

PIENEN PYÖREÄN PUUN KÄYTTÖ RAKENTAMISESSA

Tutkimusprofessori Alpo Ranta-Maunus
VTT Rakennustekniikka

Metsän harvennuksista saatava pyöreä puu (halkaisija 8-15 cm) soveltuu rakentamiseen kun se on valittu oikeilla laatukriteereillä. Pyöreästä puusta rakentamista on tutkittu EU:n tukemassa projektissa. Tuloksia voi hyödyntää niin omatoiminen rakentaja kuin ammatikseen rakentamisen ja puutavaran toimitusketjussa toimivakin.

Tutkimuksen mukaan pyöreää puuta voi käyttää sekä rakennuksissa että ympäristö- ja puutarharakentamisessa. Projektin tulokset koskevat lähinnä rakennuskäyttöä. Vähän työstetty pyöreä puu on luja ja ekologisesti suositeltava materiaali. Raaka-aineen hinta on halpa, mutta lopullinen kustannus rakenteissa riippuu laatuvaatimuksista, erityisesti ulkonäölle asetettavista vaatimuksista. Toisaalta viimeistellyllä laadulla voi saada yhtä korkean hinnan kuin muillakin korkealaatuisilla puutuotteilla.

Pyöreän puun käyttö rakennusten runkomateriaalina, muutenkin kuin hirsi-rakennuksissa, on osoittautunut taloudellisesti edulliseksi omatoimirakentajilla ja varsinkin kun käsin kuoritun pinnan laatu on riittävä. Toinen markkina-alue on maaseutumaiseen ympäristöön rakennettavat arkkitehtoniset rakennukset esimerkiksi matkailuelinkeinoon liittyen, jolloin pyöreän puu käyttö rakennuksen rungossa on osa arkkitehtuuria, eikä rungon tarvitse olla halvin mahdollinen.

Tavoittena on saada pyöreä rakennuspuu kauppatavaraksi, jota on saatavissa yhtä helposti kuin sahatavaraakin. Sitä varten tarvitaan standardimitat ja laatumäärittelyt. Projekti tekee esityksen tarvittaviksi laatuluokiksi ja mitoiksi.

JOHDANTO

Useimmissa Euroopan maissa on metsistä korjattavissa harvennuspuuta enemmän kuin sille on käyttöä. Tämä oli lähtökohdana VTT:n koordinoimalle tutkimukselle, johon osallistuu tutkimuslaitoksia Suomen lisäksi 4 maasta: Englannista, Hollannista, Ranskasta ja Itävallasta. Suomesta projektiin osallistuvat VTT:n lisäksi Maatalouden tutkimuskeskus ja sen kanssa yhteistyössä Joensuun yliopisto sekä Lekopa Oy. Tässä esitetään yhteenveto projektin sisällöstä ja tähänastisista tuloksista.

Tutkimustyö jakautuu kahteen päätehtävään: materiaalitutkimukseen ja rakenteiden kehitykseen. Taulukossa 1 on yhteenveto osatehtävistä ja niiden tavoitteista.

Tehtävä	Tavoite
1. Materiaaalitutkimus	
a. Puun korjuu	Korjuumenetelmien taloudellisuuden ja rakennuskäyttöön soveltuvan puun määrän arviointi.
b. Laadun mittaus	Laadun mittaus ja laatuvaatimusten määrittely.
c. Kuorintatekniikka	Kuorintatekniikan kehitys.
d. Kuivaus	Luonnonmukaisen tapulikuivauksen, teollisen lämminilmakuivauksen (60°C) ja kuumailmakuivauksen (110°C) antaman laadun selvitys
e. Lujuus	Kantavien rakenteiden suunnittelussa tarvittavien lujuusarvojen (taivutus, puristus) määrittely
f. Liitostyökalu	Vanteen tai rautalangan kiristämiseen liitosalueen ympärille soveltuvan työkalun kehittäminen.
2. Rakenteiden kehitys	
a. Markkinatutkimus	Pyöreän puun markkinapotentiaali rakentamisessa ja pyöreän puun käytön soveltuvuus eri rakennustyyppisiin.
b. Rakennejärjestelmät ja liitokset	Rakennejärjestelmien kehitys. Liitosten lujuuden mallit. Liitosten mitoitusohjeet.
c. Suunnitteluohjeet	Eurocodejärjestelmään sopivat suunnitteluohjeet vaativille insinöörirakenteille ja tavanomaisille pienille rakennuksille.
d. Rakennukset	Tuotetaan malleja pienen pyöreän puun käytölle rakennuksissa ja rakennetaan vähintään yksi rakennus.

Taulukko 1. "Pieniläpimittaisen pyöreän puun käyttö rakentamisessa"-projektin sisältö.

TULOKSET

Kuivaus

Kuivaukseen liittyy kaksi olennaista vaatimusta: puun tulee kuivua niin alhaiseen kosteuteen, että se ei homehdu eikä lahoa, ja puu ei saa halkeilla haitallisessa määrin. Halkeilu ei heikennä merkittävästi puun taivutus- tai puristuslujuutta. Sen sijaan liitosalueen lujuus saattaa aleta liitostyyppistä riippuen. Yleisin syy halkeilun rajoittamiseen on ulkonäkö. Erityisesti kaupunkiympäristössä asiakkaat pitävät halkeillutta puuta sekundana eivätkä osta sitä. Halkeilusta on myös muuta haittaa: halkeillut pinta ei ole sileä ja halkeamista vesi pääsee tunkeutumaan puun sisään.

Tapulikuivauksella päästään yleensä riittävän alhaiseen loppukosteuteen (18 %). Kuivuminen riippuu kuitenkin säästä ja tapahtuu vain keväällä ja kesällä. Kokeet tehtiin kesällä 1996, joka oli kostea heinäkuulle saakka. Elokuu puolestaan oli erityisen kuiva. Toukokuussa kuorittujen puiden tavoitekosteus saavutettiin vasta elokuun lopulla. Tapulikuivauksessa kaikkiin puihin syntyi lähes koko puun pituudelta yksi tai useampi iso halkeama (leveys yli 4 mm).

Kamarikuivaamoissa tehdyt kokeet (60°C) osoittivat, että halkeilun välttäminen on vaikeaa. Erittäin varovaisella kuivauksella saadaan kyllä muutama pölli kuivatuksi ilman halkeamia, mutta useimmat halkeavat siten, että syntyy vähintään yksi leveä halkeama. Hyväksyttävämpi ulkonäkö saadaan aikaan rajulla kuivauksella, joka synnyttää kuivauksen alkuvaiheessa monia pieniä säröjä, mutta leveältä halkeamalta välttään. Samaan voisi päästä tapulikuivauksessa kuivassa kevätsäässä.

Itävaltalainen kumppani tutki pyöreän kuusen kuumakuivausta (110°C). Tulokset ovat lupaavia: vaikka puut kuivattiin alle 10% loppukosteuteen, halkeamat

jäivät pieniksi. Leveimmät halkeamat olivat 2 mm. Kuumakuivaus onkin varteenotettava mahdollisuus pyöreän puun kuivauksessa. Haittana on pieni lujuuden alenema (10%), jolla ei kuitenkaan useimmissa käyttökohteissa ole merkitystä. Suomessa kuumakuivaus on vielä erittäin harvinaista.

Tutkimuksen alaisena on vielä pyöreän puun kuivaaminen kuumassa öljyssä: puut upotetaan yli 100°C lämpimään öljyyn, jolloin vesi kiehuu puista ulos ja puut samalla kyllästyvät öljyllä. Menetelmä on lupaava puun ulkokäyttöön, mutta vaatii vielä kehitystä.

Lujuus

Lujuuskokeita tehtiin kaikissa viidessä osallistuvassa maassa. Alustavat tulokset on taulukossa 2. Ne eivät vielä sellaisenaan sovellu suunnittelussa käytettäväksi. Suomalaisen puun tarkemmat tulokset julkaistaan konferenssijulkaisussa, joka on painossa [1]. Kokeet tehtiin eurooppalaisia sahatavaran testausstandardeja soveltaen. Pyöreän puun testausohje julkaistaan projektin lopussa.

	Suomi	Hollanti	Englanti	Itävalta	Ranska
Taivutuslujuus [MPa]					
Kuusi	64 / 49			61 / 39	
Sitkakuusi			57 / 44	tapulikuiv.	
Mänty	47 / 31		54 / 39		
Lehtikuusi		78 / 62			
Douglasmänty					54 / 33
Kimmokerroin [GPa]					
Kuusi	13 / 8.4			13 / 9	
Sitkakuusi			16 / 10		
Mänty	12 / 5.6		15 / 9		
Lehtikuusi		14.3/10.5			
Douglasmänty					12 / 6
Puristuslujuus [MPa]					
Kuusi	31 / 24				
Sitkakuusi			29 / 21		
Mänty	22 / 15		33 / 26		
Lehtikuusi		44 / 37			33 / 26
Douglasmänty					
Vetolujuus [MPa]					
Douglasmänty					29 / 19

Taulukko 2. Pienen pyöreän puun alustavat lujuusarvot korjattuna 12% kosteuteen (keskiarvo / suunnittelussa käytettävä karakteristinen arvo).

Tuloksista nähdään, että pienen pyöreän puun lujuus on varsin korkea, eikä merkittävä nuorpuuosuus estä käyttöä kantavissa rakenteissa. Erityisesti taivutuslujuus on korkeampi kuin samasta puusta saatavan sahatavaran lujuus. Puristuslujuudessa ei ole suurta eroa. Perinteisesti Suomessa on otaksuttu, että pyöreät pylväät kuuluvat lujuusluokkaan T30. Tämän tutkimuksen mukaan myös pieniläpimittainen pyöreä puu on näin lujaa, kunhan oksakoko rajoitetaan sopivasti. Tutkimuksessa laaditaan lujuuslajitteluohjeet.

Rakenteiden kehitys

Tutkimuksen alussa määriteltiin, missä rakenteissa pyöreän puun käyttö on järkevää ja kuinka suuret potentiaaliset markkinat on harvennuspuulle rakentamisessa. Seuraavia päätelmiä tehtiin:

1. Suurin määrä harvennuspuun käytöstä tapahtuu muualla kuin rakennuksissa, kuten aidoissa, melusteissa sekä piha- ja puutarharakentamisessa. Rakennuksista suhteellisen pienikokoiset soveltuvat pyöreän puun käyttöön paremmin kuin suuret. On arvioitu, että Suomessa voitaisiin käyttää 250 000 m³ pyöreää harvennuspuuta rakentamisessa. Projektissa laaditaan suunnitteluohjeet erikseen pienten tavanomaisten rakennusten rakentamiseen ja vaativien insinöörirakenteiden suunnitteluun. Perinteisistä rakennuksista pyöreä puu soveltuu mm. seuraaviin:
 - Maatalous- ja maaseudun rakentaminen: navetat, konehallit, varastot, autotallit
 - Kävelysillat ja kevyen liikenteen sillat, myös maantiesillat
 - Melusteet ja tukimuurit
 - Perinteinen maaseuturakentaminen ja vapaa-ajan rakennukset
2. Määrältään pienemmäksi jää pyöröpuun käyttö suuremmissa arkkitehtoonisissa rakennuksissa. Puun imagon kannalta näyttävät rakennukset ovat kuitenkin tärkeitä. Suositeltavia käyttökohteita ovat matkailu- ja vapaa-ajan rakennukset. Niissä rakennuksen runko on osa arkkitehtuuria ja jätetään näkyviin. Tällaisia voivat olla ravintolat, hotellien aulat ja näyttelyhallit. Delftin teknillinen korkeakoulu on kehittänyt liitosratkaisuja arkkitehtoonisiin rakennuksiin. Osassa niistä teräsosat ovat kokonaan näkymättömissä puun sisällä.

Demonstraatorakennukset

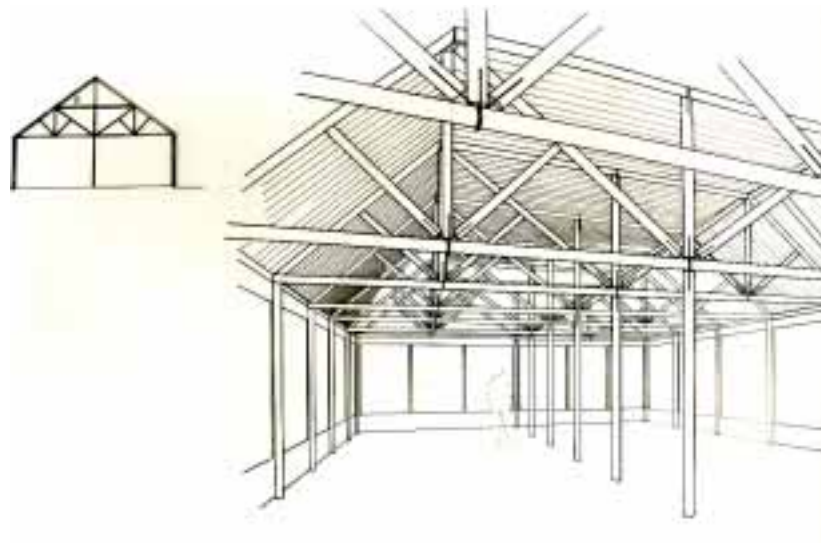
Projektissa on laadittu luonnoksia rakennusten suunnittelun malleiksi. Osa rakennuksista on jo valmiita ja osa toteutetaan lähivuosina. Englannissa rakennetaan kävelysilta yliopiston alueelle 1998. Hollannissa on suunnitteilla seuraavat rakennusprojektit lähivuosina:

- Näkötorni (Kootwijk)
- Näyttelyrakennus museolle (Westland Museum)
- Mikado-seinä Floriade 2002-näyttelyyn.

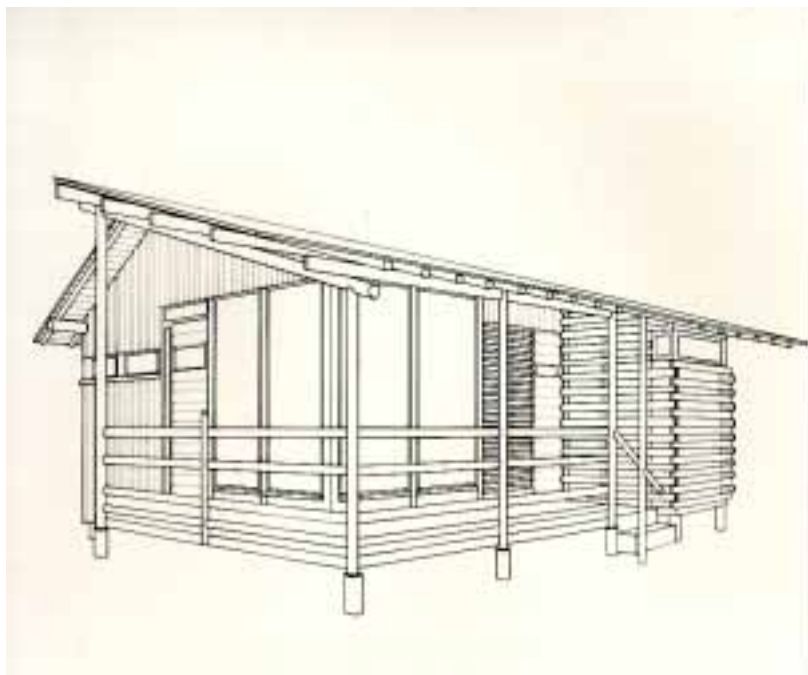
Suomessa arkkitehti Rolf Keränen on luonnostellut pyöreän puun rakennuksia:

- hallirakennus joka voisi olla ravintola tai näyttelytila (Kuva 1)
- kesämökki (Kuva 2)
- autokatos
- pyöreän puun käyttö sisustusmateriaalina (Kuva 3).

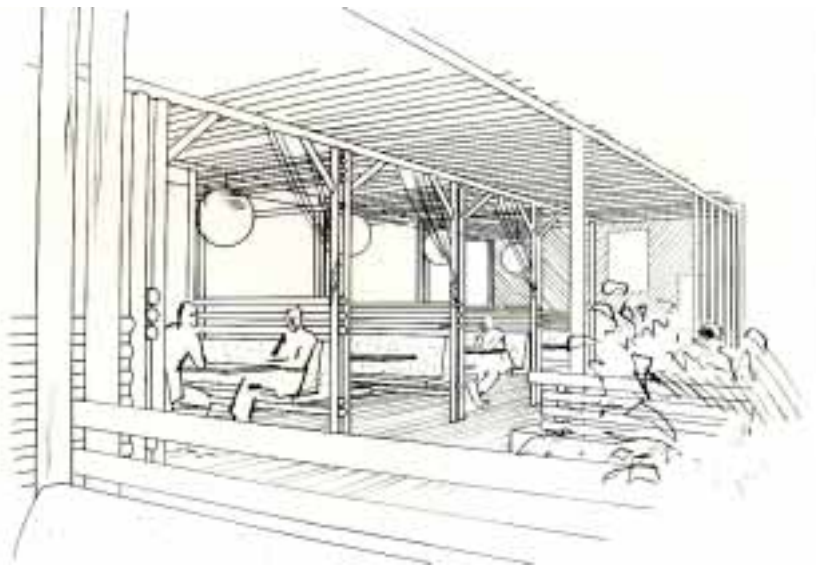
Keski-Suomessa on toteutettu useita maatalousrakennuksia pyöreästä puusta. Kuvassa 4 on pihatto Viitasaarelta.



Kuva 1. Pientä pyöreää puuta voidaan käyttää omalla luonteenomaisella tavallaan suurten hallimaisten rakennusten runkomateriaalina. Tavanomaiset suurten jännevälien katot liimapuu- tai teräsrakentein voidaan tehdä myös pienestä pyöreästä puusta. Puusta voidaan muodostaa näyttävän näköisiä rakenteita, joita ei pidä piilottaa alakaton alle. Kuvan esittämää tilaa voi käyttää esim. ravintolana, näyttelytilana tai kokoustilana.



Kuva 2. Kuvan rakennus on lämpöeristämätön tai puolilämmin lomamökki, jossa on käytetty pieta pyöreää puuta sekä verhouksissa että rakenteissa. Julkisivujen lomalaudoituksessa tavanomainen sahalauta on korvattu pelkkasahatun tukin jäännöspaloilla, jotka varsinkin sorvaamattomina luovat elävämpää pintaa kuin nykyiset hirsiverhouslaudat. Pienen pyöreän puun käyttö kaikessa rakentamisessa onkin ennen kaikkea tyyliseikka. Runkorakenteena pieni pyöreä puu soveltuu parhaiten paikkoihin, joissa mitoituksen ei tarvitse olla täsmällistä. Muutoin puut on sahattava määrämittäisiin. Kuvan mökin sisäseinissä ja ulkoseinässäkin on käytetty kahdelta sivulta sahattua puuta, jonka pyöreät sivut on jätetty näkyviin.



Kuva 3. Pienissä intiimeissä ravintoloissa ja pubeissa on tyypillistä käyttää puuta sisustusmateriaalina tunnelmaa luomaan. Puu on luonteeltaan lämmin materiaali, varsinkin jos sillä on oma orgaaninen tuntunsa tallella. Liian jalostettu ja sileä puu onkin enemmän toimistojen materiaali. Kuvan ruokailu- ja seurustelupaikassa pientä pyöreää puuta on käytetty rajaamaan loosheja ja muita tiloja. Myös alakatto ja osittain seinäverhous on pienestä pyöreästä puusta. Puu voi olla käsittelemätöntä tai ohuesti petsattua.



Kuva 4. Eristämätön lypsykarjapihatto, Viitasaari. Kolmi-laivainen mastojäykistetty 480 m² halli, 15 x 32 m. Pilarit painekyllästetyistä sorvatuista sähköpaaluista, valettu betonianturoihin 2 m syväälle. Palkit ja kattotuolit (k900) kuorituista mänty- ja kuusirungoista. Kattotuolien päällä aluskate, ruoteet 50x100 k600 ja profiilipeltikate. Pyöreän puun liitokset M12 kierretangoilla ja naulatuilla teräsvanteilla. Vinotuet (50x150) lovettu ja naulattu.

4. MIKSI RAKENTAA PYÖRÖPUUSTA ?

Harvennuspuun käyttöä pyöreänä rakentamisessa puoltavat seuraavat yleiset tekijät:

- Puu on ympäristöystävällinen materiaali: puurakenteisiin varastoituu hiilidioksidia ja pyöreän puun valmistukseen tarvitaan minimaalinen määrä energiaa. Pelkästään kuorittuna ja tapulikuivattuna harvennuspuu on ideaalinen ekologinen rakennusmateriaali, jonka korjaaminen metsästä parantaa metsän kasvua.
- Pyöreän puun lujuus korkea. Pyöreä muoto soveltuu paremmin pystyrakenteisiin. Käyttö vaakarakenteissa rajoittuu lyhyisiin jänneväleihin. Ristikkorakenteisiin pyöreä puu soveltuu lujuutensa puolesta mainiosti. Rajoittavaksi tekijäksi muodostuu liitostekniikka.
- Pyöreää puuta voidaan käyttää näyttävästi rakenteissa, jolloin pyöreä muoto on osa arkkitehtuuria.
- Pyöreä puu on halpa rakennusmateriaali. Kustannukset riippuvat pinnan laadulle asetettavista vaatimuksista.

Pyöreän puun käyttöä haittaa, etteivät suunnittelijat ja kirvesmiehet ole siihen tottuneita. Pyöreästä puusta rakentamiseen menee enemmän työtunteja kuin sahatusta rakentamiseen. Myös pyöreän rakennuspuun hankinta on hankalampaa: sitä ei voi ostaa kuten sahatavaraa. Rakennusmateriaalina se ei ole vakiintunut ja sen laatua säätelevät standardit puuttuvat. Suoruus on tärkein ja vaikeasti toteutuva ominaisuus rakentamisen kannalta. Tämä projekti tekee pyöreää puuta tutummaksi suunnittelijoille sekä laatii suunnitteluohjeita ja standardiluonnoksia.

KIRJALLISUUTTA

- [1] Ranta-Maunus, A., Saarelainen U., Boren H., "Strength of small diameter round timber", *CIB W18 meeting in Savonlinna*, paper 31-6-3, 1998.
- [2] Barnard G., 'Strength characteristics for small roundwood in bending and compression from a UK resource', *WCTE98*-paper.
- [3] Boren, H., Barnard G., "Strength properties of round British and Finnish Scots pine in bending and compression parallel to grain", University of Joensuu, 1998.
- [4] De Vries, P.A., "Quality and Strength characterization of small diameter Larch (*larix kaempferi*)" *C4-98-01. Delft University of Technology*, 1998.
- [5] Perälä, A-L. (ed.), "Round small diameter timber for construction. Market summary". *VTT Research notes 1877*. Espoo 1997.
- [6] Huybers, P., "The Structural Application of Thin Roundwood Poles in Building", *Delft University of Technology*, 1996.