

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma / rakennetekniikka

Janne Poikala

LEHTIKUUSEN KÄYTTÖ PAINEKYLLÄSTEISEN PUUN KORVIKKEENA

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

POIKALA, JANNE

Lehtikuusen käyttö painekyllästeisen puun korvikkeena

Opinnäytetyö

33 sivua + 2 liitesivua

Työn ohjaaja

päätoiminen tuntiopettaja Jani Pitkänen, lehtori Jorma Kärkkäinen

Toimeksiantaja

Liikennevirasto

Toukokuu 2012

Avainsanat

lehtikuusi, painekyllästetty puu, rakennuskäyttö

Opinnäytetyön aiheena oli lehtikuusi ja sen käyttö rakentamisessa. Tavoitteena oli selvittää lehtikuusen käyttökelpoisuus painekyllästeisen puun korvikkeena. Työssä on esitelty useita esimerkkejä rakennuskohteista, joissa lehtikuusta on käytetty rakennusmateriaalina. Työhön sisältyi myös lehtikuusen käytön lisäämistä estävien ongelmien selvittäminen. Paineekyllästeisen puun tuotanto, käyttökohteet ja sen käyttöön liittyvät ongelmat on myös esitetty työssä.

Tietoa kerättiin lehtikuusesta kertovasta kirjallisuudesta, haastatteluista ja internet-sivustoilta. Myös siltarekisteriin kerättyä tietoa käytettiin työssä hyväksi. Lehtikuusen jalostamiseen liittyviä ongelmia tutkittiin koesahauksilla.

Työssä selvitettiin ensin eri lehtikuusilajit Suomessa, lehtikuusen tekniset ominaisuudet, saatavuus ja jalostamiseen liittyvät ongelmat. Tämän jälkeen tarkasteltiin painekyllästeisen puun ominaisuuksia ja käytön rajoituksia. Lopuksi työssä on esitetty kyllästetyn puun ja lehtikuusen eri käyttökohteita ja yhteenveto.

Suomessa lehtikuusta käytetään rakentamisessa vielä melko rajoitetusti mutta kiinnostus lahonkestävään ja ekologiseen puumateriaaliin on kasvamassa. Paineekyllästetyn puun käytön rajoitukset tiukentuvat jatkuvasti, joten vaihtoehtoisen materiaalin etsintä on tarpeellista. Lehtikuusen käyttöä Suomessa rajoittaa erityisesti sen saatavuus mutta erilaiset jalostusongelmat vähentävät myös mielenkiintoa lehtikuusta kohtaan.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

POIKALA, JANNE

Usage of Larch Wood in Substitution for Impregnated
Wood

Bachelor's Thesis

33 pages + 2 pages of appendices

Supervisors

Jani Pitkänen, Lecturer

Jorma Kärkkäinen, Senior Lecturer

Commissioned by

Liikennevirasto

May 2012

Keywords

larch, impregnated wood, use of larch in building

The subject of this thesis work was larch and its use in building. The purpose was to find out if impregnated wood could be substituted with larch. This work presents several examples where larch has been used as a building material. The study also covered the problems which decrease the overall interest in the usage of larch. The production of impregnated wood is introduced in this thesis as well as the use of impregnated wood and the problems related to it.

The information was gathered from literature, interviews and the Internet. The information from the bridge registry was also exploited. Test logs were sawed to find out the problems related to the refining of larch wood.

First, the paper explains the area of growth of larch in Finland, technical qualities of larch wood, availability and the problems related to the refining of larch. Next, the qualities and the restrictions of impregnated wood are discussed. Finally, the results are summarized and several examples are presented where larch and impregnated wood were used as building materials.

In Finland the use of larch in building is quite limited but the interest in decay-resistant and ecological wood material is growing. The use of impregnated wood has many restrictions which are constantly made stricter, so finding a substitute for impregnated wood is necessary. The main reason that limits the use of larch in Finland is the poor availability but several breeding problems also decrease the interest in larch.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	6
2 SUOMEN LEHTIKUUSILAJIT	7
2.1 Lajien menestyminen Suomessa	7
2.2 Siperianlehtikuusi	7
2.2.1 Yleiskuvaus	7
2.2.2 Siperianlehtikuusi Suomessa	7
2.3 Euroopanlehtikuusi	8
2.3.1 Yleiskuvaus	8
2.3.2 Euroopanlehtikuusi Suomessa	8
2.4 Muut lehtikuuset	9
2.4.1 Dahurian- ja kurilienlehtikuusi	9
2.4.2 Lehtikuusiristeyvät	9
3 MATERIAALI OMINAISUUDET	10
3.1 Lehtikuusi	10
3.1.1 Ulkonäkö	10
3.1.2 Tiheys	10
3.1.3 Kuivuminen ja kutistuminen	11
3.1.4 Stabiilitetti	12
3.1.5 Lehtikuusen mekaaniset ominaisuudet	12
3.1.6 Kestävyys	12
3.1.7 Lehtikuusen painekyllästämisen	14
3.1.8 Lehtikuusen työstäminen	15
3.1.9 Lehtikuusen koesahaus	16
3.2 Painekyllästetty puutavara	18
3.2.1 Yleistä	18
3.2.2 Painekyllästys prosessi	18

3.2.3	Kyllästysmenetelmät	19
3.2.4	Kyllästysluokat	20
3.2.5	Puunsuoja-aineet	21
3.2.6	Kyllästys	21
3.2.7	CCA- kyllästäminen	22
3.2.8	Käytön rajoitukset Suomessa	23
4	LEHTIKUUSEN JA KYLLÄSTETYN PUUN KÄYTTÖKOHTEET	24
4.1	Lehtikuusen käyttökohteet	24
4.1.1	Lehtikuusen käyttö Pohjoismaissa	25
4.1.2	Lehtikuusen käyttö muissa Euroopan maissa	25
4.1.3	Esimerkki: Raikuun kanavan silta	26
4.2	Kyllästetyn puutavaran käyttökohteet	29
5	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	
	Liite 1. Euroopanlehtikuusen, norjankuusen ja männyn ominaisuudet	
	Liite 2. Eri lehtikuusilajien ominaisuudet	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Liikennevirasto, joka vastaa Suomen liikenneväylistä ja liikennejärjestelmän kokonaisvaltaisesta kehittämisestä. Liikennevirasto toimii viestintä- ja liikenneministeriön hallinnon alaisena. Liikenneviraston tehtäviin kuuluu koko liikennejärjestelmän toimivuuden edistäminen, liikenteen turvallisuuden parantaminen, alueiden tasapainoinen kehittäminen ja kestävä kehitys. Meri-, rautatie- ja tiealan asiantuntijatehtävissä työskentelee lähes 700 asiantuntijaa. (Deep Lead, 2012.)

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia lehtikuusen käyttöä rakentamisessa ja sen kestävyysominaisuuksia verrattuna painekyllästeiseen puuhun. Työn alkuperäinen tarkoitus oli tutkia lehtikuusen käyttöä siltarakentamisessa, mutta esimerkkikohteiden vähäisestä määrästä johtuen työtä ei rajattu ainoastaan siltarakentamiseen vaan lehtikuusen yleiseen käyttöön rakentamisessa. Työ sisältää lehtikuusen käyttökohteita ulkorakentamisessa sekä pinta- ja pohjarakenteissa. Lehtikuusen saatavuus- ja jalostusongelmiin on myös otettu kantaa. Työhön sisältyy myös painekyllästeisen puun käyttökohteita ja sen käytön ongelmia rakentamisessa.

Lehtikuusi on tunnettu sen hyvästä säänkestävyydestä ja lujuusominaisuuksista. Lehtikuusen lahonkestävyys on huomattavasti suurempi kuin monilla muilla puulajeilla. Painekyllästeiseen puuhun verrattuna lehtikuusi on huomattavasti ekologisempi vaihtoehto, koska se kestää vaihtelevia sääoloja ilman sen kyllästämistä myrkyllisillä ja luontoa kuormittavilla lisäaineilla.

Suomessa lehtikuusen käyttöä rajoittaa erityisesti sen saatavuus ja sen korkea hinta verrattuna muuhun puutavaraan. Erityisesti piensahoilla erilaiset jalostusongelmat vähentävät myös kiinnostusta lehtikuusipuutavaran tuottamiseen.

2 SUOMEN LEHTIKUUSILAJIT

2.1 Lajien menestyminen Suomessa

Suomessa lehtikuusta käytetään maisema- ja erikoispuuna. Euroopan- ja siperianlehtikuusi sekä näiden risteymät kykenevät kasvamaan mittaustulosten mukaan melko samalla nopeudella kuin viljelykuusi. Puuntuotosmielessä viljelty lehtikuusi on Suomessa pääasiassa siperianlehtikuusta. Aiemmin on myös käytetty jonkin verran euroopanlehtikuusta. Muita lajeja kasvatetaan lähinnä koristepuukäyttöön. (Rantala & Anttila. 2004, 21.)

2.2 Siperianlehtikuusi

2.2.1 Yleiskuvaus

Siperianlehtikuusen pystyy erottamaan helpoiten isojen, munanmuotoisten käpyjen avulla. Puun rakenteeseen vaikuttavat paljon vaihtelevat kasvuolosuhteet. Lehtikuuselle ominaisia piirteitä ovat suorarunkoisuus ja heikot hauraat oksat. (Rantala & Anttila. 2004, 22–23.)

Lehtikuusen ja kuusipuun puuaineiden rakenteet muistuttavat jonkin verran toisiaan. Lehtikuusen ydinsäteiden rakenne ja pihkatiehyet ovat rakenteeltaan hyvin samankaltaisia kuin kuusellakin. Ydinsäteiden tylyppysolut sisältävät runsaasti erilaisia uuteaineita ja ovat kooltaan suuria. Vanhojen lehtikuusten sydänpuuosuus on erittäin suuri.(Rantala & Anttila. 2004, 23–24.)

2.2.2 Siperianlehtikuusi Suomessa

Siperian lehtikuusi ei ole Suomessa kotimainen puulaji, vaikka se lainsäädännössä rinnastetaankin kotimaisiin puulajeihin. Sen luontainen levinneisyys on jostain syystä pysähtynyt lähelle Suomen rajaa. (Rantala & Anttila. 2004, 25.)

Siperianlehtikuusi menestyy lähes joka puolella Suomea. Metsiköt ovat hajallaan ja pienialueisia, joten varsinaista menestymisaluetta on hyvin vaikea

rajata. Se menestyy hyvin myös metsän rajalla, joten sitä kylvetty ja istutettu myös Lapissa. (Rantala & Anttila. 2004, 25.)

Ns. Raivolan lisäyslähde on kuuluisin ja merkittävin siperianlehtikuusen alkuperä Suomessa. 1840-luvulla Suomeen perustettiin ensimmäiset Siperianlehtikuusimetsiköt mm. Kiteen Puhokseen ja Punkaharjulle. Siperianlehtikuusen tekninen laatu on todettu paremmaksi kuin euroopanlehtikuusen, joten nykyään metsäpuuna viljeltävä lehtikuusi on lähes kokonaan siperianlehtikuusta. (Rantala & Anttila. 2004, 25.)

2.3 Euroopanlehtikuusi

2.3.1 Yleiskuvaus

Euroopanlehtikuusen latvus kasvaa kartiomaiseksi ja väljässä kasvupaikassa puun on usein huomattu kasvavan paksuoksaiseksi ja kierorunkoiseksi. Taimien tai siementen alkuperävalinnalla pystytään vaikuttamaan paljon euroopanlehtikuusen menestymiseen, laatuun ja kasvuun. Tämä johtuu siitä, että euroopanlehtikuusi on paljonkin vaihteleva laji. Euroopanlehtikuusen huonoja puolia on myös se, että sen luontainen uudistumiskyky on heikkoa. (Rantala & Anttila. 2004, 25.)

Euroopanlehtikuusen pystyy tunnistamaan munamaisista, pyöreätyvisistä ja puoliavoimista kävyistä. Emikukinnot ovat tavallisesti purppuranpunaisia. (Rantala & Anttila. 2004, 25–26.)

2.3.2 Euroopanlehtikuusi Suomessa

Suomeen perustettiin 1800-luvun puolivälissä ensimmäiset euroopanlehtikuusimetsät. Suomessa on luovuttu euroopanlehtikuusen laajamittaisesta viljelystä, koska sillä on heikompi runkomuoto ja paljon enemmän oksia kuin siperianlehtikuusella. Siperianlehtikuusella on myös huomattavasti pienempi mahdollisuus saada lehtikuusensyöpä kuin euroopanlehtikuusella. Suomessa euroopanlehtikuusta on viljelty melko runsaasti koristepuu tarkoitukseen. Laatuvalinnan avulla voidaan parantaa nopeakasvuisen euroopanlehtikuusen laatua. (Rantala & Anttila. 2004, 28.)

Euroopanlehtikuusen kasvunopeus on yleisesti hyvä ja sen on todettu kasvavan jopa nopeammin kuin siperianlehtikuusen. Parhaimmillaan euroopanlehtikuusi on tuottanut Punkaharjulla 125 vuodessa puuta yli 1 300 m³/ha. (Rantala & Anttila. 2004, 28.)

2.4 Muut lehtikuuset

2.4.1 Dahurian- ja kurilienlehtikuusi

Dahurianlehtikuusi kasvaa laajalla alueella Itä-Siperiassa. Se muodostaa siperianlehtikuusen kanssa sekametsiköitä levinneisyysalueensa länsiosissa. Siperianlehtikuuseen verrattuna dahurianlehtikuusella on jäykemmät neulaset. Puuaines on molemmissa lajeissa hyvin samankaltaista. (Rantala & Anttila. 2004, 28.)

Kurilienlehtikuusi kasvaa Kurilien ja Sahalin saarilla. Sen yksi eroava ominaisuus muista lehtikuusista on sen paras karsiutuminen. (Rantala & Anttila. 2004, 29.)

Dahurian- ja kurilienlehtikuusta käytetään monenlaiseen rakentamiseen niiden luontaisella esiintymisalueella (Rantala & Anttila. 2004, 29.)

2.4.2 Lehtikuusiristeymät

Lehtikuusilajit on huomattu risteävän keskenään hyvin helposti. Suomessa kasvatetaan kuutta eri lehtikuusilajia, joista ainakin viisi risteytyvät keskenään. Lehtikuusien siitepöly on tosin painavaa, joten risteytyvien lehtikuusilajien tulee olla melko lähellä toisiaan. Henrinlehtikuusi on todennäköisesti maailman tunnetuin lehtikuusihybridi. Se on Euroopassa jo pitkään viljelty euroopan- ja japaninlehtikuusen risteymä. Henrinlehtikuudessa on kummankin emopuun tuntomerkkejä, joten sitä on erittäin vaikeaa tunnistaa. (Rantala & Anttila. 2004, 30.)

Suomessa eniten kokemuksia on kertynyt euroopan- ja siperianlehtikuusen hybrideistä. Risteymät ovat Punkaharjulla kasvaneet jopa paremmin kuin emopuut ja olleet runkomuodoltaan laadukkaita. (Rantala & Anttila. 2004, 30.)

Hybridit voivat olla vanhempiaan kestävämpiä erilaisia tuhoja vastaan. Ne ovat myös osoittautuneet hyvin nopeakasvuiseksi. Kasvukyky on parhaimmillaan ensimmäisessä risteytysukupolvessa mutta kasvukyvyn on huomattu heikkenevän seuraavissa sukupolvissa. (Rantala & Anttila. 2004, 30.)

3 MATERIAALI OMINAISUUDET

3.1 Lehtikuusi

3.1.1 Ulkonäkö

Lehtikuusen puuaines näyttää hyvin samanlaiselta kuin männynkin. Varsinkin kuivaa puutavaraa on vaikea erottaa toisistaan. Pihkaisen sydänpuun väri vaihtelee vaaleanpunaruskeasta tiilen punaiseen. Japaninlehtikuusi on väriltään normaalisti tummempaa ja siinä on enemmän punaista sydänpuuta kuin euroopanlehtikuusessa. Siperianlehtikuusessa värisävy on usein tummanpunainen, mikä johtuu sen hitaasta kasvuvauhdista ja sen suuresta kesäpuu osuudesta. (Bergstedt & Lyck. 2007, 29.)

Vuosirenkaat ovat muodoltaan hyvin teräviä, joista pystyy helposti erottamaan kevät- ja kesäpuunrajan. Ominaisuuksiltaan kesäpuu on lujaa ja sen osuus vaihtelee 30 – 50 % välillä. (Finni. 1994) Suuri kesäpuun osuus aiheuttaa puulajille tyypillisen raskauden ja lujuuden. Puu sisältää pihkakanavia ja usein myös pihkataskuja. (Bergstedt & Lyck. 2007, 29.)

Lehtikuusi ja mänty ovat hyvin samanlaisia puukuitu mitoiltaan mutta keskimääräisesti lehtikuusella on lyhyemmät kuidut. (Bergstedt & Lyck. 2007, 30)

3.1.2 Tiheys

Tiheys on puuaineen tärkeä ominaisuus, jolla on suuri vaikutus sen mekaaniseen käyttäytymiseen. Suurempi tiheys tarkoittaa suurempaa vahvuutta mutta oksankohdilla ja muilla vioilla on myös suuri vaikutus puuaineen vahvuuteen. Vahvuuden lisäksi kestävyys ja syttymisenergia ovat

positiivisesti sidonnaisia tiheyteen. Tutkimuksien mukaan lehtikuusella on todettu olevan 30 % enemmän näitä ominaisuuksia kuin männyllä. (Finni. 1994.)

Lehtikuusi on tihein ja painavin havupuulaji koko Pohjois-Euroopassa, lukuun ottamatta marjakuusta. Siperianlehtikuusella tiheys on 30 % suurempi kuin männyllä ja 50 % suurempi kuin kuusella (Bergstedt & Lyck. 2007, 29.)
Lehtikuusen keskimääräinen ilmakeivän puun ominaispaino on 640 kg/m³. Tämä luku ei juuri vaihtelee eri maantieteellisillä alueilla. (Finni. 1994)

3.1.3 Kuivuminen ja kutistuminen

Lehtikuusen kuivumisprosessi etenee hyvin hitaasti verrattuna useisiin muihin lajeihin. Lehtikuusen kuivuminen voi kestää jopa 2-3 kertaa kauemmin kuin männyn. Lehtikuusta voidaan kuivata melko nopeasti esimerkiksi polttouuni kuivauksessa mutta matalan vedenläpäisevyyden takia kuivaus pitää suorittaa hyvin varovaisesti. Lehtikuusen puuaines kuivuu n. 5 cm kolmessa viikossa. Valmiin puutavaran kosteusprosentti on tuolloin noin 12 %. Vastaavassa tilanteessa männyn kuivuminen kestää 8-10 päivää. Jos puutavaraa ei kuivata tarpeeksi, pihkan valuminen on erittäin suuri riski varsinkin, jos puuaines altistetaan korkealle lämpötilalle. (Bergstedt & Lyck. 2007, 31.)

Kutistuminen on lehtikuusessa paljon suurempaa kuin männyssä tai kuusessa. Tämä johtuu lehtikuusen suuresta tiheydestä. Lehtikuusen yksi huonoista ominaisuuksista on sen taipumus vääntyä ja käyristyä kuivumisen yhteydessä. Kieroutuminen ja syrjävääryys tosin vähenevät etäisyyden kasvaessa ytimeistä. (Finni. 1994)

Puun stabiliteetti on kuivumisen jälkeen tyydyttävä jos Lehtikuusi on suorasyinen ja sisältää säännöllisesti vuosirenkaita. Normaalisti kuitenkin lehtikuusen syyt ovat spiraalimaisia, joka vaikuttaa kuivumisen aikana negatiivisesti puun stabiiliseen käyttäytymiseen. (Bergstedt & Lyck. 2007, 31.)

3.1.4 Stabiliateetti

Lehtikuusen dimensionaalinen stabiliateetti jatkuvasti vaihtelevissa kosteusolosuhteissa on kiistanalainen asia. Toiset kokevat lehtikuusen olevan täysin hyväksyttävissä oleva rakennus materiaali vaihtelevissa kosteusolosuhteissa, kun taas toiset kokevat kuusen tai männyn olevan käytännöllisempi vaihtoehto. (Bergstedt & Lyck. 2007, 33.)

Käytännössä lehtikuusta käytetään sellaisissa kohteissa, joissa kastuminen ja kosteuden vaihtelu on jatkuvaa. Lehtikuusella on alhainen vedenläpäisevyys ja sen takia kosteudenvaihtelu ei ole niin suuri ongelma. Kutistumisen ja turpoamisen aiheuttamat ongelmat ovat myös vähäisempiä huonon veden imukyyn ansiosta. Huono vedenläpäisevyys koskee tosin vain sydänpuuosaa, koska mantopuun veden imukyky on huomattavasti suurempi. (Bergstedt & Lyck. 2007, 33.)

3.1.5 Lehtikuusen mekaaniset ominaisuudet

Lehtikuusi mielletään yleisesti yhdeksi vahvimista havupuista. Vanha lehtikuusi on huomattavasti kovempaa kuin mänty ja sillä on suurempi taivutuskestävyys. Lehtikuusen hyviä kestävyysominaisuuksia on arvostettu jo monia vuosia. (Bergstedt & Lyck. 2007, 33.)

Lehtikuusen mekaaniset ominaisuudet ovat suurimmaksi osaksi riippuvaisia sen tiheydestä, koosta, oksien määrästä ja syiden suunnasta. Liitteenä olevien taulukoiden mitatut arvot on saatu pienestä oksattomasta näytteestä. Kaupallisen lehtikuusen arvot ovat paljon alhaisempia, johtuen sen suuresta oksien määrästä. Oksien määrä ja vuosirenkaiden leveyden vaihtelut voivat aiheuttaa samassa puussa suuria eroavaisuuksia kestävydessä. (Bergstedt & Lyck. 2007, 33.)

3.1.6 Kestävyys

Puun luonnollinen kestävyys riippuu monesta eri tekijästä: Pihkan määrästä, sydänpuun osuudesta, vuosirenkaiden leveydestä ja puun iästä. Mantopuu ei sisällä säilöntä kemikaaleja, jonka takia sen käyttöikä ei ole yhtä pitkä kuin

sydänpuulla. Puun uuteaineet lisääntyvät puun tiheyden kasvaessa, jonka ansiosta puu-aines on paljon kestävämpää. Parhaimmat kestävyys- ja kantavuusominaisuudet löytyvät lehtikuusista, joiden kasvu on ollut hidasta. Hitaan kasvuvauhdin ansiosta puun vuosirenkaat ovat ohuempia ja puuaines on tiheämpää ja kestävämpää. Puunrungon alaosassa sijaitseva sydänpuu on luonnollisesti kestävämpää kuin yläosassa. (Bergstedt & Lyck. 2007, 39.)

Lehtikuusen kestävyys riippuu hyvin paljon sen alkuperästä. Esimerkiksi tyypillistä skandinaavialaista nuorta ja nopeasti kasvavaa lehtikuusta ei voi kestävyysominaisuuksiltaan verrata Siperian luonnon metsissä kasvavaan lehtikuuseen. (Bergstedt & Lyck. 2007, 39–40)

Taulukko 1. Lehtikuusen, männyn ja kuusen odotettu käyttöikä vuosissa (Mukaiillen Bergstedt & Lyck. 2007)

Laji	Kosketuksissa maan kanssa	Suojaamaton (min-kesk-max)	Suojattu (min-kesk-max)	Aina kuiva
Lehtikuusi	9-10	40-65-90	90-120-150	<1800
Mänty	7-8	40-65-85	90-100-120	120-1000
Kuusi	4-5	40-55-70	50-60-75	120-900

Taulukko 1 osoittaa selvästi, että eri puulajien kestävyys on huomattavasti suurempi, jos puu ei ole kosketuksissa maan kanssa. Lehtikuusen kestävyys on mäntyyn ja norjankuuseen verrattuna kaikissa olosuhteissa parempi. Tämän perusteella lehtikuusta pidetään erittäin kestäväenä puuaineena maan yläpuolisissa rakenteissa. (Bergstedt & Lyck. 2007, 40.)

Lahottajasienet lahottavat puuta huomattavasti tehokkaammin maanpinnan alapuolella mutta yleisimmät puuta tuhoavat sienet eivät elä maaperässä, joka on kokonaan vedellä kyllästynyt (Bergstedt & Lyck. 2007, 41).

Lehtikuusi on erinomainen materiaali rakenteissa, jotka ovat kosketuksissa veden kanssa. Kestävyydeltään lehtikuusta voidaan näissä olosuhteissa verrata tammeen. Lehtikuusta käytetään perinteisessä venerakentamisessa, jossa sen on todettu kestävän jatkuvaa kastumista ja kuivumista ilman puuaineen heikkenemistä. (Bergstedt & Lyck. 2007, 42.)

Lehtikuusen, männyn, kuusen ja tammen kestävyyttä on tutkittu myös suolaisessa merivedessä. Tulokset osoittivat, että mikään näistä puulajeista ei kestä merivedessä ilman kyllästämistä. (Bergstedt & Lyck. 2007, 42–43.)

3.1.7 Lehtikuusen painekyllästämisen

Vaikka lehtikuusta usein kasvatetaan sen luonnollisen kestävyyden takia, joskus sen mantopuun käyttöikää parannetaan kemiallisella käsittelyllä. Euroopanlehtikuusen sydänpuuta on lähes täysin mahdotonta painekyllästä. Lehtikuusen mantopuutakin on erittäin vaikea kyllästä. Eri lehtikuusi lajien resistentti painekyllästämistä vastaan tosin vaihtelee hyvinkin paljon. Esimerkiksi japaninlehtikuusen kyllästäminen on helpompaa kuin euroopanlehtikuusen. (Bergstedt & Lyck. 2007, 44.)

3.1.8 Lehtikuusen työstäminen

Lehtikuusta on melko vaikea työstää verrattuna esimerkiksi kuuseen. Huonon työstettävyyden syitä ovat seuraavat:

- Puun huono tyven muoto
- Spiraalin muotoiset syyt
- Suuri tiheys
- Suuri kesäpuun osuus
- Kesäpuun kovuus
- Suuri kontrasti kevät- ja kesäpuun välillä
- Kuivat oksat
- Paksu kuori
- Suuri pihkan määrä

Lehtikuusta voidaan kaikesta huolimatta työstää kaikilla manuaalisilla ja mekaanisilla työkaluilla. Kovat ja irtonaiset oksat saattavat tosin aiheuttaa työkalujen suurempaa kulumista. Kuivan puun parissa on suhteellisen helppo työskennellä ja lopputuloksena on siisti ja tasainen pinta, jos puussa ei ole vahvoja spiraalimaisia syitä, suuria oksia ja leveitä vuosirenkaita. Puun kasvun aikaiset rasitukset voivat aiheuttaa ongelmia työstämisen kannalta. Jos lehtikuusi kasvaa kurvikkaan muotoiseksi, sen myötölujuus saattaa olla huomattavasti pienempi kuin normaalisti. Puuntyven hylkääminen on monesti suositeltavaa työstämisen helpottamiseksi. ((Bergstedt & Lyck. 2007, 35.)

Suoran lehtikuusen viilut voidaan helposti sahata ilman ongelmia, jos puussa on vähän oksia ja säännölliset vuosirenkaat. Toisaalta viiluilla on taipumus haljeta vuosirenkaiden rajojen kohdalta, minkä jälkeen puutavaran taivutusvastus heikkenee. (Bergstedt & Lyck. 2007, 35–36.)

Lehtikuusella on taipumus halkeilla naulaamisen yhteydessä, ja siksi puun etukäteen poraaminen on suositeltavaa. Toisaalta kun naulat ja ruuvit ovat paikoillaan, rakenteen ominaisuudet ovat hyvät. Rautanaulat ja ruuvit ruostuvat hitaasti lehtikuusen sydänpuussa, koska hapon määrä sydänpuussa

on hyvin pieni. Kosteassa puussa naulojen ja ruuvien ympärille voi ilmestyä sini-harmaata väritystä. (Bergstedt & Lyck. 2007, 36.)

Lehtipuu on helposti liimattavaa materiaalia, jos pihkan määrä puussa ei ole liian suuri. Suuri pihkan määrä voi myös aiheuttaa ongelmia pintakäsittelyn kanssa. Siksi on suositeltavaa esikäsitellä puu pihkan poistoaineella, varsinkin jos se altistetaan korkealle lämpötilalle. (Bergstedt & Lyck. 2007, 37.)

Sisäisten rasituksien takia, lehtikuusi tyypillisesti kieroutuu ja vääntyy sahatessa. Lehtikuusta on huomattavasti vaikeampi sahata puutavaraksi kuin useimpia havupuita. Melko suurta osaa sahatusta lehtikuusi puutavarasta ei voida hyödyntää rakentamisessa niiden kieroutumisen takia. (Bergstedt & Lyck. 2007, 37.)

Lehtikuusen suuren tiheyden takia voidaan sahausprosessin olettaa kestävän kauemmin ja työkalujen huolto pitää tehdä useammin kuin kuusen työstämisessä (Bergstedt & Lyck. 2007, 37).

Suuri pihkamäärä, varsinkin tuoreessa puussa, voi aiheuttaa ongelmia sahauksessa. Ongelma voidaan korjata sahaamalla tukki jäätyneessä olomuodossa tai voitelemalla sahanterä vedellä tai öljyllä. (Bergstedt & Lyck. 2007, 37.)

3.1.9 Lehtikuusen koesahaus

Lehtikuusen käyttöä Suomessa rajoittaa eniten sen saatavuus mutta lehtikuusen jalostaminen voi olla myös ongelmallista. Teimme lehtikuusen kanssa koesahauksia piensahalla Myllykoskella. Lehtikuusien hankkiminen osoittautui erittäin vaikeaksi. Otin yhteyttä useisiin piensahoihin ja metsänomistajiin mutta mistään ei lehtikuusta löytynyt. Lopulta löysin kaksi lehtikuusitukkia, jotka oli kaadettu asuintalon pihasta.

Kuvassa 1 näkyvät tukit olivat latvan puolelta halkaisijaltaan 13 cm ja 20 cm. Pienempi lehtikuusi oli lopettanut kasvamisen ja oli runkomuodoltaan hyvin käyrästynyt. Suurempi lehtikuusi oli runkomuodoltaan hieman käyrä mutta muuten aivan kelvollinen sahatukki.



Kuva 1. Koesahauksessa käytetyt tukit (Kuva: Janne Poikala)

Koesahauksen tarkoituksena oli tutkia lehtikuusen kieroutumista jo sahauksen aikana. Valmiin sahatavaran etäisyys mitattiin ytimestä ja tarkoitus oli verrata saatuja tuloksia keskenään.

Ensin tukkeja tutkittiin ulkoisesti ja sahurin mielipide ennen sahauksen aloittamista oli, että valmis sahatavara tulisi suurella todennäköisyydellä olemaan kiero. Mutta vastoin kaikkia odotuksia, kummastakin tukista sahattu puutavara oli täysin suoraa ja käyttökelpoista, vaikka tukit olivat jo ennestään käyriä ja lehtikuusella on suuri taipumus kieroutua sisäisten rasitusten takia, vaikka runko olisikin suora. Koesahauksissa saatuja tuloksia ei voitu keskenään vertailla, koska mitään poikkeavaa tavaran laadussa ei ollut. Kuvassa 2 näkyvä täysisärmäinen puutavara on mitoiltaan 32x100 mm, ja se on tarkoitus myydä terassi- tai laiturilaudaksi. Kuvasta 2 voi myös nähdä lehtikuusen suuren sydänpuosuuden.



Kuva 2. Lehtikuusesta sahattu puutavara 32x100 mm (Kuva: Janne Poikala)

3.2 Paineekyllästetty puutavara

3.2.1 Yleistä

Suomessa käytetty painekyllästetty puutavara on pohjoisen havumetsävyöhykkeen tiheäsyistä mäntyä, joka kyllästetään A- ja AB-luokkiin kupariyhdisteitä sisältävällä kyllästysaineella. (Puuinfo, 2010)
Painekyllästeisen puun perinteinen väri on vihreä mutta lisäämällä kyllästysaineeseen väripigmenttiä, saadaan väriksi myös ruskea. (Puuinfo. Sahatavaran jatkojalosteet)

3.2.2 Paineekyllästysprosessi

Painekyllästysprosessissa puu kyllästetään kemikaaleilla, jotka suojaavat sitä biologiselta hajoamiselta ja parantavat sen palonkestokykyä. Yleensä kyllästys tehdään paineistetussa astiassa, jossa kemikaalit kulkeutuvat puuhun nesteen välityksellä. Kyllästyskemikaalit on jaettu neljään eri ryhmään. Näihin kategorioihin kuuluvat vedellä johdettavat säilöntäaineet kuten CCA-yhdisteet, öljyllä johdettavat säilöntäaineet kuten pentaklorofenoli, kreosootti ja paloa hidastavat aineet. Kolmen ensimmäisen kemikaalin tarkoitus on pidentää puun käyttöikää suojaamalla sitä hyönteisiltä ja sieniltä. Ulkoilmassa

ja maan kanssa suorassa kosketuksessa oleva puu vaatii yleensä käsittelyä lahoamista vastaan. palonestoaineiden tarkoitus on hidastaa syttymisprosessia, kun puu altistuu tulelle. (Tukes, 2012)

Palonestoaineilla käsitelty puutavara on markkinaosuudeltaan kaikista pienin verrattuna kolmeen muuhun ryhmään. Palonestoaineisiin kuuluvat ammoniumsuolet, boraatti, fosfaatit, bromidit antimoni oksidit. (Hinkley, 2007) Kreosootti on mustan-ruskea neste, jota saadaan kivihiilitervan tisleestä. Tisle sekoitetaan joskus terva- ja petroliöljyn kanssa (Tukes, 2012). Öljypohjaisiin säilöntä-aineisiin kuuluu kupari naftaleeni, sinkki naftaleeni ja pentaklorofenoli. Yleisemmin näistä käytetään pentaklorofenolia, joka kiteinen aromaattinen yhdiste. Pentaklorofenoli sekä kreosootti aiheuttaa puuhun tumman värin, väkevän hajun ja öljyisen pinnan, joka on hyvin vaikea maalata. Kummallakin kemikaalilla käsitelty puu on helposti syttyvää ja voi aiheuttaa ihoärsytystä, joten asuintalojen sisäpuolisissa rakenteissa ei niitä saa käyttää. (Hinkley, 2007) Kreosootilla kyllästetään mm. ratapölkkyjä ja pylväitä. Pentaklorofenolia käytetään usein poikittaiskannattimien kyllästämiseen. (Tukes, 2012)

3.2.3 Kyllästysmenetelmät

Bethell-menetelmää eli täyssolukyllästystä käytetään yleisesti CCA-suoloilla M- ja A-luokan kyllästyksessä. Kyllästysprosessin vaiheet ovat alkutyhjiö (45 min.), työpaine (120–180 min.) ja lopputyhjiö (30 min.). Prosessia jatketaan, kunnes kyllästeen tunkeutuminen puuhun lakkaa. (Siikanen. 2008, 88.)

Rüping menetelmää eli säästökyllästämistä käytetään pääasiassa kreosoottikyllästämiseen. Prosessin vaiheet ovat alkupaine (10–15 min.), työpaine (80–180 min.) ja lopputyhjiöstä (60–120 min.) . Puuhun jäävää kyllästeen määrää voidaan säädellä alkupaineen avulla. (Siikanen. 2008, 88.)

Kaksoistyhjökyllästystä käytetään B-luokan kyllästyksen öljypohjaisilla kyllästeillä. Kyllästysprosessin vaiheet ovat alkutyhjiö (10–15 min.), työpaineesta (10–15 min.) ja lopputyhjiöstä (20–30 min.). Kyllästäminen tapahtuu aina valmiiksi työstetylle puulle.(Siikanen. 2008, 88.)

3.2.4 Kyllästysluokat

Kyllästetty puu jaetaan kolmeen eri luokkaan puun kestävyden mukaan. Näihin luokkiin kuuluvat A, AB ja B. A-luokan puutavara sisältää näistä eniten kemikaaleja ja B-luokan puu sisältää vähiten.. A-luokkaan kyllästetty sahatavara on paksuudeltaan vähintään 50 millimetriä ja pyöreä sahatavara on poikkileikkaukseltaan vähintään 80 millimetriä. AB-kyllästysluokan puutavaran paksuusvaatimukset ovat sahatavaralla enintään 50 mm ja pyöreällä poikkileikkauksella alle 80 millimetriä. (Tukes, 2011.)

Taulukko 2. Puutavaran laatu- ja kyllästysluokat (RT-21-10880, 2006)

Puutavaran laatuluokka ¹⁾	Kyllästysluokka
A	AB
B	AB
C	A
D	- ²⁾

¹⁾ Puutavaran laatuluokat on esitetty RT-ohjekortissa *RT 21-10750 Sahattu ja höylätty puutavara*.

²⁾ D-luokan puutavaraa ei kyllästetä.

”Luokitus perustuu EN-standardeissa EN 335-1¹, EN 351-1² ja Pohjoismaiden puunsuojausneuvoston asiakirjassa NRT Dokument nr. 1:1998³ esitettyyn puunsuoja-aineen tunkeumaan sekä esitettyihin käyttöluokkiin.” Jotta puu voidaan luokitella, siltä vaaditaan seuraavia edellytyksiä:

- Puunsuoja-aine on hyväksytty kyseiseen luokkaan.
- Puulaji on hyväksytty kyseiseen luokkaan.
- Tuotantolaitos on hyväksytty tuottamaan kyseisen luokan puutavaraa.
- Kyllästetyn puutavaran laatua valvotaan. (RT 21-10880)

3.2.5 Puunsuoja-aineet

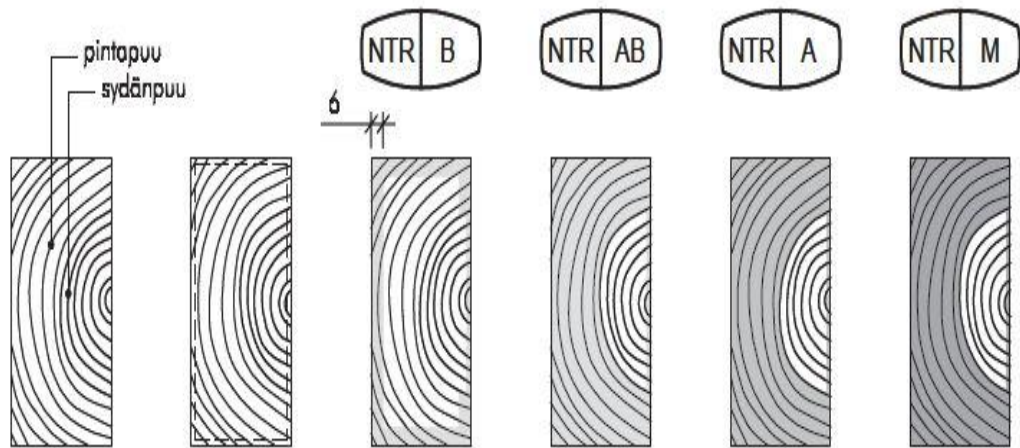
Puunsuoja-aineiden on oltava NRT:n hyväksymiä täyttääkseen RT-kortissa esitetyn luokituksen. ”Hyväksyntä tapahtuu asiakirjan NTR Dokument nr.2:1998⁴ mukaisesti”. Hyväksytyistä kyllästysaineista on olemassa NRT:n julkaisema luettelo. Suomessa käytettävillä suoja-aineilla on oltava myös Suomen ympäristökeskuksen hyväksyntä. (RT-21-10880, 2006.)

Taulukko 3. Esimerkkejä Suomessa käytettävistä puunsuoja aineista (RT-21-10880, 2006)

Kyllästysluokka	Suoja-aine (kylläste)
M	kreosoottiöljy
A	Cu-tuotteet (kupari) kreosoottiöljy
AB	Cu-tuotteet metallivapaat tuotteet
B	orgaaniset öljypohjaiset tuotteet

3.2.6 Kyllästys

Kyllästetyn puutavaran eri luokkien vaatimukset on esitelty RT-kortissa. SYKE:n puunsuojavalmistekohtaiset hyväksymispäätökset määrittelevät suoja-aineiden vaaditut tunkeumat mutta tarkempia ohjeita ja tunkeumalukuja esitetään NRT:n asiakirjoissa. (RT-21-10880, 2006.)



Kuva 3. Esimerkki Pintakäsittely- tai kyllästysaineen määrästä ja tunkeuman syvyydestä. (RT-21-10880, 2006)

Taulukko 3. Kyllästysaineen määrästä johtuva luokitus (Tukes, 2011).

NTR	B	AB	A	M
EN 351-1 (2007)	NP3/HC3	NP5/HC3	NP5/HC4	NP5/HC5

3.2.7 CCA- kyllästäminen

Yleisimmät vesipohjaiset kemikaalit ovat metalli oksideja. Nämä kemikaalit sisältävät kromi-kupari-arseenia (CCA), happo-kupari-kromia (ACC), ammoniakki-kupari-arseenia (ACA), kromi-sinkki-kloridia (CZC) ja ammoniakki-kupari-sinkki-arseenia (ACZA). Yleisin maailmalla käytetty yhdiste on CCA. CCA koostuu kromin, kuparin ja arseenin oksideista tai suoloista. Kupari suojaa puuta sieniltä ja arseeni hyönteisiltä. Kromin tarkoituksena on parantaa kuparin ja arseenin kiinnittymistä puuhun. Puun kyllästyspitoisuuden perusteella, CCA materiaalit jaetaan Amerikassa kolmeen eri tyyppiin: "A", "B" ja "C". Kromin, arseenin ja kuparin kyllästyspitoisuudet vaihtelevat väleillä 35–65 %, 16–45 % ja 18–20%. Puulta vaadittava kyllästysaste riippuu sen käyttötarkoituksesta. Jos puutavaraa käytetään maanpinnan yläpuolisissa rakenteissa, voidaan käyttää pienempää kyllästysastetta. Suurempaa kyllästysastetta vaaditaan, jos puu joutuu ottamaan vastaan suuria kuormia kuten pilari. Suurinta kyllästysastetta käytetään jos puuta käytetään perustuksissa tai meriveden läheisyydessä. (Hinkley, 2007.)

Taulukko 3. CCA-tyyppien A, B ja C koostumukset (Hinkley, 2007)

	CCA-Tyyppi A	CCA-Tyyppi B	CCA-Tyyppi C
Kromi CrO ₃	65.5%	35.3%	47.5%
Kupari CuO	18.1%	19.6%	18.5%
Arsenikki As ₂ O ₅	16.4%	45.1%	34.0%

CCA-kyllästetyn puun etuja on, että se ei tuota hajua ja se on helposti maalattavissa. Alhaisissa kyllästysasteissa puu säilyttää sen luonnollisen ja kauniin ulkopinnan. (Hinkley, 2007.)

3.2.8 Käytön rajoitukset Suomessa

Puunsuojakemikaalien käyttöönottoa valvoo Suomessa Tukes.

Painekyllästetyn puun käytölle on asetettu useita rajoituksia ympäristön ja terveyden suojelun vuoksi. Sisätiloissa painekyllästeisen puun käyttö on kielletty. Puu ei yleensä joudu sisätiloissa kosteudelle alttiiksi, joten kyllästetyn puun käyttö ei ole tarpeellista. Elintarvikkeet ja juomavesi eivät saa olla missään kosketuksissa kyllästetyn puutavaran kanssa. Kyllästetty puutavara ei siis ole soveliaista käyttää esimerkiksi maakellareiden hyllyrakenteissa tai kaivonkansissa. (Tukes, 2010.)

Kyllästetyn puun työstäminen vaatii hengityssuojaimia ja suojakäsineitä. Puun hiominen ja höylääminen on terveydelle vaarallista ja kaikki kyllästetyn puun työstämisestä jäänyt puujäte pitäisi ottaa talteen erilliskeräilyyn.

Painekyllästetyn puun poltossa voi muodostua myrkyllisiä yhdisteitä, joten sitä ei saa polttaa ulko- eikä sisätiloissa. (Tukes, 2010.)

Puun kyllästämiseen käytettiin aiemmin niin sanottuja suolakyllästeitä eli kromia arseenia ja kuparia (CCA) sisältäviä kyllästysaineita sekä kreosoottiöljyä. Kreosoottiöljyllä ja CCA-kyllästeillä käsiteltyä puutavaran käyttöä on rajoitettu, koska ne sisältävät paljon syöpävaarallisia ja myös

ympäristölle vaarallisia kemikaaleja. 1996 vuodesta lähtien kreosootilla kyllästettyjä ratapölkkyjä ei ole saanut käyttää pihapiirissä tai virkistysalueilla, eikä niitä saa luovuttaa yksityiselle kuluttajalle. Kesäkuussa 2004 kiellettiin arseenipitoisten CCA-kyllästettyjen sähköpylväiden luovutus kuluttajille. (Tukes, 2010.)

Kreosootilla tai CCA-säilöntäaineilla kyllästettyjä pölkkyjä tai pylväitä on kielletty käyttämästä asuinalueilla, kotitalouksien rakenteissa tai puutarhakalusteissa tai kohteissa joissa ihokosketus on mahdollinen. Käytöstä poistettuja ratapölkkyjä ja sähkö- ja puhelinpylväitä käytettiin aiemmin paljon piharakentamisessa, pengerryksissä, aitoina, portaissa ja hiekkalaatikoissa. Rakennelmista on kuitenkin todettu huuhtoutuvan syöpävaarallisia tehoaineita maaperään, ravintokasveihin, kaivoveteen ja hiekkalaatikon hiekkaan. (Tukes, 2010.)

4 LEHTIKUUSEN JA KYLLÄSTETYN PUUN KÄYTTÖKOHTEET

4.1 Lehtikuusen käyttökohteet

Lehtikuusta on käytetty monissa erilaisissa käyttökohteissa Aasiassa, Keski-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa. Näillä alueilla lehtikuusta esiintyy paljon aivan luonnostaan. Pohjois-Euroopassa kuluttajien kiinnostus lehtikuuseen on kasvanut, koska Venäjältä tuodaan paljon hyvän laatuista lehtikuusta. (Bergstedt & Lyck. 2007, 11.)

Lehtikuusta käytetään kohteissa, joissa vaaditaan suurta lahonkestävyyttä, kovuutta ja kantokykyä. Tämän kaltaisia kohteita ovat esimerkiksi kaivokset, sillat ja suuret rakennustyöt. Lehtikuusta käytetään myös talojen kantavissa rakenteissa joissakin Keski-Euroopan maissa. Rakennusten sisätiloissa lehtikuusta käytetään suurimmaksi osaksi sellaisissa tiloissa, joissa esteettisyys on erittäin tärkeää kuten näkyvissä kattorakenteissa. Lehtikuusta käytetään paljon myös sisäkatoissa, seinissä, ovissa ja rappusissa. Lehtikuusta käytetään paljon lattioissa, joihin kohdistuu suuri mekaaninen kulutus. (Bergstedt & Lyck. 2007, 11.)

Ulkorakentamisessa lehtikuusta voidaan käyttää esimerkiksi siltojen rakentamiseen. Hyviä esimerkkejä lehtikuusisilloista löytyy Saksasta ja Italiasta ja luultavasti muistakin maista. Lehtikuusi soveltuu siltarakentamiseen sen kantokyvyn, luonnollisen kestävyuden ja koristeellisen ulkomuotonsa ansiosta. Lehtikuusta voidaan käyttää moneen muuhunkin ulkopuoliseen rakentamiseen kuten ulko-ovet, ulkoverhoukset, parvekkeet, aidat ja puutarha rakennelmat. Lehtikuusi on myös erittäin käytännöllinen materiaali venerakentamisessa, tosin harvoja veneitä rakennetaan tänä päivänä puusta. (Bergstedt & Lyck. 2007, 11.)

4.1.1 Lehtikuusen käyttö Pohjoismaissa

Tanska käyttää luultavasti eniten Pohjoismaissa lehtikuusta. Sitä käytetään suurimmaksi osaksi rakennepuuna ja pakkaamiseen. Lehtikuusta käytetään Tanskassa paljon myös ulkoverhoiluun, leikkikentillä, aidoissa ja puutarha kalusteisiin. Muita käyttökohteita ovat esimerkiksi teiden varrelle rakennettavat äänimuurit. Lehtikuuselle on myös pientä kysyntää vanhojen puulaivojen restaurointiin. (Bergstedt & Lyck. 2007, 12.)

Norjassa lehtikuusta käytetään ulkoverhoiluun, ulkokalusteisiin, äänimuureihin, portaisiin, oviin, venerakentamiseen ja suolaisessa vedessä oleviin tolppiin (Bergstedt & Lyck. 2007, 12).

Islannissa lehtikuusta käytetään tolppiin, ulkopanelointiin, ulkokalusteisiin, lattioissa ja valtion toimistoissa (Bergstedt & Lyck. 2007, 12).

Ruotsissa lehtikuusta käytetään esimerkiksi keittiökalusteissa ja lattioissa. Lisäksi sitä käytetään leikkikentillä ja ulkopaneloinnissa (Bergstedt & Lyck. 2007, 12).

4.1.2 Lehtikuusen käyttö muissa Euroopan maissa

Vaikka lehtikuusi ei luonnostaan kasva Britanniassa, on sitä ollut saatavissa sen suuren istutusmäärän vuoksi. Britanniassa lehtikuusta on istutettu paljon enemmän kuin esimerkiksi Pohjoismaissa. (Bergstedt & Lyck. 2007, 13.)

Lehtikuusta käytetään Britanniassa perinteisesti ulko- ja erikoiskäyttöön. Sen käyttö rakentamisessa rajoittuu lähes kokonaan ulkopintoihin kuten verhoiluun, portteihin, ikkunalautoihin ja muihin kohteisiin, joissa vaaditaan erittäin kestävää puutavaraa. (Bergstedt & Lyck. 2007, 13.)

Venäjällä lehtikuusta on käytetty rakennusten perustuksissa, jos alueella ei ole tarpeeksi kiveä. Krasnojarskin tutkimusinstituutti teki tutkimuksia lehtikuusesta, joka oli ollut maan sisässä todennäköisesti yli tuhat vuotta. Tulokset olivat, että lehtikuusi oli vielä tuoretta niinkin pitkän ajan jälkeen. Toinen hyvä esimerkki lehtikuusen kestävydestä on Kirenskin kirkko, joka on rakennettu vuonna 1756 kokonaan lehtikuusesta. Kirkon kunto tutkittiin vuonna 1937 ja sen todettiin olevan maalipintaa lukuun ottamatta erittäin hyvässä kunnossa. Itä-Siperiassa puhelinpylväät on tehty yksinomaan lehtikuusesta ja jotkut jopa 40 vuotta vanhat pylväät olivat tarkastushetkellä vielä täysin toimintakunnossa. (Bergstedt. & Lyck. 2007, 13.)

4.1.3 Esimerkki: Raikuun kanavan silta

Kerimäen kunnassa rakennettiin vuonna 1995 vesistösilta lehtikuusesta, jonka kokonaispituus on 9.6 metriä ja kokonaisleveys 7 metriä. Alkuperäisen sillan pääkannattajiin käytetty puutavara oli puhdasta lehtikuusta ilman lisäsuojausta ja alun perin myös sillan kansi ja kaiteet olivat puhdasta lehtikuusta. Puisen palkkisillan rakentamiseen päädyttiin ympäristö- ja kulttuurihistoriallisista syistä.



Kuva 4. Raikuun kanavan silta (Liikennevirasto).

Sillan kansi lahosi alle kymmenessä vuodessa käyttökeltottomaksi, vaikka lehtikuusi raaka-aineena on tunnettu sen suuresta kulutus- ja lahonkestävyydestä. Sillan tarkastuksen yhteydessä huomattiin kannen olevan niin laho, että ruuvimeisselin pystyi työntämään käsivoimin puun sisään.



Kuva 5. Kuva Raikuun sillan lahonneesta kannesta (Liikennevirasto).

Sillan pääkannattajat olivat vajaan kymmenen vuoden käytön jälkeen aivan moitteettomassa kunnossa. Silta korjattiin vuonna 2006, jolloin pääkannattajat

jätettiin paikoilleen mutta kannen ja kaiteiden lehtikuusirakenteista luovuttiin. Sillan kansirakenteet korvattiin painekyllästetyllä puutavaralla, joka on yleisimmin käytetty materiaali puukantisissa silloissa. Painekyllästetty puutavara kestää normaalisti sillan kansilankutuksena 20–30 vuotta, riippuen sillan liikennemäärästä.



Kuva 6. Sillan pääkannattimet (Liikennevirasto).

Sillan yli kulkeva liikennemäärä on hyvin pieni (KVL 31 ajoneuvoa/vuorokausi), joten siltaa ei ole koskaan talvisin suolattu. Sillan kannen lahoamiseen saattoi osittain vaikuttaa käytetyn lehtikuusi puutavaran suuret vuosirenkaat. Kuvassa 5 näkyvistä suurista vuosirenkaista voi päätellä, että käytettyjen lehtikuusien kasvunopeus on ollut varsin nopeaa. Lehtikuusen kestävyysominaisuudet parantuvat huomattavasti, jos kasvuvauhti on hidasta ja vuosirenkaat ovat tiheässä.

Siltojen päät yleensä asfaltoidaan, jotta sorateiltä ei kantautuisi kiviä sillan kannelle (Siitonen. 2012). Raikuun kanavan sillan päitä ei kuitenkaan asfaltoitu, joten kivien aiheuttama mekaaninen kulutus saattoi myös osittain vaikuttaa kannen nopeaan lahoamiseen. Pääkannattajien hyvä kunto voidaan selittää sillan tiiviiksi rakennetulla kannella, joka suojaasi kannattimia sadevesiltä. Sillan kannen käyttöikää olisi mahdollisesti voitu pidentää jättämällä lankkujen väliin pieni ilmarako, jotta kertynyt kosteus olisi voinut

tuulettua pois. Tällaista ratkaisua ei tosin ole aikaisemmin käytetty puukantisissa silloissa.

Lehtikuusen käyttöä tulisi käyttää harkitusti siltarakentamisessa. Lehtikuusen hyvä ominaisuus verrattuna painekyllästeiseen puuhun on sen ekologisuus mutta sen kestävyys ei välttämättä aina vastaa painekyllästeistä puuta.

4.2 Kyllästetyn puutavaran käyttökohteet

Suomessa tuotetaan myyntitarkoitukseen A- ja AB-luokkavaatimuksen mukaisesti kyllästettyä puutavaraa. Kyllästettyä puutavaraa ostettaessa tulee ottaa huomioon aiottu käyttökohde. Kyllästetyn puutavaran ensisijaiset käyttökohteet ovat laholle altistuvat rakenteet ja rakennelmat. (Siikanen. 2008, 92-93.)

A-kyllästysluokan puutavaran käyttökohteita ovat erityisesti vesi- ja maakosketuksissa olevat rakenteet, turvallisuutta edesauttavissa ja kantavissa rakenteissa, jotka lahoamisen jälkeen ovat erittäin vaikeasti vaihdettavissa. Käyttökohteita A-kyllästysluokan puutavaralle ovat mm. laiturit ja sillat, ulkoportaat, parvekkeidenkantavat rakenteet ja kaiteet, aitapylväät, pilarit ja pylväät, jotka ovat alapäästään maakosketuksessa. (Siikanen. 2008, 93.)

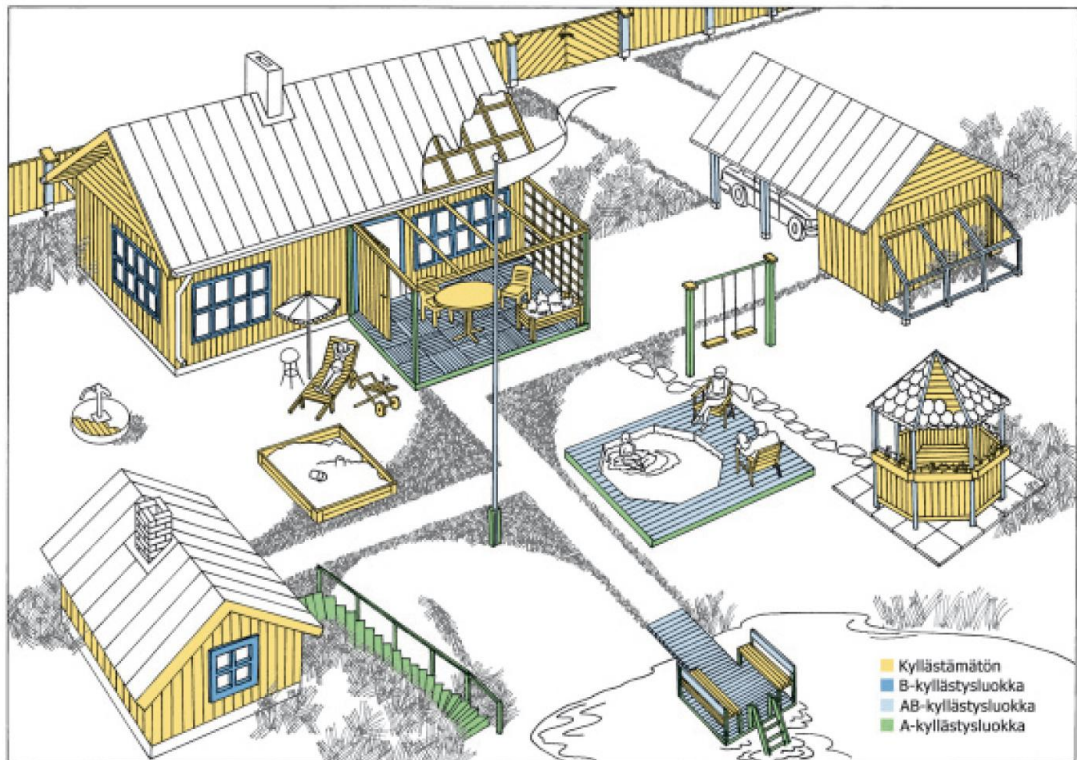
Maata vasten olevat pihalaatat tulisi myös tehdä A-luokan kestopuusta samoin kuin istutusten rajaukset ja piha pengerrykset. Kasvihuoneet tulisi rakentaa A-luokan kestopuusta, koska kasvihuoneen rakenteet joutuvat suurelle kosteusrasitukselle. (Siikanen. 2008, 93.)

AB-luokkaan kyllästettyä puutavaraa voidaan käyttää rakenteissa, jotka ovat säälle alttiita mutta maanpinnan yläpuolella (Siikanen. 2008, 93).

AB-luokan kestopuuta käytetään mm. ulkokalusteissa, ulkooverhouksissa, aita- ja terassilaudoituksessa, pergolarakenteissa, huvimajoissa, kukkalaatikoissa ja köynnöskasveja tukevissa ristikoissa. AB-luokan kestopuuta voidaan käyttää myös leikkikenttävarusteisiin. (Siikanen. 2008, 93.)

B-luokkaan kyllästettyä puutavaraa voidaan käyttää esimerkiksi ikkunarakenteiden uloimmissa osissa. B-luokan kestopuu tavallisesti työstetään oikeaan muotoon ennen kyllästystä. (Siikanen. 2008, 93.)

Suomen olosuhteissa M-luokkaan kyllästettyä puutavaraa ei tarvita (Siikanen. 2008, 93.)



Kuva 7. Paineekyllästeisen puun käyttökohteita kyllästysluokittain (Tukes, 2011).

Keltainen: Kyllästämätön puutavara

Tumman sininen: B-kyllästysluokka

Vaalean sininen: AB-kyllästysluokka

Vihreä: A-kyllästysluokka

5 YHTEENVETO

Lehtikuusella on selvästi kysyntää Suomen ja ulkomaan markkinoilla. Suomessa lehtikuusipuutavaran suurin ongelma on, että kysyntä ei vastaa tarjontaa. Suomessa lehtikuusta sahaavat pääasiassa piensahat, jotka eivät normaalisti sahaa varastoon suuria määriä lehtikuusta sen epätasaisen kysynnän ja huonon saatavuuden takia. Myös erilaiset jalostusongelmat vähentävät mielenkiintoa lehtikuusta kohtaan.

Lehtikuusen käyttö on tasaisesti lisääntynyt rakentamisessa. Suomessa lehtikuusta käytetään erityisesti terasseissa, laitureissa ja ulkoverhouksissa. Lehtikuusen käyttö on varsin laajaa ja monipuolista sellaisissa maissa, jossa lehtikuusta on luonnostaan paljon saatavilla. Esimerkiksi Tanskassa lehtikuusta on käytetty huomattavasti pitempään kuin Suomessa.

Lehtikuusen käyttöä voitaisiin mahdollisesti lisätä Suomessa tuomalla lehtikuusen hyvät kestävyysominaisuudet laajemmin kuluttajien tietoisuuteen. Kyllästetyn puutavaran käytölle on jatkuvasti asetettu uusia rajoituksia sen ympäristölle haitallisten aineiden vuoksi. Tämän takia on tärkeää yrittää etsiä ekologisempi vaihtoehto painekyllästetylle puulle. Lehtikuusen kestävyysominaisuuksia voidaan verrata painekyllästeiseen puuhun, vaikka eri lehtikuusilajien ominaisuudet vaihtelevat hyvinkin paljon.

Lehtikuusta on rakennusmateriaalina tutkittu hyvin rajoitetusti. Eri lähteistä kerätyt tiedot lehtikuusesta saattavat olla hyvinkin ristiriitaisia keskenään. Työssä esitetty Raikuun silta on hyvä esimerkki siitä, että lehtikuusi ei välttämättä aina vastaa kestävyydeltään painekyllästettyä puuta, vaikka useissa lähteissä niin väitetäänkin. Kaikesta huolimatta lehtikuusi on ekologisempi vaihtoehto kestopuulle, vaikka lehtikuusen käyttöikä ei olisikaan aivan yhtä pitkä.

LÄHTEET

Bergstedt, A & Lyck, C. 2007. Larch wood – A literature review. Forest & Landscape Tanska.

Deep Lead, 2012. Saatavissa:

<http://www.syvajohtaminen.com/tositarinat/liikennevirasto> [Viitattu 15.5.2012]

Finni, P. 1994. Siperianlehtikuusi. Metsätieteiden laitos. Saatavissa:

http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/larix_sibirica.html

[Viitattu 4.4 - 4.7.2012].

Hinkley Center for Solid and Hazardous Waste Management, 2007. What Is CCA-Treated Wood. Saatavissa: http://www.ccaresearch.org/about_cca.htm

[Viitattu 11.4.2012].

Liikennevirasto. Siltarekisteri. Saatavissa: <http://tieportaali.tiehallinto.fi/> [Viitattu 12.5.2012]

Puuinfo, 2010. Hyvä tietää kestopuusta. Saatavissa:

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tee-se-itse/ohjeita-omatoimirakentajille/hyva-tietaa-kestopuusta/hyva-tietaa-kestopuusta-web.pdf>

[Viitattu 12.4.2012].

Puuinfo. Sahatavaran jatkojalosteet. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/puu-materiaalina/sahatavaran-jatkojalosteet> [Viitattu 12.4.2012].

Rantala, S & Anttila, T. 2004. Lehtikuusen kasvatusta ja käyttö. Keuruu: Otava

RT-21-10880, 2006. Kyllästetty puutavara. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Siikanen, U. 2008. Puurakentaminen. Tampere: Rakennustieto Oy

Siitonen, P. 2012. Liikennevirasto. Haastattelu 9.5.2012. Kouvola

Tukes, 2010. Kyllästetyn puun käytön rajoituksia. Saatavissa:

<http://www.tukes.fi/fi/Kuluttajille/Koti-ja-kodin-tekniikka/Kyllastetyn-puun-kaytto-ja-havittaminen/Kyllastetyn-puun-kayton-rajoituksia/> [Viitattu 20.4.2012].

Tukes, 2011. Kyllästetty puu. Saatavissa:

<http://www.tukes.fi/fi/Kuluttajille/Selkokiehittimet-kuluttajasivut/Koti-ja-kodintekniikka/Kyllastetty-puu/> [Viitattu 12.4.2012].

Tukes, 2012. Kreosootilla kyllästetyn puun käyttö ja hävittäminen. Saatavissa:

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Biosidit/Biosidien-kayton-rajoitukset/Kreosootti/> [Viitattu 11.4.2012].

	Euroopan- lehtikuusi (1)	Euroopan- lehtikuusi (2)	Kuusi (1)	Kuusi (2)	Mänty (1)	Mänty (2)
Vetolujuus $\sigma^{ZB} \parallel$ (N/mm ²) (u =12%)	105	97	88	116	102	95
Vetolujuus $\sigma^{ZB} \perp$ (N/mm ²) (u =12%)	2		3		3	
Puristuslujuus $\sigma^{DB} \parallel$ (N/mm ²) (u =12%)	54	50	49	39	54	50
Kimmomoduuli (Gpa)	13.8	12.5	11	10	12	10.9
Leikkauslujuus syiden suunnassa (N/mm ²)	9	8.2		6.8		9.1
Taivutus kestävyys (N/mm ²)	96-99	90	78	87	100	91
Iskun kestävyys (kJ/m ²)	60	55		40		36

Euroopanlehtikuusen, norjankuusen ja männyn ominaisuudet (Mukaillen: Bergstedt & Lyck. 2007, 41)

	Lehtikuusi	Euroopan- lehtikuusi	Etelänlehtikuusi, USA	Etelänlehtikuusi, Canada
Vetolujuus $\sigma^{ZB} \parallel$ (N/mm ²) (u=12%)	105	105	111.7	
Vetolujuus $\sigma^{ZB} \perp$ (N/mm ²) (u=12%)		2.3	3	
Puristuslujuus $\sigma^{DB} \parallel$ (N/mm ²) (u=12%)	48	47-54	52.5	61
Kimmomoduuli (Gpa)	12	9.9-13.5	12.9	14.3
Leikkauslujuus syiden suunnassa (N/mm ²)	9	9-12	9.4	9.2
Taivutus kestävyys (N/mm ²)	93	92-94		
Iskun kestävyys (kJ/m ²)	60-70	70		

Eri lehtikuusilajien ominaisuudet (Mukaiillen: Bergstedt & Lyck. 2007, 43).