



Hämeenkylässä koulun voimistelusalin vesikat- ton liimapuupalkkien kantavuustarkastelu

Tilaaaja: Vantaan Tilakeskus, Hankintapalvelut, Rakennutta-
minen

Tilaja Vantaan Tilakeskus
Hankintapalvelut
Rakennuttaminen
Jouni Räsänen
Kielotie 13,
01300 Vantaa

Tilaus Tilauskirje 09.02.2010, Jouni Räsänen

Yhteyshenkilö **VTT Expert Services Oy**
Erikoistutkija Markku Korttesmaa
Kemistintie 3, Espoo
PL 1001, 02044 VTT
Puh. 020 722 5982
Faksi 020 722 7007
Sähköposti markku.korttesmaa@vtt.fi

Tehtävä **Hämeenkyllän koulun voimistelusalin vesikaton liimapuupalkkien kantavuustarkastelu**

Osoite Kohteen osoite oli Varistontie 3. 01660 Vantaa

Saadut asiakirjat Tilaaja toimitti seuraavat asiakirjat

1. Hämeenkyllän koulun liikuntahallin liimapuupalkkien tarkastus VTT:n tutkimusselostus RTE4316/
2. Hämeenkyllän yhteiskoulu, Vesikatto leikkauksia. rakennepiirustus No 9 Insinööritoimisto Paavo Kulmala 1.11.-69
3. Hämeenkyllän yhteiskoulu, Osa B 2.kerroksen katto ja vesikatto Liimatut puupalkit. rakennepiirustus 1B Insinööritoimisto Paavo Kulmala 21.11.-69
4. Hämeenkyllän yhteiskoulu, Osa B 2.kerroksen katto ja vesikatto 16R Insinööritoimisto Paavo Kulmala 17.11.-69.

Tausta Saatujen tietojen mukaan kohde on rakennettu 1960-luvun lopulla. Siinä on pääkannatteina liimapuupalkit, joiden poikkileikkaus on 190x1100 mm, pituus 18800 mm ja palkkien väli keskeltä keskelle 5800 mm. Kohteesta on annettu pääpalkkien halkeamia koskeva VTT:n tutkimusselostus 20.12.2004.

Tarkastuskäynti Markku Korttesmaa ja Tero Sundström tekivät kohteessa tarkastuskäynnin 11.2.2010, jolloin arvioitiin palkkien kuntoa, lähinnä halkeamia ja niiden vaikutusta palkin kantavuuteen.

Palkki 1 (ensimmäinen palkki puolapuiden puoleisesta päädyistä)

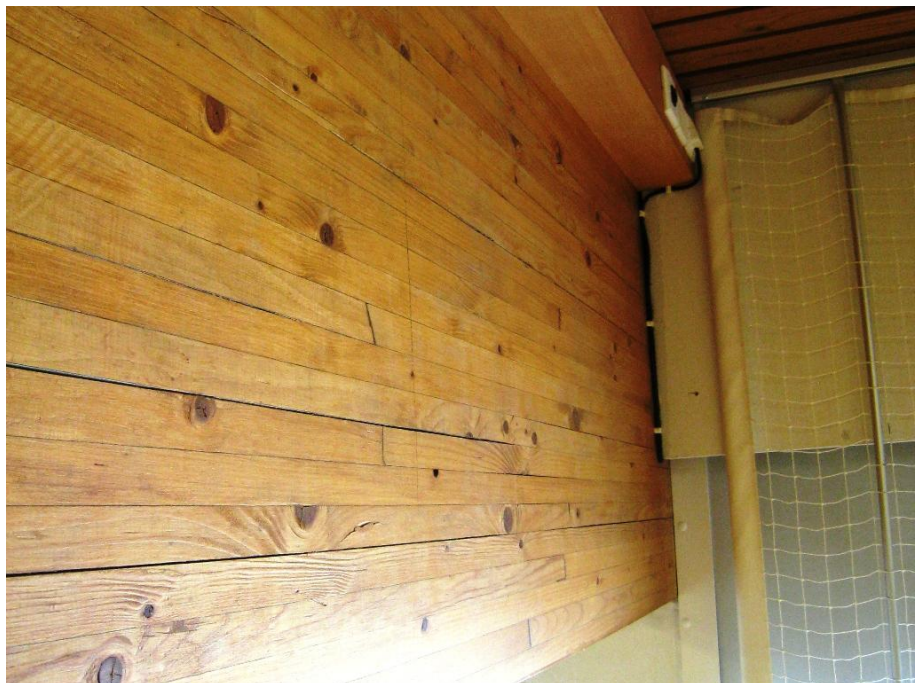
Näyttämön puoleisessa päässä puolapuiden puolella viidennessä liimasaumassa (noin 190 mm palkin alareunasta) oli noin metrin pituinen halkeama. Halkeama ei ulotu palkin päähän. Halkeaman syvyys vaihteli välillä 20–65 mm ja oli suurimmillaan halkeaman pituuden puolivälissä. Palkin toisella puolella, samassa lamellien välisessä saumassa oli halkeama, jonka syvyys oli suurimmillaan noin 30 mm. Halkeaman etäisyys palkin päästä oli noin 4,5 m. Toinen halkeama oli noin 350 mm palkin alareunasta ja sen syvyys oli 10–35 mm.



Kuva 1. Halkeama kuudennen lamellin yläreunassa, jonka syvyys oli suurimmillaan 65 mm.



Kuva 2. Halkeamia puolapuupäädyn vastakkaisella puolella, Suurin mitattu syvyys oli 30 mm.



Kuva 3. Palkin 1 halkeamia ikkunan puoleisessa päässä. Halkeamien syvyys 15-20 mm.

Jännevälin keskialueella oli suuri halkeama, mutta sillä ei ole merkitystä palkin kantavuuteen, koska leikkausvoima on tällä alueella pieni.

Palkki 3

Puolapuiden puolella kuudennen palkin alapinnasta lukien kahdeksannen lamellin yläpinnassa (noin 240 mm palkin alareunasta) oli noin 1,7 m pituinen halkeama, joka jatkui yhtä lamellia ylempänä (pituus noin 1,8 m). Alemman halkeaman suurin mitattu syvyys oli 50 mm ja ylempään lamellin 40 mm.



Kuva 4. Palkin 3 alempi halkeama puolapuupäädyn puolella näyttämön puoleisessa päässä. Halkeaman suurin mitattu syvyys oli 50 mm, toisella puolella palkkia ei ollut korkeussuunnassa halkeamaa samalla kohdalla.

Muut halkeamat

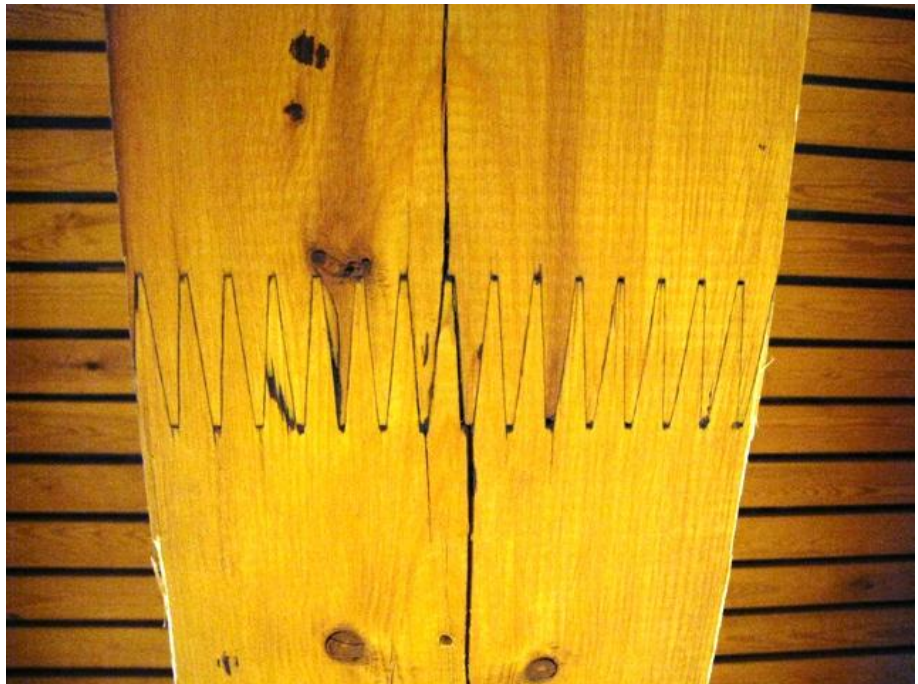
Lisäksi palkeissa oli runsaasti halkeamia, mutta niiden syvyydet olivat suuruusluokkaa 10-30 mm.



Kuva 5. Pieniä kuivumishalkeamia palkin kyljessä.

Sormijatkokset.

Palkkien alimman lamellin sormijatkoksia tarkistettiin pistokoeluonteisesti. Niissä ei havaittu puutteita.



Kuva 6. Palkin alalamellin sormijatkos.

Halkeamien merkitys

Asiakirjan /4/ mukaan palkit on mitoitettu lumikuormalle 180 kp/m^2 ($\approx 1,8 \text{ kN/m}^2$). Omaa painoa ei ole annettu käytettävissä asiakirjoissa. Seuraavassa käytetään omaa painoa $0,8 \text{ kN/m}^2$ ($0,6+0,2$ eli omapaino $0,6$ ja palkin paino $0,2$), mikä voi poiketa alkuperäisessä mitoituksessa käytetyistä arvoista. Jos jänneväli on $L=18500 \text{ mm}$, saadaan

$$\rho_t = \frac{qL^2}{8W} = \frac{(0,8+1,8) \cdot 18500^2}{8 \cdot 190 \cdot 1100^2 / 6} = 16,4 \text{ N/mm}^2 \text{ (taivutus)}$$

$$\tau = \frac{3 qL}{2 2A} = \frac{3 (0,8+1,8) \cdot 18500}{2 \cdot 8 \cdot 190 \cdot 1100} = 1,00 \text{ N/mm}^2 \text{ (leikkaus)}$$

$$w = \frac{5 qL^4}{384 EI} = \frac{5 (0,8+1,8) \cdot 18500^4}{384 \cdot 12600 \cdot 190 \cdot 1100^3 / 12} = 86,6 \text{ mm} (\approx L/214)$$

Suunnitteluajankohdan normion RIL 63a mukaan sallittu taivutusjännitys oli liimapuulle LT400 155 kp/m^2 , jota sai korottaa edellä käytetyillä oman painon ja lumikuorman arvoilla $10,3 \%$ eli arvoon $17,1 \text{ N/mm}^2$. Vastaavasti sallittu leikkausjännitys oli 12 kp/cm^2 ($\approx 1,2 \text{ N/mm}^2$) ja korotettuna $1,32 \text{ N/mm}^2$.

Taivutuksen ja taipumien suhteen palkit oli mitoitettu lähelle sallittuja jännityksiä. Leikkauksen suhteen jäi noin 30% kapasiteettia, mikä käy aina suorilla palkeilla, kun palkit mitoitetaan tarkasti taivutuksen ja taipumien suhteen.

Nykyään liimapuupalkit voidaan mitoittaa joko suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeen B10 mukaan tai ohjeen RIL205-1-2007, Puurakenteiden suunnitteluohje eurokoodi EN 1995-1-1 mukaan.

Koska palkin halkeilu voi heikentää palkin leikkausvoimakapasiteettia, niin tätä tarkastellaan seuraavassa kummankin suunnitteluohjeen mukaisesti.

B10:

Suurin mitoitusjännitys on

$$\tau_d = \frac{3 V_d}{2 A} = \frac{3 q_d (L-h)}{2 bh} = \frac{3 (1,2 \cdot 0,8 + 1,6 \cdot 1,8) \frac{5800}{1000} (18500-1100)}{2 \cdot 190 \cdot 1100} = 1,39 \text{ N/mm}^2.$$

Leikkausvoimia laskettaessa voidaan palkin yläreunaan vaikuttavia kuormia pienentää lineaarisesti, mikäli ne ovat lähempänä kuin palkin korkeuden etäisyydellä tuelta, mikä näkyy edellä olevassa kaavassa lukuna 1100.

Koska leikkausjännitys jakautuma on parabeli palkin korkeussuunnassa, niin sen arvo on suurimman halkeaman kohdalla eli 190 mm etäisyydellä palkin alareunasta 57% suurimmasta arvosta eli

$$0,57 \cdot 1,39 = 0,79 \text{ N/mm}^2.$$

Liimapuun L40 leikkausmitoituslujuus on

$$\frac{2,4}{1,3} = 1,85 \text{ N/mm}^2.$$

Tämä tarkoittaa sitä, että halkeaman kohdalla ehjäksi palkin leveydeksi riittää

$$\frac{0,79}{1,85} \cdot 190 = 81 \text{ mm}$$

Eurokoodi 5:

$$\tau_d = \frac{3 V_d}{2 A} = \frac{3 q_d (L-h)}{2 bh} = \frac{3}{2} \frac{(1,2 \cdot 0,8 + 1,5 \cdot 2) \cdot 18500 \frac{5800}{1000} \left(1 - \frac{2 \cdot 1100}{18500}\right)}{2 \cdot 190 \cdot 1100} = 1,34 \text{ N/mm}^2.$$

Leikkausjännityksen arvo halkeaman kohdalla on

$$0,57 \cdot 1,34 = 0,76 \text{ N/mm}^2.$$

Liimapuun GL32 leikkausmitoituslujuus on omapainon ja lumikuorman yhdistelmälle

$$\frac{0,8 \div 3,2}{1,2} = 2,1 \text{ N/mm}^2.$$

Tämä tarkoittaa sitä, että halkeaman kohdalla ehjäksi palkin leveydeksi riittää

$$\frac{0,76}{2,1} \cdot 190 = 69 \text{ mm}$$

Mitattu suurin palkin kummastakin lappeesta samassa kohdassa korkeussuunnassa yhteenlaskettu halkeama oli $30+65=95$ mm ja täten ehjäksi jäävä osuus on

$$190-95=95 \text{ mm}.$$

Saatu arvo 95 mm suurempi kuin tarvittava ehjä leveys, joka on suunnitteluohjeesta riippuen joko 81 tai 69 mm. Lisäksi on huomattava, että halkeama vaikuttaa vasta silloin palkin leikkauskapasiteettiin, kun se ulottuu palkin päähän. Tätä ei havaittu tarkastuksessa. Halkeamilla ei ole merkitystä palkin taivutus- kapasiteettiin eikä taipumiin, elleivät ne riko palkkia kahteen osaan joko halkaisemalla palkin pituussuunnassa kahteen päällekkäiseen osaan tai siten, että halkeama etenee sisäosasta vinosti joko palkin ylä- tai alareunaan.

Yhteenveto

Havaitut halkeamat eivät heikennä palkin kantavuutta, koska palkin kantavuuden määrää halkeilleenakin sen taivutuslujuus.

Espoo, 4.3.2010



Markku Korttesmaa
Erikoistutkija

LIITTEET

-

JAKELU

Tilaaaja
VTT / Kirjaamo

Alkuperäinen
Alkuperäinen