

Joakim Pihlajaniemi

LOPPUUN ASTI MIETITTY
Siirtokelpoinen tilaelementti-
rakennus ja sen elinkaari

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Tarkastaja Markku Karjalainen
Huhtikuu 2023

TIIVISTELMÄ

Joakim Pihlajaniemi:

”Loppuun asti mietitty – Siirtokelpoinen tilaelementtirakennus ja sen elinkaari”

“Completely designed – A wooden, transportable modular building and its life cycle”

Kandidaatintyö

Tampereen yliopisto

Arkkitehtuurin tutkinto-ohjelma

Huhtikuu 2023

Tämän kandidaatintyön tarkoituksena oli tutkia vuokramallilla toimitettavien siirtokelpoisten, puurakenteisten tilaelementtirakennusten perusluonnetta ja vertailla sitä perinteisiin paikalla rakennettuihin rakennuksiin niin valmistustavan, teknisten ominaisuuksien ja suunnittelutyön kuin myös rakentamiseen liittyvän liiketoimintamallin suhteen. Keskeisenä tarkastelunäkökulmana on selvittää, millä tavalla alan liiketoimintamalli, kiertotalous ja elinkaariajattelu kytkeytyvät erottamattomasti toisiinsa ja millaisia mahdollisuuksia tilaelementtirakentaminen luo resurssitehokkuuden tarkempaan huomioimiseen rakennusosalalla niin rakennusmateriaalien kestävyuden ja tarkoituksenmukaisuuden kuin tehokkaamman tilankäytönkin suhteen. Työssä vertailtiin myös erilaisia tapoja tarkastella ja laskea siirtokelpoisen tilaelementtirakennuksen elinkaaren aikaista hiilijälkeä. Lisäksi pohdin siirtokelpoisia tilaelementtirakennuksia rakennusteollisuuden kiertotalouden näkökulmasta pyrkien tunnistamaan materiaalivirtojen suhteen olennaisimmat elinkaaren nivelvaiheet.

Tutkimuksen pohjaksi haastattelin kolmea siirtokelpoisia tilaelementtirakennuksia toimittavan Parmaco Oy:n työntekijää joulukuussa 2021. Lisäksi käytin siirtokelpoisten rakennusten suunnittelun parissa kertynyttä omaa ammattitaitoa pohdinnoissani.

Avainsanat: tilaelementti, tilaelementtirakennus, siirrettävä, siirtokelpoinen, moduuli, modulaarinen, viipalekoulu, koulu, päiväkotito, parakki, kontti, puurakennus, paviljonki, väistötila, vuokramalli, hiililaskelma, elinkaari, resurssitehokkuus, kiertotalous

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO.....	1
1.1 Työn rajaus	1
1.2 Käsitteiden määrittely	2
1.3 Tutkimusaineisto	3
2. VUOKRATTAVA TILAELEMENTTIRAKENNUS – MIKÄ SE ON?.....	4
2.1 Valmistusperiaatteet.....	4
2.2 Rakenteelliset perusratkaisut	5
2.3 Suunnittelu ja lupakäsittely.....	6
2.4 Liiketoimintamalli ja markkina	7
3. ENERGIATEHOKKUUDESTA RESURSSITEHOKKUUTEEN	10
3.1 Elinkaariajattelu rakentamisessa.....	10
3.2 Tilaelementtirakennuksen hiililaskelma.....	11
3.3 Siirtokelpoisen ja pysyvän rakentamisen hiilivertailu	14
3.4 Tilaelementtirakentaminen ja resurssitehokkuus	15
4. TILAELEMENTTIRAKENTAMINEN OSANA JULKISTA PUURAKENTAMISTA ..	18
4.1 Ei mitään parakkeja.....	18
4.2 Tilaelementtirakentamisen tulevaisuus	19
4.3 Kiertotalouden ytimessä.....	20
5. YHTEENVETO	23
LÄHTEET	25
KUVALÄHTEET.....	27

1. JOHDANTO

1.1 Työn rajaus

Tässä työssä käsittelen siirtokelpoisia ja vuokramallilla toimitettavia puurakenteisia tilaelementtirakennuksia sekä niiden kasvu- ja kehittymismahdollisuuksia. En ole halunnut käsitellä tilaelementtirakentamista pelkkänä tuotantotapana muiden joukossa, vaan olen pyrkinyt tutkimaan siirtokelpoisuutta myös laajemmin kokonaisvaltaisena lähestymistapana rakentamiseen. Tästä syystä olen rajannut työni koskemaan nimenomaan vuokramallilla toimitettavia kohteita. Tilaelementtirakennuksen vuokrattavuus takaa rakennuksen aidon siirrettävyyden, ja vuokrattavuus sekä siirrettävyys yhdessä tuovat sisäänrakennettuna liiketoimintaan elinkaari- ja kiertotalousajattelun.

Olen pyrkinyt tuomaan työni otsikolla ”Loppuun asti mietitty” esiin tuota edellä mainittua liiketoimintamalliin sisäänrakennettua elinkaariajattelua, sillä juuri tuo piirre määrittelee mielestäni parhaiten tilaelementtirakentamisen perusluonnetta ja mahdollisuuksia osana suomalaista puurakentamista ja -arkkitehtuuria. Voimakkaasti perinteisestä rakentamisesta poikkeava liiketoimintamalli tuottaa uudenlaisista lähtökohdista johdettuja ratkaisuja, ja tämän voidaan parhaimmillaan olettaa kirittävän ja rikastuttavan lopulta koko rakennusalaan. Kiinnostavaa on myös pohtia, millä tavoin perinteiset rakennusten omistamiseen ja toisaalta tarpeellisten tilojen vuokraamiseen perustuvat rakentamisen markkinat lähentyvät tulevaisuudessa toisiaan. Uskon, että näemme tulevaisuudessa yhä enemmän molempien mallien parhaita puolia yhdisteleviä ratkaisuja.

Vaikka tilaelementtirakentaminen on lisääntynyt voimakkaasti viime vuosikymmeninä ja erilaiset siirtokelpoiset tilaratkaisut yleistyneet suomalaisessa kaupunkikuvassa ja taajamissa, on ajatus kokonaisuudessaan vuokrattavasta rakennuksesta silti useimmille vielä vieras. Moni saattaa myös pohtia, voiko kokonainen rakennus olla oikeasti samaan aikaan laadukas, kestävä ja silti kiertää vuosikymmeniä ympäri Suomea erilaisissa sijoituspaikoissa. Tämän vuoksi olen pyrkinyt käymään läpi tilaelementtirakentamisen peruslähtökohtia mahdollisimman tiiviisti ja samalla vastaamaan kattavasti seuraavaan kysymykseen: Mikä on siirtokelpoinen tilaelementtirakennus ja millainen on sen elinkaari?

1.2 Käsitteiden määrittely

Tilaelementtirakentamiseen ei toistaiseksi ole kaikilta osin muodostunut yksiselitteistä ja yleisesti tunnettua käsitteistöä. Saatetaan puhua moduulirakennuksesta, siirtokelpoisesta rakennuksesta, tilaelementtirakennuksesta tai käyttää näiden termien erilaisia yhdistelmiä. Tilaelementtirakentamisesta käytetään usein myös puhekielisiä ilmaisuja kuten viipalerakennus tai vaihtoehtoisesti hieman vanhentuneisiin mielikuviin perustuvia ilmaisuja, kuten kontti- tai parakkikoulu. On totta, että edelleenkin on olemassa erittäin nopeaa toimitusta vaativia yksinkertaisia ja lyhytaikaisia väistötilatarpeita, jolloin sellaiset termit kuin ”kontti” tai ”parakki” saattavat pitää osittain paikkansa. Tällaiset kohteet ja termit kuvaavat kuitenkin vain tilaelementtirakentamisen yhtä alalajia eikä niinkään tilaelementtirakentamisen varsinaista perusluonnetta kokonaisuudessaan. Todettakoon lisäksi, että myös lyhytaikaisten väistötilahankkeiden laatutaso on noussut ja yhä harvemmin niissäkään on kyse mistään parakeista.

Itse käytän tässä tutkimuksessa pääosin termejä tilaelementtirakennus ja tilaelementtirakentaminen. Lisärajoituksena todettakoon, että pääsääntöisesti tarkoitan edellä mainituilla termeillä nimenomaan edellisessä luvussa esittelemäni tutkimuksen rajoituksen mukaisesti puurakenteista, vuokramallilla toteutettavaa ja siirtokelpoista tilaelementtirakentamista. Kyse ei siis ole pelkästään rakennuksen tuotantotavasta.

tilaelementti: teollisesti esivalmistettu rakennus tai rakennuksen osa, joka itsessään muodostaa vähintäänkin osittaisen huonetilan

tilaelementtirakennus: erillisiä tilaelementtejä toisiinsa liittämällä koottu rakennus

siirtokelpoinen tilaelementtirakennus: tilaelementtirakennus, jonka korkea teollinen esivalmistusaste sekä tekniset ominaisuudet mahdollistavat rakennuksen siirtämisen ja uudelleen kokoamisen nopeasti ja kustannustehokkaasti useamman kerran rakennuksen elinkaaren aikana

vuokramalli: tarvittavien tilojen hankkiminen vuokraamalla siirtokelpoinen rakennus

pysyvä rakennus: rakennus, jonka käyttötarkoitus ja rakennuslupa on pysyvä (myös siirtokelpoinen tilaelementtirakennus voi olla pysyvä)

tilapäinen rakennus: rakennus, joka on paikallaan lyhyen aikaa ohimenevän käyttötarpeen vuoksi

väistötila: rakennus, jonka tarkoitus on korvata tilapäisesti toinen, syystä tai toisesta poissa käytöstä oleva rakennus

1.3 Tutkimusaineisto

Tilaelementtirakentamista sivuavaa akateemista tutkimustietoa ja kirjallisuutta on tois-
taiseksi olemassa vielä melko rajallisesti. Tampereen yliopistossa on viime vuosina hy-
väksytty muutamia diplomitöitä liittyen puurakenteiseen tilaelementtirakentamiseen.
Näistä vain Virpi Väisäsen moduulikouluja käsittelevä työ (Väisänen, 2017) käsittelee
nimenomaan siirtokelpoisia vuokramallilla toteutettavia tilaelementtirakennuksia. Lisäksi
Tampereen ammattikorkeakoulussa on viime vuosina hyväksytty AMK-opinnäytetyönä
selvitys koskien tilaelementtirakennuksen purkamista ennen siirtoa seuraavaan sijoitus-
paikkaan (Danielson, 2021) sekä suunnitteluohje tilaelementtirakentaja Adapteon C90-
järjestelmää varten (Keskinen, 2020). Toni Sjöman puolestaan on opinnäytetyössään
(Sjöman, 2018) tutkinut FM-haus Oy:n tilaelementtien maanvaraista perustamista.

Olen työskennellyt itse opintojeni ohessa rakennussuunnittelijaharjoittelijana tässä
työssä käsiteltäviä rakennuksia toimittavan Parmaco Oy:n palveluksessa toukokuusta
2019 alkaen. Näin ollen olen merkittävässä määrin käyttänyt tutkiessani omiin empiirisiin
havaintoihini perustuvaa työssä kertynyttä asiantuntemusta. Tämän lisäksi olen joulu-
kuussa 2021 kolmena eri päivänä suorittanut haastattelut kolmelle Parmaco Oy:n työn-
tekijälle varmenttaakseni omia havaintojani sekä kuullakseni heidän näkökulmiaan tässä
tutkimuksessa käsiteltäviin aiheisiin. Haastateltaviksi henkilöiksi valitsin Parmaco Oy:n
suunnittelujohtaja Jari Palosen (arkkitehti SAFA), teknisen johtajan Maarit Auvisen (ra-
kennustekniikan diplomi-insinööri, rakennusarkkitehti AMK) sekä myyntijohtaja Mikko
Ruopion (tuotantotalouden insinööri AMK). Kaikilla haastatelluilla on laaja kokemus tila-
elementtirakentamisesta.

Vaikka haastateltavat henkilöt sekä tämän työn kirjoittaja ovat Parmaco Oy:n työnteki-
jöitä, ovat esitetyt havainnot ja huomiot koskien siirtokelpoista tilaelementtirakentamista
sovellettavissa kaikkiin puurakenteisiin tilaelementtirakennuksiin vuokraaviin yrityksiin.
Työni ei siis rajaudu Parmaco Oy:n toimintaan yksittäisenä yrityksenä, eikä Parmaco Oy
ole tämän kandidaatintyön tilaaja.

2. VUOKRATTAVA TILAELEMENTTIRAKENNUS – MIKÄ SE ON?



Kuva 1: TEHTAANKADUN ALAKOULU (Parmaco Oy)

Vuokramalliin perustuvan tilaelementtirakentamisen luonnetta ja mahdollisuuksia ei määrittele pelkästään rakennustapa tai vaikkapa tilapäinen käyttötarkoitus, vaan merkittävässä määrin myös liiketoimintamalli. Kyse on tuotantotavan ja liiketoimintamallin yhdistelmästä, johon resurssitehokkuus- ja elinkaariajattelu kuuluu sisäänrakennettuna. Esittelen tässä luvussa sekä alan liiketoimintamalliin että itse siirtokelpoiseen tilaelementtirakennukseen ja sen suunnittelutyöhön liittyviä peruseriaatteet.

2.1 Valmistuseriaatteet

Siirtokelpoisissa tilaelementtirakennuksissa teollisesti esivalmistettu modulaarinen rakennustapa on viety mahdollisimman pitkälle. Tilaelementtirakennus on kuin mikä tahansa rakennus, mutta työmaan sijasta se on rakennettu sopivan kokoisina osina valmiiksi jo tehtaalla. Näin rakennus voidaan asentaa työmaalla nopeasti korkean valmiusasteen osista paikalleen. Tilaelementtien mitoitus määrittelevät logistiset reunaehdot, joita ovat niin raskaan ajoneuvoliikenteen ja käytettävissä olevan nosturikaluston kapasiteetti kuin esimerkiksi rakennuspaikalle johtavien kulkuväylien enimmäismitat. Näiden reunaehtojen rajoissa tavanomainen siirtokelpoinen tilaelementti on päämitoiltaan noin neljä metriä leveä ja kymmenestä viiteentoista metriä pitkä (Auvinen, 2021).

Tehtaalla rakennusprosessi on kehitetty mahdollisimman tehokkaaksi. Ala- ja yläpohja- sekä seinäelementit valmistetaan teollisesti tasoelementteinä valmistuspöydillä ja kokoonpanovaiheessa ne yhdistetään tilaelementiksi. Myös julkisivuverhoilut sekä vesikatto asennetaan valmiiksi jo kokoonpanolinjalla. LVI- ja sähköjärjestelmien läpiviennit tehdään jo tasoelementtien rakennusvaiheessa ja erilaiset kiintokalusteet sekä tekniset osat kuten sähköhyllyt ja ilmastointikoneet tilaelementin ollessa koottuna. Koska nopea toimitusaikataulu on siirtokelpoisen tilaelementtirakentamisen keskeinen kilpailuvaltti, on myös tehtaalla toiminta ja valmistusprosessit optimoitu siten, että matka esivalmistuspöydiltä valmiiksi tilaelementiksi on mahdollisimman nopea.

Aivan kokonaan tilaelementtirakennus ei kuitenkaan ole teollisesti esivalmistettu, sillä osa rakennustöistä jää työmaalle. Esimerkiksi maanrakennustyöt, LVI-järjestelmien liitännäkohdat sekä perustustyöt ovat luonnollisesti työmaalla suoritettavia töitä. Tämän jälkeen on edessä itse tilaelementtien paikalleen asentaminen. Pohja- ja perustustöiden sekä rakennuksen pystytyksen jälkeen seuraa vielä viimeistelytyöt, joihin kuuluvat esimerkiksi tilaelementtien väliset LVI- ja sähkökytkennät sekä tilaelementtien välisten liitoskohtien tiivistys- ja verhoilutyöt. Lisäksi rakennuksen ulkopuoliset sisäänkäyntien portaat ja luiskat sekä niihin liittyvät katokset kuuluvat työmaalla tehtäviin viimeistelytyöihin. Pohjimmiltaan kaikki perustuu kuitenkin siihen, että jokainen tilaelementti on rakennettu tehtaassa mahdollisimman pitkälle valmiiksi (Auvinen, 2021).

2.2 Rakenteelliset perusratkaisut

Moderni siirtokelpoinen rakennus muistuttaa perusratkaisuiltaan usein varsin perinteistä ja vuosisatojen mittaan hyväksi havaittua suomalaista rakennusta: harjakattoinen puurakennus tuulettuvalla alapohjalla. Taloteknisiltä järjestelmiltään rakennukset ovat kuitenkin moderneja. Esimerkiksi S2-luokan ilmanvaihto ja vesikiertoinen lattialämmitys sekä erilaiset lämmitysmuodot kuten kaukolämpö-, maalämpö-, ilma-vesilämpöpumppu- ja aurinkopaneelijärjestelmät ovat arkipäivää. (Auvinen, 2021)

Tilaelementtirakennus voidaan perustaa monella tavalla riippuen sijainnista, maaperän kantavuudesta ja mahdollisista tilaajan asettamista vaatimuksista. Riippuu valmistajan ja perustettavan rakennuksen runkojärjestelmästä, tuleeko rakennuksen alla olla kantavat perustuslinjat vai esimerkiksi pistemäiset pilariperustukset. Suurin perustamistapaan vaikuttava tekijä on kuitenkin maapohjan kantavuus rakennuspaikalla, sillä tämä ratkaisee, voidaanko rakennus perustaa maanvaraisesti, vai tuleeko rakennus paaluttaa. (Auvinen, 2021)

Puurakenteisen tilaelementin kantavina rakenteina ylä- ja alapohjissa sekä seinissä käytetään mitallistettua runkopuutavaraa ja kertopuupalkkeja ja vesikattoa kannattelee yleensä kattoristikot. Perinteisten rankarakenteisten kantavien seinien lisäksi voidaan hyödyntää myös pilari-palkkiratkaisuja. Eristemateriaalina voidaan käyttää esimerkiksi erilaisia villaeristeitä ja pääasiallisena ulkoverhoiluna on yleensä puupanelointi tai lomalauta. Katemateriaalina toimii pelti- tai huopakate. Olennaista kaikissa runko- ja pintaverhoilumateriaaleissa on huomioida keveys, kestävyys ja rakennuksen siirtoon liittyvä rasitus.

2.3 Suunnittelu ja lupakäsittely

Siirtokelpoisen tilaelementtirakennuksen suunnitteleminen ja rakennuslupaprosessi vastaavat pääosin paikallaan rakennettavien rakennusten suunnitteluprosessia. Suurimmat eroavaisuudet liittyvät projektien nopeuteen ja mitoituksellisiin reunaehtoihin. Siirtokelpoisen tilaelementtirakentamisen suunnittelussa on myös tavanomaista laajemmin vaurduttava tuleviin käyttötarkoituksen muutoksiin erilaisin rakenteellisin ja toiminnallisin varauksin.

Parmaco Oy:llä valtaosa haettavista luvista jakautuu tilapäisten ja määräaikaisten lupien välille, mutta myös pysyviä rakennuslupia haetaan. Tilaelementtirakentaminen ei sinällään ohjaa mihinkään yksittäiseen lupatyyppiin, sillä tilaelementtirakennus itsessään voi täyttää kaikkien lupamuotojen määritelmät. Ratkaisevaa on tilaajan toiveet: millaisena, minkälaiselle paikalle ja kuinka pitkäksi aikaa tilaaja on vuokraamiansa tiloja hankkimassa. (Palonen, 2021)

Tilasuunnittelun taustatekijänä on aina otettava huomioon mitoituksellisena perusyksikönä yksittäinen tilaelementti sekä sen kantavat ja jäykistävät rakenteet. Tilojen dimensiot ja niitä määrittävät perusrakenteet ovat voimakkaasti standardoituja (Palonen, 2021). Huolellisella suunnittelulla moderni tilaelementtirakennus taipuu kuitenkin monenlaisiin avoimiinkin tilaratkaisuihin ja yhdistelemällä taso- ja tilaelementtejä on mahdollista toteuttaa myös vaikkapa korkeita täysimittaisia liikuntasaleja (Auvinen, 2021).

Ratkaisujen voimakas mitoituksellinen standardointi ei ole pelkästään rajoittava tekijä, vaan tuo myös etuja suunnittelutyöhön. Erilaiset tila-, kaluste- ja rakenneratkaisut hioutuvat nopeassa toimitussyklissä jatkuvasti niin muilta suunnittelualoilta ja tuotannolta, kuin myös loppukäyttäjiltä saadun palautteen perusteella yhä toimivimmiksi ja kestävämmiksi ratkaisuiksi. Prosessien nopea kierto ja toisto tarjoavat siis mahdollisuuden hyvinkin yksityiskohtaiselle tuotekehitykselle.

Yksittäisen puurakenteisen tilaelementin suunniteltu käyttöikä on Parmaco Oy:llä 40-60 vuotta. Näin ollen suunnittelussa on varauduttava elementin elinkaaren aikana sijainnin ja käyttötarkoituksen muuttumiseen. Rakennukset kaikkine osineen on suunniteltava sekä huollettavuudeltaan helpoiksi että kestäväksi useat siirrot. Lisäksi elinkaaren aikaisiin käyttötarkoituksen muutostöihin on varauduttava jo suunnitteluvaiheessa erilaisin rakenteellisin varauksin. Rakennuksen elinkaarta ja tulevia muutos- ja siirtotöitä ajatellen poikkeuksellisen tärkeään rooliin nouseekin kaiken suunnittelu- ja piirustusmateriaalin huolellinen sähköinen dokumentointi. (Palonen, 2021)

2.4 Liiketoimintamalli ja markkina

Yksittäisen siirtokelpoisen tilaelementtirakennuksen rakennushanke lähtee vireille, kun tilaaja ilmoittaa tilatarpeestaan. Koska koulu- ja päiväkotirakennukset ovat suurin vuokrattavien ja siirtokelpoisten tilaelementtirakennusten markkina Suomessa, on tilaaja yleensä julkinen toimija. Tällöin kohteesta järjestetään julkinen kilpailutus. Valtiovarainministeriön alaisen hankintailmoituspalvelun kautta saadaan tieto tarjouspyynnöstä, jossa tyypillisesti on tarjousaikaa muutamista viikoista muutamaan kuukauteen. Tänä aikana laaditaan tarjouspyynnön mukaiset tarjoussuunnitelmat kohteesta ja lasketaan suunnitelmien pohjalta kohteelle hinta. Tarjousajan umpeuduttua tilaaja tekee hankintapäätöksen vertailtuaan saatuja tarjouksia tarjouspyynnössä määrittämillään vertailuperusteilla. Tilaelementtirakennusten markkina on Suomessa kilpailtu ja tyypillisesti tilaaja saa noin kolmesta viiteen tarjousta jättämäänsä tarjouspyyntöön. (Ruopio, 2021)

Toimitusaika sopimuksen allekirjoittamisesta on usein kolmesta kahteentoista kuukautta riippuen kohteen luonteesta. Tänä aikana rakennukselle laaditaan toteutus- ja rakennuslupasuunnitelmat, haetaan rakennuslupa, rakennetaan kohde tehtaassa tai tehdään tarvittavat muutostyöt olemassa oleviin tilaelementteihin ja lopulta kootaan rakennus käyttövalmiiksi tilaajan osoittamalle rakennuspaikalle. Vuokra-ajan alkaessa tilaajan vastuulle tulee maksaa rakennuksen käytöstä sopimuksen mukaista kuukausivuokraa aina vuokra-ajan päättymiseen saakka. Tämän jälkeen tilaajan taloudelliset velvoitteet ja vastuut rakennuksen ylläpidosta lakkaavat ja tilaajasta siirtää rakennuksen pois paikalta sopimuksessa määritellyn ajan puitteissa. (Ruopio, 2021)

Olen alla olevassa taulukossa jakanut tilaelementtirakentamista karkeasti kolmeen pääryhmään jäsentääkseni selvemmin sekä erilaisten tilatarpeiden että tilaelementtirakennusten ja niiden rakentamisen luonnetta. Lajittelevia tekijöitä on useita, joista keskeisimpänä vuokratuuden kesto. Alla esitettyyn luokitteluun on kuitenkin poikkeuksia. Esimerkiksi Finlandia-talon remontin ajaksi väistötilahenkiseksi paviljongiksi rakennettu Pikku-

Finlandia edustaa viimeisteltyä ja korkeatasoista arkkitehtuuria, mutta on vuokra-ajaltaan suhteellisen lyhytaikainen rakennus (Taipale, 2021).

	Paikallaan rakennettu	Siirtokelpoinen tilaelementtirakennus		
Vuokra-aika	Tilaaajan omassa taseessa ja vastuulla	Pitkä, esim. 20 vuotta	Keskipitkä 5-10 vuotta	Lyhyt 2-4 vuotta
Käyttötärpeen luonne	Pysyvä	Pysyvä	Määräaikainen	Tilapäinen
Esimerkki käyttörakoituksesta	Tavanomainen koulurakennus	Tavanomainen koulurakennus	Laskeva väestötrendi ja tulevaisuudessa vähenevä tilatarve	Väistötila esim. akuutin sisäilmaongelman vuoksi
Rakennuksen ulkoinen olemus	Tavanomainen koulurakennus	Luonteeltaan erittäin lähellä pysyvää rakennusta, arkkitehtuuriltaan sovitettu ympäristöönsä	Luonteeltaan pysyvän rakennuksen kaltainen	Pelkistetty, ei välttämättä erikseen sovitettu ympäristöönsä
Suunnittelu- ratkaisun luonne	Täysin uusi kohde	Asiakasohjautuva, mukailee mahdollisuuksien mukaan standardiratkaisuja	Valmistajien vakioratkaisuja pääosin hyödyntävä	Vakioratkaisu
Tuotantotapa ja rakenteelliset ratkaisut	Pääosin paikallaan rakennettu	Mahdollisesti osia rakennuksesta paikallaan rakennettu	Esim. liikuntasali rakennettu tasoelementteinä	Täysin tilaelementteinä teollisesti tuotettu
Toimitusaika käyttövalmiiksi rakennukseksi kilpailun ratkaisemisesta	Muutamia vuosia	Noin vuosi	Vaihtelevasti muutamasta kuukaudesta jopa vuoteen	Nopeimmillaan joitain kuukausia

Kuva 2: ERILAISTEN PROJEKTITYYPPIEN KARKEA JAOTTELU

Tilaelementtirakentaminen on ollut Suomessa voimakkaasti kasvava rakennusteollisuuden markkina. Puurakenteisia tilaelementtirakennuksia vuokraa Suomessa muun muassa Parmaco Oy, Adapteo Oyj, Elementit-E Oy, Teijo-talot Oy, Modulo-markkinointinimellä toimiva KoskiRent Oy sekä FM-haus Oy. Jokaisella toimittajalla on luonnollisesti oma erityisosaamisensa ja liiketoiminnalliset painopisteensä, eivätkä kaikki toimittajat

näin ollen välttämättä tarjoa aina samoja kohteita. Osa toimittajista, etenkin edellä mainitun listan ulkopuoliset pienemmät talotehtaat, saattavat olla ainoastaan kiinnostuneita vain rakennuksen myynnistä, eivätkä ole niin innokkaasti mukana suurempia taloudellisia hartioita vaativassa vuokraustoiminnasta. (Ruopio, 2021)

3. ENERGIATEHOKKUUDESTA RESURSSITEHOKKUUTEEN

Kantar TNS Oy:n ja Sitran toteuttamassa Resurssiviisas kansalainen -seurantatutkimuksessa (Hyyry, 2019) 53 prosenttia 18-79-vuotiaista suomalaisista ilmoitti, että on tietoisesti vähentänyt kuluttamistaan ympäristöystävällisistä ja pyrkii tekemään vastuullisia kulutusvalintoja. Osuus oli noussut vuonna 2017 toteutetusta vastaavasta kyselystä noin kuu-della prosenttiyksiköllä. Erilaiset kulutuksen vähentämiseen kannustavat minimalismin ja kiertotalouden periaatteet ja sovellukset ”konmaritetusta” vaatehyllystä vaikkapa sosiaalisen median kierrätysaiheisiin ryhmiin ovatkin tulleet suomalaisille tutuksi 2010-luvulla. Erilaiset alusta- ja kiertotalouden innovaatiot ovat tuoneet uusia vaihtoehtoja omistamisen rinnalle. Voinee sanoa, että tavaroiden tuottamiseen ja omistamiseen huolettomimmin perustuva materiaalisen yltäkylläisyyden aika on ainakin asenteiden tasolla ohitse. Vastuullinen nyrkkisääntö nykyisin onkin, että kaikkeen tuotettavaan ja hankittavaan materiaan tulisi suhtautua kuin lemmikkieläimeen: miettiä todelliset vastuut ja vaikutukset elinkaaren loppuun saakka.

3.1 Elinkaariajattelu rakentamisessa

Ympäristötietoisuus on tullut suomalaiseen rakentamiseen vaiheittain. Energiankulutukseen alettiin öljykriisin jälkeen kiinnittää 1970-luvulla nopeasti huomiota. Kallistuvien lämmityskulujen tuoma suora rahallinen lovi suomalaisten kukkarossa kannusti nopeisiin lisäeristysratkaisuihin. Yhdistettynä hataraan kosteustekniseen osaamiseen tämä johti monesti ikäviin lopputuloksiin. Rakennuslehden entinen päätoimittaja Seppo Mölsä kirjoittaa rakennusten sisäilmeongelmia käsittelevässä artikkelissaan (Mölsä, 2021), että markkinoille tuohon aikaan tulleet uusia rakennusteollisuuden tuotteita ei ollut tutkittu ja testattu riittävästi ja niiden kosteusriskit myös aliarvioitiin järjestelmällisesti virallisissa ohjeissa.

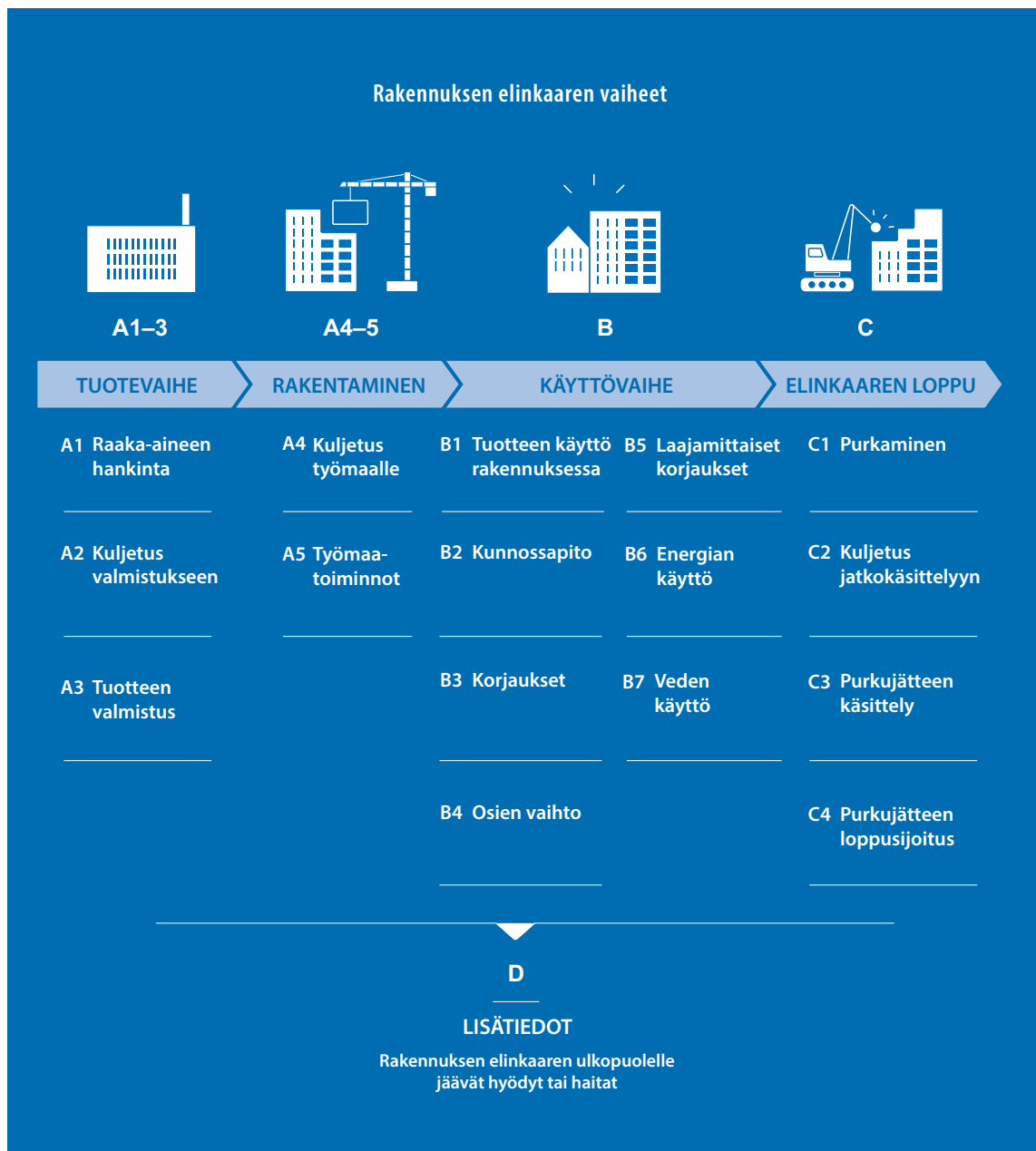
Lämmittämiseen kuluvan energian lisäksi on myöhemmin yhä kokonaisvaltaisemmin kiinnitetty huomiota myös muihin ympäristö-, ilmasto- ja kestävyystekijöihin. Ympäristöministeriön teettämässä rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmiä koskevassa julkaisussa (Kuittinen, 2019) todetaan rakennusten elinkaarta koskevan vähähiilisyden tulevan osaksi määräyksiä 2020-luvun puoliväliin mennessä osana laajempaa maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistusta. Rakennuksen hiilijalanjälkeen vaikuttaviksi elinkaaren eri vaiheiksi eritellään kyseisessä julkaisussa neljä päävaihetta: raaka-

aineiden hankinnan ja esivalmistuksen käsittävä tuotevaihe, itse rakennuksen rakentaminen, valmiin rakennuksen käytöstä syntyvät päästöt käsittävä käyttövaihe sekä elinkaaren loppu aina purkamiseen saakka.

Valitettavasti rakennuksen elinkaaren aikaisen vähähiilisuuden arviointi ei kuitenkaan sekään tarjoa täyttä kokonaiskuvaa rakennuksen ympäristöystävällisyydestä. Elinkaarilaskelmat ovat aina parhaimmillaankin vain valistuneita arvioita, sillä monia tekijöitä, kuten esimerkiksi rakennuksen todellista käyttöikää on mahdotonta ennustaa täysin luotettavasti. Suurempi ongelma liittyy kuitenkin siihen, että elinkaarilaskelma ei huomioi lainkaan rakennuksen tarkoituksenmukaisuutta tai todellista käyttöastetta. Tämä on toki ymmärrettävää, sillä tällaisten asioiden yhteismitallinen arviointi on haastavaa ja nykyisillä menetelmillä toistaiseksi jopa mahdotonta. Tampereen yliopistossa laadittu ja valtioneuvoston kanslian vuonna 2017 julkaisema selvitys kaupunkirakenteen kokonaisvaltaisesta resurssitehokkuudesta ja sen arviointimenetelmistä (Lehtovuori, Vanhatalo, Rantanen, Viri, 2017) tarjoaa kuitenkin jo toisenlaisiakin lähestymistapoja. Siinä esitelty WHOLE-malli tarjoaa lähtökohtia resurssitehokkuuden käsitteen tarkastelemiseen muutenkin kuin raaka-aineiden mitattavan käytön suhteen. Tämäkään malli ei kuitenkaan tarjoa selkeitä vertailukelpoisia työkaluja tai raja-arvoja, vaan siinä esitetyt periaatteet ovat luonteeltaan enemmän apuvälineitä kokonaisvaltaisesti resurssitehokkuuden huomioimiseen ajatteluun. Oletettavaa kuitenkin on, että resurssien tehokas ja tarkoituksenmukainen käyttö ja kierrätys korostuvat tulevaisuudessa myös rakentamisessa erilaisten arviointimenetelmien kehittyessä.

3.2 Tilaelementtirakennuksen hiililaskelma

Aiemmin mainitsemassani ympäristöministeriön teettämässä rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmiä koskevassa julkaisussa (Kuittinen, 2019, s. 14) rakennuksen elinkaari on jaettu neljään päävaiheeseen sekä erillisiin lisätietoihin, joita voivat olla esimerkiksi rakenneosien uudelleenkäyttö. Jaottelu pohjautuu eurooppalaiseen standardiin (EN 15978, 2011) ja on esitetty kuvallisesti tämän kappaleen lopussa. Olen seuraavissa kappaleissa pohtinut tällaisen pysyvään rakentamiseen luodun elinkaarimallin soveltuvuutta tilaelementtirakennuksen elinkaaren arviointiin.



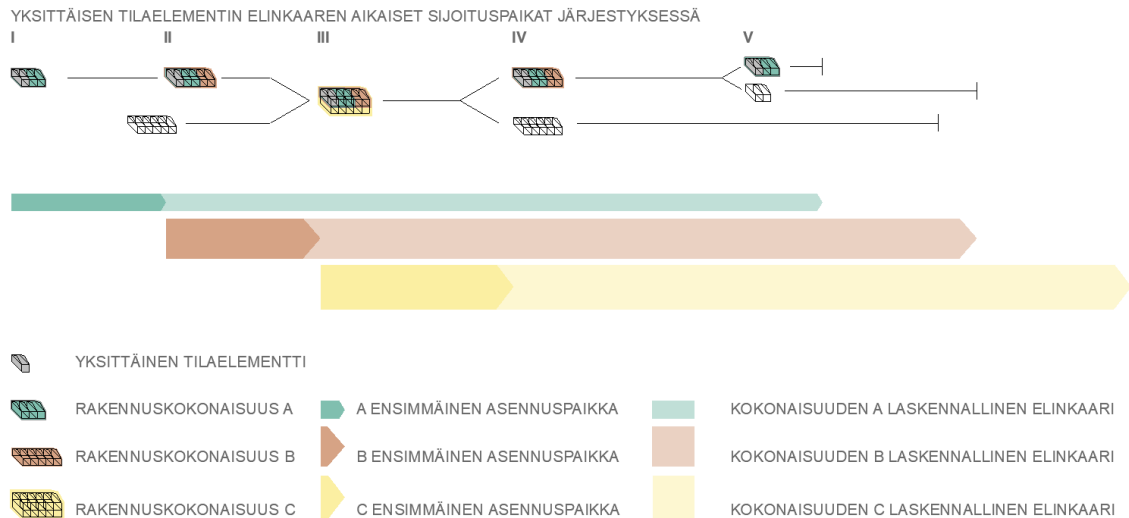
Kuva 3: RAKENNUKSEN ELINKAAREN VAIHEET (Kuittinen, 2019)

Sovellettaessa kuvassa 3 esitettyä mallia tilaelementtirakentamiseen nousee määriteltäväksi muutamia perusoletuksia, sillä tilaelementtirakennuksen useampaan sijoituspaikkaan perustuvaa elinkaarta voisi edellä mainitun jaottelun puitteissa tarkastella useammalla eri tavalla. On ratkaistava, käsitelläänkö tilaelementtirakennusta yhtenä yksittäisenä kokonaisuutena, vai usean yksittäisen tilaelementin summana. Lisäksi on valittava, miten elinkaarta tarkastellaan ajallisesti. Tilaelementtien näkökulmasta elinkaari on sen rakentamisen ja lopullisen purkamisen välinen ajanjakso, mutta sijoituspaikan näkökulmasta elinkaari on tilaelementtien paikalleen asennuksen ja tämän yksittäisen rakennuskokonaisuuden purkamisen välinen ajanjakso.

Yksinkertaisin tapa on laskea elinkaari tilaelementtien koko olemassaoloajalle (esimerkiksi 40-60 vuotta) toistaen laskelmissa kohtaa ”*Rakentaminen A4-5*” rakennuksen siirrot ja uudelleenpystytykset (esimerkiksi 4 kertaa) huomioiden. Sekä teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (Vares, 2018) että Tiina Taiminen opinnäytetyössään (Taiminen, 2021) ovat laskeneet siirrettävän tilaelementtirakennuksen hiilijalanjälkeä nimenomaan tästä näkökulmasta.

Toinen tapa olisi laskea rakennuksen ajallinen elinkaari yksittäisen sijoituspaikan mukaan ja ottaa rakennuksen aiempi tai tuleva uudelleenkäyttö huomioon kohdassa ”*Lisätiedot D*” (Kuva 3). Tällaisessa tarkastelussa aiemmasta ja tulevasta käytöstä laskettavan hiilikädenjäljen ja kompensaaion laskemiseen tulisi kuitenkin olla selkeä ja vertailukelpoinen laskentaperiaate. Tällainen tarkastelu olisi monimutkaisempi, mutta saattaisi tarjota mielekkäämpää tietoa vaikkapa rakennuksen vuokraajan näkökulmasta tai esimerkiksi lämmitysmuodon vaihtuessa eri sijoituspaikkojen välillä. Toisaalta tämä voisi myös kannustaa tilaelementtien kunnossapitoon ja elinkaaren jatkamiseen: laskennallista elinkaartaan lähestyvä, mutta edelleen käyttökelpoinen ja näin uudelleen vuokrattava rakennus olisi jo lähes vapaa tuotevaiheen päästöistä. Tällaisilla seikoilla voi tulevaisuudessa olla mahdollisesti nykyistä isompi painoarvo.

Lisäksi kolmantena vaihtoehtona voitaisiin perustellusti tarkastella vain yksittäisen tilaelementin elinkaarta, sillä alun perin yhdenlaisena kokonaisuutena valmistettu ja vuokrattu rakennus saattaa elinkaarensa varrella jakautua tai yhdistyä useammankin kerran eri rakennuksiksi. Elinkaariennusteeseen tällä ei olisi kuitenkaan käytännössä mitään vaikutusta, sillä jokaisen tilaelementin laskennallinen elinkaari valmistettaessa on sama huolimatta siitä, missä osoitteessa kunkin tilaelementin todellinen vuokra- ja käyttöhistoria tulee olemaan. Sen sijaan, mikäli haluttaisiin laskea aiemmassa kappaleessani esittämällä tavalla rakennuksen elinkaari yksittäisen sijoituspaikan mukaan, voisi tilaelementtikohtaisen aiemman käyttöhistorian tarkastelusta olla apua. On esimerkiksi mahdollista, että tilattava rakennuskokonaisuus toteutetaan käytännössä osittain uutena valmistettavista ja osittain käytetyistä tilaelementeistä.



Kuva 4: TILAELEMENTTIEN ELINKAARI

Siirtokelpoisen tilaelementtirakennuksen elinkaarta voidaan tarkastella sekä yksittäisen tilaelementin tai rakennuskokonaisuuden että yksittäisen sijoituspaikan näkökulmasta. Kaavion tilaelementit esiintyvät yhtenäisenä rakennuskokonaisuutena C vain pienen osan koko elinkaarestaan, mutta jokainen kaaviossa esitetty tilaelementti ja sijoituspaikka ovat kuitenkin osa rakennuskokonaisuuden C elinkaarta. Vastaavasti kaaviossa seurattava yksittäinen tilaelementti esiintyy elinkaarensa aikana kolmessa erilaisessa rakennuskokonaisuudessa ja viidessä eri sijoituspaikassa.

3.3 Siirtokelpoisen ja pysyvän rakentamisen hiilivertailu

Yleisesti ottaen tilaelementtirakennuksen ja pysyvän rakennuksen vertailu ilmastonäkökulmasta on vaikeaa, sillä ne vastaavat usein hieman erilaiseen tarpeeseen. Yksiselitteistä vertailurakennusta ei myöskään ole olemassa, sillä esimerkiksi pysyvien koulurakennusten arkkitehtuurissa, koossa ja rakennusmateriaaleissa on suurta vaihtelua. Suora vertailu pysyvän rakentamisen kanssa on mielekkäintä niiden kohteiden osalta, joissa uusi paikallaan rakennettu rakennus ja tilaelementtirakennus ovat aidosti vertailukelpoisia vaihtoehtoja.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n tekemässä moduulirakentamisen elinkaarenai-kaista hiilijalanjälkeä tutkivassa raportissa (Vares, 2018) on vertailtu kerrosalaltaan 600m² kokoisen paikallaan rakennetun ja siirtokelpoisen rakennuksen elinkaarta. Raportista selviää, että valtaosa rakennuksen elinkaaren aikaisista päästöistä syntyy lämmityksestä käyttövaiheen aikana. Näin ollen rakennuksen lämmitysmuodolla on suuri vaikutus rakennuksen päästöihin. Ilmavesilämpöpumpulla varustetun siirtokelpoisen rakennuksen elinkaaren aikaiset päästöt ovat vain 59% vastaavan kaukolämpöverkkoon liitetyn paikallaan rakennetun rakennuksen päästöistä. Huomioitavaa on, että tilaelementti-

rakennuksen siirrosta aiheutuvat päästöt ovat maltilliset. Yksittäisen siirron ja työmaavaiheen aiheuttamat päästöt muodostavat kokonaispäästöissä erittäin pienen, vain 1-2% käsittävän osan riippuen rakennuksen lämmitysmuodosta.

	Siirtokelpoinen rakennus kaukolämpö		Paikallaan rakennettu kaukolämpö		Siirtokelpoinen rakennus ilmavesilämpöpumppu	
Tuotevaihe A1-3 kgCO ₂ e	96 728	15,2%	94 137	15,2%	91 255	25,0%
Rakentaminen A4-5 kgCO ₂ e	25 608	4,0%	8 166	1,3%	25 608	7,0%
Käyttövaihe B3, B4, B6 kgCO ₂ e	510 955	80,1%	510 955	82,7%	238 911	65,3%
Elinkaaren loppu C1-4 kgCO ₂ e	4 482	0,7%	4 789	0,8%	4 482	1,2%
Yhteensä kgCO ₂ e	637 773		618 047		365 729	
<i>Raportissa rakennusten elinkaareksi on oletettu 40 vuotta. Siirtokelpoisten rakennusten on laskelmassa oletettu siirtyvän 4 kertaa elinkaarensa aikana. Tämä on huomioitu kohdassa A4.</i>						

Kuva 5: ERI RAKENNUSVAIHEIDEN OSUUS ELINKAARENAIKAISISTA PÄÄSTÖISTÄ (koottu julkaisusta: Vares, 2018)

3.4 Tilaelementtirakentaminen ja resurssitehokkuus

Vuokrattavat tilaelementtirakennukset tuovat resurssitehokkuuden käsitteen tilanhallintaan ja rakentamiseen uudella tavalla. Suurimmat syyt liittyvät jälleen alan liiketoimintamalliin. Vuokranantajan näkökulmasta koko elinkaaren käsittävä vastuu rakennuksesta ohjaa materiaalien kestävään ja tarkoituksenmukaiseen käyttöön. Vuokralaisen näkökulmasta vuokrattavat ja joustavat ratkaisut auttavat kaiken tilankäytön tarkassa optimoinnissa, ja kuukausittain maksettava vuokra tarjoaa vertailukelpoista ja yksiselitteistä kustannustietoa myös kaiken muun rakennuskannan ja tilainvestointien tarkasteluun.

Koska rakennuksen käytön aikaiset päästöt muodostavat valtaosan rakennuksen elinkaarenaikaisista päästöistä, on rakennusten ja tilaresurssien tehokas käyttö ilmastönäkökulmasta olennaista, ellei jopa olennaisinta. Rakennusten tehokasta käyttöä ei

kuitenkaan ole yhteismitallisesti erityisen helppo tutkia. On tietysti mahdollista selvittää esimerkiksi koulurakennusten osalta opiskelijoiden lukumäärän ja toisaalta lämmitettyjen neliöiden suhdetta, mutta kuinka ottaa tällaisessa vertailussa huomioon esimerkiksi rakennusten iltakäyttö tai tilojen laadukkuus käyttäjien näkökulmasta? On suuri ero siinä, ovatko tilat yksinkertaisesti vain liian pienet ja ahtaat vai hyvin suunnitellut ja tehokkaasti hyödynnetyt.

Vuokrattavan siirtokelpoisen rakennuksen käyttöaste on korkea, koska vuokraaja voi vuokrata rakennuksensa tarkasti rajatun ja ennustettavissa olevan tarpeensa mukaan siksi aikaa ja siinä laajuudessa kuin on pystynyt ennalta tilatarvettaan ennustamaan. Vuokrattavat tilaelementtirakennukset tuovat siis tilaresurssien käyttöön mitattavuutta. Vuokrattavia tilaelementtirakennuksia on usein myös helppo pienentää tai laajentaa myöhemmin tilatarpeita koskevien arvioiden tarkentuessa. Siirtokelpoiset tilaelementtirakennukset vastaavatkin usein sellaisiin tarpeisiin, joihin muut rakentamisen ja tilavuokrauksen mallit eivät sovellu. Näin ollen tilaelementtirakennukset monipuolistavat niitä mahdollisuuksia, joita tilaajilla on käytössään omien tilatarpeidensa täyttämiseen. Tämä lisää todennäköisyyttä sille, että tilaaja kykenee hankkimaan käyttöönsä todellisten tarpeidensa mukaiset tilat. Vuokrarakennukset siis tuovat rakentamiseen joustoa, joka ei koske pelkästään tilaelementtirakennuksen itsensä käyttöä, vaan auttaa optimoimaan myös olemassa olevaa tai rakennettavaa uutta pysyvää rakennuskantaa ja niiden käyttöä.

Teollinen rakennustapa ja vuokraamiseen perustuva liiketoimintamalli lisäävät myös rakennusten materiaalista resurssitehokkuutta. Kuivissa tehdasoloissa pitkälle hiottuja prosesseja hyödyntäen rakennusmateriaalien käytöstä syntyvä hukka on pientä ja laatu tasaista. Koska tilaelementtitoimittaja on vastuussa sekä rakennuksesta että sen kestävydestä ja terveellisyydestä koko elinkaaren ajan, ovat myös materiaalivalinnat harkittuja ja tarkoituksenmukaisia. Mahdolliset piilevät tai viiveellä ilmenevät rakennusvirheet tai ongelmalliset rakennusmateriaalit eivät jää tilaajan ongelmaksi, vaan tulevat väistämättä tilaelementtivalmistajan vastattaviksi. Tuotannossa otetaan huomioon käyttökokeemukset vuosien mittaan tehdyistä tilaelementtirakennuksista. Juuri suunnittelu-, materiaali- ja toteutusratkaisujen hioutuneisuus ja tarkoituksenmukaisuus ovatkin tilaelementtirakentamisen selkeitä vahvuuksia. Haastattelussani Maarit Auvisen kanssa (Auvinen, 2021) nousi esiin se, miten tarkkaan ja monelta kannalta esimerkiksi oman työnantajani Parmacon vakiojärjestelmät on vuosien mittaan mietitty ja käytännössä koeteltu. Tässä on suuri ero pysyvään rakentamiseen, jossa jokainen projekti alkaa käytännössä puhtaalta pöydältä. Tällöin ratkaisuja hiotaan ja suunnitellaan kiireellä ongelmien tai suunnittelussa tulleiden ajatusvirheiden tullessa työmaalla vastaan. Olenkin itse miettinyt

usein, pohjautuen omaan aiempaan vuosien työkokemukseeni kymmenillä erilaisilla rakennustyömailla, että jokainen paikallaan rakennettu rakennus on tietyssä mielessä vasta prototyyppi.

4. TILAELEMENTTIRAKENTAMINEN OSANA JULKISTA PUURAKENTAMISTA

Puurakentamisen edistäminen on nähty jo usean hallituskauden ajan keskeisenä keinona Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamisessa, sillä puu rakennusaineena sitoo hiiltä rakennuskantaan. Ympäristöministeriön vetämässä puurakentamisen toimenpideohjelmassa on asetettu korkeat kasvutavoitteet julkisen puurakentamisen markkinaosuuden kasvulle vuoteen 2025 mennessä. Puurakenteisten opetusrakennusten markkinaosuus tulisi ohjelman mukaan olla 55 % vuonna 2022 ja kasvaa tulevina vuosina lisää ollen jo 65 % vuonna 2025 (Ympäristöministeriö, 2020). Puurakenteisilla tilaelementtirakennuksilla on selkeä rooli tässä kehityksessä.

4.1 Ei mitään parakkeja

Siirtokelpoisten tilaelementtirakennusten kehityksessä niin tilatoimittajilla kuin tilaajillakin on selkeä rooli. Tilaelementtirakennuksia valmistavat yritykset voivat toisaalta kehittää ja markkinoida uudenlaisia tilaratkaisuja ja konsepteja, mutta tarjouspyyntöjen sisältö on lopulta se, mikä todella ratkaisee rakennettavien tilaelementtirakennusten yleisen laatutason.

Alan kilpailutuksista selkeä valtaosa on pelkkiä hintakilpailuja, jolloin voittajaksi valikoituu se hinnaltaan halvin tarjous, joka täyttää tarjouspyynnössä rakennukselle esitetyt vaatimukset (Ruopio, 2021). Näitä vaatimuksia on esimerkiksi tilaohjelman noudattaminen. Tilaaja voi halutessaan määritellä myös muita tekijöitä, kuten esimerkiksi vaatimuksen puurakenteisuudesta. Osassa kilpailutuksia arvioidaan myös tarjousten laatua, kuten vaikkapa rakennuksen kaupunkikuvallista soveltuvuutta tai tarjouksessa esitetyn pohjapiirustuksen toiminnallisuutta. Tällaisissakin kilpailutuksissa hinta on yleensä silti painotukseltaan ratkaisevin tekijä.

Hinta- ja laatutekijöiden painotuksessa ei ole tapahtunut viime vuosina merkittävää muutosta. Sen sijaan tarjouspyyntöjen sisältö ja niissä vaadittu laatutaso on muuttunut vaativammaksi. Esimerkki tällaisesta laatutekijästä on lattialla leikkivien päiväkotilapsien hyvinvoinnin vuoksi asetettu vaatimus lattialämmityksestä. (Ruopio, 2021)

Perinteisiä väistötilahankkeita on Suomessa rakennettu hyvin pitkään ja niille on selkeä tarve myös jatkossa. Näidenkin hankkeiden laatutaso ja kilpailutuksissa rakennuksille esitetyt minimivaatimukset ovat kuitenkin nousseet. Väistötilahankkeissa on kyse tilan-

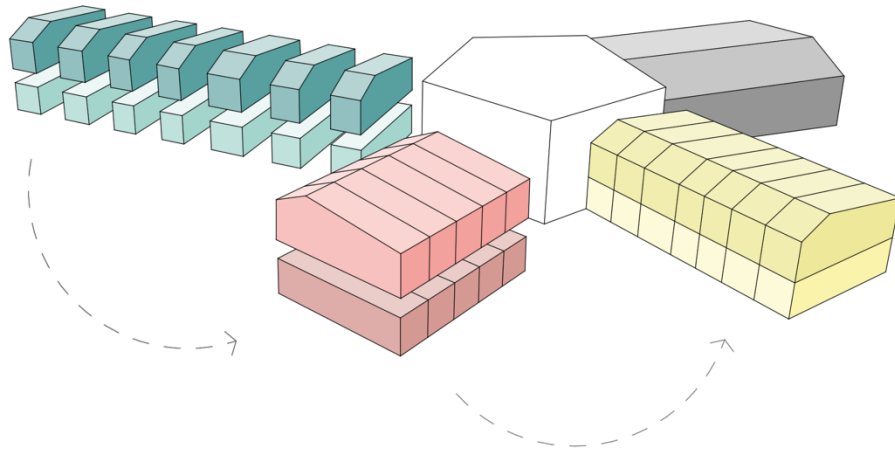
teista, joissa tietty toimija tarvitsee korvaavat tilat esimerkiksi sisäilmaongelman tai peruskorjauksen vuoksi. Huomattavimmin on kuitenkin noussut sellaisten projektien määrä, joissa on kyse jostain muusta kuin väistötilarakentamisesta. Tällaisissa kohteissa tilaelementtirakennus on valittu nimenomaan ensisijaiseksi ja pidempiaikaiseksi tilaratkaisuksi. Tällaisten kohteiden vuokra-ajat ovat lyhyen, muutaman vuoden tilapäisen tarpeen sijaan esimerkiksi viisi, seitsemän tai kymmenen vuotta. Myös kohteiden kokoluokka on kasvanut huomattavasti. Siinä missä 2010-luvun alkupuolella 500 m² koulurakennus oli mittava hanke, saattavat nykyiset projektit olla kerrosalaltaan jo useamman tuhannen neliömetrin kokonaisuuksia. Ratkaisevaa tässä kehityksessä on ollut juuri tilaelementtitoimittajien toiminnan ja toisaalta tarjouspyyntöjen sisällöllisen laatutason kehitys. (Ruopio, 2021)

4.2 Tilaelementtirakentamisen tulevaisuus

Kuten jo aiemmin tässä työssä olen todennut, perinteinen paikallarakentaminen ja tilaelementtiratkaisut lähestyvät erilaisia arjen tilatarpeita hieman erilaisista lähtökohdista. Näin ollen molemmissa ratkaisuissa on erilaisia tilatarpeita ajatellen omat haasteensa ja vahvuutensa. Erilaiset rakenteelliset, tuotannolliset, arkkitehtoniset ja taloudelliset lähtökohdat tuottavat erilaisia ratkaisuja kirittäen toinen toistaan ja kehittämällä koko rakennusala.

Moderni siirtokelpoinen tilaelementtirakennus ei enää välttämättä ole kovinkaan helposti erotettavissa paikalleen rakennetusta kohteesta. Vastaavasti pysyvässä rakentamisessa lisääntyvät jatkuvasti erilaiset modulaariset innovaatiot. Näin erilaiset rakentamisen mallit lähentyvät toisiaan.

Tilaajapuolen rohkeus kokeilla uudenlaisia palvelumuotoisia rakennushankkeita haastaa niin perinteistä kuin siirtokelpoista rakentamista kehittämään ratkaisujaan ja vastaamaan kasvavaan vaatimusten ja tarpeiden tasoon. Tällaisten eri rakennustapojen ja hankintamalleja uudella tavalla yhdistelevien hybridiratkaisujen voi olettaa entisestään yleistyvän tulevaisuudessa. Virpi Väisänen on kiinnostavalla tavalla pohtinut diplomityössään (Väisänen, 2017) eräänlaista satelliittimallia koulurakennuksen toteutusvaihtoehdoksi. Konseptissa rakennuksen kiinteään ja paikallaan rakennettuun keskusosaan on yhdistetty erillisinä joustavina moduuleina tilaelementtirakenteisia siipiä, joita voidaan vaihtaa ja pienentää tai kasvattaa tilatarpeiden muuttuessa.



Kuva 6: SATELLIITTIMALLI (Väisänen, 2019)

Vaikka tässä työssä on keskitytty vuokramallilla toteutettavaan siirtokelpoiseen rakentamiseen, on kiinnostavaa seurata kaikenlaisen tilaelementtirakentamisen sekä rakentamisen palvelumallien kehitystä. Yhä korkeamman valmiusasteen elementtiratkaisujen voidaan olettaa yleistyvän entisestään kaikessa rakentamisessa. Toisaalta yhä korkealaatuisempia, pitkäaikaisempia ja suurusluokaltaan isompia kokonaisuuksia voidaan tulevaisuudessa toteuttaa vuokratilana. Rakentajien ja rakennuttajien kekseliäisyydellä ja ennakkoluulottomuudella on suuri vaikutus uudenlaisten rakentamisen konseptien luonnissa. Miksei vaikkapa omakotitalojakin voitaisi tulevaisuudessa toteuttaa käyttäjälleen huolettomana palveluna, joka muuttuu tarvittaessa mukana tai toisaalta kasvaa ja pienenee tilatarpeiden muuttuessa?

4.3 Kiertotalouden ytimessä

Rakennusosien ja -materiaalien uudelleen käyttöä voi lähestyä kahdesta suunnasta. Usein kiertotaloudesta puhuttaessa keskitymme second hand -ajatteluun, eli tuotteen käyttöön jatkamiseen huoltamalla, korjaamalla ja keksimällä uusia käyttötarkoituksia tai helpottamalla käytetyn tavaran myyntiä. Kiertotaloutta on syytä kuitenkin lähestyä myös toisesta näkökulmasta. Myöhempi uusiokäyttö on helpompaa, jos pitkän käyttöön ja tulevan uusiokäytön aktiivinen suunnittelu on huomioitu jo elinkaaren alussa. Siirtokelpoisen tilaelementtirakennuksen suunnittelutyössä tällainen aktiivinen ja ennakoiva varautuminen on aivan keskeistä. Sitran julkaisemassa kiertotaloussanastoa käsittelevässä artikkelissa kiertotalous määritellään talousmalliksi, ”jossa ei tuoteta jatkuvasti lisää tavaroita, vaan kulutus perustuu omistamisen sijaan palveluiden käyttämiseen: ja-

kamiseen, vuokraamiseen ja kierrättämiseen. Siinä tuotteet ja materiaalit ovat mahdollisimman tehokkaassa käytössä mahdollisimman pitkään ja niihin sitoutunut arvo säilyy yhteiskunnassa.” (Sjöstedt, 2016) Tällaisen määritelmän mukaan tilaelementtirakennusten vuokraamiseen perustuva liiketoiminta mitä suurimmassa määrin kiertotalouteen perustuvaa liiketoimintaa.

Nimensä mukaisesti kiertotaloudessa olennaista on materiaalivirtojen ohjaaminen kiertäväksi kehäksi. Tällaista kehää voidaan hahmottaa esimerkiksi pyörivänä rumpuna, josta vesi pyrkii lähtökohtaisesti pakenemaan. Mikäli rumpu on tiivis, pysyy vesi rumpun sisällä sen pyöriessä. Samalla tavalla materiaalivirrat pyrkivät lähtökohtaisesti pakenemaan liikkuvasta talouden kierrosta jätteeksi, jolloin poistuvia materiaalivirtoja joudutaan korvaamaan uusilla raaka-aineilla. Mitä pienemmäksi tällainen materiaalivirtojen vuoto saadaan, sitä korkeampi on kiertotalouden aste. Olennaista on siis keskittyä syntyvän jätteen minimointiin.

Ennen kuin esineet ja tuotteet muuttuvat jätteiksi, on niistä yleensä ensin tullut tavalla tai toisella tarpeettomia. Usein tuote muuttuu tarpeettomaksi silloin, kun sen alkuperäiset ominaisuudet ovat joko vaurioituneet tai ne eivät enää vastaa käyttäjän nykyisiä tarpeita. Pohtiessa siirtokelpoisten tilaelementtien elinkaaren aikana syntyvää jätettä ja vastavasti kiertotalouteen liittyviä mahdollisuuksia tuleekin kiinnittää erityistä huomiota niihin hetkiin, kun tilaelementin ominaisuudet tai käyttäjän tarpeet muuttuvat. Tällaisia hetkiä ovat elinkaaren alku, loppu sekä elinkaaren aikana useamman kerran toistuva tilaelementin siirto tai käyttötarkoituksen muutos.

Elinkaaren alussa kyse on ennen kaikkea rakentamisen materiaalihävikistä. Teollisen valmistustavan ja tilaelementtirakentamisen voimakkaan mitoituksellisen vakioinnin vuoksi tällainen hävikki on tilaelementtirakentamisessa hyvin pientä. Elinkaaren lopussa olemassa olevan tilaelementin turvallista käyttöä varsinaisessa käyttötarkoituksessaan eli tilaelementtinä ei huolto-, korjaus- tai muutostöin voida enää jatkaa. Tällöin kaikki tilaelementin rakennusosat jäävät tarpeettomiksi alkuperäisessä käyttötarkoituksessaan kyseisen tilaelementin osana. Niiden elinkaari yksittäisenä rakennusosana ei kuitenkaan välttämättä ole vielä ohitse.

Kiertotalouden näkökulmasta kiinnostavin nivelvaihe on, kun tilaelementti siirtyy uuteen sijoituspaikkaan tai sen käyttötarkoitus muuttuu. Jokainen tällainen hetki merkitsee tilaelementin elinkaaren jatkumista varsinaisessa käyttötarkoituksessaan ja on itsessään kiertotaloutta parhaimmillaan. Kuitenkin näissä nivelvaiheissa osa tilaelementin yksittäisistä osista tai ominaisuuksista voi käyttötarkoituksen ja sijoituspaikan muuttumiseen liit-

tyvissä muutostöissä muuttua tarpeettomaksi. Tavanomainen esimerkki on ääni- ja paloluokan tai kätisyyden muutokset ovissa ja ikkunoissa. Myös erilaisia kiinto-, kylpyhuone- ja keittiökalusteita voidaan joutua purkamaan yksittäisistä huonetiloista niiden käyttötarkoituksen muuttuessa.

Olennainen vastuu tarpeettoman hävikin vähentämisessä on myös tilaajilla. Kilpailutuksessa tilaratkaisulle asetettujen laatuvaatimusten tulisi keskittyä tilojen ja materiaalien osalta ennen kaikkea todellisiin toiminnallisiin tarpeisiin. Esimerkiksi WC-tilassa on tärkeää, että tilasta löytyvät tarvittavat vesi- ja hygieniakalusteet, tai että se täyttää mahdolliset tilalle osoitetut esteettömyysvaatimukset. Sen sijaan vaatimus vaikkapa laatoituista seinistä tarkoittaa, että tarkoituksenmukainen, mutta eri pintamateriaaleilla toteutettu WC-tila joudutaan kokonaisuudessaan purkamaan laatoitusta varten. Tämä on sekä kiertotalous- että myös merkittävä kustannuskysymys tilaajalle itselleen.

Mitä sitten tehdä näille tilaelementin käyttötarkoituksen muuttuessa tai elinkaaren päättyessä tarpeettomiksi jääneille rakennusosille? Mahdollisia vaihtoehtoja on kolme. Kiertotalouden näkökulmasta ensisijainen vaihtoehto on elinkaaren jatkuminen samassa käyttötarkoituksessa joko toisessa tilaelementtirakennuksessa tai muualla rakentamisessa. Toissijainen vaihtoehto on materiaalin elinkaaren jatkuminen toisessa käyttötarkoituksessa. Esimerkiksi purettu runkomateriaali ei välttämättä kelpaa enää muihinkaan kantaviin runkorakenteisiin, mutta puuraaka-aineena sitä voidaan edelleen jatkojalostaa toiseen käyttötarkoitukseen. Viimeisenä vaihtoehtona on materiaalin lajittelu kierrätettäväksi jätteenä.

Purettavien, mutta edelleen käyttökelpoisten rakennusosien uusiokäytön lisääminen ei ole taloudellisesti ja logistisesti yksinkertainen yhtälö. Yksittäisten rakennusosien uusiokäyttöä ja käytettävyyttä omaan liiketoimintaan liittyen on mahdollista kehittää ja ennakoita ja osaa tällaisista rakennusosista voidaan uusiokäyttää tilatoimittajayrityksen sisäisesti. Kaikkien yksittäisten rakennusosien varastointi ei kuitenkaan ole käytännössä mahdollista. Toisaalta käytettyjen rakennusosien ulosmyyntikään ei ole yksittäisille rakennusalan yrityksille luontevaa toimintaa. Rakennusosien uusiokäyttöön liittyviä mitoituksellisia ja laadullisia standardeja sekä rajapintoja olisikin siis kehitettävä koko rakennusalaan liittyen. Mikäli rakentamisen kiertotaloutta halutaan edistää, on käytetyille rakennustuotteille luotava nykyistä toimivimmat markkinat. Tämä vaatii kaikkien rakennusalan osapuolten järjestelmällistä yhteistyötä.

5. YHTEENVETO

Siirtokelpoisen tilaelementtirakentamisen perusluonne syntyy korkean valmiusasteen teollisen tuotantotavan ja tiloja palveluna tarjoavan liiketoimintamallin yhdistelmänä. Ei ole mielekäästä vertailla erilaisten tuotanto- ja liiketoimintamallien paremmuutta, vaan olennaista on, että tilaelementtirakentamisen myötä markkinoilla on yhä monipuolisempia ja erilaisiin tilatarpeisiin tarkoituksenmukaisempia ratkaisuja. Tämä luo mahdollisuuksia tehostaa kaiken rakennettavan ja olemassa olevan rakennuskannan käyttöä ja näin edistää myös ympäristö- ja ilmastotavoitteita, sillä merkittävin osa päästöistä syntyy rakennuksen käytöstä ja ylläpidosta.

Siirtokelpoinen tilaelementtirakentaminen tuo resurssitehokkuuden käsitteen uudella tavalla rakennuslalle. Vuokrattavat tilaratkaisut tuovat vertailukelpoista ja tarkkarajaista kustannus- ja päästötietoa kaikkeen rakentamiseen ja tilanhallintaan ja kuukausittainen vuokrahintaa antaa tilaajille selkeän mahdollisuuden arvioida rakennusten käyttöasteen ja tarkoituksenmukaisuuden sekä kustannusten suhdetta.

Tilaelementtirakennusten vuokraamisen liiketoimintamalliin on sisäänrakennettu tilatoimittajaa koskeva vastuu rakennuksen koko elinkaaren ajalle. Tämä luo suoran taloudellisen kannusteen elinkaari-, kestävyys- ja kiertotalousajatteluun kaikessa toiminnassa. Tilaelementtirakennusta suunniteltaessa ja tuottaessa on konkreettisella tavalla pakko huomioida tilojen muunneltavuus ja jatkokäyttömahdollisuudet.

Siirtokelpoisen tilaelementtirakennuksen hiilipäästöjä voidaan tarkastella monesta näkökulmasta niin yksittäisen tilaelementin kuin laskennallisen rakennuskokonaisuuden näkökulmasta, tarvittaessa hyvinkin tarkasti. Rakennuksen siirtämisestä aiheutuvat lisäpäästöt ovat maltilliset. Vastaavasti siirtokelpoisten tilaelementtirakennusten todellinen käyttöaste on yleensä hyvin korkea ja mietitty tarkan tilatarpeen mukaan. Näin ollen käyttäjäkohtainen hiilijälki pienenee.

Tilaelementtirakentamista hyödyntäen toteutettavat projektit monipuolistuvat. Yhä pidempiin vuokrausiihin perustuvat ja korkeatasoisemmat ratkaisut kehittävät tilaelementtirakentamista pelkkää väistötilarakentamista monipuolisemmaksi. Raja perinteisen rakentamisen ja tilaelementtirakentamisen välillä hämärtyy ja näitä malleja voidaan tulevaisuudessa yhdistellä luovasti yhä enemmän. Tilaelementtirakentaminen taipuu monenlaisiin ratkaisuihin, eikä rajoittavana tekijänä enää ole tilaelementtirakennus tuotantotapana. Keskeisenä määrittävänä tekijänä ovat ne vaatimukset ja toiveet, joita ti-

laaja on rakennukselle ja rakennuspaikalle asettanut. Tarjouspyyntöjen monipuolistuminen ja laadullisen vaatimustason kohoaminen ovat keskeisin tilaelementtirakentamista konkreettisesti eteenpäin vievä tekijä.

Jokainen tilaelementin siirto ja uudelleenvuokraaminen, jossa tilaelementin elinkaari jatkuu varsinaisessa käyttötarkoituksessaan tilaelementtinä, on rakentamisen kiertotaloutta parhaimmillaan. Kiertotaloutta vuokrattavien tilaelementtirakennusten yhteydessä voidaan kuitenkin yhä kehittää niin erilaisiin käyttötarkoituksiin varautuvilla joustavilla suunnitteluratkaisuilla, kuin liiketoiminnan sisäisen logistiikankin kehittämisellä. Merkittävä vastuu kiertotalouden edistämässä on kuitenkin myös tilaajilla tarjouspyyntöjen sisällössä, sekä käytettyjen rakennustuotteiden markkinan ja sen rajapintojen kehittämässä ja standardoinnissa koko rakennusalaa koskien.

On nähtävä ne monet mahdollisuudet, mitä siirtokelpoiseen tilaelementtirakentamiseen liittyy paitsi osana rakentamisen kiertotaloutta niin myös kestävää arkkitehtuuria ja suomalaista vientiteollisuuttakin. Tilaelementtirakennusten tekninen ja laadullinen kehitys markkinoilla on ripeää ja on oletettavaa, että monet siirtokelpoisiin tilaelementtirakennuksiin liittyvät keskeiset innovaatiot odottavat vielä tekijäänsä.

LÄHTEET

- Auvinen, M., 2021. Tilaelementtirakennukset ja niiden elinkaari teknisestä näkökulmasta. Haastatellut Joakim Pihlajaniemi [Microsoft Teams] 23.12.2021.
- Danielson, E., 2021. Tilaelementtirakennuksen siirto. AMK-opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu, rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma. Tampere
- EN 15978, 2011. Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method. Viitattu 10.12.2022 Saatavilla <<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/62c22cef-5666-4719-91f9-c21cb6aa0ab3/en-15978-2011>>
- Hyry, J., 2019. Resurssiviisas kansalainen, seurantatutkimus. Sitra. Viitattu 10.12.2022. Saatavilla <<https://www.sitra.fi/app/uploads/2019/07/resurssiviisas-kansalainen-2019-kyselytutkimuksen-tulokset.pdf>>
- Keskinen, M., 2020. Siirtokelpoisten väistötilojen suunnitteluohje. AMK-opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu, rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma. Tampere
- Kuittinen, M., 2019. Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä. Ympäristöministeriö. Viitattu 10.12.2022. Saatavilla <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-029-3>>
- Lehtovuori, P., Vanhatalo, J., Rantanen, A., Viri, R., 2017. Kaupunkirakenteen kokonaisvaltainen resurssitehokkuus. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 65/2017. Valtioneuvoston kanslia.
- Mölsä, S., 2021. Sisäilmaongelmia on Suomessa ratkottu jo 50 vuotta eikä valmista näytä tulevan. Rakennuslehti. Viitattu 10.12.2022. Saatavilla <<https://www.rakennuslehti.fi/2021/03/sisailmaongelmia-on-suomessa-ratkottu-jo-50-vuotta-eika-valmista-nayta-tulevan/>>
- Palonen, J., 2021. Tilaelementtirakennukset ja niiden elinkaari arkkitehtisuunnittelun näkökulmasta. Haastatellut Joakim Pihlajaniemi [Microsoft Teams] 17.12.2021.
- Ruopio, M., 2021. Vuokrattavien tilaelementtirakennusten markkinat Suomessa. Haastatellut Joakim Pihlajaniemi [Microsoft Teams] 27.12.2021.
- Sjöman, T., 2018. Maanvaraisen moduulikohteen alapohja. AMK-opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu, rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus. Tampere
- Sjöstedt, T., 2016. Kiertotalous. Artikkelissa: Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Sitra. Viitattu 11.12.2022. Saatavilla: <<https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>>
- Taiminen, T., 2021. Siirrettävän tilaelementtirakennuksen hiilijalanjälki. AMK-opinnäytetyö. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Ympäristöteknologia.
- Taipale, T., 2021. Finlandia-talon viereen nousee puurakenteinen tapahtumatila – Pikku-Finlandian männyt poimittiin yksitellen loviisalaisesta metsästä. Rakennuslehti. Viitattu 10.12.2022. Saatavilla <<https://www.rakennuslehti.fi/2021/05/finlandia-talon-viereen-nousee-puurakenteinen-tapahtumatila-pikku-finlandian-mannyt-poimittiin-yksitellen-loviisalaisesta-metsasta/>>

Vares, S., 2018. Moduulirakentamisen elinkaarenaikainen hiilijalanjälki. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Asiakasraportti Nro VTT-CR-05695-18

Väisänen, V., 2017. Isokuusen alakoulu - uusi moduulikoulukonsepti. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, arkkitehtuurin koulutusohjelma. Tampere

Ympäristöministeriö, 2020. Julkisen puurakentamisen kansalliset tavoitteet – puurakentamisen toimenpideohjelma 2016-2022. Viitattu 11.12.2022. Saatavilla: <[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Yha_useampi_julkinen_rakentus_on_pian_ra\(58563\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Yha_useampi_julkinen_rakentus_on_pian_ra(58563))>

KUVALÄHTEET

Kuva 1: Anon., 2020. Tehtaankadun alakoulu. [valokuva] (Parmaco Oy)

Kuva 2: Pihlajaniemi, J., 2021. Erialaisten projektityyppien karkea jaottelu. [taulukko]

Kuva 3: Kuitinen, M., 2019. Rakennuksen elinkaaren vaiheet. [kaavio] Julkaisussa Kuitinen, M., 2019. Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä, s.14. Ympäristöministeriö. Viitattu 10.12.2022. Saatavilla <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-029-3>>

Kuva 4: Pihlajaniemi, J., 2022. Tilaelementtien elinkaari [kaavio]

Kuva 5: Pihlajaniemi, J., 2022. Eri rakennusvaiheiden osuus elinkaarenaikaisista päätöistä [taulukko] Tiedot koottu julkaisusta: Vares, S., 2018. Moduulirakentamisen elinkaarenaikainen hiilijalanjälki. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Asiakasraportti Nro VTT-CR-05695-18

Kuva 6: Väisänen, V., 2017. Satelliittimalli [kaavio] Julkaisussa Väisänen, V., 2017. Isokuusen alakoulu - uusi moduulikoulukonsepti, s. 40. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, arkkitehtuurin koulutusohjelma. Tampere