

Erkki KM Leppävuori

Rakenteiden Mekaniikka, Vol. 15
No. 3, 1982 s. 1...8

YHTEENVETO: Puurakentamisen tutkimuksen nykytilaa käsittelevän lyhyen artikkelin tarkoituksena on antaa lukijalle kuva mekaanisen metsäteollisuutemme merkityksestä Suomen kansantaloudelle sekä puurakentamisen laajuudesta. Artikkelissa tarkastellaan myös suomalaisen puurakentamisen tutkimustoiminnan taustaa ja painopistealueita. Lopuksi esitetään kansainvälisen tutkimuksen lähitulevaisuuden suuntaviivoja.

LÄHTÖKOHDAT

Vaikka Suomi on perinteinen puumaa, puurakenteiden tutkimus on ollut sangen vähäistä betoni- ja teräsrakenteisiin verrattuna. Eräänä oleellisena syynä tähän on ilmeisesti se, että puun materiaaliketju metsästä rakentamiseen on kolmen toistensa alueista valitettavan vähän tietävän ammattiryhmän hallussa. Puun kasvusta ja korjuusta sekä kuljetuksesta tuotantolaitokseen vastaavat metsänhoitajat. Korkeata kansainvälistä tasoa olevasta puutuotteiden valmistuksesta vastaavat prosessiteknikot. Tämän jälkeen rakentaja käyttää hänelle tuotettua tuotetta. Eri intressipiirien välillä on ollut selvä epäjatkuvuuskohta, joka on vaikuttanut erityisesti materiaalituottajien asenteisiin puun käyttötutkimuksiin. Nyt nämä asenteet ovat muuttumassa myönteisesti.

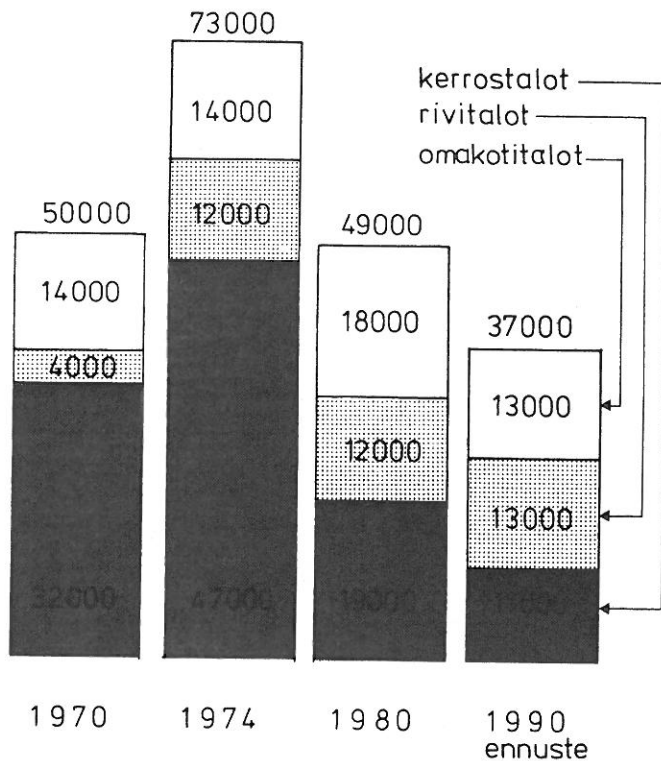
Pohdittaessa puurakentamisen tutkimustoimintaa ja sen suuntaamista, on syytä tarkastella lyhyesti mekaanisen metsäteollisuuden merkitystä Suomen kansantaloudelle. Tätä kuvaavat hyvin seuraavat tunnusluvut vuodelta 1980: välitön työvoima 45000 henkilöä, pääomakanta 11 mrd mk, tuotannon bruttoarvo 11,4 mrd mk ja jalostusarvo 4,5 mrd mk sekä viennin arvo 7,1 mrd mk. Mekaanisen metsäteollisuuden viennin osuus koko tehdasteollisuuden viennistä oli v. 1981 10,1 %.

Mekaanisen metsäteollisuuden eri teollisuusalojen suhteista saa käsityksen tarkastelemalla v. 1980 tuotannon bruttoarvon jakaantumista aloittain:

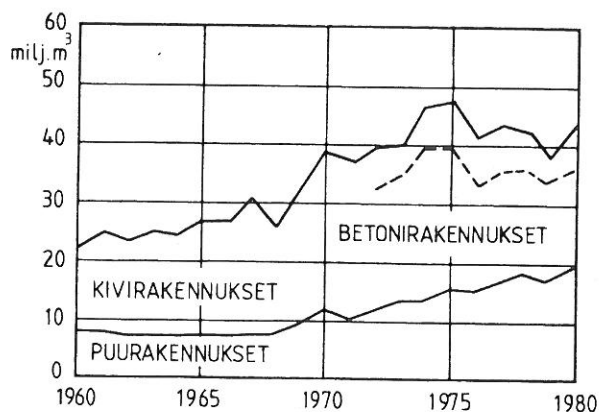
Sahateollisuus	7.194 Mmk	63,0 %	} 21,2 %
Vaneriteollisuus	1.603 "	14,1 %	
Lastulevyteollisuus	526 "	4,7 %	
Kuitulevyteollisuus	275 "	2,4 %	

Puutaloteollisuus	644 Mmk	5,7 %	} 15,8 %
Rakennuspuusepän ym.			
teollisuus	1.000 "	8,8 %	
Puun kyllästysteollisuus	150 "	1,3 %	
	11.392 Mmk	100,0 %	

Ongelmallista mekaanisessa metsäteollisuudessa on alan suhdanneherkkyys. Osasyynä tähän on tuotteiden alhainen jalostusaste. Tämä heijastuu myös koko metsäteollisuuden heikkoon kannattavuuteen. Asiantilan korjaaminen asettaakin melkoisia haasteita tukimukselle ja tuotekehitykselle.



Kuva 1. Asuntotuotannon kehitys ajalla 1970...1990 /6/.



Kuva 2. Rakennustuotannon jakautuminen talotyypeittäin /5/.

Talonrakennustuotannossa puutuotteiden osuus on noin 12 % eli 2,5 mrd mk. Vastaava osuus kivi- tuotteilla on 11 % ja metallituotteilla 17,5 %. Metallin suuressa osuudessa on keskeinen merkitys erilaisilla LVI-tuotteilla. Puutuotteiden osuus oli alimillaan 1970-luvun alussa, jolloin kerrostalojen tuotanto oli vallitsevana.

Eri puutuotteiden käytöstä rakentamisessa saa kuvan tarkastelemalla tuotteiden arvoperustais- ta jakaantumista: sahatavara 37,0 %, puiset valmisosat 13,0 %, ikkunat 11,7 %, kausteet 10,8 %, ovet 10,0 %, lastulevy 5,7 %, parketit 3,0 %, liimapuu 2,6 %, kuitulevyt 1,7 %, vaneri 1,3 %, naulalevyristikot ja puulevyu- maiset palkit 1,3 % sekä muut tuotteet 1,7 %.

Puulle edullinen kehitys on peräisin tuotantorakenteen muutoksesta eli puuvaltaisten omakoti- ja rivitalojen sekä maatalousrakennusten voimakkaasta lisääntymisestä muiden talotyyppi- en kustannuksella. Talotyypeit- täin tarkasteltuna puun osuus on kasvanut huomattavasti vain oma- kotitaloissa. Muissa kasvu on ollut pienempää. Puu on menettä- nyt asemiaan ainoastaan rivitalo- jen ryhmässä.

Puurakennuksista tehdään paikallarakentaa 80 % ja elementeistä 20 %. Kivirakennuksissa eriasteisen elementtituotannon osuus on 60 % ja paikallarakentamisen 40 % tilavuudesta. Muihin Pohjoismaihin verrattuna on elementtipuutalojen osuus Suomessa verraten pieni.

TUTKIMUSTOIMINTA SUOMESSA

Mekaanisen metsäteollisuuden tutkimustoiminnan voidaan katsoa saaneen alkunsa Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen perustamisesta v. 1929. Oleellisena syynä tutkimustarpeen tiedostamiselle lienee ollut Suomen saha-teollisuuden vientiennätykset; yli 7 milj. m³:n tuotannosta vietiin 6 milj. m³. Tämä vasta v. 1979 rikottu vientiennätys edusti tuolloin 44,5 % koko maan viennistä.

Puuteknillinen tutkimuslaitos aloitti toimintansa koko puuteknisen tutkimuksen aikaansaajan Martti Levónin johdolla v. 1930. Eri teollisuuslaitokset ja rahalaitokset vastasivat Puuteknillisen tutkimuslaitoksen kustannuksista Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen kautta. Tutkimuslaitoksen tutkimukset kohdistuivat pääasiassa sahatuotteiden valmistustekniikkaan ja vientikysymyksiin. Myöhemmin tutkittiin myös vanerin valmistukseen liittyviä kysymyksiä.

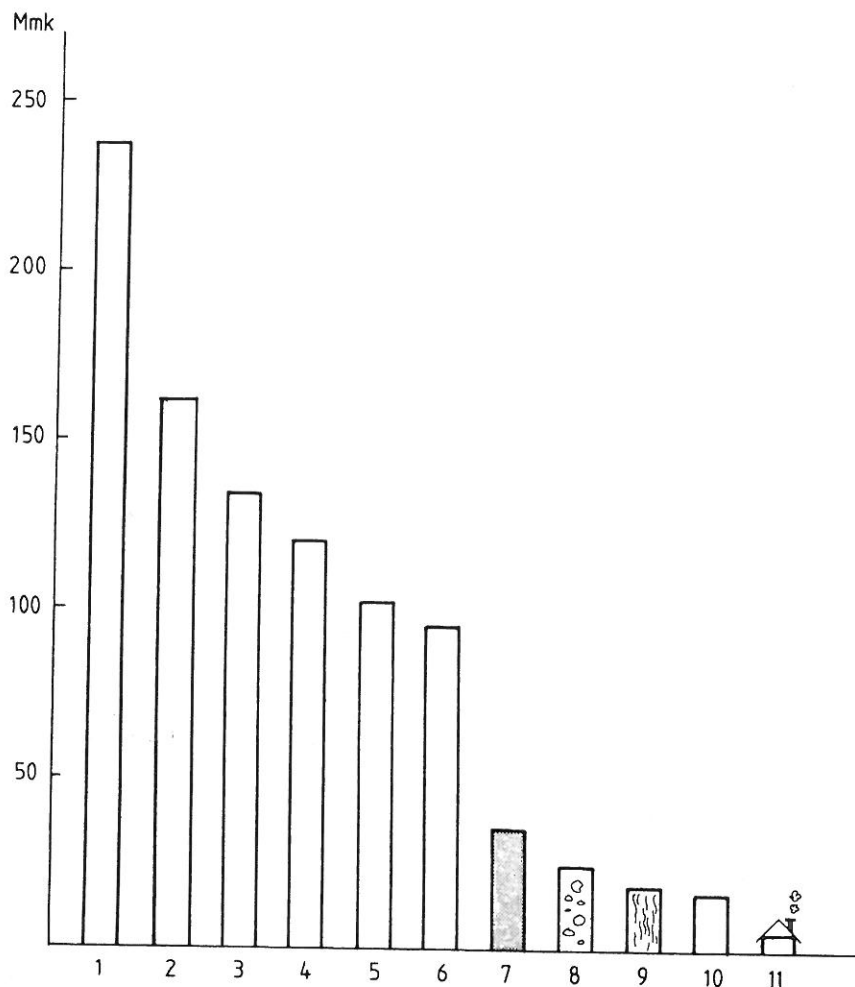
Kun Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT aloitti toimintansa v. 1942, Puuteknillinen tutkimuslaitos lopetti toimintansa tutkimustyön siirtyessä VTT:n nykyisen puulaboratorion edeltäjälle. Luonnollisesti sotavuodet hidastivat puututkimuksen kehitystä ja varsinaisesti nykyiseen suomalaiseen puututkimukseen voidaan katsoa siirrytyn v. 1966 uusien toimitilojen myötä.

Tarkasteltaessa rakenteiden mekaniikan aspektista puutekniikan ja puurakentamisen tutkimuksen alkuvaiheita, on syytä tuoda esiin erityisesti professorit Arvo Ylinen ja Erkki Niskanen. Ylisen tutkimukset stabiiliuskysymyksistä ja puun reologiasta ovat kansainvälisestikin tunnettuja. Niskanen puolestaan on luonut perustan puulevyjen standardoinnille ja hänen panoksensa on ollut merkittävä myös puurakenteiden normitustyössä.

Nykyisin puuteknisen tutkimuksen volyymi VTT:ssä on 8 milj. mk vuodessa. Tästä valtiovallan osuus on 35 %.

Koko yrityssektorin TK-panos vuonna 1981 oli 1,4 mrd. mk, joka on bruttokansantuotteesta 0,67 %. Kahden viimevuoden (1979...1981) TK-panostuksen kasvu on ollut keskimäärin 10 % vuodessa rahassa mitattuna. Kuten kuvasta 3 havaitaan, mekaanisen metsäteollisuuden TK-kustannukset ovat sangen vaatimatomat moniin muihin aloihin nähden.

Suomen mekaaninen metsäteollisuus panostaa virallisten tietojen mukaan tutkimukseen ja kehitykseen 0,1 % liikevaihdosta. Ruotsissa vastaava luku on 0,3 %. Jos Suomen teollisuuden panostus olisi Ruotsin tasolla, nousisi TK-rahoitus 35 Mmk:aan. Teollisuuden ulkopuolisen TK-työn suorittaa lähes yksinomaan VTT:n eri laboratoriot.



Kuva 3. Yrityssektorissa harjoitetusta TK-toiminnasta aiheutuneet menot v. 1981 muutamissa tuoteryhmissä /8/. 1 - Koneet; 2 - Radiot, Tv:t, tietoliikennevälineet; 3 - Sähkötekniset tuotteet; 4 - Paperiteollisuustuotteet; 5 - Muut kemialliset tuotteet; 6 - Lääkkeet; 7 - Metallituotteet; 8 - Savi-, lasi- ja kivituet; 9 - Puutuotteet; 10 - Muovituotteet; 11 - Rakennukset.

Mekaaninen metsäteollisuus ei ilmeisestikään kuulu niihin teollisuudenaloihin, joille menestyksellinen TK on elintärkeää. Mekaanisessa metsäteollisuudessa toisin kuin esimerkiksi elektroniikkateollisuudessa innovaatiovauhti on hidas. Tämä heijastuu yleisesti TK:n passiivisuuteen. Päätöksentekijöiden asenteet kuvastavat usein myös innovaatiokyvyn puutetta. Joskus jopa kuullee väitettävän, ettei mekaaninen metsäteollisuus voi ylipäänsä lainkaan hyötyä tutkimuksesta.

Puutekninen tutkimus- ja kehitystyö voidaan jakaa seuraaviin osa-alueisiin: raaka-aineeseen liittyvät tutkimukset (metsänhoito, kuljetukset, raaka-aineen ominaisuudet), valmistustekniikka, tuotteiden käyttömahdollisuuksien selvittäminen ja varsinainen tuotekehitys.

Puuraaka-aineeseen ja kuljetuksiin liittyvä tutkimustyö tapahtuu pääasiallisesti Metsäntutkimuslaitoksella ja Helsingin Yliopistossa. Korjuutekniikkaan ja siihen liittyviin koneisiin on keskittynyt Metsäteollisuuden Keskusliiton alainen Metsäteho.

Varsinainen puutekninen TK tehdään pääasiassa Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa. Yliopistoissa ja teknillisissä korkeakouluissa (Helsinki, Turku, Tampere, Oulu) puuteknistä tutkimusta tehdään pääasiassa opinnäytteen muodossa. Kemiallisen metsäteollisuuden tutkimukseen keskittyneessä Keskuslaboratoriossa on tehty myös mekaanisen metsäteollisuuden tutkimusta etenkin liimojen ja kuitulevyn osalta. Luonnollisesti myös teollisuusyrityksissä tehdään jossain määrin etenkin tuotekehitystä.

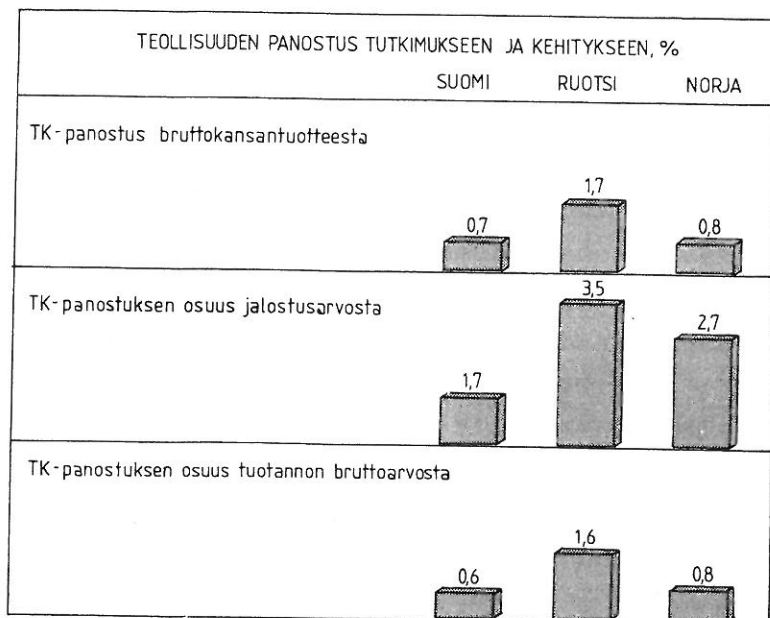
Parhaillaan käynnissä olevaa tutkimustoimintaa ei ole mahdollista tässä yhteydessä esitellä perusteellisesti. Seuraavaan luetteloon on koottu joitakin keskeisiä tutkimusalueita tutkimusorganisaatiosta riippumatta:

- puuperäisten kerroslevyjen (esimerkiksi vaneri) teoreettiset jäykkyys- ja lujuusominaisuudet,
- liimapuurakenteiden tutkimukset (reiällinen palkki, liitostekniikka, erilaisten vauriotapausten selvittäminen),
- liittorakenteet (erityisesti yhdistelmät puu - betoni, puu - teräs ja puu - polyuretaani),
- puulevyjen pitkäaikaiskestävyys (viruminen ja ominaisuuksien riippuvuus kosteustilasta ja sen vaihtelusta),
- puutuotteiden käyttö märissä ja kosteissa tiloissa,
- puurakennusten tiiviyskysymykset,
- puulattioiden dynaaminen käyttäytyminen,
- puurakenteiden liitostekniikka (liimaus, erilaiset mekaaniset liitoselimet),
- vanhojen puurakennusten saneeraukseen liittyvät kysymykset,
- puun säänkestävyys (pintakäsittelyt ja kyllästysmenetelmät),
- puutuotteiden kilpailukyvyn selvittäminen erilaisilla teknis-taloudellisilla ennusteilla ja
- naulalevyristikoiden suunnittelumenetelmien kehittäminen.

Tämän puurakentamisen tutkimustoiminnan taustaa ja nykytilaa käsittelevän luvun lopuksi lienee paikallaan hieman pohtia tutkimuksen kustannuksia. On selvää, että muodostuvat kustannukset ovat hyvin tapauskohtaisia. Jonkinlaisia suuntaviivoja voi kuitenkin saada seuraavista arvioista:

- jos perustuotteesta kehitetään jaloste, on tuotekehitysprojektiin sijoitettava 100 000 ... 200 000 mk.
- Jos lähdetään ideasta liikkeelle, investointipäätöksen tekemistä edeltävä tutkimus- ja kehitystyö vaatii noin 200 000 mk. Tämän jälkeen tulevat laiteinvestoinnit ja pilot-tuotanto (1...1,5 Mmk) sekä saadun tuotteen koemarkkinointi 0,5 Mmk. Koemarkkinointi sisältää myös tyyppi hyväksyntäkustannukset, jotka ovat yleensä alle 100 000 mk.
- Vientiin tarkoitetun tuotteen tyyppi hyväksyntä VTT:n tekemien kokeiden pohjalta maksaa kohdemaasta riippuen 10 000 ... 20 000 mk.

Tuotekehityksen onnistumisen arviointi on myös hyvin tapauskohtaista. Usein kuitenkin sanotaan, että 1...2 % ideoista johtaa markkinointikelpoiseen tuotteeseen. Aloitetuista projekteista puolestaan johtaa tuotteeseen 10...50 %. Toisaalta projektia sinänsä on pidettävä onnistuneena myös silloin,

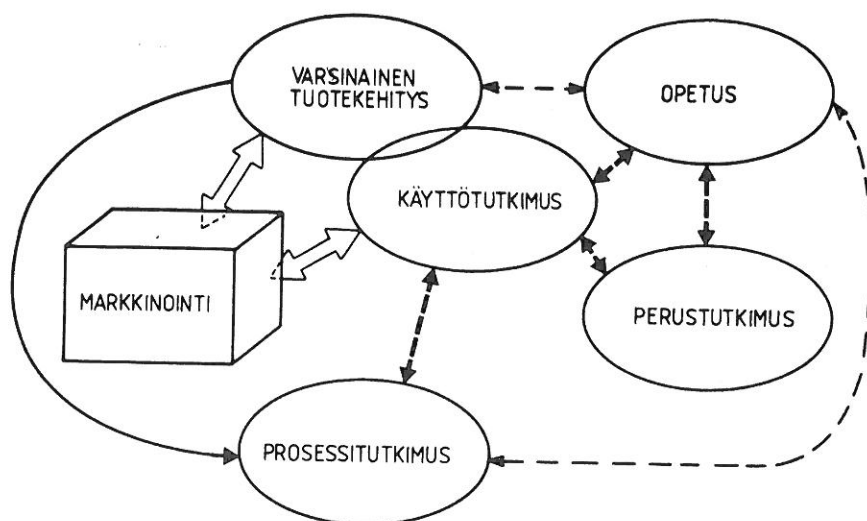


Kuva 4. Teollisuuden panostus tutkimukseen ja kehitykseen.

jos sen tulosten perusteella voidaan tehdä kielteinen investointipäätös.

Suomen mekaaninen metsäteollisuus on hyvin vientivaltaista. Toisaalta viime aikoina on runsaasti keskusteltu kustannuskriisissä olevan teollisuuden jalostusasteen nostamisen välttämättömyydestä. Jos asiaa tarkastelee erityisesti rakenneosien kannalta, muodostavat kuljetuskustannukset usein kriittisen tekijän.

Sellaisten vientimaiden kohdalla, joilla itsellään ei vastaavaa materiaalia tai tuotetta ole, on se jostain tuotava. Tällöin kuljetuskustannukset eivät ole kriittisiä. Mikäli sitävastoin kohdemaassa on kilpailevaa tuotantoa, ei tuotteen jalostaminen auta ellei voida tarjota jotain ainutlaatuisia etua (esim. poikkeuksellisen korkea teknologia tai suuret tuotantosarjat).



Kuva 5. Puutuotteen menestyksellisen TK-toiminnan eri osatekijät ja näiden keskinäinen vuorovaikutus.

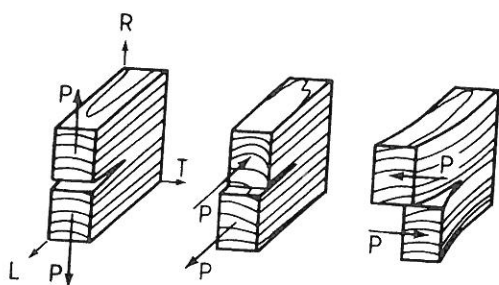
Jonkinlaisena nyrkkisääntönä voidaan esittää, että kuljetuskustannukset saavat olla tuotteen myyntihinnasta enintään 7...10 %. Esimerkkinä voi mainita, että sahatavaran kuljetus Englantiin maksaa 150 mk/m³.

Jos tuotteen epäedullisen muodon vuoksi joudutaan kuljettamaan yli 30 % tilavuudesta ilmaa, kannattaa kohdemaahan viedä rakenne osina ja koota siellä. Tätä ratkaisua puoltaa myös se, että hyväksyntämenettely ja laadunvalvonta on huomattavasti vaivattomampaa valmistuksen tapahtuessa ao. maassa.

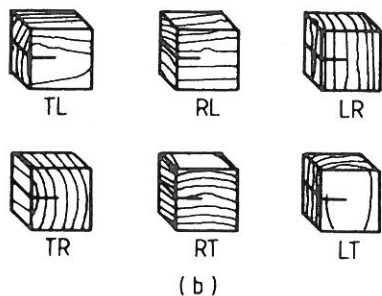
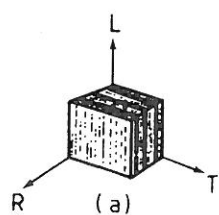
TUTKIMUSTOIMINNAN SUUNTAAMINEN LÄHITULEVAISUUDESSA

Suomalaisten puutuotteiden vientimaissa on puuntutkimuksella vankat perinteet. Yleensä näissä maissa puu koetaan tuontituotteena kalliiksi, joten sen käytöstä on saatava mahdollisimman suuri hyöty. Suomessahan on totuttu siihen, että puuta on aina saatavilla, joten sitä ei ole kovinkaan säästeliäästi tarvinnut käyttää.

Tämän hetken johtavina puuntutkimusmaina nimenomaan materiaalin käytön



Kuva 6. Puussa olevan särön erilaiset kasvutavat.



Kuva 7. Puun epähomogeenisuudesta (ortotropiasta) aiheutuvat erilaiset särön esiintymismahdollisuudet.

kannalta voitaneen pitää USA:ta, Kanadaa, Englantia, Länsi-Saksaa, Hollantia ja Tanskaa. Näin ollen näiden maiden tutkimusintressit ohjaavat yleensäkin puualan tutkimusta.

Ehkä tärkeimpänä tutkimustoimintaa suuntaavana organisaationa voidaan tällä hetkellä pitää CIB:n (Conseil International du Batiment) työryhmää W18, jonka tavoitteena on aikaansaada kansainvälinen puurakenteiden mallinormi. Normi tultaneen myös hyväksymään EEC:n jäsenmaiden yhteiseksi normiksi. Normitustyön yhteydessä joudutaan eri maissa tekemään runsaasti tutkimustyötä, jotka edelleen johtavat uusiin ja laajoihin tutkimushankkeisiin.

Varsinaisena tutkimustyön koordinaattorina ja kansainvälisenä foorumina toimii IUFRO:n (International Union of Forestry Research Organizations) Wood Engineering Group. Luonnollisesti jokainen tutkimuslaitos viimekädessä päättää täysin itsenäisesti oman tutkimustoimintansa suuntauksesta.

Tällä hetkellä kansainvälisessä puuntutkimuskentässä on selvästi nähtävissä

muutamien teemojen olevan muita enemmän esillä. Näitä ovat sahatavaran koneellinen lujuuslajittelu, erilaiset liittorakenteet ja kevytrakennetekniikan sovellutukset, naulalevyristikoiden laskentamenetelmien kehittäminen, murtumismekaniikan soveltaminen puutuotteisiin, puumateriaalien ja liitosten pitkäaikaisominaisuudet sekä erityisesti varmuusfilosofia. Puurakenteiden liitosten osalta tutkimuksen painopistealueet ovat liimaustekniikan ja erilaisten metallisten liitososien kehittämisessä. Puun pintakäsittely puolestaan on jatkuvasti ajankohtainen tutkimusaihe.

KIRJALLISUUTTA

- [1] CIB - Structural timber design code, Fifth edition, August 1980 (alustava normiehdotus).
- [2] Ehlbeck, J., Steck, G. (toim.), Ingenieurholzbau in Forschung und Praxis. Bruderverlag, Karlsruhe, 1982.
- [3] Meeting of International Union of Forestry Research Organizations, Wood Engineering Group (Proc.), Oxford, 1980.
- [4] Nordiskt Träsymposium 1982 (Kompendium). Träinformation. Helsingborg, 1982.
- [5] Pajakkala, P., Lyytikäinen, T., Puutuotteiden kilpailutilanne rakentamisessa. VTT, rakennustalouden laboratorio, Tampere, 1981 (julkaisematon).
- [6] Salmi, J., Rakentamisen tulevaisuus. Esitelmä sahateollisuuden ja puutavarakauppiaiden kotimarkkinapäivillä 7.10.1982.
- [7] Steck, G., Die Zuverlässigkeit des Vollholzbalkens unter reiner Biegung. Berichte der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Fridericiana in Karlsruhe, nro 6, 1982.
- [8] Tilastokeskuksen ennakkotietoja vuodelta 1981.

Erkki KM Leppävuori, vt. tutk.prof., Valtion teknillinen tutkimuskeskus, rakennetekniikan laboratorio