias saavutatav majanduslik kokkuhoid on kindlasti suurem kui näiteks vineeri hinnast johtuv kuluvahe.

Suurpaneelidest võiks kujuneda arhitektile kasutuskõlblik töövahend. Moodustuv viltune «salmiaagilaadne» kujund on püsti paigutatuna edasiarendamist väärt element. Elementidest moodustub avanemata soomustega mänikäbi laadne pöördkujund (vt pilt 8). Esteetiliselt on selline kujund huvitav, olgu ehitise välis- või sisepinnana.

Londonis on valminud 180-meetrine tornmaja, mille seina võrkkonstruktsioon meenutab kuusekäbi.

Elemendi kasutusala võiks ulatuda ka traditsioonilistest koorikutest väljapoole, näiteks arhitektooniliselt huvitavate fassaadilahendusteni.



Pilt 9. Element kohandatuna Zolli süsteemi.

6. VINEERIST LIPUKUJULINE ELEMENT

6.1.1 Konstruktsioon

Peaaegu sada aastat vana rombi ehk Zolli süsteemi teostatakse eelkõige saepuidust või ka ümarpuidust. Aegajalt seda ikka kasutatakse, üsna hiljuti näiteks Prantsusmaal Robert Lourdini projekteeritud objektide puhul.

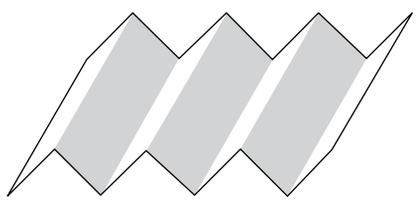
Tarindi puitvarda pikkus on kaks rombi külge, ja neid saab kokku panna ka ilma tellinguteta. Kõigepealt ehitatakse äärmiselt lihtsat ühe poldiga liidet kasutades plankkate, seejärel tehakse saepuidust pinnakiht.

Siin väljapakutud meetodi puhul pannakse koorik kokku vineeriga jäigastatud lipukujulistest elementidest (vt pilt 9), milles on ette arvestatud ja teostatud kooriku kujust tulenevad kaared ja avad.

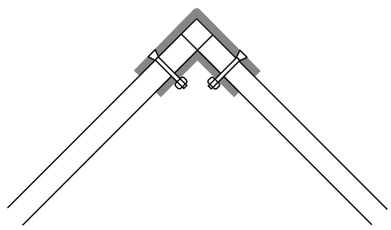
6.1.2 Tehnilised eelised

Eelmise punkti omadustele võiks lisada ehitamise selguse ja lihtsuse: lipu vars juhib järgmise elemendikihi kokkupanekut.

Muudele punktidele on viidatud eelmise tarindi puhul.



Pilt 10. Voltkoorik. Sobib katuse- ja seinatarindiks.



Pilt 11. Voltkooriku tõhusa hõõrdliite põhimõtteline ehitus. Nurkterased toimivad paindel täisvõimsusega.

7. VINEERIST VÄIKEKOORIKUD

7.1.1 Konstruktsioon

Järgnevalt kirjeldatavate tarindite uurimine põhineb vineeritööstuse standardsetel plaatidel, mille maksimummõõtmed on 1525 × 3660 mm ja suuremõõtmelistel kaldtapp-jätkatuna tarinditel näiteks 3000 × 13 000 mm.

Tasapinnalise plaadi vormimiseks koorikuks ei ole just väga rohkesti võimalusi. Voltkoorik, mille puhul osapinnad on tasapinnad, on üks variant. Kooriku kokkupanek on geomeetriliselt lihtne, kandevõime on väikekoorikule omaselt suurepärane, kuid osapindadevahelised nihkejõud võivad kasvada haldamatult suureks.

Vineerist saab hõlpsasti voltida lauge silinderkooriku. Kui silindrit tahetakse sügavamaks muuta, võib kaks osa kaarega gooti vormiks ühendada. Silinderkoorikus kaar-ristlõike tüviossa kuuluva tala võib teha puidust (liimides) või profiilterasest näiteks hõõrdpoltühendusega. Liited tuleb tugevdada tavapäraste mehaaniliste ühendusdetailide – naeltega.

Kui silinderkooriku kõverus pikkuskoordinaadi funktsioonina muutub, sünnib konoid. Teises otsas võib kaar teiseneda ka sirgeks. Konoidi (vt pilt 12) saab vineerist hõlpsasti painutada.

Muudki joonpinna vormid, nagu näiteks hüperboolse paraboloidi, saab vineerist teha suhteliselt hõlpsasti (vt pilt 13). Ruudukujulise põhiplaaniga hüperboolse paraboloidi puhul kipuvad kujumuutused vineeri suhteliselt väikese paksuse tõttu kergesti haldamatuks muutuma, nagu võisime tõdeda ka saepuitkoorikute puhul punktis 1.1.4.

Kuplikujulisena saab teostada ka väikekoorikuid, mainigem näiteks vineertelke, mida juba ammustest aegadest on kasutatud katastroofiolukordades ja sõjaväe majutamiseks.

7.1.2 Tehnilised eelised

Saepuidust kõrgema hinna kompenseerib vineeri loomupärane sobivus teatud koorikvormideks ning suurepärased vastupidavus- ja elastsusomadused. Eriti väikekoorikuteks, mis võivad konstruktsioonist sõltuvalt olla üpris mahukad, sobib vineer eriti hästi. Selliste tarindite projekteerija peab üksnes silmas pidama vineerplaatide valmistusmõõtmete piiratust nii paksuses kui külgede pikkuse osas.

Koorikkonstruktsioonide puhul ei ole vineeri eriomadusi suudetud mingil põhjusel tõhusalt ära kasutada. Ehk on otsustav seos tehnilise vormi, ehitusmehaanika ja materjaliomaduste vahel veel lihtsalt leidmata.

7.1.3 Probleemid

Kui vineeri tuleb kooriku vormi saavutamiseks painutada, peab arvestama, et vineeri algkuju on tasapind ning et vorm üritab seda tagasi võtta. Näiteks konoid- ja silinderkooriku vormi säilitamiseks tuleb konstruktsioon jäigastada tõmbevarraste või jäikade ribidega. Soovitud kuju on võimalik ka saavutada, liimides vähemalt kaks plaati üksteise peale.

Hüperboolne paraboloid on joonpind, seega põhimõtteliselt sobib vineer sellisesse vormi painutamiseks väga hästi. Arvestada tuleb siinjuures siiski seda, et vineer võib painduda muudekski vormideks, näiteks omal kombel mõlki minna – seega peab hoolitsema vähemalt sirgete ääreelementide piisava jäigastuse eest.

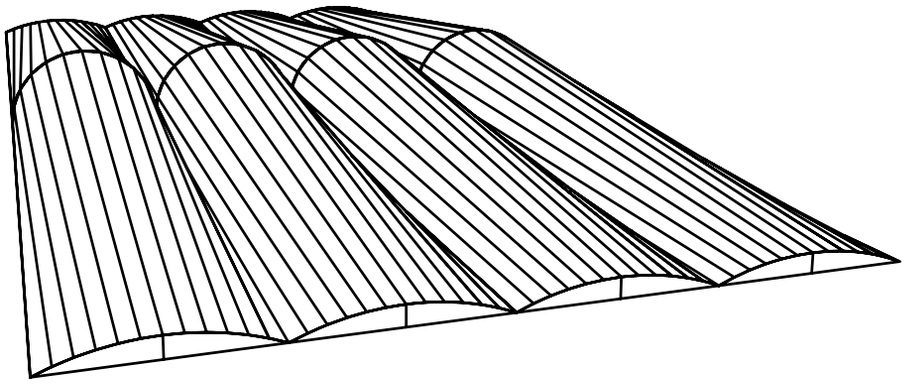
Suuremõõtmeliste koorikute puhul võivad liited osutuda vineeri suhteliselt õhukese paksuse tõttu kriitilisteks kohtadeks. Liim- või hõõrdliite abil saab selle probleemi lahendada.

7.1.4 Võimalused

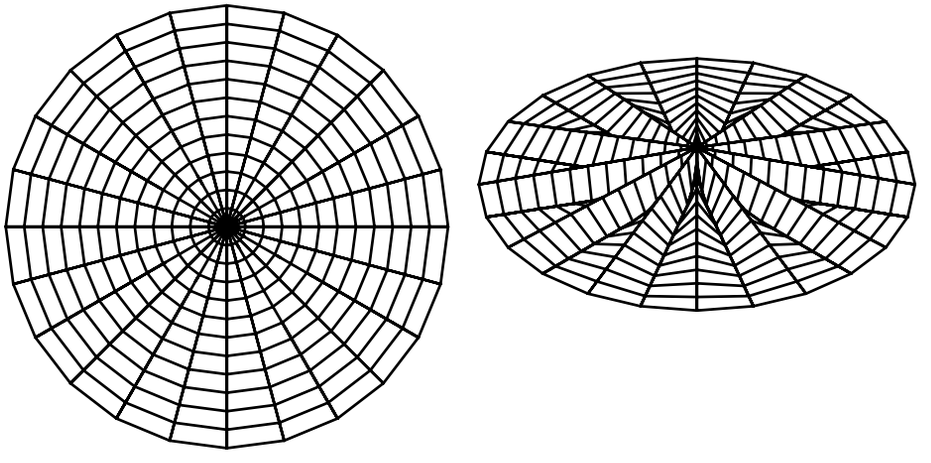
Väikekoorikute konkurentsivõime sõltub oluliselt nende kasutusastmest. Teisisõnu: tuleks välja töötada teatud põhitüübid, mida saaks kohandada erinevate objektide puhul, näiteks neid moodulitena järjestades.

Üksiku väikekooriku puhul on nii selle kavandamine kui ehitamine n-ö harrastuslik rätsepatöö, mis ei ole majanduslikus mõttes kaugeltki tulus. Ent olukord on hoopis teine, kui tootmine muutub seeriaviisiliseks. Materjalikulu on kooriktarindite puhul üldiselt väike, ning kavandamis- ja teostuskulusid saab mahtude kasvatamisega vähendada. Majanduslikud võimalused võivad osutuda väga heaks.

Ka väikekoorikutega saab luua võrratut arhitektoonikat. Isegi lihtne voltkoorik võib oskuslikult vormitu-



Pilt 12. Konoidiks vormitud väljaulatuv silinderkoorik.



Pilt 13. Hüperboloidse parabooli kujuliseks vormitud vineerist voldikkoorik. Vasemal aksonomeetriline vaade ja paremal pealtprojektsioon.

na mõjuda väga huvitavalt. Tasub meeles pidada sedagi, et väikekoorikutest saab soodsalt ja efektselt koostada ka seinapindu.

Unustada ei tohiks veel akustilisi võimalusi, mida saab väikekoorikute paigutamisega luua. Vineeripinna akustiline perforeerimine on võimalik ka nii, et kooriku kandevõime ei vähene.

Väikekoorikutele ei ole praegu turgu, ent see tuleks luua. Potentsiaalseid kasutusalasid on võimalik leida õige mitmest suunast. See eeldab tootmise ja kavandamise ratsionaliseerimist. Arendusobjektiks võiks võtta majanduslikult soodsa ja arhitektooniliselt efektse vineerelemendi, mida masstootmisel saaks paindlike tappühenduste ja muude liiteviiside abil kohandada paljude erivormiliste toodete jaoks.

8. KERGLIIKLUSE KOORIKSILLAD

Sildade katmisega kaitstakse konstruktsioone ja pakutakse varju jalakäijatele. Sildade katted on praktilisest aspektist vaadates ikka olnud peakandekonstruktsioonidest eraldiseisvad tarindid. Koorikuna võivad kattestruktuurid toimida peakandekonstruktsioonidena 60…80-meetrise silde korral, köite või kaartega jäigastatuna rohkemgi.

Kaetud sild on kallim kui katmata sild. Ühendades pea- ja kattekonstruktsioonid, saab kulusid kõvasti kokku hoida, mõnel puhul isegi kuni katmata silla tasemeni – tänu sellele, et konstruktsiooni kõrgus tehakse lahedalt suureks.

Selles uurimuses on arendatud kahte kooriksillalahendust, kuid võimalusi on volt-, torus- või konoidikoorikute valdkondadeski.

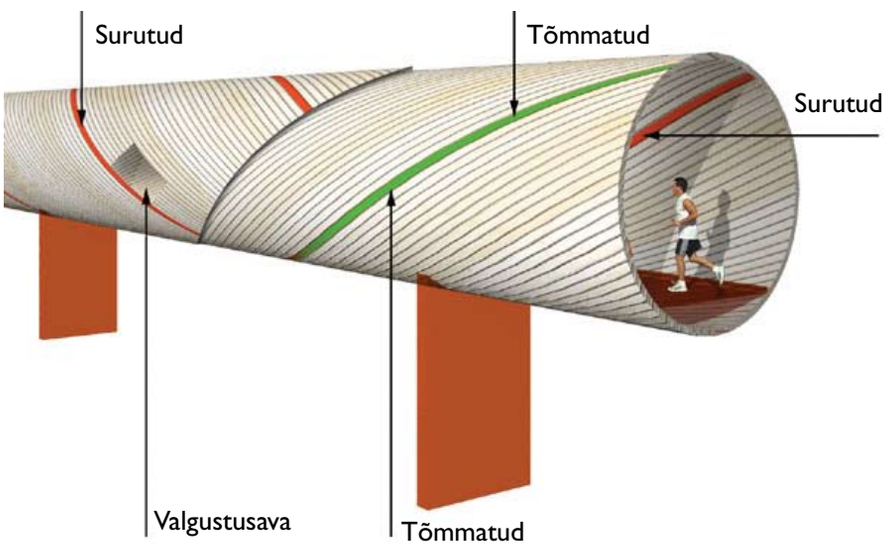
8.1 Võrktoru

8.1.1 Konstruktsioon

Selle arenduse idee tekkis, uurides Lapi aihki ehki igimändi. Mõte arenes edasi vabalt toestatud või jätkuva sõrestiktala algteooriat kohandades. Aihki süü tõuseb mööda karkassi spiraalselt ja eri kihtides keerdumissuunda vahetades. Nii juhatab looduse tarkus meid painde seisukohast ideaalse, kohati 800 aastat koormustele ja ilmastikumõjudele vastu pannud tarinditeni. Järeldus ilmingust: kui sõrestiku kokkusurutud ja tõmmatud diagonaalid saaks pöörata toruja sillakooriku loomulikku kaarepinda mööda vastavalt surutud ja tõmmatud vöödeks, saaks ratsionaalselt korraldada ka tuule- ja väändejäigastust.

Kandev peakonstruktsioon võib olla nii pikast sõrmjätkatud saepuidust, kui transport võimaldab.

Pildil 15 on kahe näidisriba abil kujutatud, kuidas mitmesildelise jätkuva talasilla lauad pöörduvad koorikus erimärgilise pinge alas ja säilitavad peaaegu oma pingetaseme. Tõmmatud ribad kulgevad kooriku välispinnas, sidudes kokkusurutud enda sisse ja takistades nende nõtkumist.



Pilt 14.Võrktoru

8.1.2 Tehnilised eelised

Ehituslikud eelised on vaieldamatud, konstruktsioon on nii jätkude kui puitmaterjali kulu seisukohast ideaalne. Puidu kandevõime kasutatakse täielikult ära, kui kiudude suund järgib loomu poolest kooriku peatõmbeja survepingete suundi. Puitribasid saab hõrendada vastavalt pinge jagunemisele, millega välditakse tarbetut ülemõõdulisust ja materjalikulu. Samas pääseb kooriku küljeosadest sisse valgus.

Esialgsetes arvutustes on pisut kontrollitud 30-meetrist sillet ja tõdetud, et konstruktsioon on probleemivaba. Pingetase üritab jääda madalaks, mis paraneb, kui jõutakse pikemate «korralike» silleteni.

8.1.3 Probleemid

Võimalike raskustega tuleb ehk kokku puutuda järgmistes valdkondades:

- Kohapeal ehitamisel võivad peavalu valmistada tellingud. Kui kooriku saab kokku panna siledal maapinnal või tehases, siis ei peaks probleeme tekkima.
- Teostus võib olla töövõtjale võõras, mis võib hinna liiga kõrgele tõsta.
- Pikkade spagetilaadsete puitmaterjalitükkide töötlemine nõuab eritehnikat.
- Kooriku sisse tuleb ehitada käigupind. Kumera toru alumine pind rahuldaks kindlasti rulasõitjaid ja teatud osa jalgrattureid.

8.1.4 Võimalused

Ratsionaalselt teostatuna on see soodsaim viis ehitada kergliikluse jaoks mõeldud kaetud sildu: ülemääraseks lisakuluks hinnatud katuskonstruktsioon toimib silda kandva konstruktsiooniosana ja võib toimida ka otse katusekatte aluspinnana. Katte kaitsvast mõjust johtuv kokkuhoid väljendub kas või tarindi elutsükli pikenemises või puidu mittepehastumises.

Ümmargune toru võib läbikäiguteena olla ebameeldiv ja rõhuv. Väljastpoolt vaadates mõjub toru üpris tööstusliku ja tõntsi tarindina. See esitabki väljakutse: valgusavade, katete, räästastega jne võib arhitektooniline kujundaja imesid teha: ristlõige ei pea tingimata olema ringjoon, toru ei tarvitse olla sirge ega ühtlase läbimõõduga – kujundusvõimalusi jätkub küllaga.

Nõudlus kaetud kergliiklussildade järele kasvab maailma eri paigus. Kaitset vajatakse nii päikeseleitsaku kui vihma, lume ja vinge tuule eest. Kaetud sildu on hakatud kasutama ka puhke-, turva- või suhtlemiskohtadena.

Keemiline kaitse on paljudes riikides piiratud. Kaetud sild peab aga vastu ka keemiaga küllastamata. Seda tõestavad kas või sadu aastaid vanad sillad Šveitsis, Saksamaal ja USA-s.

8.2 Kooriku ja sõrestiku kombinatsioon

8.2.1 Konstruktsioon

Kooriku ja sõrestiku kombinatsioon, mille tehnilised omadused on ligilähedaselt samasugused kui päris torukoorikul. Nähtavus teisele poole on tänu sõrestikkonstruktsioonile suurepärane, samal ajal kui teisel pool moodustub müra või külma eest kaitset pakkuv varjestussein.

Üldiselt on sel tüübil samasugused omadused kui eelnevalt käsitletud võrktorul. Lahendus on mõnevõrra kallim.

8.3 Vineerkooriksild

Eespool nimetatud kooriksildu võib väga edukalt ehitada lamineeritud vineerist. Et vineeri saab jätkata hõõrdliidete abil, osutub tehniline teostus mitmesuguste silletega suhteliselt lihtsaks.

Vineerist saab konstrueerida äärmiselt kergeid tarindeid. See asjaolu osutub äärmiselt oluliseks helikopterite komplekteerimisel.

Vineeri ja saepuidu kombinatsioonis võiks teatud objektide puhul saavutada kõige soodsamaid ehituslikke lahendusi.

9. KOORIKUTE PUHUL KASUTATAVAD LIITED

9.1 Uurimisvaldkonna eesmärk

Kooriktarinditele sobivate efektiivsete, osalt majanduslikust seisukohast vältimatutegi liidete parandus- või arendusvõimaluste ideoloogiat on tähtsaks peetud juba selle uurimuse algetapis.

Nii nagu puittarindite puhul üldse, on ka koorikute puhul kogu tarindi toimimise üldises mehaanikas liited raskeim, kulusuhtelt ja konstruktsiooniliselt märkimisväärseim tegur. Liidete arendamine teenib ka muude puitehitiste innovatsiooni huve.

Tähtsaima objektina nähakse kasutusel olevatele liiteviisidele täienduseks arendatavaid tehnikaid, sest vanade meetoditega ei suudeta koorikehitiste puhul esilekerkivaid nõudmisi sageli täita.

9.2 Edasiarendatavaid liitetüüpe

Kava

- *Vineerist tarindite hõõrdpoltliidete arendamine.* Hõõret on ära kasutatud näiteks puitsildade põiki pingestatud pealisehitiste staatikas – vastavaid rakendusi leidub rohkesti USA-s, Rootsis ja Soomeski. Teisalt on hõõrdpolte kasutatud juba pikka aega terastarindite liidete puhul.

Vineer sobib hõõrdpoldi kasutuskohaks eriti hästi, sest materjali suhteliselt väikese paksuse tõttu jäävad pingekaod silla kandevõimest väga väikeseks. Taldrikvedru-alusplaatide puhul on kaod veelgi väiksemad. Pildil 11 on kujutatud üht hõõrdpoldi kasutusvõimalust voltkooriku liitejõudude haldamisel.

Punktis 9.3 esitatavate näitliku iseloomuga arvutuste kohaselt on hõõrdpoltliite tugevus 15 mm paksuse vineeri puhul, võrreldes niisama paksu tavalise kruviliitega, mitmekordne. Nii suur tugevuse lisandumine on kulude puhul väga märkimisväärne tegur.

- *Liimitud terasplaadi jätku-uuring varraskoorikute ja ruumilise sõrestiku puhul.* Sel teemal on TKK sillaehituslaboris tehtud algne uuring.
- *Puidust ja betoonist liittarindi liide hüparkooriku ühendamisel ääretalaga.* Suhteliselt väike uurimisobjekt.
- *Põkkliide laudkooriku survejätkuna.* Suhteliselt väike uurimisobjekt.

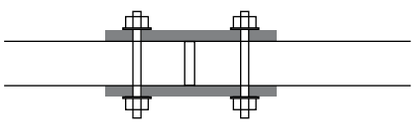
9.3 Vineeri hõõrdliide

Võrdlus traditsioonilise varrasliitega

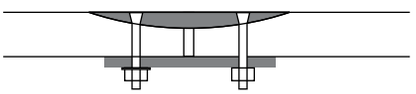
Lähteandmed:

- Kahelõikeline tõmbliide: terasplaat 5 mm, kahel pool 15 mm vineer
- Varras Ø 8 mm: sile polt, läbiv tapp, puit- või kuuskantpeakruvi
- Variandid: kase/okaspuitvineer
  - kruviterase kvaliteet: 4.6/8.8/12.9
  - koormuse kestusklass: keskkestev $k_{mod} = 0,8$
    alaline $k_{mod} = 0,6$
  - kasutusklass: 2
  - normid: varrasliide [1] RIL 205 (Eurocode 5)
  - hõõrd-kruviühendus [2] RIL 90 (Teraskonstruktsioonid)

A. VARRASLIIDE, põiksuunas kandevõime liite ja lõike kohta



Pilt 15. Hõõrdliite põhimõtteline mudel



Pilt 16. Tasapinnaline, hõõrdsoontega varustatud liide

[1] valemid 6.2.1 h ja j (alaindeks d muudetud k-ks mahu kontrolli jaoks):

$R_k = 0,5 f_{h,2,k} t_2 d = 0,5 \times 32,4 \times 15 \times 8 = 1\,944$ N kasevineer

$23,6 = 1\,416$ N okaspuitvineer

$R_k = 1,1 \sqrt{2 M_{y,k} f_{h,2,k}} d = 1,1 \sqrt{2} \times 7,3 \times 23,6 \times 8y = 3\,532$ N okaspuitvineer, kruvi 4.6

Teise valemi kohaldamine on nõrgim juhtum, mille puhul esimene joonis mõjutab arvutusi, kuid varda terase kvaliteediklass neid ei mõjuta.

Koormuskestuse ja kasutusklassidest sõltuva k_{mod}-koefitsiendi kohaldamise järel saadakse kasutusklassis 2 (kasutusklassis 3 on kandevõimed märgatavalt väiksemad):

- püsiv koormis, kasevineer: $R_k = 1\,166$ N
- püsiv koormis, okaspuitvineer: $R_k = 850$ N (1)
- kasulik koormis, kasevineer: $R_k = 1\,555$ N
- kasulik koormis, okaspuitvineer: $R_k = 1\,133$ N

B. HÕÕRDLIIDE, põiksuunas kandevõime liite ja lõike kohta

Kruvi eelpingejõud arvutatakse [2] järgi valemiga

$$P_v = 0{,}8\ \sigma s\ A_j \qquad = 0{,}8 \times 640 \times 36 \qquad = 18\,432 \text{ N kruvi 8.8}$$
$$1080 \qquad = 31\,104 \text{ N kruvi 12.9}$$

Järgmised hõõrdväärtused põhinevad oletusväärtustel, sest täiesti ühtelangevaid katselisi uurimusi terase ja puidu vahelisest hõõrdest ei ole. Siiski võib eeldada, et kareda kuumtsingitud terasplaadi ja puitviilu vaheline hõõrdetegur on märgatavalt suurem kui kahe puitpinna vaheline. Edasi võib oletada, et karestatud või soontega varustatud (vt pilt 16) teraspinna läbipainded suunduvad pingestamisel puitpinna sisse, mispuhul hõõre kasvab kergesti ka üle ühe.

Arvestuslikult eeldatav hõõrdetegur: - kuumtsingitud teras – vineer μ = 0,6
- rihvelteras – vineer μ = 1,2

Pingekaod:

- vineeri paksuse kokkutõmbumine on 0,3…0,4% / 1% niiskuse muutusel; →5% niiskuse muutusele vastab 0,26 mm;
- roomavuse (ja isegi mitte elastsusmooduli) suurust ei ole normis antud, kuid see on puidu üldistele väärtustele tuginedes oletatavasti umbes 0,34 mm, eeldusel, et tehakse järelpingestamine.
- teraskruvi pikenemine pinge all: $v = \sigma \times l/E = 864 \times 30/210\,000 = 0{,}123$ mm
- taldrikvedrusid, kummipatju või muid elastseid liikumapanijaid saab hõlpsasti kasutada sellisel määral, et pingekaod jäävad alla 30%.

Kui koormuse kestus- ja kasutusklass ei peaks hõõrdeväärtusi mõjutama, võib kirjutada liite lõikemahuks R_k = kao koefitsient x μ x Pv:

Kruvile 8.8 ja siledale jätkuplaadile: $R_k = 0{,}7 \times 0{,}6 \times 18\,432 = 7\,741$ N
Kruvile 8.8 ja soontega jätkuplaadile: $R_k = 0{,}7 \times 0{,}6 \times 31\,104 = 13\,064$ N (2)
Kruvile 12.9 ja siledale jätkuplaadile: $R_k = 0{,}7 \times 1{,}2 \times 18\,432 = 15\,483$ N
Kruvile 12.9 ja soontega jätkuplaadile: $R_k = 0{,}7 \times 1{,}2 \times 31\,104 = 26\,127$ N

Vineeri rebenemiskindlus:
Kõigepealt arvutatakse puhas tõmbetugevus alusplaadi ribal D 50 mm:
kasevineer: 41,6 × 15 × 50 = 31 200 N
okaspuitvineer: 16,4 × 15 × 50 = 12 300 N

Need väärtused tuleb korrutada koefitsientidega k_{mod}, kuid on ilmne, et vineeri rebenemiskindlust ei tule mõõta, vähemalt kasevineeri puhul, kui väärtustele lisada ka vineeri lõiketugevus.

Näidiste (A) ja (B) kokkuvõte: hõõrdliite kandevõime on võrreldes tavapärase varrasliitega 5…31-kordne.

Pildimaterjal:

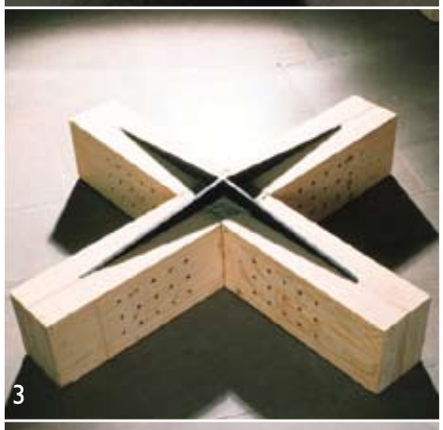
Sõrestiktüüpi puitkonstruktsioonide uurimus (Verkkomaisten Puurakenteiden Tutkimus)
Projektijuhtimine:
Eero Paloheimo
Arhitektitöö:
Pook Arkkitehtitoimisto Oy
Katariina Rautiala, SAFA arhitekt
Pentti Raiski, SAFA arhitekt
Konstruktsioonikavand:
Nuvo Engineering Oy
Väikemudelid:
Heinola Instituut / peenpuusepad

Fotod:
Arja Lampinen

Pilt 7.1
Puit-koorikkonstruktsiooniga jalgpallihall (Jalkapallohalli)
Tellija:
Skanska Etelä-Suomi Oy
Arhitektitöö:
Pook Arkkitehtitoimisto Oy
Konstruktsioonikavand:
Nuvo Engineering Oy
Risto Mäkipuro DI

1

2


3

4

Pilt 17: Sõrestiktüüpi puitkonstruktsioonide uurimus (Verkkomaisten Puurakenteiden Tutkimus), mitmesugused liitemudelid.
1. terasplaatidega liide; 2. surverangid, 3. surveliide terassarruse ja betoonivaluga, 4. elastse kummipunutisega tehtud liide

Ribnica nagu Alutaguse

MÄRT RIISTOP

Aastal 1492 andis Püha Rooma riigi keiser Friedrich III Ribnica ümbruse (tänapäeval Sloveenias) talupoegadele õiguse müüa oma kaupa kogu riigis maksuvabalt. Ennekõike oli selle suuremeelse otsuse eesmärk vältida maa tühjaksjooksmist türklaste eest. Et riik oli suur ja maksud kõrged, lõi kohalike puu- ja pottseppade elu õitsele. Ribnica muuseumis väidetakse, et mehed, kel kukil endast kõrgem kuhi puust sõelasid, jõudsid nendega keisririigi igasse nurka. Võimalus oma kaupa suures mahus müüa sundis meistreid töö kiirendamiseks välja mõtlema üsna nutikaid abivahendeid, mida kohalikus muuseumis nüüd uhkusega demonstreeritaksegi.

Ettevõtlik vaim ja julgus uuega turule tulla ei ole Ribnicast tänaseni kadunud – Riko massiivpuidust majad on jõudnud isegi Londoni südalinna, naabermaast Itaaliast rääkimata.

Nende majade projekteerimine on sedavõrd täpne ja keerukas, et sellega tegeleb firma 60 töötajast tervelt 15. Majade seinad liimitakse polüuretaanliimiga kokku suures külmpressis: pikkuses mõõtu saetud ja hööveldatud prussid (lähtematerjal ca 50 × 150)

Foto 1. Metallosi on Ribnica muuseumi lintsaes peale saelindi veel vaid mõni üksik.

Foto 2. Kokkuliimitud seinatoorikud.

laotakse serviti pressi vastavalt seina joonisele, jättes sisse ukse- ja aknaavad.

Tulemuseks on monoliitne sein (vt foto 2), mille pinnad hiiglasliku freesiga (vt foto 3) silutakse ja hiljem lihvitakse. Seintesse freesitakse-puuritakse ka kanalid-pesad elektrijuhtmete jmt jaoks ning tehakse läbiviigud vee ja kanalisatsiooni tarbeks.

Sein on küll paks ja jäik, ent soojapidavuse tagamiseks lisatakse talle veel 100 mm vahtpolüstürooli (vt foto 4) või puitvilla. Puitvillsoojustus tuleb vahtplastist tuntavalt kallim, ent on hinnatud ökoloogiliselt puhast maja soovivate klientide hulgas.

Väljastpoolt kaetakse soojustus puitvoodri või OSB-ga. OSB puhul jääb maja välisviimistluseks krohv, mille esimene kiht koos armeerimisvõrguga kantakse pinnale tehases.

Seega võivad Riko majad väljastpoolt olla üsna erinevad, kuid seest on nad kõik sarnased: seinteks ja lagedeks (vahel ka põrandaks) on lihvitud ja lakitud kuusepuit (vt foto 5). Kui tellimuses on ette nähtud, siis puuritakse laudadest ka defektid välja ja korgitakse, samuti lõigatakse välja vaigupesad ja täidetakse puiduga.

Tavalisest tehasemajast on Riko majad kuni 50% kallimad, sest puitu ja tööd kulub kõvasti rohkem. Osa kulusid õnnestub siseviimistluse lihtsuse pealt siiski kokku hoida.

Riko tehase tootmisvõimsus on praegu umbes 20 maja aastas, ent seda on plaanis suurendada. Võimsust tuleb kasvatada ainuüksi juba seetõttu, et pärast esimest tööd Londonis võideti seal lausa 150 maja hõlmav arendusprojekt.

Hüpe on väga suur – alustati ju vaid kahest majast ja stuudiost koosneva rühmaga Bermondsey tänaval. Selle esimese tellimusega oli lugu iseenesest väga huvitav: naabrid ostsid müüki pandud maja ära, sest kartsid, et muidu kerkib nende kõrvale suur kortermaja. Ehkki Riko majade ehitus kestis kõigest kümme päeva, jõudis platsilt läbi käia suur hulk huvilisi, kaasa arvatud linnavõimude poolt moodustatud arhitektide grupp. Ebaharilik oli nende jaoks nii ehitustehnoloogia kui see, et Londoni südamesse kerkivad töötlemata lehisevoodriga majad.

Foto 3. Freespink seinatoorikute pinna ja servade töötlemiseks.

Foto 4. Riko maja välisseinapaneel.

Foto 5. Riko maja seestpoolt.

Puit-betoonpaneelid

Puuinfo eelmises numbris ilmus professor Karl Õigerilt põhjalik artikkel puidu ja betooni koos kasutamisest. Jätkame teemat näitega Soome firmalt SEPA.

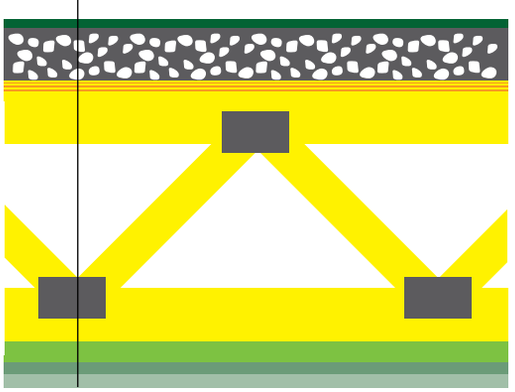
SEPA puit-betoonpaneelidega SEPA 2000 saab katta kuni 12-meetrist ava (tüüpvahelae ava 6,6 m). Paneelide kandevõime on 2…5 kN/m², tulekindlus REI 60, õhumüra isolatsioon 60 dB ja löögimüra ülekanne 53 dB.

Need paneelid on mõeldud puidust kortermajade esimese korruse põrandaks või vahelaeks. Paneeli (vahelae) paksus on küll suhteliselt suur, ent kui kasutada ogaplaatsõrestikke, saab kõik kommunikatsioonid mahutada plaadi sisse ja langeb ära vajadus peita neid ripplae taha.

Puit-betoonpaneelid ühendavad mõlema materjali häid omadusi: puidu tõmbetugevust ja väikest massi ning betooni survetugevust ja massiivsust. Need paneelid on tule- ja helikindlad ning jäigad.

Vahelae kihid ülalt alla:

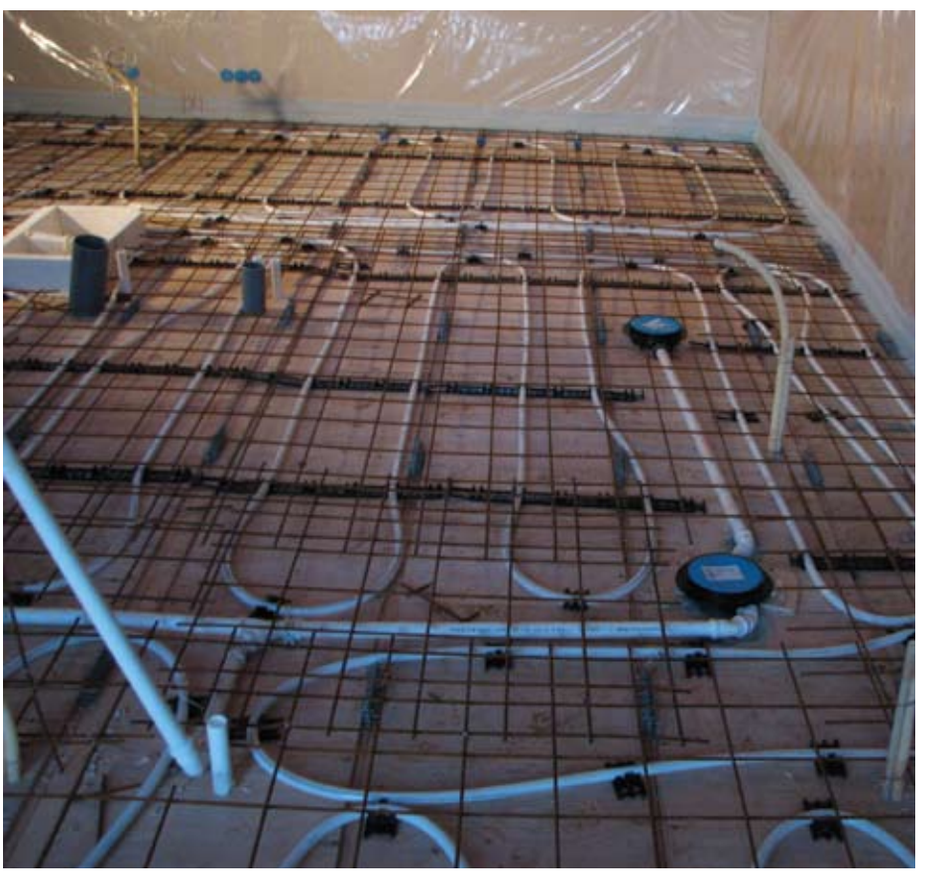
- põrandakate;
- 60 mm betoon armatuurivõrguga 6 × 150 (valatakse ehitusplatsil);
- 12 mm okaspuuvineer;
- 290…340 mm kõrgused ogaplaatfermid, nendes on 125 + 75 mm mineraalvilla ja kanavõrk;
- 25 mm elastne vahekiht AP25;
- 13 mm kipsplaat;
- 15 mm tulekindel kipsplaat.



Tehasest saadetakse välja ogaplaatfermid ja okaspuuvineer, ülejäänud materjalid hangib ja paigaldab ehitaja.

Fotod: SEPA Group

Ogaplaatfermid on paarikaupa kokku ühendatud, nende vahel olev spetsiaalogaplaat ulatub betoonikihti, tagades nihkepingete vastuvõtmise.



Põrand enne betoneerimist.

Nanotehnoloogia ja puidutööstus

Vaatamata arvukate nanotehnoloogiate, nagu nanotorude jmt perspektiivikusele, on laboritest reaalselt turule tulnud peamiselt rakendused, mis kasutavad kolloidsete nanoosakeste omadusi ilma nendega ükshaaval tegelemata (Wikipedia). Nanoosakeste all mõeldakse kontrollitud suurusega osakesi, mille mõõtmed on nanomeetrites. Enamasti on tegu räniga.

Räni nanoosakeste lisamine viimistlusmaterjalidesse on autotööstusest jõudnud nüüd ka puidutööstusesse: Timber Trade Journal (9/16 detsember 2006) teatab kahest firmast, kes taolise rakendusega turule on tulnud. Eesmärgiks on pinnakatte kulumiskindluse tõstmine, säilitades läbipaistvuse. Materjalid on kasutatavad tavapäraste seadmetega ning isegi UV-kõvendamisega.

Võib siiski loota, et tulevikus hakatakse puitu ennast kasutama nanotasemel. Nagu kirjutab professor Philip Turner Napier ülikoolist Edinburghis, (www.medite2016.com), on puidu rakuseina moodustavad mikrofibrillid ülitugevad looduslikud nanotorud pikkusega ca 20 nm. Teoreetiliselt on võimalik need nanotorud puidust eraldada ja kasutada neid ülitugeva maatriksina uute materjalide loomisel. Senised keemilised tehnoloogiad on suunatud puidu molekulaarse struktuuri täielikule lõhkumisele ja uute molekulide loomisele. Nanotehnoloogia puhul on eesmärgiks saada puidust kätte kõige tugevamad komponendid neid sealjuures lõhkumata.

Will Pryce
Puitarhitektuur
Maailma ajalugu

Will Pryce'i ülevaade maailma puitarhitektuuri ajaloost on omataoliste hulgas üks põhjalikumaid ja võib-olla isegi parim. Sinisuka kirjastust peab õnnestunud valiku eest kindlasti kiitma, samuti kiiruse eest: ingliskeelse raamatu ilmumise järel kulus vaid aasta eestikeelseni. Kahjuks on kiirustamisega kaasnenud eriti ebaõnnestunud tõlge, mille toimetamiseks erialaspetsialistide abil ei raatsitud ilmselt aega kulutada. Jääb vaid loota, et tekkinud uudiskeelendid, nagu valge mänd kuuse asemel või tellingud karkassi tähenduses, ei leia laiemat kasutust. Seevastu on raamatus üle 400 väga kvaliteetse värvifoto silmapaistvatest puitehitistest üle kogu maailma.

Nagu autor eessõnas mainib, ei käsitleta raamatus puitarhitektuuri ajalugu põhjalikult, selle asemel on tehtud valik ehitistest, mis väidetavalt esindavad kõige ilmekamalt lihtsaid religioosseid traditsioone. Teisisõnu: esitletud on ajaloolisi ehitisi kogu maailmast, kuid nende arenguloo kirjeldamist on peetud liiga mahukaks ettevõtmiseks.

Valik on hea ja õnneks pole piirdutud ainult sakraalehitistega, käsitletud on ka säilinud vanu elumaju ja muidki ehitisi Vene talutarest Norra linnamajadeni, sekka Jaapani ja Hiina keisripaleesid. Sakraalehitistel on lihtsalt olnud rohkem õnne lammutamisest pääseda, sellest siis rõhuasetus neile. Üllatavalt palju puitelumaju on säilinud Ameerikas ja Austraalias, seda isegi esimeste kolonistide ajast. Huvitav on lugeda Thomas Jeffersoni kurtmist 18. sajandi lõpust: «Valitseb kurvastav eelarvamus, et tellistest või kivist majad pole nii tervislikud kui puumajad.» Texase istandustes olevat orjad majutatud kvaliteetsetest kohalikest paekividest ehitatud majadesse, Suure Maja jaoks aga lohistati palgid kohale üsna kaugest Galvestoni sadamast. Sellist tarkust sooviks selle raamatu lugejailegi.

Niisiis, tõlkeäpardustele vaatamata (lisaks eespool toodule ei tohi mingil juhul tõsiselt võtta ka siin kasutatud puuliikide nimetusi, pehme puit (*softwood*) on ikka okaspuit ja Douglase nulg ebatsuuga jne) on see raamat üks mõnus vaatamine ja lugemine.

Uued puitmaterjalid

MÄRT RIISTOP

Puuinfo eelmises numbris rääkisime uuest puidu hübriidliigist, *lyptus*'est. Lisaks uute puiduliikide loomisele püütakse ka olemasolevate omadusi parandada. Muidugi pole selles midagi erakordset: raudteeliiprite tarvis hakati puitu kreosoodiga immutama juba aastal 1838. Peale kaitseimmutuse on üritatud puitu töödelda ka nii, et paraneksid tema tugevus ja paljud teised omadused. Nõukogude ajal nimetati sellist tegevust puidu modifitseerimiseks ja sellega olid ametis sajad teadlased, isegi terved instituudid, lähim neist Lätis. Uuringuid tehti ka teisel pool raudset eesriiet.

Väljatöötatud materjalide kasutuselevõtt aga ei edenenud sugugi. Praegu tundub, et läbimurde aeg on kätte jõudmas. Usun sellel olevat kaks põhjust.

Esiteks suudetakse modifitseerimise kaudu parandada tagasihoidlikuma puidu omadusi parimate looduslike esindajate, nagu tamme või tiikpuu või teiste troopiliste liikide tasemeni. Seni võis jõukam tarbija öelda: «Ah et peaaegu sama hea kui tamm, ma võtan siis tamme.» Nüüdseks on kasvav tarbimine hinnad üles ajanud, lisaks on troopikametsade kaitse kõigele vaatamata edu saavutamas ja troopiline puit raskemini kättesaadav. Firma Accsys andmetel maksab üks kuupmeeter Accoyat, atsetüülitud okaspuitu, umbes tuhat eurot, kuupmeeter tamme aga 2500 eurot – uudismaterjal on looduslikust alternatiivist juba tuntavalt odavam.

Teiseks on hirmust kemikaalide ees hakatud piirama traditsioonilistes puiduimmutusvahendites kasutada lubatud kemikaalide hulka. Arseen juba on keelatud ja ega kroomigi keelustamine enam kaugel ole. Kõik uued vahendid aga on märksa kallimad ja nii hakkabki modifitseeritud puit konkurentsivõimelisemaks muutuma ka hinnavahemiku alumises otsas. Esialgu on ta tavalisest immutatud puidust muidugi oluliselt kallim, kuid keskkonnasõbralikkus (seda rõhutavad kõik uute materjalide pakkujad) on väga hea müügiargument ja mahtude kasvades peaks ka hind langema.

Puidu termiline modifitseerimine (termopuit) on modifitseerimisviisidest seni kõige edukam olnud, Eestiski toodab seda materjali mitu firmat.

Termotöötlus tähendab, et puitu kuumutatakse hapnikuvabas keskkonnas kinnises kambris 10…40 tundi temperatuuril 180…240 °C. Kuumutamisel puidu keemiline struktuur muutub ja vastupidavus mädanikseente suhtes kasvab. Samas muutuvad eri ulatuses ka puidu tehnilised ja füüsikalised omadused. Puit omandab pruunika värvuse ja muutub töötlemata puiduga võrreldes hapramaks, st tunduvalt nõrgemaks, mistõttu on termotöödeldud puidu kasutamine kandekonstruktsioonides vastunäidustatud. Üldiselt ongi modifitseerimisega nii, et puidu teatud omadused paranevad, teised aga halvenevad. Hapramaks muutumine kaasneb ka mitme teise meetodi rakendamisega. Termopuit ei muuda nii kergesti oma mõõtmeid ega ima nii kergesti niiskust kui termotöötlemata puit. Seepärast sobib ta hästi välisvoodriks (maapinnaga ei tohiks termopuit siiski kokku puutuda), samuti sauna leiliruumi. Sisetingimustes on hinnatud termopuidu ilus värv ja mõõtmete stabiilsus.

Termokeemiliselt modifitseeritud puitu on Eestis samuti toodetud. Kasepuitu immutati DFK-vaikudega ja kuumutati. Selliselt töödeldud kasepuidu kulumiskindlus oli võrreldav hikkoripuuga ja seda kasutati päris mitmeid aastaid puusuuskade kantide valmistamiseks ehk senikaua, kuni plast suusatööstuses ainuvalitsevaks sai.

Ammu tuntud on ka kaks järgmisena käsitletavat tehnoloogiat: atsetüülimine ja furfurüleerimine.

Atsetüülitud puit on müügil kaubamärgi Accoya all ja selle tutvustuses öeldakse, et seda meetodit on uuritud juba 75 aastat. Meetodi kirjelduses rõhutatakse, et protsess kasutab sama tüüpi molekuli, atsetüüli, mis on puidus niikuinii olemas, ja et neid molekule saab toota näiteks äädikhappest, mis on traditsiooniline toiduainete konservant. Niisiis on idee puidu loodusliku koostisosa sisalduse suurendamises, et parandada materjali vastupidavust, muutmata seda toksiliseks.

Midagi aga peab tuntud tehnoloogiale lisatud olema, sest Tallinna Tehnikaülikooli professori Tiit Kapsi sõnul oli atsetüülitud puidu piiratud leviku põhjuseks peale hinna see, et äädikhappe anhüdriid küll blokeerib tselluloosi OH-rühmad, muutes puidu täiesti mittepunduvaks, ent puidu ja äädikhappe anhüdriidi täielikku sidumist pole võimalik saavutada. Lendudes on see aine tervist kahjustav,

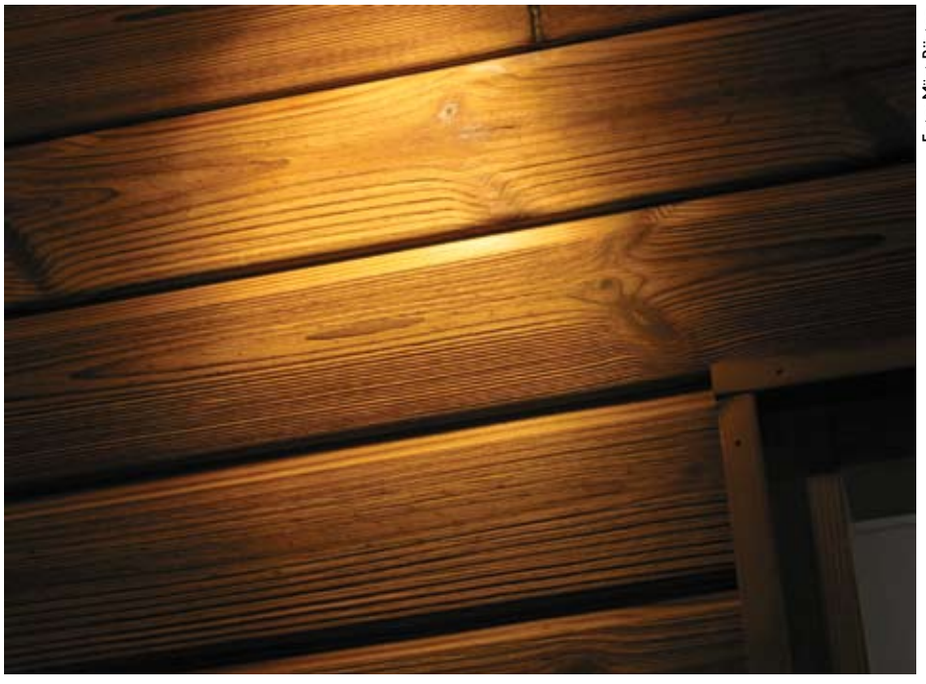


Foto: Märt Riistop

Termopuidust sisevooder, pind on harjatud reljeefseks.

Foto: Märt Riistop

Puitplastist terrassilauad.

Foto: www.plasticlumber.org

Foto 3. Puitplastist sadamasild.

mistõttu on näiteks atsetüülitud puidust parketi valmistamine välistatud. Atsetüülitud puitu kasutati peamiselt allveelaevamudelite hüdrodünaamilisel katsetamisel, kus puidu mittepunduvus on ülioluline. Et aga Accoyat reklaamitakse ka kui uste ja akende materjali, siis on lendumise probleem ilmselt vähemalt osaliselt õnnestunud lahendada. Siiski torkab tootekirjelduses silma kaks asjaolu. Esiteks märgitakse, et punduvus on vähenenud 75%, mitte 100%. Teiseks soovitatakse seda valdavalt välistingimustes paiknevateks rakendusteks, nagu terrassid, helibarjäärid, vesiehitised, välisvooder, aiamööbel jmt. Hollandis ongi juba ehitamisel 31-meetrise avaga Accoyast sild ja 30 000 m^3 aasta toodangumahuga Accoya tehas.

Järgmisegi tehnoloogia, furfurüleerimise puhul rõhutakse looduslikkusele. Nimelt on selles kasutatav furfuroolalkohol hüdrolüüsitav biomassi jääkidest, näiteks melassist, ning ka Euroopa Liidu vastav komisjon on otsustanud, et sel meetodil toodetud puit ei käi EL-i biotsiidide direktiivi alla, st on mittetoksiline.

Furfurüleeritud puitu toodetakse kolme nimetuse all, kõige vähem on happelise katalüsaatoriga keerukas reaktsioonis tekkivat furaanpolümeeri Visorwoodis. Visorwood saadakse männipuidu modifitseerimisel ja seepärast jääb lülipuit kui mitteimmutatav modifitseerimata. Kasutusala on sel sama mis immutatud männipuidul, kuid rõhutatakse, et värvkate püsib Visorwoodil eriti hästi peal, niisiis sobib see ka välisvoodriks.

Kebony on furfurüleeritud lehtpuit, mis on vastupidavate troopiliste puiduliikide omadustega ja nendega sarnaselt üsna tume, eriti suurema modifitseerimisastmega Kebony 100. Kebony 30 on mõõdukalt tumenenud ja sobib hästi näiteks aiamööbliks. Kuna Kebonyt valmistatakse lehtpuidust, mis imbub üleni läbi, on see materjal üsna homogeenne.

Nii Accoya kui Visorwood ja Kebony on turuletuleku raskused ületanud ja on praegu laienemisfaasis, otsides partnereid ja müües litsentse.

Puidu modifitseerimine on jõudnud ka tõeliste keemiatööstuse hiidude huviorbiiti. Näiteks on BASF, toetudes oma kogemustele tekstiilitööstuse kemikaalide loomises, välja töötanud Belmaduri, mis modifitseerib puidu rakuseintes oleva tselluloosi omadusi sellisel määral, et mänd ja pöök on võrreldavad troopiliste lehtpuiduliikidega: mõõtmete stabiilsus, kõvadus ja vastupidavus suurenevad sel määral, et pöök muutub sama pikaealiseks kui tiikpuu ja kaks korda kõvemaks tammest. BASF teatab, et tema meetod erineb kõigist senituntuist ja et seda saab rakendada tavalistes surveimmutustehastes. Esimesed litsentsid meetodi kasutamiseks on juba müüdud ning pöögist liimitud-painutatud detaile tootev firma kinnitab, et Belmaduriga modifitseeritud pöögist vineer näeb välja nagu vineer ikka, aga on sama ilmastikukindel kui tiikpuu.

Puitplaste toodetakse peenestatud puidu ja plasti segust, sageli on neid segus mahuliselt võrdselt. Lähtematerjalideks on saepuru ja peenestatud taaskasutatav plast, näiteks PET-pudelid. Nagu plasti puhul ikka, saab kasutada ka ekstrusiooni, et toota õõnesprofiile. Puitplast ühendab endas puidu ja plasti omadusi: on kergesti saetav ja puurkruvide kasutamisel pole vaja sellesse avasid ette puurida, kuid külmaga muutub ta hapraks ja kuumaga plastilisemaks, ehkki vähem kui päris plast. Ameeriklased on teatavasti kunstmaterjalide suhtes leplikud ja seepärast arvati juba 2002. aastal, et sealsest terrassilaudade turust on puitplasti käes umbes 35...55% ja et 2009. aastaks on puitplasti kõigi variantide müügimaht USA-s 3,5 miljardit dollarit, kasvades 11% aastas.

U-Bein Bridge

MADIS EELMAA
AS Pindi Kinnisvara

Eelmise aasta novembri lõpupäevil sattus mulle näppu Puuinfo 2/2006, milles oli ka nupuke Saksamaal Tüüringi lähedal asuvast sillast. Keegi asjamees nimetas seda uhiuut 250-meetrist ehitist maailma pikimaks puitsillaks.

See tundus mulle natuke naljakas, sest mäletamist mööda jalutasin mõned aastad tagasi Myanmaris (Birmas) üle oluliselt pikema puitsilla. Lõin mälu värskendamiseks lahti Myanmar Handbook–Footprint Handbooksi – U-Bein Bridge on seal täies hiilguses sees, kontrollisin ka Yahoost – sealgi olemas.

Myanmari kunagise pealinna Amarapura lähedal üle Taungthami järve kulgeb 1,2 km pikkune ja umbes 3,5 m laiune puusild. See on ehitatud tiikpuust vaiadele (palkidele), kõik sillaplangud on samuti tiikpuust, vaid keskosas on osa palke asendatud betoonpostidega. Sild kulgeb 2...8 meetri kõrgusel. Kuival ajal on veega täidetud vaid silla alt läbivoolav jõesäng, selle ääres karjatavad külamehed tohutuid pardikarju ja püüavad kala või mageveekrabisid, turumutid aga müüvad priskeid rotte, mis riisipõldudelt püütud ja värskelt grillitud. Suurvee ajal, kui lumi Himaalaja tippudel sulab, tõuseb veetase Irrawady jões kuni 8 meetrit ja loksub otse sillaplankude all. Siis saavad kohalikest põllumeestest kalurid.

Sillaidee tekkis kuningas Mindoni vennal aastal 1847, aasta pärast kloostri avamist järve teisel kaldal. Eraldaski kuningas silla ehitamiseks rahad, ja tark linnapea U-Bein haistis siin prisket teenimisvõimalust.

Sild plaaniti teha tiikpuust, nagu oli enamik ehitisi tolleaegses Birmas, kaasa arvatud Ava ja Mandalay kuningapaleed koos abihoonetega. Niisiis sai Amarapura linnapea U-Bein riigikassast silla materjali muretsemiseks ja ehituseks suured rahad, aga vana kavalpea otsustas ära kasutada mahajäetud Ava kuningapalee materjali. Kuivas ja kuumas Birma kliimas on saja-aastane tiikpuupalk alles esimeses nooruses. Aeg-ajalt vahetab mõni tubli mööblimeister vana, kõlisevaks kuivanud plangu uue toorema vastu, ent mitte armastusest silla vastu – heast kuivast puidust tehakse sealmaal väga kvaliteetset antiikmööblit, mis Hiinas kõrges hinnas.

Tänaseni rändab rahvas seda silda mööda kloostrisse, kus 80 valgest marmorist palvetajakuju usklike austust ootavad. Tullakse jala, jalgrattaga või vuristatakse mööda sillaplanke tsikliga. Väärikalt kiirustavad punastes roobades paljasjalgsed mungad… Õhtune templigongide kõmin kutsub palvusele. Lummav on vaiadel loojangusse looklev sild.

Foto: Madis Eelmaa

Foto: Madis Eelmaa

Toimetus vabandab:

Puuinfo eelmises numbris ilmus lugu maailma pikima puitsilla avamisest, kuid kahjuks jäi selle pealkirjas sisse SL Õhtulehe uudisnupu info. Loo kirjutamiseks kasutasime allikana Saksa ajakirjandust, kus oletatavasti korrektselt räägiti Euroopa pikima puitsilla avamisest, kuid vahel juhtub, et sisuga tegeldes unustatakse pealkirja kontrollida. Nõnda siis seegi kord.

Foto: Triton Logging Inc.

Saagkalad tööhoos, tagaplaanil on näha, kuidas saetud puud ujupadja abil pinnale tõstetakse.

Saagkala

MÄRT RIISTOP

Saagkala (Sawfish) on Kanada firma Triton Logging poolt välja töötatud allveerobot vee alla jäänud puude langetamiseks. Võib tunduda uskumatu, kuid vajadus sellise masina järele on täiesti olemas, sest kogu maailmas on hüdroelektrijaamade ehitamisel jt põhjustel vee alla jäänud rohkem kui 300 miljonit puud koguväärtusega ligikaudu 50 miljardit dollarit.

Briti Kolumbias, kus Triton Logging aasta läbi töötab, on vee all arvatavasti umbkaudu 12 miljonit kuupmeetrit metsa. Puitu on proovitud vee alt välja tuua varemgi: haaratsiga süsteeme kasutades või tuukrite abil saadi puitu kätte kuni 25 meetri sügavuselt. Saagkala töösügavus aga on praktiliselt piiramatu. Kuna Briti Kolumbia on üsna mägine maa, on keskeltläbi 80% üleujutatud metsadest 25 meetrist sügavamal. Saagkalal on veel üks eelis – ta ei pea iga maha saetud puuga üles pinnale tõusma, vaid puu lastakse vabaks ja tõstetakse pinnale tüve külge kinnitatud ujupadja abil. Korraga on vee all kaasas 37…50 korduvkasutatavat ujupatja.

Vee all täpseks tegutsemiseks on saagkalal kaheksa videokaamerat ja sonar. Kuna puutüved on vees kergesti liigutatavad, suudab saagkala käsitseda ka väga suuri puid, selleks on tema kettsae plaadi pikkus 140 cm. Kuigi masin ise on kallis, on puude langetamisega seotud transpordi jm kulud üsna väikesed, Wall Street Journali andmetel on kulud kokku 40 USD/m^3, mis on isegi väiksem metsatööstuse keskmisest 50 USD/m^3.

Puit säilib vee all hästi, selle kvaliteet võib tavalisest metsast raiutust isegi parem olla. Töötlemist lihtsustab see, et sageli on puidukoor vee all tüve küljest lahti tulnud ja puuduvad okkad või lehed. Ja muidugi on tegemist eriti keskkonnasõbralikult varutud puiduga, selle tulemusena väheneb ka veehoidlate ohtlikkus laevatamisel ja muul kasutamisel. Keskkonnasõbralikkus ongi üks peamisi müügiargumente, sel viisil hangitud puidust toodetud liimpuit jt tooted on arvatud 2006. aasta kümne kõige keskkonnasõbralikuma ehitustoote hulka (www.buildinggreen.com).

Mahagon – üks või mitu puud?

Mahagon on puiduliik, mida ilmselt iga inimene on vähemalt korra näinud. Ja kui tema väljanägemise suhtes on kõik enam-vähem ühel meelel, siis selles, kust niisugune puu on pärit ja kas tegemist on ühe konkreetse liigiga, pole suudetud üksmeelele jõuda.

Mahagonist põrand.

Euroopas läks mahagon moodi 1730. aastatel, kui seda hakati kasutama luksusmööbli ja seinapaneelide valmistamiseks. Tol ajal kutsuti mahagoniks Kariibi mere saartelt (peamiselt Kuubalt ja Saint-Domingue'ilt) pärinevat troopilist väärispuitu, mis töödelduna omandas iseloomuliku punakaspruuni värvuse.

Tänapäeval on see puiduliik – *Swietenia mahagoni* – tuntud hispaania, kuuba või päris-mahagonina. Tema punakas puit on painduv ning tiheda jämeda süüga, temas leidub vähe oksakohti vms defekte. Kergesti töödeldav mahagon muutub aja jooksul üha tumedamaks ning ta peab kaua vastu isegi niiskes kliimas. Seda materjali hindas kõrgelt 19. sajandi kuulus mööblidisainer Thomas Chippendale, kelle kätetööd võib seniajani imetleda Briti kuningakoja eriti pidulikel vastuvõttudel.

Ehtne mahagon sobib ka muusikariistade, eriti trummide valmistamiseks. Võrreldes traditsiooniliste puiduliikidega, nagu vaher või kask, on mahagonist trummide tämber kumedam ja soojem. Oma karjääri algul kasutas näiteks ansambel The Beatles firma Ludwig mahagontrumme ning pärast mitmeid vahepealseid katsetusi jäädigi neile truuks.

Juba 1950. aastatel avastasid mahagoni ka elektrikitarride tootjad, kes hindasid nii selle puiduliigi kõlaomadusi kui massi. Kuulsa Gibson Les Pauli kitarri puhul, mis kaalub kuni 4 kg, on veelgi parema heli nimel kombineeritud mahagoni vahtrapuiduga.

Päris-mahagon on Kesk- ja Lõuna-Ameerikas kasvav igihaljas puu, mille kõrgus ulatub 6...46 meetrini. Tema koor meenutab meie jalakat ning nahkja pinnaga lehed jagunevad neljaks kuni kaheksaks väiksemaks osaks. Mahagonipuul on väikesed valkjad või rohekad õied ja munakujulised viljad, milles on tiibadega seemned.

Kuna päris-mahagon ja kõik selle sugulased on looduskaitse alla võetud, on neile leitud kõikvõimalikke asendusmaterjale, mis kannavad sedasama nime. Kõige lähedasem päris-mahagonile on honduurase ehk suurlehine mahagon (*Swietenia macrophylla*), mis nüüdseks on samuti kantud CITESe ohustatud liikide nimekirja.

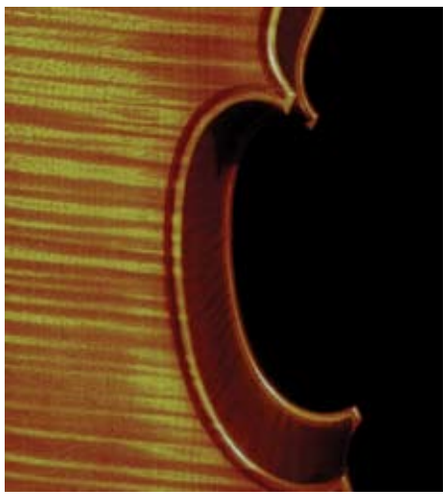
Aafrika lääneranniku vihmametsades kasvab mitu samasuguse välimusega puuliiki, neid tuntakse kaia (*Khaya*) või aafrika mahagoni nime all. Kaia puidu poorid on suuremad kui ehtsal mahagonil, pealispind veidi karedam ning ta on kergem. Aafrika mahagoni on lihtsam töödelda, kuid ta kulub kiiremini ega ole nii vastupidav mehaaniliste vigastuste suhtes kui Ameerika «vend». Aafrika liikide seas on enim levinud senegali mahagon (*Khaya senegalis*) ja njassa mahagon (*Khaya nyasica*), mida kasutatakse peamiselt mööbli valmistamiseks.

Kogu maailma puiduturgudel on saada filipiini mahagoni (*Shorea*), mis pole otseselt päris-mahagoniga suguluses, kuigi välimuselt on üsna sarnane. Reeglina on nende puit vastupidavam, kergem ja veidi tumedam ning neid kasutatakse peamiselt seinakatte ja laevadekkide materjalina. Erandiks on suuremate pooride ja omapärase triibulise mustriga punane filipiini mahagon (*Shorea negrosensis*) – sellest valmistatakse luksusmööblit.

Kesk-Ameerikas kasvab nn valge mahagon (*Cybistax donnell-smithii*), mille puit meenutab omadustelt ehtsat mahagoni, kuid pärast töötlemist omandab kuldkollase tooni.

Põhja- ja Lõuna-Ameerikas esinev hispaania seeder (*Cedrela odorata*), mille tiivulised seemned meenutavad vahtra omi, kuulub samuti mahagonipuu sugulaste hulka. Tema puit on kergem, hapram ja putukaid eemalepeletava aroomiga, mistap temast valmistatakse kohapeal sigarikarpe ning pesukappe. Kui Calvin Kleini reklaami uskuda, olevat *Cedrela odorata* brasiilia alaliiki kasutatud ka mullu müügiletulnud parfüümi Euphoria koostises.

Vanade viiulimeistrite saladusi



Antonio Stradivari ja teiste 17. sajandi viiulimeistrite pillide hea kõla saladus võib peituda viiulipuidu kaitseks kasutatud meetodites. Ameerika uurijad analüüsisid kahe vana viiuli tagakülje restaureerimisel tekkinud puidulaaste ja leidsid neis keemilisi kaitseaineid. Avastati, et vahtrapuitu oli töödeldud vase-, raua- ja kroomisooladega. Seda võtet kasutati tollal just selles Itaalia osas, kus viiulimeistrid elasid. Teadlaste arvates mõjutavad need soolad ka viiulite akustilisi omadusi. Texase A&M ülikooli juhtivteaduril Joseph Nagvaryl, kes on korduvalt uurinud Stradivariuse viiuleid, on samuti õnnestunud tõestada, et puidukahjurite eest kaitsev booraks parandab ka viiuli kõlaomadusi.

Märkus: Vase- ja kroomisoolad on levinuimad puidukaitsevahendid tänapäevalgi.

Allikas: Timber Trade Journal, detsember 2006

Puust Cadillac Ameerikast

Arizona osariigis elav pensionär Jerry Nickel ehitas nelja ja poole aastaga valmis elusuuruses puidust Cadillaci. Idee selleks sai ta vanast autoajakirjast. Kuigi kõik tuttavad laitsid tema mõtte maha, väites, et niisugune sõiduk ei hakka iial liikuma, ei kuulanud Nickel neid.

Kanuud meenutav auto on seest- ja väljastpoolt kaetud tollipaksuste punase puu laastudega, kokku on imemasinal 4183 puidust detaili. Sõiduki ehitamiseks kulus 92 ruutmeetrit puitu, 19 liitrit liimi, 15 liitrit lakki ja 27 kilogrammi kruvisid.

Puidust limusiinil on kaks kaheksaliitrist V-8-mootorit, ees Eldorado ja taga Deville'i oma. Kuigi mootorid pole sünkroniseeritud, liigub auto omaniku sõnul igati normaalselt.

Erakordse sõiduki enamik detaile (sh rool) on valmistatud puidust, kuid signaalpasun on siiski metallist ja istmed nahkkattega.

Puust mobiiltelefon

Firma Mobiado on toonud turule eksklusiivse mobiiltelefoni Professional EM Limited Edition. Titaan- ja alumiiniumkorpusega, eebenipuidust spooniga kaetud, 1,3megapikslise kaamera ja 32 MB mälumahuga telefone valmistatakse ainult kakssada, millest iga eksemplar varustatakse omaniku allkirjaga. Professional EM maksab 2000 dollarit.

Timbersports – profivõistlused metsalangetajatele

SANDER KINGSEPP

Puidu töötlemisega seotud võistlusi peetakse ka Eestis, näiteks metsaraide ja saagimise alal. Nii Euroopas kui Põhja-Ameerikas on sedasorti jõukatsumised juba pikkade traditsioonidega ja kõiki vastavaid alasid tähistatakse ühise terminiga *timbersports*.

Nimetus *timbersports* on tuletatud metsalangetajate hoiatushüüdest «*Timber*!», tõlkes «Langev puu!». Alates 1985. aastast toimuvad sellised võistlused tuntud mootorsaagide tootja Andreas Stihl AG & Co. KG egiidi all. Võistlusel peetakse nii individuaalset kui meeskondlikku arvestust. Igal turniiril on kuus ala, neist pooled seotud kirve ja pooled sae käsitsemisega.

Kirvealade hulka kuuluvad seisva puu langetamine, tüve raiumine ja trampliin. Saealadeks on seibide lõikamine, ühemehesae käsitsemine ja tuunitud saagide konkurss.

Seisva puu langetamist (*Standing Block Chop*) demonstreeritakse 30 cm läbimõõduga tüve peal, mis on vertikaalselt ankurdatud. See on eriti tugevate meeste ala, kus Euroopa parimad ajad on 20 sekundi ringis.

Tüve raiumine (*Underhand Chop*) kujutab langetatud tüve tükeldamist aja peale, kusjuures võistleja seisab 32 cm läbimõõduga ankurdatud tüve peal. Tüvi tuleb läbi raiuda mõlemalt poolt, ühelt küljelt raiumise eest karistatakse diskvalifitseermisega. Euroopa parim aeg sel alal on alla 20 sekundi.

Trampliini (*Springboard*) on nimetatud ka puidualade kuningaks, sest peale füüsilise vastupidavuse eeldab see ka suurt osavust ja head tasakaalu. Antud alal tuleb vertikaalselt ankurdatud tüvesse raiuda kaks «taskut», kuhu kinnitatakse toed, neist ülemine umbes kahe meetri kõrgusele. Sellel seistes peab sportlane kahelt poolt läbi raiuma tüve otsa kinnitatud 27 cm läbimõõduga ploki. See ala olevat alguse saanud puu langetamisest selle juurel seistes.

Saealadest on tuntuim muidugi seibide

lõikamine (*Stihl Stock Saw*) Stihli standardsaega MS 660. Soojaksaetud saega tuleb 40 cm jämedusest horisontaalsest tüvest vaid kahe lõikega (ülevalt alla ja alt üles) eraldada kaks ühtlase paksusega seibi või «kooki».

Ühemehesaag (*Single Buck*) on kaks meetrit pikk ja sellega tuleb horisontaalselt ankurdatud 46 cm läbimõõduga tüvest lõigata ühtlase paksusega seib. Võistleja assistent võib saagi töö ajal õlitada ning lõikekanalit kiilu abil avatuna hoida.

Tuunitud saagide konkursil (*Hot Saw*) tuleb 46 cm läbimõõduga horisontaalsest tüvest võimalikult kiiresti lõigata kolm võrdse paksusega seibi. Kasutada võib nii enda valmistatud kui Stihlilt tellitud erisaage. Seni kasutatud saagide mootori võimsus on küündinud 62 hobujõuni, keti kiirus 240 kilomeetrini tunnis ja sae mass 27 kilogrammini. Euroopa parim aeg sel alal on alla seitsme sekundi.

Timbersports-liiga võistlused toimuvad peale USA ka Kanadas, Austraalias ja Uus-Meremaal. Euroopas toimus turniir mullu juunis viiendat korda, võistluskohaks oli Flumserberg Šveitsis. 2006. aasta maailmameistrivõistlused korraldati Saksamaal Oberstdorfis, kus üldvõitjaks tuli uusmeremaalane Jason Wynyard.

Jõhvi kontserdimaja
Foto: Ingmar Muusikus

Puit ehitamiseks ja viimistlemiseks

Puitu on alati kõrgelt hinnatud. Ka kaasaegne arhitektuur väärtustab puidu isikupära, kordumatust ning käepärasust kasutamisel. Puit loob hingelähedase meeleoluga miljöö.

RAITWOOD – põhjamaises kliimas kasvanud kvaliteetne puitmaterjal ehitamiseks ja viimistlemiseks.

RAITWOOD
www.raitwood.ee

VÄRVITUD VÄLISVOODRILAUAD • VOODRILAUAD • PÕRANDALAUAD • TERRASSILAUAD • NELIKANT HÖÖVELPUIT