



Uudisrakentamisen muuntojoustavuus ja purettavuus kiertotalouden edistä- miseksi

Tarkastelu EU-taksonomian ”ei merkittävää haittaa” -
vaatimuksen näkökulmasta

Jenni Heikkinen

Opinnäytetyö, AMK

Marraskuu 2024

Energia- ja ympäristötekniikka

Heikkinen, Jenni

**Uudisrakentamisen muuntojoustavuus ja purettavuus kiertotalouden edistämiseksi
Tarkastelu EU-taksonomian ”ei merkittävää haittaa” -vaatimuksen näkökulmasta**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Marraskuu 2024, 88 sivua

Energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Rakennusten suunnittelun, rakentamisen ja käytön tapojen muuttaminen kiertotalouden mukaiseksi on välttämätön muutos energiatehokkuuden ja uusiutuvaan energiaan siirtymisen ohella, jotta voidaan vähentää rakennusten aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä ja ympäristövaikutuksia riittävästi. Uudisrakennusten kiertotaloutta käsiteltiin EU-taksonomian ilmaston delegoidun asetuksen (2021/2139) uusien rakennusten rakentamisen ”ei merkittävää haittaa” kiertotalouden siirtymälle -kriteerin kautta, joka keskittyy rakennusten suunnitteluun ja rakentamiseen resurssitehokkaammiksi, mukautumiskelpoisiksi, joustaviksi ja purettaviksi.

Työn toimeksiantajana oli Ramboll Finland Oy. Työn tarkoituksena oli lisätä toimeksiantajan kykyä auttaa asiakkaitaan EU-taksonomian mukaisuuden vaatimusten täyttämässä ja raportoinnissa, jotta asiakkaat voivat hakea vihreää rahoitusta. Työ rajattiin koskemaan toimeksiantajalle tyypillisimpiä rakennustyyppisiä, joita ovat toimistot ja logistiikkarakennukset.

Tutkimus toteutettiin haastattelututkimuksena sekä kirjallisuuskatsauksena. Haastatteluaineisto kerättiin puolistrukturoiduin haastatteluin ja teemahaastatteluin. Haastateltavat olivat pääosin toimeksiantajan työntekijöitä ja he edustivat aiheen kannalta oleellisia suunnittelijaosapuolia. Lisäksi haastateltavana oli rakennuttajakonsultti. Kirjallisella aineistolla vahvistettiin ja täydennettiin haastatteluin saatua aineistoa.

Tuloksena saatiin laadullinen määrittely uusien logistiikka- ja toimistorakennusten keskimääräisestä tasosta mukautumiskelpoisuuden, joustavuuden ja purettavuuden osalta ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteissa mitattuna. Tulosten mukaan ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteista suurta osaa toteutetaan suurelta osin, mutta mitään ei täysin. Resurssitehokkuus toteutuu rakennuksissa ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteiden kautta ja sen toteutumiseen liittyy tulosten mukaan epävarmuutta johtuen siitä, kuinka mukautumiskelpoisuutta, joustavuutta ja purettavuutta tukevat suunnitteluperiaatteet vaikuttavat resurssitehokkuuteen rakennuksen elinkaaren aikana. Johtopäätöksenä ehdotetaan, että resurssitehokkuuden parantamista olisi tehokkainta tehdä ratkaisuisissa, joissa epävarmuudet vaikutuksen suhteen ovat pienimpiä, kuten monikäyttöisyyden edistäminen ja uudelleenkäytettyjen tuotteiden ja materiaalien valinta.

Avainsanat (asiasanat)

kiertotalous, resurssitehokkuus, mukautumiskelpoinen, joustava, purettava

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Ei salassa pidettäviä liitteitä

Heikkinen, Jenni

**Disassembly and adaptability of new construction to promote circular economy
An examination from the perspective of the EU Taxonomy's "Do no significant harm" criteria**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, November 2024, 88 pages

Degree Programme in Energy and Environmental Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Changing how buildings are designed, constructed and used to be in line with the principles of circular economy is a necessary change, alongside energy efficiency and the transition to renewable energy, in order to adequately reduce carbon dioxide emissions and environmental impacts from buildings. The circular economy of new buildings was addressed through the EU Taxonomy's Climate Delegated Regulation's (2021/2139) "Do no significant harm" criterion for the transition to a circular economy in the construction of new buildings, which focuses on building designs and construction techniques to be more resource efficient, adaptable, flexible and dismantlable.

The thesis was assigned by Ramboll Finland Ltd. The purpose of the work was to increase Ramboll Finland's ability to help their clients meet and report on EU Taxonomy compliance to apply for green financing. The work was limited to the most typical building types of the client, which are offices and logistics buildings.

The study was carried out as an interview survey and a literature review. The interview data were collected through semi-structured interviews and thematic interviews. The interviewees were mainly employees of the client. They represented the design parties relevant to the topic. In addition, a construction consultant was interviewed. Literature was used to confirm and supplement the material obtained through interviews.

The result was a qualitative definition of the average level of new logistics and office buildings in terms of adaptability, flexibility and dismantlability, as measured by the design principles of ISO 20887 (2020). According to the results, many of the design principles of ISO 20887 (2020) are largely implemented, but none completely. Resource efficiency is realised in buildings through the design principles of the ISO 20887 (2020) standard, and according to the results, its implementation involves uncertainty due to how the design principles which support adaptability, flexibility and dismantlability affect resource efficiency during the life cycle of the building. In conclusion, it is suggested that it would be most efficient to improve resource efficiency in the solutions where uncertainties about the impact are lowest, such as promoting versatility and selecting reused products and materials.

Keywords/tags (subjects)

circular economy, resource efficiency, adaptable, flexible, dismantlable

Miscellaneous (Confidential information)

No confidential attachments

Sisältö

1	Johdanto	4
1.1	Työn tausta.....	4
1.2	Työn tarkoitus	5
1.3	Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset	6
2	EU-taksonomia ja uudisrakentamisen kiertotalous.....	8
2.1	EU-taksonomia yleisesti	8
2.2	EU-taksonomian kriteerit uudisrakentamiselle	10
2.3	Kiertotalous rakennusalalla.....	12
2.4	Kiertotalous ja uudisrakennusten suunnittelu.....	16
2.5	EU-taksonomian kriteeri uudisrakennusten kiertotaloudelle ja ISO 20887 -standardin yleiset periaatteet.....	20
2.6	Muuntojouston ja purettavuuden suunnitteluperiaatteet ISO 20887 -standardissa sekä standardin vaatima dokumentaatio.....	23
3	Työn toteutus	29
3.1	Menetelmät.....	29
3.2	Haastatteluaineiston keruu ja kuvaus.....	30
3.3	Kirjallisen aineiston keruu ja kuvaus	31
3.4	Aineiston kattavuus.....	32
3.5	Aineiston analyysi.....	33
3.6	Eettisyys.....	35
4	Työn tulokset.....	35
4.1	Kiertotaloudesta ja ISO 20887 (2020) -standardin periaatteista yleisesti	36
4.2	Muuntojouston suunnitteluperiaatteet.....	39
4.2.1	Monikäyttöisyys.....	39
4.2.2	Muunneltavuus.....	41
4.2.3	Laajennettavuus.....	45
4.3	Purettavuuden suunnitteluperiaatteet.....	47
4.3.1	Komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus ja riippumattomuus	47
4.3.2	Tarpeettomien pintakäsittelyiden ja pinnoitteiden välttäminen	52
4.3.3	Kiertotalouden liiketoimintamallien tukeminen	53
4.3.4	Yksinkertaisuus	57
4.3.5	Standardinmukaisuus	59
4.3.6	Purkamisen turvallisuus.....	60
4.4	Resurssitehokkuus.....	62

4.5 Tulosten yhteenveto	66
5 Pohdinta.....	72
5.1 Luotettavuus	72
5.2 Tulosten tarkastelu ja tulkinta	74
5.3 Johtopäätökset ja kehittämissuositukset.....	76
Lähteet	79
Liitteet	86
Liite 1. Haastattelujen alustavat kysymykset	86
Liite 2. Haastatteluissa käytetty tuloste	87

Taulukot

Taulukko 1. Ilmastonmuutoksen hillinnän merkittävän edistämisen kriteerit uudisrakennuksissa (Asetus (EU) 2021/2139, Liite I:n luku 7.1, lyhennetty)	10
Taulukko 2. ”Ei merkittävää haittaa” -kriteerit uudisrakennukselle (Asetus (EU) 2021/2139, Liite I:n luku 7.1, lyhennetty)	11
Taulukko 3. Muuntojouston suunnitteluperiaatteet ISO 20887 (2020) -standardin mukaan. ..	24
Taulukko 4. Purettavuuden suunnitteluperiaatteet ISO 20887 (2020) -standardin mukaan.....	25
Taulukko 5. Tiivistelmä monikäyttöisyyden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.....	41
Taulukko 6. Tiivistelmä muunneltavuuden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.....	45
Taulukko 7. Tiivistelmä laajennettavuuden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.....	47
Taulukko 8. Tiivistelmä komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus -periaatteen toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.....	51
Taulukko 9. Tiivistelmä riippumattomuuden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.....	52
Taulukko 10. Tiivistelmä tarpeettomien pintakäsittelyiden ja pinnoitteiden välttämisen periaatteen toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.....	53
Taulukko 11. Tiivistelmä kiertotalouden liiketoimintamallien tukemisen periaatteen toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.....	56
Taulukko 12. Tiivistelmä yksinkertaisuuden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.....	58
Taulukko 13. Tiivistelmä standardinmukaisuuden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.....	60

Taulukko 14. Tiivistelmä purkamisen turvallisuuden ja muiden dokumentaatiovaatimusten toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.....	62
Taulukko 15. Tiivistelmä resurssitehokkuuden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.....	66
Taulukko 16. Yhteenveto ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteiden toteutumisesta	67

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Ilmastonmuutoksen hillinnän vuoksi tehdyt toimenpiteet ovat valtaosin koostuneet energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian ratkaisuista, joilla voidaan kuitenkin vaikuttaa vain noin 55 prosenttiin hiilidioksidipäästöistä. Loput 45 prosenttia johtuvat valmistamisesta. (Completing the picture: How the circular economy tackles climate change 2021, 8.) Valmistamisen hiilidioksidipäästöihin kuuluvat myös rakennusmateriaalien valmistuksesta koituvat päästöt (Jackson, Brady, & Montano Owen 2023, 4). Rakennusmateriaalit vastaavat 28 prosenttia rakennuksiin liittyvistä hiilidioksidipäästöistä koko maailmassa vuosittain (Global Status Report: towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector 2018, 43). Rakennusmateriaalien, -tuotteiden ja itse rakentamisen hiilidioksidipäästöihin ja muihin ympäristövaikutuksiin voidaan vaikuttaa kiertotalouden toimenpitein. Ellen McArthurin säätiön mukaan kiertotalouden toimenpiteillä olisi mahdollista vähentää rakennetun ympäristön hiilidioksidipäästöjä 38 prosenttia vuoteen 2050 mennessä ja jopa 56 prosenttia vuoden 2050 jälkeen. Tämä vaatisi rakennuksien suunnittelun, rakentamisen ja käytön sekä rakennustuotteiden valmistamisen tapojen muutoksia, jotka johtavat materiaalin kulutuksen pienenemiseen. (Completing the picture: How the circular economy tackles climate change 2021, 32–33.)

Yksinkertaisesti selostettuna kiertotalous tarkoittaa muutosta lineaarisesta taloudesta kiertävään talouteen, eli muutosta, jossa ei ole enää jätettä vaan raaka-aineita seuraavalle elinkaarelle (Jackson ym. 2023, 5). Konkreettisia kiertotalouden toimenpiteitä rakennetussa ympäristössä olisivat jätteiden vähentäminen työmaalla, turhan materiaalin käytön välttäminen suunnittelulla, uusiomateriaalien käyttö sekä rakennusten elinkaaren pidentäminen ja yhteiskäyttö (Completing the picture: How the circular economy tackles climate change 2021, 32–33).

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin kiertotaloutta EU-taksonomian viitekehyksen kautta. EU-taksonomia on menetelmä, jolla ohjataan rahoitusta ympäristöystävällisiin kohteisiin luomalla yhteiset EU:n laajuiset kriteerit useille toimialoille (EU taxonomy for sustainable activities n.d.). EU-taksonomian mukaisen kohteen tulee täyttää vaatimuksia kuudessa ympäristötavoitteessa, joista vähintään yhdessä valitaan merkittävästi ympäristötavoitetta edistävä kriteeristö ja muissa tulee

täyttää ”ei merkittävää haittaa” -vaatimukset. Tavoitteet ovat ilmastonmuutoksen hillintä, Ilmastonmuutokseen sopeutuminen, vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojelu, siirtyminen kiertotalouteen, ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen sekä biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelu ja ennallistaminen. (Asetus (EU) 2020/852.)

EU-taksonomian teemasta on julkaistu laajasti kansainvälistä tutkimusta. Nämä tutkimukset käsittelevät kuitenkin pääasiassa EU-taksonomiaa esimerkiksi rahoituksen ja sijoittajien näkökulmasta. Tässä opinnäytetyössä keskitytään teknisten kriteerien toteutuksen näkökulmaan, josta kansainvälistä tutkimuskirjallisuutta ei vielä juuri ole. EU-taksonomian teemaa selvitetään paljon myös opinnäytetöissä.

1.2 Työn tarkoitus

Työn toimeksiantajana oli suunnittelu- ja konsulttialan toimija Ramboll Finland Oy. Työn tarkoituksena oli tuottaa tietoa, joka hyödyttää toimeksiantajan asiakkaita, kiinteistön omistajia ja rakennusliikkeitä. Työn tuloksilla voidaan lisätä toimeksiantajan kykyä auttaa asiakkaitaan EU-taksonomian mukaisuuden vaatimusten täyttämiseksi ja raportoinnissa, jotta asiakkaat voivat hakea vihreää rahoitusta. Työ voi tuoda lisäselvennystä EU-taksonomian mukaisuuden raportointiin yleisestikin, sillä asia on vielä uusi.

Vaikka työn teemana on kiertotalous, tarkasteluun on valittu EU-taksonomian osalta kiertotalouteen siirtymisen ”ei merkittävää haittaa” -kriteeri varsinaisen kiertotalouteen siirtymistä merkittävästi edistävän ympäristötavoitteen sijaan. Tarkemmin tarkastelussa oli nimenomaan ”ei merkittävää haittaa” -kriteerin toinen kappale, joka koskee muuntojoustoja ja purettavuutta rakennuksissa (Asetus (EU) 2021/2139, Liite I ja II, luku 7.1.). Kriteeriä tulee toteuttaa, jos rakennus toteuttaa EU-taksonomian mukaisuutta ilmaston muutoksen hillinnän tai ilmastonmuutokseen sopeutumisen ympäristötavoitteen merkittävän edistämisen kautta (EU) 2021/2139). Toimeksiantajan kokemuksen mukaan on liiketaloudellisesti tärkeämpää selvittää EU-taksonomian raportointikäytäntöjä ilmastonmuutoksen hillinnän ympäristötavoitteen kannalta, sillä on todennäköistä, että suurin osa uudisrakennushankkeista toteuttaa EU-taksonomiaa tätä kautta, koska sitä on alalla jo tehty (Mäkelä 2023). Ilmastonmuutokseen liittyvät kaksi ympäristötavoitetta, jotka on julkaistu ilmaston delegoidussa asetuksessa, ovat olleet voimassa vuoden 2022 alusta lähtien (Implementing and delegated acts - Taxonomy Regulation n.d.), kun loput ympäristötavoitteet, ja siten myös tavoite

kiertotalouteen siirtymän merkittävästä edistämisestä julkaistiin myöhemmin, vuonna 2023 (Implementing and delegated acts - Taxonomy Regulation n.d.). Kiertotalouden siirtymistä merkittävästi edistämisen kriteeri uudisrakennuksille (Asetus (EU) 2023/2486, Liite II:n luku 3.1.) on nykyrakentamisen näkökulmasta Rambollin asiantuntijoiden mukaan selvästi ilmastonmuutoksen hillintää merkittävästi edistävää kriteeriä haastavampi, jonka vuoksi oletetaan, että sitä ei tulla soveltamaan yhtä laajasti (Mäkelä 2023).

Työn tarkoituksen mukaan työ rajattiin koskemaan toimeksiantajalle tyypillisimpiä rakennustyypppejä, joita ovat toimitilarakentaminen, ja näistä erityisesti toimistot ja logistiikkarakennukset sekä näille läheiset rakennustyyppit. Rajaaminen on välttämätöntä, sillä Mäkelän (2023) mukaan muuntojouston ja purettavuuden toteuttaminen on erilaista erilaisissa rakennustyypeissä. Toimistojen suunnittelussa muuntojoustoon liittyviä suunnitteluratkaisuja käytetään yleisesti, mutta esimerkiksi verrattuna asuinrakentamiseen suunnitellaan vähemmän tietyn ennalta määritellyn konseptin mukaan, sillä kohteet ovat erilaisia (Mäkelä 2023). Myös logistiikkarakennushankkeet ovat usein toimistoja vastaavalla tavalla yksittäisiä tapauksia. Logistiikkarakennusten erityispiirteinä on purkaminen lyhyen elinkaaren jälkeen. Zhu ym. (2022, 15) kertovat Huuhkan ja Lahdensivun mukaan (2014), että teollisuusrakennuksia puretaan pinta-alan mukaan laskettuna eniten, ja varasto- ja teollisuusrakennukset puretaan keskimäärin jo 37 vuoden iässä. Tyypillisesti purkaminen on silloin tavallista rikkovaa purkamista. Toisaalta Tarpio (2021, 72) esittää teollisuus- ja varastorakennuksen yksinkertaisena rakennustyyppinä, jossa ehjänä purettavuus olisi kohtuullisen helppoa toteuttaa.

Esioletuksena oli siis, että tutkittavasta rakennustyyppistä riippuu, mikä on keskimääräinen uudisrakennuksen taso resurssitehokkuudessa, mukautumiskelpoisuudessa, joustavuudessa ja purettavuudessa. Näin ollen, tutkittavaa rakennustyyppiä oli rajattava myös sen vuoksi, että saadaan selkeämpiä tuloksia varsinaisiin tutkimuskysymyksiin. Haasteena rajaukselle tosin nähtiin, että tuloksia ei voi hyödyntää muissa uudisrakennustyypeissä kuin rajallisesti.

1.3 Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Työn tavoitteena oli selvittää uudisrakentamisen teknisten ratkaisuiden tasoa resurssitehokkuudessa, mukautumiskelpoisuudessa, joustavuudessa ja purettavuudessa. Rakennuksen mukautu-

miskyky, joustavuus tai purettavuus edesauttavat siinä, että rakennusta voi käyttää myös muuttuvissa tarpeissa (Tarpio 2021, 62 & 71), mikä edistää rakennus- ja kiinteistöalan kiertotaloutta (Green Building Council Finland 2018, 3). Tarkasteltavan ”ei merkittävää haittaa” kiertotalouden siirtymälle -kriteerin toinen kappale (Asetus (EU) 2021/2139, Liite I ja II, luku 7.1.) ja siitä julkaistu täsmennys (Draft Commission Notice 2022, 54) vaativat, että uudisrakennuksen osalta tulee osoittaa, että se on keskimääräistä uudisrakennusta resurssitehokkaampi, mukautumiskelpoisempi, joustavampi ja purettavampi, jotta kriteeri täyttyy. Tämän vuoksi työn tavoitteena oli lisätä ymmärrystä nykyisestä tasosta, jotta voidaan todentaa jonkin rakennuksen olevan keskimääräistä uudisrakennusta parempi. Lisäksi pyrittiin selvittämään, minkälaiset ratkaisut ylittävät uudisrakentamisen keskimääräisen tason näissä näkökulmissa. Lisäksi oli tavoitteena selvittää, millaista suunnitteludokumentaatiota näistä näkökulmista uudisrakentamisessa tyypillisesti tehdään ja tulisiko suunnitteludokumentaatiota laajentaa tai syventää, jotta päästäisiin standardin edellyttämälle tasolle. Näin ollen tavoitteena oli työn aiheen osalta kehittää raportointivalmiuksia EU-taksonomian mukaisuudesta, mutta ei tuottaa varsinaista raporttipohjaa.

Tutkimuskysymykset olivat:

- Mikä on haastateltavien tulkinnan mukaan uudisrakentamisen, rajaten toimitilarakennuksiin ja erityisesti toimistoihin ja logistiikkarakennuksiin, keskimääräinen taso resurssitehokkuudessa, mukautumiskelpoisuudessa, joustavuudessa ja purettavuudessa ISO 20887 -standardin (2020) mukaisesti?
- Millaiset ratkaisut tekevät uudisrakentamisesta haastateltavien mielestä keskimääräistä paremman resurssitehokkuudessa, mukautumiskelpoisuudessa, joustavuudessa ja purettavuudessa ISO 20887 -standardin (2020) mukaisesti?
- Tehdäänkö uudisrakennuksista (ym. rakennustyypeissä) tyypillisesti ISO 20887 (2020) -standardin vaatimaa suunnitteludokumentaatiota?
- Tulisiko suunnitteludokumentaatiota syventää tai laajentaa, jotta se täyttäisi ISO 20887 (2020) -standardin vaatimukset?

Mahdollisena lisätavoitteena oli pyrkiä lisäämään ymmärrystä resurssitehokkuuden, joustavuuden ja mukautumiskelpoisuuden sekä purettavuuden suunnittelusta uudisrakennuksissa. Aihe on ajankohtainen myös Suomen lainsäädännön vuoksi ja sitä kautta kaikkien rakennusten osalta. Uudessa vuonna 2025 voimaan tulevassa rakentamislaisissa tavoitellaan ekologista ja pitkäikäistä rakennusta muun muassa rakennuksen muunneltavuuden, huollettavuus ja purettavuuden kautta (Rakentamislaki 751/2023, 39 §).

Työn menetelmänä oli laadullinen haastattelututkimus ja kirjallisuuskatsaus. Haastattelumenetelmän valinnassa painavana tekijänä oli kerätä asiantuntijätietoa, jota haastateltavat ovat kerryttäneet työkokemuksensa perusteella ja siten ymmärtää asiaa laajemmin kuin esimerkiksi tapaustutkimuksen kautta olisi mahdollista.

2 EU-taksonomia ja uudisrakentamisen kiertotalous

Kiertotalous on käsitteenä hyvin laaja ja julkinen keskustelu kiertotalouden ympärillä liikkuu monenlaisen teeman ympärillä. EU-taksonomia-asetuksen mukaan kiertotaloudessa tulisi resurssien, kuten tuotteiden, arvo säilyä mahdollisimman pitkään, joka vähentää siten tuotteiden tai materiaalien käytön ympäristövaikutuksia. Lisäksi jätteiden ja vaarallisten aineiden päästöjen määrät tulisi olla mahdollisimman pieniä koko elinkaaren ajalta. (Asetus (EU) 2020/852, 2 artikla.)

Seuraavaksi tutustutaan lyhyesti EU-taksonomiaan viitekehyksenä sekä EU-taksonomian vaatimuksiin uudisrakennukselle sekä kiertotalouteen rakennusten näkökulmasta. Kiertotalouden teema toimii alustuksena varsinaisen työssä tarkasteltavan EU-taksonomian kriteerin ymmärtämiselle. Viimeiseksi käsitellään tarkemmin varsinainen tarkasteltava kriteeri ja kriteerin edellyttämän ISO 20887 (2020) -standardin vaatimukset rakennushankkeelle.

2.1 EU-taksonomia yleisesti

EU-taksonomian avulla on luotu lista taloudellisesta toiminnasta, jotka voidaan katsoa ympäristöllisesti kestäväksi. EU-taksonomian luomien määritelmien avulla sijoittajien on mahdollista välttää vääriä ympäristövääntämiä ja saada turvaa sijoituksilleen sekä yritysten on mahdollista muuttaa toimintaansa ilmaston kannalta paremmaksi. Sen katsotaan olevan keino, jolla EU:ssa voidaan saada investointeja suuntautumaan kestävään toimintaan ja toteuttaa Euroopan Green Deal -sitoumusta, jolla EU tavoittaa muutoksen resurssien käytöltään kestäväksi ja kilpailukykyiseksi taloudeksi (EU taxonomy for sustainable activities n.d. & A European Green Deal n.d.).

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2020/852 ”kestävää sijoittamista helpottavasta kehyksestä ja asetuksen (EU) 2019/2088 muuttamisesta” annettiin 18.6.2020 Euroopan unionin virallisessa lehdessä (Asetus (EU) 2020/852). EU-taksonomia-asetus määrittelee kuusi ympäristötavoitetta: ilmastonmuutoksen hillintä, Ilmastonmuutokseen sopeutuminen, vesivarojen ja merten

luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojelu, siirtyminen kiertotalouteen, ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen sekä biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelu ja ennallistaminen. Näille ympäristötavoitteille on EU-taksonomialainsäädännöllä kehitetty kriteerit, joita kutsutaan teknisiksi arviointikriteereiksi, ja joista säädetään erillisissä delegoiduissa asetuksissa. (EU taxonomy for sustainable activities n.d.) Ensimmäisenä delegoitu asetus luotiin ilmaston muutoksen hillinnälle ja ilmastonmuutokseen sopeutumiselle. Tämä ilmaston delegoitu asetus saatettiin voimaan vuoden 2022 alusta (EU taxonomy for sustainable activities n.d. & Asetus (EU) 2021/2139). Silloin luotiin kriteerit julkaistujen ilmaston kriteereiden osalta kaikkein merkittävimmille toimialoille, joista rakennukset ovat yksi ja muita ovat energiasektori, liikenne ja teollisuus (FAQ: What is the EU Taxonomy and how will it work in practice? n.d., 6). Tekniset arviointikriteerit lopuille ympäristötavoitteille oli tarkoitus julkaista delegoidussa asetuksessa vuonna 2022 (EU taxonomy for sustainable activities n.d.), mutta ne, kuten myös toimialojen täydennykset ensimmäiseen delegoituun asetukseen, julkaistiin vasta vuonna 2023 (Implementing and delegated acts - Taxonomy Regulation n.d.).

EU-taksonomian mukaiseksi kutsutaan taloudellista toimintaa, joka täyttää yhtä ympäristötavoitetta merkittävästi edistämisen tekniset arviointikriteerit ja sekä täyttää loppujen ympäristötavoitteiden osalta ”ei merkittävää haittaa” -kriteerit sekä tietyt vähimmäistason suojatoimet. Ideana on, että merkittävästi edistämisen kriteeri voi joko tehdä merkittävän positiivisen vaikutuksen tai se voi merkittävästi vähentää negatiivista vaikutusta. ”Ei merkittävää haittaa” -kriteerit ovat mukana, koska halutaan varmistua, että yhden tavoitteen edistäminen ei ole haitaksi muille tavoitteille. (FAQ: What is the EU Taxonomy and how will it work in practice? n.d., 4.) EU-taksonomiaasetuksen 18 artiklassa esitetyt vähimmäistason suojatoimet tarkoittavat sitä, että EU-taksonomian mukaisuutta todennettaessa tulee varmistua, että OECD:n ohjeita monikansallisille yrityksille sekä YK:n ohjaavia periaatteita koskien yritystoimintaa ja ihmisoikeuksia noudatetaan (Asetus (EU) 2020/852). Vähimmäistason suojatoimiin ei keskitytty tässä opinnäytetyössä.

Vaikka EU-taksonomian kriteerit ovat vapaaehtoisia täyttää, raportointiin liittyy myös pakollinen puoli yrityksille, jotka ovat EU:n kestävyysraportointidirektiivin, CSRD:n (Direktiivi (EU) 2022/2464), alaisia. CSRD korvasi NFRD:n eli muun kuin taloudellisen tiedon raportointidirektiivin. Direktiivin alaisten yritysten on raportoitava siitä, kuinka suuri osuus heidän taloudellisesta toiminnastaan

täyttää EU-taksonomian vaatimukset. (FAQ: What is the EU Taxonomy and how will it work in practice? n.d., 3 & 8.). CSRD astui voimaan vuonna 2023 (Corporate sustainability reporting n.d.).

2.2 EU-taksonomian kriteerit uudisrakentamiselle

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan nimenomaan EU-taksonomian Ilmaston delegoidun asetuksen (Asetus (EU) 2021/2139) Liitteiden I ja II, eli ilmastonmuutoksen hillinnän kriteerejä koskevan liitteen ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen kriteerejä koskevan liitteen luvun 7.1 Uusien rakennusten rakentamisen ”ei merkittävää haittaa” -kriteeriä ympäristötavoitteessa siirtyminen kierto-talouteen ja vielä tarkentaen sen toista kappaletta. Varsinaista tarkasteltavaa kriteeriä käsitellään myöhemmin tarkemmin. Alla esitetään lyhyesti (taulukot 1 ja 2) kaikki täytettävät kriteerit uudisrakennukselle, jos taksonomiamukaisuus täytetään Ilmastonmuutoksen hillinnän merkittävän edistämisen osalta (Asetus (EU) 2021/2139, Liite I:n luku 7.1).

Taulukko 1. Ilmastonmuutoksen hillinnän merkittävän edistämisen kriteerit uudisrakennuksissa (Asetus (EU) 2021/2139, Liite I:n luku 7.1, lyhennetty)

Ilmastonmuutoksen hillinnän merkittävä edistäminen	Rakennuksen tulee todistaa siitä laaditun energiatodistuksen avulla, että se on 10 % lähes nollaenergiarakennusta energiatehokkaampi.
	Yli 5000 neliön rakennuksista tulee valmistumisvaiheessa tehdä ilmatiiveys- ja lämmönpitävyystutkimukset.
	Rakennuksesta tulee laatia hiilijalanjälkilaskelma joko kansallisesti hyväksytyn menetelmän tai kriteereissä täsmennetyn menetelmän avulla.

Taulukko 2. ”Ei merkittävää haittaa” -kriteerit uudisrakennukselle (Asetus (EU) 2021/2139, Liite I:n luku 7.1, lyhennetty)

Ei merkittävää haittaa	Ilmastonmuutokseen sopeutuminen: Tulee tehdä delegoidun asetuksen Lisäyksen A mukainen ilmatoriskien tarkastelu.
	Vesivarojen ja merten tarjoamien luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojelu: Uudisrakennukseen tulee valita vähän vettä kuluttavat vesikalusteet ja rakentamisen aikana tulee huolehtia vesienhallinnasta delegoidun asetuksen Lisäyksen B mukaisesti.
	Siirtyminen kiertotalouteen: Rakennusjätteestä vähintään 70 prosenttia käytetään uudistaan sellaisenaan tai hyödynnetään materiaalina käsittelyn jälkeen. Rakennuksen suunnittelussa ja rakentamisessa tulee huomioida joustavuus ja purettavuus.
	Ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen: Valittujen rakennustuotteiden tulee täyttää asetuksen C mukaiset kriteerit koskien tiettyjen aineiden pitoisuutta ja päästöjä.
	Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelu ja ennallistaminen: Uutta rakennusta ei saa rakentaa viljelysmaalle, viheralueelle, jonka luonnon monimuotoisuus on korkea tai metsämaalle. Lisäksi Ympäristövaikutusten arviointimenettely tulee olla tehty, jos hankkeesta sitä vaaditaan.

EU-taksonomian teknisten kriteerien toteutuksesta uudisrakennuksissa ei ole vielä runsaasti kansainvälistä tutkimuskirjallisuutta. Eräs selvitys (EU Taxonomy Study - Evaluating the market-readiness of the EU taxonomy criteria for buildings 2021) kävi läpi EU-taksonomian kriteereiden täyttymistä hankkeissa, mutta tutkimus julkaistiin silloin, kun kriteereistä oli vasta luonnokset olemassa.

Opinnäytetöiden osalta kiinnostus EU-taksonomiaan vaikuttaa olevan suurta, ja oli järkevää tutkia lähemmin vain tämän opinnäytetyön kannalta oleellisia opinnäytetöitä. Lassilan (2022) DI-työssä käsiteltiin EU-taksonomian vaikutuksia rakennushankkeen ohjaukseen. Erkkilän (2022) DI-työssä taas käsiteltiin EU-taksonomiakriteereiden toteutumista ympäristöluokitelluissa hankkeissa. Aapio (2022) tutki YAMK-opinnäytetyössään EU-taksonomian vaikutuksia rakennesuunnitteluun. Myös Aihos (2022) ja Kaski (2022) tutkivat uudisrakentamisen kriteerien täyttymistä. Yllä mainituissa

töissä kiinnostuksen kohteena oli koko uudisrakentamisen EU-taksonomiakriteeristö, joissain myös korjausrakentamisen, ja tavoiteltavana merkittävän edistämisen kriteerinä oli ilmastonmuutoksen hillintä ja osassa myös sopeutuminen. Yhteisenä havaintona opinnäytetyöissä oli usein, että kriteeristöt ovat tulkinnanvaraisia (Erkkilä 2022, 112, Lassila 2022, 58–60, Aapio 2022, 52), joka tuo toteuttamiseen käytännön haasteita (Aapio 2022, 52 & Lassila 2022, 58–60). Kansallisten tulkintojen teolle esitettiin tarve (Erkkilä 2022, 112, Lassila 2022, 58–60, Aapio 2022, 52). Kansallisia tulkintoja on työstetty muun muassa Green Building Council Finlandin työssä loppuvuodesta 2022 (Vierinen, Tiainen & Tähtinen 2022). Ja tietävästi yhteistyö kansallisten tulkintojen parissa jatkuu alalla.

Ruohoniemen (2022) opinnäytetyö käsittelee samaa kriteeriä kuin tämä opinnäytetyö. Ruohoniemi kuitenkin katsoo koko kriteeriä ja näkökulma on vahvasti elinkaaren purkuvaiheessa, jätteenkäsittelyssä ja aikaisemmin rakennettujen rakennusten rakennusosien uudelleenkäytössä, kun tässä opinnäytetyössä näkökulma on uudisrakennusten suunnittelussa eli elinkaaren alussa. Lisäksi Tiainen (2023) teki diplomityön kiertotalouden merkittävästi edistämisen kriteeristä uudisrakennuksille. Tiainen (2023) työssä tarkasteltava kriteeristö on laajempi kuin ilmaston delegoidun asetuksen mukainen ”ei merkittävää haittaa” -kriteeri, ja siten sen tarkastelu tässä työssä tarkasteltavan kriteerin näkökulmasta jää yleiselle tasolle.

2.3 Kiertotalous rakennusalalla

Kiertotalous on laajasti käytetty termi ja vaatii siten täsmentämistä jokaiselle alalle erikseen. Suomalaiset rakennusalan toimijat pohtivat rakennetun ympäristön kiertotalouden määrittelyä vuonna 2018. Alan toimijoiden mukaan rakennetun ympäristön kiertotalouden tehtävä on viedä kohti kestävästä rakennettua ympäristöä omaksumalla toimintamalli ja politiikka, jolla sitä kohti päästään. Toimintamalliin kuuluu optimoida materiaalien, mutta myös energian kiertokulkua sekä uudistaa ja palauttaa resursseja käyttöön. Kiertotalouden mukaisessa toiminnassa rakennettu ympäristö suunnitellaan niin, että se palvelee muuttuvia tarpeita ja käyttötarkoituksia ja hyödyntää olemassa olevaa säilyttäen rakennuksiin ja materiaaleihin sitoutuneen arvon. Kiertotalouden tulisi myös haastaa nykyisiä liiketoimintamalleja sekä kiinteistöjen omistajien että loppukäyttäjien odotuksia. (Näin rakennamme kiertotaloutta – 7 tavoitetta kiertotalouden toteuttamiseksi KIRA-alalla 2018, 4.) Suomalaisten alan asiantuntijoiden määrittely on melkoisen laaja ja mukaan on otettu myös energia.

Kiertotalous rakennetussa ympäristössä (2021) -kirjassa esitetyt aiheet antavat konkreettisia muotoja rakennetun ympäristön kiertotalouden määritelmälle. Kirjan aiheiden lähtökohtana oli edellä esitetty suomalaisten rakennusalan toimijoiden määrittely (Huttunen 2021, 13–14), mutta energiaa ei otettu mukaan. Kirjassa aiheita olivat muun muassa rakennuksen elinkaari, purkaminen ja korjaaminen, hankinnat ja materiaalivalinnat, rakennusten suunnittelu joustaviksi, tiedonhallinta, kiinteistön käyttö ja omistaminen, vaaralliset aineet sekä kulttuuriset näkökulmat, kuten rakennusperintö (Kiertotalous rakennetussa ympäristössä 2021).

World Green Building Councilin vuonna 2023 julkaisema The Circular Built Environment Playbook (Jackson ym. 2023) on tehty laajan kansainvälisen ohjausryhmän ohjaamana. Raportti esitteli rakennetun ympäristön kiertotalouden tärkeimmät periaatteet, esitettynä paljon suomalaista rakennetun ympäristön kiertotalouden määrittelyä tiiviimmin. Periaatteita olivat materiaalien ja luonnonvarojen kulutuksen vähentäminen sekä tuotteiden ja materiaalien osalta elinkaaren optimointi. (Jackson ym. 2023, 6.) Lisäksi esitettiin purettavaksi suunnittelu, jonka yhteydessä uudelleenkäyttö ja kierrätys sekä kunnianhimoisesti myös jätteen syntymisen estäminen kokonaan. Myöskään World Green Building Council ei lukenut energiaa mukaan, mutta sen sijaan viimeisenä nostettiin luonnon uudistaminen (Jackson ym. 2023, 6), jota vuonna 2018 suomalaiset asiantuntijat eivät vielä olleet tunnistaneet osaksi rakennetun ympäristön kiertotaloutta (Näin rakennamme kiertotaloutta – 7 tavoitetta kiertotalouden toteuttamiseksi KIRA-alalla 2018, 4).

Rakennetun ympäristön kiertotalouden tärkeimpien periaatteiden lisäksi World Green Building Councilin raportissa (Jackson ym. 2023) nostettiin esille myös määritelmä kiertotalouden mukaiselle rakennukselle ('circular building'), joka on alun perin esitetty World Business Council for Sustainable Developmentin raportissa (The business case for circular buildings 2021, 16). Määritelmään kuuluvat rakennustuotteiden osalta kulutuksen kestävyys ja valmistaminen materiaaleista, jotka ovat tuotettu kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti, joko myrkyttömästi, uusiomateriaaleista tai esimerkiksi ovat uudelleenkäytettävissä tai kierrätettävissä. Koko rakennuksen osalta määritelmään kuuluvat rakennuksen elinkaarta pidentävät ratkaisut, kuten tilojen jakaminen useille käyttäjille ja joustavuus sekä muunneltavuus. Lisäksi nostetaan myös pitkäikäisyys, kulutuskestävyys ja se, että rakennus on vaivattomasti huollettavissa ja korjattavissa tai purettavissa. (The business case for circular buildings 2021, 16.)

World Business Council for Sustainable Developmentin raportissa (The business case for circular buildings 2021, 16) nostetaan esille myös se, että kiertotalouden mukaisen rakennuksen määritelmään kuuluvat tutkimukset rakennuksen elinkaaren ympäristövaikutuksista sekä elinkaarikustannuksista ja myös rakennuksen dokumentaation digitaalisuus. Digitaalisuudesta esimerkkinä nostetaan niin sanottu materiaalipassi (The business case for circular buildings 2021, 16), joka on läheinen Suomessakin pian edellytettävälle rakennustuoteluettelolle (Kunnille lisäaikaa rakennetun ympäristön tiedonhallinnan uudistukseen 2024). Dokumentaation digitaalisuus sekä tutkimukset elinkaaren ympäristövaikutuksista eivät suoraan ole tavoiteltavia ominaisuuksia kiertotalouden mukaiselle rakennukselle vaan esimerkiksi Aguiarin, Vonkin ja Kampin (2019, 1) mukaan tietomalleilla voi tukea kiertotalouden toteutumista ja Hauptin ja Zschokken (2017, 836) mukaan elinkaarilaskennalla voidaan tutkia kiertotalouden mukaisten ratkaisujen ympäristövaikutuksia.

Edellä esitetty kiertotalouden mukaisen rakennuksen määritelmä (The business case for circular buildings 2021, 16) on hyvin lähellä Euroopan arkkitehtineuvoston 2019 (Statement of the Architects' Council of Europe (ACE): Designing for a Circular Economy 2019) tehdyn lausunnon strategioita kohti kiertotaloutta. Euroopan arkkitehtineuvoston kuitenkin nostaa esille kulttuurisen näkökulman, kuten tehtiin myös Kiertotalous rakennetussa ympäristössä -kirjassa (2021). Näkökulman mukaan rakennuksista tulee pitää huolta, jotta ne säilyvät arvostettuina, ja siten myös niiden elinkaari arvostuksen myötä pitenee. Lisäksi teknisen näkökulman osalta nostetaan esille se, että usein rakennuksen käytön lopettaminen johtuu nimenomaan käyttäjien toiveiden muutoksesta eikä niinkään rakennuksen absoluuttisesta vanhenemisesta ja käyttöiän loppumisesta. Näin ollen, tulee pitää huolta, että rakennusten tekniset järjestelmät ovat vaihdettavissa, jotta voidaan reagoida käyttäjien tarpeiden muutoksiin ilman järjestelmien vaihtoa suurempia toimenpiteitä. (Statement of the Architects' Council of Europe (ACE): Designing for a Circular Economy 2019.)

Lähivuosina tehty määrittelytyö on tullut tarpeeseen, sillä tutkimusten mukaan alalta on puuttanut vahvistettu jaettu ymmärrys siitä, mitä kiertotalous oikeastaan rakennusalalla ja rakennetussa ympäristössä tarkoittaa (Adams ym. 2017, 22), miten se rajataan, mitä yksittäiset alan käsitteet tarkoittavat, kuinka kiertotalous voi alalla vaikuttaa ympäristölliseen kestävyYTEEN (Munaro, Tavares & Bragança 2020, 13–14) tai kuinka kiertotaloutta kokonaisuudessaan toteutetaan (Ossio, Salinas & Hernández 2023, 3). Rakennusala on vielä hyvin alussa kiertotalouden toteuttamisessa (Ossio ym. 2023, 3; Munaro ym. 2020, 14).

Munaro ym. (2020, 12) huomasivat että suurimmaksi osaksi tutkimus kiertotaloudesta rakennusalalla keskittyy rakennus- ja purkujätteeseen sekä tuotteiden uusiomateriaaleihin. Ossion ym. (2023, 3) mukaan ylipäänsä kiertotalous rakennusalalla yhdistetään rakennus- ja purkujätteeseen sekä materiaalin käytön vähentämiseen. Pomponi & Moncaster (2017, 710) havaitsivat, että tutkimuksessa keskitytään usein laajempaan rakennetun ympäristön kiertotalouteen, kuten ekopuistoihin, tai sitten tuotekohtaisiin ratkaisuihin, mutta tarkastelu, joka koskee yksittäistä rakennusta, on harvinaisempaa. Kiertotalouden ymmärrys on kuitenkin kehittymässä. Munaro ym. (2020, 5 & 10) ja Ossio ym. (2023, 17) havaitsivat, että viimeisinä vuosina kiertotaloustutkimusten teemat ovat yhä useammin käsitelleet suunnittelua, rakentamistapoja ja hallintoa tai purettavuutta ja joustavuutta.

Vuosittain laadittu The circularity gap report (2023) kertoo, että maailman kiertotalousaste (Circularity Metric) on laskenut lähivuosina. Materiaalit, jotka yhden käyttökerran jälkeen käytetään uudestaan, vastaavat enää 7,2 prosenttia maailman kaikista materiaalipanoksista, kun viisi vuotta sitten osuus oli 9,1 prosenttia. Laskeva tulos ei johdu kierrätyksen vähenemisestä, vaan siitä, että luonnonvaroja käytetään pitkäikäisiin kohteisiin. Pitkäikäiset kohteet muodostuvat suurelta osin rakennuksista ja infrastruktuurista ja niissä olevat materiaalmäärät ovat kasvaneet 23-kertaiseksi kuluvan vuosisadan aikana. (The circularity gap report 2023, 18–19.) Circularity gap reportissa (2023, 24) tunnustetaan, että heidän oma kiertotalousasteen mittarinsa tunnistaa kiertotaloudesta vain sen osan, joka kuvaa uusiomateriaalien käyttöä, mutta sellaiset strategiat, joilla esimerkiksi saadaan tuotteet kestävämpään pidempään tai joilla vähennetään niiden käyttöä kokonaan, eivät näy mittarissa. Tällaisille mittareille olisi kuitenkin todella suuri tarve. Pysyvän materiaalivaraston suuri osuus kertoo siitä, että ympäristöongelmat ja luonnonvarojen riittävyys eivät ratkea pelkällä kierrätyksellä, vaan tulee myös vähentää materiaalien käyttöä. (The circularity gap report 2023, 24.) Circularity gap reportin laatijataho pyrkii jatkossa kehittämään mittareita, jotka kuvaavat kiertotalouden toteutumista laajemmin (2023, 24).

Kanters (2020) ja Munaro ym. (2020) löysivät tutkimuksissaan syitä siihen, miksi kiertotalous ei ole rakennusalalla edennyt. Kantersin (2020, 13) mukaan alaa vaivaa konservatiivisuus ja tiivis suhde rahoitusalaan, joka aiheuttaa sen, että ei haluta ottaa rahoituksen vaarantumisen riskejä tehdä uudella tavalla, vaan rahoitusalan tulisi uudistua samaan aikaan. Uusiomateriaalien tai uusiotuotteiden käyttämisen esteenä voivat olla myös rakennusmääräykset, niiden käytön vaatima osaaminen,

työn kalleus suhteessa materiaalien kalleuteen, uusiutuotteiden markkinoiden kehittymättömyys ja esimerkiksi tämän aiheuttama epävarmuus ja aikatauluhaitta (Kanters 2020, 11 & 13). Vaikka Kantersin (2020) mukaan rakennustuotteiden kiertotalouden mukaisessa suunnittelussa on haasteita, on niitä päästy myös ylittämään. Koko rakennusta koskevien kiertotalousratkaisuiden osalta edessä on laajempia ongelmia, koska silloin mukana on jo paljon useampi taho, jotka asettavat vaatimuksia rakennukselle, kuten urakoitsijat ja kunta. (Kanters 2020, 14.) Uudelleenkäytettävien rakennusosien käytön epävarmuutta lisää se, että niiden tulee täyttää ja todentaa laajasti vaatimuksia, kuten rakenteellinen kestävyys ja muu vaatimusten mukaisuus. Selkeä haitta etenemiselle rakennusten ja niiden osien uudelleenkäytössä taas on, että purettavuuden ja uudelleenkäytön suunnittelulle ei ole kannusteita. (Munaro ym. 2020, 14.)

2.4 Kiertotalous ja uudisrakennusten suunnittelu

Edellisessä alaluvussa esitellyt kiertotalouden määritelmät tai periaatteet koskivat joko rakennettua ympäristöä (ks. esim. Jackson ym. 2023, 6) kokonaisuudessaan tai hiukan kapeammin kiertotalouden mukaista rakennusta (ks. esim. The business case for circular buildings 2021, 16). Luvussa havaittiin, että rakennusalan kiertotalous ei vaikuta edistyneen pitkälle tämän opinnäytetyön käsittelemässä teemassa: uudisrakennusten suunnittelussa kiertotalouden mukaisiksi. Tässä alaluvussa esiteltävät käsitteet liittyvät opinnäytetyössä tarkasteltavana olevan kriteerin vaatiman ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteisiin, joten luku toimii alustuksena ymmärtää seuraavissa alaluvuissa esiteltävää tutkittavana olevaa kriteeriä ja ISO 20887 (2020) -standardia.

Paljon erilaisia käsitteitä voidaan asettaa kiertotalouden mukaisen suunnittelun (Design for Circularity, ks. Amory 2019, 2) alle. Kirjallisuus tunnistaa suuren määrän erilaisia ”Design for X” -periaatteita, joissa X:n tilalle voidaan nostaa joku yksittäinen kiertotaloutta toteuttava periaate (ks. esim. Ossio ym. 2023, 23 & Amory 2019, 5). Tämä luku ei ole tyhjentävä esitys näistä periaatteista, vaan katsaus niihin. Amoryn (2019, 5) mukaan periaatteet onkin tarkoitettu käytettäväksi niin, että ne täydentävät toisiaan eivätkä ole tiukasti määriteltyjä. Hyvä katsaus keskusteluun on myös teos Elinkaariominaisuudet rakentamisen ohjauksessa (Häkkinen & Tarpio 2021).

Ossio ym. (2023) jakavat kiertotalouden mukaisen suunnittelun periaatteet kahteen osaan: muutumiskykyyn ja purettavuuden periaatteisiin. Ensimmäisen mukaan rakennusta voidaan muokata muuttuviin tarpeisiin ja toisen mukaan, jos muu ei ole mahdollista, rakennus voidaan purkaa

osiin, jotka joko uudelleen käytetään tai kierrätetään. (Ossio 2023, 22–23.) Myös ISO 20887 (2020) -standardi jakaa suunnitteluperiaatteet kahden otsikon alle: muuntojousto ja purettavuus (ks. luku 2.6). Kanters (2020) taas ei tunnista muuttuviin tarpeisiin muokattavuuteen liittyviä ratkaisuja vaan tuo esille ainoastaan suunnittelun siten, että rakennusmateriaalit ja -osat tulee hyödynnettyä purun jälkeen uudessa rakennuksessa (Kanters 2020, 10). Tätä hän kutsuu uudelleenrakentamisen suunnitteluksi (Design for Reconstruction) (Kanters 2020). Klinge ym. (2019) puhuvat palautuvista rakennuksista (reversible buildings), kun tarkoittavat sitä, että suunnittelussa huomioidaan rakennuksen mahdollinen purku ja uudelleen rakentaminen toisaalle. Taas Ossio ym. (2023, 22) viittaavat vanhempaan teokseen (Sassi 2004) ja sen käsitteeseen pitkäikäisyys, joka tarkoittaa sitä, että rakennus suunnitellaan pitkän ja muuttuvan käytön kestäväksi materiaaleiltaan ja rakenneratkaisuiltaan. Kestävät materiaalit nostetaan esille myös Antoninin ym. (2020, 9) tutkimuksessa, mutta useissa muissa sitä ei tunnisteta kiertotalouden ratkaisuksi.

Suomenkielisessä kirjallisuudessa Tarpio (2021) käyttää joustavuutta kattokäsitteenä laajalle joukolle käsitteitä, jotka kuvaavat jollain tavalla rakennusten mukautumiskelpoisuutta ja muuttuviin käyttötarkoituksiin sopivuutta. Tarpion (2021, 62) mukaan joustavuudella tarkoitetaan rakennuksen kykyä mukautua muuttuviin käyttötarkoituksiin, ja joka voidaan jakaa monikäyttöisyyteen ja muunneltavuuteen. Monikäyttöinen rakennus on soveltuva useampaan käyttöön sellaisenaan, mutta muunneltava rakennus taas vaatii joko taloteknisiä, rakenteellisia tai varustelun liittyviä muutoksia sopiakseen nykyisestä poikkeavaan käyttöön. Muunneltavuuden ääriesimerkkinä on rakennuksen laajentaminen. (Tarpio 2021, 62–63.) Tarpion (2020, 65) mukaan usein on tarpeellista jaotella muunneltavuus ulkoiseen ja sisäiseen muunneltavuuteen, sillä kun rakennuksen ulko-kuorta muutetaan, on prosessi hankalampi, kun keskusteluun tulevat myös kaupunkikuvalliset seikat.

Tarpion (2021, 63) mukaan purettavuuden suunnittelu on osa kattokäsitettä, joustavuutta. Purettavuudella Tarpion (2021, 63) mukaan usein aikaisemmin käsitettiin, että rakennuksessa on ikään kuin kerroksia, joista osa on pysyviä ja osa purettavia, mutta keskustelu purettavuudesta on voimistunut viime vuosina kiertotalouden vuoksi, ja samalla on ryhdytty puhumaan jo koko rakennuksen purettavuudesta ja uudelleenkäytöstä samassa tarkoituksessa. Tarpio (2021, 65) kutsuu täydellistä purettavuutta myös siirrettävyydeksi tai täysmuunneltavuudeksi.

Kiertotalouden mukaisten periaatteiden soveltamisesta rakennuksessa Tarpio (2021, 67–68) sekä Kanters (2020, 10) esittelevät Brandin (1994) mallin rakennuksen eri osakokonaisuuksista, jotka voidaan katsoa erillisiksi esimerkiksi käyttöikänsä suhteen. Suunnittelussa voi olla hyödyllistä, että näiden osalta katsotaan, mitkä suunnitellaan muuttuviksi ja mitkä suunnitellaan pysyviksi. Nämä kerrokset ovat Brandin (1994) mukaan tontti, runko, ulkovaippa, talotekniikka, tilasuunnittelu ja varusteet. ISO 20887 (2020, 15–16) -standardissa jaottelu on erilainen, kuten myöhemmin luvussa 2.6 kerrotaan.

Pomponi ja Moncasterin (2017, 711) mukaan kiertotalouden mukainen suunnittelu huomioi suunnittelun, rakentamisen, operoinnin, huollon sekä purkamisen vaiheet. Häkkisen (2021, 83) mukaan näissä kaikissa vaiheissa tulee ottaa huomioon myös tiedon sisällyttäminen suunnitteludokumentaatioon sekä se, että tieto on käytössä myöhemmin elinkaaren aikana ja sitä päivitetään rakennusta korjattaessa. Ihanteellista olisi, että tietoa säilytettäisiin yhtenäisellä tavalla kaikessa rakentamisessa ja että kiertotaloutta koskeva tieto sisällytettäisiin jo olemassa oleviin dokumentteihin, kuten käyttö- ja huolto-ohjeisiin (Häkkinen 2021, 83). Jo edellisessä luvussa esille tulleet tietomallit ja materiaalipassit ovat osa ehdotettuja dokumentaatoratkaisuja.

Tarpio (2021, 66–67) on laatinut rakennusten muunneltavuudesta hierarkiamallin, jonka mukaan rakennusten muutostarpeita tulisi käsitellä. Hierarkian mukaan ensimmäisenä tasona tulisi saavuttaa monikäyttöisyys, seuraavaksi sisäinen muunneltavuus, sitten ulkoinen muunneltavuus ja lopuksi siirrettävyys (eli ehjänä purettavuus) (Tarpio 2021, 66–67). Hierarkiaan liittyen Tarpio esittää, että kasvaneessa purettavuuskeskustelussa tulisi keskustella siitä, mille rakennustyypille täysi purettavuus on järkevä suunnitteluperiaate ja kuinka realistista se on. (Tarpio 2021, 63.).

Suomen rakentamislain uusimisprosessiin liittyvässä asiantuntijaprosessissa päädyttiin yllä mainituista osittain erilaiseen tulkintaan rakennuksen elinkaariominaisuuksiksi nimitettyjen suunnitteluominaisuuksien jaottelusta. Raportin jaottelu on tärkeä nostaa esille, koska se on yllä mainittuja tuoreempi ja koska sillä on vahva kytkös Suomen olosuhteisiin. Rakennuksen tai sen osien pitkäikäisyys nostettiin ikään kuin ylätavoitteeksi, jota toteutetaan elinkaariominaisuuksilla. Elinkaariominaisuudet jaettiin kolmeen yläkategoriaan: säilyvyys, joustavuus ja uudelleenkäytettävyys. (Hakaste ym. 2024, 15–16). Säilyvyyden nähtiin raportissa sisältävän teknisen kestävyuden ja kun-

nossapidettävyyden. Joustavuuteen taas kuuluu monikäyttöisyys ja muunneltavuus. Laajennettavuus on raportin mukaan muunneltavuuden alaesimerkki. Uudelleenkäytettävyys taas sisältää sekä uudelleenkäytön komponentteina ja rakennuksen tai sen osien siirrettävyyden. Raportin mukaan purettavuus ei ole oma ominaisuutensa, vaan sisältyy useampiin yllä mainittuihin. (Hakaste ym. 2024, 15–17.).

Asiaan liittyy myös ympäristövaikutusten laskeminen esimerkiksi LCA-menetelmällä (Life Cycle Assessment), eli ympäristövaikutusten arviointimenetelmällä. Rasmussen, Birkved ja Birgitsdottir (2019) tutkivat kahden erilaisen kiertotalousperiaatteita noudattavan rakennuksen ympäristövaikutuksia LCA-menetelmällä. Tuloksena saatiin, että rakennuksella, jossa oli paljon uusiomateriaalia, oli LCA-menetelmän mukaan matalampi ympäristövaikutus kuin rakennuksella, joka oli tehty neitseellisestä materiaalista, mutta suunniteltu purettavuuden periaatteita noudattaen. Tulos johtuu heidän mukaansa sekä LCA-laskelmien yleisesti hyväksytystä menetelmästä, että epävarmuudesta koskien rakennuksen pitkää elinkaarta ja purkamista elinkaaren päättyessä. Laskentamenetelmässä ympäristövaikutus pienenee uusiomateriaalien käytöllä, mutta menetelmässä ei näy purkutilanteen hyödyt uudelleenkäytettävänä rakennusosina, sillä ne katsotaan hyödyksi vasta seuraavalle rakennukselle. (Rasmussen ym. 2019.)

Myös Kanters (2020, 11) tuo esille LCA-laskennan epävarmuudet ja menetelmäongelmat koskien rakennusosien seuraavia elinkaaria ja siten vaikeudet ympäristötiedon tuotannossa. Vaikka ympäristövaikutuksen numeerinen määrä riippuu LCA-laskennan laskusäännöistä ja mahdollisesti esimerkiksi purettavuutta voitaisiin käsitellä laskennassa muullakin tavalla, on tulevaisuuteen liittyvä epävarmuus merkittävä ongelma ratkaisuihin, joiden hyödyt tulevat esille vasta pitkällä tulevaisuudessa. Rasmussen ym. (2019) ehdottavatkin, että purettavuuden suunnittelu lyhytikäisemmille ja esimerkiksi betonisia rakennusosia helpommin uudelleenkäytettävissä oleville rakennusosille voisi olla järkevämpää ja helpommin myös laskennoilla perusteltavissa. Asia liittyy myös olemassa olevaan rakennuskantaan, josta Tarpion (2021, 63) mukaan esimerkiksi runko ja perustukset ovat hyvin vaikeasti ehjänä purettavissa. Kuitenkin yleisesti ottaen muunneltavuuden ja purettavuuden periaatteet ovat sovellettavissa myös silloin. Vaikka tällöin muuntaminen ja purkaminen tuottavat enemmän haittaa, esimerkiksi rikkomalla rakennuksen jäljelle jätettäviä osia purettavien osien muuttuessa useammin jätteeksi, toteutuu kiertotalous silti sillä, että olemassa oleva rakennus

säästy pääosin ja helpoiten hyödynnettävissä olevia rakennusosia voidaan erotella ja käyttää uudelleen. (Tarpio 2021, 71.)

2.5 EU-taksonomian kriteeri uudisrakennusten kiertotaloudelle ja ISO 20887 -standardin yleiset periaatteet

Ilmaston delegoidun asetuksen (Asetus (EU) 2021/2139) Liitteen I ja II luvun 7.1 Uusien rakennusten rakentamisen ”ei merkittävää haittaa” -kriteeri ympäristötavoitteessa siirtyminen kiertotalouteen ja sen toinen kappale, oli opinnäytetyön varsinainen tarkasteltava kriteeri. Kriteeri on suomeksi:

Rakennusten rakennesuunnittelu ja rakennustekniikat tukevat kiertoa ja rakennusten osalta on osoitettava erityisesti, miten ne on suunniteltu resurssitehokkaammiksi, mukautumiskelpoisiksi, joustaviksi ja purettaviksi uudelleenkäytön ja kierrätyksen mahdollistamiseksi ISO-standardin 20887 (– –) tai muiden rakennusten purkamista tai muuntamista koskevien standardien mukaisesti.

Tässä alaluvussa tarkastellaan tämän kriteerin sanamuotoja aiemmin esitetyn valossa sekä tutustutaan sen mainitseman ISO 20887 (2020) -standardin lähtökohtiin. Englanninkielisessä asetuksen tekstissä puhutaan käsitteestä ”building designs”, kun suomennetussa tekstissä sanotaan ”rakennusten rakennesuunnittelu”. ”Building design” kääntyy suomeksi myös muotoon rakennusten suunnittelu, joka on ”rakennusten rakennesuunnittelua” laajempi käsite. Tässä opinnäytetyössä käsite ymmärretään laajemmin ja tarkastelussa ovat siten myös arkkitehti- ja talotekninen suunnittelu, kuten ISO 20887 (2020) -standardikin olettaa.

Tarkasteltavalle kriteerille annettiin hyvin merkittävä tulkinta joulukuussa 2022, kun julkaistiin tulkintoja Ilmaston delegoidulle asetukselle (Draft Commission Notice 2022, 54). Tulkinnassa täsmennettiin, että vaikka tiettyä tasoa ei vaadita, esimerkiksi ISO 20887 (2020) -standardin osalta, niin rakennusliikkeen vastuulla on kuitenkin todistaa, että kohderakennuksella on keskimääräistä uudisrakennusta korkeampi resurssitehokkuus, mukautumiskelpoisuus, joustavuus ja purettavuus. (Draft Commission Notice 2022, 54). Tämä tulkinta toi toisaalta uuden näkökulman kyseisen vaatimuksen täyttämiseksi, mutta on toisaalta ilmeinen, koska ”ei merkittävää haittaa” -kriteerien on tarkoitus asettaa taso, jolla kyseiselle ympäristötavoitteelle ei tuoteta haittaa, joten jonkinlainen vertailutason ylitys on odotettava.

Tarkasteltavan kriteerikohdan vaatimukset esittävät useita tavoitteita. Vaatimuksen mukaan suunnittelun tulee tukea kiertoa ja mahdollistaa uudelleenkäyttö ja kierrätys (Asetus (EU) 2021/2139) Liite I & II, luku 7.1). Lisäksi vaaditaan, että edellisten toteuttamiseksi rakennuksen tulee noudattaa resurssitehokkuutta, mukautumiskelpoisuutta, joustavuutta ja purettavuutta. Voidaan siis tulkita, että kierto, uudelleenkäyttö ja kierrätys ovat ylätavoitteita, joiden perusteella siirtymälle kiertotalouteen ei tuoteta merkittävää haittaa. Näitä ylätavoitteita toteutetaan resurssitehokkuudella, mukautumiskelpoisuudella, joustavuudella ja purettavuudella. Resurssitehokkuus on asetettu mielenkiintoiseen asemaan, sillä EU-taksonomian kriteeri näyttää nostavan kierron, uudelleenkäytön ja kierrätyksen muun muassa resurssitehokkuuden yläpuolelle. Kuitenkin vaadittavan ISO 20887 (2020) -standardin oma näkökulma on, että resurssitehokkuutta saavutetaan toteuttamalla muuntojouston ja purettavuuden periaatteita (2020, vi), joten standardi nostaa resurssitehokkuuden muuntojoustolla ja purettavuudella saavutettavaksi ylätavoitteeksi. Kuitenkin, vaikka resurssitehokkuus olisi ylätavoite, kun se ei ole asetettu ISO 20887 (2020) -standardissa selvästi erikseen raportoitavaksi asiaksi, muuntojouston ja purettavuuden tapaan, on tilanteessa riski, että sen toteutus ja dokumentointi jäävät vähäisemmälle huomiolle ja epämääräisemmin ilmaistuksi.

ISO 20887 (2020) -standardia ei ole välttämätön soveltaa, mutta Green Building Council Finlandin kansallisten EU-taksonomiatulkintojen mukaan standardia tulee soveltaa, jos ei ole osoitettavissa muutakaan standardia. Lisäksi huomautetaan, että suunnitelman teon lisäksi on tehtävä standardin mukaisia toimia. (Vierinen, Tiainen & Tähtinen 2022, 16.)

ISO 20887 (2020) käsittelee sekä rakennusten että infrastruktuurin suunnittelua muuntojoustaviksi ja purettaviksi esittelemällä mahdollisia strategioita, joilla suunnittelua voidaan muuttaa. Standardin lähtöoletuksena on, että soveltamalla muuntojoustoa ja purettavuutta voidaan edistää kestävä kehitystä. (ISO 20887: 2020, vi & 1.) ISO 20887 (2020) -standardissa käytetään englanniksi käsitettä Design for disassembly and adaptability (DfD/A), kuten myös englanninkielisessä Ilmaston delegoidussa asetuksessa. Tässä työssä käytettiin haastatteluissa käsitettä muuntojousto, kun viitattiin ISO 20887 (2020) -standardin sanaan adaptability. EU-taksonomian kriteerissä kuitenkin käytetään sanoja joustavuus ja mukautumiskelpoisuus (ks. Asetus (EU) 2021/2139, Liite I ja II luku 7.1). Myös Tarpio (2021) käyttää käsitteitä joustava ja mukautumiskelpoinen sekä muuttuviin käytötarkoituksiin sopiva, kuten yllä käsiteltiin. Opinnäytetyössä valittiin kuitenkin käyttää sanaa

muuntojousto, sillä se on alalla yleinen ja ymmärrettävä käsite ja myös toimeksiantaja on sitä käyttänyt, vaikka esimerkiksi Häkkisen ja Tarpion (2021) raportin kiertotalouden sanastossa muuntojouston käsitettä ei mainita (Häkkinen & Tarpio 2021, 24–26) mutta sen sijaan raportissa haastatellut henkilöt käyttivät käsitettä laajasti. Käsitettä ei mainita myöskään toisessa Suomen rakentamislain uudistukseen liittyneen asiantuntijaprosessin raportissa, vaan sanan adaptability käännös on joustavuus (Hakaste ym. 2024).

Varsinaisten suunnitteluperiaatteiden ohella ISO 20887 (2020) -standardi ohjeistaa myös siihen, miten ja missä vaiheissa näitä periaatteita tuodaan rakennushankkeen suunnitteluun. Suunnittelun muuntojoustavaksi ja purettavaksi tulisi lähteä hankkeen alusta, niin että asiakkaan hankesuunnitelmaan voidaan vaikuttaa. Tällöin vaikutus on kustannustehokkain ja myös tehokkain ympäristövaikutuksien suhteen. (ISO 20887: 2020, vi & 7–8.) Hankesuunnitelmaa tulisi kehittää rakennuksen elinkaaren suunnittelulla. Elinkaaren suunnittelun teemoja ja asiakkaan hankesuunnitelmaa tai projektikuvausta tulisi hyödyntää valitessa, mitä muuntojouston ja purettavuuden periaatteita sovelletaan. (ISO 20887: 2020, 7–8.) Muun muassa seuraavia teemoja tulisi ISO 20887 (2020) -standardin mukaan käydä läpi hankesuunnitelman ja suunnittelun edistämiseksi: käyttöikävaatimus, tulevat käyttötarkoitukset, onko omistaja esimerkiksi julkinen tai yksityinen organisaatio ja käyttäjät sekä operoijat, ja millaisia tahoja ne ovat. Lisäksi tulisi pohtia rakennuksen sijaintia ja siihen liittyviä etuja ja haittoja esimerkiksi ihmisten sijoittumisen tai taloudellisen toimeliaisuuden näkökulmasta ja rakennuksen kokoa, käytettäviä rakennustekniikoita ja materiaaleja. Lisäksi tulee pohtia taloudellisia ja lainsäädännön asettamia rajaehoja sekä esimerkiksi tekniikan vanhentumisesta johtuvia riskejä. Kaikki vaikuttavat mahdollisesti sovellettavien periaatteiden valintaan. (ISO 20887: 2020, vi & 7–8.)

Hankesuunnitelman kehittämiseksi elinkaarisuunnittelun teemojen avulla tulisi laatia mahdollisia skenaarioita rakennuksen tulevalle käytölle ja sitä kautta, käyttäen apuna esimerkiksi elinkaarikustannusten laskentaa sekä elinkaaren ympäristövaikutusten laskentaa, tulisi selvittää haittoja ja hyötyjä erilaisten muuntojousto- ja purettavuusperiaatteiden soveltamisesta. (ISO 20887: 2020, 8.) Muuntojouston ja purettavuuden soveltaminen voi vaatia valintoja ja kompromisseja usean taivoitteen välillä. Suunnitteluperiaatteiden soveltamista voivat rajoittaa myös esimerkiksi ajan puute, tekniset rajoitteet ja toisaalta liian vähäinen tieto koko elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista tai kustannuksista. (ISO 20887: 2020, vi.)

Esille nostetaan, että standardi ei tavoittele ylimitoitettua rakentamista tuleviin käyttötarkoituksiin vastaamisessa, eikä esimerkiksi uudelleenkäyttöä voi odottaa kaikilta rakennustuotteilta vanhentumisen vuoksi. Esimerkkinä annetaan, että joissain tilanteissa nimenomaan lyhyt elinkaari voi olla hyvä ratkaisu. (ISO 20887: 2020, vi & 9–10.) Tavoitteena on, että muuntojouston ja purettavuuden suunnittelun avulla rakennuksen suunniteltu käyttöikä ja todellinen käyttöikä voidaan optimoida. (ISO 20887: 2020, vi & 9–10.) Tavoitteena ei siis välttämättä ole mahdollisimman korkea käyttöikä tai käyttötarkoitusten määrä.

ISO 20887 (2020) -standardin pääpaino on suunnittelussa, joka on luontaista, sillä alkuvaihe on tärkeä ja standardin näkökulma on yksittäisissä projekteissa. Standardissa korostetaan, että suunnittelijoilla on merkittävä rooli periaatteiden soveltamisessa. Kuitenkin tilaajat ovat niitä, joiden tavoitteiden mukaisesti myös muuntojousto ja purettavuutta sovelletaan. Lisäksi jotta periaatteiden soveltaminen onnistuu, tulisi myös tuotevalmistajien, rakennusliikkeiden ja myös käyttövaiheen toimijoiden sekä elinkaaren päättymisvaiheesta vastaavien tehdä muutoksia toiminnassaan. (ISO 20887: 2020, vi.)

2.6 Muuntojouston ja purettavuuden suunnitteluperiaatteet ISO 20887 -standardissa sekä standardin vaatima dokumentaatio

Luvussa 2.4 käsiteltiin kirjallisuuden perusteella erilaisia muunneltavuuden suunnitteluperiaatteita ja jaotteluja. Luvussa 2.5 kerrottiin, että ISO 20887 (2020) -standardi jakaa rakennuksen suunnitteluperiaatteet kahteen: muuntojoustavuuden periaatteisiin ja purettavuuden periaatteisiin. Alla kerrotaan nämä periaatteet tiivistettynä ja suomennettuna taulukoissa 3. ja 4. Englanninkielinen käsite kerrotaan selvyden vuoksi suluissa. Suunnitteluperiaatteet ovat suomennettu osin kirjallisuuden avulla ja osin itse.

Taulukko 3. Muuntojouston suunnitteluperiaatteet ISO 20887 (2020) -standardin mukaan.

<p>Muuntojouston (adaptability) suunnitteluperiaatteet, joiden avulla rakennus pystyy vastamaan muuttuviin käyttötarkoituksiin tai esimerkiksi ilmastonmuutoksen asettamiin haasteisiin. Muuntojoustoa voidaan suunnitella tiedettyihin tarpeisiin tai yleisiin tarpeisiin (ISO 20887: 2020, 11).</p>
<p>1. Monikäyttöisyys (versatility): ISO 20887 -standardin (2020, 11–12) mukaan monikäyttöisyyden avulla rakennusta voidaan esimerkiksi käyttää päivisin eri tarkoitukseen kuin iltaisin, kuten esimerkiksi koulun käyttäminen teatteritilana joko täysin ilman muutoksia tai pienin muutoksin. Tarpio (2021, 62) sanoo, että monikäyttöinen rakennus on soveltuva useampaan käyttöön sellaisenaan. Hakaste ym. (2024, 20) kääntää myös termin monikäyttöisyydeksi ja täsmentää, että rakennuksen tulisi olla soveltuva ilman olennaisia muutoksia rakenteissa tai talotekniikassa.</p>
<p>2. Muunneltavuus (convertibility): ISO 20887 -standardin (2020, 11) mukaan tällä tarkoitetaan, että tila suunnitellaan uuteen käyttöön soveltuvaksi niin, että sille tarvitsee tehdä vain pieniä muutoksia sisätiloissa, joihin eivät kuulu rakenteelliset muutokset. Ero monikäyttöisyyteen nähden on, että käyttötarkoitukset seuraavat toisiaan, eikä niiden välillä vaihdella. Tarpion mukaan muunneltavuus -käsite on laajempi ja sisältää varustelun lisäksi myös talotekniset ja rakenteelliset muutokset, jotta rakennus voisi soveltua nykyisestä poikkeavaan käyttöön (2021, 62–63). Toisaalta standardi mainitsee myös poikkeuksellisina tapauksina tilanteet, joissa voidaan tehdä suurempiakin korjauksia, jotta vältetään purkaminen (ISO 20887, 12) ja näin ollen voisi katsoa, että pienet rakenteelliset muutokset ja talotekniset muutokset kuuluisivat muunneltavuuden piiriin. Hakaste ym. (2024, 20) taas nimenomaan esittää, että muunneltavuus sisältää kyvyn mukautua tehden muutoksia rakenteissa tai talotekniikassa.</p>
<p>3. Laajennettavuus (expandability): ISO 20887 -standardin (2020, 13) mukaan laajennettavuus tarkoittaa sitä, että rakennusta on mahdollista myöhemmässä vaiheessa laajentaa joko rakentamalla uusia kerroksia tai rakentamalla uutta tilaa nykyisen rakennuksen viereen. Lisäkerrosten rakentaminen alkuperäisen rakennuksen suunnitteluvaiheessa sekä perustuksille että rungolle tehtäviä varauksia kantaa suurempaa kuormaa kuin alkuperäinen käyttötarkoitus. Viereen laajentaminen taas vaatii esimerkiksi julkisivujen valintaa sellaisiksi, joka sallii helpon laajennusremontin sekä myös purkumateriaalien uudelleenkäytön. (ISO 20887: 2020, 13.) Hakaste ym. (2024, 20) kääntää termin ulkoiseksi laajennettavuudeksi.</p>

Taulukko 4. Purettavuuden suunnitteluperiaatteet ISO 20887 (2020) -standardin mukaan.

<p>Purettavuuden (disassembly) suunnitteluperiaatteet liittyvät rakennuksessa oleviin kokoonpanoihin ja järjestelmiin, jotka voidaan purkaa elinkaarensa päässä niin, että niitä voitaisiin vielä käyttää muissa kohteissa. Purettavuuden periaatteita soveltamalla tavoitellaan materiaalien säästöä. (ISO 20887:2020, 11 & 13.)</p>
<p>1. Komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus (Ease of access to components and services): ISO 20887 -standardin (2020) mukaan erityisesti järjestelmät ja laitteet, materiaalit, ja rakennusosat, jotka ovat lyhytikäisimpiä, tulisi olla helposti vaihdettavissa, niin että muille rakennusosille koituisi mahdollisimman vähän haittaa. Erityisesti liitäntöjen tulisi olla peittämättömissä ja niiden ympärillä tulisi olla riittävästi tilaa. Näin tuettaisiin sekä purettavuutta, että muuntojoustoa. (ISO 20887: 2020, 14.) Käsitteen suomennos on Häkkisen ja Tarpion (2021, 17) mukaan.</p>
<p>2. Riippumattomuus (independence): ISO 20887 -standardi (2020) esittää, että rakennuksen eri ikäisiksi suunnitellut kerrokset, olisi hyvä suunnitella riippumattomiksi toisistaan, jotta ne voidaan korvata tai remontoida toisen kerroksen vahingoittumatta. Suomenkielinen käsite, riippumattomuus, on Häkkisen ja Tarpion (2021, 27) tekstissä. Kerroksia on kolme: vaippa ja runkorakenteet, talotekniset järjestelmät sekä sisustus. Standardi myöntää, että tässä suunnittelutavassa on haasteita, koska samaan aikaan rakennuksessa tulee saavuttaa hyvät sisäilmasto-olosuhteet. Jos kaikkien materiaalien irrottaminen ilman toisen vahingoittumista ei ole mahdollista, tulisi kuitenkin ne osat, joiden uusiokäyttö on todennäköisintä, suunnitella riippumattomiksi. (ISO 20887: 2020, 15.) Riippumattomuuteen liittyy myös aukaistavien (suomennos Häkkisen & Tarpion 2021, 24 mukaan) liitäntöjen periaate. Eli materiaalit ja rakennustuotteet tulisi kiinnittää mekaanisesti, ei kemiallisesti, ja niiden tulisi mahdollisuuksien mukaan olla avattavissa sekä käytössä tulisi olla yleisesti käytössä olevia kiinnitystapoja, erityisten vaikeampien sijaan. (ISO 20887: 2020, 15–16.)</p>
<p>3. Tarpeettomien pintakäsittelyjen ja pinnoittamisten välttäminen (avoidance of unnecessary treatments and finishes): Pintakäsittelyt, kuten maalit, voivat hankaloittaa kierrätystä ISO 20887 (2020) standardin mukaan. Niitä tulisi siis käyttää vaan tarpeen, kuten ruosteen tai palosuojauksen vuoksi. Sen sijaan tulisi etsiä pintoja, joita voi käyttää sellaisenaan. (ISO 20887: 2020, 16.) Käsitteen suomennos on Häkkisen ja Tarpion (2021, 18) mukaan.</p>
<p>4. Kiertotalouden liiketoimintamallien tukeminen (supporting re-use (circular economy) business models): ISO 20887 (2020) -standardi nostaa yhdeksi purettavuuden periaatteeksi uudelleenkäytön tai kiertotalouden liiketoimintamallien tukemisen. Ajatuksena on, että siihen liittyviä alaperiaatteita noudattamalla luodaan jatkossa materiaaleja tulevien rakennusten rakentamiseen. Liiketoimintamalleja ovat: uudelleenkäytettävyys sellaisenaan (reusability), kunnostettavuus (refurbishability), teollinen muokattavuus (remanufacturability), uusiomateriaalien käyttö (increased recycling), materiaalikierrätetyt (future recycling, recyclability). Kunnostettavuus tarkoittaa kunnostamista kohteessa ja teollinen muokattavuus kunnostamista takaisinoton jälkeen. (ISO 20887: 2020, 16–17.) Liiketoimintamallien suomennokset Häkkisen ja Tarpion (2021, 25–26) mukaan.</p>
<p>5. Yksinkertaisuus (simplicity): Yksinkertaisuus on periaate, joka vähentää vikaantumisen riskiä käyttövaiheessa ja helpottaa purkamista ja kierrättämistä käytön loputtua. Yksinkertaisuutta on esimerkiksi väri vaihtoehtojen kaventaminen, yksityiskohtien välttäminen ja materiaalien määrän vähentäminen ja homogeeniset materiaalit. (ISO 20887: 2020, 18.)</p>

- | |
|--|
| <p>6. Standardinmukaisuus (standardization): Standardinmukaisuuteen kuuluvat tavanomaisten osien ja tuotteiden käyttö, määrämittäisyys, tiettyjen liittämistapojen valitseminen ja modulaarinen suunnittelu. Standardinmukaisuudella on mahdollista vaikuttaa yksinkertaisuuteen, muuntojouston helpottamiseen, myöhempään uudelleenkäyttöön ja se myös vähentää työmaajätettä sekä helpottaa työmaan toimintoja esimerkiksi kuljetusten ja ergonomian parantumisen vuoksi. (ISO 20887: 2020, 18–19.) Käsitteen suomennos on Häkkisen ja Tarpion (2021, 20) mukaan.</p> |
| <p>7. Purkamisen turvallisuus (safety of disassembly): ISO 20887 (2020) -standardin mukaan turvallinen purku on hyvin tärkeä periaate. Turvallista purkua toteutetaan laatimalla suunnitteluvaiheessa purkusuunnitelmat ja varmistamalla, että koko rakennuksen elinkaaren ajan ja purkuvaiheessa on saatavilla tietoa alkuperäisistä ja mahdollisten korjaustöiden materiaaleista. Aikaisemmin esitetyt purettavuuden periaatteet edesauttavat myös turvallista purkua. (ISO 20887: 2020, 19.) Käsitteen suomennos on Häkkisen ja Tarpion (2021, 20) mukaan.</p> |

On hyvä huomata, että ISO 20887 (2020) -standardin tapa nimetä kiertotalouden mukaista suunnittelua eroaa hiukan aikaisemmin läpikäydystä kirjallisuudesta. Tyypillisesti kirjallisuudessa nykyisin purettavuudella ymmärretään (kuten Ossio et al. 2023 & Kanters 2020; ks. Tarpio 2021) rakennuksen kokonaispurkuun valmistautumista suunnittelun keinoin. Mutta ISO 20887 (2020) -standardin mukaan purettavuuden periaatteet ovat ylipäänsä purkamiseen ja materiaalin säätöön liittyviä, eli purettavuutta voidaan soveltaa myös rakennuksen muutostöissä, eikä pelkästään täyspurussa. Näin ollen ISO 20887 (2020) -standardia voi tulkita niin, että purettavuuden periaatteet ovat osa muunneltavuuden ratkaisuja. Huomion arvoista on myös se, että purettavuuden käsite sisältää ehjänä purkamisen tavanomaisen rakennusosia hajottavan purkamisen sijaan.

Suunnitteluperiaatteilla on kytköksiä toisiinsa, esimerkiksi useampi purettavuuden periaate vaikuttaa myös muuntojoustoon (ISO 20887: 2020: 14 & 18–19, Liite A). Muuntojouston ja purettavuuden periaatteeksi laskettujen lisäksi esitellään myös tärkeä suunnitteluominaisuus, jota ei valittu yhdeksi periaatteista: kestävyys. Yleisesti kestävyydellä voidaan ISO 20887 (2020) -standardin mukaan vähentää ympäristökuormitusta, kun tuotetta tai materiaalia ei tarvitse vaihtaa usein. Kestävyyden suunnittelu on osa rakennuksen elinkaaren suunnittelua ja tärkeä huomioida myös purettavuuden ja muuntojouston suunnittelussa, joihin sillä on vaikutusta. Toisaalta joskus tuote voidaan ISO 20887 (2020) -standardin mukaan hävittää jo ennen käyttökelpoisuutensa loppua, jos se koetaan vanhanaikaiseksi, eli silloin tuote oli valittu liian kestäväksi. Ja ainakin lyhyemmän elinkaaren rakennuksissa, voi olla järkevä tavoitella kestävyden sijaan enemmän muita ominaisuuksia, esimerkiksi purettavuuden periaatteita. (ISO 20887: 2020, 9.)

ISO 20887 (2020) -standardissa ei aseteta tiettyä yleistä vaatimustasoa, joka tulisi saavuttaa muuntojoustossa ja purettavuudessa. Ja kuten yllä jo mainittu, standardin mukaan jokainen muuntojouston tai purettavuuden periaate ei välttämättä sovellu kaikkiin rakennuksiin. Periaatteiden valinta on itseasiassa osa suunnittelua. Kuitenkin ne periaatteet, jotka soveltuvat, ja joita päätetään käyttää, tulee soveltaa standardin vaatimusten mukaisesti. (ISO 20887: 2020, 1 & 7.) Standardi kuitenkin asettelee nämä vaatimukset jonkin verran epäselvästi ja kaikkien muuntojouston ja purettavuuden periaatteiden osalta ei ole selvää, mikä on vaatimus ja mikä on periaatteen yleistä esitellyä.

ISO 20887 (2020) -standardi ei myöskään aseta periaatteita mihinkään soveltamisjärjestykseen, kuten esimerkiksi Tarpio (2021, 66–67) esittämässään hierarkiamallissa, joka esiteltiin luvussa 2.4. Lisäksi ISO 20887 (2020, 10) -standardissa esitetään, että muuntojouston ja purettavuuden periaatteita tulisi huomioida rakentamisen kokonaisuudelle sekä rakennuksen pääosille ja -koonpanoille. Tämä on tärkeää, jotta saadaan kokonaiskuva muuntojouston ja purettavuuden soveltamisesta (ISO 20887: 2020, 10). Asiaa tarkennetaan vielä määrittämällä, että jokainen muuntojouston ja purettavuuden periaate tulisi käsitellä seuraavilla analyysitasoilla: 1) koko järjestelmän näkökulma (system), 2) talo-osat ja elementit (elements), 3) kokoonpanot (component or assembly), 4) alakomponentit (subcomponents) ja 5) materiaalit (material) (ISO 20887: 2020, 10). Tämän perusteella oletetaan, että analyysi ja siten dokumentaatio tulisi tehdä kaikista periaatteista, vaikka lopulta jotakin periaatetta ei hankkeessa noudatettaisikaan.

ISO 20887 (2020) -standardi ei selkeästi kerro, tarvitseeko jonkun suunnitteluperiaatteen näkyä kaikilla analyysitasoilla tai sitä, kuinka suuri osuus mistäkin analyysitasosta ja siihen liittyvistä rakennusosista ja materiaaleista tulee olla tietyn periaatteen mukaan suunniteltuja ja toteutettuja, jotta periaatteen soveltamisen vaatimus täyttyy. ISO 20887 (2020) -standardin liitteet A ja C, jotka käsittelevät periaatteiden sovellettavuuden arviointia ja soveltamisen mittaamista, selittävät asiaa. Liitteissä käydään läpi taloteknisten alakomponenttien soveltuvuutta eri muuntojouston ja purettavuuden periaatteiden alle sekä mittaamisen osalta esimerkiksi esitetään kokoonpanojen päästävissä oloa osuutena kaikista kokoonpanoista. Liitteet eivät ole pakollisia osia standardista (ISO 20887: 2020, liitteet A & C), mutta niiden perusteella voi kuitenkin tehdä tulkinnan, että muuntojouston tai purettavuuden periaatteen ei tarvitsisi näyttäytyä jokaisella analyysitasolla tai kaikkien ratkaisuiden tietyllä analyysitasolla ei tule noudattaa jotain periaatetta, ja sitä periaatetta

voitaisiin kuitenkin rakennuksessa soveltaa. Liitteessä C myös ilmaistaan, että alkutason mittaaminen on tarpeen, jotta osataan verrata edistystä, joka tapahtuu muuntojouston ja purettavuuden soveltamisessa. Liitteen C mukaan mittauksista voidaan tehdä laadullisesti tai määrällisesti. (ISO 20887:2020, liite C.)

ISO 20887 (2020) -standardi vaatii, että tehdyt suunnitteluratkaisut dokumentoidaan kattavasti. Tavoitteena on, että tietoa rakennuksen muuntojouston ja purettavuuden toteutusratkaisuksista sekä niihin liittyvistä ohjeista kulkee mukana rakennuksen koko elinkaaren ajan. (ISO 20887: 2020, 20.) Standardi edellyttää, että kaikki muuntojouston ja purettavuuden ratkaisut esitetään rakentamisen vaatimassa tarkkuudessa lopullisissa piirustuksissa ja muissa suunnitelmissa, erillinen muuntojouston ja purettavuuden ohjekirja tulisi laatia ja liittää huoltokirjaan siitä osia. Lisäksi rakennusmateriaalit tulisi raportoida kaikkien rakennusosien osalta ja tiedot rakennusosien ja tuotteiden valmistajasta sekä koosta, lujuudesta ja takuusta tulisi säilyttää. Lisäksi liitännöiden dokumentointi mainitaan erikseen. (ISO 20887: 2020, 20–21.)

Dokumentaatio ja tieto tulee olla ISO 20887 (2020) -standardin mukaan saatavilla kaikille relevanteille tahoille. Purkua ja muuntojoustoja koskeva ohjekirja tulee esimerkiksi antaa luovutuksen yhteydessä. Tietomallit ja niiden ylläpitäminen mainitaan yhtenä vaihtoehtoisena tapana säilyttää ja siirtää näitä tietoja. Dokumentaatiota tulee myös elinkaaren aikana päivittää, remonteissa tehtyjen muutosten osalta. Mahdollisuuksien mukaan tieto purettavuudesta tulisi säilyttää suunnitteluaineiston lisäksi myös komponenteissa ja rakennusosissa itsessään. Tulee myös huomata, että purettavuuteen liittyvät tiedot voivat muuttua ajan oloon: esimerkiksi markkinoiden kehittymisen kautta. (ISO 20887: 2020, 20–21.) Dokumentaationkaan osalta ei ole täyttä varmuutta, vaaditaanko kaikki yllä olevat standardin vaatimusten täyttämiseen.

Eräitä tärkeitä kohtia nostetaan ISO 20887 (2020) -standardissa vielä erikseen esille. Nämä liittyvät paljolti dokumentaation siirtoon osapuolten välillä. Tuote- ja materiaalivalmistajien ja rakennussuunnittelun välinen yhteistyö, suunnittelijoiden ja rakentajien välinen yhteistyö, luovutusvaiheen tiedonsiirto, käyttövaihe ja siihen liittyvät koulutukset rakennuksen käyttöön, remontointi ja mahdollisuus lisätä muuntojouston ja purettavuuden ratkaisuja, rakennuksen elinkaaren loppu ja purku mainitaan kohtina, joissa muuntojousto ja purettavuus tulisi erityisesti huomioida. Näissä

tilanteissa kuten myös muuntojouston ja purettavuuden suunnitteluprosesseissa yleisesti on mahdollisuus oppia ja kehittää uutta sekä siirtää tietoa eteenpäin. (ISO 20887: 2020, 22–23.)

3 Työn toteutus

3.1 Menetelmät

Opinnäytetyön tutkimusote on laadullinen. Haastattelututkimus valittiin menetelmäksi, koska tavoitteena oli vastata tutkimuskysymyksiin kertyneen asiantuntijatiedon avulla ja sitä kautta saada käsitystä haastattelujen määrää laajemmasta määrästä rakennushankkeita. Näin oli mahdollista saada käsitystä keskimääräisen uudisrakennuksen tilanteesta paremmin kuin esimerkiksi tapaus-tutkimuksessa. Toinen haastattelumenetelmän valinnassa ratkaiseva asia oli, että tutkittavat suunnitteluominaisuudet eivät välttämättä olisi olleet kaikilta osin nähtävissä, jos tutkimusaineistona olisi käytetty suunnitteludokumentaatiota, sillä opinnäytetyön kirjoittajalla ei olisi ollut asiantunte-
musta tulkita jokaisen alan suunnitelmia muuntojouston ja purettavuuden näkökulmasta. Haastat-
telujen soveltuvuutta tutkimusmenetelmänä mahdollisesti heikensi se, jos haastateltavat muisti-
vat tulkintoihinsa johtavia asioita väärin. Haastattelujen antamaa tietoa varmennettiin tästä syystä kirjallisuuskatsauksen avulla. Lisäksi kirjallisuuskatsaus täydensi haastatteluaineistoa siltä osin, mi-
hin haastatteluaineistolla ei saatu vastauksia, erityisesti koskien resurssitehokkuutta.

Tutkittava teema on rakennusosalalla suhteellisen uusi, joten laadullinen tutkimus voi tuoda syvyyttä ymmärrykseen. Hakala (2015, 21–22) nimittäin toteaa, että määrällisessä tutkimuksessa on usein oletus, että tutkittava asia on pysähtynyt tilanne, mutta laadullisessa tutkimuksessa huomioidaan, että asia on etenevä. Kestävän kehityksen tavoitteet rakennus- ja suunnittelualalla lisääntyvät ja voi olettaa, että tilanne on muuttuva myös resurssitehokkuuden, muuntojouston ja purettavuuden näkökulmasta. Uudisrakentamisen keskimääräinen taso resurssitehokkuudessa, mukautumiskel-
poisuudessa, joustavuudessa ja purettavuudessa ei nykytilanteessa myöskään ole yksiselitteisesti tavoitettavissa määrällisin menetelmin, vaikka keskiarvo määrällinen käsite onkin. ISO 20887 (2020, 30) -standardin liitteen C mukaisesti jonkin ominaisuuden mittaamista voidaan tehdä myös laadullisesti.

3.2 Haastatteluaineiston keruu ja kuvaus

Opinnäytetyössä laadittiin tutkittavana olevan EU-taksonomian kriteerin ja sen vaatiman ISO 20887 (2020) -standardin sisällön ja vaatimusten avulla kysymykset asiantuntijahaastatteluihin. Haastatteluissa tarkasteltavaa EU-taksonomian kriteeriä ja ISO 20887 (2020) -standardia myös esiteltiin haastateltaville, jotta he pystyvät ottamaan kantaa siihen, miten toimitilojen uudisrakennussuunnittelu suhteutuu näiden vaatimuksiin.

Haastateltavilta kysyttiin ensin yleisluontoisempia alustavia kysymyksiä, joilla perehdytettiin aiheeseen ja osittain siirryttiin ISO 20887 (2020) -standardin suosittamiin teemoihin. Kysymykset käsitelivät kiertotaloutta rakennusalalla yleisesti, EU-taksonomian tuntemusta, hankkeen elinkaaren määrittämistä, varhaista ympäristöteemojen mukaanottoa ja ympäristövaikutusten selvittämistä. Haastatteluiden alustavat kysymykset ovat liitteessä 1. Seuraavaksi esitettiin vahvemmin tutkimuskysymyksiin kytköksissä olevat kysymykset, jotka seurasivat ISO 20887 (2020) -standardin muuntojouston ja purettavuuden periaatteita sekä standardin vaatimia analyysitasoja. Haastateltavilta kysyttiin uudisrakentamisen keskimääräistä tasoa ja tason ylittymistä, kaikissa ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteissa. Kysymykset olivat samanlaiset kaikille haastateltaville, mutta ne eivät olleet sanatarkkoja. ISO 20887 (2020) -standardin suomeksi käännetty periaatteet sekä analyysitasot ja itse tutkittavana oleva EU-taksonomian kriteeri esitettiin kysymysten tueksi tulosteena tietokoneen ruudunjaon kautta haastateltaville. Haastatteluissa esillä ollut tuloste on liitteessä 2.

Aineistonhankintamenetelmänä olivat siis puolistrukturoidut haastattelut ja teemahaastattelut, sillä yllä kuvatussa haastattelutavassa on piirteitä molemmista. Eskolan ja Suorannan (2008, 86) mukaan puolistrukturoidussa haastattelussa esitetään kaikille haastateltaville samat kysymykset, mutta niihin ei anneta valmiita vastausvaihtoehtoja. Teemahaastattelut taas tarkoittavat sitä, että haastateltaville esitetään ennalta määritellyt aihepiirit, mutta kysymyksillä ei ole tarkkaa järjestystä tai muotoa (Eskola & Suoranta 2008, 86). Alastalon, Åkermanin ja Vaittisen (2017, 221) mukaan asiantuntijahaastatteluissa puolistrukturoitu tai teemahaastattelu ovat tyypillisiä haastattelu-
muotoja.

Kanters (2020) on käyttänyt vastaavanlaista tutkimusmenetelmää tutkiessaan kiertotalouden mukaista suunnittelua. Hänen mukaansa puolistrukturoidun haastattelun avulla on mahdollista jäädä

tutkimaan joitakin vastauksia toisia tarkemmin. (Kanters 2020, 4). Tätä ominaisuutta pidettiin hyödyllisenä myös tässä opinnäytetyössä ja painopiste haastatteluissa vaihtelikin riippuen haastateltavan erityisosaamisesta.

Aineistonkeruussa tallennettiin henkilötietoja. Henkilötietoja kerättiin vain haastattelujen keruun ajan. Opinnäytetyön analyysivaiheessa haastateltavien henkilöllisyydet eivät olleet tärkeitä, mutta ammattiasema oli tieto, joka säilytettiin aineistossa. Lähes kaikki haastateltavat olivat toimeksiantajayrityksen työntekijöitä. Kaikki haastateltavat rekrytoitiin lähestymällä sähköpostitse.

Haastatteluja tehtiin kuusi kappaletta. Haastateltavina olivat rakennuttajakonsultti, rakennesuunnittelija, logistiikkarakennuksiin erikoistunut arkkitehti, sähkösuunnittelija, toimistorakennuksiin erikoistunut arkkitehti sekä LVI-suunnittelija. Haastattelut nauhoitettiin ja niiden aikana otettiin muistiinpanoja pääkohdista. Nauhoitetut haastattelut kuunneltiin haastattelujen jälkeen uudelleen ja muistiinpanot tarkastettiin ja täydennettiin.

3.3 Kirjallisen aineiston keruu ja kuvaus

Kirjallisuuskatsauksella täydennettiin ja vahvistettiin haastatteluin saatuja tuloksia. Lisäksi kirjallisuuskatsauksella haettiin erityisesti vastausta tutkimuskysymysten osalle, joka käsitteli keskimääräisen toimitilauudisrakennuksen resurssitehokkuutta. Resurssitehokkuudesta ei kysytty haastateltavilta suoraan, sillä ISO 20887 (2020) -standardin mukaan resurssitehokkuutta toteutetaan muuntojouston ja purettavuuden avulla, jotka olivat haastatteluin tutkittavia teemoja.

Kirjallista aineistoa kerättiin teoria- ja menetelmälukuja varten sekä käytettäväksi varsinaisena tutkimusaineistona. Kirjallista aineistoa kerättiin verkkohauilla, kansainvälisten artikkeleiden hauilla ja tietokantahauilla sekä seuraamalla alaa. Lähdeaineistona on käytetty suhteellisen paljon suomalaista aineistoa, sillä ne osoittautuivat aiheen kannalta kaikkein täsmällisimmiksi. Esimerkiksi käsitteiden määrittelyssä ja tuloksissa tukeuduttiin paljon suomalaiseen kirjallisuuteen. Tutkimuskysymysten näkökulmasta nähtiin oleellisena tutustua nimenomaan Suomen oloihin ja suomalaisissa lähdeaineistoissa löytyi parhaiten tietoa tutkittavista rakennustyypeistä. Verkkolähteiden osuus on suuri mutta osa lähteistä oli myös painettuja. Teorialuvun aineistonhaku painottui opinnäytetyön tekemisen alkupuolelle. Loppupuolella vielä tehtiin lisähakuja, jotta varmistuttiin, että esimerkiksi

aiheelle oleellisia opinnäytetöitä ei ollut valmistunut lisää. Loppupuolella myös etsittiin lisää kirjallisuutta tulosten kirjoittamiseksi.

3.4 Aineiston kattavuus

Laadullisessa tutkimuksessa aineiston kattavuutta katsotaan aineiston koon, analyysin, tulkinnan ja raportoinnin onnistumisen kokonaisuutena sen sijaan, että katsottaisiin pelkkää aineiston kooka. Laadullista aineistoa käytettäessä tulee jo aineistoa kootessa tehdä päätöksiä, jotka vaikuttavat aineiston merkitykseen suhteessa tutkimuskysymyksiin. (Eskola & Suoranta 2008, 60.) Eskolan ja Suorannan (2008, 60) mukaan laadullisessa tutkimuksessa korostuu sen miettiminen, mitä aineistolta hakee. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että pitäisi etukäteen olla odotus vastauksista, vaan, että voi löytää yhtäläisyyksiä tai eroja läpikäydyn kirjallisuuden kanssa ja katsoa tutkimusaineistoa esimerkkinä teoriassa esitetystä yleisestä (Eskola & Suoranta 2008, 63 & 65). Ajatus johtaa myös Eskolan ja Suorannan (2008, 66) termein aineiston järkevään kokoamiseen, siihen, että olisi suotavaa, että haastateltavat olisivat kiinnostuneita tutkimuksesta ja että heillä olisi tutkimusongelmasta etukäteen jotakin tietoja. Opinnäytetyön näkökulmasta tämän ajateltiin tarkoittavan, että haastateltavilla olisi kokemusta tutkittavana olevista rakennustyypeistä, sekä kiinnostusta tai kokemusta EU-taksonomiasta sekä kiertotaloudesta, muuntojoustosta ja purettavuudesta ja että he edustaisivat aloja, joita tutkittavana oleva kriteeri ja ISO 20887 (2020) -standardi koskee. Haastateltavat eivät kuitenkaan olleet henkilöitä, joiden kokemus keskittyy pääosin edelläkävijähankkeisiin, koska silloin ei olisi saatu tietoa keskimääräisestä uudisrakennuksesta.

Aineiston kokoa pohtiessa Eskola ja Suoranta (2008, 62) nostavat esille kylläntymisen käsitteen, joka tarkoittaa sitä, että uudet haastattelut eivät tuottaisi enää uusia havaintoja. Heidän mukaansa laadullisessa aineistossa kylläntymiseen riittävä määrä on tutkimuskohtainen, vaikka ilmeisesti yhteiskuntatieteelliseen tutkimukseen viitaten tyypillinen määrä on korkeampi kuin mitä tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin (Eskola & Suoranta 2008, 62). Hyvärinen (2017, 34) esittää kuitenkin, että kylläntyminen on jo hiukan vanhanaikainen ymmärrys asiasta. Kylläntyminen vaatisi esimerkiksi, että analyysi ja haastattelujen teko tehtäisiin samanaikaisesti (Hyvärinen 2017, 34 & Bryman 2012, 18). Doucet (2012, 25–26) ilmaisee, että riittävien haastattelujen määrään liittyy myös käytännöllisyys sekä esimerkiksi tutkimuksen tekijän uravaihe sekä olemassa olevan yhteisön vaatimukset. Tutkijan uravaihe ja yhteisön vaatimukset katsottiin tässä opinnäytetyöltä kohtuudella

vaadittavaksi työmääräksi, jolle rajoitteita asettivat myös käytettävissä oleva rajallinen aika. Doucet (2012, 25–26) kertoo myös, että haastattelujen määriin vaikuttaa ei pelkästään määrä vaan myös se millaisia haastatteluja tehdään ja millaista tietoa niistä pyritään saamaan. Tämän opinnäytetyön kannalta huomioarvoista olikin, että tarkoituksena haastatteluissa oli kerätä haastateltavien kokemuksia, jolloin varsinainen aineisto kasvaa suuremmaksi kuin kuusi haastattelua olisi, jos ne käsittelisivät yksittäistapauksia. Alastalon ym. (2017, 219) mukaan asiantuntijahaastatteluissa kohteena onkin henkilön sijaan haastateltavan tutkittavaa asiaa koskeva tieto ja hänen tekemät tulkintansa. Riittävyyden osalta nähtiin hyväksi, että haastateltaviksi valittiin asian kannalta olennainen asiantuntijaryhmä, tässä tapauksessa tutkimusteeman kannalta relevantit suunnittelijat ja rakennuttajakonsultti.

Kirjalliseksi aineistoksi valittiin yllä mainittuja periaatteita noudattaen opinnäytetyön tutkimuksen kannalta oleelliset raportit ja tutkimukset. Haastatteluaineistoa täydennettiin ja vertailtiin Häkkisen ja Tarpion (2021) raportin ”Elinkaariominaisuudet rakentamisen ohjauksessa” avulla. Raportti on Suomen rakentamislain valmisteluun liittyvä rakennusten elinkaariominaisuuksien asiantuntijaprosessin esiselvitysraportti. Häkkisen ja Tarpion (2021) esiselvityksessä on samankaltaisuuksia tämän opinnäytetyön kanssa, sillä myös siinä selvitettiin elinkaariskenaarioiksi kutsuttujen suunnitteluominaisuuksien yleisyyttä, ratkaisuja ja esimerkkejä sekä muun muassa vaikutuksia resurssitehokkuuteen nykyrakentamisessa. Elinkaariskenaariot olivat usein hyvin vastaavia ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteiden kanssa. Häkkisen ja Tarpion raportissa (2021, 30) tarkasteltiin useampia rakennustyyppejä, mutta mukana olivat tälle opinnäytetyölle oleelliset rakennustyyppit, toimistorakennukset ja isot varastorakennukset sekä osittain logistiikkarakennukset. Raportissa käsiteltiin kuitenkin enemmän toimistorakennuksia kuin logistiikka- tai varastorakennuksia. Tärkeää oli, että raportti käsitteli suomalaista tilannetta. Kansainvälisestä kirjallisuudesta sovellettiin myös eniten oleellisimmiksi katsottuja tutkimuksia ja jätettiin muiden maiden erityistilanteita koskevat pois.

3.5 Aineiston analyysi

Eskola ja Suoranta (2008, 33 & 139) sanovat, että perinteisesti laadullista aineistoa analysoidaan kuvailevasti, mutta se ei vielä ole heidän mielestään tulkintaa vaan liian pinnallista analyysiä. Tässä opinnäytetyössä tutkimuskysymykset ja haastatteluteemat olivat kuitenkin hyvin konkreettisia ja

tarkoituksena oli nimenomaan kerätä suoria vastauksia kysymyksiin. Tutkimuksen teema huomioiden ei myöskään ollut suurta riskiä, että haastateltavat vastaisivat kiertoilmauksin. Oletettiin kuitenkin, että tulkintaa voi vaatia esimerkiksi se, kuinka laajaa suunnitteluperiaatteen toteuttamista haastateltavan mielestä vaaditaan, että kyseistä suunnitteluperiaatetta jossakin rakennuksessa noudatetaan. Tämä asia on tosin tulkinnanvarainen myös ISO 20887 (2020) -standardissa, kuten luvussa 2.6 kerrottiin.

Haastatteluaineisto jaettiin ISO 20887 (2020) -standardin avulla laaditun rungon perusteella, eli jakamalla se muuntojouston ja purettavuuden suunnitteluperiaatteiden alle. Näin aineisto jaettiin valmiiksi pohditun periaatteen perusteella, kuten Eskola ja Suoranta (2008, 152) ja Eskola ja Vastamäki (2015, 43) suosittelevat. Suurelta osin aineisto jakautui näin jo haastatteluissa, mutta osittain aineistoa kohdistettiin jälkikäteen.

Eskola ja Suoranta (2008, 164) eivät yleensä suosittelle laadullisen aineiston määrällistä käsittelyä, mutta esittävät sen olevan hyvin lähellä teemojen mukaisesti luokittelua. Tässä opinnäytetyössä määrällisyyttä hyödynnettiin niin, että jos haastateltavat olivat asiasta samaa mieltä, se nähtiin olevan luotettavampi tilannekuva tutkimuskysymysten tyypillisestä rakennuksesta, kuin yksittäiset kommentit. Kuitenkin on otettava huomioon, että haastateltavat olivat eri alojen asiantuntijoita, ja siten he keskittyivät osin eri asioihin. Suurelta osin haastateltavien vastaukset johtivat tuloksissa samaan suuntaan toisten haastateltavien vastausten kanssa. Tulokset kirjoitettiin pääosin niin, että jos asia oli haastateltavien osalta yleinen kokemus, ei sanojaa mainittu, mutta jos kokemukset olivat hiukan ristiriidassa, tai kyseessä oli erityinen huomio, jota muilta ei tullut, sanoja mainittiin. Aina ei myöskään ollut tarve kertoa sanojaa, jos käytettiin termejä, joista sanoja tulee ilmi, kuten ”rakennesuunnittelun osalta” tai ”taloteknisen suunnittelun keinoja”.

Aineiston analysoimisen yhteydessä ja sen päätteeksi siitä tehtiin tulkintoja. Eskolan ja Suorannan (2008, 149–150) mukaan aineiston analyysi ja tulkintavaiheet eivät usein ole selvärajaisia vaan loimittuvat ja analyysivaiheessa usein tehdään jo osittaisia tulkintoja. Haastattelukysymykset ja tutkimuskysymykset eivät olleet samat, vaan haastattelukysymyksien vastauksista, niistä tehdyistä tulkintoista ja kirjallisuuskatsauksen vastauksista tiivistettiin vastaukset tutkimuskysymyksiin. Tämä prosessi selitetään tarkemmin luvussa 4 Työn tulokset.

3.6 Eettisyys

Opinnäytetyössä noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä, eikä käytetty plagiointia. Työssä noudatettiin lähdeviitteiden merkitsemisessä Jyväskylän ammattikorkeakoulun raportointiohjeiden ohjeistusta. Työssä ei kehitetty liiketoimintaan liittyvää salassa pidettävää tutkimus- tai kehittämistulosta. Toimeksiantajan organisaatio ei edellyttänyt tutkimuslupaa, sillä käsittelyssä ei ollut arkaluonteisia henkilötietoja eikä arkistoja käytetä. Työstä laadittiin opinnäytetyösopimus toimeksiantajan, opinnäytetyön tekijän ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun välillä. Toimeksiantaja maksaa palkkion opinnäytetyöstä, kun työ valmistuu. Palkkiosta laadittiin erillinen sopimus.

Työssä kerättiin haastatteluaineisto. Eskolan ja Suorannan (2008, 52) aineiston keruuseen ja tiedon käyttöön liittyy molempiin eettisiä kysymyksiä. Aineiston keruun tulee olla vapaaehtoista ja tietojen käyttämisen sekä julkaisemisen luottamuksellista ja anonymiteettiä noudattavaa. Lisäksi on tärkeää olla herkkä sille, mikä omassa tutkimuksessa mahdollisesti voisi tuottaa eettistä ongelmaa. (Eskola & Suoranta 2008, 55–57 & 59.) Tässä opinnäytetyössä näitä periaatteita noudatettiin siten, että haastatteluun osallistuminen oli vapaaehtoista, jokaiselta haastateltavalta kysyttiin lupa nauhoittamiseen ja kerrottiin jo haastattelun alussa mihin tietoja käytetään sekä se, että haastateltavan nimeä ei julkaista mutta ammattiasema julkaistaan luvalla. Kaikki haastateltavat sallivat ammattiaseman ilmaisemisen opinnäytetyön tuloksissa. Ennen haastatteluja ennakoitiin, että mahdollinen anonymiteettiin liittyvä ongelma voisi tässä tulla siitä, että haastateltavat antavat tietoja heidän asiakkaistaan ja asiakkaidensa rakennushankkeista, joihin saattaa liittyä myös salassapitovelvollisuutta. Salassapitovelvollisuuden alla olevia tietoja ei haastatteluissa pyydetty annettavan. Lisäksi haastatteluissa mainittuja tahoja tai yksittäisiä projektien nimiä ei opinnäytetyössä julkaistu.

4 Työn tulokset

Tutkimuskysymyksiin vastattiin suurelta osin tehdyn haastattelututkimuksen avulla. Haastateltavilta saatua tietoa täydennettiin ja vertailtiin Häkkisen ja Tarpion (2021) raportin ”Elinkaariominaisuudet rakentamisen ohjauksessa” avulla, kuten luvussa 3 selostettiin. Tutkimuskysymyksiin kerättiin vastauksia ISO 20887 (2020) -asettaman viitekehyksen puitteissa, jonka perusteella haastattelukysymykset muodostettiin. Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymykset olivat:

- Mikä on haastateltavien tulkinnan mukaan uudisrakentamisen, rajaten toimitilarakennuksiin ja erityisesti toimistoihin ja logistiikkarakennuksiin, keskimääräinen taso resurssitehokkuudessa, mukautumiskelpoisuudessa, joustavuudessa ja purettavuudessa ISO 20887 -standardin (2020) mukaisesti?
- Millaiset ratkaisut tekevät uudisrakentamisesta haastateltavien mielestä keskimääräistä paremman resurssitehokkuudessa, mukautumiskelpoisuudessa, joustavuudessa ja purettavuudessa ISO 20887 -standardin (2020) mukaisesti?
- Tehdäänkö uudisrakennuksista (ym. rakennustyypeissä) tyypillisesti ISO 20887 (2020) -standardin vaatimaa suunnitteludokumentaatiota?
- Tulisiko suunnitteludokumentaatiota syventää tai laajentaa, jotta se täyttäisi ISO 20887 (2020) -standardin vaatimukset?

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen osalta keskimääräisen uuden toimisto- ja logistiikkarakennuksen taso mukautumiskelpoisuudessa, joustavuudessa ja purettavuudessa käsiteltiin ISO 20887 (2020) -standardin määrittelemien suunnitteluperiaatteiden kautta. Sen sijaan resurssitehokkuuden tilannekuvan saaminen oli vaikeampaa. Resurssitehokkuus ei ole ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaate, vaan tavoite, jota sen suunnitteluperiaatteilla saavutetaan (2020, vi). Näin ollen, resurssitehokkuuden osalta vastauksia saatiin sen perusteella, miten varsinaiset suunnitteluperiaatteet kirjallisuuden perusteella myötävaikuttavat resurssitehokkuuteen.

Vaikka tutkimuskysymyksissä esitettiin teemat resurssitehokkuus, mukautumiskelpoisuus, joustavuus ja purettavuus, esitetään seuraavaksi tulokset jokaisen ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteiden osalta, sillä siten tuloksia on helpompi käsitellä myöhemmin hyödynnettäessä. Ensin kuitenkin esitellään tulokset kiertotaloudesta rakennusalalla yleisesti ja ISO 20887 (2020) -standardin yleisistä periaatteista. Suunnitteluperiaatteiden jälkeen käsitellään resurssitehokkuutta. Luvussa 4.5 esitetään yhteenveto.

4.1 Kiertotaloudesta ja ISO 20887 (2020) -standardin periaatteista yleisesti

Haastateltavien tuntuma kiertotalouden tilasta vastaa hyvin pitkälle teorialuvussa saatua käsitystä. Kiertotalous on haastateltavien mukaan vielä suurelta osin soveltamatta rakennusalalla. Edistystä on alkanut tapahtua rakennus- ja purkamisjätteen osalta, ja toisaalta talotekniset materiaalit ovat suoraan usein materiaalina uudelleenkäyttöön soveltuvia. Haasteina nähtiin, että edelleen myös korjaustyömailla jätteen määrä on suuri, ja tuotteiden ja osien uudelleenkäyttöä sovelletaan vasta näytösluontoisesti. Taloteknisessä suunnittelussa kiertotalouskeskustelua käydään hyvin vähän, koska energiatehokkuuteen liittyvä keskustelu on niin suuressa roolissa. Taloteknisten laitteiden määrä rakennuksissa on kasvanut, vaikkakin se on tutkittavien rakennustyyppien osalta ollut suuri

jo pitkään. Talotekniikan materiaalien kierrätettävyyks taas on osittain heikentynyt erilaisten komposiittimateriaalien vuoksi. Yksi haastateltava kuvasi kokonaistilanteen sanomalla, että tarvitaan kulttuurimuutos suunnitteluun, jotta saadaan suunnittelun arkeen mukaan aito monikäyttöisyys ja muunneltavuus. Toinen taas nosti esille suuremman ongelman, jonka ratkaisemalla tekisi merkittävän muutoksen: Kuinka voisi muuttaa sen, että meillä on rakennuskanta, jossa rakennuksia on aina tyhjillään, osa yöllä ja osa päivällä?

Teorialuvussa 2.5 pohditun mukaisesti haastatteluissa kysyttiin tutkittavana olevan EU-taksonomian kriteerin tulkintaa. Kysyttiin, minkä haastateltavat kokevat olevan kriteerin päätavoite tai minkä tulisi olla päätavoite uudisrakentamisen kierrätetyssä. Haastateltavien mukaan muunneltavuus ja joustavuus ovat periaatteita, joita ehdottomasti tulisi uudisrakentamisessa noudattaa. Yksittäisen haastateltavan näkemyksen mukaan muuntojoustosta on keskusteltu jo pitkäänkin, mutta siitä huolimatta uudehkojakin rakennuksia puretaan usein. Usean mukaan taas tilannetta selittää se, että, vaikka keskustelua on paljon, ilman käytännön reunaehtoja tai konkretiaa muunneltavuudelle, on hankala saada tuloksia. Reunaehtona ei esimerkiksi voi olla täysi muunneltavuus eri rakennustyyppistä toiseen, koska se ei ole haastateltavien mukaan mahdollista. Muunneltavuudelle esitettyjen vaatimusten tulisi olla konkreettisia ja riittävän tarkkoja, jotta esimerkiksi viranomaiset voivat tulkita kriteerin toteutuneen. Esimerkiksi toimistorakennuksen soveltuvuus toiseen käyttötarkoitukseen tulisi rungon suunnittelussa ja lupa-asiakirjoissa osoittaa selvästi. Häkkisen ja Tarpion (2021, 44–45) haastattelututkimuksessa esitettiin samanlainen ajatus.

ISO 20887 (2020) -standardin yleisiä periaatteita ei käyty haastatteluissa läpi kokonaisuudessaan, sillä ne toimivat paremmin yksittäistä hanketta käsiteltäessä. Hankkeen elinkaaresta kysyttäessä tuli ilmi, että hankkeiden elinkaaria ja sen aikana tapahtuvia muutoksia ei juuri mietitä pidemmälle ajanjaksolle. Käyttöikävaatimus kuitenkin tulee jo asemakaavasta. Häkkisen ja Tarpion (2021, 31–33 & 43–44) haastatteluissa tuli ilmi, että pitkän käyttöiän suunnittelu on tuttua alalla esimerkiksi betonirunkoihin liittyen, mutta enemmän tulisi keskittyä rakennuksen sisällä olevien eri osien ja laitteiden elinkaariin ja niiden erottamiseen toisistaan. Esitettiin myös, että voisi olla järkevää määrittää tarkempi käyttöikä niin, että alle 50 vuoden käyttöiällä rakennus tulisi suunnitella purettavaksi ja yli 100 vuoden käyttöiällä rakennus tulisi suunnitella hyvin pitkäikäiseksi (Häkkinen & Tarpio 2021, 44). ISO 20887 (2020, 9) -standardi myös kannustaa ajatteluun, jossa lyhyemmän

elinkaaren suunnittelu ja purettavuus voi olla joissain tilanteissa ympäristövaikutuksiltaan pidempää elinkaarta parempi ratkaisu. Tätä haastaa rakennusten tulevaisuuden ennustamisen epävarmuus, joka haastatteluissakin tuli ilmi. Siksi tyypillisesti suunnitellaan vain sovittuun käyttötarkoitukseen parhaiten sopiva rakennus, jolloin kyllä voidaan varautua muutoksiin sovitun käytön sisällä, mutta ei ennakoimattomiin tarpeisiin. Haastateltavien mukaan ennakoimattomiin tarpeisiin ei myöskään varauduta kustannusten vuoksi, eikä siksi, että asiat halutaan tehdä totutulla tavalla ja uudet selvitykset aiheuttaisivat riskiä tiukoille aikatauluille. Rakennusosien tai järjestelmien suhteen elinkaaria mietitään jo useammin, erityisesti taloteknisten laitteiden huoltotoimenpiteiden osalta, vaikka itse käyttöikävertailua laitteille taas tehdään vähemmän.

Investointikustannukset ovat rakennuttajille selkeä prioriteetti ja elinkaarikustannuksia ei näkyvästi mietitä tai lasketa. Poikkeuksena on, että energian kulutuksen osalta kiinteistön käyttökustannukset ovat jo investointivaiheessa mukana. Omistaja usein vaatii sitä, ja lähivuosina vaatimusten taso on noussut ja laajentunut useampiin omistajatyyppeihin. Lyhyen tähtäimen ajattelu on energian osalta vähentynyt. Haastatteluissa tuli kuitenkin vahvasti esille, minkä myös Häkkisen ja Tarpion (2021, 38 & 45) selvitys vahvistaa, että yleisesti muutoksiin varautumisen ratkaisuja energiaratkaisujen ulkopuolella tehdään merkittävästi enemmän silloin kun rakennus tulee omaan käyttöön tai pitkäaikaiseen omistukseen. Jos se on tarkoitus myydä nopeasti, muutoksia tukeviin ratkaisuihin ei investoida.

Haastateltavilta kysyttiin myös ympäristövaikutusten arvioimisesta hankkeissa ja päätösten tekemisestä niiden perusteella. Ilmeni, että energiaan liittyviä selvityksiä ja ratkaisuita tehdään, mutta esimerkiksi runkomateriaalien vertailuja harvoin. Toisaalta, jos esimerkiksi runkomateriaaleja vertaillaan, kyseessä on ympäristöluokiteltu hanke, joita logistiikkarakennuksista suuri osa on. Rakennesuunnittelijan näkemys oli, että rakennusmateriaalien hiilijalanjälki kiinnostaa jo hiukan laajemmin, erityisesti omistajia, ja puuta käytetään tästä syystä enemmän. Toinen haastatelluista arkkitehteistä viittasi puumateriaaleihin ja kertoi, että tarvitaan vastaavia ennalta tiedettyjä ratkaisuja, koska tutkimukset lisäävät rakentamisen jo ennestään suurta monimutkaisuutta. Siksi tutkimuksia vältellään tavanomaisessa hankkeessa. Tehtävien selvitysten määrä ja tehdyt ratkaisut riippuvat haastateltavien mukaan omistajasta ja sitä kautta rakennuttajasta. Häkkisen ja Tarpion (2021, 47) selvityksessä nostettiin kuitenkin myös esille näkökulma, jonka mukaan vaihtoehtojen vertailua tulisi tehdä enemmän kuin tehdään, joka silloin myös tarkoittaa sitä, että selvitysten

määrä olisi suurempi. Ja lisättiin, että uudenaikaisissa hankemalleissa on lähtökohtaisesti enemmän vaihtoehtojen vertailua sekä myös sitä, että omistajan lisäksi kaikki osalliset nostavat asioita esille. Nähtiin myös, että hankemallista riippumatta, tilaaja myös tätä odottaisi. (Häkkinen & Tarpio 2021, 47.)

4.2 Muuntojouston suunnitteluperiaatteet

ISO 20887 (2020) -standardin mukaan muuntojouston suunnitteluperiaatteet ovat monikäyttöisyys, muunneltavuus ja laajennettavuus. Haastateltavilta kysyttiin, tehdäänkö heidän kokemustensa mukaan näiden suunnitteluperiaatteiden toteutusta tyypillisesti uudisrakennuksen suunnittelussa. Lisäksi kysyttiin, millaiset ratkaisut ovat tyypillisiä ja mitkä taas ovat keskimääräistä uudisrakennusta parempia ratkaisuja kyseisen suunnitteluperiaatteen näkökulmasta.

4.2.1 Monikäyttöisyys

Monikäyttöisyys, eli se että rakennusta on sellaisenaan mahdollista käyttää toiseen käyttötarkoitukseen, on haastateltavien mielestä pääosin toteutuva suunnitteluperiaate uusissa toimistorakennuksissa lähinnä toimistotiloja tukevien tilojen osalta. Esimerkiksi toimistorakennuksen ensimmäisessä kerroksessa, jonne kulku olisi helppo järjestää, oleva ravintola ja siihen liittyvä neuvottelukeskus, voisivat olla helposti monikäyttöisiä ilman muutostöitä, tai hyvin pienin muutostöin. Tällöin LVI-suunnittelussa ja toteutuksessa ilmanvaihdon, lämmityksen ja jäähdytyksen käyttäjäsaadot tulisi olla suunniteltu käyttäjän helposti säädettäviksi. Tyypillisessä toimistorakennuksessa ilmanvaihdon säädettävyys yleensä toteutuukin lisäaikapainikkeella. Lämmitys ja jäähdytys voivat olla haastavampia, mutta niitä varten voidaan automaatioon tehdä pieniä muutoksia. Sähkösuunnittelun puolella myös kulunvalvonta ja valaistus voidaan ohjelmoida toimimaan toimistorakennuksessa myös iltakäyttäjät huomioiden pienin muutoksin.

Tyypillisesti iltakäyttöä kuitenkin nähtiin tapahtuvan melko vähän, vaikka talotekniikka olisi helposti muutettavissa. Arkkitehtisuunnittelun osalta tilojen monikäyttöisyyttä ei suunnitella yhtä laajasti, mutta se olisi tehtävissä pienin muutoksin suunnittelussa, jos sitä tavoiteltaisiin. Sitä ei aseteta tavoitteeksi, koska käytännössä monikäyttöisyyttä ei juurikaan toimistorakennuksissa toteuteta. Toimistoja suunnitelleen arkkitehdin mukaan esimerkiksi seinien siirrettävyys ja tilojen yhdistettävyys voisivat olla ominaisuuksia, joita tavoiteltaisiin useammin, jos monikäyttöisyys olisi

tavoitteena. Eriävä kokemus oli Häkkisen ja Tarpion (2021, 30–31 & 34) haastatteluiden mukaan se, että monikäyttöisyys olisi toimistorakennuksissa tärkeä ominaisuus, jonka suunnittelua on tehty jo pitkään, esimerkiksi juuri tiloja yhdistämällä ovien avulla. Opinnäytetyön haastateltavien mukaan syyt siihen, miksi monikäyttöisyyttä ei toimistoa tukevien tilojen osalta juuri tapahdu, ovat hallinnollisia tai riskinottoon liittyviä. On iso kynnyks antaa omia tiloja muille käyttöön. Myös Häkkisen ja Tarpion (2021, 30–31, 37 & 43) selvityksen mukaan monikäyttöisyyttä ei toteuteta niin paljon kuin olisi potentiaalia, sillä esteenä ovat hallinnolliset seikat ja esimerkiksi sopimusten saaminen tasapuolisiksi eri käyttäjille. ISO 20887 (2020) -standardi esittelee toimenpiteissä suurimmaksi osaksi konkreettisia rakennusteknisiä ratkaisuja, eikä esimerkiksi hallinnollisia tai sopimusteknisiä toimenpiteitä, joten on mahdollista, että ne eivät kuulu standardin piiriin. Toisaalta ISO 20887 (2020, 12) -standardi myös kannustaa nykyisen käyttäjän tarpeita laajempaan pohdintaan ja esimerkiksi kumppanuuksien löytämiseen. Kumppanuuksiin tyypillisesti liittyvät myös hallinto ja sopimukset.

Selkeästi tavanomaista parempaa monikäyttöisyyttä olisivat haastattelujen mukaan yllä mainitut, arkkitehtisuunnittelun yksityiskohdat, kuten seinien siirrettävyys, ja se jos tiloja käyttövaiheessa vuokrattaisiin esimerkiksi iltaisin muille käyttöön. Esimerkkejä tästä kuitenkin oli haastateltavilla tiedossa, kuten ravintolan käyttäminen tilausravintolana muillekin käyttäjille tai ravintolan aukiolo iltaisin.

Logistiikkarakennuksissa on myös yleensä toimistoalue, josta tukitiloja voisi haastateltavien mukaan samankaltaisesti käyttää toiseen käyttötarkoitukseen kuin toimistorakennustenkin tukitiloja, vaikka nämä tilat ovat vähäisiä. Kuitenkin erityisesti logistiikkarakennuksia suunnitelleen arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan mukaan logistiikkarakennuksiin liittyy erityiskysymyksiä liittyen turvallisuuteen. Logistiikkarakennusten pihat ovat yleensä aidattuja ja ne ovat suunniteltuja julkisen sijasta yksityiseen käyttöön, jolloin turvamääräykset ovat sallivampia. Arkkitehti ja rakennesuunnittelija pohtivat myös, olisiko tällaisten tilojen iltakäytölle tarvetta, kun vastaavia tiloja on esimerkiksi kirjastoissa. Logistiikkarakennuksia ei käsitelty Häkkisen ja Tarpion (2021) raportissa monikäyttöisyyden näkökulmasta.

Toimistorakennusten ja logistiikkarakennusten varsinaisten tilojen osalta nähtiin, että tiloja ei käytetä muuhun käyttötarkoitukseen yleensä koskaan. Tilat ovat myös selkeästi vuokrattu jollekin toimijalle ja niihin liittyy liikesalaisuuksia. Logistiikkarakennuksissa varsinainen käyttötarkoituksen mukainen käyttö on tavaran säilytys, joka vie tilaa koko vuorokauden. Logistiikkarakennusten talotekniikka on suunniteltu tukemaan varastointia, joten varsinaisissa tiloissa esimerkiksi ilmanvaihto tai lämmitys ei ole tukitilojen tapaan säädettävissä. Lisäksi toiminta on yleensä käynnissä vähintään kahdessa vuorossa, ja silloin liikenne voisi olla vaaraksi iltakäyttäjille. Siten useat haastateltavat näkivät, että eri vuorokauden aikoina ei ole mahdollista eikä varsinaisen käyttäjän näkökulmasta toivottavaa käyttää tilaa muuhun, vaikka se teknisessä mielessä rakennuksen toteutuksen osalta voisi olla mahdollista. Taulukossa 5 esitetään tiivistelmä monikäyttöisyyden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa perusteella.

Taulukko 5. Tiivistelmä monikäyttöisyyden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa

Monikäyttöisyys
<p>Monikäyttöisyys voisi toteutua toimistorakennuksissa lähes ilman muutoksia tukitiloissa, kuten ravintolatoiloissa ja neuvottelukeskuksesta toimistoajan ulkopuolella.</p> <p>Myös logistiikkarakennuksen vastaavien tilojen osalta nähtiin, että ne olisivat lähes ilman muutoksia käytettävissä. Mutta koska logistiikkarakennukset ovat käytössä myös iltaisin, piha-alueeseen liittyy turvallisuusriskejä, jotka estäisivät myös tukitilojen käyttöä, eivätkä tukitilojen pienet pinta-alat kannusta monikäyttöisyyteen.</p> <p>Varsinaisissa toimistorakennusten toimistotiloissa ja logistiikkarakennusten varastotiloissa monikäyttöisyys ei haastattelujen perusteella voi toteutua liiketoiminnallisten ja turvallisuuden liittyvien seikkojen vuoksi.</p> <p>Keskimääräistä parempaa monikäyttöisyyttä olisi, jos monikäyttöisyys olisi tavoitteena suunnittelussa, jolloin esimerkiksi (tukitiloissa) tilojen yhdistettävyyden suunniteltaisiin paremmin. Silloin myös monikäytön vaatimat hallinnolliset ja turvajärjestelyt laadittaisiin ja asiasta sovittaisiin käyttäjän kanssa.</p>

4.2.2 Muunneltavuus

Muunneltavuus on ISO 20887 -standardin (2020, 11–12) mukaan vain pienin muutoksin uuteen käyttöön soveltuva rakennus. Joissain tapauksissa standardi sallisi myös suuremmat muutokset,

jos sillä vältetään purkaminen (ISO 20887: 2020, 11–12). Haastateltavat katsoivat yleisesti, että tyypillinen uudisrakennus sekä toimiston, että logistiikkarakennuksen osalta on sellainen, jossa muunneltavuus lähtökohtaisesti toteutuu, jos seuraava käyttötarkoitus on saman laajan käyttötarkoituksen sisällä (erityyppinen toimisto tai teollisuusrakennus). Myös Häkkisen ja Tarpion (2021, 30–32) raportin mukaan muunneltavuus huomioidaan yleisesti toimistorakennuksissa ja sitä pidetään tärkeänä.

Haastattelujen mukaan toimistorakennukset tyypillisesti suunnitellaan niin, että ne voidaan pienin muutoksin muuntaa toisentyyppiseksi toimistoksi tai jakaa pienempiin osiin eri käyttäjälle. Syy taustalla on se, että tämä edistää rakennuksen vuokrattavuutta. Suunnitteluratkaisut, jotka mahdollistavat muunneltavuuden ovat arkkitehti-, rakenne- ja taloteknisen suunnittelun yhteistyötä. Alkaen rakennesuunnittelusta, toimistorakennukset ovat tyypillisesti pilarirunkoisia, joten väliseinät ovat kevyitä. Rakennus jaetaan selkeisiin kiinteään ja muuttuvaan osaan, joka huomioidaan kaikessa suunnittelussa. Tämä jako tuotiin esille myös Häkkisen ja Tarpion haastatteluissa (2021, 35 & 48). Kiinteät osat ovat esimerkiksi aulatiloja, wc-tilojen sijainteja ja kantavia porraskäytäviä tai hissikuiluja, joiden yhteyteen suunnitellaan talotekniset pääreitit, kuten kuilut ja niiden varaukset. Nämä osat pysyvät tulevaisuudessa muutosstöissä paikallaan. Muuttuva alue on toimistoa, jossa kevyiden seinien lisäämiseen ja poistamiseen varaudutaan esimerkiksi laitteita ryhmittelemällä niin, että talotekniset ratkaisut eivät ole seinien siirtojen tiellä. Lisäksi tietyt alueet suunnitellaan neuvotteluhuoneiden alueiksi, ja ne joko tehdään valmiiksi tai jätetään varauksiksi. Neuvotteluhuoneiden alueille tarvitaan esimerkiksi enemmän päätelaitteita ja laajemmat runkokanavat, koska vaadittavat ilmamäärät ovat suurempia, ja yleensä jäähdytys on tehokkaampi. Lisäksi yleensä runkokanavien ja ilmanvaihtokoneiden mitoitus tehdään tarkoituksella hiukan tarvetta suuremmiksi. Myös sähkökeskukseen jätetään tyhjiä paikkoja, jotta kapasiteettiä voidaan lisätä ja sähköjärjestelmät suunnitellaan niin, että jakelun voi helposti jakaa useammalle käyttäjälle.

Pohdittaessa sitä, mikä on tyypillistä ja mikä keskimääräistä parempaa muunneltavuuden huomiointia toimistorakennuksissa, haastateltavat vastasivat usein, että asia riippuu tilaajasta. Yllä mainitut piirteet suunnitellaan tyypillisesti jo lähes kaikkiin uudisrakennuksiin, mutta jos tilaaja on pitkäaikainen omistaja, niin varautumista saatetaan tehdä jo laajemmin, jotta tulevat muutostyöt olisivat pienempiä ja halvempia. Tällöin esimerkiksi rakennesuunnittelussa varaudutaan todennä-

köisemmin raudoittamalla niin, että tiettyihin seiniin voi tehdä reikiä taloteknisiä järjestelmiä varten. Lisäksi teknisiin tiloihin jätetään enemmän varaa, eli tilaa uusille laitteille, esimerkiksi mahdollisille lämmitystapamuutoksille. Lisäksi, vaikka melko tyyppillistä on, että mahdollisiin kahvila- tai ravintolatiloihin varaudutaan vähintään jättämällä tyhjää tilaa rasvakanavien ja viemärien asentamiselle, hiukan parempaa varautumista LVI-suunnittelijan mukaan on, jos kanavat rakennetaan valmiiksi ja tulpataan. Jos rakennus rakennetaan myyntiin, varautumista tehdään yleensä vähemmän, esimerkiksi koska silloin teknisiä tiloja on vähemmän ja vuokrattavaa alaa enemmän.

Toimistorakennusten muuttaminen merkittävästi erilaiseen käyttötarkoitukseen, kuten asuinrakennukseksi vaatisi haastateltavien mukaan kaikkien suunnittelualojen osalta laajoja muutoksia. Näin ollen, on epäselvää, onko siihen varautuminen standardin piirissä, vaikka se esimerkkinä standardissa mainitaankin (ISO 20887: 2020, 13). Yleisesti ISO 20887 (2020, vi, 9–10 & 13) -standardin teksti kuitenkin käsittelee enemmän pieniä muutoksia kuin laajaa käyttötarkoituksen muutosta eikä tavoittele ylivoimattamista muutoksiin varautumisessa. Asuinrakennukseksi muuntaessa talotekniikka tulisi rakentaa lähes uusiksi ja palotekniset ja akustiset vaatimukset ovat myös asuinrakennuksissa vaativampia. Häkkisen ja Tarpion (2021, 38) selvityksen haastatteluissa nostettiin esille että ylipäänsä nykyrakentamisen raskaat talotekniset rakenteet estävät muunneltavuutta. Tähän liittyen rakennesuunnittelija pohti, voisiko asiaa mieltä toisin ja esimerkiksi toteuttaa vaaditut rakenteen uudella tavalla. Esimerkiksi asuinrakennuksen hyötykuormat ovat pienempiä, joten toimistorakennuksesta muunnettaessa osa kantavuudesta voitaisiin hyödyntää uusille rakenteille. Kuitenkin arkkitehdin mukaan asia liittyy myös kaupunkirakenteeseen ja kaavoitukseen ja on myös yhteiskunnallinen kysymys, jota ei voida tehdä ilman lupaa. Toisaalta rakennesuunnittelija nosti esille sen, että nykyisenkaltaisen toimistorakennuksen muuttaminen esimerkiksi pelkästään yksittäisiä huoneita sisältäväksi toimistoksi ei myöskään olisi pienin muutoksin tehtävä remontti. Muut suunnittelijat eivät ottaneet tähän kantaa.

Logistiikkarakennuksissa rakennus tyyppisesti on pilarirunkoinen ja väliseinät ovat kevyitä, joten laajaa yhtenäistä tilaa on paljon. Näin ollen muunneltavuus erilaisiin logistiikkarakennuksen tarpeisiin on hyvä. Osa järjestelmistä ovat myös lähtökohtaisesti tässä rakennustyyppissä sellaisia, että ne eivät estäisi muutoksia. Esimerkiksi ilmanvaihto pysyisi erilaisissa varastorakennuksen tarpeissa melko samanlaisena. Arkkitehdin mukaan varautuminen automaatiovarastoon on asia, jota jonkun

verran tutkitaan, ja on jossain hankkeissa todettu, että se ei vaatisi muutoksia suunnitelmiin. Suurempi muutos, joka vaatisi lisää teknistä tilaa, olisi jäähdytettävä tila. Tällaiseen ei tyypillisesti varauduta suunnittelussa, ellei tarve ole tarkemmin ennakoitu. Käyttäjien määrä on asia, jonka muutoksiin varaudutaan osittain. On ollut arkkitehdin mukaan ihan tyypillistä, että rakennusta suunniteltaessa on mietitty, minne uudet sosiaalityilat tulisivat, jos tulisi useampia käyttäjiä. Sijainti on merkityksellinen, koska sen tulisi olla yhteydessä saman käyttäjän varastotiloihin. Itse varastoalueen jakaminen on yksinkertaisempaa. Käyttäjien määrän pohtiminen liittyy vuokrattavuuteen, ja on siksi oleellinen osa tyypillistä suunnittelua. Sähkösuunnittelijan mukaan kuitenkin yleisempää on, että valaistuksen ohjaus, sähkönjakelu ja sähkön mittaukset suunnitellaan tiedossa olevalle määrälle käyttäjiä. Muuntaminen toiselle määrälle vaatisi asennustöitä, jotka kuitenkin ovat pieniä muutoksia.

Logistiikkarakennus saattaisi osin olla haastateltavien mielestä toimistorakennusta helpommin muunneltavissa käyttötarkoituksen merkittävään muutokseen, kuitenkin suurin varauksin. Esimerkiksi rakennesuunnittelijan mukaan logistiikkarakennuksissa on varauduttu niin korkeisiin kuorimiin, että ne eivät rajoittaisi rakennuksen käyttöä myöskään muussa kuin logistiikkakäytössä. Haastatellun arkkitehdin mukaan logistiikkarakennus voitaisiin muokata esimerkiksi myymäläksi, liiketiloiksi tai urheiluhalliksi. Kuitenkin myymälärakennukseksi muuntamisen esteenä olisi korkeerojen ratkaiseminen, koska myymälärakennuksissa rakennuksen taso yleensä halutaan olevan maan tasalla mutta logistiikkarakennuksissa tarvitaan lastaustasolle korkeero. Toinen haaste olisi logistiikkarakennuksen volyymin hyödyntäminen tarkoituksessa, jossa yhtä korkeaa tilaa ei tarvittaisi, sillä kantavuus ei välttämättä riittäisi uusien välipohjien rakentamiseen. Näin ollen rakennus ei välttämättä houkuttelisi sellaista käyttöä. Kaava asettaa lisäksi rajoituksia myös logistiikkarakennusten osalta, ja kaikki toiset käyttötarkoitukset eivät ole mahdollisia.

Logistiikkarakennuksien osalta muunneltavuus nähtiin myös Häkkisen ja Tarpion (2021, 31) raportin mukaan tärkeänä, mutta sen toteutuksen yleisyydestä ei löytynyt keskustelua. Selvityksessä esitettiin yleisesti samoja havaintoja toista käyttötarkoitusta tukevista pitkistä jänneväleistä, suuresta vapaasta korkeudesta ja lattian kantavuudesta (Häkkinen & Tarpio 2021, 35, 37 & 48.), mutta esille ei tullut varauksia toisen käyttötarkoituksen suhteen, joita opinnäytetyön haastateltavat esittivät. Taulukossa 6 tiivistetään muunneltavuuden toteutumista molemmissa rakennustyypeissä.

Taulukko 6. Tiivistelmä muunneltavuuden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa

Muunneltavuus
<p>Tyypillisessä uudessa toimisto- ja logistiikkarakennuksessa muunneltavuus saman laajan käyttötarkoituksen sisällä huomioidaan hyvin. Toimistorakennuksissa kiinteät ja muuttuvat osat takaavat esimerkiksi käyttäjäjakojen tekemisen.</p> <p>Logistiikkarakennuksissa kriittinen asia käyttäjäjakojen lisäämisessä ovat sosiaalitilojen sijoittaminen varastotilojen yhteyteen. Muuntaminen vieraampaan käyttötarkoitukseen, kuten liiketiloiksi tai urheiluhalliksi olisi rakenteiden puolesta mahdollista, vaikka rakennus ei olisikaan niihin kovin tarkoituksenmukainen.</p> <p>Keskimääräistä uudisrakennusta parempaa muunneltavuuden huomiointia voisi haastattelujen perusteella olla muutoksiin varautuminen paremmin. Esimerkiksi toimistorakennuksissa tätä olisi tavallista laajemmat tekniset tilat, tai ravintolaan varautuminen vähintään jättämällä tilaa rasvakaivolle ja logistiikkarakennuksissa esimerkiksi tilavaraus jäähdytyksen teknisille tiloille tai sosiaalitilat, jotka voidaan jakaa ilman remontointia.</p>

4.2.3 Laajennettavuus

Haastateltavien mukaan laajennettavuuden suunnittelu riippuu pitkälti kaavan ja rakennusoikeuden sallimasta tilanteesta molemmissa tutkittavissa rakennustyypeissä. Puhutaan vaiheistetusta rakentamisesta, jossa rakennusoikeutta säästetään jo ennakolta tiedossa oleviin seuraaviin rakennusvaiheisiin, jotka voidaan toteuttaa pitkälläkin ajanjaksolla. Taustalla ovat omistajan ajatukset tontin tulevaisuudelle, mutta ne ovat tyypillisesti yhteneviä rakennusoikeuden määrän kanssa, sillä tonttia, jolla rakennusoikeutta on liikaa ennakoituun tarpeeseen nähden, ei hankita. Jos rakennusoikeus käytetään kokonaan ensimmäisessä vaiheessa, ei laajennettavuutta huomioida, kun sitä ei kaavakaan sallisi. Jos rakennusoikeutta jää, laajennettavuus huomioidaan lähes aina. Häkkisen ja Tarpion (2021) selvityksessä toimistorakennusten laajennettavuudesta ei keskusteltu. Logistiikkarakennuksiin liittyen tuli ainoastaan ilmi, että teollisuus- ja varastorakennukset ovat modulaarisia, jonka perusteella ne olisivat helposti laajennettavissa (Häkkinen & Tarpio 2021, 38 & 48).

Molemmissa rakennustyypeissä vaiheistettu rakentaminen on lähes aina horisontaalista laajenemista. Varaudutaan esimerkiksi siihen, että rakennusta jatketaan jostakin päädyistä. Vertikaalista

laajennettavuutta ei nähty juuri tapahtuvan logistiikkarakennuksissa. Rakennustyyppiin erikoistunut arkkitehti kertoi, että joskus logistiikkarakennuksen lastausalueen, joka on hyllyaluetta matalampi, yläpuolelle on tehty uusi kerros. Tällainen ratkaisu ei kuitenkaan ole tyyppillinen. Horisontaalinen laajentaminen on toimistoja suunnitelleen arkkitehdin mukaan toimiva ratkaisu.

Vertikaalisen laajentamisen esteenä ovat hänen mukaansa uusien rakenteiden vaatimat kuormankestävyydet, mutta myös rakentamisen aikainen käytön estyminen. Ei ole turvallista käyttää rakennusta, jonka päälle rakennetaan. Edellä mainituista tulisi arkkitehdin mukaan niin paljon kustannuksia, että vertikaaliseen laajentumiseen ei ole järkevää varautua, vaikka puurakentaminen ja muut mahdolliset kevyet ratkaisut voivat muuttaa tilannetta. Arkkitehdin mukaan Suomen oloissa maa-alaa, jolle laajentaa, on kuitenkin lähes aina olemassa. Rakennesuunnittelijan mukaan taas laajennettavuutta ei juuri koskaan huomioida toimistorakennuksissa. Tämä vastaus saattoi viitata myös siihen, että toimistot useimmiten ovat yhdessä vaiheessa toteutettavia rakennuksia. Myös LVI-suunnittelijan mukaan laajennettavuus näkyy logistiikkarakennuksissa vahvemmin.

Laajennettavuus toteutetaan niin, että seuraavien osien, laajennusten tai vaiheiden, sijainti ja loppullinen kokonaisuus suunnitellaan ensimmäisen vaiheen hankkeessa, mutta laajennuksia ei suunnitella valmiiksi eikä rakenteita rakenneta. Taloteknisen suunnittelun varautumiskeinoina suunnitellaan tekniikka väistämään kohtia, joista on tarkoitus tulla kulku uuteen osaan. Lisäksi suunnitellaan järjestelmiin liitoskohdat ja varaputkia piha-alueen putkituksiin ja sähkökaivoihin sekä mahdollisuus lisätä reittejä. Lisäksi ensimmäiseksi rakennettavaan osaan jätetään tehokapasiteettiä järjestelmiin, jotta uuden osan järjestelmät voidaan liittää niihin.

Sähkösuunnittelija esitti rajoitteen laajennettavuuden toteutumiselle. Vaikka järjestelmät olisi suunniteltu niin, että tuleva laajennusosa voidaan liittää samoihin järjestelmiin, on mahdollista, että esimerkiksi kymmenen vuoden aikana esimerkiksi kulunvalvonnassa tai palovaroitinjärjestelmässä, on tullut uuden sukupolven laitteita, jotka eivät enää keskustele olemassa olevan osan järjestelmien kanssa. Tällöin uusimista joudutaan tekemään laajemmin. Taulukossa 7 esitetään tiivistelmä laajennettavuuden toteutumisesta tyyppillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.

Taulukko 7. Tiivistelmä laajennettavuuden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa

Laajennettavuus
<p>Laajennettavuuden suunnittelu tyypillisissä uusissa toimisto- ja logistiikkarakennuksissa riippuu kaavan ja rakennusoikeuden tilanteesta. Jos rakennusoikeutta ei ole, laajennettavuutta ei huomioida, muutoin horisontaalinen laajennettavuus huomioidaan lähes aina. Vertikaalista laajennettavuutta ei huomioida.</p> <p>Haastatteluissa ei annettu määritteitä sille, mikä olisi keskimääräistä parempaa laajennettavuuden huomiointia. Esimerkit sellaisista käsittelivät rakennuksia, jotka eivät ole tyypillisiä toimisto- tai logistiikkarakennuksia.</p>

4.3 Purettavuuden suunnitteluperiaatteet

ISO 20887 (2020) -standardin mukaan purettavuuden suunnitteluperiaatteet ovat komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus, riippumattomuus, tarpeettomien pintakäsittelyiden ja pinoitteiden välttäminen, kiertotalouden liiketoimintamallien tukeminen, yksinkertaisuus, standardinmukaisuus ja purkamisen turvallisuus. Haastateltavilta kysyttiin purettavuuden suunnitteluperiaatteiden toteutuksesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa. Lisäksi kysyttiin, millaiset ratkaisut ovat keskimääräistä uudisrakennusta parempia ratkaisuja näiden suunnitteluperiaatteiden näkökulmasta.

4.3.1 Komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus ja riippumattomuus

Purettavuuden suunnitteluperiaatteista kaksi ensimmäistä: komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus sekä riippumattomuus käsiteltiin haastatteluissa yhdessä, sillä haastateltavien vastaukset näihin teemoihin limittyivät vahvasti. Periaatteet käsiteltiin yhdessä myös tässä, koska teemat ovat hyvin läheisiä. Suunnitteluperiaatteiden toteutumisesta on kuitenkin tehty tiivistelmät erikseen, taulukoihin 8 ja 9. ISO 20887 (2020, 14) -standardin mukaan komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus sisältää ajatuksen, että erityisesti lyhytikäisimmät rakennusosat ovat helposti irrotettavissa niin, että toisiin rakennusosiin koituu mahdollisimman vähän haittaa. Ajatus sisältää liitoskohtien hyvän saavutettavuuden (ISO 20887: 2020, 14). Riippumattomuus sisältää näiden lisäksi ajatuksen kolmesta eri kerroksesta, joiden tulisi olla riippumattomia toisistaan:

vaippa ja runkorakenteet yhtenä kerroksena, talotekniikka toisena ja sisustus kolmantena kerroksena. Lisäksi liitântöjen tulisi olla uudelleen avattavia ja suljettavia. (ISO 20887: 2020, 14–16.)

Rakennesuunnittelijan mukaan nämä periaatteet toteutuvat melko hyvin logistiikkarakennuksissa. Niissä on paljon tilaa sijoittaa tekniikkaa saavutettavasti, ja myös samasta syystä pääsy rakenteisiin on mahdollista. Tyypillinen ratkaisu logistiikkarakennuksissa, pelti-villa-pelti-paneelinen julkisivu on irrotettavissa ruuvauskiinnityksellä, joka tekee julkisivun, eli vaipan osan, riippumattomaksi rungosta. Rungon ja vaipan välinen ehjänä irrotettavuus on enemmän kuin ISO 20887 (2020, 14–16) -standardi riippumattomuudelta vaatii. Toisaalta, koska rakenteet ovat eri ikäisiä, sen voidaan katsoa olevan suositus komponenttien ja järjestelmien helpolle saavutettavuudelle (ISO 20887: 2020, 14). Rakennuttajakonsultin mukaan irrotettavissa olevat pulttiliitokset ovat yleisiä teräsosissa laajemminkin, koska pulttikiinnitys on työmaalla hitsausta helpompi tehdä. Samalla se vaikuttaa purettavuuteen, joka ei ollut suoraan tavoitteena. Myös logistiikkarakennuksia suunnitellut arkkitehti totesi, että logistiikkarakennukset suunnitellaan pitkälti näiden periaatteiden mukaisesti. Lyhytikäisempi sisustus on logistiikkarakennuksissa varastoalueella oma irrallinen osansa, jonka osalta ainoa kiinteä osuus on, että hyllyt pultataan lattiaihin kiinni. Lattian alla oleva talotekniikka on lähtökohtaisesti muissa rakenteissa kiinni, mutta se pyritään suunnittelemaan sellaisiin sijainteihin, että sen korjaaminen olisi kuitenkin helppoa. Muu talotekniikka on hyvin näkyvillä ja liitokset ovat hyvin havaittavissa.

Toimistoissa periaatteet eivät rakennesuunnittelijan näkökulmasta toteudu yhtä hyvin. Toimistojen julkisivumateriaali on useimmiten betonia ja sen vaihtaminen ei ole yhtä helppoa tai kustannustehokasta. Toisaalta julkisivu on myös suunniteltu pitkäikäisemmäksi kuin logistiikkarakennuksen julkisivu ja sen helppo irrotettavuus ei ole välttämättä ISO 20887 (2020, 14) -standardin mukaan tarpeen. Kuitenkin betonirakennusten liitosten purettavuus on heikompaa kuin teräsarakennuksilla ja sitä tulisi kehittää myös Häkkisen ja Tarpion (2021, 38) haastatteluiden perusteella. Sisäpuolella toimistoissa tila on rakennesuunnittelijan mukaan arvokkaampaa, joten tilaa tekniikan ympärillä ei ole yhtä paljon. Lisäksi tekniikkaa on enemmän suhteessa tilaan. Nämä yhdessä johtavat siihen, että tekniikan saavutettavuus on heikompaa. Toimistoissa myös talotekniikka on useammin piilotettu sisustuksella, mutta lähtökohtaisesti ne ovat rakennesuunnittelijan ja rakennuttajakonsultin mukaan riippumattomia toisistaan. Myös toimistotiloja suunnitelleen arkkitehdin

mukaan tekniikka, kuten alakaton yläpuolella oleva tekniikkakerros, on helposti huollettavissa. Sisustus tehdään toimistorakennuksissa helposti vaihdettavaksi, jotta vuokralaismuutokset ovat helposti ja vähin kustannuksin toteutettavissa. LVI-suunnittelija huomautti, että osa näkyvissä olevasta tekniikasta, kuten valaisimet, voidaan toimistoissa luokitella myös sisustukseksi. Avattavien liitännöiden tilanne ei selvinnyt toimistojen osalta. Toimistorakennuksia suunnitellut arkkitehti toteutti, että suunnittelussa ollaan hyvin lähellä näiden periaatteiden täyttämistä. Jos olisi tahotilaa, niitä voitaisiin toteuttaa paremmin, teknisiä haasteita ei olisi.

Talotekniikan osalta komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus ja riippumattomuus huomioidaan LVI-suunnittelijan mukaan tyypillisesti huollettavuuden näkökulmasta hyvin laajasti. Huollettavuuden suunnitteluun kuuluu, arkkitehti- ja taloteknisen suunnittelun kanssa yhteistyössä, esimerkiksi huoltoluukkujen suunnittelu. Huoltoluukut varmistavat sen, että kaikkiin huollettaviin kohteisiin pääsee käsiksi. Samankaltaista huollettavuuden huomiointia taloteknisten järjestelmien suunnittelussa piti tyypillisenä myös rakennuttajakonsultti. Hän lisäsi esimerkkeinä haalausreitit talotekniikalle. Rakennuttajakonsultin mukaan näkökulma suunnittelussa on ylläpidettävyyden ja peruskorjattavuuden tavoittelu toteuttaa ollen ISO 20887 (2020, 13) -standardin purettavuuden periaatetta. Rakennuttajakonsultin mukaan on harvinaisempaa, että tällaista suunnittelua ei tehdä, mutta hyvin talousohjatuissa urakkamalleissa näin voi käydä.

LVI-suunnittelija ja rakennuttajakonsultti toivat esille huollettavuuteen liittyvän näkökulman, joka menee ISO 20887 (2020, 14–16) -standardin vaatimuksia syvemmmälle. ISO 20887 (2020, 14–16) -standardin mukaan komponenttien ja järjestelmien tulee olla helposti saavutettavissa ja liitännöiden näkyvillä, mutta se ei kuvaile, kuinka paljon liitännöitä tulee olla tai millaiset mahdollisuudet taloteknisiä järjestelmiä on jakaa osiin huollettavuuden näkökulmasta. LVI-suunnittelijan ja rakennuttajakonsultin mukaan huollettavuudessa merkittävä näkökulma on se, että rakennuksen huoltaminen voidaan tehdä niin, että käytönaikainen toiminta häiriytyy mahdollisimman vähän.

Tämäkaltaisia suunnitteluratkaisuja ovat LVI-suunnittelijan mukaan esimerkiksi se, että venttiilit sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan kiinteistön yleisille alueille, eikä vuokralaistiloihin, jolloin niihin on esteettömämpi pääsy huoltohenkilökunnalla, tuplattujen putkistohaarojen suunnitteluja, jotta esimerkiksi lämmitystä voidaan väliaikaisesti hoitaa jollain tavanomaisesta poikkeavalla tavalla sekä ilmanvaihdon sulkupeltien sijoittelu niin, että tietty tila voidaan eristää huoltotoimenpiteiden ajaksi järjestelmästä, mutta muu osa toimii kuten tavallisesti. LVI-suunnittelijan mukaan

tässä näkökulmassa ollaan pidemmällä toimistorakennuksissa. Logistiikkarakennuksissa taas tyypillisempää LVI-suunnittelijan mukaan on, että eri alueille on omia järjestelmiään, kuten ilmanvaihtojärjestelmät, mutta tilakohtainen riippumattomuus toisista tiloista ei ole yhtä suurta. Näkökulma on tärkeä käytönaikaisen rakennuksen toiminnan kannalta, vaikka menee osittain ohi ISO 20887 (2020, 14–16) -standardin vaatimuksista.

Sähkösuunnittelussa, koskien sekä toimisto-, että logistiikkarakennuksia, tietyt kustannuksiltaan kalleimmat järjestelmät suunnitellaan hyvin pitkäikäisiksi ja huollettaviksi. Tällaisia järjestelmiä ovat esimerkiksi muuntamot. Muuntamoiden vaihtaminen kokonaan olisi hyvin kallista laitteen hinnan mutta myös käytön estymisen vuoksi. Tuotevalmistajatkin antavat näille laitteille pitkän takuun, edellyttäen että huolto tehdään ohjeiden mukaan. Lyhytikäisemmät laitteet ja järjestelmät taas ovat toimistotiloissa yleensä hyvin siirreltävässä. Esimerkkinä sähkösuunnittelija esitti sähkönjakelun yläjakeluna tai tolpassa. Tällöin järjestelmät ovat yleensä riippumattomia muista rakennuksen kerroksista. Lisäksi huoltoreitit, esimerkiksi avattavat alakatot, varmistavat, että laitteisiin pääsee helpommin käsiksi ja niitä voidaan huoltaa, korvata tai lisätä. Logistiikkarakennuksissa talotekniikka on yleensä mahdollisimman korkealla, jotta se ei häiritse toimintaa. Sähkötekniikka asennetaan riippumattomaksi esimerkiksi niin, että hyllyjakoa voi muuttaa ilman purkamista. Logistiikkarakennukset ovat niin isoja, että keskuslaitteita sijoitetaan useampiin kohtiin, ei pelkästään keskitetysti. Yleisesti kaikki suunnitellaan huoltotoimenpiteiden saavutettaviksi, vaikka osa tekniikasta onkin hyvin korkealla.

Vaikka yleisesti komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus ja riippumattomuus olivat haastattelujen ja myös Häkkisen ja Tarpion (2021, 33) selvityksen perusteella tyypillisessä toimisto- ja logistiikkarakennuksessa korkealla tasolla, tarkempaa käsittelyä olisi kaivannut piiloon asennettu (uppoasennettu) talotekniikka. Haastattelujen perusteella tällaisen talotekniikan käyttöikä on kuitenkin suhteellisen pitkä, joten se ei välttämättä kosketa komponenttien ja järjestelmien helpon saavutettavuuden suunnitteluperiaatetta, joka ISO 20887 (2020, 14–16) -standardissa painottaa lyhytikäisimpiä tuotteita ja rakennusosia. Kuitenkin riippumattomuus tulisi toteutua yleisesti rakennuksen kolmen eri kerroksen suhteen (ISO 20887: 2020, 14–16). Häkkisen ja Tarpion (2021, 44) selvityksessä tuli ilmi, että viemärit ja kantavat rakenteet ovat eri ikäisiä osia, joten niiden yhdistämistä pitäisi välttää. Logistiikkarakennuksia suunnitellut arkkitehti kertoi, että viemärit

asennetaan aina lattioiden alle. Niiden sijainnit tosin mietitään remontoinnin näkökulmasta rakennuksen reunoille, jos mahdollista. Rakennuttajakonsultti eritteli piilossa olevaksi tekniikaksi usein putkistot ja kaapeloinnit, jotka ehkä hiukan useammin toimistorakennuksissa asennetaan siisteyden ja hygienian vuoksi uppoasennuksena, vaikka osa tilaajista haluaa ne pinta-asennuksina. Rakennuttajakonsultin mukaan logistiikkarakennuksien varastotiloissa pinta-asennuksia suositetaan ja siksi tämä näkökulma toteutuu siellä paremmin. Häkkinen ja Tarpio (2021, 42) toivat esille vielä uppoasennusten osalta lattialämmityksen, joka yleistyy rakennuksissa ja asennetaan lattian valuihin. Keskustelu tästä aiheesta jäi liian pintapuoliseksi. Uppoasennusten mittakaava ei kunnolla selvinnyt, kuten ei myöskään se, millä tavalla uppoasennettujen saavutettavuutta, huolettavuutta tai käyttöikää voitaisiin parantaa.

Taulukko 8. Tiivistelmä komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus -periaatteen toteutumisesta tyyppillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa

Komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus
<p>Toimistorakennukset suunnitellaan niin, että lyhytikäisimmät tuotteet ovat vaihdettavissa ja erityisesti talotekniset järjestelmät suunnitellaan huollettaviksi, eli saavutettaviksi. Helppoa saavutettavuutta haastaa kuitenkin tilan puute.</p> <p>Logistiikkarakennuksissa komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus toteutuu osittain toimistorakennuksia paremmin, sillä siellä on tilaa tekniikalle ja kaikki lyhytikäinen talotekniikka asennetaan lähes poikkeuksetta näkyville, jolloin myös liitokset ovat näkyvillä. Lyhytikäinen talotekniikka suunnitellaan huollettavaksi ja helposti vaihdettavaksi. Lähes ainoa haaste on asennuskorkeus.</p> <p>Komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus täyttyi haastattelujen perusteella hyvin laajalti. Mutta haastatteluissa tuli kuitenkin ilmi, missä kohdissa oli puutteita. Näiden puutteiden korjaaminen voisi olla keskimääräistä parempaa toteutusta. Toimistojen osalta tulisi säästää tilaa tekniikalle tavallista enemmän ja logistiikkarakennuksissa pyrkiä toteuttamaan asennuskorkeudet mahdollisuuksien mukaan matalammalle.</p>

Taulukko 9. Tiivistelmä riippumattomuuden toteutumisesta tyyillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa

Riippumattomuus
<p>Kun huomioidaan vastaukset komponenttien ja järjestelmien helppoon saavutettavuuteen, joka laajalti toteutuu molemmissa rakennustyypeissä, saadaan jo osa vastauksista riippumattomuuteen. ISO 20887 (2020, 14–16) -standardin vaatimat kolme kerrosta (vaippa ja runkorakenteet, talotekniikka sekä sisustus) ovat suurelta osin riippumattomia toisistaan. Seuraavassa esitetään haasteet molemmille rakennustyypeille.</p> <p>Uppoasennukset talotekniikalle olivat toimistoissa hiukan yleisempiä mutta molemmissa rakennustyypeissä yleistä oli, että lattiassa on jonkun verran taloteknisiä asennuksia. Kyseisen talotekniikan laatu ja käyttöikä jäivät haastatteluissa tarkemmin käsittelemättä.</p> <p>Avattavat liitännät jäivät liian vähälle käsittelylle. Tuli kuitenkin esille, että logistiikkarakennusten peltivilla-paneelit kiinnitetään pultein runkoon ja usein myös teräsrunko itse on rakennettu pulttikiinnityksillä ja ovat siten avattavia.</p> <p>Keskimääräistä parempi toteutus voisi haastattelujen perusteella olla pinta-asennusten suosiminen, esimerkiksi käyttövesiputkiston osalta toimistorakennuksissa ja logistiikkarakennuksissa yleisesti piilossa olevan talotekniikan määrän minimointi.</p>

4.3.2 Tarpeettomien pintakäsittelyiden ja pinnoitteiden välttäminen

Haastateltavat olivat laajasti sitä mieltä, että suomalaisessa rakentamisessa ei käytetä pintakäsittelyjä, jotka eivät olisi tarpeellisia. Näin oli erityisesti taloteknisen suunnittelun ja rakennesuunnittelun osalta. Kaikki pintakäsittelyt liittyvät rakennusosien ja tuotteiden kestävyteen siinä käytössä, joihin ne on tarkoitettu. Esimerkiksi ulko-olosuhteet, sisäolosuhteet ja palo- ja korroosionsuojaus sekä näihin liittyvät lakisääteiset vaatimukset vaikuttavat erilaisten pinnoitteiden käyttämiseen. Lisäksi haastateltavat mainitsivat syinä kestävyuden sekä erityisesti akustiikan. Haastateltavat puolustivat tarpeellisuuden näkökulmasta myös sisustusmateriaaleja, koska rakennukset rakennetaan ihmisille ja viihtyisyys on siten tärkeä näkökulma. Piilossa olevia pintoja ei käsitellä. ISO 20887 (2020, 16) -standardi listaa ainoastaan palosuojauksen ja korroosion syiksi valita pintakäsittelyjä tai pinnoitteita, mutta muut haastateltavien kertomat syyt saattavat myös olla standardin mukaisia, jos ne eivät sisällä haitallisia aineita ja siten estä rakennusosan uusiokäyttöä. Näin ollen esimerkiksi vähäpäästöisillä tuotteilla, kuten M1-luokitetuilla pintamateriaaleilla, voisi

myös täyttää periaatteen hengen. Häkkisen ja Tarpion (2021) selvityksessä ei käsitelty aihetta. Taulukossa 10 esitetään tiivistelmä tarpeettomien pintakäsittelyiden ja pinnoitteiden välttämisen toteutumisesta.

Taulukko 10. Tiivistelmä tarpeettomien pintakäsittelyiden ja pinnoitteiden välttämisen periaatteen toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa

Tarpeettomien pintakäsittelyjen ja pinnoittamisten välttäminen
<p>Tarpeettomia pintakäsittelyjä ei käytetä tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa. Rakennesuunnittelussa ja talotekniikassa pintakäsittelyitä käytetään vain tuotteiden kestävyteen, palosuojaukseen tai korroosion estoon liittyen. Sisustuksessa pintakäsittelyjen määrä pysyy pienenä, mutta nekin ovat haastateltavien mukaan tarpeellisia esimerkiksi akustiikan ja viihtyisyyden vuoksi.</p> <p>Keskimääräistä parempaa toteutusta ei havaittu haastattelujen perusteella, mutta ISO 20887 (2020, 16) ehdottaa esimerkkinä materiaaleja, joiden luontainen pinta toimii myös sisustusmateriaalina. Tällaisten ratkaisujen osittainenkin valinta voisi olla tavanomaista parempaa toteutusta.</p>

4.3.3 Kiertotalouden liiketoimintamallien tukeminen

Kiertotalouden liiketoimintamallien tukeminen tapahtuisi ISO 20887 (2020, 16–18) -standardin mukaan valitsemalla tuotteita, jotka ovat uudelleenkäytettäviä sellaisenaan, kunnostettavia, teollisesti muokattavia, valmistettu uusiomateriaaleista tai tuotteita, jotka ovat kierrätettävissä materiaalina.

Uudelleenkäytettävyys sellaisenaan -liiketoimintamallin osalta haastateltavat pohtivat sitä, että olisiko uudisrakennukseen hankittu tuotteita, joita on jo käytetty jossain sellaisenaan, vaikka ISO 20887 (2020, 16–17) -standardi ehdottaa valitsemaan tuotteita, jotka olisivat uusiokäytettävissä sellaisenaan myöhemmin. ISO 20887 (2020, 16–17) -standardin mukaan tulisi siis valita tuotteita, joille oletetaan olevan markkinoita tulevaisuudessakin rakennuksen purun ja muutosten ajankohdaksi. Mutta tulee huomioida, että ISO 20887 (2020, 16–17) -standardi ei anna tässä kohtaa esimerkkejä tai ominaisuuksia sille, miten materiaalin tai tuotteen myöhempää myyntikelpoisuutta voidaan ensimmäisessä suunnitteluvaiheessa arvioida. Joten haastatteluissa pohdittiin haastateltavien omaa tulkintaa, joka on kiertotalouskeskustelussa ISO 20887 (2020, 16–17) -standardin mainitsemaa yleisempi ja hyvin lähellä samaa liiketoimintamallia, vain eri osassa tuotteen elinkaarta.

Uudelleenkäytettyjen rakennustuotteiden valinta nähtiin kuitenkin olevan haastateltavien mielestä vaikea ratkaisu, jota ei tyypillisesti tehdä. Esimerkiksi pitkäikäisissä taloteknisissä järjestelmissä tietty käyttöikävaade tekee sen, että olisi suuri riski valita uudelleenkäytettävä tuote uudisrakennukseen ja mahdollisesti käydä läpi kallis remontti myöhemmin. Sisustuksen kannalta taas tuotteiden saatavuus voi olla ongelma, koska tuotteita tulisi saada juuri riittävä määrä. Ja niitä tulisi olla myös saatavilla myöhemmin, mahdollisten rikkoontumisten yhteydessä, jotta ei jouduta vaihtamaan laajempaa määrää yhtenäisyyden saavuttamiseksi. Rakennuksiin halutaan siis uuden näköisiä tuotteita eikä haluta nähdä enempää vaivaa niiden hankkimisessa. Irtokalusteet nähtiin yhtenä mahdollisuutena toteuttaa liiketoimintamallia, jos toimija vie vanhat kalusteet mukana muuttaessaan uusiin tiloihin. Tämäkin on kuitenkin harvinaista. Häkkisen ja Tarpion (2021, 41) haastattelututkimuksessa tuotiin esille CE-merkinnät ja muuttuvan lainsäädännön konkreettisena ongelmana. Koska rakennustuotteilta vaaditaan CE-merkintä ja uusien vaatimusten täytyminen, on uudelleenkäytettyjen tuotteiden ja rakennusosien valinta hankalampaa, vie enemmän aikaa ja sitä kautta rahaa (Häkkinen & Tarpio 2021, 41).

Toimistoja suunnitelleen arkkitehdin mielestä tilanne on se, että ensimmäinen aloite uudelleenkäytettävien tuotteiden osalta pitäisi tulla rakennustuotevalmistajilta. Rakennustuotevalmistajien pitäisi ensin suunnitella ja tuottaa markkinoille tuotteita, joita voitaisiin vuokrata pitkäaikaiseen käyttöön ja tuotteita, jotka olisivat irrotettavia sellaisenaan, jotta näitä voitaisiin helposti valita uudisrakennuksiinkin. ISO 20887 (2020, 16) -standardi katsoo kiertotalouden liiketoimintamalleja siitä näkökulmasta, että rakennushankkeiden tulisi tuottaa kysyntää tuotevalmistajille, jotta liiketoimintamallit tuotevalmistajilla vahvistuisivat. Rakennesuunnittelija oli myös sitä mieltä, että markkinoilla olisi tilaa tässä kategoriassa ja se voisi olla kannattavaa liiketoimintaa, mutta ei suoraan ilmaissut, että muutoksen tulisi alkaa tuotevalmistajista. Logistiikkarakennuksia suunnitellut arkkitehti näki, että ainakin uudelleenkäytettyjen irtokalusteiden osalta suunnittelija voisi olla hankkeissa proaktiivinen. Häkkisen ja Tarpion (2021, 44) haastattelututkimuksessa tuli esille ajatus, että uudelleenkäytetyt materiaalit eivät tule uudisrakentamisen hankkeisiin ilman pakottamista, eli säännösin edellyttämistä.

Kunnostettavuudesta tai teollisesta muokattavuudesta ei juuri tunnistettu esimerkkejä. Osa havaitsi, että palamatto kuuluisi tähän kategoriaan, vaikka vaihdettava osa hävitetään ja korvataan uudella, mutta silloin välttyään vaihtamasta koko mattoa. Lisäksi komponenttien ja järjestelmien

helppo saavutettavuus -suunnitteluperiaatteen kohdalla tuli ilmi, että huoltotoimenpiteitä tehdään paljon taloteknisille laitteille, mutta niiden ei tunnistettu olevan kunnostettavia.

LVI- ja sähkösuunnittelijat toivat kuitenkin esille ongelman liittyen tuotteiden kunnostettavuuteen: Vaihdeettavien osien ja laitteiden heikko saatavuus. Esimerkiksi valaistuksen osalta, jos on tarve vaihtaa valaisin, tuotetta ei enää välttämättä ole saatavilla samalla tavalla kuin ennen oli, koska laitetypit vaihtuvat nopeammin. Elektronisten ja telejärjestelmien suhteen tilanne on se, että kommunikointitavat laitteiden välillä muuttuvat tällä hetkellä hyvin nopeasti, joten on riski, että yhteensopivaa samanlaista valaisinta ei enää löydy. Kuitenkaan perinteisten sähkötekniisten laitteiden, kuten pääsähköjärjestelmän, osien löytäminen ei ole ongelmallista. Myös rakennusautomaatiojärjestelmissä esiintyy yhteensopivuuteen liittyviä ongelmia. Siellä asia tuli esille standardinmukaisuuden suunnitteluperiaatteen kohdalla. Alalla ei ole yleispätevää standardia, joten järjestelmät eivät aina ole yhteensovitettavia. Esimerkiksi muutostöissä joudutaan tämän vuoksi usein vaihtamaan suurempi osa laitteista, kuten huonesäätimet, vaikka niillä olisi ollut käyttöikä vielä jäljellä. Suunnittelijat kokivat tilanteen haasteelliseksi. He pyrkivät valitsemaan tuotteita, jotka olisivat pitkään markkinoilla, mutta tilanne ei ole ennakoitavissa.

Haastateltavien mielestä tuotteiden kierrätettävyys materiaalina ja kierrätettyä materiaalia sisältävien tuotteiden hankkiminen ovat liiketoimintamalleja, jotka jo osittain näkyvät uudisrakennuksissa, ja joista keskustellaan. Näillä ei ole suurta ohjaavaa vaikutusta mutta esimerkiksi talotekniikassa kupariputkien valitsemiseen saattaa jonkun tilaajan hankkeissa olla osavaikuttimena niiden kierrätettävyys. Sisustusmateriaaleissa taas saattaa olla yksittäisiä tuotteita, kuten palamattoja, joissa tulee tilaajan toiveesta olla uusiomateriaalia. Lisäksi logistiikkarakennuksissa, joissa piha-alue on laaja, suhteellisen yleinen asia on, että pihan kerroksissa käytetään jotain uusiomateriaalia, kuten betonimurskaa. Vaatimukset kuitenkin koskevat muutamia tuotteita, eivät laajemmin koko hanketta. Lisäksi useissa metalliosissa ja -tuotteissa on nykyisin uusiometallia jo oletusarvoisesti. Ratkaisuja ohjaavat haastateltavien mukaan aina myös muut seikat: kupariputki voi olla parhain tekninen ratkaisu, palamatto uusiomateriaalista on yhtä helppo hankkia kuin toisenlainen palamatto ja betonimurskan hankkiminen on jo vakiintunutta käytäntöä, joka voi tuottaa kustannussäästöjä.

LVI-suunnittelijan mukaan voi ehkä olla niin, että liiketoimintamallit osittain toimivat toisiaan vastaan: kun esimerkiksi taloteknisissä osissa kierrätettävyyden materiaalina on korkealla tasolla, johon tuen siitä, että laitteet usein ovat ainakin osittain metallia, ei siksi ole ollenkaan järkevää pohtia niiden uusiokäyttöä, kun on mahdollisuus saada uusi tuote, mutta tehtynä uusiomateriaalista. Liiketoimintamallien toteutuminen tyyppillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa esitetään taulukossa 11.

Taulukko 11. Tiivistelmä kiertotalouden liiketoimintamallien tukemisen periaatteen toteutumisesta tyyppillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa

Kiertotalouden liiketoimintamallien tukeminen
<p>Kiertotalouden liiketoimintamalleista sellaisenaan uudelleenkäytettävien tuotteiden osalta ISO 20887 (2020, 16) -standardin mukaan tuotteita valitessa tulisi arvioida niiden myyntimahdollisuuksia myöhemmin. Haastateltavat kuitenkin tulkitsivat vaatimuksen niin, että uudisrakennukseen tulisi valita tuotteita, jotka on jo käytetty toisessa kohteessa. Kyseessä on kuitenkin sama liiketoimintamalli, vaan eri kohdassa tuotteen elinkaarta. Haastateltavien vastauksista tulkitaan, että koska uudelleenkäytettyjen tuotteiden valinta ei ole tyyppillistä, ei tyyppillistä ole myöskään tuotteiden valitseminen siitä näkökulmasta, että ne voitaisiin myöhemmin myydä uuteen käyttöön, sillä tiedetään, että tämä on harvinaista.</p> <p>Kunnostettavien tuotteiden valitsemista haastateltavat eivät juuri tunnistaaneet, vaikka ilmaisivat palamaton, jonka ISO 20887 (2020, 17) -standardi esittää esimerkkinä, olevan hyvin yleinen.</p> <p>Teollisesti muokattavissa olevien tuotteiden valitsemista eivät haastateltajat tunnistaaneet.</p> <p>Uusiomateriaaleista valmistettujen tuotteiden käyttö keskittyy tyyppillisessä toimisto- ja logistiikkarakennuksessa metalliosiin, joissa uusio-osuutta on ilman, että sitä tarvitsee erikseen valita sekä logistiikkarakennuksissa piha-alueen rakennekerrosten betonimurskaan. Osa tilaajista myös hakee jo tuotteita, joissa on uusio-osuutta, mutta kyseessä ovat silloin kokonaisuuden kannalta pienet tuotemäärät, kuten palamaton esimerkki osoittaa.</p> <p>Myös materiaalina kierrätettävissä olevien tuotteiden valinta näkyy tyyppillisessä toimisto- ja logistiikkarakentamisessa toisinaan, mutta ei ole vahva valintaperiaate.</p> <p>Liiketoimintamallien soveltaminen tyyppillisessä toimisto- tai logistiikkarakennuksessa oli haastattelujen perusteella melko matalalla tasolla. Keskimääräistä parempi toteutus olisi näin ollen melko helppo toteuttaa. Toteuttamisen voisi aloittaa esimerkiksi ongelmakohtien välttämiseksi, kuten komposiittimateriaalien välttämiseksi. Lisäksi jo valitsemalla useampia tuotteita joko uusiotuotteina tai uusiomateriaalia sisältävinä, tekee helposti eron tyyppillisen toteutuksen tasoon. Kunnostettavuuden osalta nykytilanteen määrittäminen vaatisi ensin tarkempaa selvitystä.</p>

4.3.4 Yksinkertaisuus

Haastateltavat olivat laajasti sitä mieltä, että suomalainen rakennustapa tukee yksinkertaisuuden periaatetta, kun puhutaan rakennetun ympäristön väri vaihtoehtoista ja yksityiskohtien välttämistä ja tämä pätee tyypillisiin uusiin toimisto- ja logistiikkarakennuksiin. Taustalla vaikuttaa kustannusten lisäksi esimerkiksi se, että yksinkertaisena rakennus on todennäköisemmin helpommin myytävissä ja vuokrattavissa, kun oletettu yleinen kulttuurinen mieltymys täyttyy. Häkkisen ja Tarpion (2021, 30 & 32) selvityksen haastatteluissa puhuttiin yleispätevyydestä ja tyypittämisestä, jotka voidaan yhdistää yksinkertaisuuden suunnitteluperiaatteeseen, mutta myös seuraavaksi käsiteltävään standardinmukaisuuden periaatteeseen. Myös Häkkisen ja Tarpion (2021, 30 & 32) raportissa näiden piirteiden nähtiin olevan tärkeitä, jotta rakennus kelpaa todennäköisemmin seuraavalle ostajalle tai vuokraajalle. Piirteiden nähtiin edistävän myös muunneltavuutta (Häkkinen & Tarpio 2021, 30–32).

Yksinkertaisuus oli haastateltavien mukaan kantavana periaatteena myös esimerkiksi talotekniikassa venttiilivalinnoissa ja laitevalinnoissa. Syinä ovat kunnostettavuus, huollettavuus ja käytettävyys. Jälleen, vaikka julkilausuttuna tavoitteena ei ole ollut purettavuus, niin syinä esitetyt piirteet tukevat haastateltavien mukaan myös purettavuutta. Toimistoja suunnitellut arkkitehti lisäsi kuitenkin, että detaljitasolla asiaa voitaisiin paljon vielä parantaa, kun tämä otettaisiin julkilausutuksi suunnitteluperiaatteeksi.

Haastateltavien tulkinta yksinkertaisuudesta käsitti myös rakennusten väliset erot ja rakennetun ympäristön kokonaisuuden. Tämä oli ISO 20887 (2020, 18) -standardin vaatimusten ulkopuolella, sillä standardi käsittelee yksittäisiä rakennuksia. Toisaalta voi ajatella, että mitä enemmän samankaltaisia osia useammassa rakennuksessa, sen helpompi niille osille on kehittää purku- ja uudelleenkäyttötoimenpiteitä, mikä on ISO 20887 (2020, 18) -standardissa yksinkertaisuuden perusteluna ja näin ollen haastateltavien tulkinta lienee oikea. Osittain vaikutti, että yksinkertaisuuden vaatimus provosoi haastamaan itseään vastaan ja useat haastateltavat mainitsivat, että rakennetun ympäristön tulisi voida yllättää, eikä olla yksinkertainen. Myös Häkkisen ja Tarpion (2021, 30 & 32) raportissa reaktiot tämänkaltaiseen yksinkertaisuuteen olivat osittain negatiivisia ja vaikka yleisesti tyypittämisen nähtiin tukevan sopivuutta useammille, myös vastakkainen tuli esille: kaikille sopivaksi tehty ei välttämättä ole täysin sopiva kenellekään.

Rakennesuunnittelija oli ainoa, joka nosti tässä kohdassa esille massiivirakenteet, jotka muodostuvat yhdestä rakennekerroksesta ja siten sekoittuneiden materiaalien määrä on tavanomaista rakentamista pienempi. Hän sanoi, että se ei ole vielä tyyppillistä, eivätkä toimisto- ja logistiikkarakennukset varmaankaan tulisi olemaan ensimmäisiä, joissa sen tyyppinen rakentaminen yleistyisi.

Häkkisen ja Tarpion (2021, 47) haastatteluissa tuli esille, että monoliittiset rakenteet olisivat useammasta kerroksesta tehtyjä rakenteita joustavampia ja myös kierrätettävämpiä. Opinnäytetyön haastatteluiden perusteella, useimman haastateltavan mielestä kuitenkin jo nykyiset tavanomaiset rakenteet täyttävät yksinkertaisuuden vaatimuksen. Ei ole täysin selvää, mitä ISO 20887 (2020, 18) -standardi tavoittelee tässä kohtaa. Riittääkö, että materiaalit ovat selvästi erillisiä, kuten peltivilla-pelti-elementeissä, vai tulisiko rakenteen muodostua yhdestä yhtenäisestä rakennekerroksesta? ISO 20887 (2020, 18) -standardi perustelee yksinkertaisuuden periaatetta kierrätettävyydellä ja toimintavarmuudella. Selvää on, että esimerkiksi komposiittimateriaalit, joiden LVI-suunnittelija mainitsi olevan suhteellisen yleisiä putkimateriaaleja, eivät täytä yksinkertaisuuden vaatimusta. Taulukossa 12 esitetään tiivistelmä yksinkertaisuuden toteutumisesta tyyppillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.

Taulukko 12. Tiivistelmä yksinkertaisuuden toteutumisesta tyyppillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa

Yksinkertaisuus
<p>Yksinkertaisuus, esimerkiksi yksityiskohtien välttäminen ja värivalikoimien kaventaminen, ovat tyyppillisen toimisto- ja logistiikkarakennuksen suunnittelun kantavia teemoja. Myös rakenteet ovat useimpien haastateltavien mielestä yksinkertaisia. Ei ole kuitenkaan varmaa, vastaako tämä taso ISO 20887 (2020, 18) -standardissa määriteltyä yksinkertaisuutta, vai tulisiko tavoitetaso olla lähempänä massiivirakenteita, jotka rakennesuunnittelija ainoana mainitsi. Massiivirakenteet eivät ole tyyppillistä rakentamista.</p> <p>Haastattelujen perusteella ei tullut ilmi, mikä olisi keskimääräistä parempaa toteutusta. Mahdollisia ratkaisuja voisivat olla selkeä komposiittimateriaalien välttäminen ja massiivirakenteiden suosiminen. Massiivirakenteiden suosiminen tosin vaatisi hyvin merkittävää muutosta koko rakentamisessa.</p>

4.3.5 Standardinmukaisuus

Haastateltavien mukaan standardinmukaisuus liittyy paljon edellä käsiteltyyn yksinkertaisuuden periaatteeseen. Standardinmukaisuus toteutuu haastateltavien mukaan pitkälti suomalaisessa tyyppillisessä logistiikka- ja toimistorakentamisessa. Logistiikkarakennuksissa esimerkiksi tyyppisesti suositetaan samaa runkojakoa koko rakennuksen läpi ja siten runkoon sovitettavat palat ovat samanlaisia. Tämän vuoksi myös liitostavat ovat samanlaisia. Liitostavat, pilari-palkki-laatta-liitokset, ovat samanlaisia myös toimistorakentamisessa. Ylipäänsä toteutus on haastateltavien mukaan hyvin vakiintunutta. Osa haastateltavista oli sitä mieltä, että toimistoissa määrämittäisyys ei näy yhtä vahvasti kuin logistiikkarakennuksissa, koska siellä arkkitehtuurilla on suurempi rooli. Rakennesuunnittelija esimerkiksi vertasi aikaisempien vuosikymmenten toimistorakennuksia nykyisiin ja näki, että aikaisemmin määrämittäisyys on ollut selvemmin tavoitteena. Kuitenkin usean mielestä myös toimistot suunnitellaan ja rakennetaan tietyissä määrämitoissa ja moduulijaoissa. Betonirakentaminen on haastateltavien mukaan vahvasti standardeilla ohjattua ja talotekniikassa, niin sähkö- kuin LVI-suunnittelun puolella, standardimitat ja standardienmukaisuus on erittäin vahvaa.

Jo aikaisemmin kiertotalouden liiketoimintamallien kohdalla mainittu rakennusautomaatio oli standardinmukaisuuden osalta poikkeus. Rakennusautomaatiossa ei ole haastatteluiden mukaan yleispätevää noudatettavaa standardia, joten kaikki järjestelmät eivät ole yhteensopivia. Vaikka standardisoinnin puute ei rakennusautomaatiossa välttämättä hankaloittaisi purkamista, se voi kuitenkin johtaa liian suureen purkamistarpeeseen, jos osia tulee vaihtaa ennen niiden käyttöään päättymistä. Teknisten osien vanhentuminen hankaloittaa niiden uudelleenkäyttöä, minkä ISO 20887 (2020, 18) -standardi mainitsee yhdeksi standardinmukaisuuden hyödyksi. Taulukossa 13 esitetään tiivistelmä standardinmukaisuuden toteutumisesta tyyppillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.

Taulukko 13. Tiivistelmä standardinmukaisuuden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa

Standardinmukaisuus
<p>Haastateltavien mukaan standardinmukaisuus toteutuu laajasti tyypillisessä uudessa toimisto- ja logistiikkarakennuksessa, vaikka esimerkiksi määrämittaisuuden osalta toimistorakennuksissa hiukan huonommin. Rakennusautomaatio on poikkeus, sillä siellä ei ole käytössä jaettuja standardeja.</p> <p>Haastattelujen perusteella ei tullut ilmi, mikä olisi keskimääräistä parempaa toteutusta.</p>

4.3.6 Purkamisen turvallisuus

Purkamisen turvallisuus on ISO 20887 (2020) -standardin viimeinen suunnitteluperiaate. Periaate käsittelee lähinnä purkamiseen ja muutostöihin liittyvää dokumentaatiota. Dokumentaatioon liittyviä vaatimuksia käsitellään myös standardin luvussa 6. ja ne koskevat pääosin suunnittelutiedon viemistä eteenpäin rakennuksen elinkaaren aikana. Näitä käsiteltiin edellä teorialuvussa 2.6. Purkamisen turvallisuuden kohdalla haastatteliijoilta kysyttiin sekä suunnitteluperiaatteen, että luvun 6 vaatimuksista.

ISO 20887 (2020, 19–21) -standardi vaatisi purkusuunnitelmien tekemisen jo suunnittelun alkuvaiheesta lähtien. Purkusuunnitelmat sisältäisivät ISO 20887 (2020, 20) -standardin mukaan purkumenetelmien kirjauksen, käytettyjen materiaalien listauksen, purkupiirrosten teon ja muun muassa purku- ja muutostyömanuaalin laatimisen. Haastateltavien vastauksista kävi ilmi, että on selkeää, että erityisiä purkusuunnitelmia ei laadita. Mutta ISO 20887 (2020, 19–21) -standardin vaatimukset koskien purkamisen turvallisuutta ja dokumentaatiota ovat kuitenkin laajasti sovellettuja tyypillisissä uusissa toimisto- tai logistiikkauudisrakennuksissa, sillä laadittavaa suunnittelumateriaalia voidaan hyödyntää tarkempien purkusuunnitelmien teossa. Nykyisin rakennettavissa rakennuksissa suunnitelmat tehdään yleensä loppupiirustustasoisiksi, tai ainakin lähes vastaaviksi, ja suunnitelmat kattavat rakennuksen eri osat, tiedon, mitkä osat ovat kantavia, yleisliitokset, taloteknisten laitteiden sijainnit, haalausreitit ja esimerkiksi vaarallisten aineiden sijainnit ja säilytystavat. Lisäksi tiedot käytetyistä rakennustuotteista säilytetään. Huollettavuuden ja muuntojouston huomiointi auttaa haastateltavien mukaan myös purkamisessa. Mutta myöskään niihin liittyviä

suunnitteluratkaisuja ei erityisesti dokumentoida, vaan suunnitteluratkaisut näkyvät tavanomaisista suunnitelmista suoraan, kun katsojana on asiantunteva henkilö. Haastateltavien mukaan tyypillisesti laadittavien suunnitelmien perusteella on helppo laatia purkusuunnitelmat, jos rakennuksen purkuun tai remontointiin lähdetään. Purkusuunnitelmat saatetaan laatia vain siinä tapauksessa valmiiksi jo ensimmäisessä suunnitteluvaiheessa, jos laajentuminen on etukäteen tiedossa.

Rakennesuunnittelijan mukaan poikkeuksia suunnitelmien laadussa näkyy silloin, kun on esimerkiksi yleisestä poikkeava liitos. Sitä ei aina dokumentoida yleisliitosten lisäksi. Rakennesuunnittelijan tuote-ehdotuksia ei myöskään aina päivitetä loppupiirustuksiin toteutuneeksi tuotteeksi, mutta valittu tuote on tyypillisesti vastaava eikä esimerkiksi sisällä vaarallisia aineita, kuten ei ehdotettukaan tuote. Rakennesuunnittelija tunnisti kohtia, joita voitaisiin tehdä pieninkin työskentelytapamuutoksin ehjänä purkamista paremmin mahdollistavaksi. Kun yleisesti jo osia suunnitellaan paikalleen nostettaviksi, siihen voitaisiin lisätä mahdollisuus nostaa se pois ja tämä dokumentoitaisiin myös suunnitelmiin, pienin lisäyksin. Esimerkiksi teräsrunkoisten rakenteiden nostokorvakkeita ei otettaisi pois valmiista rakennuksesta, jolloin nostokorvakkeilla varustetut osat olisivat helpommin poisnostettavissa. Myös Häkkisen ja Tarpion (2021, 38) haastattelututkimuksessa ehdotettiin vastaavanlaisia kiinnikkeitä ikkunoille, jolloin ikkunat voitaisiin nostaa paikaltaan purkamatta seinää.

Haastateltavien mukaan nykyrakentamisessa edellytykset suunnittelutiedon siirtymiseen eteenpäin rakennuksen elinkaaren aikana ovat hyvät. Suunnitelmat tehdään useimmiten loppupiirustuksiksi, eli ne vastaavat toteutettua. Tätä tukevat myös huoltokirjan laatiminen sekä mallintamalla suunnittelu, eli tietomallin laatiminen, jonka vuoksi rakennuksesta on saatavilla digitaalinen versio. Nykyisin on yleistymässä, että tietomallia käytetään elinkaarimallina, jota päivitetään rakennuksen käytön ja suurempien korjausten yhteydessä. Tämä toiminta vastaa hyvin ISO 20887 (2020, 20–21) -standardin vaatimuksia. Muutos- ja purkutöiden suunnittelu nykyaikaiseen rakennukseen on haastateltavien mukaan paljon helpompaa ja nopeampaa kuin vanhempien rakennusten. Haastateltavien mukaan on kuitenkin vaihtelua siinä, kuinka hyvin tiedot siirtyvät eteenpäin, jos rakennuksen omistajuus vaihtuu ja varsinkin, jos se vaihtuu useasti. Siirtäessä on olemassa riski sille, että kaikki tiedot eivät siirry tai niitä ei löydetä, vaikka tiedot nykyisin ovatkin digitaalisia ja siten

paperisia helpommin siirrettävissä. Taulukkoon 14 on tiivistetty purkamisen turvallisuuden ja muiden ISO 20887 (2020) -standardissa esitettyjen dokumentaatiovaatimusten toteutuminen tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa.

Taulukko 14. Tiivistelmä purkamisen turvallisuuden ja muiden dokumentaatiovaatimusten toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa

Purkamisen turvallisuus ja ISO 20887 (2020, luku 6) -standardin dokumentaatiovaatimukset
<p>ISO 20887 (2020, 19) vaatimia purkusuunnitelmia ei tyypillisissä uusissa logistiikka- ja toimistorakennuksissa laadita. Kuitenkin suunnitelmien ja tuotteiden dokumentointi, huoltokirjan laadinta ja siihen pyrkiminen, että tiedot siirtyvät eteenpäin omistajanvaihdoksissa, vaikuttavat haastattelujen perusteella olevan ISO 20887 (2020) -standardin vaatimalla tasolla.</p> <p>Keskimääräistä parempaa toteutusta voisivat olla rakennesuunnittelijan mainitsemat detaljipiirustusten syventäminen purkamistavoilla sekä pienet konkreettiset muutokset, jotka edesauttavat osien nostamista pois ehjänä. Tämä tarkoittaa käytännössä ainakin osittaisia purku- tai remontointisuunnitelmia. Erillisen purku- ja muutostyömanuaalin tekeminen voisi olla myös yksi ratkaisu.</p>

4.4 Resurssitehokkuus

Ensimmäiseen ja toiseen opinnäytetyön tutkimuskysymykseen kuului selvittää uusien toimisto- ja logistiikkarakennusten keskimääräinen taso resurssitehokkuudessa sekä tilannetta, joka ylittää sen. Koska resurssitehokkuus ei ole ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaate, sen tyypillistä tilannetta arvioitiin selvittämällä kirjallisuuden avulla varsinaisten suunnitteluperiaatteiden vaikutusta resurssitehokkuuteen. Häkkisen ja Tarpion (2021) selvitystä käytettiin kirjallisuuskatsauksen pääasiallisena lähteenä. Lisäksi etsittiin muuta tutkimuskirjallisuutta. Resurssitehokkuutta lähestyttiin ympäristövaikutuksen kautta ja erityisesti ilmastovaikutuksen näkökulmasta, mutta osittain myös energiankulutuksen ja muiden luonnonvarojen näkökulmasta. Tämä johtui siitä, että sekä Häkkisen ja Tarpion (2021) sekä muun kirjallisuuden näkökulma oli pääasiallisesti näissä vaikutuksissa.

Muuntojoustolla ja purettavuudella saavutettavien positiivisten ympäristövaikutusten arviointiin ja mittaamiseen liittyy laskentateknisiä ongelmia, joita esiteltiin jo luvussa 2.4. Nykyiset laskentamenetelmät eivät täysin tue muuntojouston ja purettavuuden etujen esille tuomista. Myös Häkki-

nen ja Tarpio (2021, 55–56) kertovat, että esimerkiksi rakennusosien uudelleenkäyttö voidaan laskea elinkaarilaskennassa monella tavalla ja vastaukset riippuvat siitä, luetaanko uudelleenkäyttö hyväksi ensimmäiselle rakennuksen elinkaarelle, seuraavalle, vai kaikille. Lisäksi tulee ottaa huomioon, että tuleviin elinkaariin liittyy epävarmuuksia ja siksi Häkkinen ja Tarpio (2021, 56) eivät suosittele hyötyjen laskemista ensimmäiselle elinkaarelle. Epävarmuudet tulevaisuudesta tuottavat myös suuria mahdollisia virheitä laskelmiin, esimerkiksi jos arvioidaan tulevia energian kulutuksen päästöjä (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, 29).

Muuntojouston suunnitteluperiaatteista monikäyttöisyys osoittautui haastatteluiden perusteella olevan periaate, joka ei käytännön tasolla toteudu tyyppillisessä toimisto- tai logistiikkarakennuksessa. Näin ollen, sillä ei voida saavuttaa myöskään etuja resurssitehokkuudessa tai ympäristövaikutusten välttämässä tyyppillisen toimisto- tai logistiikkarakennuksen osalta. Jos monikäyttöisyys toteutuisi, voisi sillä saavuttaa ympäristövaikutusten pienentymistä silloin, jos monikäyttöisyydellä estetään rakentamista muualla ja rakennuksen todellinen käyttöaste nousee (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, 26). Jos monikäyttöisyyden voidaan suoraan havaita vähentävän rakennettuja neliöitä, sen positiivinen vaikutus on suoraan sama kuin rakentamatta jääneen rakennusneliön ilmasto- tai resurssivaikutus olisi ollut, vähennettynä sillä ympäristövaikutuksella, jonka monikäyttöisyys tuottaa tutkittavaan rakennukseen käytön aikana (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, 26–27; Häkkinen & Tarpio 2021, 52), esimerkiksi iltakäytön energiankulutuksena. Potentiaali resurssitehokkuuteen on suuri.

Häkkinen ja Tarpion (2021, 49) mukaan muunneltavuus tuottaisi ympäristöhyötyjä etenkin silloin, kun kyseessä on rakennustyyppi, jossa tehdään käyttöön liittyviä muutoksia tiheästi. Heidän mukaansa tällainen rakennustyyppi ovat toimistorakennukset (2021, 49) mutta haastatteluiden perusteella myös logistiikkarakennukset. Häkkinen ja Ala-Kotilan mukaan (2019, 25) Moffat ja Russel (2001) kirjoittavat, että muunneltavuuden vaikutus ympäristövaikutusten vähentymiseen tulee kolmen teeman kautta: muunneltavaa rakennusta ja siihen kuluvia materiaaleja käytetään tehokkaammin kuin tavanomaista rakennusta, rakennuksen käyttöikä voi kasvaa, ja rakennus voi olla paremmin muokattavissa myös esimerkiksi energiankäyttönsä osalta. Haastatteluaineiston mukaan tutkittavat rakennustyypit, toimistot ja logistiikkarakennukset, ovat tyyppillisesti hyvin muunneltavia oman laajan käyttötarkoituksensa sisällä, joten muunneltavuudella olisi saavutettavissa resurssitehokkuutta. Häkkinen ja Tarpio (2021, 50) kuitenkin huomauttavat, että varautuminen

muunneltavuuteen voi kasvattaa rakentamisen päästöjä jonkun verran. Muunneltavuuden ympäristövaikutusten arviointiin liittyy myös paljon epävarmuutta pitkän elinkaaren arvioinnin vuoksi. Esimerkiksi ilmastovaikutukset voivat tulevaisuudessa pienentyä tuotettavien rakennustuotteiden suhteen, jos niitä tuotetaan uusiutuvalla ja päästöttömällä energialla. (Häkkinen & Tarpio 2021, 51.) Kuitenkin, vaikka energiantuotanto olisi jatkossa päästötöntä, energiankulutus tulee jatkossakin aiheuttamaan ympäristövaikutuksia esimerkiksi energian tuotantoa varten tarvittavien kaivannaisten kautta ja itse energiaakin voi olla käytössä rajoitetusti. Lisäksi rakennusmateriaalien hankinnalla voi olla haitallisia vaikutuksia paikallisiin ekosysteemeihin. (Häkkinen & Tarpio 2021, 51.)

Laajennettavuus lisää resurssitehokkuutta Beckerin (2015, 57) mukaan koska olemassa olevan rakennuksen laajentaminen kuluttaa vähemmän materiaaleja kuin uuden rakennuksen rakentaminen, joka vastaa kooltaan olemassa olevaa rakennusta ja sen laajennusta. Häkkisen ja Tarpion (2021, 50) mukaan laajennettavuuteen varautuminen voi kasvattaa resurssien käyttöä. Koska laajentumiseen varaudutaan tutkittavissa rakennustyypeissä haastattelujen mukaan vain horisontaalisesti, sen aiheuttaman resurssien käytön kasvun voi katsoa olevan tyypillisessä uudessa toimistotai logistiikkarakennuksessa pientä.

Purkamisen osalta kirjallisuus keskittyy pääasiassa kokonaispurkuun eikä ISO 20887 (2020, 11 & 13) -standardin painottamaan eri osien ja komponenttien purkuun toisia osia tai purettavia osia vahingoittamatta. Kuitenkin esimerkiksi Eckelmanin ym. (2018) tutkimuksessa selvitettiin purettavaksi suunniteltujen teräsbetonilattioiden ympäristövaikutuksia suhteessa tavanomaiseen lattiaan. Tuloksena saatiin, että purettavaksi suunniteltujen lattioiden ympäristövaikutukset ovat merkittävästi pienemmät, jos niitä käytetään vähintään kerran uudestaan (Enckelman 2018). Häkkisen ja Tarpion (2021, 55) mukaan purettavuuden mahdollinen ympäristövaikutusten väheneminen selviää vasta tulevaisuudessa, sillä vaikka rakennusosat olisivat purettavissa ehjinä, ei ole varmaa, tuleeko tuote uudelleenkäytetyksi. Haastatteluista saatu tulos tukee tätä havaintoa vahvasti. Haastatteluissa tuli ilmi, että uudelleenkäytettyjä tuotteita ei hankita uudisrakennuksiin laajasti ja esimerkiksi elektronisten laitteiden osalta tuotteiden välisten kommunikointitapojen nopea uudistuminen hankaloittaa uudelleenkäyttöä.

Kröhnert, Itten ja Stucki (2022, 12) toteavat, että pelkästään rakennuksen suunnittelulla ei saada ympäristövaikutuksia pienemmäksi, vaan myös tuotevalmistajien tulee tehdä kestävämpiä tuotteita, alan tulee kehittää kierrätyksen ja uudelleenkäytön malleja ja tuotteet tulisi tuottaa puhtaammin. Nämä teemat tulivat esille myös opinnäytetyön haastatteluissa. Kuten yllä muunneltavuuden osalta jo mainittiin, myös Häkkinen ja Tarpio (2021, 55) esittävät, että voi olla mahdollista, että tuotteet tehdään tulevaisuudessa puhtaammin, joka vähentäisi nykyrakennusten uusiokäytön houkuttelevuutta. Kuitenkin esimerkiksi Broniewiczin ja Decin (2022) tutkimuksen mukaan teräsosien uudelleenkäyttö sellaisenaan on ympäristövaikutuksiltaan merkittävästi edullisempaa kuin niiden sulattaminen ja uudelleenkäyttö materiaalina. Tulos johtuu suuresta energiankulutuksesta sulatusprosessissa (Broniewicz & Dec 2022). Ja Häkkinen ja Tarpio (2021, 55) huomauttavat, että energian kulutuksen määrällä lienee tulevaisuudessakin merkitystä.

Haastatteluissa puhuttiin purettavuuteen liittyen paljon myös huollettavuudesta, joka on rakennusosien purkua pienimuotoisempaa toimintaa. Huollettavuuden kerrottiin olevan tyypillisessä uudisrakentamisessa tärkeä tavoite ja sen todettiin olevan hyvin läheinen komponenttien ja järjestelmien helpon saavutettavuuden kanssa, joka ISO 20887 (2020) -standardin mukaan korostaa lyhytikäisten rakennusosien helppoa vaihdettavuutta. Huollettavuuden hyötyjen voisi arvioida realisoituvan sekä nopeammin ja varmemmin kuin kokonaisten rakennusosien purettavuuden hyötyjen. Toisaalta säästö uusissa materiaaleissa lienee myös merkittävästi pienempi.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella tultiin tulokseen, että resurssitehokkuuteen saataisiin parannuksia parhaiten, jos rakennuksessa noudatettaisiin toimia, jotka parantavat resurssitehokkuutta pienimmin epävarmuuksin. Näitä voisivat yllä esitetyn perusteella olla monikäyttöisyys, laajennusvaran jättäminen, eli tilojen rakentaminen vasta kuin niille on tarve, tai uudelleenkäytettyjen rakennusosien tai materiaalien valinta. Tarkasti katsottuna, uudelleenkäytetyt rakennusosat eivät kuulu ISO 20887 (2020) -standardin kiertotalouden liiketoimintamalleihin. Kuitenkin asia nostetaan tässä ratkaisuehdotukseksi juuri sen vuoksi, että uudelleenkäytettyjen rakennusosien valintaan liittyy ympäristövaikutusten osalta vähemmän epävarmuutta kuin myöhemmässä vaiheessa uudelleenkäytettäviksi tarkoitettujen tuotteiden valintaan. Resurssitehokkuuden tiivistelmä on taulukossa 15.

Taulukko 15. Tiivistelmä resurssitehokkuuden toteutumisesta tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa

Resurssitehokkuus
<p>Tyypillisen uuden toimisto- ja logistiikkarakennuksen resurssitehokkuus ei ole korkealla tasolla. Muuntojouston suunnitteluperiaatteista monikäyttöisyydellä olisi suuri mahdollisuus tuottaa resurssitehokkuutta, mutta sitä ei käytännössä toteuteta. Myöskään laajennettavuutta ei haastattelututkimuksen tulosten perusteella sovelleta laajasti. Muunneltavuuden nähtiin tuottavan resurssitehokkuutta juuri tutkittujen, tiheästi muunneltavien, rakennustyyppien osalta, mutta arvioita sen merkittävyydestä ei ole.</p> <p>Tyypillisessä toimisto- tai logistiikkarakennuksessa toteutettavien purettavuuden suunnitteluperiaatteiden aikaansaama resurssitehokkuus on epävarmalla tasolla, sillä haastatteluiden perusteella arvioidaan, että purettujen rakennusosien uudelleenkäyttö on tulevaisuudessa hyvin epävarmaa ja huollettavuuden voidaan arvioida tuottavan pienempiä hyötyjä resurssitehokkuuden näkökulmasta.</p> <p>Keskimääräistä parempi resurssitehokkuus toteutuisi selkeimmin, jos rakennuksessa noudatettaisiin toimia, jotka parantavat resurssitehokkuutta pienimmin epävarmuuksin, kuten monikäyttöisyys, laajennusvaran jättäminen (tilojen rakentaminen vain tarpeeseen) tai uudelleenkäytettyjen rakennusosien tai materiaalien valinta.</p>

4.5 Tulosten yhteenveto

Tulosten yhteenvedossa esitetään tulokset molempien rakennustyyppien osalta yhdessä, sillä tutkimuksen tuloksena selvisi, että resurssitehokkuuden, mukautumiskelpoisuuden, joustavuuden, ja purettavuuden osalta tutkittujen rakennustyyppien keskimääräiset tasot ovat hyvin lähellä toisiinsa. Edellä olevissa luvuissa tulokset on esitetty ISO 20887 (2020) -standardin yleisten periaatteiden, suunnitteluperiaatteiden sekä resurssitehokkuuden osalta. Varsinaisiin tutkimuskysymyksiin vastaamisessa tuli ensin tehdä tulkinta siitä, mitkä ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteet vastaavat mihinkin tutkittavan EU-taksonomian kriteerin käsitteisiin: resurssitehokkuus, mukautumiskelpoisuus, joustavuus ja purettavuus.

Eri kirjoittajat määrittelevät mukautumiskelpoisuuden, joustavuuden ja purettavuuden ja niille läheiset käsitteet osittain eri tavalla, kuten edellä luvussa 2.5. ja 2.6. esitettiin. Esimerkiksi mukautumiskelpoisuudelle läheisiä käsitteitä ovat mukautumiskyky (Ossio ym. 2023, 22–23) ja muuntojousto (ISO 20887: 2020, 11), jotka tarkoittavat muuttuviin tarpeisiin ja käyttötarkoituksiin muokattavuutta. Tarpio (2021, 62–63) taas käyttää muuttuviin käyttötarkoituksiin mukautuvuu-

delle käsitettä joustavuus, jonka hän Hakasteen ym. (2024, 15–16 & 18) tapaan jakaa monikäyttöisyyteen ja muunneltavuuteen siten, että muunneltavuuden alle kuuluu laajennettavuus. Lisäksi Tarpio (2021, 63) lukee purettavuuden suunnittelun osaksi joustavuuden käsitettä. Hakasteen ym. (2024, 15–16) mukaan taas purettavuus sisältyy useampiin mainittuihin periaatteisiin. Yllä mainitut huomioiden tutkimuskysymyksiin vastaamisessa tulkittiin, että mukautumiskelpoisuus käsittää ISO 20887 (2020) -standardin muuntojouston suunnitteluperiaatteet ja purettavuus purettavuuden suunnitteluperiaatteet. Joustavuuden katsottiin kattavan kaikki standardin suunnitteluperiaatteet. Tulosten yhteenveto tehdään yllä esitetyn vuoksi ensimmäisen ja toisen tutkimuskysymyksen osalta järjestyksessä: mukautumiskelpoisuus, purettavuus, joustavuus ja resurssitehokkuus. Resurssitehokkuus käsitellään viimeisenä, kuten luvussa 4.4. esitettiin, sillä se toteutuu ISO 20887 (2020, vi) -standardin mukaisesti standardin suunnitteluperiaatteiden kautta.

Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä kysytty keskimääräinen taso kuvataan tässä opinnäytetyössä siten, että ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteita joko toteutetaan täysin, toteutetaan suurelta osin, toteutetaan osittain, tai ei juuri toteuteta. Tuloksena oli, että mitään suunnitteluperiaatetta ei toteuteta täysin, suurta osaa toteutetaan suurelta osin, yhtä toteutetaan osittain ja muutamaa ei juuri toteuteta. Osassa tilanne on myös tulkinnanvarainen. Taulukossa 16 esitetään lyhyt yhteenveto suunnitteluperiaatteiden toteutumisesta.

Taulukko 16. Yhteenveto ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteiden toteutumisesta

ISO 20887 (2020) -standardin muuntojoustavuuden ja purettavuuden suunnitteluperiaatteiden toteutuminen tyypillisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa	
Muuntojousto	
1. Monikäyttöisyys	Ei juuri toteuteta.
2. Muunneltavuus	Toteutetaan suurelta osin.
3. Laajennettavuus	Ei juuri toteuteta/Toteutetaan suurelta osin, jos rakennusoi-keutta on jäljellä

Purettavuus	
1. Komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus	Toteutetaan suurelta osin.
2. Riippumattomuus	Toteutetaan osittain.
3. Tarpeettomien pintakäsittelyiden ja pinnoitteiden välttäminen	Toteutetaan suurelta osin.
4. Kiertotalouden liiketoimintamallien toteutuminen - Valitaan tuotteita, jotka ovat uudelleenkäytettäviä sellaisenaan - Valitaan tuotteita, jotka ovat kunnostettavia - Valitaan tuotteita, jotka ovat teollisesti muokattavia - Valitaan tuotteita, jotka ovat valmistettu uusiomateriaaleista - Valitaan tuotteita, jotka ovat kierrätettävissä materiaalina	Ei juuri toteuteta
5. Yksinkertaisuus	Toteutetaan suurelta osin.
6. Standardinmukaisuus	Toteutetaan suurelta osin.
7. Purkamisen turvallisuus (ja ISO 20887 (2020) -standardin luvun 6 dokumentaatiovaatimukset)	Toteutetaan suurelta osin.

Mukautumiskelpoisuuden, eli monikäyttöisyyden, muunneltavuuden ja laajennettavuuden keskimääräinen taso, eli ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteen toteuttaminen esitellään taulukoissa 5., 6. ja 7. ja luvuissa 4.2.1–4.2.3. sekä tiivistetään taulukossa 16. Ainoastaan muunneltavuutta toteutetaan suurelta osin keskimääräisessä uudessa toimisto- tai logistiikkarakennuksessa ISO 20887 (2020) -standardin vaatimusten mukaisesti, sillä laajennettavuus on haastattelijien perusteella tilanteesta riippuvainen ja monikäyttöisyys osassa rakennusta mahdollista, mutta toteutusta ei tehdä. Muunneltavuuden toteuttaminenkin rajautuu läheisiin käyttötarkoituksiin, kuten luvussa 4.2.2. selostettiin, eli sen toteuttaminen on osittain tulkinnanvaraista.

Toinen tutkimuskysymys, mitkä ratkaisut tekisivät uudisrakennuksesta keskimääräistä paremman mukautumiskelpoisuudessa, osoittautui kysymykseksi, johon ei kaikilta osin saatu vastauksia. Kysymyksen tarkoitus oli selvittää esimerkkejä ratkaisuista, jotka ylittävät keskimääräisen tason, kuten tutkittavana olevan EU-taksonomian kriteerin tulkinta vaatii (Draft Commission Notice 2022, 54). Mukautumiskelpoisuuden osalta monikäyttöisyydessä keskimääräistä parempi ratkaisu olisi suun-

nitella rakennus alusta lähtien monikäyttöiseksi ja siten valmistautua myös asiaan liittyviin sopimuksiin paremmin. Muunneltavuudessa keskimääräistä paremmat ratkaisut olisivat haastattelujen perusteella muutoksiin nykytilannetta paremmin varautuminen esimerkiksi teknisissä tiloissa ja käyttäjämuutosten osalta. Laajennettavuuden osalta vastauksia ei saatu.

Purettavuuden keskimääräinen taso ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteilla mitattuna on tämän opinnäytetyön havaintojen mukaan mukautumiskelpoisuutta korkeammalla, sillä haastattelujen ja niistä tehdyn analyysin perusteella voidaan katsoa, että komponenttien ja järjestelmien helppoa saavutettavuutta, tarpeettomien pintakäsittelyjen ja pinnoitteiden välttämistä, yksinkertaisuutta, standardinmukaisuutta ja purkamisen turvallisuutta toteutetaan suurelta osin uusissa toimisto- ja logistiikkarakennuksissa. Riippumattomuutta toteutetaan vain osittain, sillä talotekniikan uppoasennusten katsottiin olevan pitkälti standardin vastaisia. Ei toteutuvaksi havaittiin kiertotalouden liiketoimintamallien tukeminen, sillä eri liiketoimintamallien toteutus oli hyvin vähäistä. Kunnostettavuus oli tosin liiketoimintamalli, josta lisätietoa olisi tarvittu. Toteutuvaksi katsottujenkin suunnitteluperiaatteiden toteutumisessa on tulkinnanvaraisuutta. Esimerkiksi yksinkertaisuuden osalta haastateltavat olivat vahvasti sillä kannalla, että nykyinen rakentaminen on yksinkertaista. Myös toisenlaiseen päätelmään voisi päätyä katsomalla materiaalien määriä eri tuotteissa. Koska ISO 20887 (2020) -standardi ei kuitenkaan antanut selkeää vaatimusta esimerkiksi massiivirakenteista, todettiin, että yksinkertaisuus toteutuu suurelta osin. Purettavuuden suunnitteluperiaatteiden toteutuminen esitetään tarkemmin luvuissa 4.3.1–4.3.6 ja taulukoissa 8.–14. ja 16.

Toiseen tutkimuskysymykseen, eli mitkä ovat keskimääräistä parempia ratkaisuja, purettavuuden osalta saatiin vastauksia useimpien suunnitteluperiaatteiden osalta. Komponenttien ja järjestelmien helpon saavutettavuuden ja riippumattomuuden osalta esitettiin ratkaisuja, jotka parantavat huollettavuutta ja siten myös purettavuutta, kuten tavallista suurempi tila talotekniikan asennuspaikoilla ja uppoasennusten välttäminen. Seuraavien suunnitteluperiaatteiden osalta esille tulleet ratkaisut koskivat materiaalivalintoja. Tarpeettomien pinnoitteiden välttämisen osalta tulkittiin, että luontaisten pintojen käyttäminen pinnoitteina olisi keskimääräistä parempaa toteutusta. Sekä kiertotalouden liiketoimintamallien että yksinkertaisuuden suunnitteluperiaatteiden keskimää-

räistä parempana toteutuksena tulkittiin oleva komposiittimateriaalien välttäminen. Standardin mukaisuuden osalta vastauksia ei saatu ja purkamisen turvallisuuden osalta keskimääräistä parempana ratkaisuna esitettiin muun muassa purkamissuunnitelmat detaljipiirustuksissa.

Koska joustavuuden katsottiin käsittävän kaikki suunnitteluperiaatteet, keskimääräinen taso joustavuudessa tämän opinnäytetyön havaintojen mukaan on sillä tasolla, että seitsemän (tai kuusi) ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatetta kymmenestä toteutuu suurelta osin. Tiivistys toteutumisesta esitetään taulukossa 16. Määrällinen ilmaisu sopii asian kuvaamiseen kuitenkin huonosti, sillä suunnitteluperiaatteet eivät ole toistensa kanssa saman tasoisia vaatimuksia. Muuntojouston suunnitteluperiaatteet ovat laajempia kuin useimmat purettavuuden periaatteet. Purettavuuden suunnitteluperiaatteet ovat myös osittain muuntojouston suunnitteluperiaatteisiin sisältyviä, kuten Hakaste ym. (2024, 15–17) myös totesivat. Keskimääräistä parempi toteutus joustavuudessa esitettiin jo yllä mukautumiskelpoisuuden ja purettavuuden avulla.

Resurssitehokkuudelle ei tämän tutkimuksen puitteissa saatu määriteltyä selkeää keskimääräistä tasoa, koska sille ei myöskään ollut samanlaista vertailutasoa kuin ISO 20887 (2020) standardin muuntojouston ja purettavuuden periaatteilla. Edellisessä luvussa havaittiin, että vaikka rakennus suunniteltaisiin monikäyttöiseksi, muunneltavaksi, laajennettavaksi tai purettavaksi, on vielä hyvin epävarmaa, että ympäristövaikutusten pieneneminen tai resurssitehokkuuden kasvaminen toteutuu. Tutkittavien rakennustyyppien osalta monikäyttöisyydestä tai laajennettavuudesta ei ollut havaittavissa hyötyjä resurssitehokkuudelle, koska niitä ei laajasti toteuteta, ja muunneltavuuden osalta hyötyjä voi olla, mutta toisaalta usein toistuvat muutokset kuitenkin aina kuluttavat luonnonvaroja. Purettavuuden periaatteiden osalta havaittiin, että suunnitteluperiaatteita toteutetaan vahvasti huollettavuuden näkökulmasta, jossa tavoitteena on häiriöttömyys käyttäjän näkökulmasta, mutta materiaalin kulutuksen väheneminen ei välttämättä toteudu, sillä esimerkiksi tekninen vanhentuminen johtaa siihen, että saatetaan joutua korvaamaan ennakoitua useampia laitteita, jotta ne toimisivat keskenään. Lisäksi palamaton tyyppiset kunnostettavuusratkaisut tai uusiotuotteiden hankinta ovat harvinaisia. Toisaalta kunnostettavuus oli teema, josta tilanne jäi epäselväksi, sillä vaikka haastateltavat puhuivat huollettavuudesta komponenttien ja järjestelmien saavutettavuuden osalta paljon, sille läheistä keinoa, kunnostettavuutta, ei tunnistettu kiertotalouden liiketoimintamallien kohdalla. Näin ollen voidaan todeta, että resurssitehokkuus ei epävar-

muuksien vuoksi todennäköisesti ole kehittynyt pitkälle. Tästä voidaan johtaa, että resurssitehokkuuden parantamista keskimääräistä paremmaksi olisi kannattavinta tehdä niistä kohdin, missä epävarmuudet ovat pienimpiä. Näitä voisivat mahdollisesti olla monikäyttöisyyden toteuttaminen ja kierrätettyjen rakennusosien tai materiaalien käyttö. Resurssitehokkuutta käsiteltiin taulukossa 15. ja luvussa 4.4.

Kolmanteen ja neljänteen tutkimuskysymykseen vastattiin pitkälti jo luvussa 4.3.6 Purkamisen turvallisuus. Toteutettava suunnitteludokumentaatio uusissa toimisto- ja logistiikkarakennuksissa toteuttaa hyvin pitkälle ISO 20887 (2020) -standardin vaatimukset. Suunnitteludokumentaatiota tulisi kuitenkin laajentaa jatkossa lisäämällä ehjänä purkamista helpottavia piirteitä.

Rakennussuunnittelijan mukaan detaljisuunnitelmien osalta tämä vaatisi vain pieniä muutoksia.

Suunnitteluperiaatteiden, resurssitehokkuuden ja dokumentaation toteutukseen liittyy lisäksi vielä muutamia muita näkökulmia, joita käsiteltiin luvussa 2.6. ISO 20887 (2020, 1 & 7.) -standardin mukaan ne periaatteet, joita hankkeessa päätetään soveltaa, tulisi soveltaa standardin vaatimusten mukaisesti. Kuitenkin useiden suunnitteluperiaatteiden osalta niiden tarkka vaatimus tai määritelmä oli tulkinnanvarainen. Tulkinnanvaraisia tilanteita on tuotu esille suunnitteluperiaatteiden läpikäynnissä. Osaan niistä saatiin päättämällä ratkaisu, mutta osa jäi avoimeksi.

ISO 20887 (2020) -standardin vaatimus sen soveltamisen laajuudesta on myös standardia lukiessa tulkinnanvarainen. ISO 20887 (2020, 10) -standardin mukaan tarkastelu tulisi tehdä viidellä eri analyysitasolla: (1) koko järjestelmä, 2) talo-osat ja elementit, 3) kokoonpanot, 4) alakomponentit ja 5) materiaalit. Analyysitasot olivat esillä haastatteluissa, mutta haastatteluissa suunnitteluratkaisujen asettamista tasoille ei ehditty tehdä. Tämänkaltainen suunnitteluratkaisujen erittely voisi toimia paremmin esimerkiksi case-tutkimuksessa, jossa olisi mahdollisuus käydä läpi suunnittelumateriaalia tarkalla tasolla. Luvussa 2.6 katsottiin, että ISO 20887 (2020) -standardin mukaan suunnitteluperiaate voi täytyä, vaikka se ei näkyisi kaikilla analyysitasoilla ja tutkimuksen jälkeen tämä päätelmä tuntui haastattelujen perusteella oikealta. Tuloksena päädyttiin siihen, että voidaan puhua suunnitteluperiaatteen toteuttamisesta, vaikka sitä ei toteutettaisi täysin, kuten taulukossa 16 ilmaistaan. On kuitenkin ymmärrettävää, että muuntojoustopuhtautuksen tai puhtautuksen suunnitteluperiaatteita olisi hyvä toteuttaa läpi hankkeen, jotta ne aidosti toimisivat. Esimerkiksi kun haastatteluissa käsiteltiin monikäyttöisyyttä, tuli ilmi, että se on teknisessä mielessä hyvin lähellä

toteutumista tai toteutuu suurelta osin, mutta sitä ei toteuteta sopimusteknisten ja hallinnollisten syiden vuoksi. Jäljellä olevat tekniset puutteet korjattaisiin, jos monikäyttöisyys olisi suunnittelussa tavoitteena. Näin ollen voidaan ajatella, että jos asetetaan tavoite järjestelmätasolla koskien koko hanketta, voidaan sen toteutuminen saada etenemään paremmin talo-osiin, kokoonpanoihin ja niin edelleen.

Toinen näkökulma soveltamisen laajuudesta on se kuinka suuri osuus rakennuksen tiloista tulisi olla jonkun suunnitteluperiaatteen mukaisia. Luvussa 2.6 tehtyjen päätelmien mukaan tälle ei ole raja-arvoa. Kuitenkin esimerkiksi logistiikkarakennusten monikäyttöisyyttä pohdittaessa tuli esille, että monikäyttöisyys voisi olla lähinnä mahdollista toimistoa tukevien tilojen osalta, jotka ovat hyvin pieni osa koko rakennusta. Ainakaan ISO 20887 (2020) -standardin mukaan ei kuitenkaan voida sanoa, että tämä ei olisi riittävä alkutilanne monikäyttöisyydelle, sillä mittaamisen tarkoitus on edistymisen seuranta (ISO 20887:2020, liite C).

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää nykyistä tasoa uusien toimisto- ja logistiikkarakennusten resurssitehokkuudessa, mukautumiskelpoisuudessa, joustavuudessa ja purettavuudessa, jotta voitaisiin osoittaa jonkin rakennuksen olevan niitä keskimääräistä parempi. Määrällistä vertailua suunnitteluperiaatteiden toteuttamisessa ei nähdä hyvänä keinona osoittaa sitä, sillä suunnitteluperiaatteet eivät ole yhteismitallisia. Opinnäytetyön tulosten perusteella parempi keino olisi osoittaa joidenkin suunnitteluperiaatteiden toteutuminen keskimääräistä paremmin. Koska resurssitehokkuuden nähdään myös olevan tärkeässä roolissa, olisi samalla hyvä arvioida tehtyjen toimenpiteiden vaikutusta resurssitehokkuuteen.

5 Pohdinta

5.1 Luotettavuus

Tuomi ja Sarajärvi (2018, 161–163) esittävät tutkimuksen luotettavuuden arviointiin liittyviä käsitteitä Lincolnin ja Cuban (1985) teoksen kautta. Lincolnin ja Cuban (1985) teoksessa käsiteltiin Tuomen ja Sarajärven (2018, 161–162) mukaan tutkimuksen luotettavuutta esimerkiksi käsitteiden uskottavuus (credibility), siirrettävyys (transferability), luotettavuus (dependability) sekä vakiintuneisuus (confirmability) kautta.

Uskottavuuden Tuomi ja Sarajärvi (2018, 164) sanovat Parkkilan ym. (2000) mukaan tarkoittavan sitä, että tutkimuksen tekijä kuvailee kerätyn aineiston osalta totuudenmukaisuutta riittävästi. Tuomi ja Sarajärvi (2018, 164) nostavat myös esille aineiston hankinnan kuvauksen. Tässä opinnäytetyössä aineiston keruu ja kuvaus on tehty tarkasti ja kuvattu totuudenmukaisesti sekä haastatteluiden että kirjallisuuden osalta. Lisäksi nähtiin, että haastatteluiden teemojen esittely ja vertailu yhdessä kirjallisuuden tulosten kanssa lisää opinnäytetyön tulosten uskottavuutta, sillä ne varmentavat toisiaan. Kaikkien ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteiden osalta ei kuitenkaan löytynyt varmennusta kirjallisuudesta. Lisäksi resurssitehokkuutta tutkittiin pääasiallisesti pelkästään kirjallisuuden avulla. Haastatteluissa tietoa kerättiin haastateltavien koko kokemuksen kautta yksittäisten hankkeiden sijaan, ja tämän nähtiin lisäävän tulosten uskottavuutta. Haastatteluissa myös huomattiin, että haastateltavat puhuivat paljon myös oman suunnittelualan ulkopuolella olevista ratkaisuista, joista saatiin näin varmempaa tietoa, vaikka jokaiselta suunnittelu-alalta oli mukana vain yksi haastateltava. Toisaalta joissain tilanteissa samasta syystä kävi niin, että haastateltavat eivät kertoneet ratkaisuista vaan kuvailivat yleistä tilannetta koko suunnittelun näkökulmasta, joka oli heikkous.

Tulosten siirrettävyys Tynjälän (1991) mukaan (Tuomi & Sarajärvi 2018, 162) tarkoittaa, että tulokset ovat siirrettävissä toiseen yhteyteen riippuen siitä, ovatko tutkittu yhteys ja toinen yhteys samankaltaisia. Tämän tutkimuksen osalta siirrettävyyttä arvioitiin jo luvussa 1.2 Työn tarkoitus. Rajattu tarkastelu kahteen rakennustyyppiin rajaa tutkimuksen siirrettävyyttä. Tutkimus on myös rajattu suomalaiseen ympäristöön. Yllä mainitut tutkimuksen piirteet, se että haastateltavat vastasivat useiden hankkeiden työkokemuksen perusteella ja että tukena käytettiin myös kirjallisuutta, lisäävät kuitenkin tulosten siirrettävyyttä tutkittujen rakennustyyppien osalta Suomen oloissa.

Luotettavuuden (dependability) sekä vakiintuneisuuden (confirmability) (Niiranen 1990, 45) käsitteiden mukaisesti ulkopuolisen henkilön tulisi voida arvioida tutkimuksen prosessia ja tuotoksia sekä aineistosta tehtyjä havaintoja ja tulkintoja. Tätä on pyritty toteuttamaan niin, että haastattelujen ja kirjallisuuden perusteella havaitut keskimääräisessä rakennuksessa toteutettavat ratkaisut kuvataan perusteellisesti, jotta lukijan on mahdollista tehdä tulkinta siitä, onko tulokset ja analyysi tehty oikein. Luotettavuuteen liittyvät myös tekijät, jotka johtuvat tutkijasta, kuten väsyminen (Niiranen 1990, 45) sekä se, että tutkimusta oli tekemässä vain yksi henkilö. Väsymisen haasteeseen pyrittiin vastaamaan käymällä aineistoa läpi useina eri ajankohtina ja tarkistamaan aikaisemmin

tehtyjä analyyssejä. Yhden tutkijan haasteeseen pyrittiin vastaamaan tekemällä aineiston keruu, kuvaamalla haastatteluissa saadut tulokset ja analysoimalla haastatteluista ja kirjallisuudesta saatu tieto huolellisesti ja tarkasti.

Tutkimuksen luotettavuutta heikensi jonkun verran haastatteluihin varattu rajallinen aika. Haastattelut olivat mukana työajallaan ja heillä ei ollut aikaa pitkiin haastatteluihin. Haastattelurunko oli kuitenkin pitkä, sillä ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteiden määrä on suuri. Näin ollen jälkikäteen tulosten analyysikohdassa huomattiin, että haastattelutilanteissa ei ollut ehditty pysähtyä joidenkin teemojen ympärille, jotka siten jäivät vajaalle käsittelylle. Tällainen teema oli esimerkiksi kiertotalouden liiketoimintamallien kunnostettavuus.

5.2 Tulosten tarkastelu ja tulkinta

Opinnäytetyön tuloksena saatiin laadullinen määrittely keskimääräiselle uudelle toimisto- tai logistiikkarakennukselle resurssitehokkuudessa, mukautumiskyvyssä, joustavuudessa ja purettavuudessa sekä esimerkkiratkaisuja, jotka ylittävät tämän tason. Teorialuvussa 2.3 havaittiin, että rakennusala ja kiertotaloutta koskeva tutkimus on vasta lähivuosina alkanut keskittymään enemmän kiertotalouden mukaiseksi suunnitteluun ja rakennusten joustavuuteen (Munaro ym. 2020, 5 & 10; Ossio ym. 2023, 17), ja alan painopiste kiertotaloudessa on yhä rakennus- ja purkujätteessä sekä tuotteiden uusiomateriaaleissa (Munaro ym. 2020, 12; Ossio ym. 2023, 3). Opinnäytetyön tulosten perusteella kuitenkin mukautumiskelpoisuutta, joustavuutta ja purettavuutta tukevia suunnitteluperiaatteita sovelletaan alalla suhteellisen yleisesti. Tulosten mukaan taustalla toteuttamisessa ei kuitenkaan vaikuta olleen kiertotalouden edistäminen, vaan tilaajan ja tulevan käyttäjän tavoitteet sekä taloudelliset näkökulmat.

ISO 20887 (2020, vi & 1) -standardin mukaisesti muuntojouston ja purettavuuden suunnitteluperiaatteilla tulisi saavuttaa resurssitehokkuutta ja kestävää kehitystä. Resurssitehokkuuden osalta tutkittu keskimääräinen taso uusissa toimisto- ja logistiikkarakennuksissa jäi mukautumiskelpoisuutta, joustavuutta ja purettavuutta heikommin määritellyksi. Resurssitehokkuudelle ei ollut tutkimusta tehdessä samanlaista selkeää määritelmää kuin ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteille, ja niistä johdetuille tuloksille mukautumiskelpoisuudessa, joustavuudessa ja purettavuudessa, joten tutkimuksessa määritettyä tasoa ei voitu verrata sellaiseen. Lisäksi tutki-

muksen tulosten mukaan resurssitehokkuuden toteutuminen jäi keskimääräisen uudisrakennuksen osalta epävarmaksi, sillä muuntojouston ja purettavuuden suunnitteluperiaatteiden vaikutus resurssitehokkuuteen on usein epävarma, kuten luvussa 4.4. kerrottiin. Konkreettisen rakennushankkeen kyseessä ollessa resurssitehokkuutta voidaan arvioida esimerkiksi ISO 20887 (2020) -standardin suositusten mukaisesti elinkaarilaskelmalla.

Tutkimuskysymyksissä pohdittiin myös nykyisistä uudisrakennuksista tehdyn dokumentaation riittävyttä EU-taksonomian kriteerien täyttämiseksi. Tulosten mukaan uudisrakennushankkeissa tehtävä dokumentaatio vastaa hyvin pitkälle ISO 20887 (2020) -standardin vaatimuksia. Muuntojouston ja purettavuuteen liittyvistä ratkaisuista ei kuitenkaan tehdä erillisiä manuaaleja, jota ISO 20887 (2020) -standardi vaatisi, vaan ominaisuudet näkyvät dokumenteista, kun katsoja osaa niitä etsiä. Aikaisemmassa tutkimuksessa kuitenkin todettiin, että ympäristöluokiteltujen hankkeiden osalta EU-taksonomian mukaisuus on muita rakennuksia helpompi todentaa, koska niissä on tehty erillisselvityksiä, joita voi käyttää aineistona (EU Taxonomy Study - Evaluating the market-readiness of the EU taxonomy criteria for buildings 2021). Näin ollen todennäköisesti nykyisiä suunnitelmia täydentämään tarvittaisiin myös erillisiä raportteja, jotta EU-taksonomian mukaisuus voitaisiin selkeämmin todentaa. Vaihtoehtona olisi myös syventää nykyisiä asiakirjoja, kuten huoltokirjaa. Häkkisen mukaan (2021, 83) kiertotaloutta koskeva tieto tulisi sisällyttää olemassa oleviin dokumentteihin, sillä olisi tehokkainta toteuttaa tiedonhallinta kehittämällä nykyisiä asiakirjoja sen sijaan että laadittaisiin uusia, jotka sisältävät päällekkäistä tietoa.

EU-taksonomia on instrumentti, joka on kehitetty sen vuoksi, että rahoitus kanavoituisi rakennuksiin, joissa tehdään vihreitä ratkaisuja (EU taxonomy for sustainable activities n.d.). Rakennusala on vahvasti kytköksissä rahoitusalaan (Kanters 2020, 13), kuten opinnäytetyön haastattelussa tuli esille. Haastateltavien mukaan rakennuksissa tehdään sitä, mitä rahoituksen myöntäjät tai rakennuksen tulevat ostajat vaativat tekemään. Opinnäytetyön haastateltavien mukaan rakennuksen arvolle ei vielä nähty olevan vaikutusta sillä, onko rakennuksessa muunneltavuuteen tai joustavuuteen liittyviä ominaisuuksia. Häkkisen ja Tarpion (2021, 32) haastateltavien mukaan taas rakennusta myydessä elinkaareen ja huollettavuuteen liittyvät piirteet tuovat jo etua myyjälle.

EU-taksonomia on suunniteltu kiristyväksi instrumentiksi ja myös opinnäytetyön tulosten valossa sen tulee kiristyä, jotta tavoitteet resurssitehokkuudelle saavutetaan. Joustavuusratkaisujen yleistyessä keskimääräisen rakennuksen tilanne resurssitehokkuudessa, mukautumiskyvyssä, joustavuudessa ja purettavuudessa tulee muuttumaan. Laadullisesta ja ratkaisuja kuvailevasta tutkimuksesta on toivottavasti hyötyä myös tulevaisuuden rakennuksia raportoidessa ja ainakin edistymisen seurannassa.

5.3 Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset

Tutkimuksen teon aikana huomattiin, mitä uutta ISO 20887 (2020) -standardin avulla voi tuoda keskusteluun ja mitkä yksittäiset teemat ovat erityisesti jatkotutkimuksen tarpeita. Ensimmäinen huomio liittyy rakennusten elinkaaren, käyttöiän ja tulevien käyttötarpeiden nykyistä parempaan määrittämiseen, johon ISO 20887 (2020) -standardi kannustaa ja mikä tuli esille myös Häkkisen ja Tarpion (2021, 33) raportissa. Opinnäytetyön haastatteluiden perusteella näitä teemoja ei mietitä erityisen paljon tyyppillisessä hankkeessa. Yksi esimerkki elinkaaren tarkemmasta määrittämisestä liittyy purettavuuteen ja siihen minkälainen purettavuuden huomiointi on millekin rakennukselle olennaista. Esimerkiksi ISO 20887 (2020, 13) -standardissa purettavuus määritellään rakennuksen osien ja järjestelmien purkamiseksi siten, että osia voidaan käyttää muualla. Tarpion mukaan (2021, 63) purettavuudella onkin aikaisemmin tarkoitettu juuri tällaista osien purkamista, vaikka nykyisessä keskustelussa nimenomaan täyspurku korostuu. Olisi hyödyllistä erottaa nämä asiat selkeämmin toisistaan myös käsitteillä. Tarpio (2021, 65) onkin käyttänyt termiä siirrettävyys puhuesaan täysin ehjänä purettavissa olevista rakennuksista. Elinkaaren vaiheiden nykytapaa tarkempi määrittäminen ISO 20887 (2020) -standardin mukaisesti auttaisi varmasti selvittämään purettavuuden tai siirrettävyyden tarpeita rakennuskohtaisesti.

Resurssitehokkuuden parantamisessa monikäyttöisyyden toteuttaminen olisi yksi keinoista, jotka sisältävät vähiten epävarmuuksia ympäristövaikutuksen suhteen. Haastatteluiden ja kirjallisuuskatsauksen tuloksena oli, että monikäyttöisyyden esteet ovat suurelta osin sopimusteknisiä ja hallinnollisia. Monikäyttöisyys ei todennäköisesti ole oleellinen logistiikkarakennuksille, mutta voisi olla sitä monille toimistorakennuksille. Sopimusten ja hallinnon kehittäminen vaikuttaa hyvältä mahdollisuudelta aloittaa kiertotalouden toteuttaminen, sillä ei tarvitse kehittää uusia teknisiä ratkaisuja, vaan ongelmat voisivat ratketa kehittämällä sopimusmalleja. Monikäyttöisyyden toteuttaminen pienessä mittakaavassa olisi hyvää harjoitusta kiertotalouden toteuttamisen vaatimalle

kulttuurin muutokselle rakennus- ja kiinteistöalalla. Haastatteluissa esitettiin tämän osalta laajempakin mallia, esimerkiksi sen muuttamista, että toiset rakennukset ovat tyhjänä öisin ja toiset päivisin. Näiden ratkaisuiden etsimisestä tulisi kaikkien ottaa vastuuta, sillä ISO 20887 (2020) -standardi on suunnattu kaikille rakennusalan toimijoille.

Toinen resurssitehokkuutta vähimmin epävarmuuksin toteuttavista keinoista oli tulosten mukaan uudelleenkäytettyjen rakennusosien tai materiaalien valinta uusiin rakennuksiin. ISO 202887 (2020) -standardissa kiertotalouden liiketoimintamallien muotoilu oli suunniteltu nimenomaan tukemaan markkinoiden kehittymistä ja siksi kannustettiin uusiotuotteiden sijaan valitsemaan tuotteita, joista myöhemmin voisi tulla uudelleenkäytettyjä tuotteita. Mutta, koska haastattelujen perusteella uudelleen käytettävien osien valitsemiselle oli paljon esteitä nykyisin, nähdään, että tätä markkinaa tulisi kehittää jo nyt siten, että kannustettaisiin hankkimaan käytettyjä osia uudisrakennuksiin. Näin markkinat olisivat valmiimpia, kun nykyisten uudisrakennusten osia myytäisiin remontointivaiheessa eteenpäin.

Uudelleenkäytettyjen osien yhteydessä huomattiin haastattelujen perusteella myös ristiriitaa ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteiden toteutuksessa. Koska uudelleenkäyttöä haastateltavien mukaan estää esimerkiksi vallalla oleva kulttuuri ja totuttu tapa, että uudisrakennuksessa kaiken tulisi olla yhtenäisen näköistä ja erinomaisessa kunnossa. ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteista esimerkiksi yksinkertaisuus ja osittain standardinmukaisuus toisaalta edistävät tuotteiden uudelleenkäyttöä juuri totuttua tapaa ja kulttuuria ymmärtäen, mutta toisaalta ne ovat osa samaa ilmiötä, joka vahvistaa kulttuurista makua sen suhteen, että uudelleenkäytetty, joka usein on uutta monimuotoisemman näköistä, ei ole toivottavaa uudessa rakennuksessa. Ristiriitojen vaikutusten selvittäminen jatkotutkimuksessa olisi hyödyllistä.

Kunnostettavuuden liiketoimintamallista huomattiin, että haastatteluista ei saatu riittävää tilannekuvaa keskimääräisen rakennuksen kunnostettavuudesta, sillä asiaa ei haastatteluissa tunnistettu liiketoimintamallina, vaikka huollettavuuden, jossa osien vaihtoa mahdollistetaan, sanottiin olevan hyvin yleistä. Jatkotutkimuksen aiheena olisi tarpeen pohtia, mitkä kaikki rakennustuotteet täyttäisivät kunnostettavuuden liiketoimintamallin. ISO 20887 (2020) -standardin termein tulisi selvittää, kuinka suuri osuus rakennuksen komponenteista on kunnostettavia, esimerkiksi pienin osien vaih-

doin ja kuinka suurelta osalta kunnostettavuus tarkoittaa sitä, että joudutaan vaihtamaan suurempia järjestelmiä? Samaan teemaan liittyen olisi tärkeää selvittää, kuinka suuri vaikutus huollettavuudella on resurssitehokkuuteen. Huollettavuuden teemassa suunnittelutavoitteena oli haasteltavien mukaan se, että rakennuksen käyttö häiriintyisi mahdollisimman vähän. Kirjaimellisesti tämän vuoksi tehtävät tekniset ratkaisut toteuttivat esimerkiksi komponenttien ja järjestelmien helppoa saavutettavuutta erinomaisesti. Mutta epäselväksi jäi, tuotetaanko näillä ratkaisuilla merkittävästi resurssitehokkuutta, sillä esimerkiksi tuli ilmi, että talotekniikan puolella on laitteita, joita ei voida kunnostaa vaan ne tulee vaihtaa kokonaan joko teknisen vanhentumisen tai yhteensopimattomuuden vuoksi tai sen vuoksi, että osia ei ole enää saatavilla.

Rakennusten rakentaminen on yksi merkittävimmistä luonnonvarojen kuluttajista globaalisti (Kuittinen, 2023), ja luonnonvarojen kulutuksen arvioidaan yhä kasvavan (Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences 2019) vaikka ilmastonmuutoksen hillinnän vuoksi rakennusalan päästöjä tulisi vähentää jopa 90 % vuoteen 2050 mennessä (Global warming of 1.5°C 2018). Kuittisen (2023, 565–567) mukaan arvon tuottamisen ja materiaalinkulutuksen irtautuminen kiertotalousratkaisuja hyödyntämällä on ollut suosittu ratkaisu, mutta ei ole merkkejä siitä, että se toimisi tarpeeksi nopeasti. Näin ollen, Kuittinen (2023) ehdottaa että tavoitteisiin pääsemiseksi olisi otettava käyttöön hierarkia, jolla ohjataan tilatarpeiden täyttymiseen ensisijaisesti käyttämällä olemassa olevaa rakennuskantaa ja välttämällä uudisrakentamista, erityisesti hyvinvoivilla alueilla, kuten suuressa osassa Eurooppaa. Ehdotus sopii huonosti yhteen sen ajatuksen kanssa, joka ISO 20887 (2020) -standardissa näkyy ja joka tuli esille myös haastattelussa: että suunnitellaan ratkaisuja, joista voidaan hyötyä myöhemmin tulevaisuudessa. ISO 20887 (2020, 1) -standardi on toisaalta uudisrakennusten lisäksi sovellettavissa myös remontointiin, pintaremonteista perusparannuksiin asti. Tarpion (2021, 71) mukaan olemassa olevissa rakennuksissa voidaan toteuttaa näitä periaatteita ja vaikka silloin tuotetaan enemmän haittaa purkua ympäröiville rakennuksen osille, voitaisiin kuitenkin säilyttää suurin osa rakennuksesta. Jatkotutkimuksissa tulisivatkin selvittää kuinka hyvin ISO 20887 (2020) -standardin suunnitteluperiaatteita ja sitä kautta resurssitehokkuutta voitaisiin edistää myös korjausrakentamisessa.

Lähteet

Aapio, T. 2022. EU-taksonomian vaikutus rakennesuunnitteluun. Opinnäytetyö, YAMK. Seinäjoen ammattikorkeakoulu, rakentaminen, Rakennustekniikka. Viitattu 6.10.2023.

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022090819994>

A European Green Deal. N.d. Julkaisu Euroopan komission Strategy and policy www-sivustolla. Viitattu 20.5.2023. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Adams, K., T., Osmani, M., Thorpe, T. & Thornback, J. 2017. Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management 2017 170, 1, 15-24. Viitattu 9.6.2023. <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/full/10.1680/jwarm.16.00011> Google Scholar.

Aguiar, A., Vonk, R. & Kamp, F. 2019. BIM and Circular Design. IOP conference series. Earth and environmental science, 225, 1, <https://janet.finna.fi/>, Kansainvälisten artikkeleiden haku.

Aihos, L. 2022. EU-taksonomian vaikutukset kestävään uudis- ja korjausrakentamiseen. Diplomi-työ. Tampereen yliopisto, Rakennetun ympäristön tiedekunta, Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Viitattu 11.10.2023. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202204284081>

Alastalo, M., Åkerman, M. & Vaittinen, T. 2017. Asiantuntijahaastattelu. Julkaisussa: Tutkimus-haastattelun käsikirja. Tampere: Vastapaino, 214–232.

Amory, J., 2019. A Guidance Tool For Circular Building Design. Delft University of Technology, Architecture and the Built Environment. Viitattu 16.10.2023. <https://www.google.com> Google-haku.

Antonini, E., Boeri, A., Lauria, M. & Giglio, F. 2020. Reversibility and Durability as Potential Indicators for Circular Building Technologies. Sustainability, MDPI, 12, 1–14. Viitattu 17.10.2023. <https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v12y2020i18p7659-d414532.html>

Asetus (EU) 2020/852. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus kestävästä sijoittamisesta helpottavasta kehyksestä ja asetuksen (EU) 2019/2088 muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti 22.6.2020. Viitattu 15.4.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32020R0852>

Asetus (EU) 2021/2139. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2020/852 täydentämisestä vahvistamalla tekniset arviointikriteerit, joilla määritetään, millä edellytyksillä taloudellista toimintaa pidetään ilmastonmuutoksen hillintää tai ilmastonmuutokseen sopeutumista merkittävästi edistävänä ja aiheuttaako kyseinen taloudellinen toiminta merkittävää haittaa millekään

muulle ympäristötavoitteelle. Euroopan unionin virallinen lehti 9.12.2021. Viitattu 15.4.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R2139>

Asetus (EU) 2023/2486. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2020/852 täydentämisestä vahvistamalla tekniset arviointikriteerit, joilla määritetään, millä edellytyksillä taloudellisen toiminnan katsotaan edistävän merkittävästi vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestäväää käyttöä ja suojelua, siirtymistä kiertotalouteen, ympäristön pilaantumisen ehkäisemistä ja vähentämistä tai biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelua ja ennallistamista ja aiheuttaako kyseinen taloudellinen toiminta merkittävää haittaa millekään muulle asiaankuuluvalla ympäristötavoitteelle, sekä komission delegoidun asetuksen (EU) 2021/2178 muuttamisesta kyseisiä taloudellisia toimintoja koskevien erityisten tietojen antamisen osalta. Euroopan unionin virallinen lehti 21.11.2023. Viitattu 10.8.2024. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202302486

Becker, H. H., 2015. Intelligent structural adaptability. Future architectural research, 57–64. Viitattu 9.8.2024. https://www.brikbase.org/sites/default/files/ARCC2015_12_becker.pdf

Broniewicz, E. & Dec, K. 2022. Environmental Impact of Demolishing a Steel Structure Design for Disassembly. Energies, 15, 19, 7358. Viitattu 9.8.2024. <https://janet.finna.fi/>, kansainvälisten artikkeleiden haku.

Bryman, A. 2012. Julkaisussa: How many qualitative interviews is enough? Expert voices and early career reflections on sampling and cases in qualitative research. Southampton: National Centre for Research Methods, 18–20. Viitattu 9.11.2023. https://eprints.ncrm.ac.uk/id/eprint/2273/4/how_many_interviews.pdf

Completing the picture: How the circular economy tackles climate change. 2021. Ellen MacArthur Foundation. Viitattu 14.6.2023. <https://emf.thirdlight.com/file/24/cDm30tVcDDexwg2cD1ZEc-ZiU51g/Completing%20the%20Picture%20-%20How%20the%20circular%20economy%20tackles%20climate%20change.pdf>

Corporate sustainability reporting. N.d. Julkaisu Euroopan komission Sustainable finance www-sivustolla. Viitattu 10.8.2024. https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en

Direktiivi (EU) 2022/2464. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2022/2464 asetuksen (EU) N:o 537/2014, direktiivin 2004/109/EY, direktiivin 2006/43/EY ja direktiivin 2013/34/EU muuttamisesta yritysten kestävyysraportoinnin osalta. Euroopan unionin virallinen lehti 16.12.2022. Viitattu 205.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32022L2464>

Doucet, A. 2012. Julkaisussa: How many qualitative interviews is enough? Expert voices and early career reflections on sampling and cases in qualitative research. Southampton: National Centre for

Research Methods, 25–26. Viitattu 9.11.2023.

https://eprints.ncrm.ac.uk/id/eprint/2273/4/how_many_interviews.pdf

Draft Commission Notice. 2022. Draft Commission Notice on the interpretation and implementation of certain legal provisions of the EU Taxonomy Climate Delegated Act establishing technical screening criteria for economic activities that contribute substantially to climate change mitigation or climate change adaptation and do no significant harm to other environmental objective. Julkaisu Euroopan komission www-sivustolla. 19.12.2022. Viitattu 15.4.2023. <https://ec.europa.eu/finance/docs/law/221219-draft-commission-notice-eu-taxonomy-climate.pdf>

Eckelman, M., J., Brown, C., Troup, L., N., Wang, L., Webster, M., D. & Hajjar, J., F. 2018. Life cycle energy and environmental benefits of novel design-for-deconstruction structural systems in steel buildings. *Building and Environment*, 143, 421-430. Viitattu 9.8.2024. <https://janet.finna.fi/>, kansainvälisten artikkeleiden haku.

Erkkilä, O. 2022. EU-taksonomian mukaisuus ympäristöluokitellussa uudisrakentamisessa. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Urban Studies and Planning in Real Estate Economics. Viitattu 4.10.2023. https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/119355/master_Erkkil%C3%A4_Olli_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Eskola, J. & Suoranta, J. 2008. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Jyväskylä. 8. painos. Gummerus Kirjapaino Oy.

Eskola, J. & Vastamäki, J. 2015. Teemahaastattelu: Opit ja opetukset. Julkaisussa: Ikkunoita tutkimusmenetelmiin 1. Jyväskylä: PS-kustannus, 27–44.

EU taxonomy for sustainable activities. N.d. Julkaisu Euroopan komission Sustainable finance www-sivustolla. Viitattu 14.4.2023. https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

EU Taxonomy Study - Evaluating the market-readiness of the EU taxonomy criteria for buildings. 2021. DGNB, DK-GBC, GBCe, ÖGNI & CPEA. Viitattu 11.10.2023 <https://c2e2.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/3/2021/03/green-building-council-denmark-evaluating-the-market-readiness-of-the-eu-taxonomy-criteria-for-buildings-30-march-2021.pdf>

FAQ: What is the EU Taxonomy and how will it work in practice? N.d. Julkaisu Euroopan komission Sustainable finance www-sivustolla. Viitattu 20.5.2023. https://finance.ec.europa.eu/system/files/2021-04/sustainable-finance-taxonomy-faq_en.pdf

Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences. 2019. Pariisi: OECD. Viitattu 29.8.2024. https://www.oecd.org/en/publications/global-material-resources-outlook-to-2060_9789264307452-en.html

Global Status Report: towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector. 2018. International Energy Agency and the United Nations Environment Programme. Viitattu 14.6.2023. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27140/Global_Status_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Global warming of 1.5°C. 2018. IPCC. Viitattu 29.8.2024. <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Hakala, J. T. 2015. Toimivan tutkimusmenetelmän löytäminen. Julkaisussa: Ikkunoita tutkimusmenetelmiin 1. Jyväskylä: PS-kustannus, 14–26.

Hakaste, H., Häkkinen, T., Lahdensivu, J. & Saarimaa, S. 2024. Elinkaariominaisuudet rakennuksen pitkäikäisyyden edistämiseksi. Säilyvyys, joustavuus ja uudelleenkäytettävyys kiertotalouden välineinä. Ympäristöministeriön julkaisuja 2024:3. Viitattu 5.7.2024. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165431>

Haupt, M. & Zschokke, M. 2017. How can LCA support the circular economy? — 63rd discussion forum on life cycle assessment, Zurich, Switzerland, November 30, 2016. The international journal of life cycle assessment, 22, 5, 832–837. Viitattu 3.6.2023. <https://janet.finna.fi/>, Kansainvälisten artikkeleiden haku.

Huttunen, E. 2021. Kiertotalous vie kohti kestävästä rakennettua ympäristöä. Julkaisussa: Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto, 8–18.

Hyvärinen, M. 2017. Haastattelun maailma. Julkaisussa: Tutkimushaastattelun käsikirja. Tampere: Vastapaino, 11–45.

Häkkinen, T. & Ala-Kotila, P. 2019. Monikäyttöisyys ja muunneltavuus kestävässä rakentamisessa. VTT Technology 363. Espoo: VTT. Viitattu 9.8.2024. <https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2019/T363.pdf>

Häkkinen, T. 2021. Tiedonhallinnan uudet tarpeet rakentamisen kiertotaloudessa. Julkaisussa: Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto, 73–84.

Häkkinen, T. & Tarpio, J. 2021. Elinkaariominaisuudet rakentamisen ohjauksessa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 46/2021. Viitattu 17.10.2023. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/337079>

Implementing and delegated acts - Taxonomy Regulation. N.d. Julkaisu Euroopan komission Regulation and Supervision www-sivustolla. Julkaisupäivä tuntematon. Viitattu 10.8.2024. https://finance.ec.europa.eu/regulation-and-supervision/financial-services-legislation/implementing-and-delegated-acts/taxonomy-regulation_en

ISO 20887:2020. Sustainability in buildings and civil engineering works – Design for disassembly and adaptability – Principles, requirements and guidance. Viitattu 14.4.2023. <https://janet.finna.fi/>, ISO Standards catalogue.

Jackson, A., Brady, C. & Montano Owen, C. 2023. The Circular Built Environment Playbook. World Green Building Council. Viitattu 3.6.2023. <https://viewer.ipaper.io/worldgbc/the-circular-built-environment-playbook/?page=1>

Kanters, J. 2020. Circular Building Design: An Analysis of Barriers and Drivers for a Circular Building Sector. Buildings (Basel), 10, 4, 77. Viitattu 14.4.2023. <https://janet.finna.fi/>, Kansainvälisten artikkeleiden haku.

Kaski, V-P. 2022. EU-taksonomian vaatimukset uudisrakentamisessa Suomessa: Skanska Talonrakennus Oy, case Atlas & Hyperion. Opinnäytetyö, AMK. Turun ammattikorkeakoulu, Rakennus- ja yhdyskuntateknikka. Viitattu 11.10.2023. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202204114884>

Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. 2021. Toim. E. Huttunen. Helsinki: Rakennustieto.

Klinge, A., Roswag-Klinge, E., Paganoni, S., Radeljic, L., & Lehmann, M. 2019. Design concept for prefabricated elements from CDW timber for a circular building. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 323, 1, 1–10. Viitattu 16.10.2023. <https://janet.finna.fi/>, kansainvälisten artikkeleiden haku.

Kröhnert, H., Itten, R. & Stucki, M. 2022. Comparing flexible and conventional monolithic building design: Life cycle environmental impact and potential for material circulation. Building and Environment, 222, 109409. Viitattu 9.8.2024. <https://janet.finna.fi/>, kansainvälisten artikkeleiden haku.

Kunnille lisää aikaa rakennetun ympäristön tiedonhallinnan uudistukseen. 2024. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 12.8.2024. <https://ryhti.syke.fi/kunnille-lisaaikaa-rakennetun-ympariston-tiedonhallinnan-uudistukseen/>

Kuittinen, M. 2023. Building within planetary boundaries: moving construction to stewardship. Buildings and Cities, 4,1, 565–574. Viitattu 29.8.2024. <https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.351>

Lassila, E. 2022. EU-taksonomian vaikutukset rakennushankkeen ohjauksessa. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Master's Programme in Advanced Energy Solutions. Viitattu 4.10.2023. <https://aalto-doc.aalto.fi/handle/123456789/116366>

Munaro, M.R., Tavares, S.F., Bragança, L., 2020. Towards circular and more sustainable buildings: a systematic literature review on the circular economy in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121134. Viitattu 9.6.2023. <https://janet.finna.fi/>, Elsevier ScienceDirect.

Mäkelä, I. 2023. Ryhmäpäällikkö, Ramboll Finland. Keskustelu työn tavoitteista 27.4.2023.

Niiranen, P. 1990. Amerikkalainen näkökulma kasvatukseen laadulliseen tutkimukseen. Joensuun yliopisto, kasvatustieteiden tiedekunnan opetusmonisteita, Nro 17.

Näin rakennamme kiertotaloutta – 7 tavoitetta kiertotalouden toteuttamiseksi KIRA-alalla. 2018. Green Building Council Finland. Viitattu 14.4.2023. https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2018/05/GBC_Kiertotalous-KIRA-alalla-7tavoitetta-210518.pdf

Ossio F., Salinas C. & Hernández H. 2023. Circular economy in the built environment: A systematic literature review and definition of the circular construction concept, *Journal of Cleaner Production*, 414, 137738. Viitattu 9.6.2023. <https://janet.finna.fi/>, Elsevier ScienceDirect.

Pomponi, F. & Moncaster, A. 2017. Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718. Viitattu 9.6.2023. <https://janet.finna.fi/>, Elsevier ScienceDirect.

Rakentamislaki 751/2023. Annettu 21.4.2023. Viitattu 5.7.2024. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2023/20230751>

Rasmussen, F., Birkved, M. & Birgisdóttir, H. 2019. Upcycling and Design for Disassembly - LCA of buildings employing circular design strategies. IOP conference series. Earth and environmental science, 225, 1, <https://janet.finna.fi/>, Kansainvälisten artikkeleiden haku.

Ruohoniemi, S. 2023. Kiertotalous uudisrakentamisessa: rakennusosien uudelleenkäyttö. Opinnäytetyö, YAMK. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Tekniikka, Kestävä rakentaminen ja muotoilu. Viitattu 6.10.2023. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202301131270>

Statement of the Architects' Council of Europe (ACE): Designing for a Circular Economy. 2019. World Circular Economy Forum, 4.–5. kesäkuuta, 2019, Helsinki. Viitattu 1.6.2023. https://www.ace-cae.eu/uploads/tx_jidocumentsview/ACE_EWCF_Statement_FINAL.pdf

Tarpio, J. 2021. Hierarkkiset joustavuustasot ja rakennusten kiertotalous. Julkaisussa: Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto, 61–72.

The business case for circular buildings. 2021. The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Viitattu 3.6.2023. <https://www.wbcsd.org/Programs/Cities-and-Mobility/Sustainable-Cities/Transforming-the-Built-Environment/Resources/The-business-case-for-circular-buildings-Exploring-the-economic-environmental-and-social-value>

The circularity gap report. 2023. Circle Economy. Amsterdam: Circle Economy. Viitattu 9.6.2023. Ladattavissa: <https://www.circularity-gap.world/2023#download>

Tiainen, L. 2023. The Environmental objective of Circular Economy – Constructing New Buildings. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Master's Programme in Creative Sustainability in Materials and Chemical Engineering. Viitattu 11.10.2023. https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/120919/master_Tiainen_Laura_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vierinen, A., Tiainen, M. & Tähtinen, L. 2022. Tulkintoja EU-taksonomian DNSH 2, 4 ja 6 kriteereihin 2022. Green Building Council Finland. Viitattu 11.10.2023. <https://figbc.fi/media/tulkintoja-eu-taksonomian-dnsh-2-4-ja-6-kriteereihin.pdf>

Zhu, Y., Lonka, H., Tähtinen, K., Anttonen, M., Isokääntä, P., Knuutila, A., Lahdensivu, J., Mahiout, S., Mäntylä, A-M., Raimovaara, M., Rantio, T., Santonen, T. & Teittinen, T. 2022. Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisyyden näkökulmasta. Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:15. Viitattu 11.10.2023. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-253-4>

Liitteet

Liite 1. Haastattelujen alustavat kysymykset

1. Lämmitteleviä kysymyksiä

- Mitä kiertotalous rakennuksissa sinulle ensisijaisesti tarkoittaa?
- Oletko tutustunut EU-taksonomian vaatimukseen kierrätyksestä (DNSH) uudisrakennuksille?
- Tarkasteltava kriteeri: ajatuksia sen tulkinnasta: mikä on EU-taksonomian kriteerin päätavoite?

2. Hankkeen alkuvaihetta koskevat kysymykset: Kuinka paljon käydään keskustelua:

- Pohditaanko hankkeen elinkaarta? Sekä käyttöikää että seuraavia mahdollisia käyttötarkoituksia?
- Tehdäänkö vertailuja esimerkiksi tavoiteltavan käyttöiän ja kustannusten suhteen?
- Tutkitaanko elinkaarikustannuksia?
- Tutkitaanko ympäristövaikutuksia, niin että tehtäisiin vertailuja eri ratkaisuiden välillä? Tai keskustelleeko tästä?

Liite 2. Haastatteluissa käytetty tuloste

Tuloste on jaettu luettavuuden vuoksi kahteen osaan.

<p>EU-taksonomia: kiertotalouden DNSH-kriteeri:</p>	<p>Rakennusten rakenne- suunnittelu ja rakennus- tekniikat tukevat kiertoa ja rakennusten osalta on osoitettava erityisesti, mi- ten ne on suunniteltu re- surssitehokkaammiksi, mukautumiskelpoisiksi, joustaviksi ja purettaviksi uudelleenkäytön ja kierrä- tyksen mahdollistamiseksi ISO-standardin 20887 (– –) tai muiden rakennusten purkamista tai muunta- mista koskevien standar- dien mukaisesti.</p>	<p>Koko hanke (system)</p>	<p>Talo- osat ja ele- mentit (elements)</p>	<p>Ko- koon- panot (compo- nent or as- sembly)</p>	<p>Ala- kompo- nentit (Sub-com- ponent)</p>	<p>Mate- riaalit (materials)</p>
<p>ISO 20887: Muuntojouston (adaptability) suunnitteluperiaatteet</p>						
<p>1. Monikäyttöi- syys (versatility)</p>	<p>Rakennusta voidaan esimerkiksi käyttää päivisin eri tarkoitukseen kuin iltaisin, kuten esi- merkiksi koulun käyttäminen teatteritilana. Monikäyttöinen rakennus on soveltuva useam- paan käyttöön sellaisenaan.</p>					
<p>2. Muunnelta- vuus (convertibility)</p>	<p>Tila suunnitellaan uuteen käyttöön soveltuvaksi niin, että sille tarvitsee tehdä vain pieniä muutoksia. Muunneltavuuteen luetaan mukaan esimerkiksi: toimistosta asuinrakennuk- seen, mutta käsittää myös muutokset saman peruskäyttötarkoituksen sisällä, kuten välisei- nien paikkojen muutokset.</p>					
<p>3. Laajennetta- vuus (expandability)</p>	<p>Horizontaalinen tai vertikaalinen</p>					

ISO 20887: Purettavuuden (disassembly) suunnitteluperiaatteet	
1. Komponenttien ja järjestelmien helppo saavutettavuus (Ease of access to components and services)	Erityisesti laitteet, materiaalit, ja rakennuselementit, ja näiden liitännät, jotka ovat lyhytikäisimpiä, tulisi olla helposti vaihdettavissa, niin että muille rakennusosille koituisi mahdollisimman vähän haittaa. Mukaan lukien riittävä tila liitoskohtien ympärillä ja liitokset näkyvissä.
2. Riippumattomuus (independence)	Rakennuksen eri ikäisiksi suunnitellut kerrokset, olisi hyvä suunnitella riippumattomiksi toisistaan, jotta ne voidaan korvata tai remontoida toisen kerroksen vahingoittumatta. Kerroksia on kolme: 1) vaippa ja runkorakenteet, 2) talotekniset järjestelmät sekä 3) sisustus. Riippumattomuuteen liittyvät avattavissa olevat liitännät. Näihin liittyy: riittävä tila liitosten ympärillä, standardityökaluen käyttö, yleisesti tunnetut liitostavat, vältetään materiaalien keskinäistä riippuvuutta.
3. Tarpeettomien pintakäsittelyiden ja pinnoitteiden välttäminen (avoidance of unnecessary treatments and finishes)	Käsittelyjä ja viimeistelyjä tulisi käyttää vaan tarpeen, kuten ruosteen tai palosuojauksen vuoksi.
4. Kiertotalouden liiketoimintamallien tukeminen (supporting re-use (circular economy) business models)	<ul style="list-style-type: none"> - Valitaan tuotteita, jotka ovat uudelleenkäytettäviä sellaisenaan (reusability), - Valitaan tuotteita, jotka ovat kunnostettavia (refurbishability), - Valitaan tuotteita, jotka ovat teollisesti muokattavia (remanufacturability), - Valitaan tuotteita, jotka ovat valmistettu uusiomateriaaleista (increased recycling), - Valitaan tuotteita, jotka ovat kierrätettävissä materiaalina (future recycling, recyclability).
5. Yksinkertaisuus (simplicity)	Yksinkertaisuutta on esimerkiksi väri vaihtoehtojen kaventaminen, yksityiskohtien välttäminen ja rakennustuotteiden valitseminen, joissa on käytetty vähemmän eri materiaaleja. Mitä vähemmän materiaalit ovat sekoittuneet, sitä helpompaa on uudelleenkäyttö, lajittelu ja kierrätys.
6. Standardinmukaisuus (standardization)	Tavanomaisten osien ja tuotteiden käyttö, määrämittäisyys, tiettyjen liittämistapojen valitseminen ja modulaarinen suunnittelu.
7. Purkamisen turvallisuus (safety of disassembly)	Laaditaan suunnitteluvaiheessa purkus suunnitelmat ja varmistetaan että koko rakennuksen elinkaaren ajan ja purkuvaiheessa on saatavilla tietoa alkuperäisistä ja mahdollisten korjaustöiden materiaaleista.