

Peppiina Kaija

PUUPIENTALORAKENTAMINEN JA KIERTOTALOUS SUOMESSA

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Markku Karjalainen
Pekka Passinmäki
Lokakuu 2022

TIIVISTELMÄ

Tekijän nimi: Puupientalorakentaminen ja kiertotalous Suomessa – Small residential timber building and circular economy in Finland

Tampereen yliopisto

Arkkitehtuurin TkK-tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö

Lokakuu 2022

Suomessa rakennukset ja rakentaminen tuottavat noin kolmanneksen kasvihuonepäästöistä. Kestävän kehityksen kannalta uusiutuvien rakennusmateriaalien, kuten puun käyttö rakentamisessa on ilmastopäästöjen vähentämisen kannalta merkittävää. Pientalorakentamisessa puu on aina ollut suosituin rakennusmateriaali ja sen suosia kasvaa edelleen. Pientalot ovat merkittävä osa Suomen rakennuskantaa.

Puu on ekologisesti kestävä materiaali, jonka ominaisuudet tekevät siitä vallitsevassa ilmastokriisissä erinomaisen rakennusmateriaalin. Puu on uusiutuva, hiiltä varastoiva ja pitkän elinkaaren omaava rakennusmateriaali. Nykytilanteessa puuta hyödynnetään elinkaarensa päätteeksi enimmäkseen polttamalla energiaksi. Puun korkeamman kierrätysasteen materiaalihyödyntäminen ja uusiokäyttö rakentamisessa on haastavaa.

Tässä kandityössä perehdytään puupientalorakentamisen kautta tämänhetkisiin kiertotaloudellisesti korkeamman kierron toteutumisen haasteisiin. Lopuksi pohditaan, mikä potentiaali kiertotaloudella on rakennussektorin päästövähennyksien lisätoimena, ja mitä tämä merkitsee suunnittelun näkökulmasta.

Työssä keskitytään Suomeen. Aiheita tutkitaan kirjallisuuskatsauksena, alan verkkosivujen ja julkaisuiden kautta. Taustatietona toimivat Suomen lait, määräykset ja asetukset.

Avainsanat: Puurakentaminen, kiertotalous, uusiokäyttö, kierrättäminen, materiaalihyödyntäminen, kestävä kehitys

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. PUUPIENTALORAKENTAMINEN.....	3
2.1 Puun rakennustekniset ominaisuudet.....	4
2.2 Puun vaikutus terveyteen ja sisäilmaan.....	5
2.2.1 Fysiologiset ja psykologiset vaikutukset.....	6
2.2.2 Vaikutus sisäilmaan	6
2.2.3 Antibakteerisuus	8
2.3 Puupientalorakentaminen ja kestäväkehitys.....	8
2.3.1 Puurakentaminen ja ilmastotavoitteet.....	9
3. KIERTOTALOUS JA PUURAKENTAMINEN.....	11
3.1 KIERTOTALOUS	11
3.1.1 Kiertotalous Suomessa	12
3.1.3 Puunkiertotalous	13
3.1.4 Puujäte, kierrätys ja uusiokäyttö.....	14
4. ESIMERKKEJÄ.....	11
4.1 HIRSIRAKENTAMINEN JA KIERTOTALOUS.....	16
4.2 PUURAKENNUKSEN MUUNTOJOUSTAVUUS	20
5. PÄÄTELMÄT JA POHDINTAA.....	22
LÄHTEET	24
KUVALÄHTEET	27

1. JOHDANTO

Kansallisten ja kansainvälisten ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi rakennussektorin päästöjä on vähennettävä. Suomessa rakentaminen ja rakennukset tuottavat noin kolmanneksen kasvihuonepäästöistä. Uudisrakentamisessa vuonna 2018 uusien energianmääräysten myötä on siirrytty lähes nollaenergiarakentamiseen. Energiatehokkuuden parantamisen ja käytönaikaisten päästöjen vähentämisen lisäksi, tulisi tulevaisuuden rakentamisessa seurata koko elinkaaren hiilijalanjälkeä. Rakennussektorin päästövähennyksen lisäämiseen on keksittävä lisätoimia. Tarkempaan tarkasteluun otetaan jatkossa rakennuksen elinkaaren alku- ja loppupää, joihin kuuluvat: valmistus, rakentaminen, rakennusjätteen synnyn ehkäisy ja kierrätys. (Ympäristöministeriö 2019)

On tärkeää huomioida Suomen rakennuskanta rakennussektorin päästöjen vähentämisen lisätoimia keksittäessä. Suomen rakennuskannasta suurin osa rakennuksista on asuinrakennuksia. Rakennuskantaan ei lasketa kesämökkejä, eikä myöskään maatalous- tai muita talousrakennuksia. Näiden määrä vuoden 2020 lopussa oli 1,5 miljoonaa rakennusta. Asuinrakennuksia, joista suurin osa on omakotitaloja, oli koko rakennuskannasta 86 %. Asuinrakennuksista 60 % on rakennettu vuonna 1970 tai sen jälkeen, omakoti- ja paritaloista 58 %. Kerrosalaan suhteutettuna asuinrakennusten osuus koko kerrosalasta oli 63 %. Tämän lisäksi kaksi kolmasosaa rakennuksista on yksikerroksisia. Lukumääräisesti suurin osa rakennuskantaan kuuluvista rakennuksista on pientaloja. Yksi- ja kaksikerroksiset rakennukset muodostivat yhteensä 95 % koko rakennuskannasta. Suomalaisista, yksi- ja kaksikerroksisissa rakennuksissa asuu 3,6 miljoonaa eli 66 %. (Tilastokeskus 2021)

Uuden rakentamisen sijaan parempi toimenpide päästöjen vähentämisen kannalta on korjata ja hyödyntää jo valmiiksi olemassa olevaa rakennuskantaa. Tällöin purkamisesta syntyvä jätteiden määrä saadaan minimoitua ja uusia resursseja säästetään. Toisaalta jos rakentaa uutta, olisi tärkeää huomioida rakennuksen ja rakentamisen päästöt koko elinkaaren ajalta. Uuden rakentaminen tulevaisuudessa vaatii yhä enemmän päteviä perusteluita ja koko elinkaaren kattavaa suunnittelua.

Puu on ekologisesti kestävä materiaali, jonka ominaisuudet tekevät siitä vallitsevassa ilmastokriisissä erinomaisen rakennusmateriaalin. Kestävästi hoidetut metsät ovat uusiutuva raaka-ainelähde. Kasvatavat puut varastoivat hiilidioksidia noin 1 t/m³, varasto

siirtyä kasvavasta puusta puutuotteisiin läpi puun elämän. Puu on myös helposti kierrätettävää. Elinkaarensa päätteeksi puulla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita energiantuotannossa, jolloin poltossa vapautuva hiilidioksidin määrä on sama kuin sen siihen sitoutunut määrä kasvun aikana. Puusta ei myöskään synny monen muun rakennusmateriaalin tavoin ongelmajätettä. (Puuinfo 2020a).

Pientaloissa puurakentaminen on aina ollut Suomessa suosittua, mutta viime vuosina tehdyt suuret kehitykset ovat lisänneet puun käyttöä myös suuremmissa hankkeissa, eteenkin koulu- ja kerrostalorakentamisessa. Elementtirakentaminen on ollut tässä tärkeimmässä asemassa. Puulla pyritään laajasti korvaamaan muita enemmän saastuttavia materiaaleja, kuten esimerkiksi betonia. Vaikka kestävän kehityksen kannalta puulla on iso vaikutus eteenkin kerrostalorakentamisessa, ei puuta pientalorakentamisessa tule unohtaa ja sen käyttöä pientaloissa tulisi edelleen kehittää kestävän kehityksen taakamiseksi.

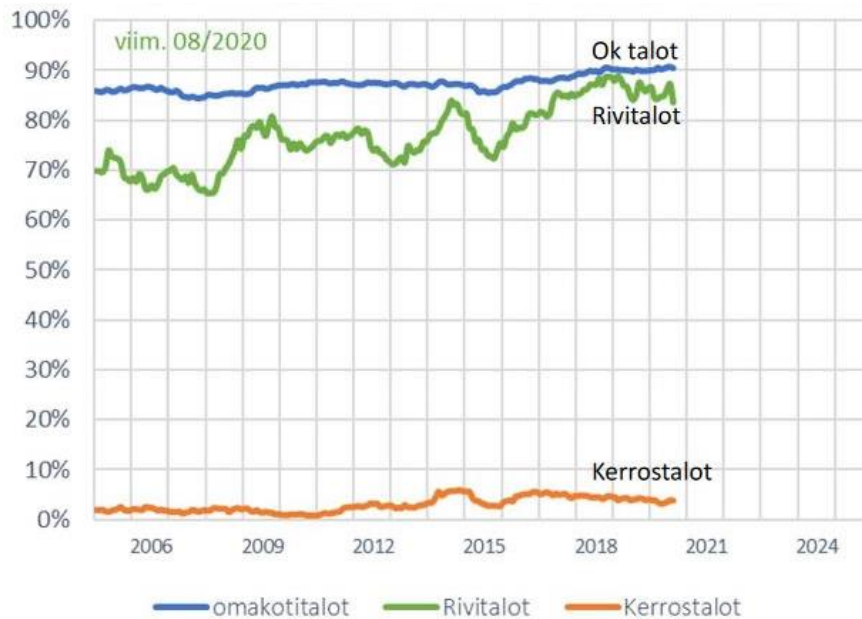
Lineaarista kulutusmallista siirtyminen kiertotalouteen luo rakennussektorilla mahdollisuuksia hillitä ilmastonmuutosta ja ehkäistä luonnon monimuotoisuuden köyhtymistä. Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys säästävät luonnonvaroja ja vähentävät uusien tuotteiden valmistuksessa syntyviä päästöjä ja jätteitä. Purettavat rakennukset nähdään kiertotalouden mukaan materiaalipankkeina, joista vapautuva materiaali käytetään uudelleen tai kierrätetään. Materiaali poistetaan kierrosta polttamalla se energiaksi vasta kun sitä ei voida hyödyntää millään muulla keinolla. (Ympäristöministeriö 2020a)

Tässä kandityössä perehdytään puupientalorakentamisen kautta tämänhetkisiin kiertotaloudellisesti korkeamman kierron toteutumisen haasteisiin. Lopuksi pohditaan mikä potentiaali kiertotaloudella on rakennussektorin päästövähennyksien lisätoimena ja mitä tämä merkitsee suunnittelun näkökulmasta.

Tutkimus alkaa puupientalorakentamisen tämänhetkisen tilanteen selvittämisestä, ja siitä mitkä puun ominaisuudet tekevät siitä suosituksen rakennusmateriaalin pientalorakentamisen osa-alueella. Osiossa tarkastellaan mikä tekee puusta rakennusmateriaalina pientalorakentamisesta kestävän kehityksen kannalta merkittävän. Tämän jälkeen perehdytään kiertotalouteen painottaen puun elinkaaren loppupäätä, kierrättämistä ja uusiokäyttöä. Muutamien esimerkin kautta tutkitaan mitkä ovat rakennussuunnittelun tämänhetkiset haasteet kierrätetyn rakennusmateriaalin hyödyntämisessä ja miten kiertotalouden periaatteita toteutetaan.

2. PUUPIENTALORAKENTAMINEN

Koronapandemian seurauksena omakotitalorakentaminen on kasvanut voimakkaasti. Kysyntää on paljon, mutta tilannetta vaikeuttaa raaka-aineiden hintojen nousu. Uusista pientaloista kuitenkin suurin osa, noin 90 % on rakennettu puusta (Kuva 1).



Kuva 1. Puurunkoisten asuntojen osuus vuosisummasta. (Forecon 2020)

Tämänhetkinen omakotirakentaminen perustuu lähinnä talopaketteihin. Näistä 64 % ovat perinteisiä muuttovalmiita kohteita. Paikallarakentamisen osuus on laskenut 10 %:in. Omakotitalo on ylivoimaisesti toivotuin asumismuoto ja niissä asuu tutkimusten mukaan tyytyväisimmät asukkaat. Merkittävin syy omakotitalorakentamisen vähäisyydelle eteenkin kasvualueilla on tonttipula. (PTT 2021)

Vaikka pientalorakentaminen on kaupungistumisen myötä vähentynyt, kaiken muun rakentamisen tavoin ilmastonmuutoksen hidastamisen ja kestäväen kehityksen kannalta on merkittävää, että pientalojen rakentaminen kehittyy muun rakennussektorin mukana. Tässä osiossa tarkastellaan mitkä ominaisuudet tekevät puusta suosittua rakennusmateriaalia ja mitä puun ominaispiirteitä tulee erityisesti huomioida suunnittelijan näkökulmasta. Pehdytään myös siihen mitä vaikutuksia puulla on terveyteen ja sisäilmaan.

2.1 Puun rakennustekniset ominaisuudet

Puun hyvät rakennustekniset ominaisuudet, sekä monipuolisuus rakennusmateriaalina ovat tehneet puusta Suomessa perinteisesti käytetyimmän rakennusmateriaalin. Rakennusteknisten ominaisuuksiensa lisäksi puu edustaa monelle luonnonkauneutta, lämpöä, pysyvyyttä sekä rajattomia mahdollisuuksia sen muovaamisessa. (Siikanen 2016, 8) Vallitsevan ilmastokriisiin vauhdittamana puun suosio rakennusmateriaalina kasvaa. Hiilidioksidi varastona toimivaa puu on uusiutuva raaka-aine, jolla on pitkä elinkaari. Suomessa pientalorakentamisessa puu on aina ollut suosittua, mutta eteenkin nykytilanteessa, kun rakentamisessa huomioidaan yhä enemmän kestävyys ja ekologisuus, puun suosio rakentamisessa lisääntyy.

Puun suosio on vuosisatoja perustunut sen moniin hyödyllisiin ominaisuuksiin. Puu on kevyt materiaali, jota on helppo työstää niin tehdasolosuhteissa kuin myös rakennuspaikalla. Keveytensä ansiosta puuta on helppo kuljettaa ja sitä on saatavilla kaikkialla. Rakennusfyysisesti puulla on hyvä lämmöneristävyys ja hyvät lujuusominaisuudet painonsa verrattuna. Puurakenteilla saa aikaan monimutkaisia tiloja, joita on muuten erittäin vaikea tai mahdoton toteuttaa muilla materiaaleilla. Tämän lisäksi puu on muihin massiivirakenteisiin verrattuna ollut taloudellisempi vaihtoehto. Puun puhtautta varsinkin sisäpinta materiaalina arvostetaan, koska siitä ei haihdu terveydelle vaarallisia aineita. (Siikanen 2016, 8)

Vaikka puu on erittäin monipuolinen ja monikäyttöinen on tiettyjä ominaisuuksia, jotka saattavat rajoittaa ja asettaa lisävaatimuksia puurakentamiselle. Nämä ovat seikkoja, joihin eteenkin suunnittelijoiden ja käyttäjien tulisi kiinnittää huomiota.

Puulla on suuri kosteuselämä. Tällä tarkoitetaan, että puu muuttaa kokoaan kosteuden määrän seurauksena. Puun kutistuminen ja laajeneminen tulee aina ottaa huomioon puurakenteissa olosuhteisiin nähden. Koska puun liiallinen kosteus on usein haitallinen rakenteen toiminnalle, puu on kuivatettava lähelle lopullisia käyttökosteusolosuhteita. Rakentamisen eri vaiheissa oikealla kuivatuksella ja kuivana pysymisellä on suuri vaikutus puun lujuuteen ja säilymiseen. (Siikanen 2016, 8,44) Puun kosteuspitoisuuden optimi on alle 20 %, jolloin se on turvassa lahottajasieniltä, homeilta ja tuholaisilta. Tämän lisäksi kuiva puu on lujuus- ja jäykkyysominaisuuksiltaan märkää puuta parempi. (Puuinfo 2020b)

Puun palotekniset ominaisuudet rajoittavat puun soveltuvuutta erilaisiin rakenteisiin. Tämä on ominaisuus, jonka eteenkin suunnittelija joutuu ottamaan tarkasti huomioon suunnitellessaan puurakenteita. (Siikanen 2016, 48) Puun syttymislämpötilaan vaikuttaa se, kuinka pitkään se altistuu lämmölle. Palo etenee hitaasti massiivisessa puutavarassa, sillä pinnalle muodostunut hiilikerros suojaa puuta ja hidastaa sisäosien syttymistä. Kantavissa rakenteissa tätä ominaisuutta käytetään hyödyksi, esimerkiksi jo 15 mm:n päässä hiiltymisrajasta puun lämpötila on alle 100 astetta. Liimapuulla hiiltymisnopeus on pienempi kuin sahatavaralla. Puun syttymisherkyys lisääntyy puun tiheyden ja kosteuden pienentyessä, sekä kappaleen paksuuden vähetessä. Myös puun laatua heikentävät ominaisuudet kuten terävät kulmat, karkea pinta, säröt ja halkeamat lisäävät syttymis- ja paloriskiä. (Puuinfo 2020c)

Asumismukavuuden kannalta puun huono ääneneristävyys on ominaisuus, joka saattaa vaikuttaa puurakenteen valintaan. Toisaalta puulla on hyvä resonoimiskyky mikä tekee siitä tärkeän esimerkiksi musiikkisalejen suunnittelussa. Tilavuuspainoltaan puu on kevyt materiaali, joten sen ääneneristys, eteenkin äänenvaimennusominaisuudet ovat huonot. (Siikanen, 2016, 45) Puurakennusten riittävän ääneneristävyyden saavuttamiseksi vaaditaan usein monikerrosrakenteita, joissa puurakenteeseen yhdistetään muita materiaaleja. Näiden rakenteiden toimivuus perustuu kerrosten muodostamaan levyresonaatioon, sekä pinnanmuodonvaihteluista aiheutuvaan rako- ja reikäresonaatioon. (Puuinfo 2020d)

2.2 Puun vaikutus terveyteen ja sisäilmaan

Puu mielletään luonnonmateriaalina terveyttä edistäväksi materiaaliksi. Tämän mieltymyksen tueksi on myös tehty paljon tutkimusta siitä mitkä puun ominaisuudet ovat ne, jotka tekevät siitä kokonaisterveyteen positiivisesti vaikuttavan materiaalin. Kokonaisvaltainen terveys koostuu niin fyysiseen-, psyykkiseen- kuin myös sosiaaliseen terveyteen perustuvista vaikuttajista.

Syy miksi puun terveysominaisuudet ovat tärkeitä mainita tämän tutkimuksen osana on se, että terveyttä edistävä rakennuskanta on tärkeä osa kestävästä kehitystä. Puu on myös muihin käytetyimpiin materiaaleihin, kuten tiileen ja betoniin verrattuna, tällä osalla vahvin. Tässä osiossa keskitytään ensin puun fysiologisiin ja psykologisiin vaikutuksiin, jatketaan puun vaikutuksiin sisäilmaan ja siitä puun antibakteerisiin ominaisuuksiin.

2.2.1 Fysiologiset ja psykologiset vaikutukset

Tutkimuksien mukaan ihmiset reagoivat puunkäyttöön elinympäristössään positiivisesti sekä fysiologisesti, että psyykkisesti. Puu vaikuttaa positiivisesti läsnäolijoiden mielialaan ja alentaa stressiä. Tämä on muihin materiaaleihin verrattuna puulle ainutlaatuinen piirre. On tutkittu, että muiden materiaalien pintaa koskettaminen esimerkiksi teräksen, aiheuttaa ihmisessä stressireaktiota nostaten jopa verenpainetta. (Puuinfo, 2020e) Puupinnat taas tuovat luonnonläheisyydellään tilaan lämpöä, rauhaa ja kodikkuutta, mutta myös luonnon pysyvyyden tunnetta ja turvaa.

Positiivisten fysiologisten vaikutusten lisäksi puulla on myönteisiä psykologisia vaikutuksia. Eteenkin sisätiloissa puulla on stressitasoa alentava vaikutus. Tutkimuksia on tehty niin työtiloissa kuin myös kouluissa, ja todettu että puu käyttäjien stressitaso oli ihon sähkönjohtokyvyllä mitattuna alhaisin puupintaisissa sisätiloissa. Kouluissa tehdyissä tutkimuksissa oppilaiden stressin kokemukset, kuten väsymyksen ja aikaansaamattomuuden tunteet, olivat puisessa luokkahuoneessa vähäisempiä kuin tavanomaisessa. On myös tutkittu, että puunkäyttö sisätiloissa vaikuttaa ihmisten käyttäytymiseen ja sosiaaliseen havainnointiin. Esimerkiksi toimitiloissa, joissa on käytetty puuta antavat yrityksestä asiantuntevamman, menestyksekkäämmän, rehellisemmän, vastuullisemmän ja luovemman kuvan kuin muiden materiaalien käyttö. Odottamattomia havaintoja on myös tehty vanhusten tuetussa asumisessa, jossa alettiin käyttämään enemmän puuta sisämateriaalina. Todettiin että vanhusten keskinäinen kanssakäyminen lisääntyi. Tutkimuksissa selvitettiin, onko puujäljitelällä sama vaikutus kuin aidolla puulla ja tulos oli selkeästi, että jäljitelmä ei päässyt samalle tasolle. (Puuinfo, 2020e)

2.2.2 Vaikutus sisäilmaan

Vietämme vuorokaudesta keskimäärin 90 % ajastamme sisätiloissa. Tämän takia hyvä sisäilma, eteenkin kodeissamme on elintärkeä terveytemme kannalta. (Sisäilmayhdistys ry) Huono sisäilma on keskeinen puheenaihe rakentamisessa. Kestävän kehityksen kannalta terveellisen ympäristön, eteenkin hyvän sisäilman, laadun takaaminen on tärkeää. Mikäli tätä ei valmiissa rakennuksessa saavuteta, pahimmillaan joudutaan rakennus purkamaan paljon ennen sen tavoitteellisen käyttöön täyttymistä.

Lyhentyneen elinkaaren lisäksi huonolla sisäilmalla on negatiivinen vaikutus terveyteen. Vaikka suora yhteyttä huonon sisäilman, allergioiden ja astman aiheuttajana ei ole, on selvää, että kaupungistumisen myötä ihmisten allergisuus ja alttius hengitysoireille on kasvanut. Saasteet, kasvanut hygieenisuus ja luonnonmukaisesta ympäristöstä etäännyminen ovat osatekijä allergisuuden kasvulle.

Astma ja hengitysallegiat ovat lisääntyneet Suomessa 1950-luvulta lähtien. Allergiat ovat lasten ja nuorten yleisin krooninen sairaus. Tavallisille ympäristön allergeeneille herkistyneiden määrä on tuoreiden väestötutkimusten mukaan kouluikäisistä yli 40 %. Allergia on periytyvää, mutta elämä lähellä luontoa ja sen moninaista mikrobimaailmaa vahvistaa immuunijärjestelmää näin suojaten allergioilta sekä autoimmuunisairauksilta. Sen myötä, kun yhteytemme luontoon ja maaperään on heikentynyt, puolustusjärjestelmämme sietokyky on alentunut ja olemme yhä enemmän alttiita allergioille. (Allergia.fi 2021)

Pientalorakentamista ajatellen hyvä terveellinen sisäilma ei ole pelkästään viihtyvyyden kannalta tärkeä seikka, vaan paljon merkittävämpi ja kokonaisvaltaisempi. Asuntosuunnittelun päätavoitteina ovat ihmisen psyykkisen, fyysisen ja sosiaalisen terveyden takaaminen. Puun terveys vaikutuksista ja sen luomasta sisäilmasta johtuen puu on näitäkin vaatimuksia ajatellen erinomainen materiaalivalinta kotiin.

Puun ominaisuuksista parhain sisäilman kannalta on sen kyky imeä ja luovuttaa kosteutta näin tasaten sisäilman kosteuden vaihtelua. Tasainen huoneilmankosteus vähentää ilmanvaihdon tarvetta näin parantaen samalla energiatehokkuutta. (Puuinfo 2021) Puu on hygroskooppinen materiaali. Tällä tarkoitetaan materiaalia, joka sitoo kosteutta itseensä, ja luovuttaa sitä, pyrkien tasapainokosteuteen ympäristön kanssa. Puu siis reagoi huoneilman kosteuteen varastoiden tai luovuttaen sitä tarpeen mukaan. Hygroskooppisia materiaalin lisäksi puuta kutsutaan myös kosteuspuskuriksi. Tällä tarkoitetaan sen kykyä sisäilman kosteuden tasaamiseen. (Puuinfo 2020f)

Puurakenteita kutsutaan myös hengittäviksi rakenteiksi. On kuitenkin tärkeää, että hygroskooppisuutta ja kosteuspuskurointia ei sekoita hengittävään rakenteeseen. Hengittävä rakenne on rakennuksen ulkovaipan rakenne, joka sallii ilman sisältämien kaasujen osapaineiden tasoittumisen diffuusiona rakenteen läpi. Hengittävän rakenteen tulee aina olla ilmatiivis. Mikäli rakenteessa on vahinkoja, kuten esimerkiksi reikiä, joista ilma pääsee virtaamaan sisälle, on kyseessä aina rakennusvirhe. Hengittävästä rakenteesta terveellisen tekee se, että sisäilman hiilidioksidi pääsee ilmanvaihdon lisäksi rakenteen

läpi ulos ja vastaavasti happi sisäilmaan. Vesihöyry tekee hengittävistä rakenteista haasteellisen Suomen olosuhteissa, sillä myös vesihöyry on ilmaseoksen kaasu. Tärkeintä on estää vesihöyryn kondensoituminen rakenteessa, ja tästä seuraten lähes kaikki rakenteet ovat nykyään kerroksellisia ja vesihöyryn kondensoitumista estäviä. (Puuinfo 2020f)

2.2.3 Antibakteerisuus

Puun tiedetään myös olevan antibakteerinen materiaali. Tästä syystä puuta käytetään paljon hygieniatiloissa ja esimerkiksi leikkuulautoissa, sillä se ehkäisee haitallisten mikrobien kasvua. (Puuinfo 2021) Tieteellisiä perusteluita puisen rakennuksen terveysvaikutuksiin on kuitenkin edelleen vaikeaa löytää. Poikkeuksena Tiina Vaino-Kailan väitöskirjassa ”Antibacterial properties of Scots pine and Norway spruce” perehdyttiin yhteen puun terveyteen vaikuttavista ominaisuuksista, sen mikrobiologisiin ominaisuuksiin. Tutkimuksessa tutkittiin eri puulajeja ja verrattiin lasiin, joka on neutraali pinta eikä vaikuta pinnalla olevien bakteerien elinikään. Vertailtavina olivat mänty ja kuusi, pinta- sekä sydänpuu erikseen. Kuitenkin kaikkien puisten koepalojen pinnoilta bakteerit koolivat nopeammin pois kuin lasipinnalta. (Puuinfo, 2020g) Tämä puun ominaisuus on erityisen tärkeä, kun mietitään sen soveltuvuutta pintamateriaalina korkeampaa hygieenisyyttä vaativiin tiloihin esimerkiksi sairaaloihin tai päiväkoteihin.

2.3 Puupientalorakentaminen ja kestäväkehitys

Kestävän kehityksen päämäärä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet. Päämäärän tavoittaminen vaatii jatkuvaa ja ohjattua yhteiskunnallista muutosta kohti ekologisesti kestävämpää maailmaa. (Puuinfo 2020h)

Puun ekologisesti kestävät ominaisuudet tekevät puusta vallitsevassa ilmastokriisissä yhä tärkeämmän rakennusmateriaalin. Vaikka puupientalorakentamisessa puu on ollut suosituin materiaali vuosikymmeniä, on puunkäytön kehittäminen ja innovaatiot edelleen ajankohtaisia ja tulevaisuuden kannalta merkittäviä. Puurakennuksen kyky toimia hiilivarastona on puupientalorakentamista ja kestävästä kehitystä tutkien tämän rakennusteollisuuden osa-alueen tärkein ominaisuus.

Puurakentaminen tapahtuu Suomessa kasvavassa määrin esivalmisteisena, jolloin rakennuspaikan jätemäärä on vähäisempi. Puun ominainen keveys tekee siitä helpon kuljettaa ja rakenteet pystytään tuottamaan kevyinä. Kestävän kehityksen tavoitteita ajatellen säästöä tulee polttoaineen kulutuksesta ja käytetyn materiaalin määrästä. Lisäksi puurakenteisten rakennuksien korjaus, ylläpito ja rakenteiden muunneltavuus ovat helppoja verrattuna muihin yleisimpiin rakennusmateriaaleihin. (Puuteollisuus, 2022)

2.3.1 Puurakentaminen ja ilmastotavoitteet

Oleellista puupientalorakentamisen tulevaisuuden kannalta on kestävä kehitys, ja tätä määrittävät kansainväliset ja kansalliset ilmastotavoitteet. Pariisin ilmasto sopimuksesta – Suomen kansalliseen ilmastopoliittikkaan asti puunkäytöllä on tärkeä osa tavoitteiden saavuttamisessa.

Pariisin ilmastosopimuksen tavoitteena on maapallon keskilämpötilan nousun pitäminen alle kahdessa asteessa suhteessa esiteolliseen aikaan, jolla lämpeneminen rajoittuisi alle 1,5: asteeseen. Sopimus astui voimaan 4.11.2016 ja se on oikeudellisesti sitova sopimus. Sopimuksen päätavoite on kasvihuonepäästöjen laskeminen ja hillitseminen hiilinielujen ja päästöjen tasapainottamisella. Tavoitteena on pitkän aikavälin kautta sopeutua ilmastonmuutokseen ja sovittaa rahoitusvirtoja ilmastokestävään ja vähähiilliseen tulevaisuuteen. Sopimus ei sisällä varsinaisia päästövähennysvelvoitteita, mutta panokset arvioidaan aina viiden vuoden välein ja uusien tavoitteiden tulee aina olla edellisiä kunnianhimoisempia. (Ympäristöministeriö 2020b) Pariisin ilmastosopimus sai tarkennetun sääntökirjan Glasgow:n ilmastokokous COP26:ssä. Uusi päätös kehottaa maita päivittämään päästövähennystavoitteitansa ja pitkän aikavälin vähähiilisyysuunitelmaansa ensi vuoden aikana. Tämän lisäksi jatkossa viiden vuoden tarkastusjaksot muuttuvat vuotuisiksi. Kokouspäätöksen lisäksi Suomi sitoutui useisiin päästöjä vähentäviin aloitteisiin, joista yksi on Glasgow:n metsäjulistus. Tässä sopimuksessa Suomi sitoutuu yhdessä 100 muun maan kanssa lopettamaan metsien hävittämisen vuoteen 2030 mennessä. Sopimuksella kehitetään jatkossakin globaalilla tasolla metsien kestävää hoitoa ja käyttöä samalla vahvistaen paikallistalouksia. (Ympäristöministeriö 2021)

EU on sitoutunut vähentämään kasvihuonepäästöjään vähintään 55 prosenttia (verrattuna 1990 tasoon) vuoteen 2030 mennessä. Tämän lisäksi EU pyrkii olemaan ensimmä-

mäinen ilmastoneutraali maanosa vuoteen 2050 mennessä. EU:n ilmastopolitiikka pohjautuu YK:n ilmastopimukseen, sitä täydentävään Kioton pöytäkirjaan ja Pariisin ilmastopimukseen. Ydinkohdat EU:n sisäisessä ilmastopolitiikassa kohdistuvat EU:n sopeutumisstrategiaan, päästökauppaan ja kansalliset tavoitteet päästökaupan ulkopuolisille aloille, eli taakanjakoon. Tämän lisäksi EU toimii aktiivisesti ilmastoneuvotteluissa ja kehitysmaiden ilmastotoimien rahoittajana. (Ympäristöministeriö 2021)

Sanna Marinin 2019 hallitusohjelman mukaan tavoitteena on, että Suomi on hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Tämä vaatii hiilinielujen vahvistamista ja päästövähennyksiä kaikilla sektoreilla. (Ympäristöministeriö 2020c) Puun käytön lisääminen rakentamisessa on tehokaskeino saavuttaa kansalliset energia- ja ilmastostrategiset tavoitteet vuoteen 2023 mennessä Puurakentamisen ohjelman, välillä 2016–2023, pyrkimyksenä on monipuolistaa ja kasvattaa puunkäyttöä ja -jalostusarvoa. Tavoitteena on kaksinkertaistaa puunkäyttö rakentamisessa, lisätä osaamista ja arvoketjun kehitystä. Puun käyttö alentaa hiilijalanjälkeä tarkasteltaessa rakennuksen koko elinkaarta. (Ympäristöministeriö 2020d)

3. KIERTOTALOUS JA PUURAKENTAMINEN

Maailma on ekologisen kestävyyskriisin ajamana suurien muutosten keskellä. Ilmaston ja luonnon hyvä tila ovat edellytys elämälle maapallolla. Kestävä tulevaisuus vaatii laajoja ja perinpohjaisia muutoksia lineaarisesta kulutustaloudesta kohti kiertotaloutta. Muutos on elinehto ja sen on tapahduttava kaikilla sektoreilla nopeasti. Kiertotalous on yksi kestävä ratkaisu luontokadon ja ilmaston muutoksen hillitsemiseen. Kiertotalous muuttaa tapamme tuottaa, käsitellä ja käyttää materiaaleja ja tuotteita. (Sitra 2016)



Kuva 2. Lineaarinen Kulutusmalli. (Sykli)

Kuten johdannossa todettiin pelkät energiankulutus säästöt eivät puurakentamisen osa-alueella riitä ilmastopäästö tavoitteiden saavuttamiseksi, vaan on keksittävä lisätoimia. Kiertotalous tarjoaa toimivia ratkaisuja tulevaisuuteen, mutta niiden toteutettavuus nykytilanteessa on haastavaa ja työlästä.

Tässä osiossa selvitetään mitä kiertotalous on. Tämän jälkeen perehdytään siihen mitä se tarkoittaa Suomessa metsätalouden, puuteollisuuden ja puurakentamisen näkökulmasta. Näiden yhteydessä perehdytään myös siihen mitä haasteita kiertotalouden toteutumiselle on.

3.1 KIERTOTALOUS

Kiertotalous pyrkii maksimoimaan tuotteiden, komponenttien ja materiaalien sekä niihin sitoutuneen arvon kiertoa taloudessa mahdollisimman pitkään. Kiertotaloudessa tuotanto ja kulutus synnyttävät mahdollisimman vähän hukkaa ja jätettä. Materiaalitehokkuudesta seuraa ympäristöhyötyjä, joita ylikulutuksesta eroon pyrkivä maailma tarvitsee. Kiertotalous tarkoittaa merkittäviä muutoksia kulutustottumuksissa, mikä taas vaatii muutosta kaikilla kulutuskierron osa-alueilla. (Sitra 2016) Kyseessä on suuri muutos

linearisesta taloudesta kohti ekologisesti kestävämpää kiertotaloutta. On selvää, että luonnon resurssit eivät enää kestä lineaarista kulutusta ja että on siirryttävä, käytäntöön, jossa resursseja käytetään kestävästi, säästävästi ja tehokkaasti.



Kuva 3. Kiertotaloudenmalli. Suljettu kulutusympyrä. (Sykli)

3.1.1 Kiertotalous Suomessa

Suomessa on Sitran johdolla jo vuodesta 2015 asti pyritty olemaan kiertotalouden edelläkävijä maa. Vuonna 2016 Sitra julkaisi Suomen kiertotalouden tiekartan, joka päivitettiin 2019. Tiekartan tavoitteena oli laaja, koko yhteiskunnan kattava muutos kohti kiertotaloutta. Tämän seurauksena kiertotaloudesta on tullut osa monen yrityksen toimintaa ja kiertotalous on tuotu myös osaksi kaikkien koulutusasteiden opintoja. Seuraavana askeleena kohti kiertotaloutta on strategisen edistämishjelman toteuttaminen ja ohjelman tavoitteiden saavuttaminen. (Sitra 2022)

Suuria harppauksia kiertotalouden saavuttamiseksi ja toteuttamiseksi on jo otettu. Kiertotalouteen on perehdytty ja siirtymään on luotu strategioita monella eri tasolla. Haasteita toteutumiselle Suomessakin kuitenkin riittää. Maailman tilanteen epävakaus, eteenkin pandemian jälkeinen aika ja Ukrainan sodan syttyminen, ovat osoittaneet

kuinka pahasti akuutti resurssipula vaikuttaa maailman toimivuuteen. Vahvempi kiertotaloudellinen strategia voisi parhaimmillaan helpottaa tätäkin tilannetta.

3.1.2 Puunkiertotalous

Puun erityinen asema uusiutuvana materiaalina kiertotaloudessa tulee huomioida. Myös puun hiilen sitomiskyky ja pitkä käyttöikä tekevät siitä kiertotaloudellisesti erinomaisen materiaalin. (Puuteollisuus 2022) Tutkimukseni perusteella puun kiertotalous Suomessa toimii jo nyt suhteessa muuhun Eurooppaan tehokkaasti. On selvää, että puulla on kiertotaloudellisesti suuri vaikutus, mutta silti mahdollisuuksia kehittyä vielä on.

Suomessa puutuoteteollisuus on resurssitehokasta. Puuteollisuudelta hankittu raaka-aine käytetään tehokkaasti, sivutuotteet ohjataan sellun ja puulevyn valmistukseen. Kuori ja purut käytetään energiatuotannossa. Puutuoteteollisuuden tuottama jäte on 1,6 % Suomen jätteistä. (Puuteollisuus 2022) Toisaalta puun osuus Suomen rakennus- ja purkujätteestä on betonijätteen jälkeen toiseksi suurin. (Häkämies S. et al. 2019)

Puutuotteet ovat helppoja kierrätettäviä. Suurena ongelmana on markkinoiden puuttuminen kiertotaloustuotteille. Puutuotteiden pääasiallinen loppukäyttökohde on rakentaminen, jossa tuotteilla on tiukat tekniset vaatimukset. Esimerkiksi kantavissa rakenteissa käytettäville puutuotteille vaaditaan CE-merkintä, jota ei kierrätystuotteille ole saatavissa. Uudelleenkäytön haasteena on usein rakennustuotteen kelpoisuuden osoittaminen. Kelpoisuusmenettelyn raskauden vuoksi laajamittainen tuotteiden uusiokäyttö on käytännössä mahdotonta. Myös teknisten vaatimusten kiristyminen tuotteen valmistajan ja uudelleenkäyttäjän välillä tekevät tuotteista usein uudelleenkäyttökelvottomia. (Puuteollisuus 2022)

Suomen olosuhteissa kierrätyspuutavaran käyttö energiatuotannossa edesauttaa kansallista bioenergiatavoitteen toteutumista. Kierrätetty puu hyödynnetään tehokkaasti kuivana energijakeena ja näin vähennetään painetta polttaa tuoretta puuta. Samanlaisesti puisten rakennustuotteiden uudelleenkäytölle ja kierrätykselle ei Suomessa ole vielä markkinoita. Ennen kuin markkinat syntyvät kierrätyspuuta hyödynnetään edelleen energiatuotannossa. (Puuteollisuus 2022) Vallitsevan energiakriisin vuoksi, puun hyödyntäminen energiantuotannossa on ymmärrettävää, mutta tulevaisuuden kannalta puun arvo raaka-aineena, eteenkin rakennusmateriaalina, on kiertotalouden näkökulmasta paljon potentiaalisempi.

3.1.3 Puujäte, kierrätys ja uusiokäyttö



Kuva 4. Kierrätyshierarkia kaavio. (Häkämies et al. 2019)

Puun mahdollista korkeamman jalostusasteen materiaalikierrätystä tutki Gaia Consulting ympäristöministeriön tilaamassa selvityshankkeessa ”Puupohjaisen rakennus- ja purkujätteen kiertotalous”. Selvityshankkeen tavoitteita oli kolme: selvittää puupohjaisen rakennus- ja purkujätteen määriä ja laatua, sekä jakautumista eri alajätejakeisiin; tunnistaa kierrätyksen kannalta potentiaalisia puupohjaisia jättejakeita sekä niiden mahdollisia käyttötarkoituksia ja hyödyntäjiä; tunnistaa haasteet ja vaikuttavat tekijät puupohjaisen rakennus- ja purkujätteen kierrätykselle. Tutkimus tehtiin aikavälillä 5–12/2019 ja tulos julkaistiin 20.12.2019.

Tutkimuksen mukaan puun osuus Suomen rakennus- ja purkujätteestä on betonin jälkeen toiseksi suurin. Puun yleisyys rakennusmateriaalina on tulevaisuudessa yhtä suositua, ellei suositumpaa kuin nykyään, joten puulle tulisi energiakäytön lisäksi kehittää vaihtoehtoisia korkeamman jalostusasteen materiaalikierrätyskohteita. Puun merkitys kiertotaloudessa korostuu etenkin puun potentiaalisesta jakeesta. EU:n tiukentuva jätedirektiivi nostaa rakennus- ja purkujätteiden materiaalihyödyntämisenasteen 70 %:iin vuoteen 2020 mennessä. (Häkämies et al. 2019) Nykyinen hyödyntämisenasteemme on alle 60 %. Rakennus- ja purkujätteistä 85 % koostuu korjaushankkeista ja purkamisesta, loput 15 % uudisrakentamisesta. (Ympäristöministeriö 2021)

Hankkeen haastattelujen kautta selkeytyi, että nykyisellään purkupuu ohjautuu Suomessa energiakäyttöön. Puuta poltetaan Suomessa energiantuotantolaitoksissa, rinnakkaispolttolaitoksissa sekä jätteenpolttolaitoksissa. (Häkämies et al. 2019, s. 8)

Hankkeessa vahvistui myös, että vaikka monella jätteenkäsittelijällä on jätteen vientilupa Suomesta ei tavanomaiseksi jätteeksi luokiteltua puupohjaista rakennus- ja purkujätettä viedä ulkomaille, vaan kaikki hyödynnetään energiakäytössä paikallisesti. Vaaralliseksi jätteeksi luokiteltavaa kyllästettyä puujätettä viedään jonkin verran ulkomaille, koska Suomen jätteenpolttolaitoksilla ei ole riittävästi kapasiteettia tai tarvetta polttaa kyllästettyä puujätettä. (Häkämies et al. 2019, s.14)

Materiaalihyödyntäminen on jätteen käsittelyyn liittyvä termi, mutta tämä käsite sekoitetaan usein puun uudelleenkäyttöön. Kun puuta käytetään uudelleen samassa käyttötarkoituksessa ilman merkittäviä muuntamistoimenpiteitä, tätä kutsutaan uudelleenkäytöksi, tällöin puu ei muutu jätteeksi. Jos materiaalia joudutaan muokkaamaan tai käsittelemään, kyseessä on uudelleenkäytön valmistelu, jolloin materiaali on jo tulkittu jätteeksi. Tulkinnat siitä milloin puulla on mikäkin käyttötarkoitus eivät ole täysin selvät. Epäselvyys aiheuttaa esteitä uudelleenkäytön edistämiseksi, koska jätteitä koskevat jätelainsäädännöstä tulevat velvollisuudet. Jätteitä ei esimerkiksi saa luovuttaa kuin sellaiselle taholle, jolla on lupa ottaa kyseistä jätettä vastaan. (Häkämies et al. 2019 s. 25) Jätelain säädännön ongelma ei kuitenkaan ollut ainoa materiaalihyödyntämisen haaste.

Käytännössä purkupuun talteenotto ja kierrättäminen ovat työläitä. Vaaditaan paljon työpanosta ennen kuin puu päätyy uuteen käyttökohteeseen. Laadunvalvonta on myös vaikeaa ja lajittelu tiedonpuutteen vuoksi vaativaa. (Häkämies et al. 2019, s.27) Rakennuksen purkamisen vie paljon aikaa ja hyvän tuotteen saaminen vaatii paljon tietoa ja taitoa.

Toinen Suomen puupohjaisen rakennus- ja purkujätteen materiaalihyödyntämisen haaste taloudellinen. Kysyntä ja tarjonta eivät kohta. Haasteena on tiedonjako ja logistiikka. Kokonaisuudessaan usein käy niin, että sopivaa rakentamisen ja purkamisen puujätettä on hankala saada läheltä uudelleenkäyttöön. Tällöin välivarastointia, jalostusta ja kuljetusta tarvitsevan jätteen uudelleenkäytöstä tulee, yhdessä purkutyön hinnan lisäksi, taloudellisesti kannattamatonta. (Häkämies et al. 2019, s.27)

Asenteet materiaalihyödyntämistä kohtaan vaikuttavat myös negatiivisesti kysyntään. Esimerkiksi homepelko voi heikentää purkupuusta valmistettujen uusioraaka-aineiden ja -tuotteiden kysyntää. Näiden asenteiden ohella herää myös kysymys siitä kuka on vastuussa, jos tuotteesta aiheutuu haittaa. (Häkämies et al. 2019, s.27)

Selvityshankkeen mukaan poliittinen ohjaus ja hiilijalanjälkihyödyt voisivat kasvattaa kierrätyspuun kysyntää. Myös asenteiden muuttaminen tiedonjaon kautta nähtiin tärkeänä osana kierrättämisen arvostusta kasvattaessa. (Häkämies et al. 2019, s.29)

4. ESIMERKKEJÄ

Tällä hetkellä kiertotalouteen perustuvia puupientalo rakennuskohteita on tutkimani perusteella Suomessa vähän. Toisaalta esimerkiksi hirsirakennuksia on toimivasti uusiokäytetty jo satoja vuosia ja näitä toteutetaan edelleen ja todennäköisesti enenevässä määrin tulevaisuudessa.

Kohteiden puutteeseen liittyy varmasti monet tämänhetkiset haasteet kuten esimerkiksi CE merkinnät. Silti kiertotalouden periaate on omaksuttu suunnitteluprosessiin. Tämän näkee käytännössä mm. siinä kuinka uudisrakennukset suunnitellaan helposti uusiokäytettäviksi.

Tässä osiossa tutkitaan kiertotalouden mahdollisuutta puupientalorakentamisessa esimerkkien kautta. Alkuun tutustutaan hirsirakentamisen historiaan ja projektiin, jossa pyrittiin nykytilanteessa hyödyntämään kiertotaloutta. Toisessa esimerkissä tarkastellaan mikä merkitys muuntojoustavuudella on kiertotaloudessa ja kuinka se vaikuttaa rakennuksen suunnitteluprosessiin.

4.1 HIRSIRAKENTAMINEN

Suomessa uudisrakentamisen energiatehokkuusmääräysten kiristäminen ei enää riitä pienentämään rakentamisen hiilijalanjälkeä siinä määrin että ilmastotavoitteet saavutettaisiin. Tämän seurauksena huomio on kiinnittymässä rakennusmateriaalien valmistuksen hiilijalanjälkeen ja rakennustarvikkeiden kierrätykseen. Lisäksi resurssi niukkuus on johtanut siihen, että tulevaisuudessa materiaalit on hyödynnettävä entistä tarkemmin ja tehokkaammin.

Rakennusmateriaaleista hirsi on Suomessa jo satoja vuosia noudattanut kiertotalouden periaatteita. Hirsirakennuksia on vuosisatojen ajan purettu ja pystytetty uudestaan muualle. Hirsi on kiertotaloudellisesti erinomainen rakennusmateriaali, sillä se sitoo hiiltä koko elinkaarensa ajan. Elinkaarensa lopussa hirrestä voidaan tuottaa esimerkiksi biohiiltä, mutta kiertotalouden kannalta parasta hirressä on se, että se voidaan helposti uudelleen käyttää. Uudelleenkäytöllä vältetään uuden rakennusmateriaalin tuotannossa aiheutuvilta päästöiltä, tarkoittaen entistä matalampaa hiilijalanjälkeä. (Puuinfo 2022a)

Hirsirakennuksia on siirretty ja uudelleenkäytetty Suomessa paljon ja on tärkeä osa maamme rakennushistoriaa. Kysyntää hirsirakennusten uudelleenkäytölle on edelleenkin paljon, mutta haasteita näiden toteuttamiselle riittää. (Puuinfo 2022a)

Kestävän kehityksen ja kiertotalouden tehokkuuden mukaista on käyttää vanha talo mahdollisimman pitkälti uudestaan. Kunhan hirsitalo on hyvässä kunnossa, siitä voidaan uudelleen käyttää lähes kaikki. Rakennusvalvontaviranomainen tulkitsee siirretyt hirsirakennukset usein uudisrakennuskohteeksi eivätkä korjaushankkeeksi. Tällöin haasteeksi muodostuu energiatehokkuusmääräykset, joita vanhat rakennukset harvoin täyttävät. (Puuinfo 2022a)

Hirsirakentamisen mainitseminen tämän tutkimuksen osalta on merkittävää, sillä se osoittaa, että kiertotalous on ollut osa Suomen rakennusalaan jo vuosisatoja. Toki nykyrakentamisen olosuhteet ovat erilaisia, mutta jo olemassa oleva käyttöhistoria tuo luotamusta uudessa haasteessa paremmin hyödynnetyn kiertotalouden rakentamisessa.

Tutkimukseni edetessä on tullut selväksi, että rakennusmateriaalin uusiokäytössä on todellisia esteitä, jotka tämänhetkisen lainsäädännön puitteissa tekevät suurimman osan rakennusmateriaalien kierrättämisestä hankalaa, jopa mahdotonta. Seuraava esimerkki projekti osoittaa sen kuinka haastava kiertotalouden periaatteiden noudattaminen suunnittelussa tämänhetkisessä tilanteessa on suunnittelijoiden ja rakennuttajien näkökulmasta.

Minna Aarnio ja Jukka Reinikainen Rakennusasiatoimisto Aarteesta suunnittelivat ja toteuttivat hiilinegatiiviset hirsitalot Helsingin Honkasuolle, projekti tunnetaan myös nimellä Honkasuon Aarreaitat. Hirsitalojen tavoitteena oli, kuten kaikissa heidän projekteissaan, rakentaa mahdollisimman kestävästi ja ekologisesti käyttäen uusiutuvia materiaaleja, minimoida päästöjä ja kierrättää mahdollisimman paljon. Yksi rakennuskohteen päätavoitteista oli osoittaa, että hiilinegatiivinen rakentaminen on mahdollista ja uudisrakentamisen ilmastolle vaarallista hiilipiikkiä pystytään madaltamaan. (Puuinfo 2022b) Energialuokaksi talot saivat tavoittelemansa A:n. (Arkkitehtiutiset 2022) Vaikka lopputulos olikin hiilinegatiivinen rakennus, niin kiertotaloudellisesti korkeatasoisesti suunnitellun projektin toteutus ei ollut helppoa.

Hirsirakenteinen rivitalo koostuu seitsemästä toisistaan erillisestä hirsirungosta. (Puuinfo 2022b) Hirret on veistetty käsin suomalaisesta puusta Ähtärissä, sekä takkojen piiput on muurattu tiilitehtaan loppueristä. (Arkkitehtiutiset 2022) Käsin veistetyt lohenpyrstö-lukkonurkkaisten massiivihirsirakenteiden avulla on ratkaistu rakennusten kantavat rungot, runkojen jäykistys, julkisivut ja sisäpinnat. (Puuinfo 2022b) Perinteitä hyödyntävä projekti ei silti tarkoita paluuta menneeseen, sillä esimerkiksi jokaisen asunnon katolle on asennettu 16 paneelin aurinkovoimalat, jotka tukevat rakennusten energiatehokkuutta.



Kuva 5. Kuva julkisivun nurkasta, jossa näkyy lohenpyrstö-lukkonurkka. (Puuinfo 2022b)

Honkasuon Aarreaitat hyödyntävät kiertotaloutta monella eri osa-alueella. Rakennusmateriaalit ovat uusioutuvia ja kotimaisia, lisäksi kohteessa pyrittiin uusiokäyttämään rakennusmateriaaleja. Tämä aiheutti kuitenkin yllättäviä haasteita. Aarnion mukaan projektissa pyrittiin kaikkiin keinoihin käyttämään kierrätettyjä materiaaleja. Hyvänä esi-

merkkinä uusiokäytön hankaluudesta olivat piharakennuksiin hankitut kuolinpesän jäämistön puiset ikkunanpuitteet, joiden käytön rakennustarkastaja kielsi heti, sillä niistä puuttui CE-merkintä. Tämä sama tapahtui uusiokäytetyille hirsirungoille. Rakennuslupa näiden käytölle oli kyllä jo myönnetty, mutta lupa niiden käytölle evättiin vasta siinä vaiheessa, kun rungot oli jo pystytetty ja ikkunat asennettu. Ongelma kuitenkin ratkesi rakennustuotehyväksyntään erikoistuneen asiantuntijayrityksen kirjoittamalla rakennuspaikkakohtaisella varmennuslausunnolla. Näin käyttöönottolupa myönnettiin monen haasteen jälkeen. (Arkkitehtiutiset 2022)



Kuva 1. *Honkasuon aarraittojen julkisivut. Asemakaavamääräyksen mukainen erivärisyys saatiin aikaan erivärisillä keittomaaleilla. (Puuinfo 2022b)*

Tämä rakennushanke on erinomainen esimerkki siitä, kuinka hankalaa rakennusmateriaalien uusiokäyttö on nykytilanteessa. Kiertotaloudellisesti korkeamman asteen periaatteen noudattaminen nykyrakentamisessa ei ole mutkatonta vaan se vaatii paljon osaamista suunnittelijoilta, rakennusviranomaisilta ja rakennuttajilta. Mikäli kiertotaloutta halutaan jatkossa toteuttaa laajamittaisemmin, kierrätettyjen rakennusmateriaalien hyödyntäminen tulisi olla huomattavasti helpompaa. Tämä vaatii suuria muutoksia lainsäädännössä ja asenteissa kierrätystä kohti.

4.2 PUURAKENTAMINEN JA MUUNTOJOUSTAVUUS

Vaikka nykytilanteessa puun uusiokäyttö rakennusmateriaalina on hankalaa ovat monet arkkitehdit ja suunnittelijat omaksuneet kiertotalouden periaatteet osaksi suunnitteluprosessiaan. Esimerkkinä tästä on rakennuksien seuraavan käyttötarkoituksen suunnittelu, suunnittelu niin että rakennusmateriaaleja on helppo kierrättää, elinkaari suunnittelu ja uusiutuvien rakennusmateriaalien käyttö. Muuntojoustavasti suunnitellulla rakennuksella on pitkä elinkaari ja näin tukee kiertotalouden periaatteita.

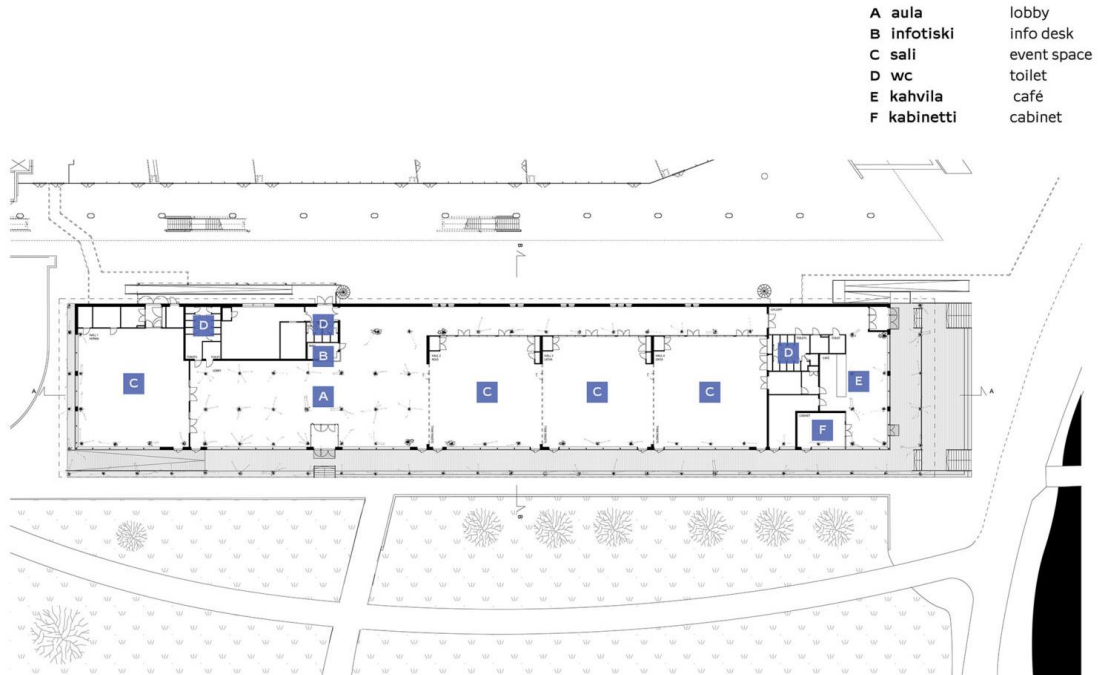
Hyvä esimerkki muuntojoustavasti suunnitellusta puurakennuksesta on Jaakko Torvinsen, Havu Järvelän ja Elli Wendelinin suunnittelema Pikku-Finlandia. Rakennus on suunniteltu Finlandia-talon perusparannustöiden ajaksi väliaikaiseksi kokous- ja tapahtumatilaksi. Rakennus on suunniteltu siirrettäväksi ja sille on suunniteltu seuraava käyttötarkoitus kouluna tai päiväkotina. (ark, 2022a) Rakennus on tarkoitus siirtää vuonna 2025. (ark 2022b)



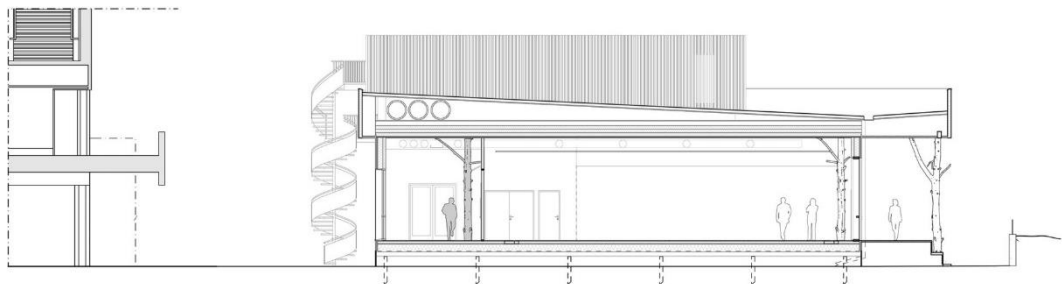
Kuva 2. Pikku-Finlandia. Taustalla Finlandia talon perusparannustyömaa. (ark 2022a)

Haastattelussa Jaakko Torvinen kertoi mitä kaikkea suunnittelu prosessissa tuli ottaa huomioon, jotta rakennus saataisiin siirrettyä ja muunnettua uuteen käyttötarkoitukseensa. Jotta rakennus saadaan helposti purettua liitosten tuli olla mahdollisuuksien mukaan avattavia. Seuraavan käyttötarkoituksen tarpeet tuli rakennusteknisesti olla tiedossa. (ark 2022b)

Seuraavan käyttötarkoituksen valmistelu vaati myös pohjaratkaisun suunnittelua niin, että se täyttäisi koulurakennuksen ja päiväkodin vaatimukset. Tämän seurauksena esimerkiksi pitkän julkisivun ikkunat on mitoitettu niin, että niiden tilalle on mahdollista laittaa ulko-ovet ja rakennuksen tilat suunniteltiin yksinkertaisiksi, jotta ne olisi helppo jakaa pienemmiksi. Rakennus pyrittiin toteuttamaan mahdollisimman pitkälle elementtien avulla, sillä tämä helpottaa purkua. (ark 2022b)



Kuva 3. Pikku-Finlandia Pohjakuva, jossa näkyy tilajako. (ark 2022a)



Kuva 4. Pikku-Finlandia Leikkauskuva. (ark 2022a)

Valitsin tämän projektin esimerkiksi, sillä se osoittaa kiertotalouden tuomat haasteet suunnittelijoille. Useamman käyttötarkoituksen ja materiaalien elinkaaren kestävyys suunnittelu tulevat olemaan haasteellisia, kun kiertotalous alkaa rakennusalalla yleisty-
mään.

5. PÄÄTELMÄT JA POHDINTAA

Puulla on rakennusmateriaalina ominaisuuksia, jotka tekevät siitä kestävämmän tulevaisuuden kannalta merkittävän. Puu toimii hiilivarastona, se on uusiutuva materiaali ja se muovautuu monenlaiseen rakentamiseen. Tällä hetkellä näyttää siltä, että puunkäyttö rakentamisessa tulee tulevaisuudessa vaan lisääntymään.

Vaikka puuta käytetään yhä enenevässä määrin suuriin rakennushankkeisiin, puu on myös käytetyin rakennusmateriaali pientalorakentamisessa. Pientalot ovat edelleen suuri osa rakennuskantaamme ja kestävä kehityksen kannalta merkittävä rakennussektorin osa-alue.

Kulutus kulttuuri on vallitsevan ilmastokriisin, energia kriisin ja epävakaa maailmantilanteen takia suurien muutosten edessä. Maapallon neitseelliset resurssit eivät enää riitä ja niiden jatkuva lineaarinen kulutus aiheuttavat suuren osan päästöistä, jotka taas aiheuttavat ilmastonlämpenemistä ja luontokatoa.

Vaikka Suomessa ilmaston lämpenemisen hillitsemiseksi on tehty jo paljon työtä, esimerkiksi energiatehokkuuden ja kierrättämisen saralla. Jatkovaa kehitystä tarvitaan, mikäli asetetut ilmastotavoitteet halutaan saavuttaa. Rakennussektori aiheuttaa edelleen yli kolmanneksen maamme päästöistä.

Kiertotalouteen siirtyminen on kestävä kehityksen näkökulmasta välttämätöntä. Mikäli resurssipula kasvaa kierrätetyllä rakennusmateriaalilla on jatkossa suurempi arvo. Muutos rakennusalalla kiertotaloudellisesti korkeampi arvoisempaan kiertoon, materiaalihyödyntämiseen ja uusiokäyttöön, on vielä suurien haasteiden edessä. Viranomaisten, kuluttajien, suunnittelijoiden ja rakennuttajien on tehtävä jatkossa yhä enemmän yhteistyötä kiertotalouden mahdollistamiseksi, niin että se on taloudellisesti kannattavaa.

Vaikka nykytilanteessa kiertotalouden hyödyntäminen rakentamisessa on haasteellista, on mielenkiintoista nähdä miten kiertotalous tulee vaikuttamaan eteenkin rakennussuunnitteluun. Esimerkki kohteiden perusteella oli jo selkeitä viitteitä siihen mitä tämä tulee koko rakennusprosessin osalta merkitsemään.

On selvää, että suunnittelijoilta tullaan vaatimaan yhä enemmän osaamista ja tietoa kiertotalouden hyödyntämisessä. Todennäköistä on, että kiertotalouden tehostamiseen rakennusalalla tarvitaan jatkossa myös enemmän asiantuntijoita, jotka ovat tarkemmin perehtyneet lainsäädäntöön ja viranomaisvalvontaan.

Kiinnostava on nähdä mitä puupientalorakentamisen ja korkeamman kierron materiaalihiödyntäminen tulee jatkossa näkymään rakennetussa ympäristössä. Tulevatko esimerkiksi puujulkisivut materiaalihiödyntämisen tehostamisen myötä lisääntymään, sekä miltä uuden ja vanhan materiaalin yhdistäminen näyttää.

Kierrätettyjen rakennusmateriaalien lisääntyneen käytön myötä, turvallisuus ja pitkän elinkaaren takaaminen tulee näkemykseni mukaan silti olla perusta tuotteiden käytölle. Se miten tämä tullaan takaamaan, tulee olemaan haasteellista niin suunnittelu- kuin viranomaisvalvonnan näkökulmasta.

Puun tulevaisuus rakennusmateriaalina on vahva, mutta millaiset ovat jatkossa kierrätetyn ja uusiokäytetyn puun markkinat. Tuleeko kierrätetty puutuote vastaamaan tuorepuuta hyödyllisiltä ominaisuuksiltaan, vai vaatiiko esimerkiksi sisäilman laadun takaaminen lisäkäsittelyä. Se minkälaiset markkinat kierrätetylle ja uusiokäytetylle puulle loppujen lopuksi muodostuvat on kiinnostavaa nähdä.

LÄHTEET

Ympäristöministeriö, 2019. *Vähähiilinen rakentaminen*. [verkkosivu] Saatavilla:

<https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen> [noudettu 30.3.2022]

Tilastokeskus, 2021. *Rakennuskanta 2020*. [verkkosivu] Saatavilla:

https://www.stat.fi/til/rakke/2020/rakke_2020_2021-05-27_kat_002_fi.html [noudettu 12.10.2022]

Puuinfo, 2020a. *Puurakenteissa hiili säilyy pitkään*. [verkkosivu] Saatavilla: [https://puu-](https://puuinfo.fi/puutieto/ymparistovaikutukset/puurakenteissa-hiili-sailyy-pitkaan/)

[info.fi/puutieto/ymparistovaikutukset/puurakenteissa-hiili-sailyy-pitkaan/](https://puuinfo.fi/puutieto/ymparistovaikutukset/puurakenteissa-hiili-sailyy-pitkaan/) [noudettu 30.3.2022]

Ympäristöministeriö, 2020a. *Rakentamisen kiertotalous*. [verkkosivu] Saatavilla:

<https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous> [noudettu 30.3.2022]

PTT Pientaloteollisuus, 2021 *Asuntorakentaminen*. [verkkosivu] Saatavilla:

[https://www.pientaloteollisuus.fi/fin/tietoa-toimialasta/tutkittua-tietoa/asuntorakentami-](https://www.pientaloteollisuus.fi/fin/tietoa-toimialasta/tutkittua-tietoa/asuntorakentaminen/)
[nen/](https://www.pientaloteollisuus.fi/fin/tietoa-toimialasta/tutkittua-tietoa/asuntorakentaminen/) [noudettu 30.3.2022]

Siikanen, U. (2016) *Puurakentaminen. 2.*, uudistettu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy, s. 8, 44, 48.

Puuinfo, 2020b. *Kosteustekniset ominaisuudet*. [verkkosivu] Saatavilla: [https://puu-](https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/puun-kosteustekniset-ominaisuudet/)

[info.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/puun-kosteustekniset-ominaisuudet/](https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/puun-kosteustekniset-ominaisuudet/) [noudettu 30.3.2022]

Puuinfo, 2020c. *Paloteknisiä ominaisuuksia*. [verkkosivu] Saatavilla: [https://puu-](https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/paloteknisia-ominaisuuksia/)

[info.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/paloteknisia-ominaisuuksia/](https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/paloteknisia-ominaisuuksia/) [noudettu 30.3.2022]

Puuinfo, 2020d. *Ääniteknisia ominaisuuksia*. [verkkosivu] Saatavilla: [https://puu-](https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/aaniteknisia-ominaisuuksia/)

[info.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/aaniteknisia-ominaisuuksia/](https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/aaniteknisia-ominaisuuksia/) [noudettu 30.3.2022]

Puuinfo, 2020e. *Fysiologiset ja psykologiset ominaisuudet*. [verkkosivu] Saatavilla:

<https://puuinfo.fi/puutieto/puun-sisailmavaikutukset/fysiologiset-ja-psykologiset-ominaisuudet/> [noudettu 30.3.2022]

Sisäilmayhdistys ry. *Sisäilmasto, perustietoa*. [verkkosivu] Saatavilla: [https://www.si-](https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Perustietoa)

[sailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Perustietoa](https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Perustietoa) [noudettu 30.3.2022]

Allergia.fi, 2021. *Allergia, allergiat yleistyvät*. [verkkosivu] Saatavilla: [https://www.aller-](https://www.allergia.fi/jarjesto/tutkimus/allergia/#a0722b52)

[gia.fi/jarjesto/tutkimus/allergia/#a0722b52](https://www.allergia.fi/jarjesto/tutkimus/allergia/#a0722b52) [noudettu 30.3.2022]

Puuinfo, 2021. *Puun käytön sisäilma- ja terveysvaikutukset*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-sisailmavaikutukset/> [noudettu 30.3.2022]

Puuinfo, 2020f. *Puu sisäilman kosteuden tasaajana*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-sisailmavaikutukset/puu-sisailman-kosteuden-tasaajana/> [noudettu 30.3.2022]

Puuinfo, 2020g. *Tutkittua tietoa männyn ja kuusen terveysvaikutuksista*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-sisailmavaikutukset/tutkittua-tietoa-mannyn-ja-kuusen-terveysvaikutuksista/> [noudettu 30.3.2022]

Puuinfo, 2020h. *Puurakentaminen ja kestävä kehitys*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://puuinfo.fi/2020/06/18/puurakentaminen-ja-kestava-kehitys/> [noudettu 5.10.2022]

Ympäristöministeriö, 2020. *Pariisin ilmastopimus*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://ym.fi/pariisin-ilmastopimus> [noudettu 5.10.2022]

Ympäristöministeriö, 2021. *Glasgow'n ilmastopimus COP26*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://ym.fi/glasgow-ilmastokokous-cop26> [noudettu 5.10.2022]

Ympäristöministeriö, 2020b. *Hallituksen ilmastopolitiikka: kohti hiilineutraalia Suomea 2035*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://ym.fi/hiilineutraalisuomi2035> [noudettu 15.10.2022]

Ympäristöministeriö, 2020c. *Puurakentamisen ohjelma*. Saatavilla: <https://ym.fi/puurakentaminen> [noudettu 15.10.2022]

Sitra, 2016. *Kierrolla kärkeen - Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016–2025*, s.9, s.18. [verkkosivu] Saatavilla: <https://www.sitra.fi/app/uploads/2017/02/Selvityksia117-3.pdf> [noudettu 5.10.2022]

Sitra, 2022. *Monta syytä kiristää vauhtia kohti kiertotaloutta – työpaperi esittelee 10 seuraavaa askelta*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://www.sitra.fi/uutiset/monta-syyta-kiristaa-vauhtia-kohti-kiertotaloutta-tyopaperi-esittelee-10-seuraavaa-askelta/> [noudettu 5.10.2022]

Puuteollisuus, 2022. *Puun kiertotalous*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://puutuoteollisuus.fi/juuri-nyt/kiertotalous> [noudettu 5.10.2022]

Häkämies, S., Lähdesmäki-Josefsson K., Pitkämäki A., (Gaia Consulting Oy), Lehtonen K., (Ytekki Oy) 2019. *Puupohjaisen rakennus- ja purkujätteen kiertotalous*. Saatavilla: <https://puutuoteollisuus.fi/images/puufaktaa/ymparisto-kiertotalous-yms/Puupohjaisen%20rakennus-%20ja%20purkuj%C3%A4tteen%20kiertotalous.pdf> [noudettu 5.10.2022]

Ympäristöministeriö, 2021. *Rakentamisen kiertotalous*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous> [noudettu 5.10.2022]

Puuinfo 2022a. *Hirsirakentaminen – kiertotaloutta vuosisatojen takaa* [verkkosivu] Saatavilla: <https://puuinfo.fi/2022/05/24/hirsirakentaminen-kiertotaloutta-vuosisatojen-takaa/> [noudettu 15.10.2022]

Arkkitehti uutiset 2022. *Honkasuon hiilinegatiivisten hirsitalojen rakennuttaja Minna Aarnio: Kiertotalouden hyödyntämisestä rakentamisessa on tehty hankalaa*. Saatavilla: <https://www.safa.fi/arkkitehti uutiset/honkasuon-hiilinegatiivisten-hirsitalojen-rakennuttaja-minna-aarnio-kiertotalouden-hyodyntamisesta-rakentamisessa-on-tehty-hankalaa/> [noudettu 15.10.2022]

Puuinfo 2022b. *Hiilinegatiiviset Aarraitat kunnioittavat perinteitä*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://puuinfo.fi/2022/05/24/hiilinegatiiviset-aarraitat-kunnioittavat-perinteita/> [noudettu 20.10.2022]

Ark, 2022a. Arkkitehti lehti *Pikku-Finlandia*. Julkaistu 3.2022. [verkkosivu] Saatavilla: <https://www.ark.fi/fi/2022/03/pikku-finlandia/> [noudettu 15.10.2022]

Ark, 2022b. Arkkitehti lehti haastattelu: *Pikku-Finlandian arkkitehti: ”Meillä oli sopivasti kunnianhimoa ja näyttämisen tahtoa”*. [verkkosivu] Saatavilla: <https://www.ark.fi/fi/2022/03/pikku-finlandian-arkkitehti/> [noudettu 15.10.2022]

KUVALÄHTEET

Kuva 1. Forecon 2020. *Rakentamisen näkymät – Puurakentamisen näkökulma. Puupäivä-Webinaari 5.11.2020.* Forecon. Esitys. Saatavilla: <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/11/Rakentamisen-ja-puurakentamisen-nakymat-Pekka-Pajakkala-5.11.2020-Puupaiva-webinaari.pdf>

Kuva 2. Sykli. *Kiertotalous – maailma ilman jätettä?* Saatavilla: <https://kadenjalki.fi/aiheet/esittelykurssi-kiertotalous/>

Kuva 3. Sykli. *Kiertotalous – maailma ilman jätettä?* Saatavilla: <https://kadenjalki.fi/aiheet/esittelykurssi-kiertotalous/>

Kuva 4. Häkämies, S., Lähdesmäki-Josefsson K., Pitkämäki A., (Gaia Consulting Oy), Lehtonen K., (Ytekki Oy) 2019. *Puupohjaisen rakennus- ja purkujätteen kiertotalous.* Saatavilla: <https://puutuoteteollisuus.fi/images/puufaktaa/ymparisto-kiertotalous-yms/Puupohjaisen%20rakennus-%20ja%20purkuj%C3%A4tteen%20kiertotalous.pdf>

[noudettu 5.10.2022]

Kuva 5. & Kuva 6. Puuinfo 2022b. *Hiilinegatiiviset Aarreaitat kunnioittavat perinteitä.* [verkkosivu] Saatavilla: <https://puuinfo.fi/2022/05/24/hiilinegatiiviset-aarreaitat-kunnioittavat-perinteita/> [noudettu 20.10.2022]

Kuva 7., Kuva 8. & Kuva 9. Ark, 2022a. Arkkitehti lehti *Pikku-Finlandia*. Julkaistu 3.2022. [verkkosivu] Saatavilla: <https://www.ark.fi/fi/2022/03/pikku-finlandia/> [noudettu 15.10.2022]