

KUOPIO

Puurakentamisen ohjelma

Kuopion Tilapalvelut 2024

SISÄLLYS

Johdanto	3
1. Kuopion kaupungin strategia ja tavoitteet	4
1.1 Kuopion Tilapalvelut puurakentamisessa	5
1.2 Yhteydet muuhun kaupungin toimintaan	6
2. Yleistä puurakentamisesta	7
2.1 Miksi käyttää puuta toimitilarakentamisessa?	8
2.2 Puurakentamisen hankintaan liittyvien riskien kartoittaminen	8
3. Puu rakennusmateriaalina	9
3.1 Runkorakennejärjestelmät puurakentamisessa	9
3.2 Kantavien rakenteiden puutuotteet	10
3.3 Puun käyttötavat rakennuksessa	12
3.4 Puun ominaisuudet rakentamisessa	14
3.5 Kosteudenhallinta rakentamisvaiheessa	14
3.6 Akustiikka	15
3.7 Sisäilma	15
3.8 Paloturvallisuus	15
3.9 Rakennusvarusteet ja kalusteet	16
3.10 Talotekniikka	16
3.11 Kiinteistön hoito ja käyttö	17
3.12 Ilmastaselvitys eli hiilijalanjälki	18
3.13 Kiertotalous	21
4. Puurakentamisen huomioiminen hankkeen eri vaiheissa	22
4.1 Hankesuunnitteluvaihe	22
4.2 Suunnitteluvaiheesta toteutusvaiheeseen	22
4.3 Erilaiset toteutusmuodot puurakentamisessa	22
4.4 Kustannukset	23
4.5 Puurakentamisen kilpailutus ja kustannusvaikutukset	24
4.6 Muuntojoustavuus	25
4.7 Työmaavaihe	26
4.8 Rakennuskalusto- ja välineet	27
4.9 Käyttö ja elinkaaren aikana tehtävät muutokset	27
5. Toteutuneita kohteita	28
6. Lähteet ja lisäaineistoa	30
Sanastoa	31

Kuopion Tilapalvelut 14.2.2024

1. JOHDANTO

Kuopion kaupungin strategiaan tavoitteisiin kuuluu puurakentamisen edistäminen. Tavoite tukee kaupungin ilmastotavoitteiden sekä kansallisten ja alueellisten hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamista. Kuopion Tilapalvelut edistää toimitilarakentamisen osalta näiden tavoitteiden saavuttamista. Tämä Kuopion kaupungin toimitilahankkeita koskeva puurakentamisen ohjelma on laadittu kuvaamaan puun käyttöä rakennusmateriaalina ja mahdollisuuksista lisätä sen käyttöä kaupungin rakennushankkeissa.

Ohjelman tavoitteena on lisätä puurakentamista koskevaa tietoa, jonka pohjalta erilaisia puurakentamista koskevia linjauksia ja päätöksiä valmistellaan ja tehdään. Tässä puurakentamisen ohjelmassa käydään läpi puurakentamisen ominaispiirteitä ja tuodaan esille näkökulmia päätöksenteon tueksi.

Puurakentamisen edistäminen edellyttää uudenlaista ajattelutapaa ja toimintamalleja, ja siksi tarvitaan lisää tietoa sekä suunnittelu- ja hankintaosaamista. Puun käyttöä kohteessa tarkastellaan jo hankesuunnittelun aikana. Hankkeiden valmistelussa on kiinnitettävä erityistä huomioita riittävän aikaisessa vaiheessa tapahtuvaan markkinavuoropuheluun ja tiedonvaihtoon eri osapuolten välillä.

Puurakentamisen ohjelmaa tullaan tarkastelemaan säännöllisesti, ja sitä päivitetään tarvittaessa, jos lainsäädännössä, kaupungin strategiassa tai muissa ohjelmaan liittyvissä asiakokonaisuuksissa havaitaan muutos- ja kehittämistarpeita.

Kuva 1. Puurakenteita.



2. KUOPION KAUPUNGIN STRATEGIA JA TAVOITTEET

Kuopion strategia määrittelee kaupungin halutun tulevaisuuden kuvan ja päämäärät. Strategia toimii johtamisen välineenä, ohjaa pitkäjänteistä toiminnan suunnittelua ja luo punaisen langan suunnitelmalliselle kehittämiselle (kuva 2).

Kuopion tavoite on olla hiilineutraali 2030 ja toimia kiertotalouden edelläkävijäkaupunkina. Kuopio kuuluu osana hankkeeseen *Hiilineutraali Pohjois-Savo* (hiilineutraalipohjoissavo.fi).

Kuopion ilmastopoliittinen ohjelma 2020–2030: Ilmastoviisas Kuopio – Hiilineutraali vuoteen 2030 mennessä linjaa: *Puurakentamista edistetään, sillä puurakennus toimii myös hiilivarastona.*

Kuopion kaupunkikonsernin päästövähennystoimista liikkumisessa ja yhdyskuntarakenteessa on kirjattu ohjelmaan *taulukon 1* mukaisesti. Puurakentamisen edistäminen nähdään myös yhtenä mahdollisuutena vähentää rakentamisesta syntyvää hiilijalanjälkeä.

Strategiasta johdetaan yhtenäiset ja jatkuvat käytännöt puurakentamisen edistämiseksi, esimerkiksi linjaamalla puurakentaminen olennaiseksi osaksi kaavatyötä, tontinluovutusta ja rakennushankesuunnittelua. Puurakentamisen osaamisen ja puutuotealan kilpailukyvyyn kasvu lisäävät houkuttelevuutta toimialalle, mikä pitkällä tähtäimellä vahvistaa kestävän yhdyskunnan rakentamista.

Strategiassa on asetettu tavoitteeksi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä eli pienentää hiilijalanjälkeä. Tavoitteeksi on siksi asetettu puurakentamisen edistäminen kaavoituksen keinoin. Mittarina käytetään toteutuneita puurakennushankkeiden määrää ja prosenttiosuutta rakennushankkeista vuodessa (*taulukko 2*). Tavoitteena on minimoida rakentamisen ja rakennusten käytön aiheuttamaa luonnonvarojen kulutusta ja luonnon monimuotoisuuden haittoja. Lisäksi tavoitteena on edistää rakennuksen käytettävyyttä ja käyttöikää koskevien laatutekijöiden huomioimista jo aikaisessa vaiheessa projektia, kuten muuntojoustavuus, rakenteiden ja järjestelmien käyttöikä sekä vaihdettavuus.



Kuva 2. Kuopion kaupungin missio: Kuopio kumppaneineen mahdollistaa kestävän kasvun ja hyvän elämän.

Toimenpide	Edistetään puurakentamista: a) Puurakentamiseen ohjataan kaavoituksella b) Kaupungin uudisrakentamisessa otetaan käyttöön toimintatapa, jossa jokaisen julkisen rakennuksen suunnittelun alkuvaiheessa arvioidaan, miten sen rakentamisessa voidaan hyödyntää puuta c) Puun käyttömäärän kehitystä rakentamiseen kaupungin rakennuksissa seurataan vuosittain
Toteuttaja	Kaupunkiympäristön palvelualue Tilapalvelut
Aikataulu	2020–2029
Päästövähennyspotentiaali vuonna 2030 vs. perusura	Päästövähennyspotentiaali hankekohtainen
Mittarit	Toteutuneet puurakennushankkeet

Taulukko 1. Kuopion ilmastopoliittinen ohjelma 2020–2030.

Tarkastelumittaristona käytetään vuositason arviota, joka jaetaan tilinpäätöstavoitteisiin sekä realistisiin tavoitteisiin. Kohteen valmistuttua tarkastellaan, miten asetettuihin rakennusteknisiin tavoitteisiin on päästy, sekä varmistetaan, että käyttäjien tiloille antamat toiminnalliset vaatimukset ovat toteutuneet halutulla tavalla. Käytön aikaista käyttäjätyytyväisyyttä tullaan seuraamaan tilojen käyttäjille suunnatuilla kyselyillä.

Kriittinen menestystekijä	Tavoite valtuustokaudelle 2022–2025	Mittari
11. Kiertotalous ja resurssiviisaus	25. Edistämme puurakentamista mm. kaavoituksen keinoin 26. Kuopiossa on vahva kiertotalouden yritysverkosto ja sitä tukevaa koulutus- ja innovaatiotoimintaa 27. Hankintamme ovat vastuullisia ja hiilineutraaleja	Toteutuneet puurakennushankkeet Ympäristökriteerit sisältävät kilpailutukset (M€/v, kpl/v, %)

Taulukko 2. Ilmasto- ja resurssiviisaus Kuopio. Kuopion strategiassa resurssiviisauden ja kiertotalouden mittarina on toteutuneiden puurakennushankkeiden määrä. Päämittari: Kasvihuonekaasupäästöt/asukas (ilman teollisuutta): Lähtötaso: 8 t CO₂-ekv. (v. 2007), tavoitetaso: (-80 %) 1,6 t (v. 2030).

2.1 Kuopion Tilapalvelut puurakentamisessa

Kuopion kaupungin toimitilarakentaminen on avainasemassa alueellisen puurakentamisen edistämiseksi. Kuopion Tilapalvelut näyttää esimerkkiä vastuullisesta ja vähähiilisestä rakentamisesta edistäen samalla puurakentamista Kuopion kaupungin alueella. Tilapalveluiden tavoitteet on kirjattu tähän ohjelmaan yleisellä tasolla. Tilapalvelut raportoi asetettujen tavoitteiden toteutumista Targetor-sovelluksella.

Puurakentamisen ohjelmalla Kuopion Tilapalvelut tavoittelee seuraavia puurakentamisen lisäämistä edistäviä toimia:

- Kaupungin uudisrakentamisessa otetaan käyttöön toimintatapa, jossa jokaisen julkisen rakennuksen suunnittelun alkuvaiheessa arvioidaan, miten sen rakentamisessa voidaan hyödyntää puuta.
- Puuta käytetään rakennusmateriaalina aina, kun se on laadullisesti järkevää, sekä rakennuksen elinkaaren kannalta kustannus- ja energiatehokasta.
- Toimintamalleja kehitetään hankehallinnassa huomioimaan monipuolisemmin eri näkökulmia projektin valinnoille kustannusten lisäksi.
- Rakennushankkeiden ja päätöksenteon tueksi käytetään hiilijalan-, sekä hiilikädenjälkilaskenta ja hankintoja tarkastellaan niiden vastuullisuuden ja hiilineutraaliuden kannalta.

- Puun käyttö määrän kehitystä kaupungin rakennuksissa seurataan vuosittain. Suunnitteilla olevista julkisista uudis-, lisä- ja korjausrakennushankkeista selvitetään, missä määrin kohdeissa voidaan käyttää puuta.
- Tehostetaan puurakentamisen hankintoja konseptoinnilla ja mahdollisella hankintayhteistyöllä muiden kuntien kanssa ja lisätään urakoitsijoiden kiinnostusta hankkeita kohtaan.
- Edistetään yhteistyötä paikallisten puutuoteosaajien ja muiden kuntien kanssa markkina- vuoropuhelujen muodossa.
- Asiantuntijaresursseja hyödynnetään valmistelussa ja päätöksenteossa tarvittavan tiedon lisäämiseen.
- Sisällytetään kilpailutuksiin ympäristökriteerit.
- Uudis- ja korjausrakentamisen hankkeista, joissa käytetään puuta, tiedotetaan ja viestitään kattavasti kaupungin internet sivustoilla ja muussa mediassa.

2.2 Yhteydet muuhun kaupungin toimintaan

Kaavoitus ja maanhallinta

Puurakentamiselle osoitetulla tonttivarannolla ja kaavaohjauksella varmistetaan puurakentamisen hankejatkumoa ja osoitetaan kaupungin päätöksenteon sitoutuneisuutta puurakentamisen edistämiseen.

Puurakentamisen osuuden lisääminen on tunnistettu tärkeäksi tavoitteeksi asemakaavoituksen ilmastosuunnitelmassa (2022). Puurakentamisen mahdollisuudet tarkastellaan hankekohtaisesti, mutta yleiseksi tavoitteeksi on kirjattu Ympäristöministeriön kansalliset puurakentamisen tavoitteet: Vuoteen 2025 mennessä kaikesta julkisesta rakentamisesta 45 %, opetusrakennuksista 65 % ja asuinkerrostaloista 46 % tulisi olla puurakentamista.

Lisätietoa: [Julkisen puurakentamisen kansalliset tavoitteet – Puurakentamisen toimenpideohjelma 2016-2022](#)

Kuopion kaupungin konserniyhtiöt

Niiralan Kulma Oy

Niiralankulma Oy:n tavoitteita ja toimenpiteitä on käsitelty Vuosikertomus ja vastuullisuusraportti 2021 nimisessä asiakirjassa osoitteessa: <https://www.niiralankulma.fi/niiralan-kulma/mika-niiralan-kulma-on/arvot.html>

Kuopion opiskelija-asunnot Oy (KUOPAS)

Kuopaksen vastuullisuusselvityksessä nostetaan esille asiakkaiden näkökulma aiheeseen: *Asukkaamme ovat kiinnostuneita, aktiivisia ja suhtautuvat positiivisesti ympäristöystävällisyyden parantamiseen.*

Lisäksi Kuopaksen kiinteistöstrategiassa on nostettu esille puurakentaminen seuraavasti: *Kuopaksen kiinteistöstrategia 2022–2026. Kartoitamme jokaisen hankkeen kohdalla uusia innovaatioita ja rakennusmateriaaleja, kuten älykkäitä kiinteistötetekniikkaratkaisuja ja etenkin puurakentamista. Uusien rakennushankkeidemme ratkaisuihin huomioidaan asuntojen muuntojoustavuus.*

Kuopaksen vastuullisuustavoitteista voi lukea lisää: www.kuopas.fi/vastuullisuus

3. YLEISTÄ PUURAKENTAMISESTA

Puun käyttöön rakentamisessa liittyy kaksi termiä, puurakentaminen ja puurakennus, joiden eroavaisuus on hyvä tunnistaa. Puurakentaminen pitää sisällään puun hyödyntämisen monipuolisemmin ja on siten laajempi käsite. Puurakennuksella tarkoitetaan rakennusta, jonka kantavat rakenteet ovat pääasiassa puuta.

Rakennuksen käyttötarkoitus ei ole esteenä puurakentamiselle. Puurakenteisena voidaan toteuttaa kaikkia rakennustyyppisiä ja puurakenteita on mahdollista käyttää sekä uudis- että korjausrakentamisessa.

Teollinen puurakentaminen mahdollistaa pitkälle viedyt puutuotteiden jalostusasteet. Työmaalla tehtäviä työvaiheita siirretään tehdasoloihin ja tästä hyötynä on mm. lyhyempi työmaa-aikataulu. Kohde voidaan toteuttaa myös kansanomaisesti sanottuna pitkistä tavarasta. Tällöin ei kuitenkaan saavuteta kaikkia puurakentamisen hyötyjä kuten kuivassa rakentamisessa tai rakenteiden mitatarkkuutta.

Lisätietoja: RT RakMK-21748, Puurakenteet, ohjeet 2017. Ympäristöministeriö, Suomen rakentamismääräyskokoelma, rakenteiden lujuus ja vakaus (2018)
RT 103546 Puukerrostalo-hankkeen erityispiirteet
RT 99-10779 Tiiviin puutaloalueen suunnittelu



Kuva 3. Puurakenteisen koulun liikuntasali.

3.1 Miksi käyttää puuta toimitilarakentamisessa?

- Puu on uusiutuva rakennusmateriaali, jolla saavutetaan hiilivarasto rakennuksen elinkaaren ajaksi. Hiilivarannon purku pystytään organisoimaan ja ajastamaan oikealla suunnittelulla.
- Puu on kestävä ja monipuolisesti käytettävä materiaali.
- Puu on kustannuksiltaan kilpailukykyinen materiaali, jos se on riittävän ajoissa huomioitu suunnittelussa.
- Puulla on positiivisia fysiologisia ja psykologisia ominaisuuksia rakennuksen käyttäjille.
- Puurakennusten kestävyys palotilanteessa on kilpailukykyinen muihin materiaaleihin verrattuna.
- Puurakenteiden ja elementtien korkea valmistusaste siirtää työtä työmaaolosuhteista kiviin tehdasolosuhteisiin.
- Teollinen valmistus ja mittatarkkuus ovat erinomaiset.
- Puurakentamisen etuna on tontilla tapahtuvan rakentamisen nopeus.
- Keveät rakenteet, eli pienemmät vaatimukset maaperän kantavuudelle ja vähäisempi nostokaluston määrä.
- Massiivipuutuotteet ovat yksiaineisia, jolloin rakennuksen purkutilanteessa ei tarvitse erotella useita materiaaleja toisistaan verrattuna esim. betonisandwich elementtiin.
- Puurakennuksen ja -tuotteiden kiertotalousmahdollisuudet ovat hyvät.
- Paikallisuus: Pohjois-Savon alueella on vahva puurakentamisen osaaminen eli puurakentamisen valitseminen tukee paikallisia yrityksiä ja tuo verotuloja alueelle.

3.2 Puurakentamisen hankintaan liittyvien riskien kartoittaminen

Kuten muussakin rakentamisessa riskien toteutuminen konkretisoituu kustannusten nousuna. Alla listattuna huomioita puurakentamisen hankintaan liittyvistä riskeistä, jotka on hyvä tiedostaa kokonaisuutta kartoittaessa.

- Vähäinen kokemus puuhankkeiden hankinnasta ja niiden elinkaarenaikaisista kustannuksista.
- Hankeosapuolten ja toteuttajien riittävä osaaminen puurakentamiseen.
- Rakennuksen vaatimusten ja tavoitteiden määrittely kustannustehokkaasti.
- Hankeaikataulun sovittaminen ja limittäminen kilpailutuksen, suunnittelun, toteutuksen ja mahdollisten tuoteosatoimittajien kanssa, jottei viivästyksiä tapahdu.
- Puurakentamisen markkinavaihtelujen riittävä huomioiminen ja riskinsietokyky toteutustavan valinnassa ja kilpailuttamisessa sekä kustannuslaskennassa.
- Raaka-aineen ja puutuotteiden hinnanvaihtelu ja saatavuus.
- Kysynnän ja tarjonnan eroavaisuudet, suppea määrä toimijoita tietyissä rakenne- ja puutuoteratkaisuissa.
- Puurakentaminen ei ole yhtä vakiintunutta kuin betonirakentaminen, toisaalta puurakentaminen on nopeasti kehittyvä, joten hankeosapuolten välillä mahdollisuus synergiaan ja tuotekehitykseen. Hyväksi havaitut toiminnot ja rakentamisen tavat ovat konseptoitavissa.

4. PUU RAKENNUSMATERIAALINA

4.1 Runkorakennejärjestelmät puurakentamisessa

Puurakentamisen etuna on runkorakennejärjestelmien monipuoliset vaihtoehdot. Jokainen rakennejärjestelmä pystytään tekemään useilla eri puutuoteosilla ja ratkaisulla. Rakennejärjestelmän valinta tai sen pääperiaatteet on hyvä valita mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Rakenne suunnittelijan tekemä rakennettavuustarkastelu ja rakennejärjestelmien vaihtoehtojen vertailu hankkeen alussa voi tuoda hankesuunnitteluun lisäarvoa.

Runkojärjestelmän valintaan vaikuttaa mm. tilajaottelu, muuntojoustavuus ja talotekniikan reitit. Tämä ei ole pelkästään puurakentamisessa huomioitava asia, vaan koskee kaikkia rakennusmateriaaleja. Toisaalta runkojärjestelmän lukitsemisella on vaikutusta myös tarjoajien sekä toimittajien määrään. Alla mainittuja järjestelmiä voidaan käyttää rakennuksessa myös yhdistelminä rakennuksen tilatarpeet ja pohjaratkaisut huomioiden, jolloin tilojen toimivuuteen saadaan merkittävä hyöty.

Lisätietoja: Suomalainen puukerrostalo – Rakenteet, suunnittelu ja rakentaminen, Opetushallitus.

Kantavat seinät -järjestelmä

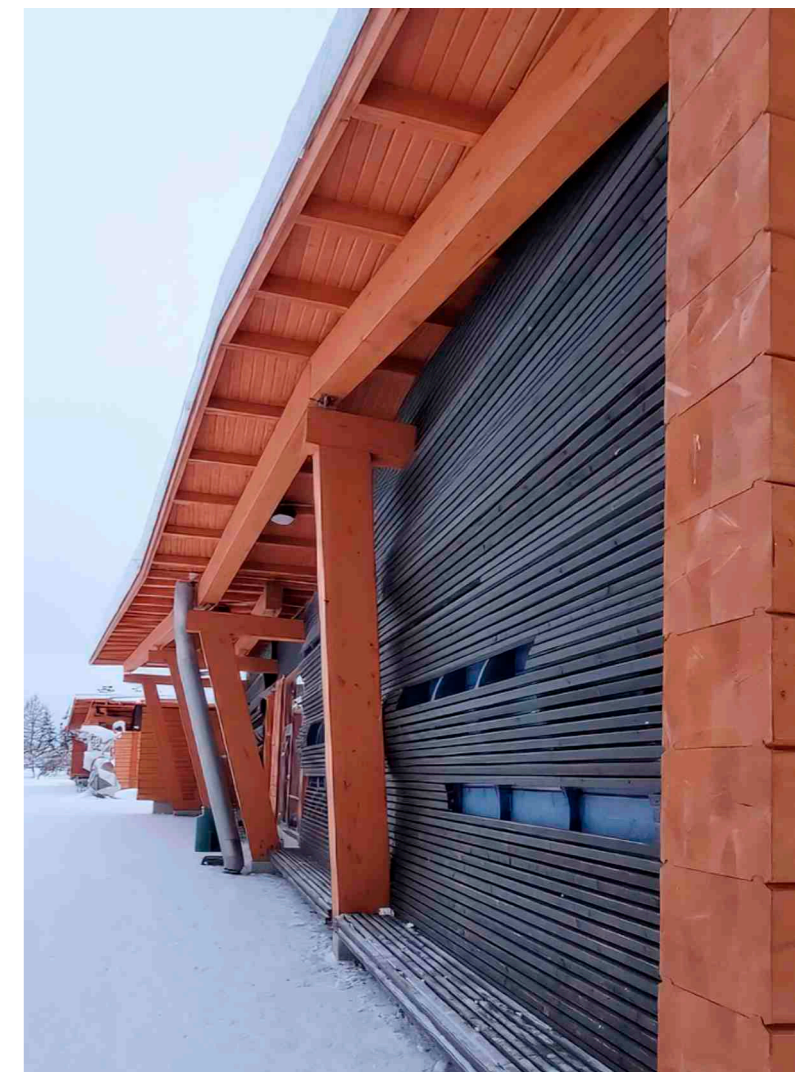
Järjestelmässä käytetään seinä rakennuksen kantavina ja jäykistävinä rakenteina. Kantavuuden ja jäykistyksen hallinta toteutustavan mukaan on selkeä ja kapasiteetit hyviä.

Järjestelmä voidaan toteuttaa rankarakenteisena, hirsirakenteisena tai massiivirakenteisina tasoelementteinä. Kantavat seinät -järjestelmä on pientaloista tuttu rakennejärjestelmä, jolla voidaan toteuttaa myös useampikerroksisia rakennuksia.

Tilajaottelussa on huomioitava kantavat ja jäykistävät linjat sekä mm. talotekniikan läpivientitarve. Kuvassa lisälmen Kauppis-Heikin koulun julkisivua, jossa on käytetty kantavat seinät -järjestelmää.

Pilari-palkki -järjestelmä

Pilari-palkki -järjestelmä mahdollistaa vapaamman tilajaottelun sekä suuret aukotukset. Rungon pystytys on erittäin nopeaa. Järjestelmä on toimiva ja nopea ratkaisu selkeillä rakennuspohjilla, erityisesti hallimaisissa runkoratkaisuissa ja selkeillä ruudukkomaisilla moduulilinjapohjilla. Eristävät kerrokset tulevat kantavan rungon ulkopuolelle. Ulkoseinät toimivat useasti ei kantavina -rakennosina. Rakennuksen jäykistykseen voidaan käyttää apuna mastopilareiden lisäksi jäykisteseinäkkeitä tai -ristikoita.



Kuva 4. Kauppis-Heikin koulun julkisivua.

Tilaelementit

Tilaelementtirakennus kootaan tehtaalla tehdyistä lohkoista. Lohkot eli tilaelementit koostuvat yleisesti lattiasta, seinistä sekä katosta; nämä tasoelementit luovat ”tilan”. Tilaelementit voidaan toteuttaa esimerkiksi rankarakenteisena, CLT-rakenteisena tai näiden yhdistelmällä. Tilaelementtirakentaminen ja sitä kautta rakennuksen valmiusasteen pitemmälle vienti on yhtenä puurakenteiden etuna. Isot kokonaisuudet ovat mahdollisia puun keveyden takia.

Tilaelementissä on lähtökohtaisesti kaikki pinnat viimeistellyt sekä talotekniikka asennettuna. Tilat ovat kalusteita myöten valmiit. Tehokkuus löytyy parhaiten, kun tilaelementtejä päästään tekemään tuotantosarjoina. Tilaelementeillä voidaan toteuttaa myös muuntojoustavia, siirrettäviä ja vuokrattavia tiloja sekä rakennuksia. Siirrettävyys tulee huomioida suunnittelussa.

Lisätietoja: Ratu 0425 Puuelementtirakentaminen, tilaelementit.

Hybridirakenteet

Rakenejärjestelmän osia voidaan toteuttaa useista eri materiaaleista, ja tällöin rakennus toteutetaan hybridirakenteisena. Hybridirakenteet ovat rakenteita, joissa rakennusmateriaalien hyviä ominaisuuksia käytetään tukemaan toisia materiaaleja. Hybridirakenteiden suunnittelussa materiaaleja ei aseteta vastakkain, vaan eri materiaalien (puun, betonin ja teräksen) yhteiskäytöllä voidaan saada hyötyä hankkeelle kustannusten ja rakennustekniikan näkökulmasta. Samalla on mahdollista lisätä puurakenteiden osuutta rakentamisessa.

4.2 Kantavien rakenteiden puutuotteet

Rakennesahatavara

Raaka-aineena yleisesti käytettyjä puulajeja ovat kuusi ja mänty. Rakennesahatavara on mitallistettua ja lujuusluokiteltua. Se on perusta monelle muulle puutuotteelle ja jatkojalosteelle. Lujuuslajittelulla puutavaralla CE-merkintä on pakollista. Pituutta ja raaka-aineen hyötysuhdetta saadaan parannettua sormijatkamisella. Sahatavaralla on vakioituja tuotteita sekä kokoja, puutuoteosatoimittajilla saattaa olla omia dimensioita.



Käyttökohteita: tasoelementit (seinien ja lattioiden rakenneosat), sekundaariosat, naulalevyristikot.

Rakenejärjestelmä: kantavat seinät, tilaelementit

Liimapuu (Glued laminated timber)

Puulajina kuusi ja mänty. Paineekyllästettynä puulajina on mänty. Liimapuu ja liimattu sahatavara eivät ole sama asia. Liimapuu koostuu yleensä 45 mm paksuista lamelleista. Taivutetuissa rakenteissa lamellin paksuus on 33 mm tähän vaikuttaa myös kaarevuussäde. Lujuusluokat sekä koot ovat vakioitu, valmistajilla on myös tarjolla kerrannaisliimattua liimapuuta. Liimapuuta saa myös erikoiskokoisina sekä kohdekohtaisesti työstettynä kuten kuvassa 5. Liimapuun valmistus on standardin alaista toimintaa.

Käyttökohteita: seinien ja lattioiden rakenneosat, pilarit ja palkit, ristikkorakenteet.

Rakenejärjestelmä: kantavat seinät, pilari-palkki-järjestelmä.

Lisätietoja: Liimapuukäsikirja 1,2,3, Suomen liimapuuyhdistys ry ja Puuinfo Oy

Kuva 5. Liimapuurakenteinen katoksen kannatus

CLT (Cross laminated timber)

CLT koostuu ristiin liimatuista lautakerroksista. Lamellit ovat tavallisimmin kuusta tai mäntyä. Lamellien paksuus on 20–40 mm (jopa 60 mm), yleensä kerroksia on 3–7 kpl (kuva 6). Lamellien leveys vaihtelee 95 – 180 mm välillä valmistajan ja tuotteen mukaan.

Levyllä on symmetrinen rakenne. Tästä syystä levy koostuu yleensä parittomasta määrästä lamelleja. CLT:tä on saatavana syrjäliimattuna tai ilman syrjäliimausta. Liimauksella on vaikutusta ilmatiivyyteen, kuivumishalkeamiin ja visuaalisuuteen (näkyvä pintaluokka).

Lujuusluokissa on eroavaisuuksia valmistajien kesken, mutta yhteistä harmonisoitua standardia ei ole. Myös levyaihioiden vakiomitat vaihtelevat valmistajan mukaan. Isosta levyaihiosta työstetään NC-koneella (Numerical Control, numeerinen ohjaus) tasoelementtejä. CLT ei ole tehokas pienissä palkeissa ja pilareissa. Kerroksellisesta rakenteesta sekä lamellien vaihtuvan suunnan takia on huomioitava kulloinkin lujuus- ja kestävyyskapasiteetit sekä murto-/vaurioitumistapa.

Käyttökohteet: seinät, välipohjat, katot parvekelaatat, jäykisteratkaisut sekä hybridirakenteet esimerkiksi CLT-betoniliittolaatta.

Rakenejärjestelmä: kantavat seinät, tilaelementti.

Hirsituotteet

Hirsi käsitteenä on laaja, siihen kuuluu mm. yhdestä puusta tehty hirsi, höylähirsi sekä lamellihirsi. Hirsiprofileja on monia ja ne tuotetaan yleisimmin männystä. Toimittajakohtaisesti on huomioitava hirren profiilit, koot ja hirren nousut. Näillä on vaikutusta mm. aukotuksiin.

Hirsirakenteita voidaan tehdä painuvalla hirrellä sekä painumattomalla hirrellä. Painumaton hirsi voidaan toteuttaa muutamilla tavoilla, joista tunnetuin on lamellihirsi, jossa on yhden tai useamman lamellin syysuunta pystyyn. Valmistajien tuotanto ja suunnitteluohjeet määrittävät minimi- ja maksimipituuksia.

Käyttökohteet: seinät, kantavat rungot.

Rakenejärjestelmä: kantavat seinät.

Lisätietoja: RT 82-11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet

LVL (Laminated Veneer Lumber) Viilupuu

Pääasiallinen raaka-aine on 3 mm paksuinen kuusiviilu. Pinta on tavallisesti hiomaton ja viilujen oksien kohtia ei ole paikattu. Rakenteellinen LVL on CE-merkittävä, standardi ohjaa valmistusta. Saatavana on myös painekyllästys luokkaan AB. LVL tuote on vakioimittaista ja lujuusluokiteltua. Vakiodimensiot vaihtelevat toimittajittain. Paksuudet ovat 6 mm kerrannaisia, koska tuote muodostuu liimatuista 3 mm viiluista, LVL:llä on symmetrinen rakenne.

Käyttökohteet: seinien ja lattioiden rakenneosat, palkit, pilarit, levyt, ristikkoiden alapaarteet, jäykisteratkaisut.

Rakenejärjestelmä: kantavat seinät, pilari-palkki-järjestelmä, tilaelementti.

Lisätietoja: LVL Handbook Europe -julkaisu, Puutuoteteollisuus ry



Kuva 6. CLT koostuu kerroksista.

Ulkomailla on käytössä myös mm. DLT (*Dowel Laminated Timber*) tapitettu massiivilevy, MHM (*Massiv Holz Meuer*) alumiininauloilla kasattu ristikkäin ladottu massiivilevy. Suomessa näiden käyttö ei ole vielä laajaa.

4.3 Puun käyttötavat rakennuksessa

Puuta voidaan käyttää rakentamisessa monipuolisesti ja rakennetyyppejä pystytään toteuttamaan puurakenteisina, ja niiden käyttö betoni- ja teräsrakenteiden kanssa on mahdollista. Tällöin on huomioitava materiaalien valmistus- ja asennustoleranssien erot ja liittymiset toisiin materiaaleihin.

Alapohjat

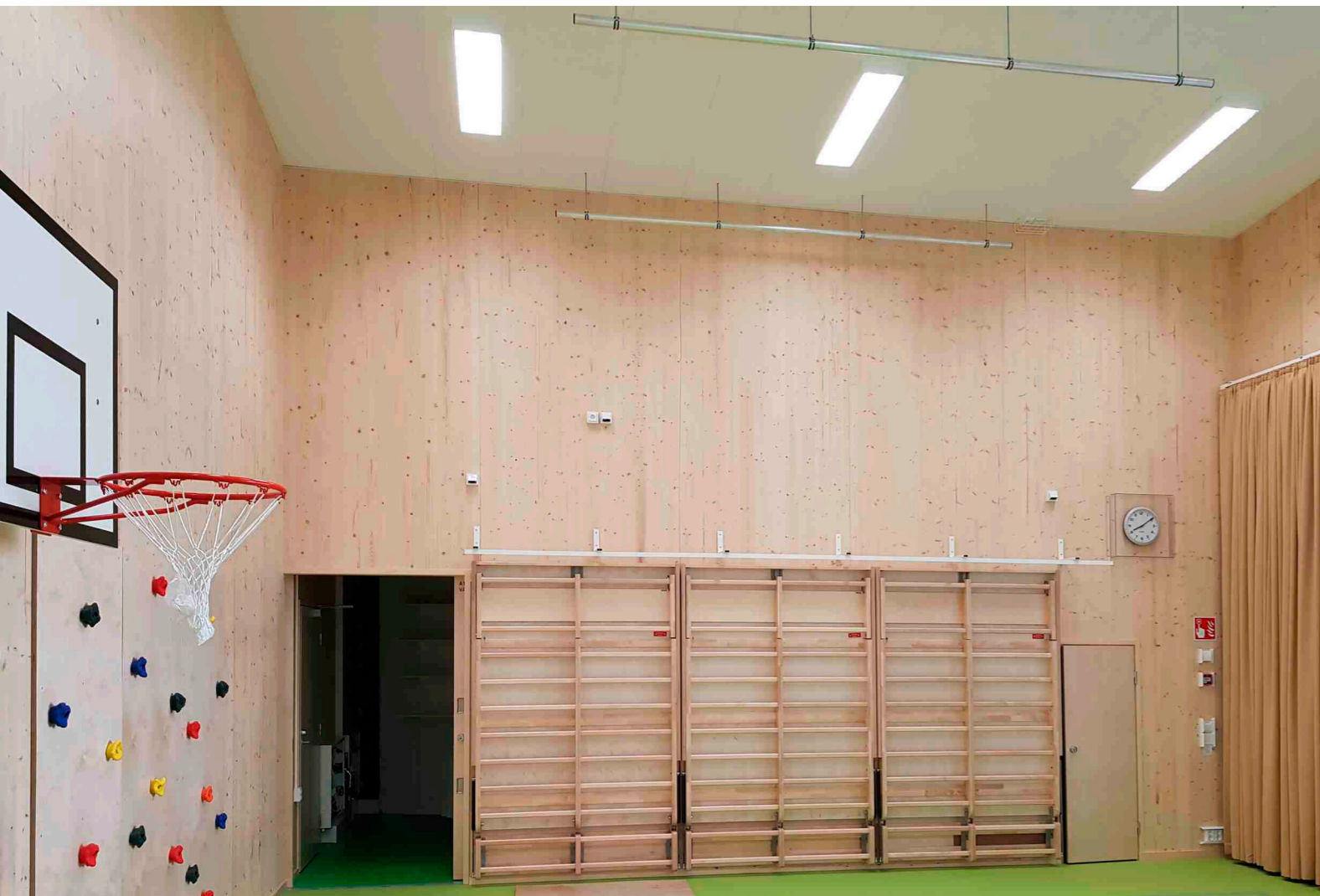
Tuulettuva alapohja pystytään toteuttamaan puurakenteisena. Tavallisesti tällöin myös seinärakenteet ovat puuta niiden liitos- ja tiivistysratkaisujen takia. Alapohja voidaan tarvittaessa elementoida, jolloin rakennuksen kantava lattia saadaan nopeasti valmiiksi. Tuulettuvan alapohjan rakennusfysikaalinen toiminta ja alapuoliset olosuhteet tulee varmistaa.

Ulkoseinät

Puurakenteiset ulkoseinät voivat olla itsekantavia tai rakennuksen kuormia kantavina osina. Ulkoseinät toimivat rakennuksen ulkovaippana. Ei kantavia ranka- tai massiivielementtejä voidaan erinomaisesti käyttää myös betonirungon ollessa rakennuksen kantavana rakenteena. Rakennuksen ulkovaipan umpeen saattaminen puurakenteilla onnistuu betonielementtitoteutuksesta nopeammin.

Lisää aiheesta: Ratu 0424 Puuelementtirakentaminen, seinät.

Kuva 7. Puu soveltuu hyvin pintamateriaaliksi ja runkoon käytettäväksi.



Väliseinät

Rakennuksen kevyet väliseinät voidaan toteuttaa joko puurakenteisena elementtinä, pitkistä tai esikatkaistusta puutavarasta rakennettuna. Kantavissa ja jäykistävässä väliseinissä voidaan käyttää muun muassa hirttä tai massiivilevyjä, jolloin rakenne saadaan haluttaessa yksiaineisena.

Välipohjat

Puuvälipohjien rakennetyypeissä on monia toteutusvaihtoehtoja. Kustannustehokkuutta ja ratkaisuja ohjaa muun muassa tilasuunnittelu, huonekorkeus ja akustiikka. Palkki- ja ripalaattavälipohjien lisäksi puuvälipohjaratkaisuissa vaihtoehtona on muun muassa hybridirakenne, CLT-betoniliittolaatta. Siinä hyödynnetään päällä olevan betonin ja alapuolella olevan CLT:n yhteisvaiikutusta.

Yläpohjat

Yläpohjassa puun käyttö on yleistä. Kattomuoto ja kuormien kanto voidaan toteuttaa naulalevyristikoilla. Naulalevyristikoita voidaan käyttää myös betonisen holvin päällä, tämäkin on yksi tapa puurakenteiden hyödyntämiseen. Yläpohjarakenne pystytään tekemään myös tasoelementein, jolloin saadaan nopeasti rakennus säältä suojaan -vaiheeseen. Elementit voivat sisältää lämmöneristeen tai olla kylmiä, jolloin eriste tulee alempiin rakennekerroksiin.

Lisää aiheesta: Ratu 0436 Puuelementtirakentaminen, väli- ja yläpohjaelementit.

Liittyvät rakenteet

Puuta voidaan käyttää parveke, luhti- sekä porraskäytävä ja hissikuilurakenteissa. Hissikuilurakenteissa puuelementtien mittatarkkuudesta saadaan hyötyä hissiä asennettaessa. Kyseiset tuotteet voidaan toteuttaa myös betonikohteisiin.

Puu julkisivumateriaalina

Puu on toimiva julkisivumateriaali oikein suunniteltuna, rakennettuna ja huollettuna. Julkisivun kestävyys vaikuttaa rakennuksen arkkitehtuuri. Rakennuksen muodolla ja rakenteellisilla suojauksilla on vaikutus puujulkisivun ja yleisesti puun pitkäaikaiskestävyyteen. Rakenteellisilla suojauksilla tässä tapauksessa tarkoitetaan mm. räystäiden leveyksiä, katoksia sekä pintojen kaltevuuksia.

Käytettäessä puuta julkisivuverhousmateriaalina tulee huomioida julkisivun pitkäaikaiskestoisuuden kriteerit. Kestoikään vaikuttavat asiat ovat verhouksen laatu/materiaali, suunnittelu (ARK ja RAK), rakentaminen, sisäympäristö, ulkoympäristö, käyttöolot ja huollon taso.

Julkisivuverhouksiin on puutuotteita, joita ei tarvitse välttämättä pintakäsitellä. Tällöin joko materiaali on sellaista, jolla on lähtökohtaisesti hyvät säänkesto-ominaisuudet tai sitten tuotetta on modifioitu, jotta on saatu kestävyys parannettua. Visuaalisesti pinta saattaa kehittyä lopulliseen väriin ajansaatossa. Kaikki puutuotteet eivät käy suoraan julkisivuksi. Esim. CLT:llä ei ole tällä hetkellä käyttöluokka 3 luokitusta (ulkona säälle alttiina, kosteassa tilassa tai veden välittömän vaikutuksen alaisena oleva puurakenne), joten se tulee verhoilla kestävyysnäkökulmasta vielä erikseen.

Lisätietoja: Vaativien puurakenteiden suunnittelu -aineisto Puuinfo, RT 82-10829, RT 18-10922. RT 21-11266 Lämpökäsitelty puu

Kosteudelle alttiit rakenteet

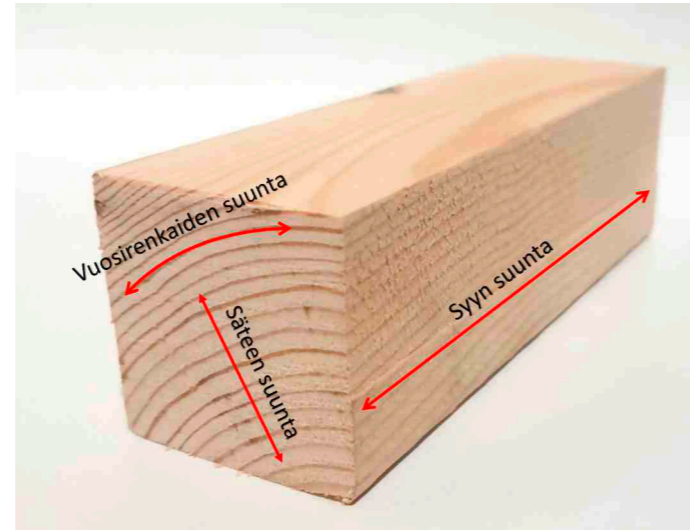
Kosteus ei lähtökohtaisesti ole haitaksi puulle, mikäli se on otettu suunnittelussa huomioon ja puu pääsee kuivumaan.

Kosteudelle alttiita rakenteita voidaan toteuttaa lämpökäsitellyllä puulla, kyllästetyllä puulla tai muulla puutuotteella, jota on modifioitu kestävämmäksi kosteusrasitukset. Säälle alttiit käsittelemättömät ja pinnoittamattomat rakenteet kuten terassit, ulkokalusteet harmaantuvat ajan saatossa.

4.4 Puun ominaisuudet rakentamisessa

Puun materiaaliominaisuudet pitää tuntea sitä suunnitella ja käytettäessä. Puu on anisotrooppinen materiaali eli sen ominaisuudet ovat erilaisia eri syy-suunnissa. Se on myös hygroskooppinen materiaali eli puu pystyy luovuttamaan ja sitomaan ilmankosteutta. Kosteuden vaihtelun aiheuttamissa muodonmuutoksissa on eroavaisuuksia, riippuen siitä, missä suunnassa syyn suuntaan nähden sitä tarkastellaan (kuva 8), myös puulaji ja tiheys vaikuttavat muodonmuutoksiin. Rakennusosien liittymien suunnittelussa tärkeimpiä osuuksia ovat:

- Lujuustekniikka (voimien siirto vaaka- ja pystysuunnassa, voimaliitokset tukipinnat jne.)
- Muodonmuutokset (vaakasiirtymät, taipumat, käyritykset, painumat jne.)
- Lämpö ja kosteustekniikka (lämpö- ja kosteuskatko, ilman -ja höyrynsulku, jäädytyksen tarve jne.)
- Äänitekniikka (ilmatiiviys, sivutiesiirtymä, johtuminen jne.)
- Palotekniikka (palokatkot, kantavuus, osastoivuus, tiiviys jne.)
- Työmaatekniikka (rakennettavuus, turvallisuus, kosteushallinta jne.)
- Sisäilman hyödyt (kosteustasapaino, visuaalinen ilme)
- Pitkäkestoinen rakennuksen ulkovaipan ja tilojen välisten rakenteiden ilmatiiviys



Kuva 8. Puun kosteusvaihtelusta johtuvien muodonmuutoksen suunnat.

4.5 Kosteudenhallinta rakentamisvaiheessa

Kosteudenhallinnan rooli on puurakentamisessa korostetun tärkeää. Periaatteena on, että puurakenteita ei päästetä kastumaan missään rakentamisen vaiheessa (ns. Kuivaketju-ajattelu). Hyvällä rakennus-, tuoteosa- ja työmaasuunnittelulla rakennuksia pystytään toteuttamaan myös ilman sääsuojaa.

Rakenteiden kosteudenhallinta tulee ottaa huomioon jo suunnittelun varhaisesta vaiheesta lähtien rakennuksen käyttöön saakka kaikissa rakentamisen ja käytön eri vaiheissa. Rakenteiden riittävään suojaukseen tulee kiinnittää huomiota niin kuljetuksen, välivarastoinnin, asennuksen kuin käytönkin aikana. Kuhunkin puurakentamisen hankkeeseen tulisi laatia riittävän yksityiskohtainen kosteudenhallintasuunnitelma, niin suunnittelu- kuin toteutusvaiheessa, johon kaikki osapuolet sitoutuvat ja ymmärtävät sen konkreettiset toimet. Suojaustarve riippuu rakennushankkeesta käytettävistä puurakentamisen järjestelmistä.

Kuhunkin hankkeeseen nimettävän kosteudenhallintakoordinaattorin tulee huolehtia siitä, että hankekohtaiset erityisvaatimukset tulevat huomioitua hankkeen suunnittelussa ja toteutuksessa. Hankekohtaisia kosteudenhallinnan näkökulmasta laadittavia riskianalysejä suositellaan tehtäväksi hankkeen eri vaiheissa.

4.6 Akustiikka

Akustiikka puurakenteissa hoidetaan kerroksellisilla rakenteilla, massan lisäyksellä tai rakenteiden irrottamisella toisistaan. Akustisiin ratkaisuihin vaikuttaa myös äänilähteiden sijainti. Huomioon tulee ottaa niin ulkopuoliset kuin sisäiset äänilähteet. Tilojen sijoitteluun pitää kiinnittää toteutus- ja tilasuunnittelussa huomioita, jotta vaatimusten täyttymiset eivät aiheuttaisi poikkeavia ja kustannustehottomia ratkaisuja.

Akustiikkasuunnittelu on puurakenteissa tärkeässä roolissa ja tulisi huomioida rakenteellisia ratkaisuja lukittaessa. Akustiikassa on huomioitava äänen kulkeutuminen tiloista toisiin ja niiden väliin läpivienteihin, erityisesti on varmistettava talotekniset läpiviennit ja datakaapelikourujen vaimennukset. Huoneakustiikkaa ajatellen puulla on parempi äänenvaimennuskerroin kuin maalattulla betonilla. Suunnittelu, työmaatoteutuksella ja käytöllä sekä ylläpidolla on yhteisvaikutusta akustiikan toimivuuteen.

Lisätietoja: Ääneneristys puutalossa -julkaisu, Puuinfo, RT RakMK-2177 Ympäristöministeriön ohje rakennuksen äänieristystä. (2018)

4.7 Sisäilma

Puu on hygroskooppinen materiaali. Se sitoo kosteutta itseensä ja luovuttaa sitä pyrkien ympäristön kanssa tasapainokosteuteen. Se tasaa sisäilman suhteellisen kosteuden vaihteluja. Sisälämpötilassa puu tuntuu muita käytettyjä materiaaleja lämpimämmältä. Puun vaikutusta hyvinvointiin ei voi aliarvioida, tutkimukset ovat osoittaneet vaikutuksia stressitasojen tasaantumiseen ja muihin positiivisiin terveysvaikutuksiin. Pintakäsittelyllä ja sen paksuudella on vaikutus puun hygroskooppisuuteen, oikeilla valinnoilla pystytään varmistamaan ominaisuuksien säilyminen. Vesiohenteiset tuotteet sallivat kosteuden tasaamisen.

4.8 Paloturvallisuus

Puun käytön lisääminen rakentamisessa on voimassa olevien suunnitteluohjeiden mukaan mahdollista monissa käyttötarkoituksiltaan erilaisissa rakennuksissa. Pääperiaatteiltaan puun käyttäminen kantavana runkona ei poikkea mitoitus- tai suoritusarvoiltaan betonirakentamisesta, vaan mitoittavat palonkestoajat ovat riippuvaisia kerrosluvusta. Rakennuksen korkeudella ja käyttötarkoituksilla on vaikutusta puun käyttämiseen kantavana, ei-kantavana tai ulkoverhoilumateriaalina.

Puurakenteiden paloteknisessä suunnittelussa kantavien rakennusosien tai suojaverhojen osalta tulee huomioida erilaisten vaihtoehtojen (sahatavara, liimapuu, LVL ja CLT) toisistaan eroavat hiiltymisnopeudet ja erilainen käyttäytyminen palotilanteessa. Puurakennusten turvallisuutta lisää asiantunteva ja riittävän aikaisessa vaiheessa tehty palotekninen suunnittelu ja mm. automaattisen sammutuslaitteiston tarpeen arvioinnit ja toteuttavuuden selvittelyt.

Puurakenteen kantavuus voidaan mitoittaa palotilanteessa kolmella erilaisella periaatteella:

- suojaamattomana rakenteena
- suojattuna koko vaaditun palonkestoajan tai
- suojattuna osan vaaditusta palonkestoajasta.

Palomitoituksessa käytettävän periaatteen valinta vaikuttaa merkittävästi kustannuksiin, sillä palosuojaus on ylimääräinen kustannus tilanteissa, joissa rakenteen massa riittää säilyttämään kantokykynsä palotilanteessa (esim. liimapuupalkki).

Näkyviä puupintoja rakennuksen sisäpuolissa rakenteissa tavoiteltaessa, puuta voidaan lisäksi käsitellä palonsuojakäsittelyillä ilman, että puuta on tarvetta peittää. Lisäksi rakentamisen suunnittelussa on käytettävissä tapauskohtaisesti automaattisen sammutuslaitteiston mukaiset suojaukset, jonka avulla rakennuksen laajuuksia, kerroslukua sekä käyttötarkoituksia voidaan puurunkoa käytettäessä laajentaa.

Yleisesti puun käyttäminen kantavassa rungossa on mahdollistettu enintään 28 m korkeassa rakentamisessa asunnoissa, työpaikka- tai toimistorakentamisessa, majoitustoiminnassa sekä hoitolaitoksissa, kun rakennuksessa on automaattinen sammutuslaitteisto.

1–2-kerroksiset kokoontumisrakennukset, kuten urheiluhallit, koulut ja päiväkodit voidaan toteuttaa myös ilman automaattista sammutuslaitteistoa puurunkoisina ja tietyin ehdoin puuverhoiltuna sisä- ja ulkoverhouksissa.

Paloturvallisuussuunnittelussa mahdollistetaan lisäksi rakennuksen suunnittelu oletettuun palonkehitykseen perustuvilla kriteereillä, jolloin mm. kantavan rungon ja muidenkin turvallisuusvaatimusten täytyminen voidaan osoittaa tapauskohtaisesti erityissuunnittelulla.

Lisätietoja: Paloturvallinen puutalo – Asuin- ja toimitilarakentaminen -julkaisu, Puuinfo

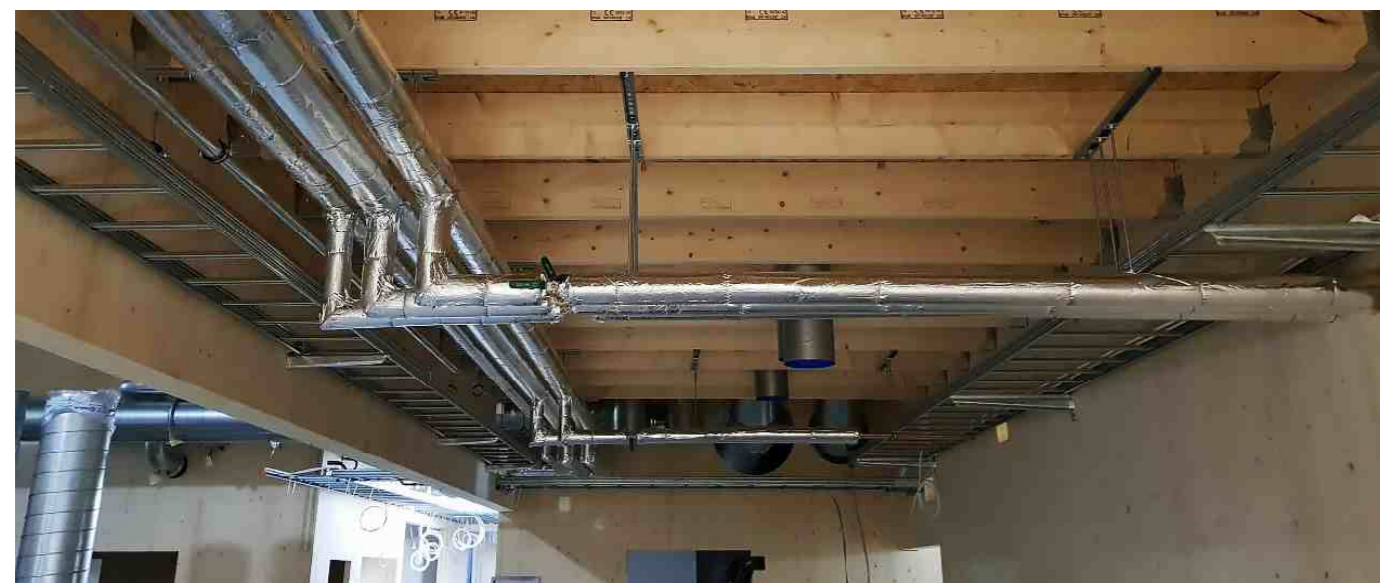
4.9 Rakennusvarusteet ja kalusteet

Rakennusvarusteiden ja kalusteiden kiinnitykseen tulee kiinnittää huomiota ja tilojen muuntojoustavuuteen tulee varautua. Tilojen kaluste- ja konetarpeet määrittävät ratkaisutavan. Muuntojoustavuutta pystytään parantamaan lisäämällä rankaseinän sisään kaluste- ja varustetukilautoja sekä -vanereita. Massiivipuisissa rakenteissa kiinnitykset ja kannatukset ovat ratkaisultaan yksinkertaisempia rankarakenteisiin verrattuna.

Rakenteiden painumat ja taipumat huomioidaan kiinnityksissä ja tukiratkaisuissa esimerkiksi painuman sallimilla liittimillä. Suurien sekä dynaamisten kuormien kannattelu esimerkiksi liikuntatiloissa tai -varusteiden kannatuksessa vaikuttavat rakenneratkaisuihin ja materiaaleihin, mutta ovat tehtävissä puurakenteisina useimmissa tapauksissa.

4.10 Talotekniikka

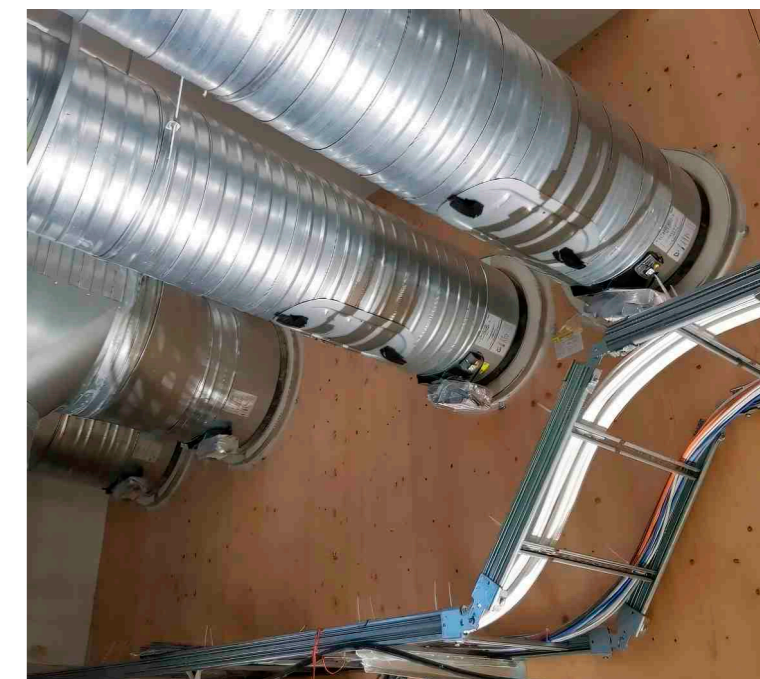
Talotekniikkasuunnittelijat on otettava mukaan heti hankkeen alkuvaiheessa, jotta reititykset ja tilavaraukset osataan mitoittaa oikein. Mahdolliset tekniikan reititykset vaihtelevat eri menetelmittäin ja valmistajittain. Tekniikan reitit, sähköjohtojen putkituksien tarve ja palokatkojen tyypit tulee tarkistaa kohteen mukaan. Taloteknisten asennuksien, upotuksien ja lävistysten vaikutus akustiikkaan on varmistettava. Suunnittelun on oltava tarkkaa, koska puurakentamisessa käytetään paljon valmisosarakentamista. Tekniikan sijoittelussa on huomioitava painumat, kutistumat ja taipumat.



Kuva 9. Talotekniikan kannatustapoja puupalkeista työmaalla.

Muutamia valmistuneista kohteista opittuja vinkkejä:

- Puurakentamisessa tulisi välttää vaakaviemärien käyttöä, koska ne voivat tuottaa melua alempaan kerrokseen. Jos vaakaviemäreitä joudutaan käyttämään, on ne kiinnitettävä riittävän tukevaan rakenteeseen. Viemäreiden pystyrunkojen pienet liikkeet tulee huomioida esimerkiksi käyttämällä paisuntamuhveja.
- Vesijohtojen nousut ja liitokset tulee sijoittaa niin, että vuodonilmaisuus saadaan johdettua lattiakaivolliseen tilaan. Vesijohdoissa suositellaan käyttämään muoviputkea suojaputki-asennuksena, koska se sallii pienet liikkeet vaurioitumatta.
- Lämpö- ja patteriputkien riittävä etäisyys puurakenteista ja kosteustasapainon nopeat vaihtelut tulee huomioida.
- Sähköasennuksissa huomioitava erityisesti johtojen ja rasioiden sijoittelu rakenteissa. Esimerkiksi hirsirakentamisessa on pystyreivät porattava hirsisiin jo tehtaalla. Johtojen kiinnityksissä ja seinäläpivienneissä on huomioitava rakenteiden painumat.



Kuva 10. Talotekniikan läpivientireiät on hyvä tehdä jo tehtaalla.

4.11 Kiinteistön hoito ja käyttö

Rakennuksen pitkäikäisyyden ja toimivuuden kannalta tulee huomioida kiinteistön hoidon vaikutukset rakennuksen elinkaareen. Puurakenteiden huollettavuus tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa mm. seuraavilla keskeisillä huomioilla:

- Talotekniikan ratkaisujen yhteensopivuus, toimivuus rakennetyypissä ja huollettavuus
- Kosteusriskirakenteiden tunnistaminen suunnittelu- ja rakennusvaiheen aikana ja dokumentointi sekä säännöllisten toimenpiteiden (seuranta) määräyksien vieminen huoltokirjaan
- Seurantateknologian (mittaus) hyödyntäminen rakenteissa, joita ei voida silmämääräisesti todentaa ja tieto tästä huoltokirjaan.
- Käyttö- ja huolto-ohjeet, jotka on räätälöity ko. puurakentamisen ehdoin. Esim. tihennetyt huoltovälit sitä vaativille rakennusosille sekä käyttöön liittyvät ohjeistukset.
- Elinkaaren aikaiset PTS (Pitkän Tähtäimen Suunnitelma -kunnossapito) - ja huoltokustannukset
- Ilmastonmuutoksen tuomat muutokset alueelle. Esimerkiksi rankkasadetulvariskin alueella tulee huomioida sokkelin korkeudet ja viistotuulen alueilla esim. ikkunoiden tiivistykset.

Vanhempiin rakennuksiin löytyy erilaisia korjausohjeita kuten *Energiatehokkuuden parantaminen kulttuurihistoriallisesti arvokkaan rakennuksen korjaushankkeessa*.

4.12 Ilmastaselvitys eli hiilijalanjälki

Ilmastomuutoksen hillitsemiseksi Suomi on osana Euroopan Unionia sitoutunut Pariisin ilmastosopimuksen mukaisiin tavoitteisiin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Ilmastopöytäkirjan osapuolet sitoutuvat sopimuksessa valmistelevaan, tiedottamaan, ylläpitämään sekä saavuttamaan kansalliset päästötavoitteensa.

Suomi tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2035 mennessä ja hiilinegatiivisuutta 2040-luvulla. Nämä tavoitteet edellyttävät merkittäviä kasvihuonekaasupäästövähennyksiä myös rakennusympäristössä, koska rakentaminen, rakennusten lämmitys ja sähkönkäyttö aiheuttavat yli kolmanneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä.

Uusi 2025 voimaan astuva rakennuslaki (*Finlex 751/2023 38§ Rakennuksen vähähiilisyys*) velvoittaa rakentamislupavaiheessa raportoimaan ilmastopöytäkirjalla rakennuksen hiilijalanjälki käyttäen hyväksi rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmää ja kansallista päästötietokantaa. Kiertotaloutta edistetään korostamalla rakennukselta vaadittavia elinkaariominaisuuksia. Hiilijalanjäljen raja-arvot koskisivat ainoastaan sellaisia uusia rakennuksia, joita myös nykyisen lainsäädännön mukaiset energiatehokkuuden vertailuluvun (E-luvun, rakennuksen kokonaisenergian kulutuksen) raja-arvot koskisivat. Raportointia varten on kehitetty rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä ja kansallinen päästötietokanta (SYKE, Suomen ympäristökeskus www.co2data.fi). Rakennus- ja purkumateriaalien hyödyntämistä vahvistetaan purkumateriaali- ja rakennusjätteselvityksellä.

Lisäksi uusi laki velvoittaa elinkaariominaisuuksista seuraavaa:

Rakentamishankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla elinkaariominaisuuksiltaan ekologiseksi sekä tavoitteelliselta tekniseltä käyttöikänsä pitkäikäiseksi. ...Rakentamishankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että uudelle tai rakentamislupaa edellyttävälle laajamittaisesti korjattavalle rakennukselle laaditaan materiaaliseloste, joka sisältää koneluettavassa muodossa tiedot rakentamisessa käytetyistä materiaaleista ja tuotteista. (39 § Rakennuksen elinkaariominaisuudet)

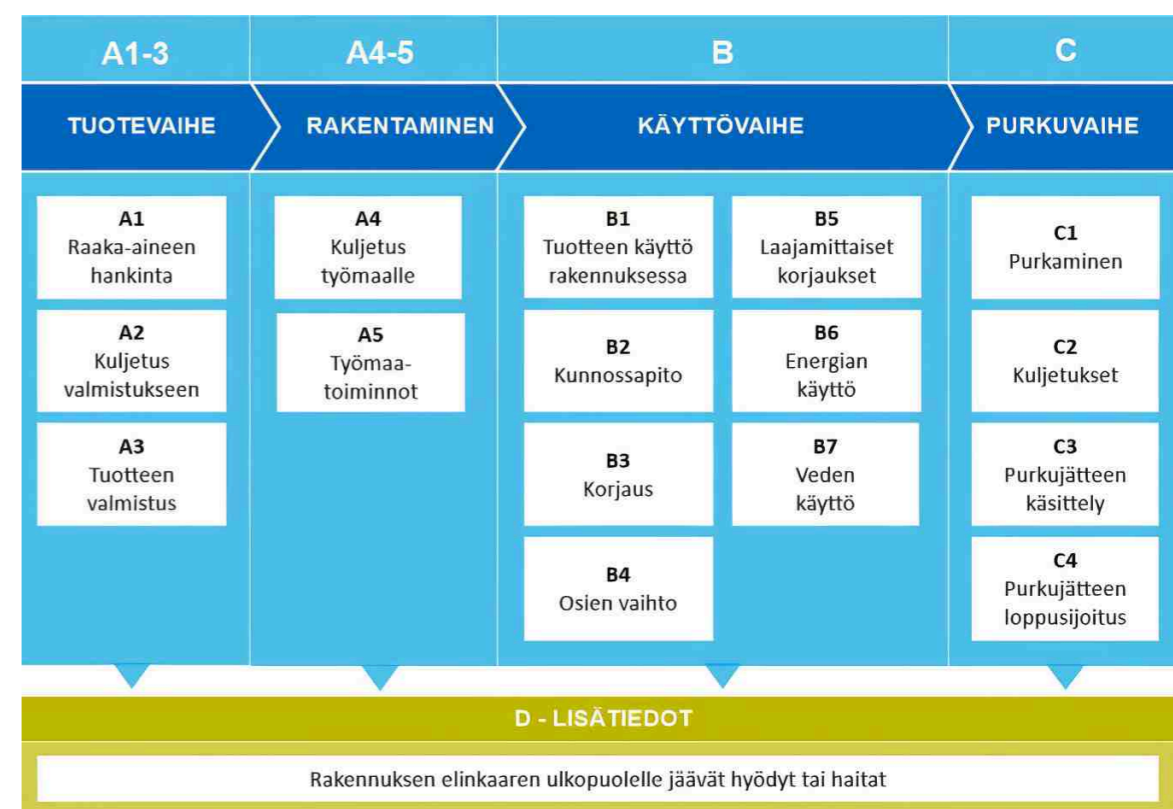
Laissa on myös maankäyttösektoria ja hiilinielujen vahvistamista koskevat tavoitteet. Vaikutukset lakiuudistuksesta puurakentamisen näkökulmasta koskevat rakentamisaikaisia päästöjä ja päästölaskentaa sekä metsäsektorin muodostamien hiilinielujen kestävä käytön ohjausta.

Ilmastopöytäkirja eli hiilijalanjäljen laskenta

Hiilijalanjälki kuvaa tuotteen tai palvelun ilmastovaikutusta muunnettuna hiilidioksidiekvivalen-teiksi. Hiilijalanjäljen yksikkö on kgCO₂e, joka kuvaa kasvihuonekaasujen (mm. hiilidioksidi, metaani ja CFC-yhdisteet) ilmastoa lämmittävää vaikutusta muunnettuna hiilidioksidin vastaavaksi vaikutukseksi ilmakehässä. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljellä tarkoitetaan hiilijalanjälkeä, joka kattaa ilmastopäästöt tuotteiden valmistuksesta, rakentamisesta, rakennuksen käytöstä ml. huollot ja energia sekä rakennuksen purusta elinkaaren lopussa. Ympäristöministeriön mukaisen ilmastopöytäkirjan mukainen laskennallinen elinkaari on 50 vuotta. Rakennusten välistä vertailua helpottaakseen Ympäristöministeriön laskelmissa tulokset esitetään useasti muodossa tCO₂e/rakennuksen nettoneliöt/arviointijakso 50 v eli tCO₂e/m²/50 v.

Puurakentaminen vaikuttaa ympäristötehokkuuteen esimerkiksi:

- Puurakennukset toimivat pitkäaikaisina hiilivarastoina. Hiili, joka ilmakehässä esiintyy hiilidioksidin muodossa, on poissa ilmakehästä koko tuotteen elinajan.
- Valmistuksen aikana muodostuvat hiilidioksidipäästöt ovat muita rakennusmateriaaleja pienemmät, koska rakentamisen aika on lyhyempi ja hukka on pienempi.
- Kevyet puurakenteet vähentävät huonosti kantavilla tonteilla uudisrakennusten paalutuksen tarvetta.



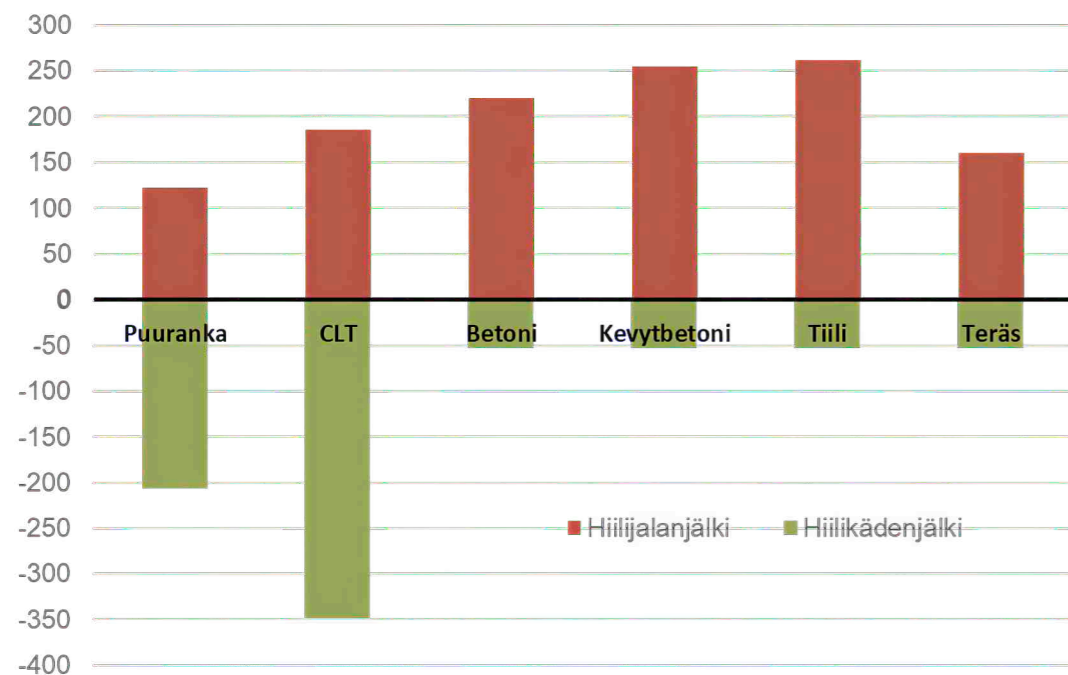
Kuva 11. Rakennuksen elinkaaren vaiheet standardin EN 15978 mukaan.

Rakentamisessa hiilijalanjäljen elinkaari jaetaan vaiheisiin A, B ja C (kuva 11). Hiilikädenjälki eli rakennushankkeen tuottamat positiiviset vaikutukset raportoidaan aina erikseen tuloksia esitel-täessä, eikä sitä vähennetä hiilijalanjäljestä, ellei ole tarkoitus kompensoida hankkeen aiheuttamia päästöjä. Puulla on merkittävä hiilikädenjälki verrattuna muihin rakennusmateriaaleihin, koska se sitoo hiiltä (hiilivarasto).

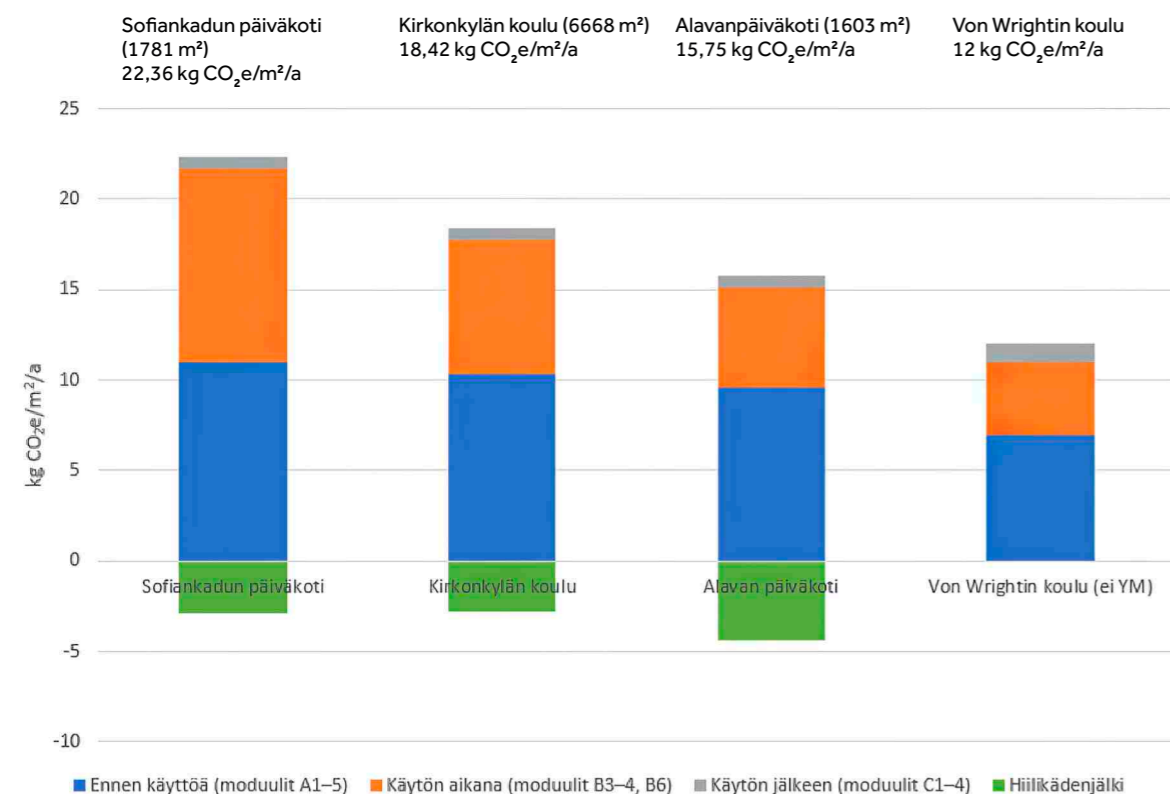
Hiilijalanjälkilaskelmien vertailu

Hankkeessa hiilijalanjälkivertailuja voidaan tehdä pelkkien yksittäisten materiaalien, rakennusosien tai koko rakennuksen välillä. Erilaisia rakentamistapavaihtoehtoja on myös mahdollista verrata esimerkiksi olisiko elinkaaren hiilijalanjäljen kannalta viisainta purkaa ja tehdä uudisrakennus, lisä-rakentaa vai kunnostaa vanha rakennus. Yhdessä kustannusvertailujen kanssa hiililaskennat voivat siten toimia päätöksen teon tukena (kuva 12).

Vertailtaessa elinkaaren hiilijalanjälkeä vastaavanlaisiin kohteisiin on huomioitava useampia asioita. Von Wrightin vertailu on tehty eri laskentametodilla, jonka vuoksi elinkaaren aikainen hiilikäden-jälki ei ole nähtävissä. Tämän vuoksi vertailuja tulee tehdä enemmänkin saman hankkeen eri ratkai-sujen kesken kuin verraten toisiin kohteisiin suoraan. Kohteiden välisiä vertailuja tehdessä tulee huomioida hankkeen perustusolosuhteet, kerroskorkeus ja erikoisuudet kuten korkeat tilat. Esi-merkiksi urheilusalit vievät enemmän julkisivuneliöitä ja siksi neliöpohjaisessa vertailussa niillä on suuremmat materiaalikustannukset sekä usein myös lämmityskustannukset (kuva 13).



Kuva 12. Rakennusmateriaalien vertailu hiilijalan- ja kädenjälki: Betoni-, kevytbetoni-, tiili- ja teräseinärakenteiden hiilikädenjälki johtuu lähinnä puisesta julkisivusta. Yksikkö kg/CO₂e/m², jossa m² on rakennuksen lämmitetty kerrosala. (Luentomateriaalit 2022 puuinfo.fi)



Taulukko 13. Elinkaaren hiilijalanjälkivertailu vastaaviin kohteisiin. Von Wrightin vertailu tehty eri laskentametodilla, jonka vuoksi elinkaaren aikainen hiilikädenjälki ei ole nähtävissä.

4.13 Kiertotalous

Puurakentaminen on ollut kiertotalouden vahvoja suunnannäyttäjiä Suomessa jo vuosia, kun meillä on purettu kokonaisia hirsitaloja ja rakennettu ne toiselle paikalle tai paikkakunnalle. Puu on helpposti muokattavissa, esimerkiksi lyhennettävissä, ja sen ominaisuudet säilyvät vuosienkin käytön jälkeen.

Rakentaminen on avainasemassa kiertotalouden edistämiseksi siinä käytettävien materiaalien, raaka-ainehankinnan ja käytetyn energian näkökulmasta. Rakennusosien uudelleenkäyttö on tavoiteltavin eli ylin taso jätehierarkiassa. Uudelleenkäytöllä tarkoitetaan nimenomaan kohteista purettua materiaalia, jota käytetään sellaisenaan samassa käyttötarkoituksessa, joko uudessa tai samassa kohteessa esimerkiksi saneerauksen yhteydessä.

Materiaalien ja rakennusosien uudelleenkäytön haasteena ovat kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen, käyttökelpoisuuden osoittaminen ja todentaminen, sekä lainsäädäntö, joka aikaisemmin vaikeutti materiaalien käyttöä uudelleen eri rakennuksissa.

Puutuotteiden uusiokäytön toteutumisessa on todella suuri potentiaali. Kiertotalouden ja uusiokäytön mahdollisuudet kehittyvät. Kysyntä ja prosessin kehittyminen sekä haasteiden selvittäminen lisäävät uusiokäyttöä sekä kiertotalouden toteutumista. Ne edesauttavat vähentämään puuaineksen muuttamista energiaksi ja poistamista kiertotalouden piiristä

Teollinen puurakentaminen perustuu suurelta osin elementointiin ja tuotekohtaiseen rakentamiseen. Liitokset toteutetaan liittimien ja liitososien avulla. Tiiveys toteutetaan massoilla, teipeillä, kalvoilla ja käsittelyillä. Betonirakentamisesta tuttuja liitosten valutekniikoita käytetään tarvittaessa vain perustusliitoksissa jälkivalujen muodossa. Puurakentamisessa on paljon yksiaineisia tuotteita, jolloin ei tule eri materiaalien erottelua toisistaan. Materiaalin valmistuksessa syntyviä sivuvirtoja pystytään myös hyvin hyödyntämään jatkojalostamalla niitä. Muun muassa nämä asiat parantavat puurakentamisen etua purettavuuden, kierrätettävyyden ja uusiokäytön näkökulmasta.

Kiertotalous tulee huomioida koko rakennuksen elinkaaren aikana, rakentamisen aikaa unohtamatta. Hankkeen varhaisessa vaiheessa on jo pohdittava, onko tarkoitus käyttää purettavien kohteiden materiaaleja. Lisäksi tulee määrittellä ratkaisujen ja rakennosien tulevaisuuden käyttö. Hankkeen asiakirjoissa tulee selkeästi osoittaa vaatimukset, jolloin kaikilla hankkeen osapuolilla on tietoisuus asiassa.

5. PUURAKENTAMISEN HUOMIOIMINEN HANKKEEN ERI VAIHEISSA

5.1 Hankesuunnitteluvaihe

Hankesuunnitteluvaiheessa tulee arvioida puurakentamisen mahdollisuus kohteessa. Tilaaja on tässä avainroolissa määrittäessä hankkeen tavoitteita. Mitä varhaisemmassa vaiheessa muodostuu käsitys puun käyttämisestä, joko osittain tai kattavasti rakennushankkeessa, voidaan kartoittaa ratkaisuja, jotka mahdollistavat hankkeen toteuttamisen hyödyntäen puun ominaisuuksia ja mahdollisuuksia parhaalla mahdollisella tavalla. Tällä voidaan merkittävästi edesauttaa kustannus- ja laatutavoitteiden onnistumista hankkeessa, koska hankesuunnitteluvaiheessa määritetään hankkeen kannalta merkittävimmät kustannuksiin vaikuttavat tekijät. Yhtenä vaikuttavana tekijänä on ilmastonmuutokseen varautumisen taso. Tämä korostuu puurakentamisessa, jossa on yleisesti betonirakentamista enemmän huomioitavia toteutusratkaisuja. Hankesuunnitteluvaiheessa tulee ottaa huomioon rakennuksen omistumuoto, käyttöaika ja -tapa. Lyhyissä rakennuksen pitoajoissa puurakentaminen tarjoaa erinomaisen vaihtoehdon, moduulirakentamisen.

Puurakenteisen hankkeen eteenpäin vieminen edellyttää, että käytetään uudenlaisia ajattelu- ja toimintamalleja. Alussa on varattava aikaa haasteiden ratkaisemiselle ja huomioitava, että vanhat toimintamallit eivät välttämättä ole soveltuvia. Osapuolten osallistaminen ja vuorovaikutus sekä ratkaisuhakuinen ajattelu mahdollistavat, että puurakentamista voidaan hyödyntää jatkossa enemmän rakentamisessa.

5.2 Suunnitteluvaiheesta toteutusvaiheeseen

Suunnitteluvaiheessa tulisi olla selvillä hankkeen päälinjaukset toteutusmuodosta ja toteutusmuodon erityispiirteet. Tämä johtuu puurakentamisen vahvasta tuoteosasuunnittelun asteesta, joka on yksi puurakentamisen merkittäviä etuja. Tuoteosasuunnittelun osalta tulee olla käsitys, missä laajuudessa hankkeessa käytetään esivalmistettuja tuoteosia.

Puurakentamisen erityispiirre on detaljien ja yksityiskohtaisten liitosten ja ratkaisujen suuremmat lukumäärät verrattuna betonirakentamisen vakioituihin rakenneratkaisuihin. Tämän vuoksi on huomioitava suunnittelun vaatima aika ja sen vaikutukset hankkeessa.

Suunnitteluvaiheessa on erittäin paljon etua, jos suunnitteluun voidaan osallistaa tuotantoa ja tuotannon suunnittelua. Tuotannon edellytyksien huomioiminen ja toimittajan tuottamien puuosarakenteiden erityispiirteet voidaan ottaa huomioon osallistuvien suunnittelijoiden toimesta eri suunnittelusektoreilla. Toteutusmallin valinnalla voidaan vaikuttaa merkittävästi onnistuneen toteutuksen edellytyksiin.

Hankkeen toteutuksen valmistelussa ja urakoiden kilpailuttamisessa on kiinnitettävä huomiota valittavaan kilpailutusmalliin. Erityisesti julkisen hankinnan osalta se on keskeisessä roolissa. Julkisessa hankinnassa kilpailutuksessa hinta, laatu ja kelpoisuuden vaatimustasot ratkaisevat minkälaisia toimijoita hankkeelle valikoituu.

5.3 Erilaiset toteutusmuodot puurakentamisessa

Jotta puurakentaminen on tasavertainen muiden rakennustapojen kanssa, tulee toteutusmuoto valita niin, että puurakentamisen potentiaali saadaan hyödynnettyä parhaiten. Kaikki urakkamuodot soveltuvat puurakentamiseen. Puurakentamisessa korostuu oikean urakkamuodon valinta tapauskohtaisesti, johon voi vaikuttaa monet hankkeen vaikuttavuustekijät, kuten hanke aikataulu, sijainti, markkinasuhdanne, tilaajan sekä nimetyt hankeryhmän osaaminen. RT-kortissa 103546 Puukerrostalon erityispiirteet olevaa hankemallien hyötyjen ja haittojen taulukkoa voi soveltaa myös muihin puurakentamisen hankkeiden urakkamuotovalintoihin.

Puurakentamisessa kattavan markkinavuoropuhelun käyminen edesauttaa hankkeen onnistumisessa. Markkinavuoropuhelun aikana tulisi tarkentaa hankkeelle asetettavia vaatimuksia ja selvittää mahdollisuus niiden toteuttamiselle. Vasta markkinavuoropuhelun ansiosta syntyneen yhdenmukaisen käsityksen jälkeen lähetetään hankkeen palveluntarjoajille tarjouspyyntö.

Lisätietoja: Puun käyttö julkisessa rakentamisessa – Hankintaopas, Ympäristöministeriö RT 103546, Puukerrostalon erityispiirteet

5.4 Kustannukset

Puurakentamisen kustannuksista ei ole vielä saatavilla yhtä paljon tietoa kuin betonirakentamisesta, eikä esimerkiksi alalla käytettävissä laskentaohjelmistoissa ole esitetty puurakentamiselle yhtä laajoja kustannuskatalogeja kuin muulle rakentamiselle. Tämä tekee puurakentamisen lisäämisen julkisessa rakentamisessa haastavaksi, sillä kustannusten muodostumisen epävarmuuden takia ne saatetaan arvioida liian suuriksi ja riskivaraus saattaa olla korkeampi kuin rakentamisessa, josta hinta- ja kustannustietoutta on paremmin olemassa. Markkinasuhtanteen muutoksella kustannuslaskennan ja toteutusvaiheen välillä saattaa olla merkittävä vaikutus lopulliseen hankintahintaan. Muutokset markkinoissa tai valitun rakentamistavan toteuttajien määrässä vaikuttavat tarjontaan ja näin ollen kustannuksiin.

Puurakentamisen kustannuksiin vaikuttaa myös paljon rakennuksen toiminta, tekniset vaatimukset, muoto sekä sijainti. Rakentamisen kustannuksien osalta korostuu suunnittelun osaaminen ja suunnittelijoiden puurakentamisen kustannusten ymmärrys, koska vakioratkaisujen osalta joudutaan laatimaan enemmän detaljitason suunnitelmia ja tarkastelemaan rakenteiden toimivuuksia. Osaaminen niin suunnittelussa kuin toteuttamispuolella on puurakentamisessa vielä aluesidonnaista ja tällöin se voi näkyä rakentamisen kustannuksissa.

Kustannukset jakautuvat puurakentamisessa, ja etenkin tilaelementtirakentamisessa, eri tavalla kuin vastaavien kohteiden betonirakennuksissa. Puurakentamisessa suunnittelukustannukset ovat yleisesti suuremmat, mutta tilaelementtirakentamisessa itse rakentamisen kustannukset ovat jopa pienemmät kuin betonirakentamisessa, sillä rakennusaika on kohteessa lyhyempi ja korkean valmiusasteen vuoksi rakentamisen aikaisiin muutostöihin ei ole yleensä tarvetta.

Materiaaleja valittaessa on huomioitava materiaalien hankintakulujen lisäksi elinkaaren aikana tulevien huoltojen ja vaihtojen kustannukset. Eri materiaalien käytön aikaisilla huolloilla ja korjauksilla on erilaiset haittavaikutukset myös rakennuksen käytölle ja siten vaikutuksia suorille tai epäsuorille kustannuksille. Esimerkiksi tiiliseinän huoltokustannukset ovat vähäisemmät kuin maalatun puupaneloinnin, mutta puupanelointi ja maalaus aiheuttavat vähemmän haittaa rakennuksen käytölle kuin muurauksen uusiminen. Toisaalta tiilimuuraus kestää pidempään ilman tarpeita huoltotoimille, mutta jos tiilimuurauksen takana oleva materiaali seinän sisässä vaatii korjausta, on korjaus kalliimpi ja hankalampi kuin puupaneloinnilla. Tämän kaltaisten eri vaikutusten vuoksi on vertailut tehtävä elinkaaren ajalle.

Toteutusmuodon ja hankintamallien säästövaikutusten arviointi

Puurakenne on syytä tutkia aina yhtenä kohteen runkovaihtoehtona. Osana hankkeen esiselvitystyötä on tarpeen arvioida käytettävä runkoratkaisu. Korkean esivalmistusasteen omaavissa järjestelmissä on tarpeen selvittää toteutusmuotovertailun avulla kohteeseen parhaiten soveltuva urakka- ja hankintamalli. Puurakentamisella on saavutettavissa kustannustehokkuutta rakennusaikana, koska työmaavaihe on esivalmistuksesta johtuen lyhyempi, hukka pienempi, kuivamisajat lyhyemmät ja työntekijöiden määrä työmaalla pienempi. Puu on helpommin uusiokäytettävissä ja elinkaarensa viimeisessä vaiheessa puuta voidaan käyttää energian tuotannossa.

Hintaa nostavia tekijöitä ovat ratkaisusta riippuen:

- Sprinklaus/palosuojaukset
- Säasuojauksen lisätarve
- Tavanomaisesta poikkeavat urakkarajat
- Kalliimmat runkorakenne tarvikkeet /m²

Hintaa laskevia tekijöitä:

- Korkeampi elementtien esivalmistusaste
- Työn tehokkuus työmaavaiheessa vähäisemmän työvoimaresurssin tarpeen vuoksi
- Hukan pieneneminen
- Rakennushankkeen keston lyheneminen kuivumisaikojen lyhetessä
- Nostokaluston pieneneminen kevyempien elementtien johdosta
- Perustamistavasta tulevat säästöt kevyemmän rakennuksen ansiosta

Rakennuksen elinkaaren kustannus ja hiili

Puurakennuksen taloudellisuutta ja hiilijalanjälkeä tarkastellaan koko sen elinkaaren ajalta tai vähintään 50 vuoden laskennallisella elinkaarella. Tarkastelussa huomioidaan rakennuksen ylläpidon ja energiankulutuksen näkökulma, sekä rakenneratkaisujen toteutettavuus ja pitkäaikaiskestävyys. Myös vaikutusta mahdollisiin rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksiin tarkastellaan. Näiden summana tulee hankkeen kokonaistaloudellisuus ja hiilijalanjälkitulos. Toteutettavien rakennusten elinkaarta pyritään pidentämään huolellisella suunnittelulla, toteuttamisella ja kunnossapidolla.

5.5 Puurakentamisen kilpailutus ja kustannusvaikutukset

Julkisella hankintayksiköllä, kuten kaupungilla, on julkisia hankintoja koskevan lain mukaan oikeus määrittää, että hankittava rakennus rakennetaan puusta. Oikeudellisesti tarkasteltuna on keskeistä, että puu mainitaan kohteen kuvauksessa eikä hankkeen hankintakriteereissä, sillä näin valinta voidaan tehdä vain kohdekuvauksen mukaisista tarjouksista. Tarjoukset, jotka eivät täytä kuvauksen ja tarjouspyynnön määrittelyjä, suljetaan pois valinnasta.

Puurakentamisen lisäämiseksi tietyt rakennushankkeet voidaan määrittää toteutettavaksi puusta. Tällöin kilpailutusta ei kuitenkaan kannata tai välttämättä edes voi tehdä valmiilla, tarkasti rajatuilla suunnitelmilla, vaan puurunkovaihtoehtojen ja -toteutustapojen välillä tulee tehdä vertailua kustannustehokkaimman ja toimivimman ratkaisun löytämiseksi.

Pohdittaessa hankkeen toteuttamista puurakentamisen ratkaisut tulee tarkastella osana hankesuunnittelua, jolloin puun käyttö rakennuksessa on perustellusti olemassa varsinaisen suunnittelun alkaessa sekä myös kilpailutuksissa. Hankintojen kilpailutuksessa voidaan korostaa laatu-kriteereitä. Laatu-kriteereinä voi käyttää rakennuksen arkkitehtuuria, elinkaaren aikaista hiilijalanjälkiarvoa, erottuvuutta ympäristöstään, rakennusalueen viihtyisyyden lisäämistä, ylläpidon kustannustehokkuutta ja sisäilman hyvää laatua. Nämä kriteerit tukevat puurakentamista, mutta sallivat myös muita materiaaliratkaisuja.

Suunnittelijoiden ja toteuttajien valinnassa tulee huomioida kokemus, mutta liian tiukoilla vaatimuksilla saatetaan rajata ulkopuolelle esimerkiksi alan toimijoita ja suunnittelijoita, joiden yrityksen tai projektien koko, tai monivuotinen toiminta ei välttämättä ole vielä kasvanut betonirakentajien tasolle. Esimerkiksi 15000 brm² kokoisia puukoulurakennuksia ei ole Suomessa suunniteltu useita, tällöin ei suunnittelun tai urakoitsijan laatuvaatimuksina voi olla vastaavan rakennuksen vaatimuksia, koska vaatimuksia täyttäviä tahoja ei löydy. Laatuvaatimukset tulee suhteuttaa toteutuneisiin kohteisiin laajuuden ja määrän suhteen.

Suunnitteluosaamisen vaikuttavuuden ja vakiintuneiden ratkaisujen arviointi

Puurakenteiden suunnitteluosaamisella ja -kokemuksella voidaan aikaansaada suunnitteluun ja toteutukseen työajallisia säästöjä. Vakiintuneiden yksityiskohtaisten suunnitelmien käyttö ja puurakennejärjestelmien tuntemus vähentää riskirakenteiden syntymistä kohteeseen sopimattomilla suunnitteluratkaisuilla.

Suunnittelijoiden kilpailuttamisessa on kiinnitettävä huomiota laatupisteytykseen puurakenteiden ja tavoitellun järjestelmän suunnitteluosaamisen ja referenssien osalta. Toteutusmuodosta riippuen järjestelmätoimittajan osallistaminen suunnitteluprosessiin on arvioitava valmistelun ja kilpailutuksen yhteydessä. Tällöin suunnittelun tehtäväsältöjen ja vastuurajojen tarkastelu järjestelmätoimittajan sekä muiden suunnittelijoiden välillä on kilpailutusvaiheessa tärkeää.

Järjestelmätoimittajien kustannustehokkaiden rakenneratkaisuiden säästöpotentiaali jää usein hyödyntämättä tai aiheuttaa lisäsuunnittelutyötä, jos toimittajien sitominen hankkeelle tapahtuu vasta toteutusvaiheessa ja ratkaisuiden vaikutusta hankkeen muiden suunnittelijoiden työhön ei ole arvioitu.

5.6 Muuntojoustavuus

Muuntojoustavuudella tarkoitetaan niin tilojen kuin rakennuksen elinkaaren aikaisten muutostarpeiden helppoa toteuttamista. Kun puurakenteisen koulun, päiväkodin tai kaupungin muun toimintilan tulevaisuuden muutostarpeet ovat ennakoitu jo suunnitteluvaiheessa, muutokset ovat helppompia toteuttaa tarpeen tullessa ja siten kustannukset pysyvät hallinnassa. Muuntojoustavuuden arvioon on hyvä ottaa vaihtoehdoksi puurakenteiset siirrettävät tilaratkaisut.

Tulevaisuuden muutostarpeita ajatellen suunnitellaan kantavien rakenteiden osalta kantavat rakenteet niin, että niitä muuttamatta voidaan tilankäyttöä muuttaa kevyillä väliseinillä helposti. Vaakarakenteiden osalta pitäisi pystyä ennakoimaan mahdollista lisäkantokyvyn tarvetta tai parempaa palonkestoa tai ääneneristävyyttä, sekä huomioida talotekniikan osalta muutosvalmiutta. Rakenteellisen ja taloteknisen ylimitoittamisen sijaan tilojen käyttö suunnitellaan monipuoliseksi, eikä vain varauduta kaikkiin mahdollisiin vaihtoehtoihin.

5.7 Työmaavaihe

Teollinen puurakentaminen mahdollistaa tuotteiden pitkälle viedyn esivalmistusasteen, jolloin tavoitteena on työmaalla toteutettavien työvaiheiden minimoiminen. Puurakentamisen on todettu olevan työmaatoteutuksessa nopeampi tapa kuivaketjurakentamisen ansiosta.

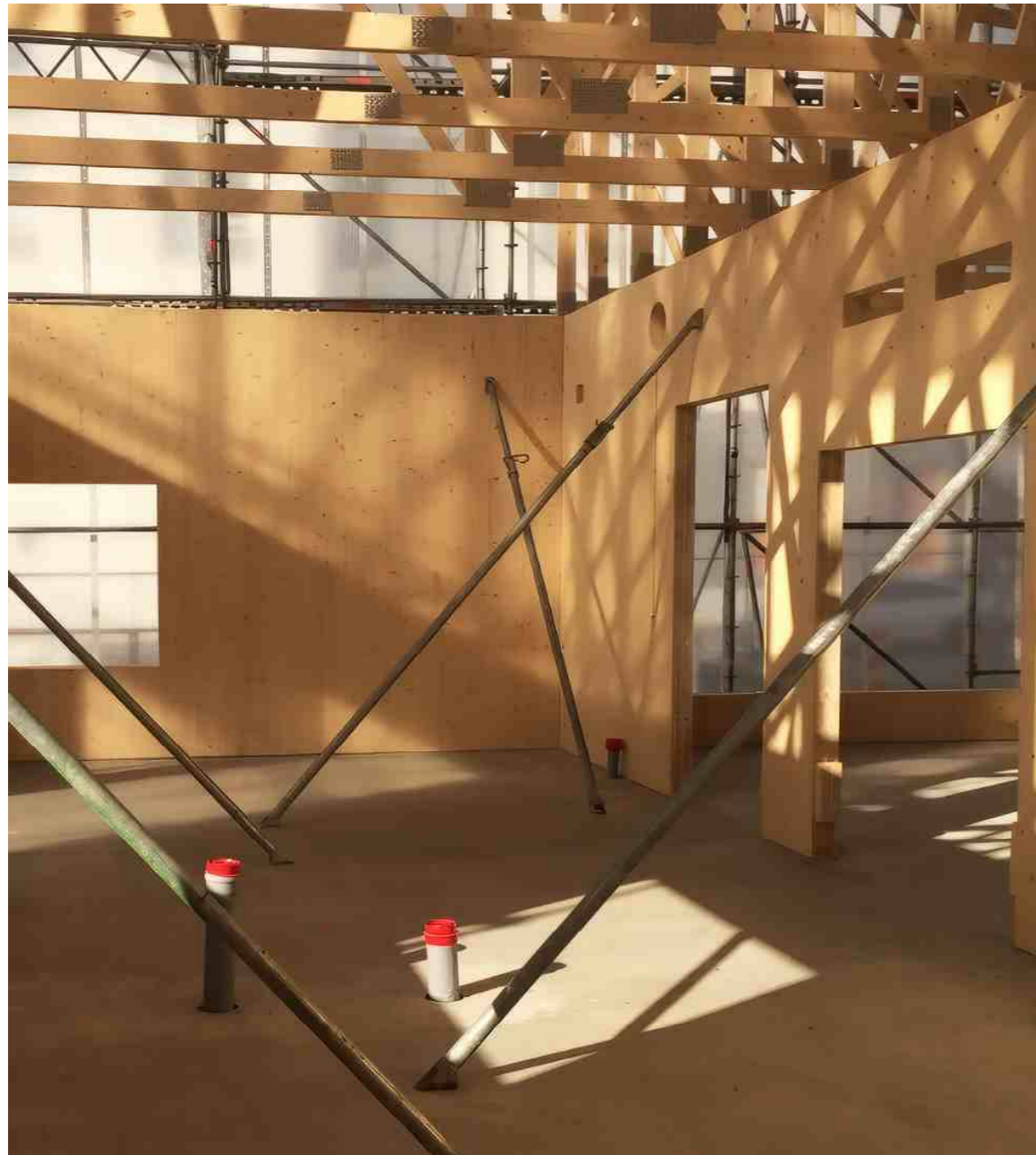
Työvoimaresurssin tarve ja aikasäästö työmaatoteutuksessa on riippuvainen käytettävästä rakennejärjestelmästä ja teollisen esivalmistuksen asteesta. Pitkälle teollista valmistusta sisältävissä kohteissa on tärkeää kiinnittää huomiota myös työmaatoteutuksen ja projektin johdon osaamiseen ja referensseihin vastaavista hankkeista. Puukohteen materiaalinimikkeitä on yleensä enemmän kuin vastaavan betonirakenteisen, tämä tulee huomioida logistiikan ja varastoinnin osalta. Toimitusajankohdat tulee aikatauluttaa siten, että esimerkiksi puuelementit pystyttäisiin asentamaan ilman välivarastointia.

Vesivahingon tilanteet ja rakenteiden kuivatus huomioidaan jo suunnitteluvaiheessa. Kun rakenteiden kuivana pysyminen suunnitellaan etukäteen ja kuivatus toteutetaan hallitusti, puurakenteet eivät pääse kostumaan. Kuivarakentamisen tapa pitää myös työmaa-aikaisen energiankulutuksen pienenä.

Puuelementtien painot ovat pienempiä kuin betonielementtien, joten niitä voidaan asentaa isompina yksiköinä sekä kuljetukseen mahtuu huomattavasti suurempi määrä elementtejä kerralla. Tämä vähentää työmaan aikaista liikennettä ja sen myötä myös hiilidioksidipäästöjä. Työmaatoteutuksessa puurakentamisessa käytettävät nosturit ovat pienempiä.

5.8 Rakennuskalusto- ja välineet

Puurakentamisen kalusto ja välineet poikkeavat osittain betonirakentamisesta. Työmaalla käytössä oleva nostokalusto on kevyempää, useasti pärjätään kevyellä autonosturilla tai kurottajalla. Elementtien nosto ja tuenta tulee olla suunniteltu kuten muussakin rakentamisessa. Vaikka rakenteet ovat kevyitä ei asennusaikaista tuentaa saa laiminlyödä. Tuennassa ei tarvita erikoisratkaisuja vaan yleisesti käytössä olevilla betonielementtituilla pystytään tukemaan myös puuelementtejä. Puuelementtien ja -tuotteiden asennus tapahtuu kokoonpanojen liittämällä ja liitososien kiinnittämällä käsityökaluin. Mittatarkat ja esivalmistetut osat vähentävät korjaus- ja työstövälineiden käyttöä.



Kuva 14. CLT-elementtien asennusaikainen tuenta.

5.9 Käyttö ja elinkaaren aikana tehtävät muutokset

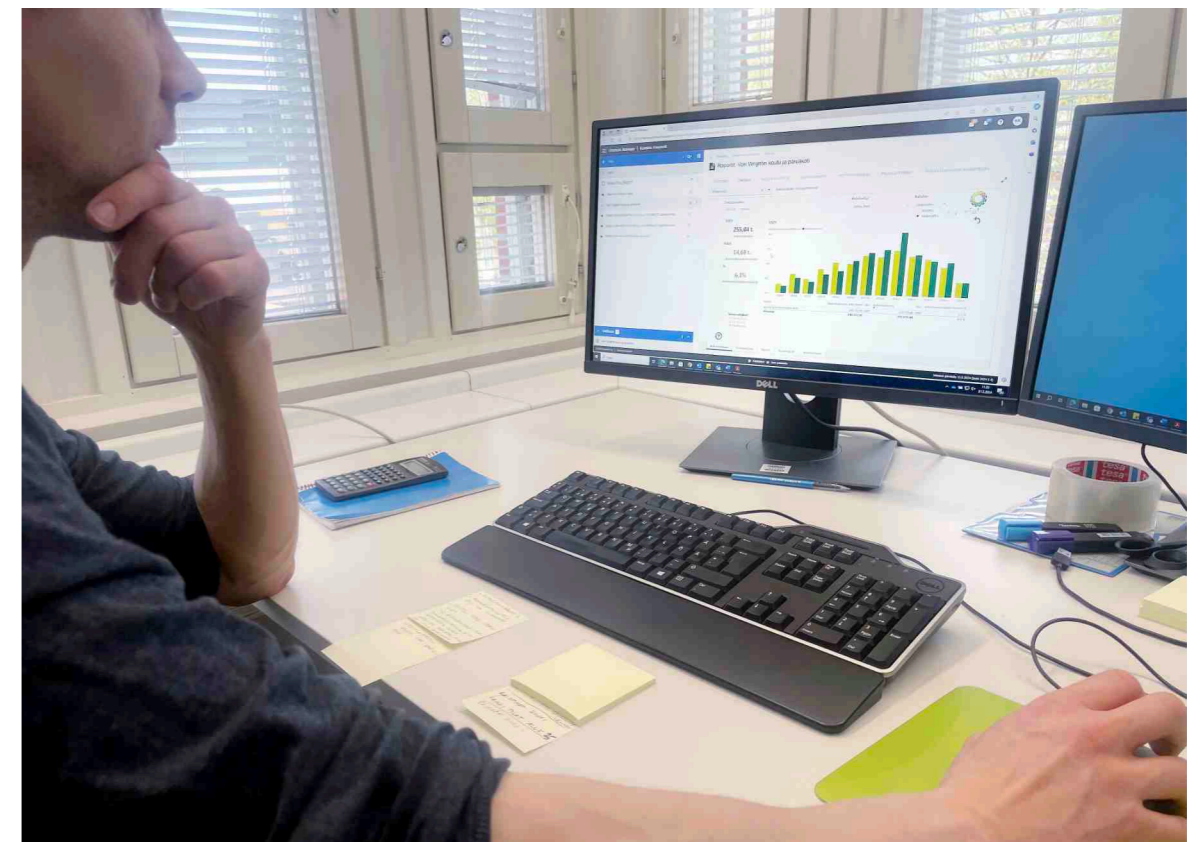
Puurakenteisen kohteen käyttö ei poikkea muulla tavoin toteutetuista kohteista. Puu ei tee rakennuksen käytöstä erilaista, mutta puulla voidaan saavuttaa mm. sisäilmaolosuhteiden osalta tai viihtyvyyden osalta toimintaympäristöjä, jotka voidaan kokea miellyttävimpinä muihin rakennusmateriaaleihin verrattuna.

Uudempien puurakenteisten kohteiden elinkaaren aikaisista muutoksista ei ole vielä kertynyt laajaa kokemustietoa siitä mitä rakennuksen elinkaaren aikana tehtävät muutokset tulevat edellyttämään ja vaatimaan tai mitä niissä on erityisesti huomioitava. Hirsirakennuksista ja vastaavista vanhemmista kohteista on olemassa kokemusta ja osaamista.

Toisaalta nykyisessä puurakentamisessa on kertynyt paljon kokemusta siirrettävistä tiloista, joista on rakennettu jo vuosia varsinkin päiväkotij- ja koulumaailmassa väistötiloja tai tehty lisätalaa. Näiden osalta tilat ovat olleet käytössä jopa 20 vuotta, ja tilojen sisällä on voitu tehdä tilamuutoksia onnistuneesti. Puurakentamisen toimittajilla ja urakoitsijoilla on viime vuosina ollut vahva tahto myös kehittää osaamistaan ja tuotevaihtoehtoja, mikä tulee helpottamaan erilaisten puurakennusten valintaa ja muutosjoustavuutta tulevaisuudessa.

Rakennuksen käytönaikainen seuranta

Laskennallista ja toteutunutta energian kulutusta tulisi vertailla ja eroavaisuus tulee pystyä todentamaan. Kohdekohtainen seuranta tulee toteuttaa riittävällä tarkkuudella sekä aikataululla kohteen valmistumisen jälkeen esimerkiksi 2 vuoden päästä käyttöönotosta, jolloin on säädetty laitteita, ja sen jälkeen tasaisin väliajoin esimerkiksi vuosittain. Sillä tavoin saadaan tulevia kohteita ajatellen riittävä varmuus ja otanta tukemaan päätöksen tekoa.



Kuva 15. Käytön aikainen seuranta on tarpeen, jotta valittujen energiaratkaisujen potentiaali saadaan hyödynnettyä täysimääräisesti.

6. TOTEUTUNEITA KOHTEITA

Esimerkkejä valtakunnallisesti toteutuneista puuhankkeista voi katsoa esimerkiksi Puuinfon sivustolta, jossa erilaiset kohteet on ryhmitetty kohdetyyppien mukaan mm. julkisiin rakennuksiin sekä päiväkotit ja koulurakennuksiin.

Lisätietoja: puuinfo.fi/arkkitehtuuri

Kuopion omista kohteista lisätietoa: Kuopion Tilapalvelut

Von Wrightin koulu ja päiväkotit

Vuonna 2021 tammikuussa käyttöön otettu hirsirunkoinen von Wrightin koulu ja päiväkotit, joka on mitoitettu 182 oppilaalle (luokat 0–6) ja 48 päiväkotilapselle (2 ryhmää). Tilojen koko 2 970 brm², tilavuus 11 600 m³.

Kohteen valmistelussa on laskettu ja vertailtu hiilijalanjäljen kannalta monia eri vaihtoehtoja. Niiden perusteella voitiin tarkastella, että:

- Kohteen päälämmitysjärjestelmän ollessa maalämpö hiilijalanjälki pieneni 35 % verrattuna kaukolämpöön.
- Aurinkosähkön tuotanto pienentää hiilijalanjälkeä 2 %.
- Hirsirunkoisuus vähentää hiilijalanjäljen osuutta 8 % verrattuna samankokoiseen betonirunkoiseen rakennukseen.

Käytönaikaiseen todelliseen energiankulutukseen, huolto- ja kunnossapitokustannuksiin saadaan tietoa, kunhan dataa saadaan riittävästi. Yleisesti ottaen rakennuksen valmistumisesta ensimmäinen vuosi ei kerro vielä todellisuutta kulutuksista, sillä säätötöitä tullaan vielä tekemään tänä aikana.



Kuva 16. Von Wrightin koulu ja päiväkotit.

Muita toteutuneita puurakentamisen kohteita Kuopiossa:

Sinikellon päiväkotit

Riistaveden monitoimitalo

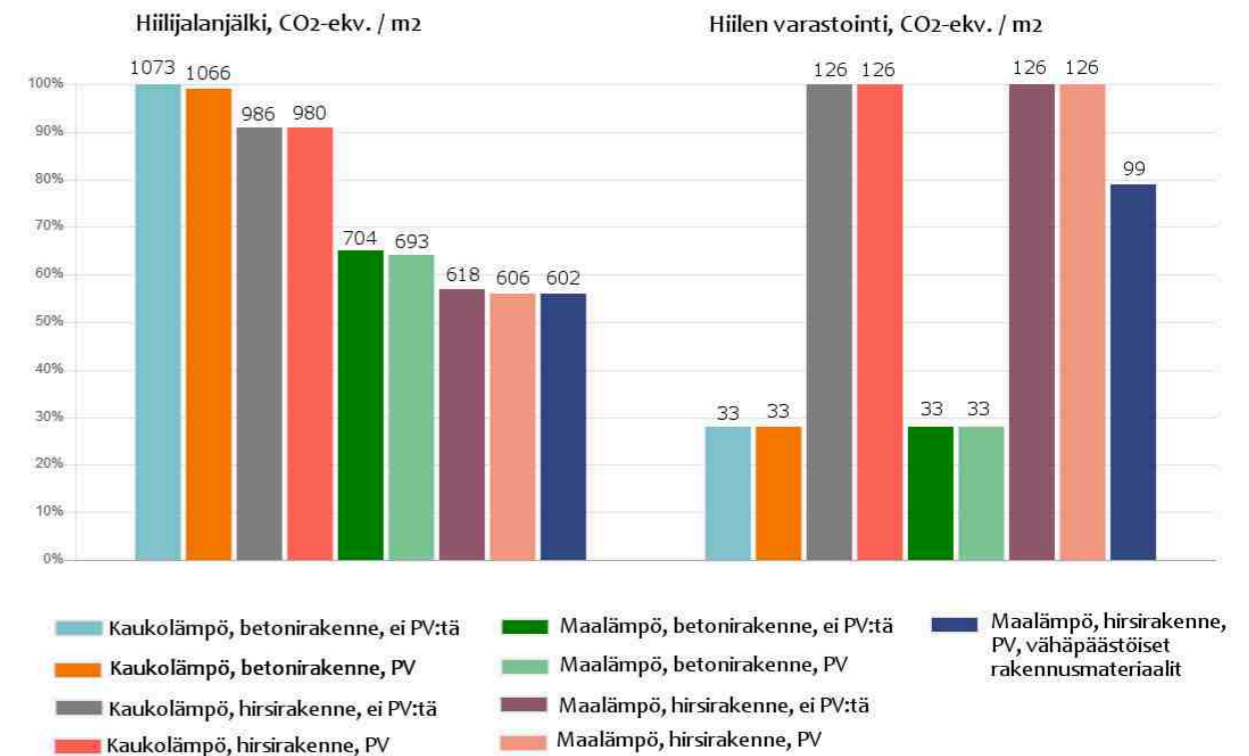
Syväniemen koulu ja päiväkotit



Kuva 17. Riistaveden monitoimitalo.

Toteutuneista puukohteista kerätään seuraavat vertailutiedot:

- Rakennustapa esim esivalmistettu, katoksessa yms.
- Runkorakennusjärjestelmä ja käytetyt materiaalit rakennetyypeittäin
- Urakkamuoto
- Nostoja kilpailutuksen onnistumisista/puutteista
- Vertailuja kustannuksista, hiilestä yms.
- Käyttöön oton jälkeiset energian/lämmityksen menekit vs. laskennalliset



Kuva 18. Hiilijalanjälki ja eloperäisen hiilen varastointi laskettuna von Wrightin koulun eri suunnitteluvaihtoehtoille. Kuva laadittu One Click LCA -työkalun (Life Cycle Assessment, elinkaariarviointi) avulla. Kuvassa y-akseli ilmaisee tulokset prosentteina (korkein vaihtoehto 100 %). Hiilijalanjälki ja eloperäisen hiilen varasto on ilmoitettu myös yksiköissä kg CO₂e/m². Laskelman tarkasteluajana on käytetty ympäristöministeriön menetelmäluonnoksen 16.11.2018 mukaan 50 vuotta (muu kuin asuinrakennus). (SYKE_45_2019)

7. LÄHTEET JA LISÄAINEISTOA

Kuvat 3-10 ja 14 ovat Sweco Finland Oy omaisuutta, eikä käyttö irrallaan tästä asiakirjasta ole sallittua. Kansikuva ja kuvat 15-17 Seppo Niiranen, Kuopion Tilapalvelut.

RT RakMK-21748, Puurakenteet, ohjeet 2017. Ympäristöministeriö, Suomen rakentamismääräyskokoelma, rakenteiden lujuus ja vakaus (2018)
RT 103546 Puukerrostalohankkeen erityispiirteet
RT 82-11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet
RT 99-10779 Tiiviin puutaloalueen suunnittelu
RT 82-10829, RT 18-10922. RT 21-11266 Lämpökäsitelty puu
RT RakMK-2177 Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. (2018)
Ratu 0424 Puuelementtirakentaminen, seinät.
Ratu 0425 Puuelementtirakentaminen, tilaelementit.
Ratu 0436 Puuelementtirakentaminen, väli- ja yläpohjaelementit.
Green Building Council Finland, Askeleet vähähiiliseen rakentamiseen, saatavilla: figbc.fi
Green Building Council Finland, Vähähiilisyden käsikirja 27.5.2020, saatavilla: figbc.fi
Hiilineutraali Pohjois-Savo (<https://hiilineutraalipohjoissavo.fi/>).
Motiva Oy, Puuakatemia – puurakentamisen koulutukset vuosina 2021-2022, saatavilla: motiva.fi
Opetushallitus, Suomalainen puukerrostalo – Rakenteet, suunnittelu ja rakentaminen -kirja
Puuinfo Oy, Opas julkisiin hankintoihin, PUU-lehti erikoisnumero 2/2017, saatavilla: puuinfo.fi/puulehti
Puuinfo, Paloturvallinen puutalo, Asuin- ja toimitilarakentaminen -julkaisu
Puuinfo, Teollisen puurakentamisen opetusmateriaali -aineistot, saatavilla: puuinfo.fi
Puuinfo, Vaativien puurakenteiden suunnittelu -aineisto
Puuinfo, e-puu-palvelu, saatavilla: puuinfo.fi
Puuinfo Oy ja Suomen liimapuuyhdistys ry, Liimapuu käsikirja 1,2,3,
Petri Heino, Puurakentamisen tulevaisuus ja haasteet 5/2019, saatavilla: smy.fi
Puutuoteteollisuus ry, LVL Handbook Europe -julkaisu
SYKE www.co2data.fi hiilijalanjälkitietopankki rakentamiseen
Suvi Häkämies, Puupohjaisen rakennus- ja purkujätteen kiertotalous, loppuraportti 20.12.2019, saatavilla: puutuoteteollisuus.fi
Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 45/2016, Vähähiilisyys ja kiertotalous julkisissa hankinnoissa, saatavilla: syke.fi
Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 45/2021, Puutuotteet hiilivarastona ja uusiutumattomien materiaalien korvaajina, saatavilla: syke.fi
SYKE:n laaja tutkijaryhmä, kirjoittanut P. Leskinen, Maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistuksen ilmastovaikutusten arviointi, saatavilla: mrluudistus.fi
Valtioneuvoston julkaisu, Energiatehokkuuden parantaminen kulttuurihistoriallisesti arvokkaan rakennuksen korjaushankkeessa julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161268
Ympäristöministeriön julkaisuja (2022:25), Puun käyttö julkisessa rakentamisessa: Hankintaopas julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164407
Ympäristöministeriö, "Näkökulmia: Miten lisätä puun käyttöä julkisessa rakentamisessa", (5/2021, Päivitetty 1/2023)
Ympäristöministeriön hanke "Puurakentamisen toimenpideohjelma" (YM0255:00/2018, 1.1.2016-31.12.2023)
Ympäristöministeriö, maankäyttö- ja rakennuslaki uudistuu, saatavilla: mrluudistus.fi
Ympäristöministeriö ja Motiva Oy, Julkisen puurakentamisen tilannekuva 2021, saatavilla: motiva.fi

SANASTOA

CLT Cross Laminated Timber. Massiivipuinen levytuote, joka koostuu ristiin liimatuista lautakerroksista. Käytetään lattia- ja seinärakenteissa.

Elinkaaren hiilijalanjälki Elinkaaren hiilijalanjäljellä tarkoitetaan hiilijalanjälkeä, joka kattaa koko elinkaaren ilmastovaikutukset. Rakennuksen osalta elinkaaren hiilijalanjälki kattaa ilmastopäästöt tuotteiden valmistuksesta, rakentamisesta, rakennuksen käytöstä ml. huollot ja energia sekä rakennuksen purusta elinkaaren lopussa.

Hiilidioksidi CO₂, hiilestä ja hapestä koostuva kemiallinen yhdiste. Syntyy mm. hiilipitoisten aineiden palamistuotteena. Yksi kasvihuonekaasuista.

Hiilidioksidiekvivalentti Hiilijalanjäljen yksikkö kgCO₂e. Eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus muunnettuna hiilidioksidin vastaavaksi vaikutukseksi ilma-kehässä.

Hiilijalanjälki Kuva tuotteen tai palvelun ilmastovaikutusta muunnettuna hiilidioksidiekvivalenteiksi. Rakennus- ja infrahankkeiden osalta hiilijalanjäljellä tarkoitetaan yleensä elinkaaren hiilijalanjälkeä, mutta käytetään kuvaamaan esimerkiksi organisaation vuotuisia päästöjä.

Hiilikädenjälki Tuotteesta tai palvelusta syntyvien ilmastohyötyjen summa muunnettuna hiilidioksidiekvivalenteiksi. Ympäristöministeriön Vähähiilisyden arviointimenetelmässä hiilikädenjäljellä tarkoitetaan koko elinkaaren aikana syntyviä absoluuttisia päästöhyötyjä, joita ei syntyisi ilman rakennushanketta.

Hiilinegatiivinen Tilanne, jossa toiminta poistaa ilmasta enemmän kasvihuonekaasuja kuin toiminta tuottaa elinkaarensa aikana, jolloin nettoilmastopäästö on negatiivinen.

Hiilineutraali Tilanne, jossa toiminnan tuottamat ilmastopäästöt ja toiminnan ilmasta poistamat kasvihuonekaasut (hiilinielut) ovat tasapainossa, jolloin nettoilmastopäästö on nolla.

Hiilinielu Toiminto, joka poistaa ilmasta hiilidioksidia. Hiilinielu voi olla joko luonnollinen (kuten kasvava metsä), kemiallinen (kuten sementin karbonatisoituminen) tai keinotekoinen (kehitettävät teknologiat).

Hiilivarasto Tuotteeseen tai materiaaliin ilmasta varastoitunut hiili. Käytetään yleensä kuvaamaan biopohjaisten materiaalien hiilivarastoa, jolloin sillä tarkoitetaan biomateriaaliin yhteyttämisreaktiossa varastoitunutta hiiltä. Esimerkiksi puun kuivapainosta noin puolet on ilmasta hiiltä.

Hybridirakenne Kahden tai useamman materiaalin yhdistelmä, käytetään yleensä silloin, kun rakenteelta vaaditaan ominaisuuksia, joita ei voida teknisesti tai taloudellisesti saavuttaa käyttämällä vain yhtä materiaalia.

Ilmastopäästö Ilmastopäästöillä tarkoitetaan ilmastomuutosta aiheuttavia kasvi- ja eläinhuonekaasupäästöjä Ilmastaselvitys Rakennuksen hiilijalanjäljen laskenta ja materiaaliselvitys, jotka tulee toimittaa rakennusluvan yhteydessä alkaen vuonna 2025 kaikille laajoille korjaushankkeille ja uudisrakennuksille huomioiden rajaukset rakennustyypeille. Kasvihuonekaasu Yhdiste, joka ilmasta ollessaan absorboi lämpöä ja palauttaa siitä osan takaisin maapallolle. Kasvihuonekaasuja ovat mm. hiilidioksidi, metaani ja CFC-yhdisteet (chlorine-fluorine-carbon, kloorifluorihilivedyt, freonit). LVL Laminated Veneer Lumber. Sorvatuista viiluista liimattu rakennustuote. Käytetään palkkeina, levyinä ja pilareina.

Rakennuksen elinkaari Rakennuksen elinkaari kattaa kaikki vaiheet raaka-aineiden ja tuotteiden hankinnasta aina rakennuksen purkuun saakka. Elinkaari jaetaan neljään vaiheeseen: tuotevaihe, rakennusvaihe, käyttövaihe ja elinkaaren loppu.

Ympäristökriteerit Julkiset hankkijat voivat vähentää rakentamisesta aiheutuvia ympäristövaikutuksia asettamalla hankinnalle ympäristökriteerejä. Esimerkkinä: Suosimalla uusiutuvia materiaaleja, kiinnittämällä huomiota rakennuksen käyttöikänsä vaikuttaviin tekijöihin.

Kuopion Tilapalvelut 2024