

Foto nr 3. Urmas Muru ja Peeter Pere projekteeritud Pääsküla raamatukogu fassaad on kui õpikunäide: valitud on vastupidav lehis, nurgad ja liitekohad on kaetud ning tuulutus (vt võrk) tagatud isegi teise korruse konsoolset välja ulatavas osas.



# Puit on kehv ja maja puitvooder ei pea vastu?

Pealkirjas tõstatatud teemat on Soome ajakirjas PUU (nr 3 ja 4, 2005) lahanud mitmed autorid. Alljärgnevas kokkuvõttes püüame anda selgust, miks asjad viltu lähevad ja kuidas viltumineku vältida.

## Millest sünnib puidu kvaliteet?

Räägitakse, et puidu kvaliteet olevat vanaasti parem olnud. Tõestuseks tuuakse aastasadu vanad puitehitised, mis on siiani heas korras. Väidetakse, et põhjus on ilmselge: varem ei toodetud kiiresti kasvavat, väetatavat “turbopuud” ehk “broiler-

puud”, vaid puu kasvas aeglaselt tiheda süüga tüveks.

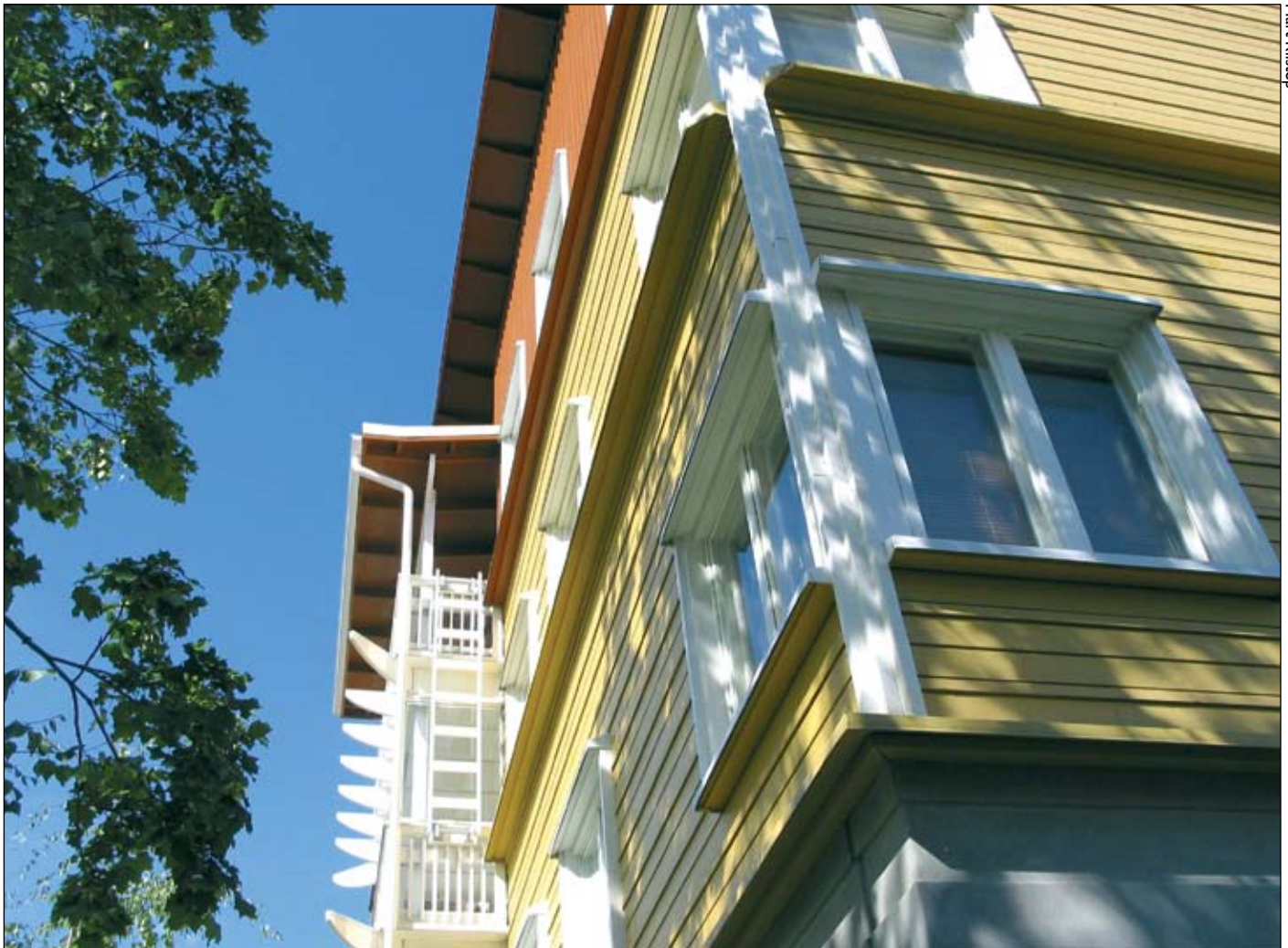
Ent kas me näeme tervikut? Kas on õige korrutada, et puidukihi paksuse aastane juurdekasv (aastarõngas) ei tohi ületada 1,5 mm, et pehme kuusk ei kõlba millekski, et vaat lapi mänd juba on midagi või et lehis on alles tõeliselt vas-

tupidav valik?

Asjatundjad teavad, et parim mänd on hoopis selline, mille aastarõngaste paksus on 2...3 mm. Aeglaselt kasvanud põhjamine mänd (aastaring <1 mm) ei ole igaks otstarbeks parim valik, niisamuti lõunas kiiresti kasvanud mänd (aastaring >8 mm).

Puidu käitumist mõjutab kõige enam puu sisemine rakukude, mitte tüve aastane juurdekasv, oksad või muud tegurid.

Enne kui edasi läheme, teeme selgeks mõned mõisted – säsi, lülipuit ja malts-puit. **Säsi** kasvab puu esimesel eluaastal. Ümber säsi paiknevad ringikujuliselt



Märt Riisop



Märt Riisop

Foto nr 1. Üks majadest Lahtis Puu-Vallilas.

juurestikust ladvaossa. Lülipuidu kihilise ehitusega rakuseinad on mõnedel liikidel läbi imbunud parkainetest, mis muudavad puidu tumedamaks, kõvemaks ja lagunemisele vastupidavamaks.

Mida rohkem lülipuitu, seda väärtuslikum puu. Seepärast ei tohi puid langetada liiga noorelt. Põhjamaade puude tähtsaim, lõunapoolsetest parem omadus on nende pikemast kasvuaastast tulenev suurem lülipuidu osakaal. Traditsiooniliselt liigitatakse lülipuiduks okaspuude (kaskas, mänd, lehis, seeder, jugapuu) puit, nende kõrvale võib lehtpuudest lisada ka tamme ja kastani. Maltspuit domineerib kase, haava, lepa tüves.

Võrdluses teistega kuulub männi lülipuit pehkimiskindlusele klassi 3 ja maltspuit klassi 4. Kuuse lüli- ja maltspuidu klass on 4 ja kase 5. Kiidetud lehise vastupidavus on männi lülipuiduga samal tasemel. Traditsioonilise immutatud puidu, männi immutatud maltspuidu klassifitseering on 2.

Vanasti teati, et talvel langetatud puud on mädaniku suhtes vastupidavamad ja

neisse ei teki kuivades nii laiu lõhesid kui muudel aastaaegadel langetatud puudes. Ning seepärast tehti metsa vaid talviti. Praegu oleks kentsakas nõuda tingimata talvel täiskuu ajal langetatud puude puitu – tänapäeval määratakse puidu kvaliteeti teiste kriteeriumide alusel ning puidu liigitamisel kasutatakse kaasaegseid ehitusel arusaadavaid termineid.

Me peame õppima nõudma üheks või teiseks otstarbeks kõige paremini sobivat puitmaterjali. Siinjuures tuleb unustada allahindluskaubamaja mentaliteet. Puidu alalgi kehtib vana tõde: odavalt head ei saa, kuid ka asjatult ei ole tarvis raisata.

Otsuse tegemisel soovitame abiks võtta RT (Rakennusteollisuus [www.rakennusteollisuus.fi](http://www.rakennusteollisuus.fi)) kaardid, mille eestindused leiab Puuinfo koduleheküljelt [www.puuinfo.ee](http://www.puuinfo.ee).

\* RT 82-10571-et kaardil “Puitfassaadid” on loetletud nii puitfassaadi materjalide omadused kui töövõtted.

\* RT 29-10572-et: Puitfassaadide esmaja hooldusvärvimine.

\* RT 21-10750-et: Sae- ja höövelpuit.

Foto nr 2. Vaheliistud voodrilaudade vahel on pisut paksemad ja suunavad vett fassaadist eemale.

aastarõngad, mis näitavad iga-aastast jämeduse juurdekasvu. Puidu välimist, elavatest rakkudest koosnevat osa nimetatakse **maltspuiduks**, sisemist, elututest rakkudest osa **lülipuiduks**. Maltspuidus toimub vee ja toitainete transport puu

\* RT 21-10823: Termiliselt töödeldud puit (kättesaadav soomekeelsena Rakennustieto kodulehelt või Ehituskeskusest).

## Miks puit vastu ei pea?

Põhjuseks on ligniini lagunemine ultraviolettkiirguse ja niiskuse mõjul. Keemiliselt koosneb puit tugevast lineaarse struktuuriga tselluloosist, ruumilise struktuuriga ja harvade põiksidemete tõttu väikese tugevusega ligniinist ning hemitselluloosist.

Normaaltingimustes kuivab puidu pind pärast vihma kiiresti. Kui aga puidu struktuurides on vett imavaid või ladustavaid kohti, siis tõuseb puidu niiskussisaldus kergesti üle kriitilise 20...25% piiri, ja seisamegi silmitsi hallitava, siniseks tõmbunud ning pehkiva materjaliga.

## Mis aitaks?

Kuigi puidu enese ilmastikutaluvus on märkimisväärne, saab seda mitme nipiga suurendada.

Puidu niiskumist saab hõlpsasti takistada ehitustehniliste meetmetega. Kõigepealt ehituskoha valimisega: mäekünkale on mõistlikum ehitada kui madalasse orgu. Vahel on ka targem kavandada konstruktsioon hõlpsasti parandatav, selle asemel et üritada teha see vastupidavam. Puitfassaadi kavandamisel ei tohi kahe silma vahele jätta tühtki konstruktsioonidetaili, tuulutust ega muid üksikasju.

Hea pinnatöötlemise puhul on olulisim, et puit oleks kuiv. See tähendab, et puidu niiskus peab olema alla 15% ka pinna töötlemise ajal – sageli juhtub, et kuivana ehitusobjektile toodud puit jõuab vahepeal niiskuda.

## Kui puitvoodri panekul rikutakse põhiseadusi

Kas mäletate 1960. aastate puitmaju? Kas või kuulsaid Moduli maju – elegantseid, lamekatusega ja ilma räästata. Nende



Foto nr 4. Paks värvikile kaitseb küll hästi, ent aja jooksul koorub maha.



Foto nr 5. Õhukesekiline lasurvärv peab kõige rängemates tingimustes vastu kaks kuni neli aastat, kuid selle uuendamine on suhteliselt lihtne ja odav, sest vana värvi ei pea maha kraapima.

konstruktsioonide ja voodri mõõtmed olid optimeeritud miinimumini või isegi alla selle ning pinnatöötlemine oli põhiosas läbipaistev, ainult pisut puidu pinda kaitsev. Kõige tipuks olid tolleaegsed konstruktsioonitööbid ehitusfüüsikalise üsna küsitavad, tuulutuspilusid veel ei tuntud või olid need liiga väikesed.

On lausa ime, et osa Moduli maju veel 40 aastat hiljemgi püsti püsivad, pealegi samasugusena, nagu nad omal ajal ehitati. VTT eriuurija Jyrki Mali on öelnud, et Soome kliimas peab majal püsijäämiseks õnne olema. Arhitekt Panu Kaila on samuti tõdenud, et puit kannatab üpris suurt koormust, kuid ei suuda vastu pi-

dada mitme mõjuri üheaegsele pidevale koostoimele.

Puitfassaadi ebaõnnestumise põhjused võiks kokku võtta nii: valitakse vale puit, vooder tehakse soovitatust õhem, pinnatöötlemine ja kinnitustüüpi pealt hoitakse kokku. Ja hiljem halatakse, et küll puit on lühikesel elueaga fassaadimaterjal!

## Puitseina põhiseadused

Puitvoodri kavandamine on tehniliselt ja arhitektooniliselt väljakutsuv ja töömahukas ülesanne. Sellele peab aega pühendama samapalju kui terasvooderdise või keraamilise fassaadi projekteerimisele. Parima tulemuseni jõutakse, tehes koostööd kauba tarnijaga, nagu seda sageli praktiseeritakse näiteks plekk-kassettfassaadide puhul. Puitvooderdist kavandades aga mõeldakse mõnikord kerge-meelselt, et ah, puit on puit.

Ehitise kavandamisel tuleb arvesse võtta nii väliskliimat kui seinapinna mikrokliimat. Välissein ja ümbritsevad konstruktsioonid peavad moodustama niiskuse, sooja ja tuulutuse seisukohalt toimiva terviku, mis on piisavalt kindel, jäik ning pikaajaline.

Kõige olulisemad välised koormustegurid on päike, sademed ja tuul.

Päike, lisaks sellele et soojendab, ka vanandab voodrit. Välisseina temperatuuri mõjutavad kiirguse absorptsioonikoefitsient, seinapinna paigutamine ja vari, mida keskkond pakub. Põhjapoolne sein ei saa üldjuhul niipalju soojust, et püsida kuivana. Tume seinapind on struktuuri kuivamiskiiruse mõttes hea, kuid liiga kuiv vooder hakkab loksuma. Heledad, peegeldavad pinnad on osutunud pikaajalisemaks.

Viltu langevad sademed kastavad kõige enam seinakonstruktsiooni nurki ja üläärt. Tugeva tuulega liigub vesi mööda seinat üles avadesse ja ühenduskohtadesse. Tuul võib vett ja lund kanda isegi sügavale struktuuridesse, nii et seda ei saa ka tuulutuspilude disainiga ära hoida. Öösel koguneb välisseintele niiskust, mis tuulevarjulistes kohtades on struktuuri

püsivuse seisukohast märkimisväärse tähendusega. Niisiis tuleb projekteerimisel ja ehitamisel kindlasti arvestada valitsevat tuulesuunda.

## Ehitustehniline kaitse

Eesmärgiks tuleb seada vihmapidav, vähe vett imav ja tõhusalt kuivav vooder.

Vihma- ja lumesulamisvee eemaldamine/äravool katusele ei tohi mõjutada/kahjustada seinakonstruktsioone. Tuul surub vihma seinapinnale, katusele allalangenud vesi pritsib märjaks seina alaosa, tõstes konstruktsiooni niiskuskooormust veelgi. Seda kooormust vähendab ja seina kaitseb räästas. Viltu langevate sademete suhtes kriitilist piirkonda kaitseb tõhusalt nurkade püstlaudis.

Kõrge välissein tuleb jaotada osadeks. Vee valgumist konstruktsiooni alla takistavad nii piisava laiusega räästas kui ka veelauadadest moodustuvad väiksemad räästas, mis asuvad akende kohal, fassaadi liigendustes, akende all ja sokli ülaserivas (vt foto 1). Vee suunamiseks fassaadist eemale kasutatakse vahel isegi voodrilaudade vahele paigutatud vaheliiste (vt foto 2). Fotol 2 olev veelaud on piisavalt lai ja järsu kaldega, et kaitsta soklit alla valguga ja fassaadi tuulutusvahet üles tungiva vee eest. Tugeva tuulega võib vihm maast üsna kõrgele pritsida ja tuule suunast sõltuvalt erinevatesse kohtadesse tungida. Seepärast on samal fotol näha olev nurgalahendus varustatud küllalt laiade püstlaudadega, mis kaitsevad lisaks voodrilaudade otstele ka küllalt suurt osa fassaadist.

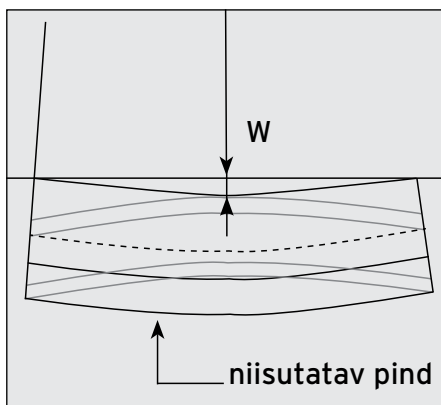
Vooder peab vee juhtima ära ja takistama selle pääsu struktuuri sisse. Vesi ei tohi struktuuri märjaks kasta ega selle õnarustesse või süvenditesse jääda: vaba vee kogunemine põhjustab tõsiseid struktuurikahjustusi.

Tuulutusvahe, konstruktsiooni/ehitise "salakraavituse" tähtis osa, on ühtlane õhuvahe, mille kaudu püstsuunalised konvektsioon-õhuvoolud viivad veeauru struktuurist/ehitist välja. Õhk peab saama liikuda takistusteta – õhu kulgemistee peab olema sirgjoon.

## Kokkuhoid ei tohi kujuneda koonerdamiseks

Välisvooderdis peab taluma pidevat niiskuse mõju. Märjaks saades voodrilaudad venivad, kuivades tõmbuvad taas kokku.

Pinnatöötlus kaitseb laua pinda. Töötlemata või veeauru kergesti läbilaskva,



Joonis 1 Laua kõmmeldumise mõõtmine.

kaitsekihti mittemoodustava vahendiga töödeldud voodrilaudadesse imendub vesi lihtsasti. Õhukese välisvoodrilaua korduv paisumine/venimine ja kokkutõmbumine viib lõpuks puidu- ning värvipinna kahjustumise ja oksakohtade lagunemiseni.

Puitvoodri nõrga vastupidavuse põhjus ongi sageli see, et on kasutatud liiga õhukesi välisvoodrilaudu. Kui sada aastat tagasi pandi välisvoodriks 40 mm paksused laud, siis praegu keskmiselt poole õhemad!

Vooder kinnitatakse naelte või kruvidega, kuid on laudadel kalduvus "mängida". Kui voodrilaud on paigaldamisel liiga märjad, võivad nad sõltuvalt puidu tihedusest ja aastaringide suunast nii tugevasti kokku kuivada, et sulundid tulevad nähtavale või lähevad hoopis lahti.

## Katse seinaelementidega

Et selgitada paksuse ja termilise töötuse mõju välisvoodrilaua kõmmeldumisele, tehti katsed (vt joonis). Katseseina mõjutati tsüklilise niiskuskooormusega ja voodrilaudade kõmmeldumist  $w$  mõõdeti nende tagaküljel 30-minutiliste vahedega. Katseseina kõrgus oli 1300 ja laius 650 mm. Katsematerjal, nii termiliselt töödeldud (nn termopuit) kui termiliselt töötlemata kuuse- ja männilauad, olid kehtivate juhiste kohaselt (PUU 1-04) kinnitatud 75 mm galvaanitud naeltega mõlemast servast. Kooormuspinnaks (niisutatavaks pinnaks) oli laudade südamikupool. Elementide pind töödeldi üks kord kaasaegsetele nõuetele vastava tööstusliku kruntvärviga.

Enne katset ühtlustati seinte niiskus kliimakambris 65% suhtelisel õhuniiskusel (RH), mis vastab Lõuna-Soome suve tegelikule õhuniiskusele. Katses imiteeriti

looduslikku, diagonaalis toimivat sademekoormust. Kokku rakendati seinale 14 kooormustükki, mis igaüks sisaldas kolmetunnist sajuperioodi ja 21-tunnist kuivamisperioodi ( $40 \pm 5\%$  RH). Sellise korraldusega jälgendati viltu langevate sademete ja mikrokliimakooormust lõunapoolsel fassaadil.

## Õhukesed laudad kõmmelduvad ja pragunevad kiiresti

Voodrilaua kõmmeldumises on märkimisväärne mõju paksusel. Katsetulemuste põhjal on termiliselt töötlemata männi maltspuidust valmistatud 21 mm välisvoodrilauad kõmmeldumise- ja pragunemisaltid. Näiteks sama paksud kuuselauad kõmmelduvad ja pragunevad 40%, 28 mm kuuselauad lausa 76% vähem.

Vahed on silmanähtavad. Seega, kui valitakse veeauru kergelt läbilaskev pinnatöötlus, on soovitatav kasutada paksemaid välisvoodrilaudu.

Paksud välisvoodrilauad olid tsüklilise niiskuskooormuse puhul peaaegu stabiilsed, kuid korduvate niiskuskooormuskatsete lisandumisel tekkisid neis sisemised pinged. Siit järeldades tuleks voodrilaudu enne seina kinnitamist hoida mõnda aega õues vihma eest kaitstud kohas, et nende niiskussisaldus muutuks võimalikult lähedaseks sellele, mis neis tekib ümbritseva keskkonna toimel.

Kõmmeldumisele kõige vastupidavamad on termopuidust välisvoodrilauad: võrreldes 21 mm paksuste termiliselt töötlemata laudadega, kõmmelduvad ja pragunevad nad isegi 90% vähem. Termiline töötlus tõstab puidu bioloogilist vastupidavust, parendab dimensioonistabiilsust ja toob muid selgeid kasusid.

## Selged projekteerimisjuhised

Pikaealisust silmas pidades tuleks projekteerimisel pöörata tähelepanu välisvoodrilaudade paksusele ja kaaluda termopuidu kasutamist. Korduv paisumine-kokkutõmbumine mõjutab kahtlemata puitvoodri vastupidavust. Voodri eluiga saab hõlpsasti tõsta, kui kasutada kas termiliselt töödeldud või piisavalt pakse (25...28 mm) välisvoodrilaudu.

Projekteerimisel tuleb arvestada sedagi, et fassaadi eri osade puhul on ilmastikumõju erinev, kõige rängemates tingimustes on lõunafassaadi alaosa. Oluline on ka voodri värvitoon (vt eespool). 