



Hermann Nylander

**TALOTEHTAAN SUUNNITTELUPROSESSIN MUUTTAMINEN
KANSALLISESTA NORMISTA EURONORMIIN**

**TALOTEHTAAN SUUNNITTELUPROSESSIN MUUTTAMINEN
KANSALLISESTA NORMISTA EURONORMIIN**

Hermann Nylander
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Rakennustekniikan koulutusohjelma, YAMK
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Tekijä: Hermanni Nylander

Opinnäytetyön nimi: Talotehtaan suunnittelunormin muuttaminen kansallisesta normista euronormiin

Työn ohjaaja: Pekka Kilpinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2013 Sivumäärä: 24 + 135 liitettä

Työn taustalla on Mammutihirren halu valmistautua ajoissa suunnittelunormin muutokseen. Tutkimuksen avulla oli tarkoitus selvittää mitä vaikutuksia normimuutoksella on lamellihirsitalojen suunnitteluun ja koko talotoimitusprosessiin.

Työ oli luonteeltaan selvitysluontoinen ja siinä haettiin vastaukset tutkimuksen kannalta oleellisiin kysymyksiin. Asioita selvitettiin pääasiassa normien, standardien ja kirjallisuuden avulla. Työssä tehtiin myös asiantuntijahaastatteluja, joilla selvitettiin insinööritoimistojen valmiutta siirtyä euronormin mukaiseen suunnitteluun.

Tutkimuksen keskeinen osa oli määrittää euronormin mukaisten laskenta-arvojen saatavuus. Rakennustuotteiden laskenta-arvojen saatavuus kartoitettiin eri tuotevalmistajien CE-merkinnöistä, ETA-hyväksynnöistä, standardeista sekä VTT:n lausunnoista ja sertifikaateista. Muita tutkimuksessa tarkasteltuja aiheita olivat euronormin ja hirsistandardin yhteys, pohjatutkimusten ja perustussuunnittelun vaikutukset suunnitteluun, palomitoitus, värähtelymitoitus, euronormin vaikutukset valmistukselle ja valvonnalle, kahden suunnittelunormin rinnakkaiskäyttö, suunnittelutoimistojen euronormiosaamisen kartoitus ja rakennelaskelmat ja -suunnitelmat euronormin mukaan. Rakennelaskelmilla ja -suunnitelmissa varmistettiin, että oleelliset kysymykset on selvitetty ja euronormin mukainen rakennesuunnittelu on käytännössä mahdollista.

Tutkimuksen perusteella suunnittelunormin vaihtaminen euronormiin on mahdollista, kun hirsituotanto saadaan hirsistandardin mukaiseksi. Tavoitteena on, että hirsituotannosta saadaan hirsistandardin vaatimukset täyttävää hirttä viimeistään kesäkuussa 2013.

Ympäristöministeriö julkaisi kantavien rakenteiden ja pohjarakenteiden suunnittelua koskevasta asetuksesta lausuntopyyntönsä 17.4.2013, jonka voimaantulo ajankohdaksi on merkitty 1.1.2014. Talotehtaan on käytännössä pakko siirtyä euronormin mukaiseen suunnitteluun ennen asetuksen voimaan tuloa.

Asiasanat: euronormi, eurokoodi, suunnittelunormi, hirsirakentaminen

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Master of Engineering

Author: Hermanni Nylander

Title of thesis: Replacement of Design Standard of House Factory from National Standard to Euro Standard

Supervisor: Pekka Kilpinen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2013 Pages: 24 + 135 appendices

The background of this study was to prepare the company for the change of the Finnish national design standards. The aim was to find out how the changes of standards affects to the designing process of laminated log houses and to the whole delivery process of the buildings.

The research was implemented by doing interviews for engineering offices. The purpose of the interviews was to find out how well the engineering offices are prepared for the change of the standards. In addition different literature, standards and norms were used for doing the research.

The focus of this study was to define the availability of the values according to Euro Standards. The values of the building products were surveyed from the manufacturers' CE markings, ETA Guidelines, standards and Technical Research Centre of Finland's statements and certificates. Other surveyed subjects were the connection between Euro Standard and the standard of logs, the effects of soil investigation and foundation design for the designing process, fire dimensions, vibrations, the effects of euro standard for manufacturing and controlling, the usage of two different standards at the same time, the know-how of engineering offices about the standards and the structure designing according to Euro Standards.

The study implies that the changing of the current designing standard to Euro Standard is possible when the timber production is equal to log standard. The aim is to produce timber that fills the new requirements at latest June 2013.

Ministry of the Environment published on 17th of April 2013 a request for an opinion concerning designing load-bearing structures and foundations with inception on 1st on January 2014. Practically, by the inception of the decree, designing must be done following the Euro Standard.

Keywords: Euro Standard, Eurocode and Design Standard

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
SISÄLTÖ.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 TUTKIMUKSEN TAUSTA, TAVOITTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄ.....	7
3 MÄÄRITELMIÄ	9
3.1 Euronormi.....	9
3.2 Suomen rakentamismääräyskokoelma	9
3.3 Siirtymävaihe.....	9
4 NORMIMUUTOKSEN TUTKIMINEN	10
4.1 Euronormin mukaisten laskenta-arvojen kartoitus.....	10
4.2 Euronormi ja hirsistandardi.....	10
4.3 Pohjatutkimukset ja perustussuunnittelu	10
4.4 Palomitoitus.....	11
4.5 Värähtelymitoitus.....	11
4.6 Euronormin vaatimukset valmistukselle ja valvonnalle.....	11
4.7 Siirtymävaihe: Euronormi ja Suomen RakMk:n B-sarja.....	12
4.8 Suunnittelutoimistojen euronormiosaamisen kartoitus	13
4.9 Mallitalon suunnitelmat euronormin mukaan.....	13
5 TUTKIMUSTULOKSET	15
5.1 Euronormin mukaiset laskenta-arvot.....	15
5.2 Euronormi ja hirsistandardi.....	16
5.3 Pohjatutkimukset ja perustussuunnittelu	16
5.4 Palomitoitus.....	16
5.4 Värähtelymitoitus.....	17
5.5 Euronormin vaatimukset valmistukselle ja valvonnalle.....	18
5.6 Siirtymävaihe: Euronormi ja Suomen RakMk:n B-sarja.....	19
5.7 Suunnittelutoimistojen euronormiosaamisen kartoitus	19
5.8 Mallitalon suunnitelmat euronormin mukaan.....	20
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	21
LÄHTEET.....	23
LIITTEET	24

1 JOHDANTO

Euroopan komission tavoitteena on ollut teknisten määräysten yhtenäistäminen sekä kaupan teknisten esteiden poistaminen. Yhtenä merkittävänä osana tätä kokonaisuutta on ollut euronormien kehittäminen. Euronormia ei kuitenkaan ole otettu alalla laajamittaisesti käyttöön, vaikka suunnittelu on ollut mahdollista marraskuusta 2007 alkaen.

Tutkimuksen taustalla on Mammuttihirren halu valmistautua ajoissa suunnittelunormin muutokseen. Eurokoodit ovat tällä hetkellä rakentamismääräyskokoelman B-osan määräysten ja ohjeiden kanssa rinnakkaiskäytössä. Viranomaiset ovat suunnitelleet, että B-osan käyttö lopetetaan ja euronormi jää ainoaksi suunnittelunormiksi 1.7.2013.

Tutkimuksella on tarkoitus saada selville normimuutoksen vaikutus Mammuttihirsi-talojen suunnitteluun sekä koko talotoimitusprosessiin. Tämä antaa mahdollisuuden muuttaa käytettävä suunnittelunormi jouhevasti, ilman ongelmia ja epätietoisuutta organisaatiossa.

Yhtenä tutkimuksen osana tehtiin omakotitalon rakennesuunnitelmat sekä rakennelaskelmat euronormin mukaan. Tällä haluttiin varmistaa se, että oleelliset kysymykset on selvitetty ja euronormin mukainen rakennesuunnittelu on käytännössä mahdollista.

Tutkimustyön tilaaja on lamellihirsitaloja valmistava Mammuttihirsi Oy. Ylikimminingissä toimivassa perheyriyksessä on noin 60 työntekijää. Talotoimituksia oli vuonna 2010 noin 270, joista kotimaan osuus on noin 80 prosenttia.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTA, TAVOITTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄ

Tutkimuksen taustalla on tieto siitä, että Suomessa siirrytään käyttämään ainoastaan eurokoodeja. Tämänhetkisen tiedon mukaan euronormi tulee olemaan ainoa viranomaisten tunnustama kantavien rakenteiden suunnittelunormi 1.7.2013 alkaen.

Eurokoodeja on voinut käyttää jo esistandardeina (ENV) yhdessä kansallisten soveltamisasiakirjojen kanssa (NAD). Esistandardit on kumottu 30.3.2010 ja niiden käyttö ei sen jälkeen ole ollut mahdollista. EN-eurokoodistandardien mukainen kantavien rakenteiden suunnittelu on ollut mahdollista marraskuusta 2007 alkaen, jolloin ympäristöministeriö vahvisti asetuksella ensimmäisen paketin Suomen kansallisista liitteistä (NA).

Mammuttihirrellä halutaan valmistautua ajoissa suunnittelunormin muutokseen. Euronormin mukaisen suunnittelun uskotaan parantavan kansainvälisiä toimintamahdollisuuksia.

Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksella on tarkoitus saada selville normimuutoksen vaikutus Mammuttihirsi-talojen suunnitteluun sekä koko talotoimitusprosessiin. Lisäksi haluttiin selvittää mitä haasteita siirtymävaihe (kahden normin rinnakkaiskäyttö) aiheuttaa omakotitalojen rakenteiden suunnittelussa.

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää:

- miten SFS:n hirsistandardin mukaan lujuusluokiteltu hirsi soveltuu euronormin mukaiseen suunnitteluun.
- mitä vaikutuksia euronormi tuo eri rakennustuotteiden käyttöön, tarvitaanko esim. CE-merkityt tuotteet.

- miten kattavasti Mammuttihirsitalojen kantavien rakenteiden tuotteista löytyy euronormin mukaiset kestävyysarvot.
- miten euronormin mukaisten kestävyysarvojen saatavuuteen voidaan tarvittaessa vaikuttaa, jotta se ei ole este käyttää mahdollisimman kattavasti euronormia.

Tutkimuksella on kartoitettu suunnittelijoiden ja insinööritoimistojen euronormiosaaminen. Tutkimus antaa tietoa mahdollisten uusien rakenteiden ja suunnitelmien laadun kehittämiseen sekä mahdollistaa vakiorakenteiden sovittamisen euronormin asettamiin vaatimuksiin.

Tutkimusmenetelmä

Työ on luonteeltaan selvitysluontoinen ja siinä haettiin vastaukset tutkimuksen kannalta oleellisiin kysymyksiin. Asioita on selvitetty pääasiassa normien, standardien ja kirjallisuuden avulla. Tutkimuksessa on tehty vapaamuotoisia haastatteluita asiantuntijoille sekä rakennesuunnittelijoille. Haastattelun tulosten avulla on saatu käsitys suunnittelun eri osa-alueiden valmiudesta käyttää euronormia.

Tutkimuksen yksi keskeinen osa on määrittää talotehtaan yleisesti käyttämät kantavien rakenteiden rakennustuotteet sekä tuotteiden euronormin mukaisen laskenta-arvojen saatavuus. Rakennustuotteiden laskenta-arvojen saatavuus kartoitettiin eri tuotevalmistajien CE-merkinnöistä, ETA-hyväksynnöistä, standardeista sekä VTT:n lausunnoista ja sertifikaateista.

Tutkimuksessa tehtiin omakotitalon rakennesuunnitelmat sekä rakennelaskelmat euronormin mukaan. Tällä haluttiin varmistaa se, että oleelliset kysymykset on selvitetty ja euronormin mukainen rakennesuunnittelu on käytännössä mahdollista.

3 MÄÄRITELMIÄ

3.1 Euronormi

Tässä tutkimuksessa euronormeilla tarkoitetaan Euroopan standardointikomitean julkaisemia yleiseurooppalaisia kantavien rakenteiden EN-suunnittelustandardeja yhdessä ympäristöministeriön asetuksella vahvistettujen Suomen kansallisten liitteiden (NA) kanssa (1, s. 6).

3.2 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Suomen rakentamismääräyskokoelma on joukko ympäristöministeriön antamia maankäyttö- ja rakennuslakia täydentäviä rakentamista koskevia teknisiä ja näitä vastaavia yleisiä määräyksiä ja ohjeita. Kantavien rakenteiden suunnittelua ja toteutusta koskee lähinnä rakentamismääräyskokoelman B-sarja. Lyhenteellä ”Suomen RakMk:n B-sarja” tarkoitetaan voimassa olevia Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiä ja ohjeita kantavien rakenteiden osalta. (1, s. 6.)

Lyhenteellä ”Suomen RakMk B2010” tarkoitetaan uudistumassa olevaa, mutta vielä keskeneräistä Suomen RakMk:n B-sarjaa.

3.3 Siirtymävaihe

Tässä tutkimuksessa siirtymävaiheella tarkoitetaan ajanjaksoa, jolloin Suomen RakMk:n B-sarja sekä euronormi ovat rinnakkaiskäytössä.

4 NORMIMUUTOKSEN TUTKIMINEN

4.1 Euronormin mukaisten laskenta-arvojen kartoitus

Edellytys euronormin mukaiselle suunnittelulle ovat normin mukaiset laskenta-arvot. Rakennustuotteiden laskenta-arvojen saatavuudet selvitettiin eri tuotevalmistajien CE-merkinnöistä, ETA-hyväksynnöistä, standardeista sekä VTT:n lausunnoista ja sertifikaateista.

Tutkimuksessa listattiin talotehtaan yleisesti käyttämät kantavien rakenteiden rakennustuotteet ja tuoteryhmät sekä etsittiin niille mahdollisimman kattavasti euronormin mukaiset laskenta-arvot (liite1). Niille tuotteille ja tuoteryhmille, joille ei löydetty euronormin mukaisia laskenta-arvoja, etsittiin vastaavat vaihtoehtoiset tuotteet ja tuoteryhmät, joille laskenta-arvot löytyy. Tuotteen valmistajan valinnalla on siis merkitystä, kun valintakriteerinä on tuotteen käyttö euronormin mukaisessa suunnittelussa.

4.2 Euronormi ja hirsistandardi

Euronormissa ei käsitellä erikseen hirsituotteita, eikä hirsille ole eurooppalaista harmonisoitua standardia. Kansallinen SFS-standardi SFS 5973 käsittelee rakennuksessa käytettäviä massiivi- ja lamellihirsiä. Standardin vaatimukset on jäsenneilty rakennustuotedirektiivin olennaisten vaatimusten mukaan. Hirsistandardin SFS 5973 mukaisia hirsii voidaan tämän perusteella käyttää euronormin mukaisessa suunnittelussa. Mammutihirren tuotannossa ei vielä tuoteta standardin mukaista hirttä.

4.3 Pohjatutkimukset ja perustussuunnittelu

Euronormia käytettäessä ei pohjatutkimuksiin sekä perustamistapalausuntoihin tule oleellisia muutoksia vaan muutokset liittyvät lähinnä esitystapaan ja tarkkuuteen. Tutkimukseen haastateltiin kahden eri yrityksen asiantunti-

jaa, joiden molempien ajatukset asiaan olivat samankaltaisia. Nykyisen tasoinen maaperätutkimus antaa riittävät valmiudet suunnitella perustus euronormin mukaan.

4.4 Palomitoitus

Hirsiseinän palonkestävyyttä koskevaa ohjeistusta ei ole euronormissa suoraan annettu. Tällöin normi sallii muiden suunnitteluohjeiden käytön, kunhan ne eivät ole ristiriidassa euronormien kanssa.

Hirsiseinien palomitoituksessa tukeudutaan VTT:n lausuntoon (Tutkimuslaskutus nro VTT-S-1274-6), jossa on esitetty palonkestävyydet kokeelliseen menetelmään perustuen. VTT:n palonkestävyyskokeessa koemenetelmänä on käytetty EN 1365-1-standardia, joka on vahvistettu suomalaisiksi kansalliseksi standardiksi. Euronormin SFS-EN 1995-1-2 kansallisessa liitteessä hyväksytään EN 1365-1-standardin mukainen koemenetelmä.

4.5 Värähtelymitoitus

Puuvälipohjan värähtelymitoitus tehdään EN 1995-1-1-ohjeiden ja Suomen kansallisten liitteiden (NA) mukaan. Värähtelymitoitus aiheuttaa välipohjarakenteisiin muutoksia siten, että välipohjapalkkien dimensiot kasvavat hieman. Muutos ei aiheuta ongelmia puurakennesuunnitteluun, kun arkkitehtisuunnitelmissa huomioidaan riittävä vahvuus välipohjalle. Arkkitehtisuunnittelijoille voidaan tehdä ohje, jossa on kerrottu erilaisille välipohjarakenteille suurimmat suositeltavat jännevälit.

4.6 Euronormin vaatimukset valmistukselle ja valvonnalle

Kun puurakenteiden suunnittelussa käytetään euronormia, tulee normin EN 1995-1-1 luvussa 10 esitetyt vaatimukset valmistukselle ja valvonnalle huomioida. Luvussa 10 esitetyt vaatimukset ovat standardin mitoitussääntöjen käyttämisen edellytyksenä.

Rakennushankkeessa tehdasvalmistuksen valvonta on talotehtaan vastuulla ja työmaavalvonta on vastaavan mestarin vastuualuetta. Hirsistandardissa (SFS 5973) on vaatimus tehdastuotannon laadunvalvonnalle, jonka tason katsotaan täyttävän EN 1995-1-1 luvun 10.7 vaatimuksen.

Siirtymävaiheen aikana rakennesuunnitelmissa ilmoitetaan, että EN 1995-1-1 luvussa 10 on esitetty vaatimuksia valmistukselle ja valvonnalle. Ilmoitus luvun 10 vaatimuksista esitetään, koska Suomen RakMk:n B-sarjassa ei ole esitetty samankaltaisia vaatimuksia.

Toteutuksesta ja laadunvarmistuksesta eurokoodeissa on viitestandardit betonirakenteiden työmaatoteutukselle (SFS-EN 13670), betonimateriaalille (SFS-EN 206-1) sekä teräsrakenteiden toteutukselle (SFS-EN 1090-2). Betonivalmisteiden toteutusta ja laadunvarmistusta käsitellään mm. standardeissa SFS-EN 13369, SFS-EN 13225 ja SFS-EN 14992. (1, s. 10.)

Puurakenteiden työnsuorituksesta ei ole olemassa eurooppalaista standardia, mutta parhaillaan on valmisteilla kansallinen SFS-standardi, jossa työnsuoritusohjeet esitetään ja johon Suomen RakMk B2010:n puurakenteita koskevassa osassa tultaneen viittaamaan. Kaikki eurokoodeihin liittyvät työnsuoritusohjeet eivät siis tämän tutkimuksen julkaisuhetkellä ole vielä käytettävissä. (1, s. 10.)

4.7 Siirtymävaihe: Euronormi ja Suomen RakMk:n B-sarja

Siirtymävaiheessa Suomen RakMk:n B-sarja sekä euronormi ovat rinnakkaiskäytössä. Skol ry:n julkaisemassa menettelytapaohjeessa esitetään periaatteet hyväksyttävälle suunnitteluohjejärjestelmien rinnakkaiskäytölle rakennushankkeessa. (1, s. 10.)

Rakennesuunnittelun perussääntönä on ollut, että eri suunnitteluohjejärjestelmiä ei saa sekoittaa keskenään, vaan yksi rakennekokonaisuus on suunniteltava yhden normijärjestelmän mukaan. Käsite rakennekokonaisuus tarkoittaa laajimmillaan kantavan ja jäykistävän rungon mitoitusta

perustuksineen yhdessä ja samassa normijärjestelmässä. Tässä menettelytapaohjeessa rakennekokonaisuudella tarkoitetaan kuitenkin pienempiä rakenteellisesti yhtenäisesti toimivia kokonaisuuksia, ja tällainen rakennekokonaisuus on suunniteltava yhden suunnitteluohjejärjestelmän mukaisesti. Eri normijärjestelmillä suunniteltujen rakennekokonaisuuksien yhteensovittamisvelvoite kuuluu hankkeen kokonaisuudesta vastaavalle rakennesuunnittelijalle. (1, s. 4.)

4.8 Suunnittelutoimistojen euronormiosaamisen kartoitus

Suunnittelutoimistojen euronormiosaamista kartoitettiin kysymällä valmiuksista euronormin mukaiseen suunnitteluun. Kysely suoritettiin puhelinhaastatteluna suunnitteluosaston päälliköille. Haastattelussa esitetyt kysymykset ja niihin annetut vastaukset on esitetty liitteessä 2.

Haastattelujen perusteella suunnittelutoimistojen euronormiosaaminen on hyvällä tasolla ja valmiudet euronormin mukaiseen suunnitteluun.

4.9 Mallitalon suunnitelmat euronormin mukaan

Mallitalon rakennesuunnitelmat (liite3) teetettiin alihankintana suunnittelu-toimistossa Mammutihirren muuttovalmismalliston Tornikammari-taloon. Mallin valintaperusteina oli se, että siitä löytyy mahdollisimman kattava määrä erilaisia rakenteita. Puolitoistakerroksisen mallin valintaan ohjasi lähinnä se, että puuvälipohjan värähtelymitoitus saadaan mukaan tarkasteluun. Kuvassa 1 on esitetty Mammutihirren muuttovalmismalliston Tornikammari-talon 3D-mallinnuskuva.



KUVA 1. Tornikammari, Mammuttihirsi

5 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimustuloksissa on kerrottu merkittävimmät tulokset talotehtaan euronormisuunnitteluun vaikuttavista tekijöistä. Tutkimuksessa ei kuitenkaan ole voitu ottaa kaikkia mahdollisia erikoistapauksia tarkasteluun.

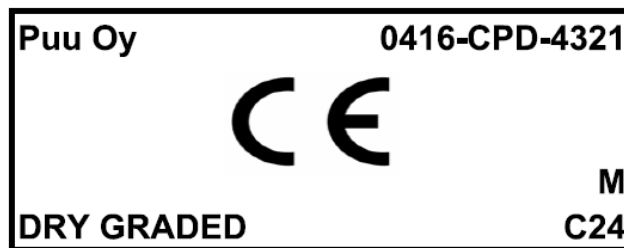
5.1 Euronormin mukaiset laskenta-arvot

Euronormin mukaisia laskenta-arvoja (liite 1) löytyy rakennustuotteille kattavasti, joidenkin tuotteiden toimittajaa voidaan joutua vaihtamaan laskenta-arvojen puutteen takia.

EU:n rakennustuoteasetuksen mukainen CE-merkintä tulee pakolliseksi valtaosalle rakennustuotteita 1.7.2013 lähtien. Tämä tulee osaltaan parantamaan laskenta-arvojen saatavuutta. Kuvassa 2 on esitetty esimerkkejä CE-merkityn lujuuslajitellun sahatavaran leimoista.

Koneellinen lujuuslajittelu (leimat 1 ja 2 vaihtoehtoisia)

Leima 1



Leima 2

CE M¹ C24² 0416-CPD-4321 DRY GRADED Puu Oy
¹ = konelajittelu
² = lujuusluokka

KUVA 2. Esimerkkejä CE-merkityn lujuuslajitellun sahatavaran leimoista (4, s.1)

5.2 Euronormi ja hirsistandardi

Mammutihirren tuottama lamellihirsi ei ole vielä hirsistandardin SFS 5973 mukaista, joten euronormin mukainen suunnittelu ei ole tältä osin vielä mahdollista. Hirsitalovalmistajat ovat toistaiseksi noudattaneet toiminnassaan Hirsitaloteollisuuden ry:n laatimia ohjeita, joita ovat laatuvaatimukset, sopimusehdot ja suunnitteluperusteet. Hirsistandardin tarve on tullut esille kotimaisten ja kansainvälisten määräysten kehittyessä ja näin ollen Hirsitaloteollisuus on valmistellut vuonna 2010 kansallisen SFS-standardin, jonka tarkoituksena on ollut ohjeistuksien yhtenäistäminen.

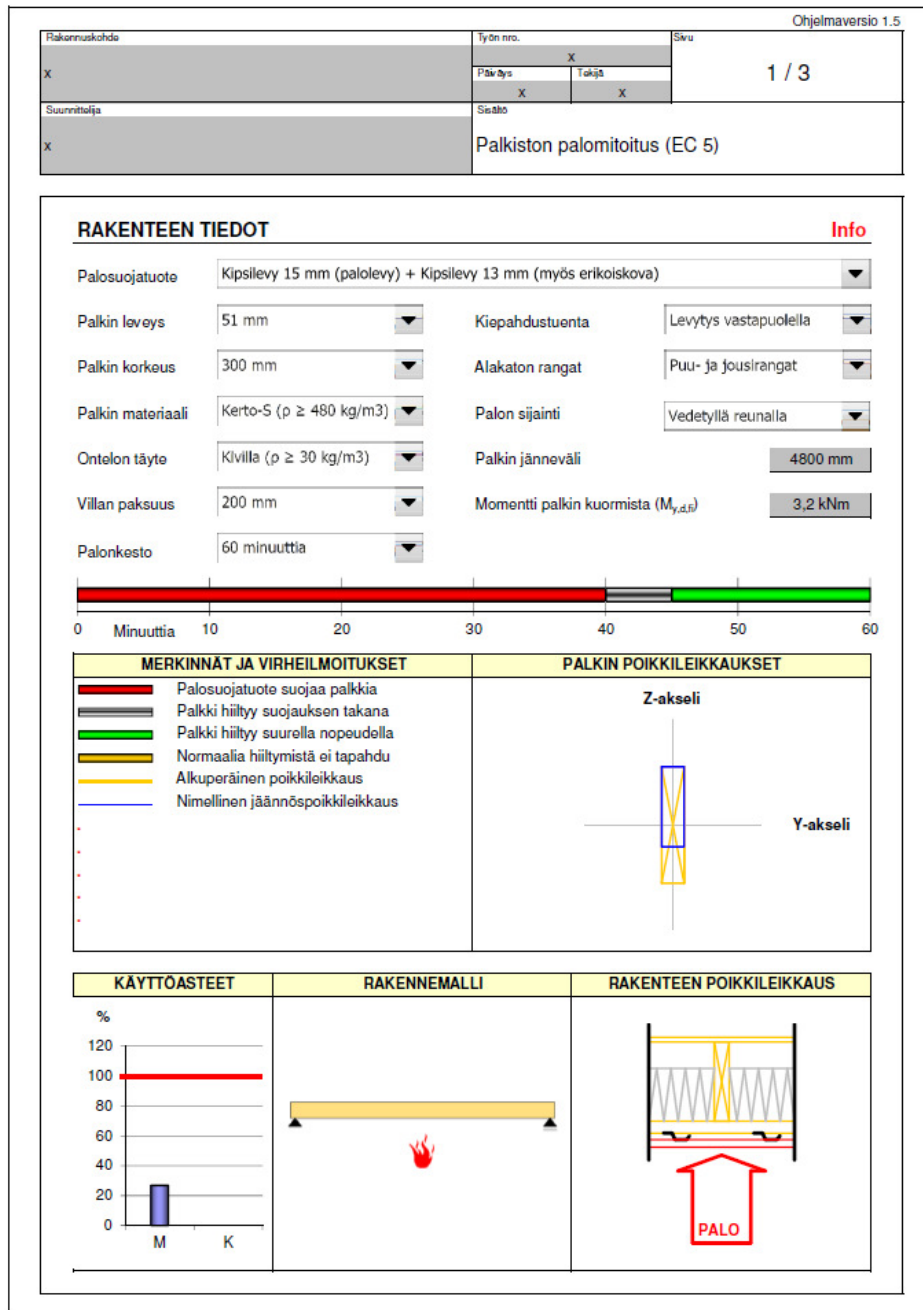
Hirsistandardin noudattaminen on vapaaehtoista ja sen käyttöönottoa ei ole katsottu Mammutihirrellä tarpeelliseksi. Hirsistandardissa (SFS 5973) on vaatimus tehdastuotannon laadunvalvonnalle, jonka tason katsotaan täyttävän EN 1995-1-1 luvun 10.7 vaatimuksen. Tavoitteena on, että hirsituotannosta saadaan hirsistandardin vaatimukset täyttävää hirttä viimeistään kesäkuussa 2013.

5.3 Pohjatutkimukset ja perustussuunnittelu

Perustussuunnittelulle euronormin mukaan ei ole esteitä. Pohjatutkimukset ja perustamistapalausunnat sekä EN-standardit antavat riittävät lähtötiedot suunnittelulle.

5.4 Palomitoitus

Puurakenteiden palomitoitus tehdään EN 1995-1-2 suunnittelustandardin mukaan. Mitoituksessa voidaan hyödyntää Puuinfon jakamia euronormimitoitukseen soveltuvia ilmaisohjelmia. Kuvassa 3 on ote palkiston palomitoitusohjelmasta.

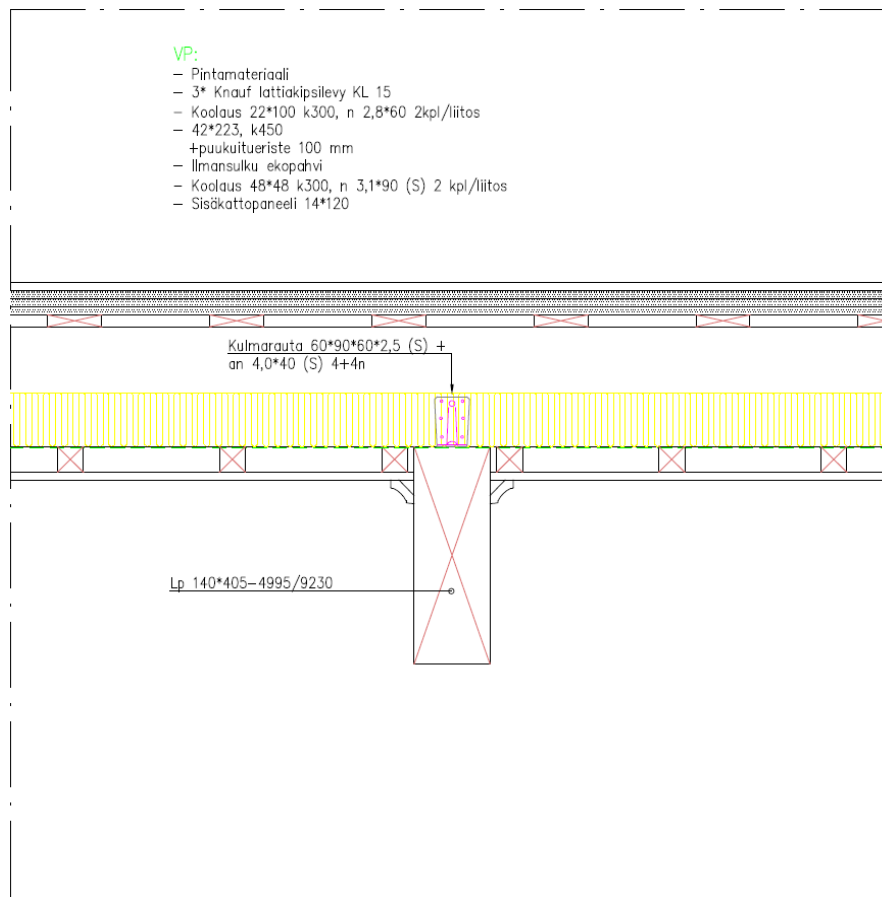


KUVA 3. Palkiston palomitoitusohjelma

5.4 Värähtelymitoitus

Puuvälipohjan värähtelymitoitus tehdään EN 1995-1-1:n ja Suomen kansallisten liitteiden (NA) ohjeiden mukaan. Vakiovälipohjarakenteelle on tehty tarkastelut pintalaatan (liite 4) ja suurimpien suositeltavien jännevälien osalta (liite 5).

Liitteessä 4 on esitetty vakiorakenteisen välipohjan jännevälitalukko jota noudatetaan pääpiirustusten suunnittelussa. Jos käytetään vakioratkaisusta poikkeavaa välipohjaa, on varmistettava ennakkoon ratkaisun toimivuus. Puurakennesuunnitelmissa on tehtävä värähtelymitoituksen ennakkotarkastelu ennen rakennesuunnitelmien valmistumista silloin, kun kyseessä ei ole vakiorakenne. Värähtelymitoituksen suorittaa NR-suunnittelija puurakennesuunnittelijan tekemän ristikkokaavion perusteella. Kuvassa 4 on esitetty Mammuttihirren vakiovälipohjaleikkaus.



KUVA 4. Välipohjaleikkaus

5.5 Euronormin vaatimukset valmistukselle ja valvonnalle

Kun puurakenteiden suunnittelussa käytetään euronormia, tulee normin EN 1995-1-1 luvussa 10 esitetyt vaatimukset valmistukselle ja valvonnalle hu-

mioida. Luvussa 10 esitetyt vaatimukset ovat standardin mitoitussääntöjen käyttämisen edellytyksenä.

Hirsistandardissa (SFS 5973) on vaatimus tehdastuotannon laadunvalvonnalle, jonka tason katsotaan täyttävän EN 1995-1-1 luvun 10.7 vaatimuksen.

Mammuttihirren toiminnassa valvonta voidaan ulottaa kokonaisvaltaisesti tehdastuotantoon ja joiltakin osin rakennustuotantoon. Rakennustuotannossa Mammuttihirren vastuulla oleva valvonta ulottuu valmistalokonseptiin ja kantavien rakenteiden asennusurakoihin. Kun rakentaminen on asiakkaan omana hankintana, tulee asiakkaan täyttää euronormin mukaiset vaatimukset myös valmistuksen ja valvonnan osalta.

5.6 Siirtymävaihe: Euronormi ja Suomen RakMk:n B-sarja

Mammuttihirsi-taloja suunniteltaessa ei käytetä kahta eri normia samassa rakennuskohteessa. Kun euronormi otetaan käyttöön pääasiallisena suunnittelunormina, sillä suunnitellaan kaikki ne rakennukset, joissa voidaan käyttää kaikkien rakennusosien mitoitukseen euronormia.

Rakennukset, jotka sisältävät sellaisia rakennusosia, joiden suunnittelu on mahdollista ainoastaan Suomen RakMk:n B-sarjan mukaan, suunnitellaan kokonaisuudessaan Suomen RakMk:n B-sarjan mukaan. Siirtymävaiheessa suunnitellaan Suomen RakMk:n B-sarjan mukaan sellaiset rakennukset, joissa on harkkorakenteinen kellari.

5.7 Suunnittelutoimistojen euronormiosaamisen kartoitus

Puhelinhaastatteluna (liite 2) tehdyn kyselyn perusteella edellytykset ovat riittävät euronormin mukaiseen suunnitteluun. Euronormiosaamisen tasosta varmistuttiin siten, että tilattiin suunnittelutoimistosta mallitaloon rakennesuunnitelmat sekä rakennelaskelmat euronormin mukaisina. Haastattelujen ja mallitalon suunnitelmien perusteella suunnittelutoimistojen euronor-

miosaaminen on hyvällä tasolla ja valmiudet euronormin mukaiseen suunnitteluun on olemassa.

5.8 Mallitalon suunnitelmat euronormin mukaan

Tornikammarin suunnittelu euronormin mukaan onnistui moitteetta. Suunnittelussa jouduttiin kuitenkin tekemään yksi oletus, jolloin hirsi ajateltiin hirsi-standardin mukaiseksi lujuusluokkaan C24. Rakennesuunnitelmat ja laskelmat on esitetty liitteessä 3.

Euronormin mukaisissa suunnitelmissa näkyvimpiä muutoksia B-sarjan normin mukaisiin suunnitelmiin ovat kantavien rakenteiden dimensioiden vähäiset muutokset, kuormitusten arvot ja materiaaliominaisuuksien merkinnät. Uusina asioina suunnitelmiin merkitään muun muassa rakennuksen seuraamusluokka ja suunnittelukäyttöikä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli saada selville, miten euronormi voidaan ottaa käyttöön talotehtaan suunnitteluprosessissa, sekä selvittää, mitä vaikutuksia normimuutoksella on talotoimitusprosessiin. Tarkoitus oli myös selvittää, mitä haasteita ja mahdollisia esteitä euronormin käyttöönotolle on tämänhetkessä tilanteessa.

Tutkimuksen laajuus on mielestäni riittävä tutkimusongelman selvittämiseen ja vastaa asetettuihin tavoitteisiin hyvin. Tutkimuksessa on käsitelty asiaa pääasiassa hirsirakenteisten omakotitalojen suunnittelun kannalta, joten normimuutoksen mahdollisia vaikutuksia suurempiin esimerkiksi julkisiin rakennuksiin ei ole tutkittu. Tutkimuksessa saatiin kerättyä kattavasti tietoa, jota voidaan hyödyntää normimuutosaikataulusta päätettäessä sekä myöhemmin euronormin käyttöönotossa.

Kantavien rakenteiden suunnittelu voi perustua joko eurokoodien ja niiden kansallisten liitteiden tai Suomen rakentamismääräyskokoelman määräysten ja ohjeiden mukaiseen suunnitteluun. Yhtenä kokonaisuutena toimivat rakenneosat on suunniteltava käyttäen vain jompaakumpaa suunnittelujärjestelmää, ts. niitä ei saa käyttää ristiin. Rinnakkaiskäyttökauden on ennakoitu päättyvän 30.06.2013, jolloin eurokoodien kanssa päällekkäiset suunnittelu-säännöt poistettaisiin rakentamismääräyskokoelmasta. (2, s.1.)

Tutkimuksen viimeistelyvaiheessa 17.4.2013 Ympäristöministeriö julkaisi lausuntopyynnön asetuksesta kantavien rakenteiden ja pohjarakenteiden suunnitteluun, jossa hyväksyttäväksi suunnittelujärjestelmäksi määritellään euronormi. Asetusten voimaatuloajankohdaksi on merkitty 1.1.2014. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että Mammutihirren on viimeistään silloin siirryttävä käyttämään pelkästään euronormia. Suomen Rakentamismääräyskokoelmaa olisi mahdollista käyttää kantavien rakenteiden suunnittelussa jatkossakin, mutta käytöstä olisi sovittava aina rakennuskohtaisesti kunnan rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä,

että talotehtaan on pakko siirtyä euronormin mukaiseen suunnitteluun 1.1.2014. Talotehtaan toimitusprosessissa ei ole mahdollista sopia suunnittelunormin käytöstä rakennuskohtaisesti.

Kantavien rakenteiden normien tilanne toukokuussa 2013 on seuraava:

- nykyinen B-sarja on voimassa ja käyttöä voidaan jatkaa 1.1.2014 asti.
- ympäristöministeriön asetus kantavien rakenteiden ja pohjarakenteiden suunnitteluun (lausuntopyyntö 17.4.2013), jonka voimaantulo on 1.1.2014.
- euronormin käyttö on ollut mahdollista marraskuusta 2007 alkaen.

Tutkimuksen perusteella suunnittelunormin vaihtaminen euronormiin on mahdollista, kun hirsituotanto saadaan hirsistandardin mukaiseksi. Tavoitteena on, että hirsituotannosta saadaan hirsistandardin vaatimukset täyttävää hirttä viimeistään kesäkuussa 2013. Normimuutoksen tutkimisen yhteydessä kerättyä tietoa voidaan hyödyntää euronormin käyttöönotossa laajamittaisesti.

Mielenkiintoisena jatkotutkimustarpeena voidaan mainita puurakentamiseen tulossa olevan toteutusstandardin asettamien vaatimusten tutkiminen sekä sen jalkauttaminen talotehdastoimintaan. Puurakenteille ei ole olemassa eurooppalaista toteutusstandardia (laaditaan eurokoodien jatkokehitystyössä). (3, s.1.) Toteutuksesta on valmisteilla kansallinen SFS-standardi, mutta sen julkaisuajankohdasta ei ole vielä tarkempaa tietoa.

LÄHTEET

1. Skol Ry. 2010. Eurokoodien ja RakMk:n nykyisen B-sarjan rinnakkaiskäytön pelisäännöt kantavien rakenteiden suunnittelussa. Saatavissa:
http://www.skolry.fi/easydata/customers/skolry/files/eurokoodit/EC_RakMK_rinnakkaiskaytto_v1.0_100630.pdf Hakupäivä: 1.10.2011.
2. Ympäristöministeriö. 2012. Rakentamismääräykset ja eurokoodisuunnittelu. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136425&lan=fi> Hakupäivä: 15.8.2012.
3. Eurokoodi help desk → Puurakenteet → Toteutus
Saatavissa:
<http://www.eurocodes.fi/1995/SFSXXX/ContentsSFSXXX.htm> Hakupäivä: 6.4.2013.
4. PUUINFO
Saatavissa:
<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/rakennesahatavara/Lujuuslajitteluleimat.pdf> Hakupäivä: 6.4.2013.

LIITTEET

Liite 1. Rakennustuotteet ja euronormin mukaiset kestävyysarvot

Liite 2. Puhelinhaastattelut

Liite 3. Mallitalon rakennesuunnitelmat

Liite 4. Välipohjan pintalaatan mitoitus

Liite 5. Välipohjan jännevälitaulukko vakiorakenteelle

Rakennustuote	Valmistaja(t)/ toimittaja	Viitestandardi	Suunnittelu standardi	CE- merkintä	Euronormin mukaiset laskenta-arvot
Puutuotteet:					
Lamellihirsi	Mammutihirsi	SFS 5973	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Ei	Ei
Sahatavara	Useita/ Puumerkki	SFS-EN 14081-1	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Kyllä	Kyllä
LVL	Useita/ Puumerkki	SFS-EN 14374, SFS-	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Kyllä	Kyllä
Liimapuu	Useita/ Puumerkki	SFS-EN 14080	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Kyllä	Kyllä
Puulevyt	Useita/ Puumerkki	SFS-EN 13986	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Kyllä	Kyllä
NR- tuotteet	KPR/KPR	SFS-EN 14250	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Kyllä	Kyllä
Levyt:					
Kipsilevyt	Knauf/ Puumerkki	SFS-EN 520	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Kyllä	Kyllä
Lastulevyt	Esim. Lattia-Wilhelm/ Puhos board	SFS-EN 312	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Ei	Kyllä
Kuitulevyt	Suomen kuitulevy Oy/ Puumerkki	SFS-EN 12369-1	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Kyllä	Kyllä
Liittimet ja teräsosat:					
Puikkoliittimet	Esim. Naula/ Pintos/ Rautakauppa	SFS-EN 14592	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Kyllä	Kyllä
Vaarna-, naulaus- ja naulalevyt	Sievi steel Oy	SFS-EN 14545	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Ei	Ei
Pilarijalat, palkkikengät	Sievi steel Oy	SFS-EN 14546	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Ei	Kyllä, muutamia puutteita. KTS. Puutteet esitetty alla.
2xM30 Pilarijalka	Sievi steel Oy	SFS-EN 14547	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Ei	Ei
Piilopalkkikengä "BMF" 160-4	Sievi steel Oy	SFS-EN 14548	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Ei	Ei
Betonirakenteet:					
Betoniteräkset	Useita		EN 1992-1-1+AC		Kyllä
Betoni	Useita		EN 1992-1-1+AC	Ei	Kyllä
Ontelolaatat	Useita	SFS-EN 1168 + A2	EN 1992-1-1+AC	Kyllä	Kyllä
Paaluperustusten paaluosuus (RR90)	Rautaruukki	SFS-EN 10219-1 - S	PPO-2007	Kyllä	Kyllä
Harkkorakenteet:					
Lammi-lämpökivet LL400 ja LL350.	Lammin Betoni Oy, Lakan Betoni	SFS-EN 15435	SFS-EN 1996-1-1	Ei	Ei
Muuratut seinät, kantavat	Useita, Esim. Terca, Tiileri	SFS EN 771-1 - SFS	SFS-EN 1996-1-1	Kyllä	Kyllä
Teräsrakenteet:					
Rakenneteräs		Useita kts. EN 1993-1	EN 1993-1-1	Kyllä	Kyllä
Eristeet (palomitoituksen kautta)					
Ekovilla	Ekovilla	SFS-EN 13172	SFS-EN 1995-1-2+AC	Kyllä	Ei
Paroc	Paroc	SFS-EN 13162	SFS-EN 1995-1-2+AC	Kyllä	Kyllä
Isover	Isover	SFS-EN 13163	SFS-EN 1995-1-2+AC	Kyllä	Kyllä
Vaihtoehtoiset tuotteet, johon laskenta-arvot löytyy.					
Vaarna-, naulaus- ja naulalevyt, pilarijalat, palkkikengät	Esim. Simpson Strong-Tie	EN 14545	SFS-EN 1995-1-1+A1+AC	Kyllä	Kyllä

Suunnittelutoimistojen euronormiosaamisen kartoitus.

Haastattelu tehtiin kahdelle maineikkaalle rakennesuunnitteluun erikoistuneelle insinööritoimistolle, sekä kahdelle geotekniseen suunnitteluun, maaperätutkimuksiin, maaperän kunnostamiseen ja pohjarakentamiseen erikoistuneelle yritykselle.

Haastateltujen yrityksen- ja henkilöiden nimiä ei esitetä. Haastattelut erotetaan toisistaan antamalla kullekin toimijalle ammattialaa kuvaava tunnus. Tunnukset eri haastatteluista ovat: RAK1, RAK2, GEO1 ja GEO2.

Kysymykset on esitetty rakennesuunnitteluun erikoistuneelle insinööritoimistoille RAK1 ja RAK2:

- 1. Ovatko suunnittelijat saaneet euronormikoulutusta?**
Vastaus RAK1: **Kyllä**
Vastaus RAK2: **Kyllä**
- 2. Oletteko suunnitelleet perustussuunnitelmia euronormin mukaan?**
Vastaus RAK1: **Ei**
Vastaus RAK2: **Kyllä**
- 3. Onko edellytykset suunnitella kaikki valmistalon rakennesuunnitelmat euronormin mukaan?**
Vastaus RAK1: **Kyllä**
Vastaus RAK2: **Kyllä**
- 4. Onko mahdollisuus antaa koulutusta euronormikoulutusta?**
Vastaus RAK1: **Ei**
Vastaus RAK2: **Kyllä**
- 5. Onko tietoa pohjatutkimuksien lähtötietoihin liittyen jotain ongelmaa suhteessa euronormiin?**
Vastaus RAK1: **Ei ole tarkkaan tiedossa.**
Vastaus RAK2: **Ei**

Kysymykset on esitetty geotekniseen suunnitteluun, maaperätutkimuksiin, maaperän kunnostamiseen ja pohjarakentamiseen erikoistuneelle yritykselle GEO1 ja GEO2:

- 1. Onko kokemusta ” Eurokoodi 7. Geotekninen suunnittelu. Osa 2: Pohjatutkimus ja koestus” euronormista?**
Vastaus GEO1: **Kyllä**
Vastaus GEO2: **Kyllä**
- 2. Mitä vaikutuksia EC aiheuttaa pohjatutkimukselle?**
Vastaus GEO1: **Lähinnä pieniä muutoseikkoja, mm. muutokset maalajien ilmoittamiseen liittyen. Ei ole ongelma.**

Vastaus GEO2: **Lisää tarkkuutta, asioita on esitettävä kattavammin. Muutokset vähäisiä, eli on käytännössä lähes samanlainen kuin nykyinen pohjatutkimus. Ei aiheuta isoa muutosta nykyiseen toimintaan verrattuna.**

3. Onko nykyinen maaperätutkimuksenne riittävä EC:n vaatimuksiin?

Vastaus GEO1: **Kyllä. Nykyisilläkin voi suunnitella, mutta EC:n mukainen raportti on eri tavalla muotoiltu.**

Vastaus GEO2: **Kyllä. Molemmissa on samat tutkimukset ja koemäärät.**

4. Onko teillä mahdollisuus toimittaa pohjatutkimuksia, jotka ovat EC:n kanssa yhteensopivia?

5. Vastaus GEO1: **Kyllä**

6. Vastaus GEO2: **Kyllä**

7. Oletteko tehneet sellaisia pohjatutkimuksia, jotka antavat riittävät lähtötiedot EC:n mukaiseen suunnitteluun?

Vastaus GEO1: **Ei. Mutta, on valmius.**

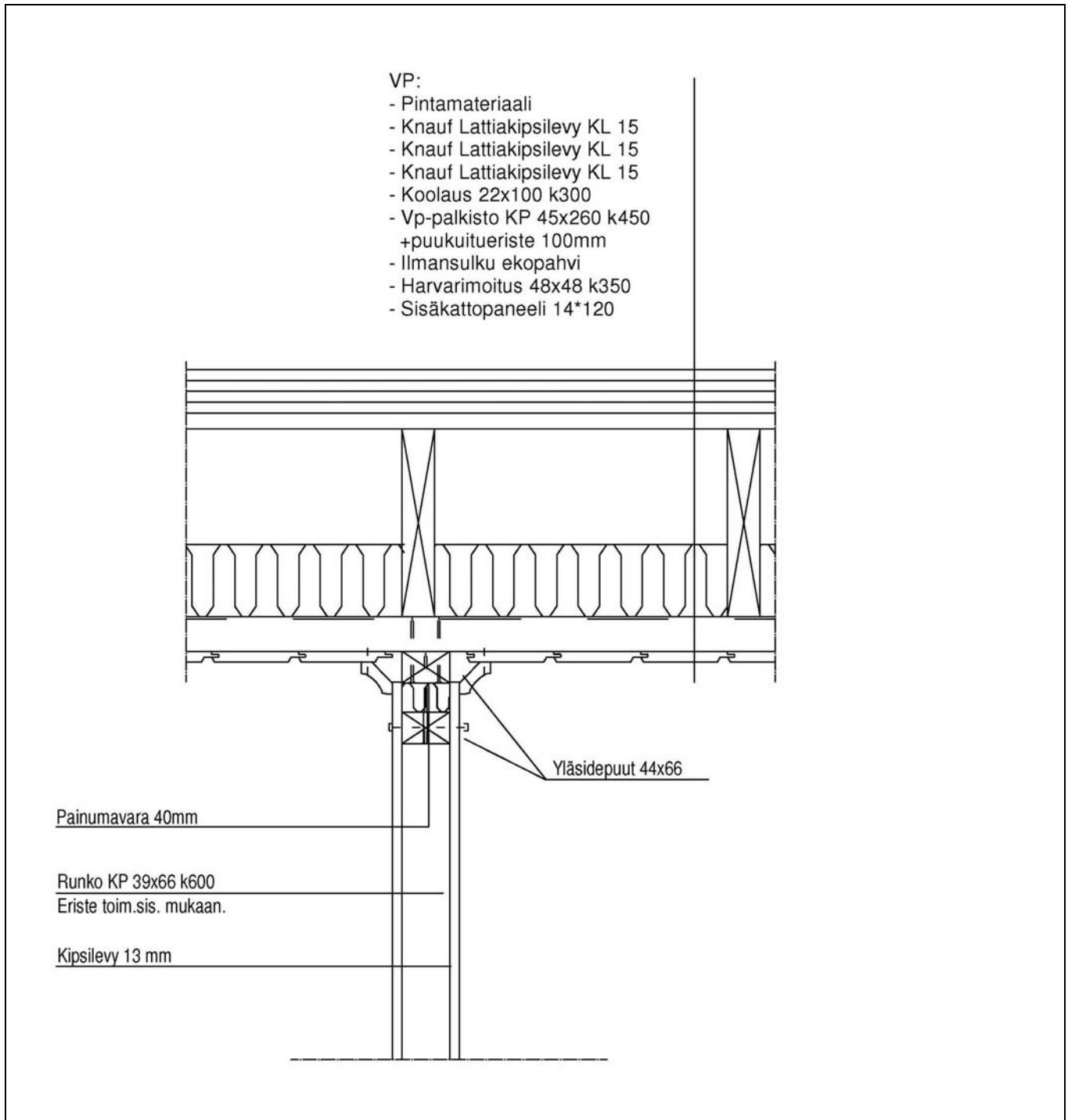
Vastaus GEO2: **Kyllä. Ovat tehneet EC:n mukaisen mitoituksen tuulivoimalaan, raportti on tehty kuitenkin nykyisellä mallilla.**

VÄLIPOHJAN PINTALAATAN MITOITUS

Esa Suomalainen, DI

KPM-Engineering Oy, Kuopion toimipiste
Tulliportinkatu 34, FI-70100 Kuopio, FINLAND
tel. +358-207 392 200, fax +358-207 392 333
info@kpmeng.fi, <http://www.kpmeng.fi>

Tehtävä: Mitoittaa Kuvan 1. mukaisen välipohjan pintarakenne värähtelymitoituksella EC5 mukaan. Ratkaisuna haetaan pintarakenteen alapuolisen palkiston maksimi k-jako. Toisena vaihtoehtorakenteena käytetään lautakoolauksen 22x100 sijasta koolausta 32x100.



Kuva 1.

1.1 Pintalaatan jäykkyys

Pintalaatan jäykkyyteen otetaan huomioon lautakoolaus 22x100 k300 sekä kipsilevyt niin, että alimmainen levy on kiinni laudoissa ruuvilla $d_{\min}=2.8\text{mm}$ $k_{\min}=300\text{mm}$ (valmistajan minimisuositus ruuvaustiheydelle). Lisäksi toinen ja kolmas levy on ruuviliimattu alempaan levyyn. Mahdollisen lattialämmityspotkiston on oletettu sijaitsevan keskimmäisen kipsilevyn tasossa, jolloin kipsilevyt on otettu lujuteen huomioon korkeudesta $(15+15)\text{mm}=30\text{mm}$.

Pintalaatta lasketaan yksiaukkoisena, yhteen suuntaan kantavana laattana.

Pintalaatan kipsikerroksen kimmokerrotimeksi E käytetään 7619N/mm^2 (Liite 1) ja tiheytenä valmistajan ilmoittamaa 1100kg/m^2 . Laudan lujuusluokka on C18, kimmokerroin $E=9000\text{N/mm}^2$ ja tiheys 380kg/m^2 .

Kipsilevyn taivutusjäykkyydeksi saadaan $EI_{\text{,kipsi}}=17143\text{Nm}^2/\text{m}$.

Lautakoolauksen taivutusjäykkyydeksi saadaan $EI_{\text{,lauta}}=2662\text{Nm}^2/\text{m}$.

Liittovaikutuksesta (lautakoolaus ja kipsilevy) saadaan lisäjäykkyys laudan suunnassa $EI_{\text{,lisa}}=306\text{Nm}^2/\text{m}$.

Yhteensä laskettavan pintalaatan taivutusjäykkyys on lautakoolauksen suunnassa $EI_{\text{,L}}=20110\text{Nm}^2/\text{m}$ ja laudan suuntaa kohtisuorassa suunnassa $EI_{\text{,B}}=17143\text{Nm}^2/\text{m}$ (Kuva 2.).

PUULAATAN TEHOLLINEN TAIVUTUSJAYKKYYS EC5			
Levyn tiedot		Poikittaiskoolaus	
Lujuusluokka=	Kipsi	Lujuusluokka=	C18
E=	7619 N/mm ²	E=	9000 N/mm ²
b=	300 mm	b=	100 mm
h=	30 mm	h=	22 mm
liitintyyppi=	ruuvi	k-jako=	300 mm
d=	2.8 mm	tiheys=	380 kg/m ³
s=	300 mm	jänneväli=	450 mm
tiheys=	1100 kg/m ³		
K _{ser} =	2001 N/mm		
E _{I,levy} =		17143 Nm ² /m	
E _{I,p.koolaus} =		2662 Nm ² /m	
E _{I,min} =		19805 Nm ² /m	
A=	9000 mm ²	A=	2200 mm ²
γ=	0.002	γ=	1
a=	25.8 mm	a=	0.2 mm
E _{I,jisa} =	306 Nm ² /m		
E _{I,ef} =	20110 Nm ² /m		
E _{I,ef} / E _{I,min} =	1.02		

Kuva 2.

1.2 Pintalaatan taipuma

Pintalaatan paikallinen taipuma 1kN: pistekuormasta saa eurokoodiin EN 1995-1-1 (EC5) perustuvan ohjeen RIL 205-1-2009 mukaan olla 0,5mm.

Vp-palkiston kuormitusleveydellä k600 pintalaatan taipumaksi saadaan 0,4mm.

2.1 Pintalaatan jäykkyys

Pintalaatan jäykkyyteen otetaan huomioon lautakoolaus 32x100 k300 sekä kipsilevyt niin, että alimmainen levy on kiinni laudoissa ruuvilla $d_{\min}=2.8\text{mm}$ $k_{\min}=300\text{mm}$. Lisäksi toinen ja kolmas levy on ruuviliimattu alempaan levyyn. Mahdollisen lattialämmityspotkiston on oletettu sijaitsevan keskimmäisen kipsilevyn tasossa, jolloin kipsilevyt on otettu lujuteen huomioon korkeudestaan $(15+15)\text{mm}=30\text{mm}$.

Pintalaatta lasketaan yksiaukkoisena, yhteen suuntaan kantavana laattana.

Pintalaatan kipsikerroksen kimmokertoimena E käytetään 7619N/mm^2 (Liite 1) ja tiheytenä valmistajan ilmoittamaa 1100kg/m^2 . Laudan lujuusluokka on C18, kimmokerroin $E=9000\text{N/mm}^2$ ja tiheys 380kg/m^2 .

Kipsilevyn taivutusjäykkyydeksi saadaan $EI_{\text{kipsi}}=17143\text{Nm}^2/\text{m}$.

Lautakoolauksen taivutusjäykkyydeksi saadaan $EI_{\text{lauta}}=8192\text{Nm}^2/\text{m}$.

Liittovaikutuksesta (lautakoolaus ja kipsilevy) saadaan lisäjäykkyys laudan suunnassa $EI_{\text{lisa}}=436\text{Nm}^2/\text{m}$.

Yhteensä laskettavan pintalaatan taivutusjäykkyys on lautakoolauksen suunnassa $EI_{\text{L}}=25770\text{Nm}^2/\text{m}$ ja laudan suuntaa kohtisuorassa suunnassa $EI_{\text{B}}=17143\text{Nm}^2/\text{m}$ (Kuva 3.).

PUULAATAN TEHOLLINEN TAIVUTUSJAYKKYYS EC5			
Levyn tiedot			Poikittaiskoolaus
Lujuusluokka=	Kipsi		Lujuusluokka= C18
E=	7619 N/mm ²		E= 9000 N/mm ²
b=	300 mm		b= 100 mm
h=	30 mm		h= 32 mm
liitintyyppi=	ruuvi		k-jako= 300 mm
d=	2.8 mm		tiheys= 380 kg/m ³
s=	300 mm		jänneväli= 450 mm
tiheys=	1100 kg/m ³		
K _{cor} =	2001 N/mm		
E _{i,levy} = 17143 Nm ² /m			
E _{i,p.koolaus} = 8192 Nm ² /m			
E _{i,min} = 25335 Nm ² /m			
A=	9000 mm ²		A= 3200 mm ²
γ=	0.002		γ= 1
a=	30.9 mm		a= 0.1 mm
E _{i,lisä} =	436 Nm ² /m		
E _{i,ef} =	25770 Nm ² /m		
E _{i,ef} / E _{i,min} =	1.02		

Kuva 3.

2.2 Pintalaatan taipuma

Vp-palkiston kuormitusleveydellä k700 pintalaatan taipumaksi saadaan 0,5mm.

3.1 Yhteenveto

Kuvan 1. mukaisessa rakenteessa, lautakoolauksen ollessa 22x100 k300, on alapuolinen Vp-palkiston suositeltavaa olla tiheämmin kuin 600mm.

Kuvan 1. mukaisessa rakenteessa, lautakoolauksen ollessa 32x100 k300, on alapuolinen Vp-palkiston suositeltavaa olla tiheämmin kuin 700mm.

Esa Suomalainen DI

Liite 1.

<p>KPM-Engineering FMC GROUP</p> <p>Kalevantie 7 C, FI-33100 Tampere, FINLAND tel. +358-3-273 711, fax +358-3-273 7333 http://www.kpmeng.fi</p>	DESIGNER	DATE	PAGE
	ES	17.2.12	7
PROJECT			
TIL_NRO 59.59			

Mammuthinren pöytälaatan päivitys knauf kipsilevyyn 3.15mm,

Kipsilevyn kimmokerroin:

knaut levyopas, kipsilevyrakentajan asennus- ja käyttöopas 2008, s. 18

voima-siirrymä kuvaaja

kokeessa saneerauslaastilla kiinnitetty
2x15mm lahtakipsilevy, jänneväli 0,6m

$$w = \frac{FL^2}{42 \cdot k_w \cdot EI_L} \quad , \quad k_w = \sqrt[4]{\frac{EI_B}{EI_L}} < \frac{B}{L} = 1$$

$$\Rightarrow EI_L = \frac{FL^2}{42 \cdot w} = \frac{1500 \text{ N} \cdot 0,6^2 \text{ m}^2}{42 \cdot 0,75 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 17143 \frac{\text{Nm}^3}{\text{m}}$$

$$I = \frac{BH^3}{12} = \frac{1 \text{ m} \cdot 0,03^3 \text{ m}^3}{12} = 2,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$\Rightarrow E = \frac{17143 \text{ Nm}^3/\text{m}}{2,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4} = 76191111 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \underline{\underline{7619 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}}$$

EC5:n mukainen värähtelymitoitus.**KEHÄRISTIKOT 1:LLÄ VÄLITUELLA**

NUMERO	DIMENSIO LEV.	DIMENSIO KORK.	MATERIAALI	RISTIKON K- JAKO	VÄLIPALKIT	PALKISTON K-JAKO	RAKENTEEN MAX JÄNNEVÄLI	HUOM!	RAK NUMERO
1	42	223	C30	900	1	450	4800	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/1
2	42	223	C30	900	2	300	5100	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/2

PALKKIVÄLIPOHJA 1-AUKKOINEN

NUMERO	DIMENSIO LEV.	DIMENSIO KORK.	MATERIAALI	PALKKIEN K- JAKO	RAKENTEEN MAX JÄNNEVÄLI	HUOM!	RAK NUMERO
3	42	223	C30	450	4000	$E_{I,B}=170000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/3
4	42	223	C30	300	4500	$E_{I,B}=170000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/4
5	45	260	KERTO-S	450	4700	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/5
6	45	260	KERTO-S	300	5300	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/6
7	45	300	KERTO-S	450	5300	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/7
8	45	300	KERTO-S	300	5800	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/8
9	45	360	KERTO-S	450	6100	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/9
10	45	360	KERTO-S	300	6700	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/10

Kaikissa rakenne:
Pintamateriaali
3x15mm lattikipsilevy
22x100 k300
Kantava palkisto
Koolaus 48x48 k 350
Kattopaneeli 14x120
Koolaukset normaalinaulauksella (2x2,8),
levytykset normaalilla ruuvikiinnityksellä (K 300).
Levyt liimataan toisiinsa kartonkipintaan tarttuvalla
laastilla tai liimalla.

PALKKIVÄLIPOHJA 2-AUKKOINEN

NUMERO	DIMENSIO LEV.	DIMENSIO KORK.	MATERIAALI	PALKKIEN K- JAKO	RAKENTEEN MAX JÄNNEVÄLI	HUOM!	RAK NUMERO
11	42	223	C30	450	4300	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/11
12	42	223	C30	300	4800	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/12
13	45	260	KERTO-S	450	5100	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/13
14	45	260	KERTO-S	300	5700	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/14
15	45	300	KERTO-S	450	5700	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/15
16	45	300	KERTO-S	300	6300	$E_{I,B}=150000 \text{ Nm}^2/\text{m}$	133-8000/16