



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

Puutavaran kestävyys ja valinta

Hannu Viitanen, FT
Erikoistutkija, Valtion teknillinen tutkimuskeskus
hannu.viitanen@vtt.fi

Puurakenteiden ja puutuotteiden kestävyysvaikutukset monet seikat samanaikaisesti: puumateriaalin, pinnoitteiden tai suoja-aineiden ominaisuudet, rakenteiden suunnittelu ja toteutus, ympäristö ja säärasisäukset, biologiset tekijät (home, laho, hyönteiset) sekä käyttöolot ja huolto. Perinteisesti puutuotteet ja puurakenteet on suojattu säätä, hometta ja lahoa vastaan ns. rakenteellisella suojuuksella, puumateriaalin valinnalla sekä kemiallisesti erilaisilla kyllästysprosesseilla ja pintakäsittelyillä. Julkisviuissa on perinteisesti käytetty kuusta.

Rakenteellinen suojuus tarkoittaa, että rakenteet pysyvät mahdollisimman kuivina niin, että kosteus, säärasisäus tai biologiset vuoittumisprosessit eivät pääse puuta pilamaan tai riski on mahdollisimman pieni. Maan pinnan yläpuolisissa käyttökohteissa, käyttöluokka 3, rasitusolot ovat hyvin laajat ja monitahoiset, ja kestävyysvaatimukset vaihtelevat. Teollisesti kyllästetty puu on tarkoitettu ankariin rasitusoloihin (esim. käyttöluokka 4: maakosketusolot) ja käyttöluokassa 3 kyllästettyä puuta käytetään etenkin aidoissa, parvekkeissa, terasseissa ja puutarharakenteissa.

Kyllästetyn puun käyttö on vähentänyt puun valinnan merkitystä, mutta valinnalla on edelleen merkitystä ja mahdollisuuksia puutuotteiden kehitystyössä ja käytössä. Monissa kohteissa voitaisiin kyllästetyn puun sijasta käyttää esimerkiksi männyn sydänpuuta. lehtikuusta, kuusta tai eri tavoin modifioitua puuta (esim. lämpöpuuta), mutta käyttöolot, kesto- ja käyttöikävaatimukset on selkeästi tiedostettava. Esimerkiksi pintakäsittelyn tarkoitus on suojata puuta kosteutta ja pintaan vaikuttavia biologisia rasituksia (home, sinistymä, levät, laho) vastaan, ja lievemmissä rasitusoloissa (esim. julkisivut) tämä on yleensä riittävä suojuustapa.

Puumateriaalin valinnassa pitää ottaa huomioon puun luontainen kestävyys, puun laatu, pinnoitettavuus, suojattavuus, rakenteen toimivuus ja siihen kohdistuvat kuormitukset. Kestävyysvaikutuksena on, että suunnittelu, rakenteelliset ominaisuudet, käyttöolot ja huolto on otettu huomioon.

Puutuotteiden käyttöolot

Rakennusmateriaalien kestävyys erilaisia rasituksia vastaan vaihtelee ja toisaalta myös kestävyydelle asetettavat vaatimukset vaihtelevat. Tämän vuoksi kestoikä tarkastelu on usein hankalaa ja se vaatii useiden tekijöiden samanaikaisista tarkastelua. Keskeisiä ohjeita puutuotteiden kestävyysvaikutuksien kannalta on esitetty standardeissa EN 335 (käyttöluokkien määrittäminen), EN 350 (puumateriaalin luontainen kestävyys), EN 351 (kyllästetyn puun luokitus), EN 599 (suojuustarpeen määrittäminen käyttöluokkien suhteen) sekä EN 460 (vaatimukset puun luontaiselle kestävyydelle ja suojuustarpeille käyttöluokittain).

Standardissa EN 335-1 on esitetty puutuotteiden suojuuksen ja biologisen kestävyysvaikutuksien kannalta tärkeitä käyttöolot ja -luokat (taulukko 1). Luokituksessa on tällä hetkellä 5 luokkaa. Tarkastelu pohjautuu ennakoituihin käyttöoloihin, ja se perustuu yleisluonteiseen tarkasteluun. Siinä ei ole otettu huomioon paikallisia rakenteellisia tai ilmastollisia oloja. Tämän vuoksi standardeja pyritään CEN:ssä edelleen kehittämään, jotta se palvelisi entistä paremmin koko Euroopan tarpeita ja erilaisia rasitus- ja käyttöoloja ajatellen. Vastaavasti Eurocodissa on 3 käyttöluokkaa: 1, 2 ja 3. Ne ovat pääsääntöisesti vastaavat kuin EN 335-1 mainitut, mutta luokat 4 ja 5 on jätetty pois, koska ne eivät normaalisti kuulu puurakennusten käyttöluokkiin.

Yleisenä ohjeajana biologisten vaurioiden välttämiseksi on, että materiaalien huokosilman suhteellinen kosteus pysyy alle 75–95 % RH (lämpötilasta, sijainnista ja kestoajasta riippuen). Käytännössä puun osalta raja vastaa alle 20 % vettä laskettuna puun kuivapainosta (kuva 1). Lahon kehittyminen vaatii märkää puuta, puun kosteus yli 25–30 % tai ilman suhteellinen kosteus puun huokosissa yli RH 95 % vastaava. Biologiset rasitukset ovat normaalisti peräisin pääasiassa ympäristöstä, mutta esimerkiksi kosteusvauriotapaauksissa voivat itse rakenteet aiheuttaa tai lisätä niitä. Tyypillisiä biologisen rasituksen aiheuttajia ovat mikrobit, sienet ja hyönteiset.

Taulukko 1. Puun käyttöluokat biologisen rasituksen kannalta (EN 335-1)

Luokka	Kuvaus	Kosteustila	Mahdolliset biologiset rasitukset
1	Sisätila, katettu	Kuiva	Hyönteiset, termitit (ilmastosta riippuen)
2	Katettu	Tilapäinen kosteus	Värivikaa aiheuttavat sienet, hyönteiset, termitit
3	Ulkona, maan pinnan yläpuolella 3.1 katettu/ 3.2 säälle alttiina	Lyhytaikaisesti kostea/useasti ja toistuvasti kostea	Hyönteiset, termitit (ilmastosta riippuen), värivikaa aiheuttavat sienet, lahosienet
4	Ulkona maa- tai vesikosketuksessa 4.1 lievä rasitus/ 4.2 ankara rasitus	Pääsääntöisesti/jatkuvasti märkä, vesikosketuksessa	Hyönteiset, termitit (ilmastosta riippuen), värivikaa aiheuttavat sienet, lahosienet, katkolahosienet
5	Suolainen merivesi	Jatkuvasti ankara kosteuskuormitus	Kaikki yllä mainitut ja lisäksi merituholaiset

Kestävyyden luokittelu ja tarvittava suojaus

Puu on lunnan materiaali ja puumateriaalin luontainen kestävyys vaihtelee sekä puulajien että yksittäisten tuote-erien välillä. Puulajien luontainen kestävyys on luokiteltu standardissa EN 350-2. Luokitus perustuu ankarissa rasitusoloissa (maakosketus, altistuskokeet lahohtajasieniä ja hyönteisiä vastaan) saatuihin tuloksiin. Tämän vuoksi luokitus antaa vain suuntaa-antavaa tietoa puulajien luontaisesta kestävydestä, eikä se ole tarkoitettu sovellettavaksi kaikissa käyttöoloissa. Se antaa kuitenkin pohjan kestävyystarkastelulle ja tarvittavan suojauksen arviointiin yhdessä käyttöluokkaa tarkastelun kanssa (taulukko 2). Luokituksessa puulajit luokitellaan kestävyiden suhteen 5 luokkaan. Jokaisen luokan ja puulajin sisällä on kuitenkin vaihtelua, ja kestävyiden ja vaatimusten suhteen optimoitu luokitus lisäksi mahdollisuuksia tuotteiden käytölle ja kestävyysvaatimuksille erilaisissa rakenteissa ja käyttöoloissa.

Puun säilyvyyteen liittyvät ominaisuudet ja lahonkestävyys perustuvat puun solurakenteeseen ja kemialliseen koostumukseen. Puun veden läpäisevyys, ts. se, kuinka paljon ja kuinka nopeasti puuhun imeytyy vettä, on tärkeä, ehkä tärkein puun kestävyteen vaikuttava tekijä. Puun läpäisevyydellä tarkoitetaan lähinnä veden pääsyä puun solukoon, mutta läpäisevyys ei suinkaan aina riipu puun tiheydestä. Männyn pintapuun on kuivanakin hyvin läpäisevä, vaikka sen tiheys on keskimäärin suurempi kuin sydänpuussa. Sydänpuussa puun solukko ja etenkin huokoset ovat polymeroituneiden uuteaineiden vaikutuksesta sulkeutuneet. Tuoreella kuusella puun läpäisevyys on suhteellisen hyvä, mutta puun kuivussa solujen huokoskalvot sulkeutuvat niin, että kuusi ei kunnolla läpäise vettä ko-

villakaan nestepaineilla. Tämä on usein peruste kuusen valinnassa julkisivumateriaaliksi.

Puun tiheys ei sellaisenaan suoraa vaikutusta puun homeen tai lahonkestävyyteen. Puun säilyvyys riippuu viimekädessä puusolukon rakenteesta ja siihen kertyneiden uuteaineiden määrästä ja laadusta. Hyvin kestävässä trooppisissa puulajeissa on monia jopa allergisia reaktioita aiheuttavia aineosia. Fenolit, alkaloidit ja tanniinit tekevät niistä ankarissakin oloissa säilyviä. Kotimaisista lajeista etenkin tammen, männyn ja lehtikuusen sydänpuussa on sellaisia uuteaineita, joilla on merkitystä säilyvyyteen. Männyn sydänpuussa on puuta suojaavia yhdisteitä yleensä huomattavasti enemmän kuin männyn pintapuussa, minkä vuoksi männyn sydänpuu on keskimäärin pintapuuta kestävämpää (Viitanen et al. 2006). Sydänpuun valinta yleensä lisää rakenteen kestävyttä, mutta tällöin on syytä ottaa huomioon käyttökohteeseen sopiva pintakäsittely-yhdistelmä.

Puun kemiallista puunsuojausta tarvitaan, kun puuta käytetään kohteissa, joissa kosteusrasitus ylittää pitkäaikaisesti puun kosteuden 20 % raja-arvon. Käytännön osalta se tarkoittaa erilaisia kohteita, joita on kuvattu riskiluokituksessa (taulukko 2).

Pohjoismaisista puulajeista lehtipuut kuten koivu ja haapa ovat luokassa 5 (ei kestävä), kun taas kuusi on luokassa 4 (jonkin verran kestävä), mänty ja lehtikuusi luokissa 4 tai 3 (jonkin verran tai kohtalaisesti kestävä). Monet tropiikin kestäviksi luonnehditut lehtipuulajit, kuten teak kuuluvat luokkiin 2 ja 1 (kestävä tai hyvin kestävä).

Puumateriaalin kestävyys perustuu ensi sijassa puun kemialliseen koostumukseen ja tuotteen kodistuvaan kosteuskuormitukseen. Puutuotteiden valmistusprosessi on ensi sijassa valintaa ja jatkotyöstöä: prosessin eri vaiheissa pyritään puumateriaalin ja käsittelyjen valinta tekemään niin, että lopputuote on käyttöolojen

Taulukko 2. Puun kestävyysluokkien soveltaminen eri käyttöluokkiin (EN 460:1994).

Käyttöikä	Käyttöolokuvaus (EN 335)	Puun kestävyysluokka (EN 350-2)				
		1	2	3	4	5
1	Sisätila, kuiva	0	0	0	0	0
2	Ulkona, säältä suojattu	0	0	0	(0)	(0)
3	Ulkona, säälle altis	0	0	(0)	(0)-(X)	(0)-(X)
4	Maakosketus	0	(0)	(X)	X	X
5	Valtamerikosketus	0	(X)	(X)	X	X

Taulukon selitykset:

0	Puun luontainen kestävyys riittävä
(0)	Puun luontainen kestävyys normaalisti riittävä, mutta joissakin käyttökohteissa puun suojaus tarpeen (pintakäsittely usein riittävä suojaus)
(0)-(X)	Puun luontainen kestävyys voi olla riittävä, mutta puulajista riippuen puun suojaus voi olla välttämätön (suojausmenetelmä voi vaihdella: kyllästys, pintakäsittely).
(X)	Puun suojaus (kyllästämisen) on normaalisti tarpeen, mutta joissakin käyttöoloissa puun luontainen kestävyys voi olla riittävä
X	Puun kyllästämisen on välttämätöntä

suhteen optimoitu. Männyn sydänpuun lahonkestävyyden laaja vaihtelu on tiedetty pitkään. Optimoimalla sydänpuun valinta ja liittämällä siihen käyttökohteen vaatimusten mukainen modifiointi ja/tai pintakäsittely saadaan tuote, joka normaaleissa käyttö- ja rasitusoloissa riittää varmistamaan puutuotteen ja -rakenteen kestävyuden. Tuotteen kestoajan kannalta tärkeitä tekijöitä ovat tällöin käyttökohteet, rakenteet ja niihin kohdistuvat rasitukset sekä huolto. Puumateriaalin modifiointi (esim. lämpökäsittely) lisää osaltaan tuotteen kestävyyttä. Puutuotteiden ja rakenteiden kestävyuden varmistaminen perustuu tulevaisuudessa entistä enemmän useiden tekijöiden huomioon ottamiseen samanaikaisesti.

Tukkipuun ominaisuudet vaihtelevat. Puun perusominaisuuksien erot säilyvät tuotteessa, vaikka puu kyllästetään tai modifioidaan. Ulkonäön lisäksi tärkeitä ominaisuuksia ovat lujuus ja biologinen kestävyys (säänkesto, lahonkesto ja kestoikä). Laatuoluokista ei ole tällä hetkellä ulotettu kestävyteen ja säilyvyyteen. Tällä hetkellä laadut myydään sekaisin ja rakenteet joudutaan uusimaan silloin, kun heikoimmat ovat vioittuneet. Puutavaran ostaja ei useinkaan tiedä ominaisuuksien vaihtelusta, vaan pyrkii ostamaan halvinta lautta. Tällöin saadaan sekalaista laatua, jossa lopputuloksen ratkaisee sen heikoin lenkki. Hyvin luokiteltuna tärkeiden ominaisuuksien kates lujuuden tai lahonkeston suhteen lajiteltu puun neljännes kestäisi 2–3 kertaa sen mitä heikoin.

Puun kannalta biologinen kestävyys on eräs keskeinen tekijä. Kosteus puolestaan vaikuttaa olennaisesti puumateriaalin biologiseen kestävyteen. Tällä hetkellä puun biologista kestävyttä mittaavat menetelmät on tarkoitettu sel-

vittämään tuotteiden kestävyttä erilaisia organismeja vastaan, jolloin kokeet usein tehdään ”worst case situation” olosuhteissa. Kokeet tehdään sienten ja hyönteisten kannalta optimaalisissa oloissa joko laboratorioissa tai kenttäkokeilla. Käytännön rakentamisen oloissa tällaista tilannetta simuloivat ääritapaukset toteutuvat lähinnä vauriotapauksissa. Toisaalta jo Euroopassa rakenneratkaisut ja ilmasto-olot vaihtelevat laajasti, jolloin materiaalit joutuvat saman tyyppisissäkin rakenteissa (esim. käyttöluokan 3 kohteet) erilaisiin rasitusoloihin. Erikseen on vielä ns. kestävyttä mittaavia ”performance” kenttäkokeita, joiden toimivuuteen vaikuttavat olennaisesti paikalliset ilmasto-olot. Keskeinen havainto on, että nykyiset biologista kestävyttä mittaavat standardisoidut menetelmät eivät tue sellaisenaan rakennustuotteiden kestoikäarviointia. Tulevaisuudessa etenkin tulosten hyödyntämiseksi pitäisi ottaa enemmän huomioon testaustapa, testauksen rasitus aika, kosteuskuormitus sekä kosteuden seuranta.

Puun kemiallista suojausta käytetään silloin, kun puun biologista vioittumista tai vaurioitumista, lahoa, sinistymistä ja hyönteistuhuja ei voida torjua rakenteellisin keinoin. Rakentamiseen käytettävä puutavara käsitellään käyttöön hyväksytyillä suoja-aineilla. Kemiallisen suojauksen ohella on markkinoille tullut tai on tulossa myös erilaisia modifioituja puutuotteita. Pohjoismaissa kyllästetty puu on luokiteltu NTR:n esittämiin luokkiin (taulukko 3).

Standardissa EN 351-1 on kaikkiaan 9 eri suojausluokkaa (P1–P9) sekä vaatimukset suoja-aineen tunkeumalle ko. luokissa.

Kemiallisen suojaus voidaan tehdä eri tavoin: materiaalit käsitellään kosteuden imeytymistä estävillä tai vähentävillä aineilla sekä vaurio-or-

Taulukko 3. NTR:n kyllästysluokkien edellyttämät EU:n puusuojausluokat ja kyllästykselle asetetut vaatimukset (RT 21-10786)

Kyllästysluokka	Puusuojausluokka	Kyllästykselle asetetut vaatimukset	
		Suoja-aineen tunkeuma	Tunkeutuneen suoja-aineen määrä
M	P 8	Tunkeutunut pintapuun läpi	Täytettävä SYKE:n päätöksen ja NTR:n vaatimukset
A	P 8	Tunkeutunut pintapuun läpi	"
AB	P 8	Tunkeutunut pintapuun läpi	"
B	P 5	Vähintään 6 mm sivu- ja 50 mm pituussuuntaan	"

ganismeille myrkyllisillä tai niiden kasvua estävillä kemikaaleilla. Lisäksi puu voidaan modifioida niin, että se kestää paremmin myös mikrobeja vastaan. Suojaustarpeet vaihtelevat: pintakäsittelyaineissa tulee olla eliöitä vastaan tarkoitettuja tehoaineita sellaisissa rakennekohdeissa, joissa materiaalit eivät säily riittävän kuivina (esim. pesutilojen pintamateriaalit, saumausaineet ja tiivisteet sekä säälle alttiiksi joutuvat ulkopinnat). Kohteissa, jotka altistuvat hyvin voimakkaalle kosteusrasitukselle (esim. maakosketuksessa olevat tai kosteutta siirtävään materiaaliin liittyvät osat, ulkorakenteet) tarvitaan jo voimakkaampaa suojausta (esim. painekyllästys, luontaisesti kestävä materiaali).

Pintakäsittelyn valintaan vaikuttavat puumateriaali, käyttökohteet ja arvioidut huoltotarpeet. Terassi ja kalusteet suojataan usein läpäisevillä pinnoitteilla: kuulloitteilla ja öljyillä, joissa huoltovälit ovat lyhyet, 1–3 vuotta, kuorimituksesta ja halutusta lopputuloksesta riippuen. Julkisivuissa voidaan käyttää erilaisia pinnoitustyyppejä, mutta alustan laatu vaikuttaa tulokseen.

Kestoikä tarkastelu

Rakennusten ja rakennusmateriaalien kestoikä tarkastelu on monitahoinen kokonaisuus: materiaaleja, rakenteita ja käyttöoloja on hyvin erilaisia ja rakennusmateriaalien kestävyys vaikeat erittäin monet tekijät samanaikaisesti. Kestoikäongelman käsittelyyn on olemassa ISO standardin 15686 mukainen ns. kerronmenetelmä. Käyttöluokan 3 rasiutusoloja voidaan kuvata ns. riski-indeksillä koskien rakenteeseen ja materiaaliin kohdistuvia rasituksia. Vastaavasti materiaalin laatua, rakenteiden suunnittelua ja toteutusta sekä käyttöoloja sekä huollon tasoa voidaan kuvata indekseillä. Arviointi perustuu mm. käytännössä havaittuihin ongelma- ja vauriotapauksiin sekä käytettävissä

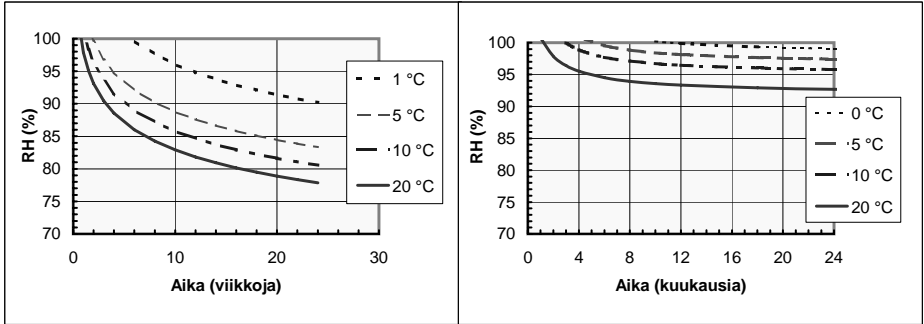
oleviin kestävyystietoihin. Lisäksi ilmasto- ja käyttörasitukset on huomioitava erikseen.

Kestävyys ja kestoikä kokonaisuudessaan on laaja kokonaisuus. Puutuotteiden, kuten myös lähes kaikkien rakennusmateriaalien kestävyys ja kestoikä, vaikuttaa moni tekijä samanaikaisesti, mutta merkittävimmin vesi eri muodoissaan. Puun suojauksessa kestävyys on usein rajattu biologiseen kestävyys, mutta rakentamisen ja EU:n rakennustuotedirektiivin kannalta kyseessä on laajempi käsite. Toki puutuotteiden kestävyys kannalta biologiset rasitukset (mikrobit, home, laho, hyönteiset) ovat merkittäviä, mutta kestävyys- ja kestoikä tarkastelussa tulee ottaa huomioon myös monet muut tekijät. Rakennusmateriaalien, tuotteiden ja rakenteiden kestävyys tarkasteluun on kehitetty ja ollaan edelleen kehittämässä laajaa standardikokonaisuutta, ISO 15686 1-10. Kestävyystarkastelussa olennaista on useiden tekijöiden samanaikainen tarkastelu. Kestoikä tarkastelu voidaan lyhyesti arvioida kaavalla

$$ESL = RSL \times f(A, B, C, D, E, F, G)$$

jossa

- ESL = arvioitu kestoikä (estimated service life)
RSL = reference service life (vertailukestoikä)
- A = Komponentin laatu: puun osalta puun luontainen kestävyys ja suojauskäsittelyt (Quality of components)
- B = Suunnittelun taso: esim. räystäät, sokkelit, rakennekytisyiskohdat (Design level)
- C = Asennuksen laatu: työn toteutus ja huolellisuus, vaatimusten mukaisuus (Work execution)
- D = Sisäolosuhteet: lämpötila, ilman suhteellinen kosteus kondenssi (Indoor environment),
- E = Ulko-olosuhteet kuten ilmasto, viistosateet, suojaavat ja altistavat tekijät (Outdoor Environment)
- F = Käyttöolot: kuormat, mekaaniset vaikutukset (In use conditions)
- G = Huollon taso: korjaukset, uudelleen maalaus jne. (Maintenance level)



Kuva 1. Homeen kehittymisen ja lahoamisen kriittiset kosteus- ja lämpöolot.

Kuvassa 1 on esitetty tyypillisiä rakenteita käyttöluokituksen pohjalta arvioiden ja kuvassa 2 materiaalien ja rakenteiden käyttöikään vaikuttavat tekijät. Taulukossa 4 on esitetty puurakennuksen kestoikään vaikuttavia tekijöitä ja taulukossa 5 puun säänkestävyyteen ja käyttöikään vaikuttavia tekijöitä.

Puutuotteiden käyttöolosuhteista riippuen puun luontaista kestävyyttä voidaan hyödyntää. Esimerkiksi pinnoitteet riittävät usein oloissa, joissa rasitukset ovat kohtalaiset, esimerkiksi monet käyttöluokan 3.1 kohteet: ulkoverhoukset, aidat, kalusteet, parvekkeet (säältä suojatut kohteet). Sen sijaan ankarimmissa oloissa on

Taulukko 4. Puurakennuksen kestoikään vaikuttavia tekijöitä (Vesikari et al. 2001).

Rakennuksen ominaisuudet, laatu	Rakennusosan laatu	Valmistus, varastointi, kuljetus
	Suunnittelun laatu	Liitokset, muun rakenteen suojaus
	Työn laatu	Valvonta, ammattitaito, ilmasto-olot työn suorituksen aikana, sääsuojaukset työn aikana
Ympäristöolot	Sisäympäristö	Käyttöolot, sisäympäristön aggressiivisuus, ilmanvaihto
	Ulkoinen ympäristö	Rakennuksen korkeus, sijainti, ilmansuunta, mikroilmasto, saasteet, sääolot
Käyttö	Käyttöolot	Mekaaninen vaikutus, käyttäjäryhmä, kuluminen
	Huollon taso	Huollon laatu ja tiheys

Taulukko 5. Puun säänkestävyyteen ja käyttöikään vaikuttavat tekijät.

Kerroin	Tekijä	Suunnitteluparametrit
A 1	Puumateriaali	Puumateriaalin sään- ja lahonkestävyys, puulaji, modifointi, dimensiot
A 2	Pintakäsittely	Pintakäsittelytyyppi ja sen ominaisuudet (kalvon paksuus, peittokyky, pintalämpötila)
B	Suunnittelu Rakenteet Yksityiskohtat	Talon rakenne (räystäät yms.), yksityiskohtat, rakennetyyppi (ponti, lomalauta), tuulettuvuus, sahaussuunta, jatkokset, varasto, saumojen ja poikkipintojen suojaus, kiinnitys (naulat)
C	Rakentaminen/toteutus	Yksityiskohtien ja suojauksen toteutus, kiinnityssuunta (pinta/sydän) puun kosteus/varastointi
D	Rakenteen käyttöolot	Rasitusluokat, ulkoiset rasitukset
E	Säärasitus	Ilman suunta, suojaava ympäristö, ilmasto-olot, viistosade
F	Käyttörasitus/sisäolot	Rakenteen tai tilan käyttötyyppi (kosteuslähteet, lämmitys)
G	Vikojen korjaus ja huolto	Vikojen huolto, huollettavuus, huoltomaalaus (peittomaalit/kuullotteet) ja sen viivästyminen, uusintamaalaustoimenpiteet

syytä huolellisesti arvioida puun luontainen kestävyys sekä sen riittävyys, etenkin terassit, laiturit ja muut lujituksen kannalta kriittiset kohteet. Tällöin kestävimmän sydänpuuaineuksen valikoita ja optimointi pinnoitteiden kanssa lisää kestävyttä, mutta tarkastelu on tehtävä huolellisesti turvallisuustekijät huomioon ottaen.

Julkisivut altistuvat vaihteleville sääräsituksille. Materiaalit (puumateriaali, pinnoitteet), rakenteet ja rasitukset vaikuttavat olennaisesti tarvittaviin huoltotoimenpiteisiin. Vikojen huolto ajoissa vaikuttaa puolestaan merkittävästi koko rakenteen tai rakenneosan kestävyys. Huolto- ja uusintamaalauksen onnistumiseen vaikuttavat maalauksen viivästyminen, pinnan puhdistaminen ennen uusintamaalauksia, säälle altistuneen puupinnan pohjustus, alustan kosteus sekä käsittely-yhdistelmien soveltuvuus. Huoltomaalaus tulee ajankohtaiseksi, kun pintakäsittely ei täytä enää sille asetettuja vaatimuksia. Koko julkisivuseinän uusiminen voi tulla kyseeseen, jos pinta on joko niin huonokuntoinen että uusintamaalaus ei ole mahdollinen tai maalikalvo on niin paksu tai epätasainen että uusintamaalaus ei sen takia tule onnistumaan.

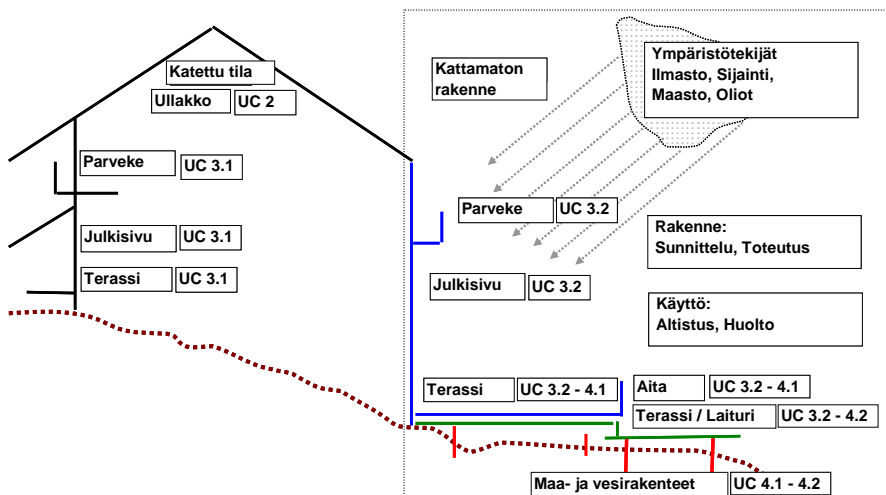
Kestävyyskannalta optimoidun puumateriaalin ja suojauksen valinnan periaatteet on esitetty kuvassa 3. Keskeiset puutuotteiden kestävyysvaikuttavat tekijät ovat:

- **Kokonaisuuden hallinta**
- **Puumateriaalin ja raaka-aineen valinta** (kemiallinen koostumus). Hometta, sinistymää ja lahoa kestävien aihoiden valinta → kemiallisen koostumuksen pohjalta tehty valintamenettely, lähinnä männyn sydänpuu. Pieni veden läpäisevyys riittää lievemmissä rasitusoloissa (kuusen sydänpuu)

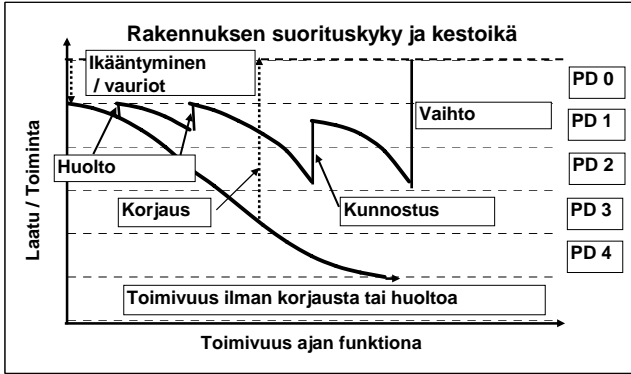
- **Kuivaus** (kaatoaika vaikuttaa lähinnä tuotantoprosessin nopeuteen – kesäkaato!)
- **Varastointi** (suojaus niin että likaa ja kosteutta ei pääse kertymään)
- **Jatkokäsittely ja työstö** (alennetaan pinnan herkkyyttä säälle ja homeen kasvulle)
- **Pintakäsittely- ja muut suojauskäsittelyt** (yhteisvaikutus puumateriaalin kanssa). Suojaus hometta ja sinistymää vastaan edellyttää tehokasta pintakäsittelyä. Pintakäsittelyllä voidaan lisätä tuotteen kestävyttä myös lahoa vastaan, lähinnä käyttöluokan 3 tuotteissa: pintakäsittely lisää männyn sydänpuun kestävyttä lahoa vastaan. Sääräsitutus ja aika vaikuttavat pintakäsittelyn tehoon
- Tuotteiden suojaus valmistuksesta käyttötilanteeseen
- **Tuotteisiin liittyvien kriittisten yksityiskohtien hoito** (mm. kiinnitys, läpivientien ja reunojen/poikkipintojen suojaus)
- **Suunnittelu ja toteutus:** rakenteiden, ympäristörasitusten merkitys
- **Käytön aikaiset toimenpiteet: huolto ja ylläpito** ovat tuotteiden käytön kannalta merkittävimmät toimenpiteet.

2

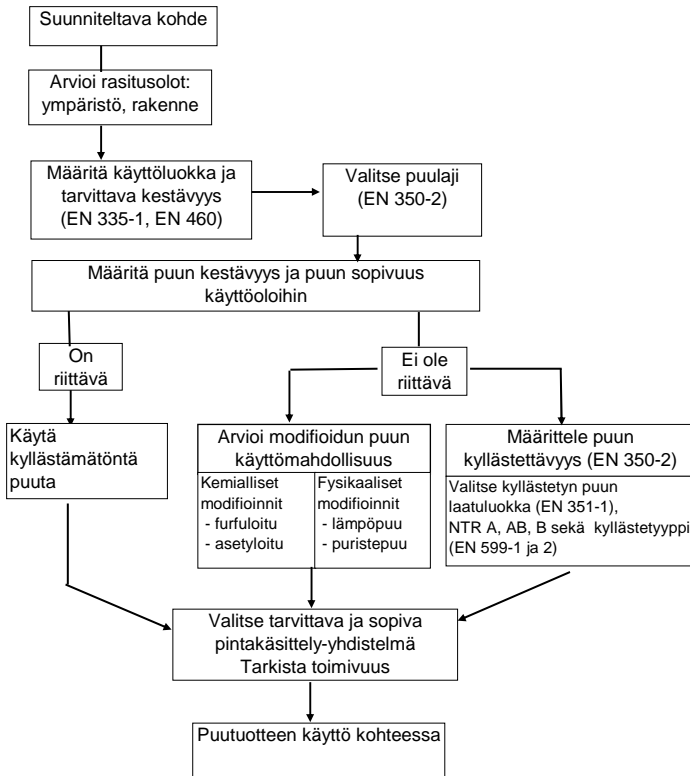
TUOTTEET



Kuva 2. Rakenteet ja niitä vastaavia käyttöluokkia (Viitanen 2004).

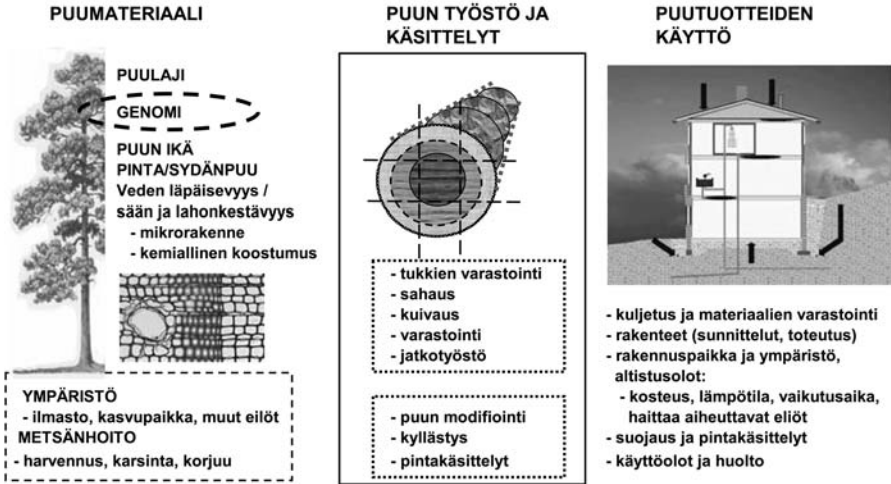


Kuva 3. Kaaviokuva käyttöikään vaikuttavista rasituksista, toimenpiteistä ja toimivuustasoista (Performance degree) ISO 15686-7 mukaan.



Kuva 4. Yleispiirteinen päättelyketju sopivan puutuotteen valitsemiseksi käyttöolojen vaatimusten, puun kestävyys- ja tarvittavien käsittelyjen osalta. Sovellettu standardien EN 335-2 ja EN 351 mukaan.

PUUTUOTTEIDEN KESTÄVYYTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT



Kuva 5. Puutuotteiden kestoikään vaikuttavat monet tekijät (Viitanen et al. 2006).

Kirjallisuutta

1. CEN 2006. EN 335. Durability of wood and wood-based products – Definition of hazard classes of biological attack – Part 1: General. European Committee for Standardisation
2. CEN 1994. EN 350-1 and 2. Durability of wood and wood based products – Natural durability of solid wood – Part 1: Guide to the principles of testing and classification of the natural durability of wood. Part 2: Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe. European Committee for Standardisation
3. CEN 1994. EN 460. Durability of wood and wood based products – Natural durability of solid wood – Guide to the durability requirements for wood to be used in hazard classes. European Committee for Standardisation
4. CEN 1994. EN 350-1 and 2. Durability of wood and wood based products – Natural durability of solid wood – Part 1: Guide to the principles of testing and classification of the natural durability of wood. Part 2: Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe. European Committee for Standardisation
5. CEN 1995. EN 351. Durability of wood and wood based products – Preservative treated solid wood – Part 1: Classification of preservative penetration and retention. European Committee for Standardisation
6. CEN/TS 15083-1 (2005). Durability of wood and wood-based products – Deter-
7. CEN 1996. EN 599-1. Durability of wood and wood-based products - Performance of preventive wood preservatives as determined by biological tests – Part 1: Specification according to hazard class. European Committee for Standardisation
8. CEN 1996. EN 113. Wood preservatives – Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes – Determination of the toxic values. European Committee for Standardisation
9. ISO 15686, Building and construction assets – Service life planning. Parts 1–10.
10. RT 21-10688. Kyllästetty puutavara. 2002.
11. Vesikari, Erkki; Rautiainen, Liisa; Häkikä-Rönholm, Eva; Silvennoinen, Kari; Salonvaara, Mikael; Viitanen, Hannu. Julkisivujen ja katteiden käyttöiän ennakointi. Espoo, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, 2001. 158 s. VTT Julkaisuja – Publikationer; 850
12. Viitanen, H. Resistance, durability, damage and service life. Cost E 37 (2004) 12 p
13. Viitanen H, Metsä-Kortelainen, S, Sارانپää P, Laakso, T, Iitti H, Löija M, Paajanen L, Harju A, Venalainen M (2006). Service life and biological durability of wooden products, "Optikesto". VTT Symposium on Applied Materials and Structures. Otanieniemi, Dipoli, June 8, 2006.