



Fire safety in timber buildings

Technical guideline for Europe

Ensimmäinen eurooppalainen puurakennusten paloturvallisuuden käsikirja

WoodWisdom-Netin FireInTimber-tutkimushankkeen päätulokset

Innovatiivisten puurakenteiden palonkestävyys



building with wood

CEI-Bois Roadmap 2010



Osavastaus ilmastohaasteeseen

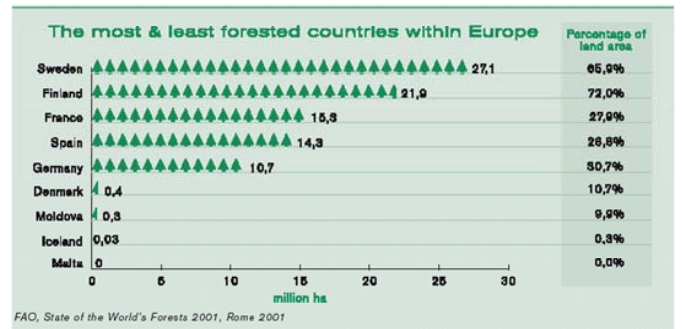
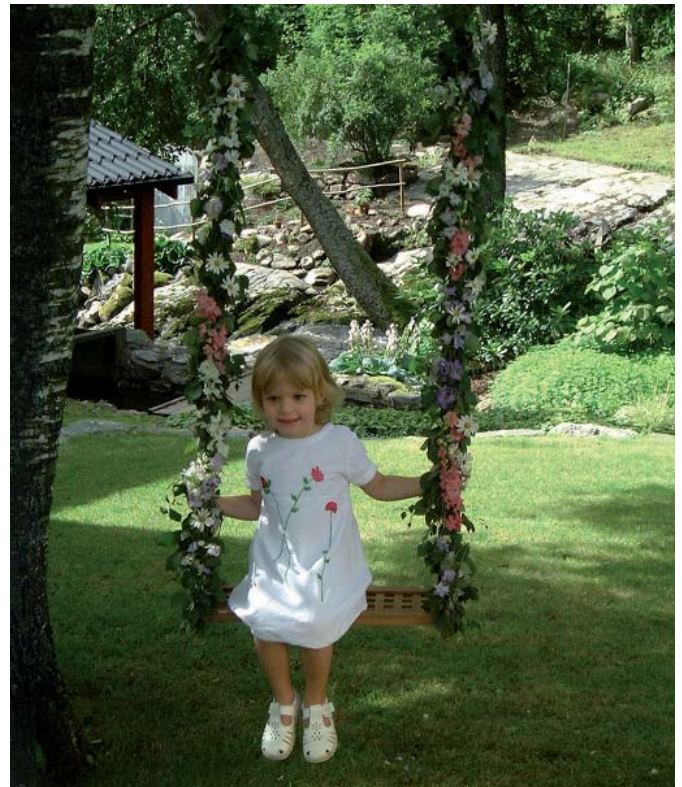
Viimeisen sadan vuoden aikana maapallon keskilämpötila on noussut 0,7 °C. YK:n ilmastopaneelin mukaan pääsyyinä muutokseen ovat ihmiskunnan hiilidioksidi- ja muut kasvihuonekaasupäästöt. Fossiilisten polttoaineiden polttaminen on nostanut ilmakehän hiilidioksiditasoa dramaattisesti (IPCC, Arviointiraportti, 2000). Euroopassa ja maailmanlaajuisesti pyritään viranomaistoimin vähentämään CO₂-päästöjä vuoteen 2050 mennessä jopa 60 %. Rakennukset, joissa asumme ja työskentelemme, tarjoavat keskeisen alueen CO₂-päästöjen vähentämiseen ja myös elämänlaatumme yleiseen parantamiseen. Tietoisuus rakennusten kestävään suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvistä kysymyksistä on parantunut ja sen myötä kiinnostus puun käyttöön on lisääntynyt.

Metsillä on keskeinen rooli ilmastomuutoksen lieventämisessä. Ne sitovat hiilidioksidia ilmakehästä ja varastoivat hiiltä puihin ja maaperään. Tutkimusten mukaan metsien kasvatus ja niiden resurssien hyödyntäminen hyödyttää ympäristöä. Yhdistämällä aktiivista metsänhoitoa, jossa käytetään puiden latvoja ja oksia sähkön ja lämpöenergian tuottamiseen ja runkoja puutuotteiden valmistukseen, hiilidioksidipäästöjä voidaan merkittävästi vähentää [Ruotsin maatalousyliopisto, 2008].

Puun käytön lisääminen rakentamisessa on keino hyödyntää metsien uusiutuvia raaka-aineita ja energiaa, ja tämä tarjoaa tärkeän näkökulman ilmastostrategiaan. Puu ja paperi ovat ilmastoystävällisiä vaihtoehtoja edellyttäen, että metsätalous on kestävä. Euroopan metsistä yli 80 % hoidetaan kestävästi, noudattaen tunnustettuja ja hyvin valvottuja hoitojärjestelmiä ja -ohjeita. Euroopassa on vakiintunut kaksi järjestelmää, PEFC ja FSC. Molemmat järjestelmät takaavat kestävä, terveen puun tuotoksen ja molemmissa ylläpidetään biologista monimuotoisuutta ja korvataan korjatut puut (CEI-Bois, Tackle Climate Change, 2006).

Kestävästi hoidetuista metsistä tulevat puutuotteet

- toimivat hiilidioksidivarastoina läpi elinkaarensa
- kuluttavat vähän energiaa, ja niiden CO₂-päästöt ovat yleisesti käytettyjen rakennusmateriaalien vähäisimpiä
- ovat uusiutuvia ja
- kannustavat metsien laajentamiseen edelleen, mikä lisää hiilidioksidinieluvaiikutusta ja vähentää ilmakehän hiilidioksidia.



Viite: CEI Bois "Euroopan metsät"

"Metsätalouden keinoin voidaan merkittävästi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja lisätä sitä hiilimäärää, jonka kansallinen puunjalostusketju poistaa ilmakehästä, käyttämällä puuta polttoaineeksi ja korvikkeena energiaa kuluttaville materiaaleille, kuten betonille ja teräkselle."
Tulevaisuuden turvaaminen – Ison-Britannian hallituksen strategia kestävään kehitykseen

Puurakentaminen

Metsät ovat valtava maailmanlaajuinen voimavara. Ne kattavat noin 30 % maapallon kokonaisuapohjasta. Euroopassa on yli miljardi hehtaaria metsää kaikkiaan yli 44 maassa. Henkeä kohti metsää on 1,42 hehtaaria eli enemmän kuin kaksi jalkapallokentällistä.

Puutoimiala on Euroopan yhteiskunnallisten, taloudellisten ja ympäristöstrategioiden tärkeimpiä edistäjiä. Metsäsektorin tuotannon vuotuinen arvo on EU-25:ssä noin 550–600 miljardia euroa. Se on noin 8 % EU:n tehdasteollisuudessa tuotettavasti kokonaislisäarvosta. Lisäksi Euroopassa on noin 16 miljoonaa yksityistä metsänomistajaa. He omistavat yli 60 % metsämaasta. Toimiala tarjoaa 3–4 miljoonaa teollisuustyöpaikkaa EU:ssa, valtaosin haja-asutusalueilla pk-yrityksissä. Toimiala on EU:n tärkeimpiä ja dynaamisimpia teollisuustoimialoja edustaen EU:n tehdasteollisuudesta noin 10 %:ia. Monilla alueilla tämä biopohjainen talous on usein pääasiallinen toimeentulon lähde. (Euroopan Forest Based Sector, 2005.) On osoitettu, että puunkäytön lisääminen voi auttaa edistämään ja toteuttamaan kestävä kehitystä rakentamisessa ja siten auttaa lieventämään ilmastonmuutosta.

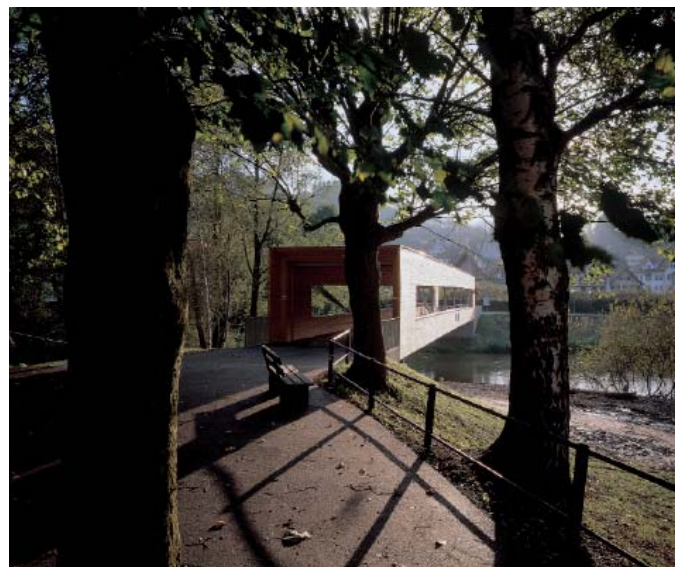
Luonnollisesti uudistuvan rakennusaineen eli puun merkityksen ymmärtäminen on keskeistä, kun vastataan ilmastonmuutoksen haasteisiin ja turvataan kestävä tulevaisuutta.

Puu on ollut suosittu rakennusaine sivilisaation alkua ajoista alkaen runsautensa, suuren jäykkyytensä, lujuus-painosuhteensa ja verraten helpon työstettävyytensä ansiosta. Puutuotteet ovat kokeneet renessanssin useilla aloilla sisustuksesta rakentamiseen. Kuluttajiin vetoavat puutuotteiden ympäristöarvot ja puuteollisuuden pyrkimys jatkuvasti pienempään energiankäyttöön ja päästöjen vähentämiseen. Vaativat metsänhoitostandardit varmistavat jatkuvan ja kestävä puunsaannin ja puun käytön rakennusaineena tulevaisuudessakin. Ei ole yllättävää, että puurakenteet ovat tulossa tärkeäksi osaksi kestävä talouskehitystä ja saaneet viime vuosina osakseen maailmanlaajuisia huomiota.

Uudet rakennusmenetelmät ja suunnitteluvälineet ovat tehneet puurakentamisesta tehokasta. Puuhun perustuvat rakennusjärjestelmät tarjoavat hyvää laatua edullisesti. Pääasiassa puutuotteita käyttävät rakennustyömaat ovat hiljaisia ja kuivia. Valmiit puurakennukset tarjoavat käyttäjilleen terveelliset ja luonnolliset olosuhteet.



Kerrostalo, entinen vilja-aitta, Eslöv, Ruotsi.



Jalankulku- ja pyöräily silta, Gaissau, Vorarlberg, Itävalta.

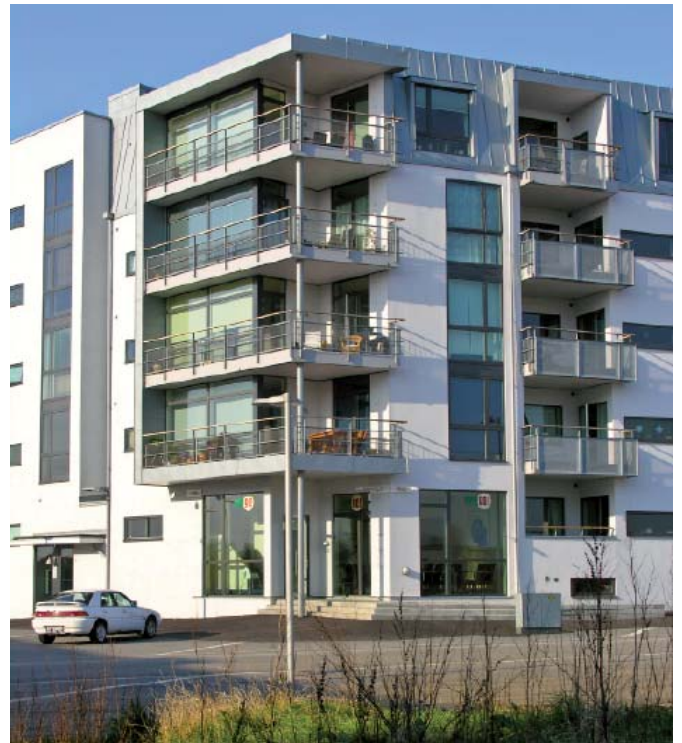
Paloturvallisuus

Puun palavuus on keskeisiä syitä siihen, että aivan liian monissa rakennusmääräyksissä puun käyttöä rakennusaineena rajoitetaan voimakkaasti. Paloturvallisuus on tärkeä turvallisuuden tunteen tekijä ja huomattava arviointiperuste rakennusaineiden valinnassa. Riittävä paloturvallisuus on keskeinen edellytys puun käytön lisäämiselle rakentamisessa.

Puurakenteiden palokäyttäytymistä on tutkittu eri puolilla maailmaa viimeisen parinkymmenen vuoden aikana useissa tutkimushankkeissa, joiden tavoitteena on ollut saada perustietoa puun turvallisesta käytöstä. Laajojen testien pohjalta on kehitetty uusia palosuunnittelumenetelmiä ja -malleja. Nykyinen parantunut tietämys puurakenteiden palosuunnittelusta ja tekniset ratkaisut, kuten automaattiset sammutusjärjestelmät, savuilmaisimet ja hyvin varustetut palolaitokset, mahdollistavat puun laajamittaisen käytön. Monissa maissa onkin ryhdytty uudistamaan paloturvallisuusmääräyksiä kohti puun laajempaa käyttöä.

Testaus- ja luokittelumenetelmät on Euroopassa hiljattain yhdenmukaistettu, mutta rakennuslainsäädäntö on edelleen kansallista. Vaikka eurooppalaisia standardeja on olemassa teknisellä tasolla, paloturvallisuutta säännellään kansallisella lainsäädännöllä eli poliittisella tasolla. Kansalliset palomääräykset siis pysyvät, mutta voidaan toivoa, että uusi eurooppalainen harmonisointi nopeuttaa myös näiden säännösten uudistamista.

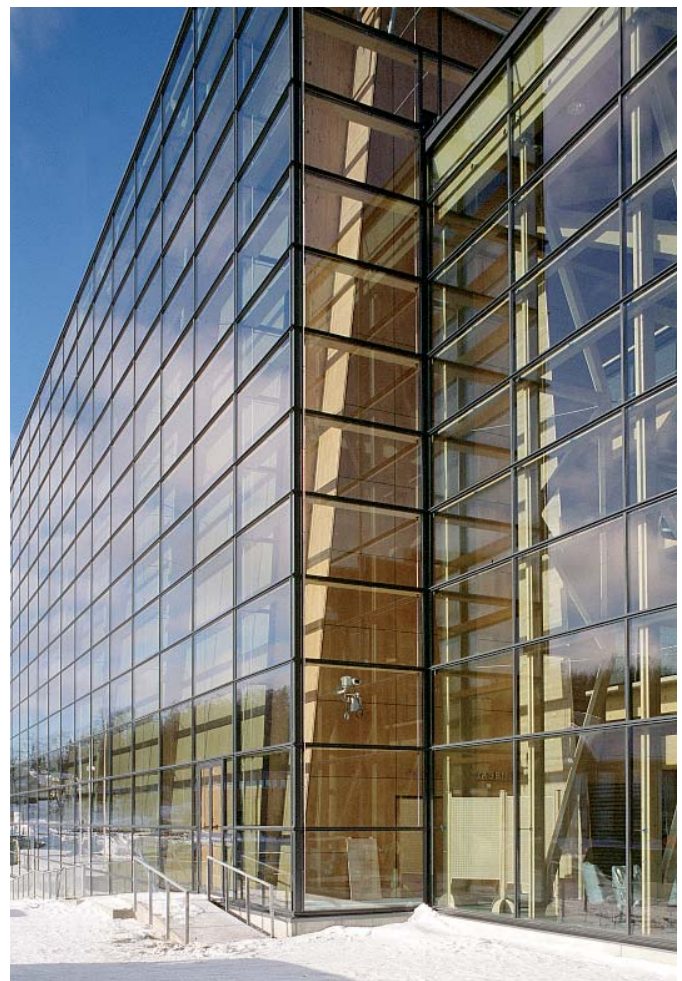
Euroopan maiden välillä on todettu olevan suuria eroja puurakennuksissa sallituissa kerroslukumäärissä sekä sisä- ja ulko-verhouksien näkyvien puupintojen tyypeissä ja määrissä. Monilla mailla ei ole erityisiä säännöksiä tai niissä ei rajoiteta puurakennusten kerroslukumäärää. Kahdeksaa kerrosta pidetään kuitenkin usein puurakenteiden käytön käytännöllisenä ja taloudellisenä rajana. Raja voi olla korkeampi julkisivuille, sisäverhouksille ja lattioille, koska näitä sovellutuksia voidaan käyttää myös esimerkiksi betonirakenteissa.



Kerrostalo Rydebäck, Helsingborg, Ruotsi.



Kerrostaloja, Sisäsatama, Sundsvall, Ruotsi.



Sibeliustalo, konsertti- ja kokouskeskus, Lahti, Suomi.

FireInTimber-hanke

FireInTimber-tutkimushanke toteutettiin WoodWisdom-Net tutkimusohjelmassa vuosina 2007–2010 yhdeksässä maassa tiiviissä yhteistyössä 14 kumppanin kanssa.

Hankkeen päätavoite oli tarjota asianmukaisen palosuunnittelun avulla puutuotteille uusia mahdollisuuksia rakentamisessa. Puutuotteiden käyttöä on tuettava ja kannustettava kattavilla ja tieteellisesti kestäville taustatiedoilla, ja tiedot on esitettävä siten, että ne ovat helposti suunnittelijoiden ja muiden sidosryhmien käytettävissä ja heidän tarpeisiinsa soveltuvia. Projektin tavoitteena oli yksinkertaistaa ja nopeuttaa puutuotteiden hyväksyttämisprosessia rakentamisessa. Näin lisätään suuren yleisön luottamusta puutuotteisiin ja luodaan myönteistä mielikuvaa niistä.

Tavoitteena oli yhdistää puun laajempi käyttö rakennuksissa parantuneeseen paloturvallisuuteen. Alan ydinosaamista ja monialaista tutkimusta yhdistäen hankkeessa kehitettiin myös uusi tietokanta. Uuden tietämyksen siirtymistä parantaa tutkimuksen ja teollisuuden keskinäinen verkostoituminen.

Päätulokset

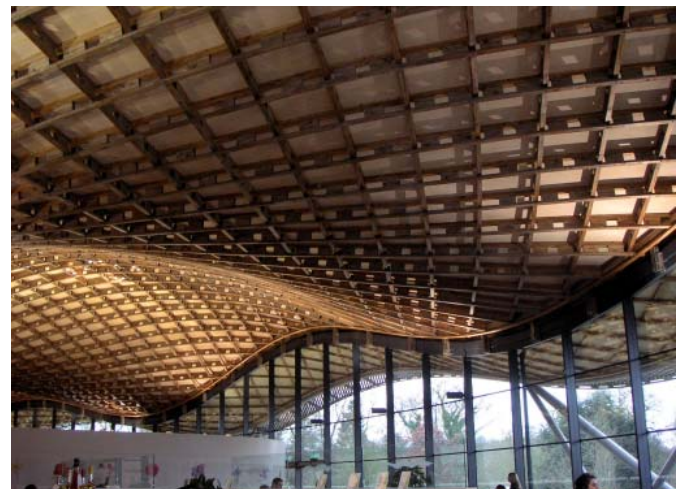
FireInTimber-hanke tuotti uutta tietämystä erityisesti uusien puurakennetyyppien kantokyvyn mallinnukseen. Hanke poiki viittisenkymmentä tieteellistä tutkimusta, raporttia ja esitystä tieteellisissä ja teknisissä kokouksissa. Suurelle yleisölle tärkein tuotos on tekninen suunnitteluohje Fire safety in timber buildings, ensimmäinen eurooppalainen käsikirja puurakennusten paloturvallisuudesta.

Suunnitteluohjeessa annetaan arkkitehdeille, insinööreille, opettajille, viranomaisille ja rakennusteollisuudelle tietoa puurakenteiden ja -tuotteiden paloturvallisesta käytöstä rakennuksissa ja tarjotaan eurooppalaisen tason parasta tieteellistä tietoa paloturvallisuudesta. Käsikirja sisältää rakenteiden mitoituksen (kuten eurokoodi 5), eurooppalaiset standardit, käytännön ohjeita ja esimerkkejä paloturvallisesta suunnittelusta sekä toiminnallisen mitoituksen periaatteet.

Käsikirja keskittyy rakenteelliseen palontorjuntaan ja tarjoaa uusinta yksityiskohtaista tietoa puurakenteiden kantokyvystä ja osastoinnista palotilanteessa. Lisäksi ohjeissa esitellään uusia suunnittelumenetelmiä. Ohjeet ovat aineistona eurokoodi 5:n seuraavan laitoksen toimitustyössä, mutta suunnittelijat voivat hyödyntää niitä jo nyt. Suunnitteluohje sisältää uusien eurooppalaisten standardien mukaista tietoa puutuotteiden paloteknisestä käyttäytymisestä. Käytännön ratkaisuilla osoitetaan rakenteen asianmukaisen detaljoinnin ja rakennustyön suorituksen ja valvonnan tärkeys. Aktiiviset palontorjuntatimet todetaan keskeisiksi keinoiksi paloturvallisuustavoitteiden saavuttamiseksi.



Kerrostalo Ölzbündt, Dornbirn, Vorarlberg, Itävalta.



Savill Gardens, Windsor Park, Iso-Britannia.



Kerrostalo, Zug, Sveitsi.

Eurooppalainen tekninen suunnitteluohje

Ohjeen lukujen lyhyt tiivistelmä

1. luku, **Puurakennukset**, on lyhyt johdanto puurakennusten vakiintuneisiin käyttötapoihin ja puurakenteiden viimeaikaiseen renessanssiin, joka on syntynyt kestävän kehityksen mukaisiin ratkaisuihin pyrittäessä.

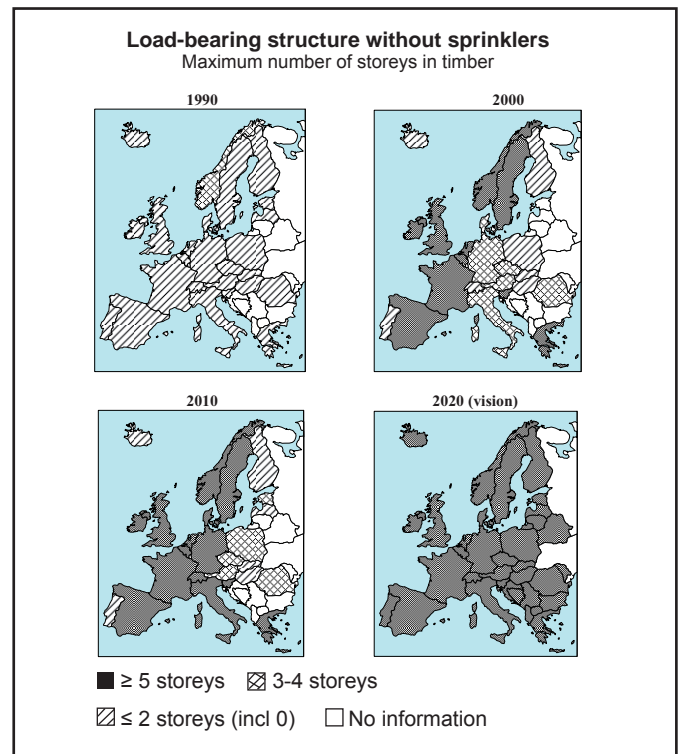
2. luku, **Paloturvallisuus rakennuksissa**, on yleiskatsaus rakennuksen olennaisiin paloturvallisuusvaatimuksiin. Luvussa on tietoa palamiskäyttäytymisestä, palokuormista, paloskenaarioista ja paloturvallisuustavoitteista. Ohjeissa kuvataan rakennustyypeittäin keinot paloturvallisuustavoitteiden saavuttamiseksi ja niiden käyttö suunnitteluratkaisujen lähtökohtana.

3. luku, **Eurooppalaiset vaatimukset**, on yleiskatsaus uusiin eurooppalaisiin rakennusten paloturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin. Perustana on rakennustuotedirektiivi (CPD) ja sen olennaiset vaatimukset, jotka ovat pakollisia kaikissa Euroopan maissa. Vaatimukset sisältävät luokitusjärjestelmät rakennustuotteiden palo-ominaisuuksille, rakenteiden palonkestävyydelle, katemateriaaleille ja verhousten suojaverhousominaisuuksille sekä eurokoodien mukaisen mitoituksen. Seuraavissa luvuissa kuvataan, kuinka näitä vaatimuksia sovelletaan puutuotteisiin ja -rakenteisiin.

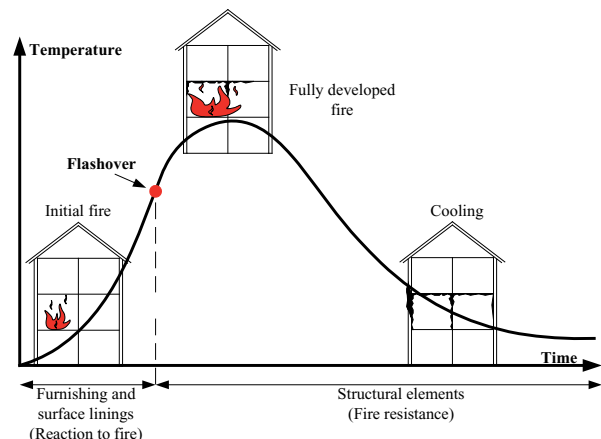
4. luku, **Puutuotteet sisäpintoina, lattianpäällysteinä, verhouksina ja julkisivuina**, esittelee puutuotteiden paloteknisiä ominaisuuksia uuden eurooppalaisen luokitusjärjestelmän mukaan. Laajaan tuotevalikoimaan kuuluvat puupohjaiset levyt, rakenteellinen sahatavara, liimapuu, puupaneelit ja puulattiat sekä hiljattain julkaistun suojaverhousjärjestelmän mukaisia puutuotteita. Lisäksi esitellään palonsuojattujen puutuotteiden pitkäaikaiskestävyyden uusi luokitusjärjestelmä.

Pintaluokkavaatimuksen lisäksi joillakin mailla on julkisivuverhouksille lisävaatimuksia, joille ei tällä hetkellä ole yhtenäistä eurooppalaista käytäntöä. Tämän vuoksi kirjassa esitellään joitain kansallisia ratkaisuja sekä uusinta tietoa julkisivujen paloskenaarioista.

5. luku, **Osastoivat rakenteet**, esittelee perusvaatimukset, laskentamenetelmiä ja mitoituksen eurokoodi 5:n mukaisesti. Lisäksi esitellään uusimpaan tutkimukseen perustuva parannettu suunnittelumenetelmä potentiaalisena aineistona eurokoodi 5:n tuleviin laitoksiin ja käytännön esimerkkejä menetelmän käytöstä.



Kansallisissa määräyksissä korkeille rakennuksille asetettuja rajoituksia puun käytölle on Euroopassa viime vuosikymmeninä lievennetty, ja sallittujen käyttöalueiden laajentumista on edelleen odotettavissa.



Ohjeeseen sisältyy mitoitus alkupalolle ja täysin kehittyneelle palolle.

6. luku, **Kantavat puurakenteet**, esittelee suunnittelumenetelmiä puurakenteiden kantavuuden mitoittamiseksi palotilanteessa palonkestoluokituksen R (kantokykyfunktio) mukaisesti. Eurokoodiin 5 viitataan hiiltymisen ja lujuus- ja jäykkyyssparametrien osalta. Vaihtoehtoisia suunnittelumalleja esitellään, samoin suunnittelumenetelmiä uusille puurakennetyypeille (kuten ristiin liimattu puulevy), joita eurokoodi 5 ei vielä kata.

7. luku, **Puuliitokset**, on yleiskatsaus liitosten perusvaatimuksiin. Eurokoodi 5:n laskentamenetelmiä täydennetään viimeaikaisen tutkimustiedon myötä syntyneillä uusimmilla suunnittelumenetelmillä. Luvussa käsitellään puu-puu- ja teräs-puuliitokset. Mallit kuvaillaan ja niistä annetaan laskentaesimerkkejä.

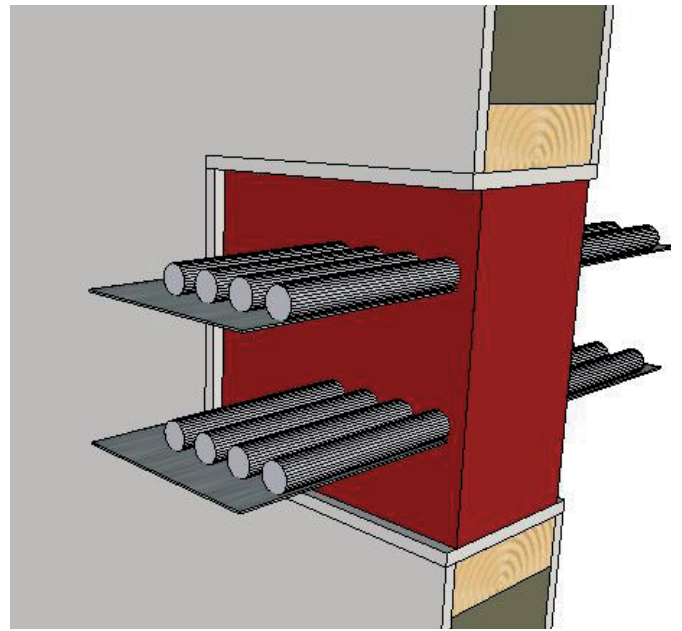
8. luku, **Palokatkot, läpiviennit ja yksityiskohtat puurakenteissa**, käsittelee yksityiskohtaisen rakennesuunnittelun välttämättömyyttä palon leviämisen estämiseksi rakennuskomponenttien välityksellä rakennuksen muihin osiin. Eri tyistä huomiota kiinnitetään peruseriaatteisiin, palokatkoihin, elementtien liitoksiin ja rakenteiden läpivienteihin. Detaljeista esitetään lukuisia käytännön esimerkkejä.

9. luku, **Uudet tuotteet ja niiden käyttöönotto**, on tarkoitettu lähinnä tuotekehittäjille ja siinä annetaan ohjeita uusien tuotteiden ja rakennemateriaalien käyttöön. Perussuorituskykyvaatimukset ja mahdolliset uudet ratkaisut on esitetty eristemateriaaleille, suojaverhouksille ja levytysratkaisuille ja puun palosuojaukseen ohuilla ainekerroksilla tai palonsuoja-aineilla. Lisäksi hahmotellaan innovaatioprosessi ideasta markkinoille, valmiiksi hyväksytyksi tuotteeksi.

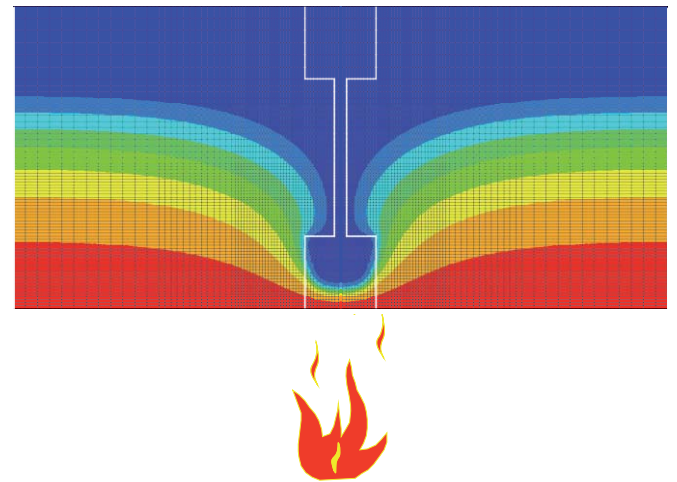
10. luku, **Aktiivinen palonsuojaus**, kuvaa, kuinka palonsuojausta käytetään joustavuuden lisäämiseen rakennusten paloturvallisuussuunnittelussa ja hyväksyttävän paloturvallisuustason osoittamiseen suurissa ja monimutkaisissa rakennuksissa. Luku esittelee tavallisimmat aktiiviset palonsuojajärjestelmät, kuten paloilmoin- ja hälytysjärjestelmät ja palonsammutus- ja savunhallintajärjestelmät. Sprinklereiden asennus tarjoaa erityishyötyjä puun käytön lisäämiselle rakennuksissa, erityisesti siellä, missä pintojen on jäätävä näkyville.

11. luku, **Toiminnallinen suunnittelu**, kuvaa toiminnallisen paloturvallisuussuunnittelun peruseriaatteet, vaatimukset ja varmentamisen. Tavoitteiden, paloturvallisuussuunnittelun, mitoituspalojen, laskenta- ja simulointimenetelmien ja tilastotietojen pohjalta kuvaillaan riskianalyysin perusteet, ja mukana on myös esimerkki luotettavuuspohjaisesta mitoituksesta.

12. luku, **Rakennustyön laatu ja valvonta**, kuvaa työn laadukkaan suorituksen ja valvonnan tarpeellisuutta suunnittelujen paloturvallisuustoimenpiteiden käytännön toteutuksen varmistamiseksi. Luvussa käsitellään myös paloturvallisuutta rakennustyömailla, kun kaikkia paloturvallisuustoimia ei vielä ole toteutettu.



Puurakenteiden asianmukainen detaljointi on tarpeen rakenteiden palonkestävyyden säilymiseksi. Palokatkoja tarvitaan liitoksiin, läpiviestyksiin ja laitteisiin.



Uusia laskentamalleja on kehitetty uudentyyppisten puurakenteiden palomitoitukseen. Uusia malleja käytetään aineistona eurokoodi 5:n seuraavaan laitokseen.



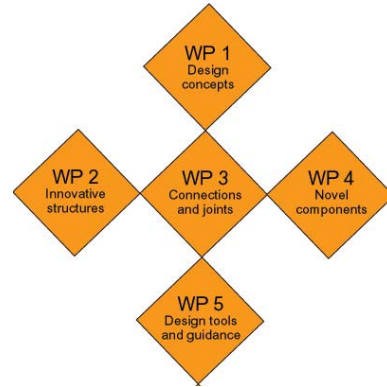
Sprinklereitä hyödyntävän paloturvallisuussuunnitteluun periaate: Paloturvallisuustason noustessa käytettäessä automaattista sammutusjärjestelmää voidaan lieventää passiivisia keinoja ja silti täyttää samat tai päästä korkeampiin turvallisuustasoihin.

FireInTimber

Fire Safety in Timber buildings -käsikirja on kehitetty eurooppalaisen FireInTimber (Fire Resistance of Innovative Timber structures) -tutkimushankkeessa. Tutkimushankkeen laadun ja käytettävyyden takeena ovat sen toteuttajat, johtavat asiantuntijat ja tutkijat yhdeksästä Euroopan maasta.

Hanketta ovat tukeneet kansalliset rahoitusorganisaatiot WoodWisdom-Net-tutkimusohjelman puitteissa ja eurooppalainen puutuoteteollisuus, jota edustaa CEI Bois'n Roadmap 2010 ja Building With Wood.

Osaprojektit 1–4 ovat lisäksi poikineet viitisenkymmentä tutkimuskumppaneiden julkaisemaa tieteellistä tutkimusta, raporttia ja esitystä.



FireInTimber-tutkimusosapuolet

Maa	Osapuoli	Yhteyshenkilöt	Sähköposti
Ruotsi	SP Trätec	Birgit Östman, coordinator Jürgen König Joachim Schmid	birgit.ostman@sp.se jorgen.konig@sp.se joachim.schmid@sp.se
Suomi	VTT	Esko Mikkola Tuula Hakkarainen	esko.mikkola@vtt.fi tuula.hakkarainen@vtt.fi
Saksa	TUM Technische Universität München	Stefan Winter René Stein Norman Werther Matthias Krolak	winter@bv.tum.de stein@bv.tu-muenchen.de werther@bv.tu-muenchen.de matthias.krolak@gmx.de
Ranska	DGFH BPU Blaise Pascal University CSTB	Abdelhamid Bouchair Dhionis Dhima	bouchair@cust.univ-bpclermont.fr dhionis.dhima@cstb.fr
Norja	TreSenteret, Wood Centre	Harald Landrø Julie Bregulla	harald.landro@tresenteret.no bregullaj@bre.co.uk
Iso-Britannia	BRE Building Research Establishment	Martin Teibinger Hans Hartl Karin Hofstetter	m.teibinger@holzforchung.at hans.hartl@uibk.ac.at karin.hofstetter@tuwien.ac.at
Itävalta	HFA Holzforchung Austria UIBK Innsbruck University TUW Technische Universität Wien	Andrea Frangi Alar Just	frangi@ibk.baug.ethz.ch ajust@staff.ttu.ee
Sveitsi	ETH Zurich		
Viro	Resand		

Julkiset rahoitusorganisaatiot:

WoodWisdom-Net-tutkimusohjelma, jota rahoittavat yhdessä seuraavat kansalliset rahoitusorganisaatiot :

Vinnova ja Formas (SE), Tekes (FI), Federal Ministry of Education and Research (DE), Ministère de l'Agriculture (FR), Norges forskningsråd (NO), Forestry Commission (UK), FFG (AT), Lignum (CH) ja EMTL (EE).

Teollisuutta edustavat rahoitusorganisaatio:

Eurooppalainen puuteollisuus / BWW Building With Wood, jota edustavat Dieter Lechner ja Rainer Handl, Die Holzindustrie (AT), Jan Lagerström, Swedish Forest Industries Federation (SE) ja Pekka Nurro, Metsäteollisuus ry (FI).

Lisätietoja:

Birgit Östman, SP Trätec, Tukholma, Ruotsi, koordinaattori
birgit.ostman@sp.se; puhelin +46 10 516 6224

