

Digipurku – Digitaaliset ratkaisut rakennusten purkamisessa -hanke

LOPPURAPORTTI



Digipurku

Digipurku-hanke on Euroopan unionin alue- ja rakennepolitiikan kansallisen ohjelman Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027 ryhmähanke R-00001.

Kirjoittajat:

Ilkka Aaltio (luku 1, luku 5, yhteenveto, raportin kokonaisuuden editointi), Green Net Finland ry

Markku Raimovaara (luku 4.4, luku 1 osittain), Green Net Finland ry

Zhongcheng Ma, Patience Wanjala (luku 4.1, 4.2, 4.3), Hämeen ammattikorkeakoulu

Mikko Raikaa, Seppo Törmä, Mika Leinonen, Yang Peng (luku 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6), Metropolia Ammattikorkeakoulu

Anna Kemppinen, Ari Laitala (luku 3), Suomen ympäristöopisto SYKLI

Luku 6 on kaikkien kirjoittajien yhdessä laatima.

Raportointityön avustaja:

Susanna Nuolimaa-Fere, Green Net Finland ry

Kansikuva: Signe-toimitalon työmaa, Mannerheimintie 14, Helsinki (kuva: I. Aaltio)

Taitto: Tiina Kuoppala, Graforma

Julkaisija: Green Net Finland ry, Kuortaneenkatu 2, 00510 Helsinki

Julkaisupäivä: 24.4.2025

Green Net Finlandin julkaisu 1/2025

Rahoittajat:



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Uudenmaan liitto
Nylands förbund



HÄMEEN LIITTO
Regional Council of Häme



SENAATTI

Partnerit:



HAMK
Hämeen ammatti-
korkeakoulu



ESIPUHE

Digitaalisuus on viime vuosikymmeninä monin eri tavoin tullut osaksi meidän kaikkien arkea ja työelämää. Yhteiskuntamme ei pystyisi enää tehokkaasti toimimaan ilman digitaalista tiedon tallennusta, käsittelyä ja siirtämistä. Esimerkiksi logistiikka-alalla digitaalisuus on nopeuttanut ja tehostanut valtavasti kuljetusten tilaamista, toimitusketjuja, tapahtumien seuraamista ja tuonut palveluita aiempaa laajemmin asiakkaiden ulottuville muun muassa verkko-kaupan myötä.

Rakennusallalla digitaalinen tietomalli ja sen hyödyntäminen on viimeisen parinkymmenen vuoden aikana tullut laajasti käyttöön erityisesti uudisrakentamisessa, pienimuotoista rakentamista lukuunottamatta. Tietomallin avulla voidaan tehokkaammin saattaa ajantasainen ja rakennushankkeen aikana muuttuva tieto hankkeen eri osapuolten käyttöön ja tehostaa rakentamisen prosesseja. Uudisrakentamisen sijaan purkamisessa, joka on erittäin laajasti vaikuttavaa toimintaa, digitaalisuutta ei vielä hyödynnetä kuin hyvin vähäisessä määrin. Purkamisen vaikutuksia voi kuvata vaikkapa tilastotiedoilla: ympäristöministeriön mukaan rakentamisen jätteistä jopa 85 % syntyi purku- ja korjausrakentamisessa vuonna 2019 ja rakentamisen jätteiden kokonaismäärä oli 1,6 miljoonaa tonnia.

Rakentamisen ja purkamisen kiertotalous luo uusia mahdollisuuksia vähentää valtavaa rakentamisen neitseellisten raaka-aineiden käyttöä ja jätemäärää. Sen myötä myös toiminnasta syntyviä päästöjä ja ympäristöhaittoja voidaan hillitä. Digitaalisuuden avulla purkamisessa syntyviä materiaalivirtoja voitaisiin hyödyntää aiempaa tehokkaammin. Digipurku-hanke keskittyy purkurakennuksen tietomallien tutkimukseen ja kehittämiseen. Tässä raportissa on esitetty hankkeen lähestymistapoja digitaalisuutta hyödyntävään purkamiseen.

Raporttiin on koottu tietoa hankkeen toimenpiteistä ja sen keskeisiä tuloksia. Olemme hankkeen pohjalta myös kirjanneet raporttiin suosituksia digitaalisten menetelmien ja tietomallien hyödyntämiseksi purkamisessa.

Hankeryhmä haluaa kiittää lämpimästi yhteistyökumppania ja osarahoittajaa Senaatti-kiinteistöjä. Olemme myös Euroopan Unionin osarahoituksesta kiitollisia. Haluamme kiittää myös muita pilottikohteiden omistajia ja yhteistyökumppaneita: Helsingin kaupunki (ja NCC Finland), Hämeenlinnan asunnot Oy ja Riihimäen kaupunki. Kiitos myös idearikkaalle ohjausryhmällemme, ja erityisesti siinä mukana olleille Senaatti-kiinteistöille (Mirkka Rekola), Spolia Design Oy:lle (Petri Salmi), Helsingin kaupunki (Mira Jarkko) ja Ympäristöministeriölle (Harri Hakaste). Kiitämme myös hankkeen toimenpiteisiin osallistuneita ja viiteryhmään osallistuneita monia yrityksiä, suunnittelijoita, viranomaisia, kuntia ja asiantuntijaorganisaatioita. Nämä organisaatiot ovat rakentamisen kiertotalouden kehityksen kärkijoukkoa ja on ollut ilo tehdä yhteistyötä ja jakaa näkemyksiä heidän kanssaan. Kehitetään jatkosakin rakennus- ja purkualaa yhteistyössä kohti resurssiviisasta, turvallista ja terveellistä tulevaisuutta.

Digipurku-hankeryhmän puolesta

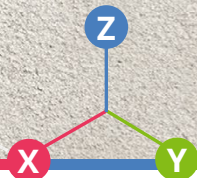
Ilkka Aaltio, Digipurku-projektipäällikkö, Green Net Finland



Sisällys

Esipuhe	3
1. Johdanto	7
1.1 Uusi rakentamislaki ja digitaalisuuden mahdollisuudet	9
2. Kokeilukohteet, tietomallit ja tietosisällöt	11
2.1 Kokeilukohteet ja niiden tutkimukset	11
2.2 Purkumallien tietosisältöjen määrittäminen	12
2.3 Purkuhankkeen 3D-kartoitus	14
2.4 Purkuhankkeen tietomallinnus	16
2.5 Uudelleen käytettävien rakennusosien digitalisointi	17
2.6 Mallinnus- ja tiedonhallintaprosessi purkurakentamisessa	18
3. Purku-urakoiden toteuttaminen vähähiilisenä	20
3.1 Vähähiilisyys rakentamislain uudistuksessa	20
3.2 Elinkaariarviointi ja hiilijalanjälki	22
3.3 Hiilivaikutuslaskelmien esikonsepti ja Matterport-kuvaukset	23
3.4 Yhteiskehittämistä työpajojen sekä haastattelujen kautta	24
3.5 Digitaalisuuden hyödyt vähähiilisyyden arvioinnissa	25
3.6 Muuttaako vähähiilisyyden vaatimus purkamisen logiikkaa?	27
4. Hankintamenetelmien kehitys ja purkuhankintaratkaisu	30
4.1 Nykyiset käytännöt, haasteet ja mahdolliset parannukset	30
4.1.1 Nykyiset käytännöt	30
<i>Rakennusten purkamisen hankintaprosessien yhteenveto</i>	30
<i>Nykyisten käytäntöjen yhteensopivuus kestävyyspolitiikkojen ja -säännösten kanssa</i>	31
<i>EU-direktiivit ja kansalliset määräykset</i>	33
4.1.2 Purkuhankintojen merkittävimmät haasteet	35
<i>Purkutöiden tarjoajien merkittävimmät haasteet, kun hankkeisiin liittyy kestävyysvaatimuksia</i>	35
<i>Purkujätteen käsittelyn keskeiset haasteet ja mahdolliset ratkaisut</i>	36
4.1.3 Mahdolliset parannukset	37
<i>Rakennus- ja purkujätehuolto</i>	37
<i>Kiertotalouden periaatteiden edistäminen</i>	38
<i>Hiilipäästöjen vähentäminen purkutyön aikana</i>	38
4.2 Uusi hankintamenetelmä	39
4.3 Hankintakriteerit purkuprosessissa	42
4.3.1 Tutkimuksen tavoite	42
4.3.2 Tutkimuksen suunnittelu: monimenetelmäinen tutkimus	42
4.3.3 Kestävyyskriteerit	42

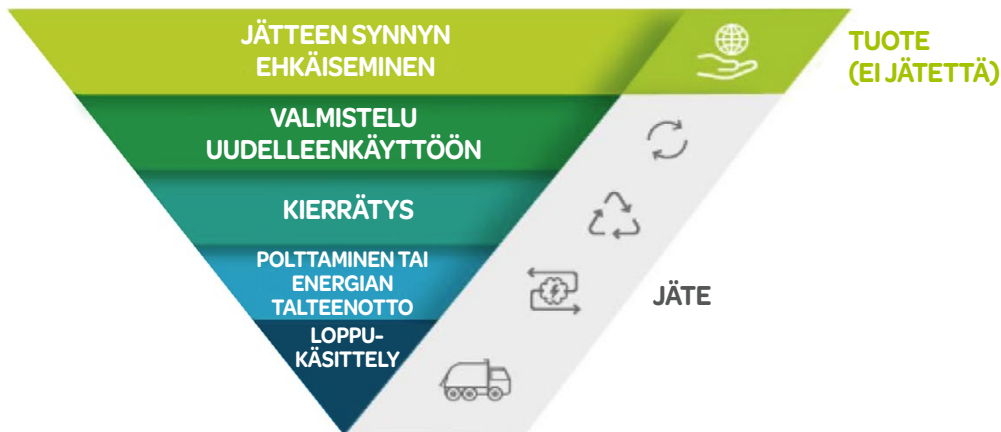
4.4 BIM-mallin hyötyjen selvitys purkuhankkeissa.....	46
4.4.1 BIM-mallinnus rakennushankkeissa	46
4.4.2 Erilaisia purkuhankkeita.....	46
4.4.3 Selvitystyön lähtökohdat.....	47
4.4.4 Tietomallinnuksen hyödyistä uudis- ja korjausrakennushankkeissa	48
4.4.5 BIM-mallin hyödyntäminen purkamisessa, kansainväliset esimerkit.....	49
4.4.6 BIM-mallinnuksen kohde-esimerkit.....	50
4.4.7 Yhteenveto BIM-mallinnuksen hyödyistä purkukohteissa	52
5. Digitaalisten työkalujen hyödyntämisvalmiudet ja alan uusi ekosysteemi	53
5.1 Alan muutos ja uudet koulutustarpeet	57
6. Ydintulokset ja suositukset.....	58
6.1 Hankkeen ydintulokset.....	58
6.2 Suositukset.....	60
6.3 Jatkohankkeet ja kehitystarpeet.....	62
7. Yhteenveto.....	63
Lähteet	65
Digipurku-tulosraportit	69
Liite 1	70



1. Johdanto

Digipurku – Digitaaliset ratkaisut rakennusten purkamisessa -hankkeen tavoitteena on kehittää ja ottaa käyttöön rakennusten tehokasta purkamista ja kierrätystä edistäviä digitaalisia ratkaisuja tiedon keräämiseen, organisoimiseen ja kommunikointiin purkukohteista, niiden materiaaleista ja osista. Purkurakennusten materiaalien ja osien uudelleenkäyttö on vaikuttava kiertotalouden keino vähentää rakentamisen hiilipäästöjä, vähentää purkamisesta syntyvää jätemäärää sekä kohtuullistaa neitseellisten raaka-aineresurssien kasvavaa kulutusta. Sen myötä purku- ja rakennusalan yrityksille ja ekosysteemin muille yrityksille voi syntyä uutta kestävästä liiketoimintaa. Purkukohteiden ympärille kasvava liiketoiminta on myös paikallisesti vaikuttavaa ja se voi luoda alueille uusia työpaikkoja.

Rakennusten purkaminen tapahtuu Suomessa vielä valtaosin ”perinteisellä” tavalla. Rakennusala on yleisesti ottaen melko konservatiivinen ja hitaasti muuttuva teollisuuden ala. Perinteisesti purkamisessa rakennuksen omistaja on ollut motivoitunut saamaan rakennuksen pois tontilta nopeasti ja edullisesti. Tämä on ymmärrettävä tavoite, mutta siihen voidaan päästä myös siten, että kiertotalouden muita näkökulmia samalla otetaan huomioon. Purkukartoituksessa ja purkusuunnittelussa huomioidaan se, että eri purkujätteiden raaka-ainejakeet voidaan erottaa toisistaan ja hyödyntää tai hävittää ne lainsäädännön edellyttämällä tavalla. Kiertotalouden arvoketjussa purkujätteestä tulee uusien tuotteiden tai jopa uusien rakennusten raaka-ainetta. Nykytilanteessa on jo tavanomaista, että purkujätteen metallit lajitellaan ja sulatetaan uusiksi materiaaleiksi. EU:n jätedirektiivin [1] jätehierarkiassa metallien ja muiden materiaalien kierrättäminen prosessin raaka-aineeksi edustaa kuitenkin vain hyödyntämisen keskitasoa (kuva 1.1). Tavoiteltavampaa olisi sen sijaan valmistella purkurakennuksen osia uudelleenkäyttöön ja vaikutusten kannalta paras vaihtoehto olisi pyrkiä estämään rakennuksen purkaminen kokonaan.



Kuva 1.1. Kierratotalouden mukainen jätehierarkia (EU waste hierarchy) [2].

Kiertotalouden Green Deal on kunnille ja yrityksille kohdistettu monialainen sitouttava ohjelma kierratotalouden edistämiseksi. Green Deal on osa ”hiilineutraali Suomi 2035” -toimenpiteitä. Käytännössä kunnat tai yritykset voivat tehdä vapaaehtoisen Kierratotalouden Green Deal -sitoumuksen. Kierratotalouden Green Dealin Resurssi- viisas ja rakennettu ympäristö -toimenpidealue tähtää rakentamisessa uudelleenkäyttö- ja kierrätystuotteiden markkinoiden kasvattamiseen. Toimenpiteet sisältävät myös monia muita kierratotalouden edistämisen toimia [3]. Digipurku-hankkeen, muiden hankkeiden ja alan yritysten kehittämät digitaaliset työkalut voivat osaltaan edistää Kierratotalouden Green Dealien toteuttamista. Esimerkiksi voi nostaa purkamisen hiilipäästöjen laskennan, josta kerrotaan lisää luvussa 3.

Purkamisen ja rakentamisen kierratotalouden toteutuminen laajasti edellyttää rakennuksen omistajien, purkuyritysten, suunnittelijoiden, viranomaisten ja rakennusurakoitsijoiden ja mahdollisten muiden tahojen yhteistyötä, jossa purkaminen muodostaa vain osan kierratotalouden arvoketjusta. Tätä yhteistyötä digitaaliset työkalut osaltaan helpottavat. Purkuosien uudelleenkäyttö poikkeaa tavanomaisesta uusien tehdasvalmiiden rakennustuotteiden käytöstä. Se edellyttää käytännössä sitä, että osia irroitetaan ehjänä, ne voidaan kuljettaa purkutyömaalta uudelleenkäyttöpaikalle ja useimmiten näiden vaiheiden välillä ne tulee kunnostaa, tarkastaa, hyväksyä ja varastoida. Lisäksi uudelleenkäyttökohteen suunnittelussa tarvitaan uudelleenkäytettävien osien tietoja sekä suunnitteluvalmiuksia ja rakentamisessa kykyä hyödyntää käytettyjä osia. Osien uudelleenkäyttöprosessi muodostaa purkukohteen ja uudelleenkäyttökohteen välisen ketjun, jossa on monia vaiheita ja eri toimijoita. Valmiuksia purkuosien uudelleenkäyttöön tulisi kehittää yhteistyössä purkamisen ja osien uudelleenkäyttöketjun eri toimijoiden kanssa. Digitaalisuuden keinoin voidaan tehostaa ja sujuvoittaa rakennusosien uudelleenkäytön prosesseja, mikä on rakennusosien uudelleenkäyttöön liittyvän liiketoiminnan kasvun edellytys. Lisäksi digitaaliset työkalut, kuten rakennustietomalli ja tiedonhallintajärjestelmät tehostavat huomattavasti purkamisesta syntyneiden jätteiden ja materiaalien seuranta ja parantavat niiden hyödyntämismahdollisuuksia. Rakennustietomallista kerrotaan lisää luvussa 2 ja BIM:stä saatavista hyödyistä luvussa 4.

Digipurku-hankkeen toteuttajat työskentelivät yhdessä mm. purkurakennusten omistajien ja muiden alan kehityshankkeiden kanssa kehittäen prosesseja ja ratkaisuja. Tärkeä osa hanketta olivat käytännön kokeilukohteet eli pilotit. Käytännön purkukohteissa kokeiltiin ja kehitettiin uusia digitaalisia tekniikoita ja samalla saatiin kohteen omistajille digitaalisessa muodossa olevaa tietoa kohteesta sekä hankkeelle tietoa tekniikoiden ja menetelmien toimivuudesta.

1.1 Uusi rakentamislaki ja digitaalisuuden mahdollisuudet

Vuoden 2025 alussa voimaan tullut uusi rakentamislaki [4] huomioi mm. rakentamisen hiilipäästöjä ja rakennuksen elinkaariominaisuuksia ja tuo alalle uusia käytäntöjä, joissa digitaalisuutta hyödynnetään aiempaa laajemmin. Rakentamislain 16 § säättää purkumateriaali- ja rakennusjätteselvityksestä, joka tulee tehdä ennen rakennuksen purkamista poikkeustapauksia (kuten vähäisiä rakennuksia) lukuunottamatta. Samassa pykälässä on säädetty Suomen ympäristökeskuksen (Syke) ylläpitämästä tietokannasta, johon selvityksen tiedot ilmoitetaan. Tämä digitaalinen rakennusjätteen ja purkumateriaalien selvitystietojärjestelmä Rapu on jo otettu käyttöön. Rapuun ilmoitettavia tietoja ovat purkumateriaalien lisäksi vaaralliset aineet ja pois kuljetettavat maa- ja kiviainekset. Rapu palvelee mm. tilastointia, missä digitaalista tietoa voidaan käsitellä ja hyödyntää aiempaa tehokkaammin. Rapuun on myös kehitteillä uudelleenkäyttöön liittyvä lisäosa [5]. Rapu liitetään jäte- ja tuotetietojärjestelmä JTT:hen, jonka SIIRTO-rekisteristä (Syke) saadaan tietoa mm. kuljetettavista jätemäärästä. Rakennuslupajärjestelmät (Lupapiste, Trimble) voivat tarjota syötettä Rapuun.

Rakennuslain edellyttämä purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitys tehdään usein osana ennen purkamista tehtävää purkukartoitusta. Purkukartoituksessa kartoitetaan kohteen materiaalmääriä useiden eri materiaaliluokkien ja mahdollisten haitta-aineiden osalta. Purkukartoituksen tekeminen on yleistynyt viime vuosina ja varsinkin suuremmissa kohteissa sen tekee usein siihen palkattu asiantuntijayritys. Suomessa on myös kehitetty purkukartoitus.fi -nimistä digitaalista työkalua purkukartoituksen avuksi, mutta ymmärtääksemme tällä hetkellä se ei vielä ole integroitu Rapu- tietokantaan, joten vaikka työkalua käyttäisikin, materiaalitiedot tulee vielä syöttää Rapuun erikseen.

Digipurku-hankkeen fokus on purettavan rakennuksen rakennustietomalli (englanniksi Building Information Model, BIM) ja soveltuvien tietosisäلتöjen kehittäminen siihen. Tietomalli sisältää purettavan rakennuksen tiedot digitaalisessa muodossa. Ajankohtainen kysymys on, kuinka digitaalista BIM mallia voitaisiin hyödyntää uuden rakentamislain toteutumisen kannalta? Tähän on nähtävissä monia mahdollisuuksia.

1. BIM:a voidaan hyödyntää tuottamaan purkumateriaali- ja rakennusjätteselvityksen edellyttämät määrätiedot.
2. Tietomalli sisältää purettavan rakennuksen tiedot digitaalisessa muodossa, jolloin se helpottaa tietojen siirtoa vaadittavaan tietojärjestelmään. Suuremmissa purku- ja rakennushankkeissa BIM voidaan siirtää hankeosapuolten yhteiseen digitaaliseen Common Data Environment (CDE) -tiedonjakojärjestelmään, jossa mm. purku-urakoitsija ja hankkeeseen ryhtynyt osapuoli voivat käyttää ja helposti päivittää ajan tasalle tietomallin tietoja.
3. Tietomalli sisältää tietoja rakennuksen osista, kuten mahdollisesti uudelleenkäytettävistä osista. Potentiaalisille hyödyntäjille voidaan antaa digitaalisessa muodossa olevia tietoja. Tähän tarpeeseen on Suomessa (muualla kuin Digipurku-hankkeessa) kehitteillä mm. työkalu arkkitehdeille (Studio-MPRA). Tulevaisuudessa arkkitehdit voisivat saada tarvittavat tiedot uudelleenkäytettävistä purkurakennuksen osista hyödynnettäviksi uuden rakennuksen suunnittelussa.

4. Rakentamislain 15 §:ssä säädetään Syke:n ylläpitämästä kansallisesta päästötietokannasta, jonka avulla rakentamisen ja purkamisen hiilivaikutuksia voidaan arvioida. Digitaalisten työkalujen avulla myös hiilivaikutusten arviointilaskelmien teko voi jatkossa helpottua. Digipurku-hankkeessa kokeiltiin myös hiilivaikutusten arviointia pilottikohteen yhteydessä, josta kerrotaan lisää tämän raportin luvussa 3.

Paitsi suoraan uuden rakentamislain kannalta, purkurakennuksen BIM:stä voi olla myös muita konkreettisia lisähyötyjä purkuhankkeen osapuolille, kuten:

1. Mikäli purkurakennuksen osia irroitetaan uudelleenkäyttöä varten, tulee niiden ”ehjänä irrottaminen” huomioida purkusuunnittelussa. Malli helpottaa identifioimaan ehjänä purettavat osat. Mallin avulla voidaan suunnitella purkujärjestys siten, että osat voitaisiin irrottaa rakennuksesta ehjänä ja saattaa ne uudelleenkäytettäväksi. Tämä on välttämätöntä, jotta ehjänä purkaminen voidaan toteuttaa kohtuullisilla kustannuksilla ja suunnitellussa aikataulussa. Tämä asia nousi esiin yritys kentästä Digipurku-viiteryhmän työpajassa. Betonielementtien osalta ehjänä purkamista ja uudelleenkäyttöprosessia on tutkinut laajemmin mm. Recreate-hanke Suomessa.
2. Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi tarjota tietomallin taustatiedoksi purkurakan tarjoajille. Jos malli on riittävän luotettava, ei tarjoajan tarvitse laskea materiaalimääriä ”vanhaan tapaan” piirustuksista. Tämä helpottaa tarjouslaskentaa.

BIM-mallista mahdollisesti saatavia hyötyjä tutkittiin osana Digipurku-hanketta ja sen tuloksia on kuvattu laajemmin myös luvussa 4.





2. Kokeilukohteet, tietomallit ja tietosisällöt

Digipurku-hankkeen otsikon aiheeseen keskittyvä työpaketti 1 on ollut Metropolia Ammattikorkeakoulun päätoteutusvastuulla ja sen tavoitteena on saada selvitettyä purkukohteen purettavien materiaalien ja sen osien tärkeimmät ominaisuudet, kuten mitat ja muodot datamuodossa, jotta ne saadaan purkualan toimijoiden käyttöön. Tavoite on saada selvää vaatimuksista ja mahdollisuuksia digitaaliselle alustalle purku-urakoitsijoiden, suunnittelijoiden, muiden purkumateriaalien uudelleenkäyttöön ja kierrättämiseen erikoistuneiden toimijoiden näkökulmasta. Työpaketin tuloksista on luotu erilliset laajemmat tulosraportit, jotka ovat verkosta ladattavissa ja listattuna tämän raportin lopussa.

11

2.1 Kokeilukohteet ja niiden tutkimukset

Digipurku-hankkeen tavoite on tutkia purettavien rakennusten digitaalista suunnittelua ja toteutusta ja tätä varten hanke tarvitsi kokeilukohteita pilotointia varten. Hankkeen kokeiluina toimivat purkukohteet, jotka ovat purku-uhan alla olevia keski-suuria tai suuria rakennuksia Uudellamaalla ja Kanta-Hämeessä. Hankkeeseen valikoitui lopulta neljä kokeilukohdetta, joista kullekin luotiin omat tutkimustavoitteet.

Ensimmäinen kohde oli Riihimäen kaupungin vanha kaupungintalo joka puretaan osittain ja tämä purettava osuus valittiin Digipurku-hankkeen kokeilukohteeksi. Kohde on betonirunkoinen, 6 kerroksinen toimistotalo. Kohteessa on sisäilma-ongelmia, joten kohteen uudelleenkäyttöaste on hyvin pieni ja purettavan rakennuksen materiaalit murskataan ja käytetään mahdollisesti murskeena uudelleen. Kohde valittiin ensimmäiseksi kokeilukohteeksi, vaikka purku tapahtui jo hankkeeseen nähden liian aikaisin. Kohteen tavoitteeksi asetettiin purettavan rakennuksen digitalisoinnin testaaminen sekä sen hyödyntämisen teoreettinen testaaminen. Kohde toimii ensimmäisenä testauskierroksena sekä skannaamiselle että mallintamiselle. Kyseisen kohteen testauksen tuloksia voitiin jatkojalostaa toisissa kohteissa

ja näissä kohteissa teoreettisen testaamisen lisäksi tuloksia verrataan todellisiin tilanteisiin.

Toinen kohde Helsingin Savonkadun ammattioppilaitos on 1997 valmistunut ammattikoulu, joka puretaan sen nykyisten rakenneteknisten ongelmien vuoksi. Nykyisellään rakennuksesta vaikuttaa puuttuvan tärinänieristys raidemelua vastaan, joka vaaditaan uudessa kaavassa. Rakennuksessa on myös sisäilmaongelma, joka vaatisi toimenpiteitä, mikäli rakennus otettaisiin uudelleenkäyttöön nykyisellään, osana uudisrakentamista. Savonkadun ammattioppilaitoksen tavoitteena on tutkia ja testata uudelleen käytettävyyttä sekä rakenteiden kierrätettävyyttä. Tähän kohteeseen liitetään vahvasti muiden tutkimushankkeiden oppeja mm. betonielementtien kierrätettävyydestä. Lisäksi Savonkadun kohteessa testataan Matterport-skannausta perinteisen laser-skannauksen ohella ja tämän tuottaman pistepilven mukaista mallinnusta.

Kolmas kokeilukohde on Kanta-Hämeen alueella Hämeenlinnassa sijaitseva asuinkerrostalo, joka koostuu aiemmin rakennetusta vuonna 1978 valmistuneesta 4-kerroksisesta osasta ja myöhemmin rakennetusta vuonna 1993 valmistuneesta 6-kerroksisesta osasta. Rakennuksen runkorakenteet ovat betonia ja edustaa tyyppillistä suomalaista asuinkerrostalotuotantoa. Kohde on ensimmäinen rakennus, johon HAMK toteuttaa laserkeilauksen ja kohteen tietomallinnuksen. Se toimii näin ollen harjoittelukohteena myöhempien kokeilukohteiden kannalta ja vertailukohteena Metropolian kohteille. Tavoitteena on kokeilla purkuhankkeiden suunnittelun ja hankinnan kannalta oleellisten tietojen lisäämistä tietomalliin laserkeilauksen ja muiden saatavilla olevien referenssiaineistojen pohjalta.

Neljäs kohde on Järvenpään virastotalo, joka puretaan osittain pois ja tilalle tullaan rakentamaan uusi rakennus, joka yhdistetään nykyisin toiminnassa olevaan rakennukseen. Purettava rakennus on toiminut aikaisemmin poliisin rakennuksena, joten tilat ovat rakenteeltaan toimistorakennus-tyyppiset. Kellaritiloista löytyy väestösuojien lisäksi myös putkat ja muita poliisin erikoistiloja. Järvenpään kohteen testauksessa tavoitteena on saada vertailua Riihimäen ja Hämeenlinnan kohteiden teoreettiselle testaamiselle. Aiheita mitä on tutkittu ja testattu Riihimäessä ja Hämeenlinnassa, arvioidaan ja tutkitaan uudelleen, miten hyvin ne saadaan toteutettua toisessa kohteessa ja verrataan todellisiin arvoihin mitä rakennuksen purun yhteydessä kerätään. Rakennuksen purkua ei ehditty toteuttamaan hankkeen aikana.

2.2 Purkumallien tietosisältöjen määrittäminen

Digipurku-hankkeen tavoitteena on tutkia ja kehittää ratkaisuja tietomallien käyttöön rakennuksen elinkaaren lopussa kolmeen eri käyttötapaukseen:

1. Rakennusosien uudelleenkäyttö – Kuinka uudelleenkäyttöön tarjottavista osista ja niiden ominaisuuksista ja kunnosta voidaan välittää niiden mahdollisille hyödyntäjille tarkkaa tietoa?
2. Materiaalien kierrätys – Kuinka kierrätettävissä olevista materiaaleista voidaan välittää tietoa ja materiaalmääriä hallita?
3. Purkuprosessin hallinta – Kuinka purkuprosessi voidaan suunnitella ja ohjata uudelleenkäytön ja kierrätyksen tarpeiden mukaisesti, eli esimerkiksi tukea osien irrottamista ehjinä ja oikeassa aikataulussa.

Hankkeessa luotiin kattava tutkimus purettavien rakennusten digitaalisten tietojen määrittämisestä. Työtä tehtiin yhteistyössä UURAKET-hankkeen kanssa, jonka tavoitteena on luoda opas uudelleenkäytettävien rakennusosien kelpoisuuden ja soveltuvuuden selvittämiseen sekä suunnitteluun. Yhteistyön tuloksena voitiin luoda yhtenäinen nimikkeistö ja ohjeistus tietomallien tietosisältösuosituksista purettavien ja uudelleenkäytettävien rakennusten osalta.

Purkumallinnuksessa voidaan hyvin lähteä inventointimallinnuksen perusajatuksista liikkeelle, mutta tietosisältöä tulee voida huomattavasti laajemmin tarkentaa. Oleelliseksi tietosisällöiksi nousevat esimerkiksi materiaalit, kerrokselliset rakenteet, elementointi, kierrätettävyys, kuntoluokitus, haitta-aineet jne. Toisaalta mallin geometrian tarkkuustaso on myös erilainen, koska rakennus tullaan purkamaan ja hävittämään, eikä siihen liity uusien rakenteiden suunnittelua. Tämän takia purkumallinnusta tehtäessä samoja vaatimuksia ei voida sellaisenaan käyttää, kuin mihin inventointimallinnuksessa on totuttu.

Lähtötiedon digitalisoinnilla on kuitenkin hyvin tärkeä rooli, sillä se mahdollistaa tehokkaiden tiedonhallintajärjestelmien ja tietomallien luomisen ja käytön kohteen purkamisessa, materiaalien ja rakenteiden kierrättämisessä sekä kokonaisten rakennosien uudelleen käytössä. Oleellista on, että kohteesta hankittu tieto voidaan käsitellä yhteisesti sovitussa digitaalisessa muodossa ja formaatissa ja sen topologia on vakioitua ja yhdenmukaista. Tämän takia esimerkiksi purkuhankkeiden tietomallien mallintaminen ja tietosisältö tulisi vakioida, jota Digipurku- ja UURAKET-hanke ovat tutkineet.

Tutkimushankkeessa tietojen käsittelyä lähestyttiin laaja-alaisesti pilottikohteiden mukaan. Käytettävänä tietomallina kaikissa kohteissa luotiin vain inventointimallinnuksen pohjalta oleva purkumalli, joka ei pidä sisällään erikoissuunnitteluja kuten rakennemalli, talotekniikka mallit, pihamalli tai sisustusmalleja. Käytännössä purkumalli vastasi arkkitehtimallia uudissuunnittelussa, joten tietosisältöjen käsittely rajattiin vain arkkitehtisuunnitteluun.

Osassa elementeistä myös geometrian tarkkuus vaikuttaa tietosisällön tarkkuuteen, kuten seinärakenne. Alkuvaiheen mallissa seinä piti sisällään ainoastaan tiedon kokonaispaksuudesta, kun taas tarkentuessaan, seinärakenteeseen rakennekerrosten määrittelyssä, seinän kokonaispaksuuden lisäksi saatiin tietoa myös eri rakennekerrosten materiaaleista, niiden paksuudesta ja pinta-aloista. Kyseisten tietojen avulla saadaan tietoa esim. CO₂-määriin, tosin tällä hetkellä vain Revitin tau-lukoihin tehtyjen kaavojen avulla, ja ne eivät taas siirry eteenpäin IFC:ssä. Lisäksi osa määrätiedosta objektitasolla ei mene riittävälle tarkkuustasolle, jotta voitaisiin CO₂-määriä saada laskettua. Ovet ja ikkunat ovat hyvä esimerkki: jotta niistä saataisiin eriteltyä lasin, karmin, puitteiden määrät, täytyisi itse objekteihin sisällyttää kaavat, jotka erittelevät eri osien määrät esim. tilavuuksina.

Tietomallintaminen ja tietosisällön tuottaminen pelkästään purkua ajatellen on aikaa vievää työtä ja prosessin tuottama arvo ei välttämättä kohtaa todellista tarvetta. Uudisrakentamisen vakioitu tietosisältö ei vastaa sellaisenaan purkurakentamisen tarpeita, vaan tietoa tulee täydentää ja muokata hankkeen aikana. Tällöin mallintamista tarvitaan myös purun aikana, jotta tiedot olisivat oikein ja vastaisivat purkuhankkeen todellisuutta. Tällöin työmäärä pelkkää purkua ajatellen, ei tuota tarvittavaa lisäarvoa.

Kun rakennuksen purkamisen yhteydessä mietitään rakennusosien uudelleenkäyttöä, niin tietomallien tuottamisella ja tarkalla tietosisällöllä on huomattavasti enemmän tarvetta ja tarkoitusperää. Todellinen purkua edeltävä ja purun jälkeen tuotettava tieto siirtyy tietomallien avulla uudelleenkäytettävien osien uudelleen suunnitteluun ja tässä vaiheessa tietomallit tuottavat paljonkin uutta arvoa. Jotta tämä toimisi, täytyy kuitenkin esimerkiksi lähtöaineiston olla ajoissa ja oikeassa järjestyksessä toimitettua. Tällä tavoin prosessi saadaan sujuvaksi ja mahdollisesti myös kustannustehokkaaksi.



2.3 Purkuhankkeen 3D-kartoitus

Kaikki hankkeen kokeilukohteet sisälsivät sekä piirustusten kautta tehtävän ennakkosuunnittelun ja kartoituksen että kohteessa tehtävän laserkeilain-skannauksen. Tuloksena kaikista kohteista saatiin kattava pistepilviaineisto, joka käsiteltynä voitiin siirtää tietomallinnusohjelmistolle lähtötietomateriaaliksi. Yhdistettynä olemassa olevien piirustusten kanssa saatiin hyvä ja selkeä kuva rakennuksen todellisesta tilanteesta ja dimensioista, jotta purkumallinnus voitiin toteuttaa todellisten mittojen mukaisesti. 360 kuvat sekä tarkat pistepilviaineistot antoivat hyvin tarkan kuvan rakennuksen rakenteiden mitoista ja etäisyyksistä, ja kuvien avulla epäselvät tilanteet voitiin varmistaa. Skannausten avulla pystytään myös kartoittamaan mahdollisia uudelleen käytettäviä rakenteita tai materiaaleja. Erityisesti Matterport skannauksen ”nukke koti”-malli soveltuu tähän tarkoitukseen hyvin, sillä voit liikkua skannatulla alueella ja visuaalisesti tarkastella ja mitata rakennusta käymättä fyysisesti kohteessa. Tämä mahdollistaa ja nopeuttaa asioiden selvittämistä huomattavasti.

Purkukohteet tarvitsevat aina suunnittelua purun toteutuksen osalta. Tätä voidaan toki tehdä vanhojen piirustusten avulla, mutta aina piirustuksia ei ole saatavilla tai niiden kunto ja ajantasaisuus eivät mahdollista luotettavaa purkusuunnittelua. Tällöin skannaaminen pystyy auttamaan saamaan tarkkoja mittoja ja havaintoja kohteesta ja purkusuunnittelu voidaan toteuttaa.

Skannatun materiaalin avulla kohteen purkukartoitusta voidaan tehdä visuaalisesti tarkastelemalla ilman kohdekäyntiä. Tämä mahdollistaa huomattavasti tehokkaamman asioiden uudelleen tarkastamisen ja arvioinnin, kun visuaalisesti pystyy näkemään rakennuksen ja ottamaan siitä tarvittaessa tarkemmittoja. Sellaisenaan skannattu materiaali ei muuta purkurakentamisen prosessia, mutta skannattu materiaali auttaa ja nopeuttaa sen monia tehtäviä. Matterport-mallin hyödyt ovat kahdenlaisia. Toisaalta siitä voi olla hyötyä tietomallia laadittaessa. Toisaalta se voi olla käyttökelpoinen purkutyömaalla erityisesti silloin, jos varsinaista tietomallia ei ole saatavilla.

Skannauksen tekeminen ja aineiston käsittely vaatii omaa osaamistaan. Vaikkakin laitteistot ovat nykyään helposti opittavissa ja käytettävissä, niin varsinkin laserkeilain aineiston käsittely on työtä joka vaatii tarkkuutta, kokemusta ja ohjelmistojen osaavaa käyttöä. Kevyemmät skannerit ovat hyvin automatisoituneita jo aineiston käsittelyssä, mutta näiden mittaus tarkkuus ei ole välttämättä riittävä joka tilanteessa, esimerkiksi rakenteiden kierrätettävyyttä arvioidessa. Skannauksen toteuttaminen on työvaihe ja tehtävä mitä purkurakentamisessa ei ole aikaisemmin ollut. Tämä tulee siis huomioida esimerkiksi purkukartoitusta hankkiessa. Monissa tapauksissa huonekaluja ja kattoja ei poisteta skannausta varten ennen purkua. Osa rakennuksesta ei ole skannerin näkyvissä. Rakennusosien materiaalitiedot eivät ole aina saatavilla, mikä tekee piirustukset tai paikan päällä tehtävät testit tai mittaukset tarpeellisiksi.

Tietomallintaminen mahdollistaa purkurakentamisessa paljon uusia toimintoja sekä tehostaa monia asioita. Tällöin myös purettavan rakennuksen 3D-kartoittaminen skannaamalla tulee hyödylliseksi tiettyyn tasoon saakka. Todella tarkka laserskannaus on raskas järjestelmä ja vaatii paljon työtä ja tulisi tehdä jopa useita kertoja rakennuksen purun aikana. Tämä ei ole järkevää tai kustannustehokasta, joten tarvitaan kevyitä ja mahdollisimman pitkälle automatisoituja ohjelmistoja ja järjestelmiä tuottamaan skannatusta materiaalista hyödyllistä aineistoa.

Tulevaisuudessa skannausten toteuttaminen tulee tavalla tai toisella siirtymään automatisoitujen robottien toteuttamaksi. Robottiskannausjärjestelmät automatisoivat reittisuunnittelun ja optimoivat skannauspisteiden valinnan rakennuksen skannaustyötä varten. Tämän jälkeen robotti pystyy autonomisesti kulkemaan kohteen läpi ja tuottamaan skannaus dataa jatko-työskentelyä varten. Robotit voivat myös työskennellä öisin ja toistuvasti joka tehostaa skannausten toteutusta merkittävästi.



Skannausrobotin pyörillä liikkuva alusta.

2.4 Purkuhankkeen tietomallinnus

Hankkeessa tutkittiin laajasti ja monipuolisesti purettavien rakennuksien digitaalista tiedon tuottamista ja siirtämistä, sekä purkuhankkeen että uudelleenkäytettävien rakennusosien näkökulmasta. Tavoite oli luoda laaja-alainen tutkimus tietomallien hyödyntämisestä ja sen mahdollisuuksista parantaa ja tehostaa purkuhankkeiden toimintaa sekä rakennuksien kiertotaloutta. Jokaisesta kokeilukohteesta luotiin purettavan rakennuksen tietomallit ja mallien avulla tutkittiin monia eri prosesseja ja vaiheita mallinnuksessa ja tiedon tuottamisessa. Tähän kappaleeseen on nostettu tärkeimmät havainnot koko hankkeesta, mutta laajempi raportti eri kohteiden mallinnuksesta ja havainnoista löytyy jaettavasta materiaalista.

Natiivimallissa tietojen lisääminen tapahtuu objektien (familyjen) kautta. Tämä tarkoittaa, että oletusobjekteissa oleva tieto ei riitä sellaisenaan, vaan purkuhanketta varten täytyy luoda tarvittavat tietokentät jokaiseen objektiin erikseen tai määritellä projektiin projektiparametrit, jotka automaattisesti lisäävät tarvittavat tietokentät objekteihin. Tämä on nopein ja varmin tapa saada tietosisältö objekteihin. Hankkeessa testatut tietosisällöt koskevat tarkkuutta, laatua ja kierrätettävyyttä ja näille tietokentille luotiin erilaiset luokitusastot. Luokittelutasot määritettiin käytettävän lähtötiedon tarkkuudelle ja objektin mallinnuksen tarkkuudelle. Kierrätettävyydelle luotiin yhteistyössä UURAKET-hankkeen kanssa kierrätettävyyden luokitteluasteikko.

Tutkimuksen toteuttamisessa huomattiin, että purkukohteen kaikkia tietoja ei voida tunnistaa ja tietää vielä mallin luonnin yhteydessä, vaan tietoa syntyy, kun hanketta valmistellaan ja kohteen tutkimukset etenevät. Tämän takia tiedon rikastaminen hankkeen etenemisen aikana on tärkeä ja oleellinen asia tietomallien käyttäjille. Ongelmaksi kuitenkin syntyy nopeasti se, että tietomallien käyttäjät hyödyntävät vain IFC-muodossa olevia tietomalleja eikä käsittele alkuperäistä mallinnusohjelmistoa, jolla natiivimalli luodaan. Esimerkiksi kierrätettävyysskartoituksessa voidaan mobiililaitteen avulla rikastaa tieto objekteille käyttäen samoja parametreja ja arvoja, jotta kartoituksen jälkeen mallintaja voi tarkentaa natiivimallissa tiedot kohdilleen.

Tietomallien tietosisältö voidaan materiaalien kierrättämisessäkin hyödyntää. Kaikki laskenta ja arviointi perustuu määrälaskentaan ja tämä voidaan toteuttaa hyödyntäen tietomallien geometriaa sekä materiaalitietoja. Riippuen tietomallin tarkkuudesta sekä rakenteiden oikeasta tyypityksestä, voidaan tietomalli objektin geometriatietoja hyödyntää erilaisten määrälaskentojen toteuttamiseen. Tässä asiassa tutkimuksessa huomattiin kuitenkin merkittävä haaste. Lähtötietojen laajuuden mukaan malli voidaan toteuttaa vain tiettyyn tarkkuustasoon asti. Jos esimerkiksi rakennetyyppejä ei voida tunnistaa tai määrittää, niin määrälaskennan luotettavuus laskee merkittävästi. Vanhat piirustukset eivät välttämättä ole ajantasaisia, jolloin luotettavuuden takia tarvitaan vähintään kohdekäynti ja kartoitus tai skannaus. Kerrokselliset rakenteet mallinnetaan usein vain yhtenä objektina, jolloin määrät ovat korkeintaan suuntaa antavia. Suuret rakenteet ovat selkeitä, mutta esimerkiksi ikkunat ja ovet ja muut detalji rakenteet tuottavat paljon purkumateriaalia, jota ei voida sellaisenaan mallista laskea. Usein näissä tapauksissa hyödynnetään vain suhteellisia arvoja. CO₂-laskentaa varten tarvitaan kuitenkin koko hankkeen eri materiaalien tarkat määrätiedot. Lisäksi CO₂-laskentaa varten tarvitaan tieto miten purettavia materiaaleja kierrätetään tai menevätkö ne loppusijoitukseen. Tämäkin tieto on siis tärkeä liittää tietomalliin jos tuota pidetään laskennan lähtötietona. Huomioitavaa myös on, että laskennoissa käytettävät yksiköt vaihtelevat ja sisäkkäin olevia rakenteita ei usein mallinneta, jonka takia laskenta tulee usein joka tapauksessa luoda erilaisilla laskentaohjelmistoilla.

Purun aikana ja purun suunnittelussa digitaalisia tietoja ja tietomalleja voidaan hyödyntää monellakin eri tapaa. Ennen varsinaista purkua tulee suunnitella, miten purkaminen voidaan toteuttaa turvallisesti ja tehdä sitä varten tarvittavat rakennesuunnitelmat. Tässä voidaan hyödyntää tietomallien antamaa geometria- sekä materiaalitietoja ja käyttää uudissuunnittelussa käytössä olevia rakennelaskenta ohjelmistoja. Väliaikaiset tuennat voidaan suunnitella, laskea ja hahmottaa tietomalliin visuaalisen ymmärtämisen helpottamiseksi. Purkujärjestys voidaan suunnitella ja visualisoida tehokkaasti tietomallien avulla. Jokaiselle purettavalle rakennusosalle voidaan asettaa purkuaika, toteutustapa, purkaja jne. ja vastaavat tiedot rakennettaville väliaikaisille tuennoille ja rakenteille. Näiden tietojen avulla koko hankkeen aikataulu voidaan esittää 4D-simulaationa jolla varmistaa turvallinen ja tehokas purkuaikataulu ja -järjestys. Purun aikana on todella tärkeä tutkia ja tunnistaa rakennuksen haitta- ja vaaralliset aineet. Kun haitta-ainekartoitus tehdään, niin tutkintapisteet voidaan esittää tietomallissa ja tietomallien objekteihin voidaan tallentaa tunnistetut aineet. Nämä on helppo visualisoida ja purku voidaan suunnitella ja toteuttaa turvallisesti.

Tutkimuksen kokeilukohteet ja niistä saadut tulokset ja mallit ovat hyvä alku purkuhankkeiden digitalisoimiseen ja osoittavat, kuinka paljon lisätyötä purkuhankkeen digitalisointi ja mallinnus aiheuttaa. Nykytilanne on kuitenkin melkoisen avoin, koska ei ole olemassa selkeää ja yleispätevää ohjeistusta siitä, kuinka mallinnusprosessi purkuhankkeessa menee ja kuinka koko purkuhankkeiden prosessi etenee, kun mukaan otetaan tietomallintaminen. Digipurku-hanke kuitenkin antaa jo hyvän pohjan lähteä standardisoimaan ohjeita ja menetelmiä sekä antaa tässä tapauksessa Autodesk Revit- suunnitteluohjelmistoon perusaloituspohjan ja kirjaston purkuhankkeita varten. Purkuhankkeet poikkeavat uudis- ja korjaushankkeista ja siten myös tietomallintaminen on erilaista, mikä tarkoittaa sitä, että jonkinlaista koulutusta olisi järjestettävä, niin mallinnuksen kuin skannauksenkin osalta ja projektin kokonaishallinnan ja purkamisen osalta.

Tutkimuksen aikana tuli vahvasti esille, kuinka tärkeäksi nousi purkuhankkeen kustannustehokkuus. Jotta purkuhankkeen digitalisaatiota saadaan kehitettyä, niin sen tulee tuottaa selkeästi arvoa hankkeen tilaajalle. Digitalisaation tuottamat tietomallit ja tiedonhallintaympäristön tulee tehostaa purkamista ja rakennusosien uudelleenkäytettävyyttä, jotta se voidaan katsoa osaksi purkuhankkeen hankintaa. Rakennuksen ehjänä purkaminen ja uudelleenkäytön mahdollistaminen tulisi nähdä myös arvoa tuottavana vaiheena purkuhanketta. Näin digitaalisen työn panostus nähtäisiin myös arvoa tuottavana asiana ja sen kehittämiseen voitaisiin panostaa enemmän.

2.5 Uudelleen käytettävien rakennusosien digitalisointi

Hankkeessa tutkittiin ja tehtiin laajasti yhteistyötä muiden tutkimushankkeiden kanssa purettavan rakennuksen uudelleenkäytettävyyden tutkimisessa ja Digipurku-hanke toi tähän aiheeseen digitaalisten työvälineiden käyttömahdollisuudet mukaan.

Kun kierrättämisestä halutaan siirtyä laajempaan rakennusosien uudelleenkäyttöön, tulee tietomallien tietosisältö huomattavasti tärkeämpään rooliin. Tällöin tärkeintä on tuottaa ja täydentää tarkentuvaa tietoa koko purkuhankkeen ajan. Lähtötiedot, tutkimukset, kartoitukset, purkaminen, kuljetukset, kunnostukset, varastoinnit jne. data tulee olla tallennettuna tai linkitettyinä tietomalliobjekteihin, jotta rakennusosia voidaan hyödyntää uussuunnittelu tietomallien avulla. Tutkimushankkeessa tuloksia yhdistettiin vahvasti **UURAKET-** ja **RECREATE-**hankkeiden kanssa.

Hankkeessa testattiin purkumallin uudelleenkäytön tietosisällön tuottamista. Kierrätettävyydelle luotiin yhteistyössä UURAKET-hankkeen kanssa kierrätettävyyden luokitteluasteikko.

Kierrätettävyyden luokituksessa hyödynnettiin UURAKET-hankkeen luokittelumäärittelyksiä.

- **Luokka 1:** Rakennusosa on vaurioitunut tai ei muuten sovellu sellaisenaan uudelleenkäytettäväksi.
- **Luokka 2:** Rakennusosa on uudelleenkäytettävissä, mutta se edellyttää merkittävää kunnostusta tai rakennusosa on ominaisuuksiltaan sellainen, että uudelleenkäyttö ei lähtökohtaisesti ole suositeltavaa.
- **Luokka 3:** Rakennusosa on kunnoltaan vähintään tyydyttävä ja se on uudelleenkäytettävissä sellaisenaan tai kevyellä kunnostuksella. Rakennusosa on irrotettavissa ehjänä kohtuullisin menettelyin.
- **Luokka 4:** Rakennusosa on hyväkuntoinen ja se on uudelleenkäytettävissä sellaisenaan eikä sen kuntoon (esimerkiksi kontaminoituminen vaarallisilla aineilla) liity havaittuja riskejä. Rakennusosa on irrotettavissa ehjänä kohtuullisin menettelyin.
- **Luokka 5:** Rakennusosa on uutta (nykymääräysten edellyttämää) vastaavassa kunnossa ja irrotettavissa ehjänä kohtuullisin menettelyin.

Näitä tietoja käytettiin myös Trimble Connectissa tiedon rikastamisessa ja kenttätestauksessa. Kierrätettävyysskartoituksessa voidaan mobiilisti rikastaa tieto objekteille käyttäen samoja parametreja ja arvoja, jotta kartoituksen jälkeen mallintaja voi tarkentaa natiivimallissa tiedot kohdilleen.

2.6 Mallinnus- ja tiedonhallintaprosessi purkurakentamisessa

Projektin edetessä yhteistyö UURAKET-hankkeen kanssa toi paljon ymmärrystä uudelleenkäytettävyyden vaatimuksista ja tehtävistä purkuhankkeen aikana. Tästä ei ole olemassa selkeää prosessikuvausta, joten uudelleenkäytön tehtävät ja datanhallinta otettiin mukaan purkuhankkeen prosessikuvaukseen.

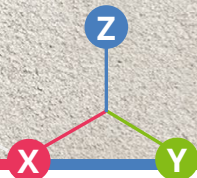
Prosessikuvaaja rakennettiin seuraamaan nykyistä purkurakentamisen hankesuorausta, jota myös täydennettiin uusilla vaiheilla lähtötietojen tuottamisen ja uudelleen käytettävyyden ja uusisuunnittelun osalta. Kuvaajan uimaraadoille valittiin erityisesti digitaalisuuteen, skannaukseen, tietomallintamiseen ja tiedonhallintaan rivit. Näille riveille luotiin tarvittavat tehtävät oikeisiin vaiheisiin hankkeissa. Kokonaisuus on esitetty kuvassa 2.6 ja tarkemmin prosessikaavio on [liitteessä 1](#) sekä ladattavissa erillisenä dokumenttina: <https://gnf.fi/fi/gnf/digipurku/> → Purkuhankkeen tiedonhallinta ja mallinnus prosessikaavio.

Kts. Liite 1
s. 70 ja
[https://gnf.fi/fi/
gnf/digipurku/](https://gnf.fi/fi/gnf/digipurku/)

[illegible]

Kuva 2.6. Purkuhankkeen tietomallinnus ja tiedonhallinta prosessikaavio.





3. Purku-urakoiden toteuttaminen vähähiilisenä

Syklin roolina Digipurku-hankkeessa on ollut toimia päävastuullisena toteuttajana työpaketti 2:ssa, joka keskittyy purku-urakoiden vähähiilisyyteen. Syklin toimenpiteet ovat linkittyneet vahvasti rakentamislain uudistuksen seurantaan, erityisesti hiilijalanjälki- ja hiilikädenjälkilaskentaan liittyvien kokonaisuuksien osalta. Työpaketin tavoitteena on ollut tuottaa tietoa sekä kehittää toimintamalleja vähähiilisten purku-urakoiden toteuttamiseksi yhdessä alan yritysten sekä muiden sidosryhmien kanssa.

3.1 Vähähiilisyys rakentamislain uudistuksessa

Rakennussektorin hiilijalanjäljen pienentäminen on keskeinen osa EU:n ja Suomen ilmastopolitiikkaa. Rakentamisen päästöjä säätelevät muun muassa rakennusten hiilijalanjälkilaskentaa koskevat asetukset sekä materiaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä edistävä lainsäädäntö. Vuoden 2025 alusta voimaan astuneen rakentamislain keskeisiin uudistuksiin kuuluvat säännökset, jotka koskevat rakennusten vähähiilisyyttä ja elinkaaren ominaisuuksia. Laki edellyttää, että rakennukset suunnitellaan vähähiiliseksi ja että niiden elinkaaren aikainen hiilijalanjälki pysyy asetettujen raja-arvojen alapuolella. Tätä edistetään lisäksi Ympäristöministeriön asetustasoisella säädöksellä ilmastaselvityksen ja siihen liittyvän raja-arvo-ohjauksen avulla. Ilmastaselvitys on rakennusluvan edellyttämä asiakirja, joka tuo avoimuutta rakennushankkeen ympäristövaikutuksiin. Raja-arvot puolestaan asettavat selkeät enimmäispäästöt rakennuksen elinkaaren aikaisille ilmastovaikutuksille.

Uusille rakennuksille tehtävän ilmastaselvityksen tavoitteena on arvioida rakentamisen kasvihuonekaasupäästöjä hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen kautta. Selvityksen tulee kattaa rakennuksen koko elinkaari, ja sen laadinnassa on käytettävä Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmää [6]. Laskennassa voidaan hyödyntää kansallista päästötietokantaa (<https://co2data.fi/rakentaminen/>) sekä sen antamia valmiita taulukkoarvoja tai muita menetelmän mukaisia ympäristötietoja, kuten rakennustuotteiden ympäristöselosteita.

Lainsäädännön uudistuksessa vähähiilisuuden arviointi rajattiin koskemaan uudisrakentamista. Korjausrakentaminen sekä pientalot jäivät vähähiilisuuden raja-arvo-ohjauksen ulkopuolelle. Purkutyöt luetaan rakennustöiksi, vaikka ne eroavat uudisrakentamisesta. Purkuhanke kattaa purkutarpeen määrittelyn, suunnittelun, purkutyöt ja purkujätteen käsittelyn [7]. Rakentamislain 38 §:n mukaan rakennuksen elinkaareen kuuluu myös purkaminen, jonka vähähiilisyyttä tulee arvioida osana uudisrakentamisen kokonaisprosessia. Mikäli purettavan rakennuksen tilalle nousee uusi rakennus, purkukohde tulee huomioida osana myös uudiskohteen elinkaarta ja vähähiilisuuden arviointia.

Vaikka ilmastaselvitys on alkuvaiheessa suunnattu erityisesti suurille uudisrakennushankkeille, on todennäköistä, että sen soveltamisalue laajenee ajan myötä myös pienempiin rakennuskohteisiin ja korjausrakentamiseen. Arviointitapaa voidaan tulevaisuudessa hyödyntää vapaaehtoisesti myös laajoissa peruskorjausprojekteissa. Mikäli selvitysvelvoite laajenee koskemaan esimerkiksi erillisiä pientaloja tai korjauskohteita, se voi edellyttää uusien laskenta- ja raportointivälineiden käyttöön-ottoa sekä lisäkoulutustarvetta suunnittelijoille, rakennusvalvonnalle ja rakennushankkeiden tilaajille [8].

Vähähiilinen purkaminen tarkoittaa purkutoimien toteuttamista ympäristövaikutukset minimoiden hyödyntämällä uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja materiaalihokkuutta [9]. Keskeiset periaatteet liittyvät rakennusmateriaalien uudelleenkäytön ja kierrätyksen maksimointiin sekä purkuprosessien energiatehokkuuteen. Purkuprosessi voi sisältää mekaanista purkamista, jossa käytetään raskasta kalustoa, sekä manuaalista purkamista, jossa materiaalit erotellaan huolellisesti uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten. Vähähiilisen purkamisen tavoitteena on minimoida syntyvä jäte ja hyödyntää materiaalit mahdollisimman tehokkaasti uudisrakentamisessa tai muussa käytössä. Uudelleenkäytettävien rakennusosien hiilijalanjälki määritellään nollassa, mikä kannustaa purkumateriaalien hyödyntämiseen uudisrakentamisessa, erityisesti raja-arvo-ohjauksen vähitellen tiukentuessa tulevien vuosien aikana [10].

Rakentamislainsäädännön uudistukset tuovat uusia velvoitteita ja mahdollisuuksia purkuhankkeisiin, mikä edellyttää teknisiä innovaatioita ja toimialan yhteistyötä. Rakentamissektorin ilmastopäästöjen arvioinnin kannalta on olennaista, että purku-urakoiden hiilijalanjäljen laskenta on mahdollisimman tarkkaa ja yhdenmukaista. Rakentamislaki ei velvoita laskemaan purkuvaiheen hiilikädenjälkeä, mutta tämän huomioiminen esimerkiksi kilpailutuksessa voi parantaa hankkeen ilmastovaikutuksia. Tulevaisuudessa purku-urakoiden kilpailutuksessa toivottavasti korostuukin niiden kyky tukea vähähiilisen rakentamisen tavoitteita ja mahdollistaa rakennusmateriaalien tehokas kierrätys ja uudelleenkäyttö.

3.2 Elinkaariarviointi ja hiilijalanjälki

Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) on keskeinen menetelmä rakentamislain vähähiilisyysarvioinnissa, sillä se mahdollistaa rakennuksen koko elinkaaren aikaisten ilmastovaikutusten tarkastelun. Suomessa rakennusten vähähiilisyysarviointi perustuu ympäristöministeriön kehittämään laskentamenetelmään, joka ohjaa alan toimijoita kohti vähäpäästöisempää rakentamista.

Rakennuksen elinkaari jaetaan vaiheisiin: materiaalien valmistus ja rakentaminen (vaihe A), käyttövaihe (vaihe B) sekä elinkaaren päättymisen eli purku ja jätehuolto (vaihe C), johon purku-urakoiden hiilijalanjälki kuuluu. Lisäksi arvioinnissa huomioidaan rakennusosien uudelleenkäyttö ja kierrätys (vaihe D), mikä mahdollistaa elinkaaren ulkopuolisten hyötyjen ja haittojen tunnistamisen eli hiilikädenjäljen laskennan.

Purku-urakoiden kannalta erityisesti C- ja D-vaiheet ovat olennaisia, sillä ne määrittävät, kuinka paljon rakennuksen purkamisesta aiheutuu päästöjä (C-vaihe) ja kuinka paljon uudelleenkäytöllä ja kierrätyksellä voidaan saavuttaa päästövähennyksiä (D-vaihe). Erityisesti hiilikädenjäljen kannalta vaihe D on merkittävä, sillä se tuo esiin rakennuksen materiaalien potentiaalin jatkokäyttöön ja vähähiilisyysedistämiseen.

Rakennuksen hiilijalanjälki ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{a}$) koostuu ensisijaisesti kantavien rakenteiden, täydentävien rakennusosien sekä talotekniikan pääkomponenttien aiheuttamista päästöistä. Lisäksi rakennuspaikan ilmastovaikutukset arvioidaan erikseen, sisältäen sekä hiilijalanjäljen että hiilikädenjäljen laskennan. Rakennuspaikalle ei kuitenkaan ole asetettu raja-arvovaatimuksia.

Rakennuksen elinkaaren loppuvaiheen hiilijalanjälki (C-vaihe) muodostuu useista osatekijöistä, joista ensimmäinen on purkaminen (C1). Tässä vaiheessa syntyvät päästöt johtuvat työmaalla käytettävien koneiden, laitteiden ja kuljetusten polttoainekulutuksesta. Lisäksi rakennusosien ja materiaalien purkamiseen liittyvät prosessit, kuten mekaaninen purkaminen, leikkaaminen ja murskaaminen, tuottavat merkittävästi päästöjä. Purkumenetelmillä on suuri vaikutus päästöjen määrään: hallittu purkaminen (selective demolition) ja ehjänä irrottaminen ovat ympäristön kannalta edullisempi vaihtoehto verrattuna perinteiseen mekaaniseen purkuun, jossa menetetään mahdollisuuksia materiaalien tarkempaan erotteluun sekä kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön. Hiilikädenjäljen näkökulmasta erityisesti kantavien rakenteiden, suurien betoni- ja teräsosien ehjänä purkaminen ja uudelleen käyttöön ohjaaminen toisivat merkittäviä päästövähennyksiä uudiskohteille.

Toinen merkittävä päästöjen lähde on kuljetukset (C2). Purkumateriaalien siirto aiheuttaa päästöjä, erityisesti jätteiden sekä uudelleenkäyttöön tai kierrätykseen menevien materiaalien kuljetuksessa. Kuljetusmatkojen optimointi voi kuitenkin vähentää hiilijalanjälkeä merkittävästi, sillä pitkät kuljetusmatkat lisäävät polttoaineen kulutusta ja siitä syntyviä päästöjä. Rakennuksen purkua suunniteltaessa logistiikka sekä uudelleenkäytettävien rakennusosien varastointimahdollisuudet tai jälleenmyynti tulisi kartoittaa hyvissä ajoin ennen varsinaisen purku-urakan aloittamista. Uudelleenkäyttöä ja kierrätystä tukevan logistiikan suunnittelun näkökulmasta verkostomainen työskentely eri yritysten kesken jo purkukartotus- ja kilpailutusvaiheessa mahdollistaisi kuljetuksesta syntyvien päästöjen pienentämisen.

Kolmas osatekijä on jätteenkäsittely (C3), joka sisältää purkumateriaalien lajittelun ja käsittelyn kierrätystä varten. Jätteenkäsittelyssä kierrätykseen päätyviä materiaaleja, kuten betonia ja terästä, on usein esikäsiteltävä ennen uudelleenkäyttöä. Esimerkiksi betonin murskaaminen ja teräksen puhdistaminen ovat tyypillisiä prosesseja, joista aiheutuu lisäpäästöjä. Lisäksi vaarallisten jätteiden, kuten asbestin tai raskasmetalleja sisältävien aineiden käsittely, tuo omat ympäristöhaasteensa ja kasvattaa C3-vaiheen päästöjä. Purkutyömaalla suoritettu mahdollisimman tarkka jätteiden lajittelu sekä työskentelytavat voivat edistää mahdollisimman hyvin kierrätettävän materiaalin saapumista jätteenkäsittelyyn. Tarkka lajittelu myös mahdollistaa purkumateriaalin ja rakennusjätteen selvitystietojärjestelmä Rapuun SIIRTO-asiakirjoilla raportoitavien materiaalien määrien tarkkuuden.

Viimeinen vaihe on loppusijoitus (C4), jossa materiaalit, joita ei voida kierrättää, päätyvät kaatopaikalle tai polttoon. Tämä lisää merkittävästi hiilidioksidipäästöjä, sillä esimerkiksi muovin ja eristeiden polttaminen vapauttaa suuria määriä hiilidioksidia ilmakehään. Betonijätteen kaatopaikkasijoitus sen sijaan aiheuttaa vähemmän päästöjä kuin monien muiden rakennusmateriaalien loppukäsittely. Uudelleenkäytön näkökulmasta esimerkiksi, jos 50 % rakennuksen betonista voidaan murskata ja käyttää tienrakennuksen täytemateriaalina, voidaan vähentää merkittävä määrä hiilidioksidipäästöjä verrattuna neitseellisten maa-ainesten käyttöön. Elinkaariarvioinnin mukainen tarkastelu osoittaa, kuinka rakennuksen elinkaaren loppuvaiheessa tehdyillä valinnoilla voidaan pienentää merkittävästi rakentamisen ilmasto-vaikutuksia. Kaiken purkujätteen hävittäminen kasvattaa kokonaispäästöjä, minkä vuoksi kiertotalouden edistäminen ja kierrätysmahdollisuuksien maksimointi ovat avainasemassa C4-vaiheen päästöjen vähentämisessä.

3.3 Hiilivaikutuslaskelmien esikonsepti ja Matterport-kuvaukset

Purkuhankkeiden suunnittelussa ja toteutuksessa keskeistä on tietopohjainen päätöksenteko, joka edellyttää tarkkaa tietoa purettavien rakennusten materiaaleista ja niiden uudelleenkäyttömahdollisuuksista. Tässä yhteydessä hankkeessa testattiin **Matterport-teknologialla 3D-kuvauksien** hyödyntämistä osana Savonkadun oppilaitoksen purkukartoitusta. Matterport-kuvaukset osana muuta digitaalista mallintamista sekä ennen purkamista tehtävää inventaariota voivat tarjota realistisen mallinnuksen rakennuksen nykytilasta. Kamera on suunniteltu tallentamaan ympäristöstä kolmiulotteisia kuvia ja tietoja, joita voidaan hyödyntää tarkkojen ja realististen virtuaalikierrosten sekä 3D-mallien luomisessa. Matterport-mallin hyötynä uudelleenkäytettävät materiaalit voitaisiin saada kohteesta talteen mahdollisimman tehokkaasti [11].

Hankkeen Savonkadun pilottikohteesta laskettiin purkukartoituksen pohjalta myös purkamisen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki uuden rakentamislain ohjeistusten mukaisesti. Laskentaa testattiin myös lataamalla CO2data.fi-tietokanta laskijan koneelle ja hyödyntämällä PowerBI-sovellusta tietojen haussa ja laskennan visualisoinnissa. Power BI:n käyttö purkukartoituksen tukena mahdollistaa erilaisten materiaaliveikkojen ja purkumenetelmien nopean vertailun ilmastovaikutusten näkökulmasta ilman, että arvoja etsitään tietokannasta yksi kerrallaan. Esimerkiksi vertailujen ja vaihtoehtojen tekeminen helpottuu tilanteissa, joissa käytössä ei ole varsinaista ohjelmistosovellusta.



Savonkadun oppilaitos, Matterport 360-kuva katseluohjelmalla.

Power BI -pohjaisen laskennan käyttö voisi olla hyödyllistä nimenomaan purkamisen erilaisten vähähiilisyiden tavoitearvojen ja skenaarioiden laskennassa eli tilanteissa, joissa ei välttämättä ole tarvetta ryhtyä laskemaan uudiskohteen hiilijalanjälkeä varsinaisilla laskentaohjelmistoilla.

Purkamisen hiilijalan- ja -kädenjäljen laskemista on selostettu tarkemmin Digipurku-hankkeessa syntyneessä oppaassa.

3.4 Yhteiskehittämistä työpajojen sekä haastattelujen kautta

Pk-yrityksiä kutsuttiin mukaan prosessiin, joka tähtää purkumateriaalien tehokkaampaan hyödyntämiseen sekä kiertotalouden ja vähähiilisyiden edistämiseen purku-urakoissa. Pk-yritysten osallistaminen prosessiin on keskeistä, sillä ne muodostavat merkittävän osan rakennusalan toimijoista ja voivat tuoda innovatiivisia ratkaisuja materiaalien uudelleenkäyttöön.

Syklin hankeosuudessa järjestettiin kaksi työpajaa, joista ensimmäisessä 9.2.2024 keskityttiin tietomallien hyötyihin purkamisessa ja vähähiilisyiden edistämisessä:

1. Millaista hyötyä tietomalleista näyttäisi olevan purkamisen eri vaiheissa. Purku-urakan laajuuden (kokonaisvaltaisuuden) arvioinnissa, hankinnassa (kilpailuttamisessa), tarjousten laadinnassa, itse työn suorittamisessa, purkuosien uudelleenkäyttöä valmisteltaessa?
2. Voisiko malleista olla apua vähähiilisyiden arvioinnissa, materiaali-selosteiden laadinnassa, purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitysten laadinnassa?
3. Onko oletettavaa, että kierrätysosien uudelleenkäytön edistäminen nostaa purku-urakoiden hintaa? Mistä mahdollinen hinnannousu erityisesti johtuu, mitä suuruusluokkaa se voisi olla?

Alustusten jälkeinen keskustelu keskittyi lähinnä siihen, onko esim. BIM-mallista saatava hyöty riittävän arvokasta suhteessa aiheutuviin kustannuksiin. Yksityiskohtaisempaa keskustelua käytiin mm. siitä, millaisissa tehtävissä, rooleissa ja työvaiheissa malleista on hyötyä. Keiden kaikkien kannattaisi siis osallistua mallien hyödyntämiseen ja niistä aiheutuvien kustannusten jakamiseen. Kovin kattavaa vastausta ei työpajassa tähän saatu, mutta yksimielisyyttä tuntui olevan kuitenkin siitä, että toisiinsa kevyempi suuntaa antava mallinnus (Matterport) voi olla riittävän hyödyllinen.

Toiseksi keskustelunaiheeksi työpajassa nousi ehjänä purkaminen (ehjänä irrottaminen). Tämä keskustelu pohjautui varsin pitkälle keskusteluun tietomallien hyödyntämisestä, jossa ehjänä irrottamisen lisäämisen nähtiin olevan yksi tietomallien hyödyistä. Ehjänä irrottamiseen liittyen nähtiin liittyvän myös paljon avoimia kysymyksiä. Yksimielisesti sen todettiin lisäävän purkamisen kustannuksia, mm. uusien työvaiheiden kautta. Lopulta keskeiseksi kysymykseksi nousi se, onko kenelläkään ehjänä irrottamiseen intressiä, jos varmuutta ei ole siitä, että näin irrotetuille osille on menekkiä.

Rakentamislain vähähiilisyyden uudistuksiin liittyen järjestettiin tunnin webinaari 17.12.2024, joka osaltaan jatkoi helmikuussa 2024 järjestetyn työpajan teemoja. Keskustelemaan webinaarin varsin myöhäiseen ajankohtaan hankekalenterissa vaikutti se, että rakentamislain korjaussarjan myötä uudenmuotoinen rakentamislaki hyväksyttiin eduskunnassa vasta 19.12.2024 ja osa vähähiilisyyteen liittyvistä asetuksista tulee voimaan vasta vuoden 2026 alusta (kuten raja-arvo-ohjaukseen liittyvät Ympäristöministeriön asetukset, jotka ovat edelleen valmistelussa). Webinaarissa käsiteltiin rakentamislain vähähiilisyyttä, elinkaariohjausta käsittelevien säännösten uudistumista sekä Syklin työn alla ollutta opasta purkamisen vähähiilisyyden arviointiin.

Opasmuotoinen raportti purku-urakoiden toteuttamiseen siten, että rakennusten vähähiilisyyden arviointi voidaan suorittaa, valmistuu hankkeen tuloksena huhtikuun 2025 aikana. Opas sisältää vähähiilisyyden laskentaesimerkin Savonkadun purkukohteen osalta sekä tarkempaa arviointia rakentamislain uudistuksen vaikutuksista purkamiseen ja purku-urakoiden suunnitteluun. Yhteiskehittäminen oppaan sekä vähähiilisyyden toimintamallien osalta jatkuu vielä hankkeen loppuun asti pk-yritysten kanssa haastattelujen myötä. Haastattelujen myötä kerätään palautetta purkamisen vähähiilisyyden oppaasta sekä rakennus- ja purkualanyrityksiltä kokemuksia digitaalisten työkalujen ja hiilijalanjälki ja/tai -kädenjälkilaskelmien hyödyntämisestä osana heidän toimintaansa.

3.5 Digitaalisuuden hyödyt vähähiilisyyden arvioinnissa

Digitaalisten työkalujen, kuten 3D-mallinnuksen ja materiaalitietokantojen, hyödyntäminen tehostaa purkus suunnittelua. Laadukas purkukartoitus ja purkumateriaalien taloudellisten mahdollisuuksien tunnistaminen ovat olennaisia purkuprosessin vähähiilisyyden edistämässä. Rakennuksen tietomallinnus (BIM) tarjoaa merkittäviä etuja purku-urakoiden suunnittelussa ja toteutuksessa, erityisesti pyrittäessä pienentämään hiilijalanjälkeä. BIM-mallin avulla voidaan tunnistaa ja erotella ne rakennusosat, jotka soveltuvat uudelleen käyttöön. Tämän jälkeen näiden osien ympäristövaikutuksia voidaan vertailla CO2data.fi-tietokannan tarjoamiin uusien rakennusosien päästötietoihin, mikä mahdollistaa mahdollisten päästövähennysten arvioinnin [12].

CO2data.fi on Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämä avoin ja maksuton palvelu, joka koostuu talonrakentamisen ja infrarakentamisen päästötietokannoista. Se tarjoaa kattavaa tietoa Suomessa käytössä olevien rakennustuotteiden sekä rakentamisen prosessien ja palveluiden keskimääräisistä päästötiedoista. Infrarakentamisen osalta CO2data.fi-palveluun sisältyvä Infrarakentamisen päästötietokanta tarjoaa lisäksi tietoa yli tuhannesta infrarakentamisen tuotteesta ja palvelusta. Tämä mahdollistaa tarkemman päästöarvioinnin myös purkutyömailla, joissa käsitellään laajoja maa- ja pohjarakenteita.

BIM-mallinnuksen ja CO2data.fi-tietokannan yhdistäminen mahdollistaa kolme keskeistä toimenpidettä purkuhankkeissa:

1. Rakennusosien tunnistaminen. BIM-mallista voidaan paikantaa ja merkitä ne osat, jotka ovat teknisesti ja rakenteellisesti soveltuvia uudelleenkäyttöön. Näin voidaan varsin yksityiskohtaisesti arvioida erityisesti muodostuvaa hiilikädenjälkeä.
2. Päästötietojen vertailu. Uudelleenkäytettävien osien päästötietoja verrataan CO2data.fi-tietokannan vastaaviin uusiin rakennusosiin. Tämä auttaa arvioimaan uudelleenkäytön potentiaalisia päästövähennyksiä
3. Tietopohjainen päätöksenteon tukeminen. Saatua tietoa tukee purku-urakoiden suunnittelua ja kilpailutusta sekä mahdollistaa ympäristöystävällisempien ja vähähiilisempien purkumenetelmien valinnan.

Digitaalisuuden avulla arkkitehti voi hyödyntää BIM-mallia ja osista saatavaa tietoa uuden kohteen suunnittelussa. Hän voi huomioda CO2-päästöjen vähenemisen mahdollisuuden rakennusosien uudelleenkäytöllä. Myös muita keinoja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen voidaan käyttää, kuten vähähiilisen betonin valitseminen tavallisen betonin sijaan.

Ympäristöministeriön asetuksessa (1027/2024) [10] vuodelle 2026 ehdotetut ilmast selvityksen ja rakentamisen raja-arvot vastaavat melko hyvin tämän hetkisen rakentamisen päästöjä eli alkuun vaativia tiukennuksia vähähiilisyiden suhteen ei asetuksessa tehty, vaan vuoden 2026 raja-arvot asettuvat tasolle, jonka rakentaminen Suomessa jo tällä hetkellä alittaa. Asetukseen liitettiin kuitenkin säätelymekanismi tiukentamaan päästöjä tulevaisuudessa, niin että raja-arvoja kiristetään vähitellen, alkuun parin vuoden välein. Lainsäädännön kehittyessä voi rakennuksen CO2 raja-arvo muuttuu tulevaisuudessa nykyistä alemmas, jos säätelymekanismia hyödynnetään.

Vähähiilisen purkamisen edistäminen edellyttää yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Konsortiomallin yleistymisen purku-urakoissa voi parantaa materiaalien uudelleenkäyttöä, mutta tuo myös haasteita työn koordinointiin ja laadunhallintaan. Rakennusalalla tarvittaisiin jatkossa kannustinjärjestelmiä, jotka tukevat vähähiilisiä purkumenetelmiä ja kierrätysmateriaalien käyttöä uudisrakentamisessa jo tämän vuosikymmenen aikana, jos rakentamisen ilmastopäästöjä ja kiertotaloutta halutaan edistää Suomen ja EU:n ilmastopolitiikan tavoitteiden mukaisesti.

3.6 Muuttaako vähähiilisuuden vaatimus purkamisen logiikkaa?

Rakennusten purkamiseen ja purkamisen trendeihin liittyvä uutisointi on mediassa kutakuinkin jokaviikkoista. Uutisoinnissa näytetään keskittyvän aika paljon kysymyksen siitä, miksi nuoria, jopa 90-luvulla rakennettuja rakennuksia, puretaan. Kysymys on oleellinen varsinkin silloin, kun puhumme julkisomisteisista rakennuksista, joiden rahoittamiseen ovat veronmaksajat osallistuneet. Julkisuudessa herää helpposti epäily siitä, että näinkin nuorien rakennusten purkaminen on kiinteistöomaisuuden ja veronmaksajien rahojen tuhlaamista.

Helpposti kuitenkin unohtuu se, että asianmukaisesta kiinteistönpidosta aiheutuu helpposti melkoisia kustannuksia, varsinkin ikääntyvien rakennusten kohdalla. Merkittävimpiä kiinteistöihin (rakennuksiin) liittyviä kulueriä tyypillisesti ovat lämmitys, muut energiakustannukset, kiinteistönhoito (ml. piha-alueiden hoito), pienkorjaukset, jätehuolto, vesilaskut, vakuutukset, kohteen taloushallinto ja verot. Laskut kasvavat erityisen suureksi siinä kohtaa, kun joudutaan tekemään isompia peruskorjauksia, uusimaan esimerkiksi elinkaarensa päähän tulleet laajempia rakenneosia kuten julkisivuja, parvekkeita, kattoja, sisäpintoja, ikkunoita, joskus perustuksiakin jne.

Nämä kysymykset alkavat muodostua oleellisiksi erityisesti niissä tilanteissa, joissa rakennus ei vastaa enää riittävän hyvin alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa, eikä rakennus ole kustannustehokkaasti muunneltavissa muuttuviin tai täysin uusiin käyttötarkoituksiin.

Kiinteistön omistamisessa, joka perustuu vuokratuloon ja/tai arvonnousuun ja ylipäänsä voitontavoitteluun, joudutaan määrittämään tarkastelemaan sitä, kuinka kannattavaa omistajuus taloudellisesti on. Riittävätkö rakennuksesta saatavat tuotot siihen, että niillä voidaan kattaa kiinteistönpidosta aiheutuvat menot? Tämä on keskeinen kysymys ammattimaisessa kiinteistösijoittamisessa. Mikäli omistaminen ei taloudellisessa mielessä näytä enää mielekkäältä, ovat vaihtoehtoina lähinnä kiinteistön myyminen tai sen purkaminen ja uudiskohteen toteuttaminen. Joskus myös laajamittainen korjaaminen voi osoittautua taloudellisesti parhaaksi vaihtoehdoksi. Vastaavasti kaupunkikeskustojen ulkopuolella ja pienissä taajamissa kysymykseen voi usein tulla myös pelkkä purkaminen, ilman suunnitelmaa ja tarkoitusta uudiskohteen toteuttamisesta.

Toimitilakiinteistöjen osalta (toimistot, kaupat, liikerakennukset, teollisuus- ja logistiikkakiinteistöt) purkamiseen johtava päättelyketju perustuu lähtökohtaisesti taloudelliseen analyysiin. Vaikka uuden rakentaminen on kallista – eikä purkamisenkaan ihan halpaa ole – voidaan uudiskohteen toteuttamisen kautta saavuttaa usein parempi taloudellinen asema. Sellaisia esimerkkejä näyttäisi olevan vaikka kuinka paljon, jossa purkamalla ja uudiskohde toteuttamalla saadaan moderneja vaatimuksia vastaava uusi ja energiatehokas kohde, ehkäpä vain kohteen peruskorjauksen hinnalla.

Luonnollisesti on syytä uskoa, että purkamispäätöksen taustalla on sijoittajanäkökulmasta kohteen kassavirtojen maksimointi. Onkin vaikea ajatella toimitilasijoittajaa, joka purkamisen ja uudiskohteen toteuttamisella tavoittelisi taloudellisen tilanteensa heikentämistä.

Edellä on pohdittu sijoittajalähtöisen omistamisen logiikkaa. Kaikesta päätellen samanlainen logiikka ohjaa suuressa määrin myös julkista kiinteistön omistajaa. Harvalla julkisella toimijalla on taloudellisia mahdollisuuksia tai motiiveja olla optimoimatta omia tilaratkaisujaan. Esimerkiksi kuntaomisteisten kiinteistöjen purkaminen näyttäisi tulevan pohjimmiltaan samalla logiikalla arvioitavaksi kuin sijoittajasektorillakin. Mikäli kohde alkaa edellyttää laajempaa peruskorjaamista, on jäänyt tai jäämässä vähemmälle käytölle eikä uutta taloudellisesti kestävää käyttöä ole näköpiirissä, on kohteen myyminen tai purkava uudisrakentaminen myös julkisen sektorin omistajan ensisijaisena vaihtoehtona.

Taloudellisten vaikuttimien lisäksi purkamisen motiiveihin ja mahdollisuuksiin liittyvät luonnollisesti myös historialliset, kulttuuriset ja rakennustaiteelliset arvot, rakennusten suojelu, kaavamääräykset ja niin edelleen. Nämä luovat oman viitekehyksensä purkamisen edellytyksiin ja purkamisluvan saamiseen. Näitä näkökohtia ei tässä yhteydessä käsitellä sen kummemmin, sillä ne ovat rajautuneet Digi-purku-hankkeen fokuksen ulkopuolelle. Sen sijaan tarkasteluun otetaan uuden rakentamislain mukainen vähähiilisyiden näkökulma. Tämä voidaan ja tulisikin käsitellä uutena purkamisen logiikkaa muokkaavana kriteeristönä, jonka voi olettaa vaikuttavan purkamiseen monellakin tapaa.

Kuten edellä on esitetty, ovat purkamiseen liittyvät tarkastelut pääasiallisesti sidoksissa kohteeseen liittyvään kassavirtatarkasteluun. Uuden rakentamislain myötä huomioon on otettava myös vähähiilisyteen liittyvät vaatimukset, joilla näyttää olevan varsin oleellinen yhteys myös kohteen taloustarkasteluun. (On toki todettava, että vähähiilisyyttä tavoittelevia ja toteuttavia kiinteistön omistajia on ollut jo ennen uutta rakentamislakiakin.)

Nyt keskiöön näyttäisi nousevan uudiskohteen käyttötapaluokittainen hiilijalanjäljen raja-arvo. Näistä raja-arvoista on toistaiseksi olemassa valtioneuvoston antama asetuseronnus. On toki mahdollista, että nämä raja-arvot voivat vielä asetuksen antovaiheessa muuttua sallivampaan suuntaan, jolloin jäljempänä esitettävä pohdiskelu pitäisi kirjoittaa uudelleen. Tällainen raja-arvojen helpottaminen ei liene kuitenkaan kovin todennäköistä ja ehkä pikemminkin on syytä kiinnittää huomiota siihen, että tulossa on jo raja-arvojen tiukennus 2028. Asetuseronnoksen mukaisia raja-arvoja on käsitelty tarkemmin julkaisussa ”Purku-urakoiden toteuttaminen siten että vähähiilisyiden arviointi voidaan suorittaa” [13].

Samassa julkaisussa on esimerkinomaisesti arvioitu sitä, kuinka suureksi purkamisen hiilijalanjälki voi muodostua ja miten se tulee huomioida osana uudiskohteen hiilijalanjälkeä. Julkaisussa esitettävän esimerkkilaskelman perusteella näyttää siltä, että jos purettavasta kohteesta uusiokäyttöön ja kierrätykseen ei juurikaan päädy materiaaleja, voi purkamisen hiilijalanjälki muodostua niin isoksi, että se kerryttää raja-arvokertymään 10–15 % ”pohjakuorman”. Tähän päälle tulee sitten laskea vielä uudiskohteen aikana tapahtuva purkaminen. Sen hiilijalanjälki on oletettavasti kuitenkin selvästi pienempi kuin kohteessa olevan vanhan rakennuksen purkaminen. Kyseessä näyttäisi kuitenkin olevan jonkinlainen vähähiilisyshaaste, varsinkin tulossa olevien tiukennusten myötä.

Rakentajan (tai rakennuttajan) vähähiilisyyttä tavoittelevassa keinovalikoimassa on lähinnä kahdenlaisia keinoja. Toisaalta vähähiilisten rakennusmateriaalien – kuten puutuotteiden – käyttö. Toisena pääasiallisena keinona on kierrätysosien ja -materiaalien uudelleenkäyttö. Uudelleenkäytössä merkitystä ei näyttäisi olevan sillä, missä

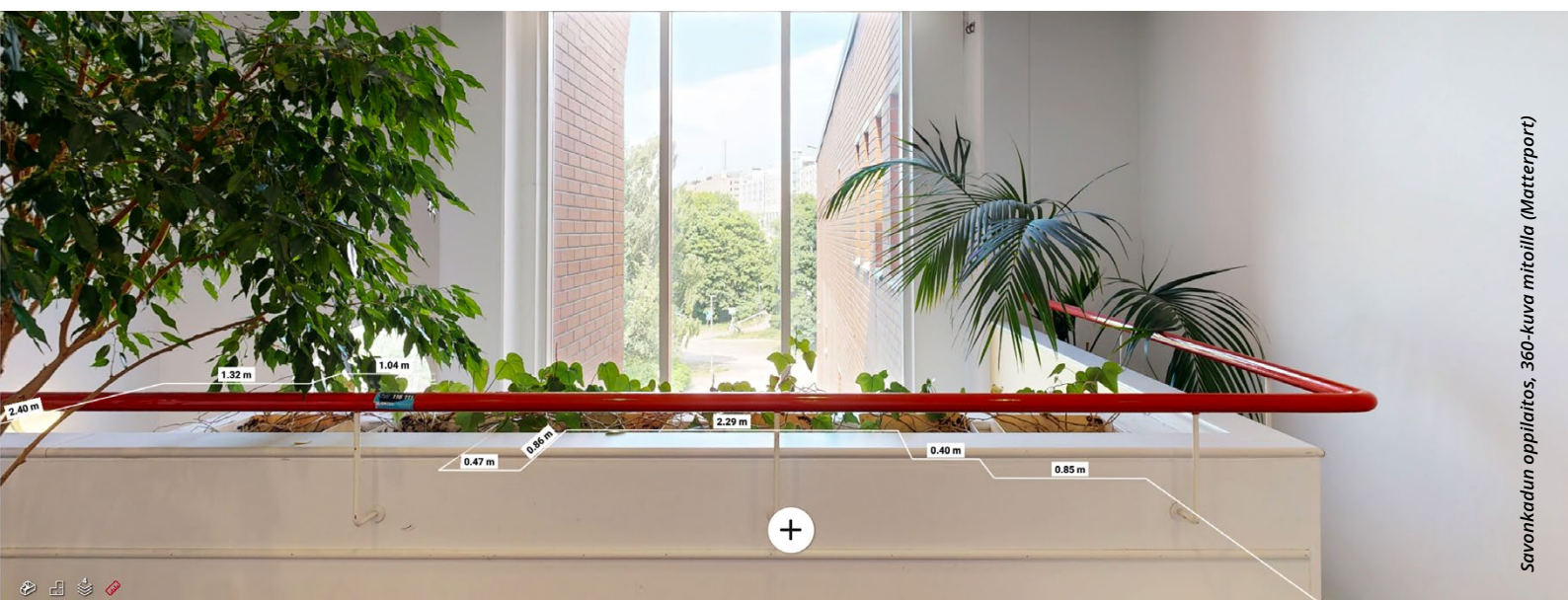
määrin juuri ao. purkukohteen materiaaleja käytetään saman sijainnin uudiskohteessa. Toisin sanoen, uudiskohteen toteuttajan intressissä on kohteen vähähiilinen purkaminen siinäkin tapauksessa, että toteuttajalla itsellään ei olisi erityistä pyrkimystä kierrätysosien uudelleenkäyttöön. Jos purkumateriaali ei esimerkiksi suuremmassa määrin menisi jätteenkäsittelyyn voisi tämä pienentää purkamisen hiilijalanjälkeä huomattavasti ja sitä kautta myös toteutettavan uudiskohteen hiilijalanjälkeä. Näin ollen uudiskohteen toteuttajan intressissä on se, että JOKU löytää purettavan kohteen materiaaleille käyttöä.

On syytä olettaa, että uusi rakentamislaki synnyttää kierrätysosille ja -materiaaleille kysyntää, mutta samalla lainsäädännössä on mekanismi tarjonnan lisäämiseksi.

Kysynnän ja tarjonnan lisäksi tarvitaan myös varsinaisia markkinapaikkoja. Tällaisten markkinapaikkojen täytynee olla myös jossain määrin paikallisia, riippuen mm. materiaali- ja uudelleen käytettävien rakennusosien kuljetus-, varastointi- ja kunnostuskustannustenkin muodostumisesta.

Näyttää siis siltä, että purkamiseen ryhtyvällä on paljon uutta ajateltavaa, erityisesti niissä tilanteissa, joissa tarkoituksena on uudiskohteen toteuttaminen. Kassavirtojen tarkastelu ja optimointi vaatii nyt entistä syvällisempää osaamista ja analyysiä. Näyttää siltä, että rakentamisen kiertotalous ottaa uuden rakentamislain myötä aivan konkreettisia askeleita eteenpäin.

Oma kiinnostava kysymyksensä on se, että vähähiilisuuden raja-arvovaatimukset eivät vielä toistaiseksi koske laajamittaisia korjauksia, vaikka sekin oli rakentamislain uudistuksessa alun perin tavoitteena. Onko nyt mahdollista se, että laajamittaisista korjauksista tulee aiempaa houkuttelevampi vaihtoehto, kun vähähiilisuuden vaatimus raja-arvoineen ei tällaisia isompia perusparannuksia koske? Voiko tämä johtaa kehitykseen, jossa purkamisen sijaan peruskorjaaminen muodostuu aiempaa houkuttelevammaksi vaihtoehdoksi?





4. Hankintamenetelmien kehitys ja purkuhankintaratkaisu

Yksi Digipurku-hankeen työpaketeista keskittyi hankintamenetelmän ja purkuhankintaratkaisun kehittämiseen (HAMK:n vetovastuu) sekä siihen kysymykseen, mitä hyötyjä purkukohteesta tehtävästä BIM-mallista olisi purkuhankkeen eri osapuolille (GNF). Näistä kerrotaan vastaavasti seuraavissa luvuissa 4.1–4.3 ja luvussa 4.4.

4.1 Nykyiset käytännöt, haasteet ja mahdolliset parannukset

Suomessa julkiset hankinnat tehdään kansallisen hankintalainsäädännön ja Euroopan unionin hankintadirektiivien mukaisesti (Työ- ja elinkeinoministeriö, päiväämätön). EU toteuttaa muutoksia, jotka edistävät kestävyttä ja kiertotalouskäytäntöjä jopa rakennusten purkamisessa. Muutoksiin kuuluu suuntaviivoja ja säännöksiä, joissa kestävyys, työntekijöiden ja kansalaisten turvallisuus sekä ympäristönsuojelu on asetettu etusijalle. Näitä ovat esimerkiksi jätepuitedirektiivi, rakennus- ja purkujätteen käsittely- ja kierrätysmalli ja erilaiset kansalliset säädökset [14–19].

4.1.1 Nykyiset käytännöt

Rakennusten purkamisen hankintaprosessien yhteenveto

Suomessa rakennusten purku-urakoitsijat valitaan kattavan arviointiprosessin avulla, millä varmistetaan urakoitsijoiden pätevyys, luotettavuus ja kyky vastata hankkeen erityisiin vaatimuksiin. Hilma-verkkosivusto toimii Suomen keskitettynä julkisten hankintailmoitusten alustana [20]. Julkiset hankintamenettelyt toteutetaan kansallisen hankintalainsäädännön ja Euroopan unionin hankintadirektiivien mukaisesti (Työ- ja elinkeinoministeriö, päiväämätön), ja julkiset hankinnat tehdään joko taloudellisesti edullisimman tarjouksen tai halvimman hinnan perusteella.

Hilma-verkkosivustolla (<https://www.hankintailmoitukset.fi/>) oli 2. joulukuuta 2024 75 purkamiseen liittyvää tarjouskilpailuasiakirjaa ("purku") Helmikuun 6. päivänä 2025 verkkosivustolla oli 60 tällaista tarjouskilpailua. Molempina päivinä tarjousten arviointi perustui taloudellisesti edullisinta tarjousta etsivään lähestymistapaan, jossa otettiin huomioon sekä hinta- että laatutekijät.

Tarjousten yhteiset vaatimukset ovat seuraavat: Tekninen asiantuntemus: tarjoajien edellytettiin osoittavan kokemuksensa vastaavan kokoisista ja yhtä monimutkaisista purkuhankkeista; Turvallisuuden vaatimustenmukaisuus eli työterveys- ja turvallisuusvaatimusten noudattaminen turvallisuussuunnitelmien toimitus mukaan lukien, Hankkeen aikataulu, josta on käytävä ilmi tarjoajan kyky saattaa purku päätökseen määräajassa ja Rahoitusvakuus, joka tarkoittaa todisteita taloudellisesta vakavaraisuudesta ja kyvystä toteuttaa hanke.

Vaatimuksista tärkeimmät olivat Kokemus ja Suosittelijat, millä tarkoitetaan todistettua näyttöä ja suosittelijoita aiemmista purkuhankkeista, Resurssien saatavuus, mihin kuuluu tarvittavien laitteiden ja pätevän henkilöstön saatavuus, sekä Säädösten noudattaminen, mikä tarkoittaa paikallisten ja kansallisten säädösten noudattamista ja muun muassa tarvittavien lupien hankkimista.

Nykyisten käytäntöjen yhteensopivuus kestävyyspolitiikkojen ja -säännösten kanssa

Purkutöihin liittyvistä 75 tarjouskilpailuasiakirjasta 12 tarjouspyynnössä esitettiin selviä kestävyysvaatimuksia, kun taas 60 tarjouspyyntöasiakirjasta vain kuudessa oli tällaisia vaatimuksia. Kestävyys tunnistettiin ympäristönsuojeluun, jätehuoltoon ja kiertotalouden käytäntöihin liittyvissä vaatimuksissa. Jätehuollon osalta tarjoajien oli toimitettava yksityiskohtaiset suunnitelmat purkujätteen erottelu-, kierrätys- ja loppusijoitusmenetelmistä painottaen kaatopaikkojen käytön minimointia ja materiaalien talteen oton maksimoimista koskevien suunnitelmien toimittamista. Muutamissa tarjouskilpailuasiakirjoissa vaadittiin osoittamaan sitoutuminen vähintään 70-prosenttiseen materiaalien talteen ottoon kierrätyksen avulla ja siihen, että talteen otettuja materiaaleja käytetään uudelleen tulevilla rakennushankkeissa. Myös yksityiskohtaiset suunnitelmat vaarallisten materiaalien käsittelystä ympäristömääräysten mukaisesti olivat yleisiä. Todiste sertifiointista – esimerkiksi ISO 14001 – mistä käy ilmi tarve osoittaa pätevyys ilmastoasioiden hallinnassa ja varmistaa ympäristöstandardien noudattaminen. Lisäksi materiaalien talteenotto- ja uudelleenkäyttöstrategioiden tarjoamista koskeva vaatimus oli osoitus siitä, että kiertotalouskäytäntöjä tarvitaan.

Muita harvinaisempia mutta näkyviä kestävyysvaatimuksia olivat Päästövähennysstrategiat, joissa purkutoiminnan hiilijalanjälkeä kannustettiin pienentämään ottamalla käyttöön vähäpäästöisiä koneita ja ajoneuvoja, sekä Kestävät työtavat, millä tarkoitetaan melua, pölyä ja muita ympäristöhäiriöitä vähentävien menetelmien käyttöönottoa koskevia vaatimuksia.

Tarjoajien parhaiten noudattamat sääntelykehykset olivat Suomen rakentamismääräyskokoelma, joka sisältää kattavat rakennus- ja purkukäytäntöjä koskevat suuntaviivat, joiden avulla varmistetaan turvallisuus, terveys ja ympäristön suojelu. Niihin kuuluvat purkutoiminnan rakenteellista turvallisuutta, paloturvallisuutta ja energiatehokkuutta koskevien standardien noudattaminen; ympäristönsuojelulaki 527/2014, jonka tavoitteena on ehkäistä ympäristön pilaantumista ja edistää luonnonvarojen

kestävää käyttöä; jätelaki 646/2011 ja EU:n jätepuitedirektiivi 2008/98/EY, joissa säädetään ympäristön ja ihmisten terveyttä suojelevista toimenpiteistä sääntelemällä jätehuoltoa kierrätyksen edistämiseksi ja kaatopaikkojen käytön vähentämiseksi sekä jätteiden syntymisen ja niiden haittavaikutusten estämiseksi tai vähentämiseksi. Tämä laki ohjaa sellaisten jätehuoltosuunnitelmien täytäntöönpanoa, joissa etusijalla ovat jätehierarkian periaatteet: ennaltaehkäisy, uudelleenkäyttö, kierrätys ja hyödyntäminen. Tavanomaisen rakennus- ja purkujätteen hyödyntäminen vähintään 70-prosenttisesti liittyy tähän direktiiviin; työturvallisuuslaki (738/2002), jolla varmistetaan työntekijöiden turvallisuus ja terveys työpaikalla. Vaatimuksia olivat riskien arviointi, turvallisuuskoulutuksen järjestäminen ja purkuonnettomuuksia ehkäisevien toimenpiteiden toteuttaminen; maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, joka ohjaa maankäytön suunnittelua ja rakentamista. Tämä kattoi tarvittavien lupien hankkimisen ja sen varmistamisen, että purkutoimet ovat paikallisten maankäyttösuunnitelmien ja rakennusmääräysten mukaisia; sekä Asbestin poistoa koskevat säännökset, millä tarkoitetaan asbestia sisältävien materiaalien turvallista poistamista ja hävittämistä koskevia erityismääräyksiä.

Kestävyysepisteytysjärjestelmiä joulukuussa hyödyntävien tarjouskilpailujen tarkemat tiedot:

1. "Vanhankaupungin koulun purku-urakka", jossa kestävyystekijät muodostavat 20 % kokonaisarvioinnin pisteistä ja jossa arvioidaan jätehuoltosuunnitelmia ja päästövähennysstrategioita.
2. "Kunnantalon purkaminen ja materiaalien uudelleenkäyttö", jossa ympäristövaikutustoimenpiteet muodostavat 25 prosenttia kokonaispistemäärästä ja jossa keskitytään materiaalien talteenottoon ja kierrätysaloihin.
3. "Toimistorakennuksen purku-urakka ympäristövaatimuksin", jossa kestävyyskriteerit muodostavat 30 % kokonaisarviointista ja jossa korostetaan hiilijalanjäljen pienentämistä ja jätteiden minimoimista.
4. "Kauppakeskuksen purkutyöt ympäristöohjeistuksella", jossa ympäristönäkökohtien osuus arvioinnin pisteistä on 15 % jätteiden lajittelu- ja kierrätyskäytännöt mukaan lukien.
5. "Vanhan tehdasrakennuksen purku-urakka", jossa kestävyysnäkökohtien osuus kokonaispistemäärästä on 20 % ja jossa keskitytään ympäristövaikutusten arviointiin ja jätehuoltosuunnitelmiin.

Kestävyysepisteytysjärjestelmän lisäarviointi osoitti, että noin viidessä tarjouskilpailussa kahdestatoista ja neljässä tarjouskilpailussa kuudesta oli pisteytysjärjestelmä, jossa kestävyystekijät vaikuttivat kokonaisarviointiin. Näissä tapauksissa oli käytetty painotettuja kriteerejä ja vähimmäiskynnyksiä. Painotetuissa kriteereissä jätehuollon tehokkuuden ja päästöjen vähentämistoimien kaltaisille kestävyysnäkökohdille annettiin erityisiä painotuksia (esim. 20 prosenttia kokonaispistemäärästä), ja arviointi perustuisi tarjoajien ehdottamiin kestävyyskäytäntöihin. Vähimmäiskynnyksillä tarkoitetaan sitä, että osassa tarjouskilpailuja oli asetettu kestävyttä koskevat vähimmäisvaatimukset, joiden piti täytyä, jotta tarjous voitaisiin katsoa vaatimusten mukaiseksi. Jos näitä kynnysarvoja ei saavuteta, tarjous saatetaan hylätä.

Analyysissä todettiin, että vain pieni osa (18 tarjouskilpailua 135:stä) julkisten hankintojen verkkosivustolla esitetyistä tarjouskilpailuista korosti kestävyysnäkökohtia, ja

vain osajoukossa (10) näille kriteereille annettiin erityisiä arviointipainotuksia. Tulokset osoittavat, että kestävyys ei ole vielä vakiokäytäntö purkuhankinnoissa, mikä edellyttää lisätoimia. Koska purkaminen on tutkimusten perusteella merkittävä hiilipäästöjen lähde [18, 19, 21, 22] ja Suomi on asettanut kunnianhimoisen tavoitteen hiilineutraaliuden saavuttamisesta vuoteen 2035 mennessä, on selvää, että yksityiskohtaisten kestävyysarviointien – kestävyyskriteerit mukaan lukien – olisi oltava osa tarjouskilpailuja, jotta voidaan priorisoida vähähiilisiä purkumenetelmiä käyttäviä urakoitsijoita.

EU-direktiivit ja kansalliset määräykset

Ympäristöä säästävissä julkisissa hankinnoissa tarjouskilpailun ratkaisukriteerit määritellään sitoumuksiksi toteuttaa palveluita tai urakoita tietyllä tavalla, ja näitä sitoumuksia olisi valvottava/tarkistettava sopimuksen toimeenpanon aikana sopimuksen toimeenpanolausekkeen avulla [16]. Perinteisen taloudellisesti edullisimman tarjouksen perusteella tehtävän ratkaisun lisäksi ympäristöä säästävien julkisten hankintojen tarjouskilpailuissa huomioidaan myös ympäristönäkökohdat.

Ympäristöä säästävät julkiset hankinnat ovat kehittyneet merkittävästi Euroopan unionissa viime vuosikymmeninä. Vaikka käsite luotiin vuonna 2003, jolloin se esiteltiin ensimmäistä kertaa ympäristöä säästäviä julkisia hankintoja koskevien kansallisten toimintasuunnitelmien käyttöönoton yhteydessä, mahdollisuus sisällyttää ympäristökriteerejä hankintamenettelyyn otettiin käyttöön vasta vuonna 2004, ja keskeistä lainsäädäntöä alettiin kehittää vasta vuonna 2008.

EU:n rakennus- ja purkujätteen käsittely- ja kierrätysmalli ja siihen liittyvät suuntaviivat laadittiin sovellettavaksi kaikissa EU-maissa. Niiden tavoitteena on lisätä luottamusta rakentamisen ja purkamisen jätehuoltoprosessiin sekä kierrätettyjen rakennus- ja purkumateriaalien laatuun. Painopiste on seuraavissa asioissa:

- Jätteiden tunnistamisen, syntypaikkalajittelun ja keräämisen parantaminen
- Jätelogistiikan parantaminen
- Jätteenkäsittelyn parantaminen
- Laadunhallinta
- Asianmukaiset toimintaperiaatteet ja puitteet

EU:n ympäristöä säästäviä julkisia hankintoja koskevat kriteerit on julkaistu rakennusten suunnittelua, rakentamista, kunnostamista, purkamista ja hallinnointia varten (europa.eu). EU ehdottaa tasojen käyttöä elinkaariarvioinnin sisällyttämiseksi julkisiin hankintoihin ja EU:n kestävä rahoituksen kehykseen sekä hiilipäästövähennystavoitteiden asettamisen asianmukaisuuden ja hiilidioksidin varastointimahdollisuuksien selvittämistä (Euroopan komissio, 2020).

Nykyinen purkumenettely edellyttää EU:n direktiivien ja kansallisten asetusten noudattamista. Se koostuu purkamista edeltävistä tarkastuksista, suunnittelusta ja luvista, terveys- ja turvallisuustarkastuksista sekä valikoivasta purkamisesta, jätehuoltotarkastuksista ja yleisestä ympäristönsuojelusta, dokumentoinnista ja raportoinnista ja lopulta purkamisen jälkeisestä toimipaikan hallinnasta.

Purkua edeltävä tarkastus

Tarkastukseen kuuluu kaksi suoritettavaa prosessia. Ensimmäinen on arviointivaihe ja toinen inventointivaihe. Arviointitasolla purettava rakennus tarkastetaan perusteellisesti ja pyritään tunnistamaan materiaalit, joita voidaan käyttää uudelleen, kierrättää tai jotka vaativat erityistä käsittelyä vaarallisten aineiden vuoksi (sisämarkkinoiden pääosasto, 2018a). Inventointivaiheessa laaditaan luettelo kaikista materiaaleista, myös vaarallisista aineista, kuten asbestista, lyijystä ja muista myrkyllisistä materiaaleista, jotta niiden poistamista ja hävittämistä turvallisesti voidaan suunnitella.

Suunnittelu ja luvat

Laadittavan purkusuunnitelman on oltava kattava ja yksityiskohtainen. Suunnitelma sisältää purkumenetelmät ja -laitteet, aikataulun, turvallisuustoimenpiteet ja jätehuoltostrategiat. Lisäksi on hankittava pakolliset luvat ja hyväksynät paikallisviranomaisilta. Niihin voi sisältyä ympäristövaikutusten arviointeja ja paikallisten rakennusmääräysten ja -säännösten noudattamista.

Terveys- ja turvallisuustarkastukset

Työntekijöiden ja ympäristön turvallisuutta koskevat käytännöt olisi pantava tiukasti täytäntöön. Tällä voidaan tarkoittaa henkilönsuojaimia, turvallisia toimintatapoja ja hätäsuunnitelmia. Lisäksi olisi toteutettava purkamista edeltävän tarkastuksen aikana havaittujen vaarallisten aineiden turvalliseen poistamiseen ja hävittämiseen liittyvät erityismenettelyt [23].

Valikoiva purku

Yksi EU:n jätepuitedirektiivin tavoitteista on valikoiva purkaminen [15]. Menetelmän avulla otetaan talteen arvokkaita materiaaleja ja komponentteja. Siihen kuuluu myös komponenttien lajittelu paikan päällä sen selvittämiseksi, mitkä materiaalit kierrätetään, käytetään uudelleen tai lähetetään kaatopaikoille jätteen. Näin voidaan varmistaa jätteiden väheneminen. Tämä prosessi mahdollistaa lisäksi vaarallisten aineiden turvallisen käsittelyn.

Jätehuolto

EU:ssa jätehuollolla on kaksi tavoitetta: 1) sen varmistaminen, että jätteet käsitellään ympäristön kannalta järkevällä tavalla, ja 2) jätteiden koko potentiaalin hyödyntäminen kiertotalouden edistämiseksi uudelleenkäytön, kierrätyksen ja käyttötarkoituksen muuttamisen kautta (ympäristöasioiden pääosasto, päiväämätön). Tätä varten EU:n jätepuitedirektiivissä [24] kerrotaan yksityiskohtaisesti, miten jätteitä käsiteltäessä tulisi EU:n alueella menetellä ja jopa vahvistetaan jätehierarkian periaatteet. Esimerkiksi metallien, betonin, tiilien ja puun kaltaiset materiaalit olisi kierrätettävä tai käytettävä uudelleen, kun taas kierrätyskelvottomat materiaalit olisi hävitettävä asianmukaisesti. EU:n rakennus- ja purkujätteen käsittely- ja kierrätysmallissa ja siihen liittyvissä suuntaviivoissa annetaan ohjeita jätteiden tunnistamiseen, syntypaikalajitteluun ja keräämiseen [25] resurssitehokkuuden edistämiseksi. Kaikista jätteenkäsittelymenettelyistä olisi laadittava selkeät asiakirjat ja raportointi.

Ympäristönsuojelu

Purkuprosessin aikana olisi pyrittävä valvomaan pölyn kaltaisia jäämiä, melua ja tärinää, jotta minimoidaan ympäristölle ja lähiympäristöille aiheutuvat vaikutukset. Purkutoimet eivät myöskään saa saastuttaa paikallisia vesilähteitä tai maaperää. Näitä toimenpiteitä on esitetty muun muassa ympäristövaikutusten arvioinneista (EIA) vastaavien elinten sääntelykehyksissä sekä paikallisten viranomaisten antamien purkutoimien hallintaa ja valvontaa koskevien erityisohjeiden ja käytännösääntöjen

puitteissa (ympäristöterveysvirastot, 2008). Siksi tarvitaan suojajärjestelmiä ja erityistä säännöllistä seurantaa.

Dokumentointi ja raportointi

Purkuprosessin tiedot on läpinäkyvyyden ja vastuuvellisuuden varmistamiseksi sekä tulevaa käyttöä varten kirjattava yksityiskohtaisesti mukaan lukien materiaali-määrät, hävittämismenetelmät ja kierrätysasteet. Raportointi tapahtuu asianomais-ten viranomaisten ja vaatimustenmukaisuuselinten [15] määräysten mukaisesti.

Purkutyömaan jälkihallinta

Alue on kunnostettava ja valmistettava tulevaa käyttöä varten. Sen tulee luovutet-taessa olla turvallinen ja valmis tulevaa kehittämistä varten.

4.1.2 Purkuhankintojen merkittävimmät haasteet

Purkutöiden tarjoajien merkittävimmät haasteet, kun hankkeisiin liittyy kestävyysvaatimuksia

Suomessa vuonna 2023 toteutetussa KIELO-hankkeessa selvitettiin purkutyömai-den ympäristövaikutuksia ja esitettiin uusia purkutyömaiden materiaalivirtojen seu-rantaan soveltuvia menetelmiä [26]. Hankkeen yhtenä tavoitteena oli vakiinnuttaa kiertotaloutta edistävät hankintakäytännöt Etelä-Savon julkisten toimijoiden yksi-köissä. Lokakuussa 2024 esittelystä tilannekatsauksesta kävi ilmi, että kehitetyt han-kintakriteerit hylättiin kahdessa hankkeessa korkeiden kustannusten vuoksi, vaikka urakoitsijoille tarjottiin lisäpisteitä [27]. Ensimmäiset kriteerit koskivat asuinraken-nuksen purkamista, jossa urakoitsijan edellytettiin käyttävän materiaaleja kahden muun rakennuksen kunnostamiseen. Toisessa tapauksessa vaadittiin urakoitsijaa löytämään puretun rakennuksen uudelleenkäytettävälle materiaaleille todennetta-vissa oleva uusi käyttötarkoitus. Van den Bergin ym. tutkimuksessa [28] saatiin sel-ville, että elementti voidaan helposti purkaa, jos sille ei ole tunnistettua taloudellista kysyntää. Elementin toimivuutta voidaan hallita siten, että sen ominaisuudet eivät vaarannu, ennen kuin ne integroidaan uuteen rakennukseen.

Tarmigan [29] myöntää, että kestävyystoimenpiteiden toteuttaminen johtaa usein korkeampiin alkukustannuksiin, mikä voi toimia esteenä tarjoajille, jotka ovat huolis-saan budjettirajoituksista. Hän panee myös merkille kestävyysstandardien noudatta-miseen liittyvät tekniset vaikeudet erityisesti kehittyneitä teknologioita edellyttävissä hankkeissa. Myös standardoitujen kestävyyskriteerien puuttuminen sopimuksista ja sen aiheuttama sekaannus ja epä johdonmukaisuus sekä hankkeiden viivästymisen riski ovat haasteita, jotka haittaavat kestävien hankintakäytäntöjen käyttöönottoa. De Souza Dutra ym. [30] ja Namian ym. [31] mainitsevat tutkimuksissaan myös kestä-vyysvaatimusten aiheuttamat hankekustannusten nousut, joiden vuoksi tarjoajien on vaikeaa säilyttää kilpailukykyä. Muita näissä tutkimusasiakirjoissa havaittuja yleisiä esteitä ovat monimutkaiset ja toisinaan ristiriitaiset ympäristösäännökset, jotka voivat aiheuttaa oikeudellisia haasteita, lisätä vaatimustenvastaisuuden riskiä, urakoitsijoi-den tiedon ja tietoisuuden puute kestävä kehityksen käytännöistä, mikä haittaa hei-dän kykyään täyttää kyseiset vaatimukset, riittämätön teknologia ja viivästymisriskit.

Purkujätteen käsittelyn keskeiset haasteet ja mahdolliset ratkaisut

Rakennus- ja purkujäte (CDW) on rakennuksen tai muun kiinteän rakenteen, maa- ja vesirakentamisen sekä muun rakennus- ja purkutoiminnan aikana syntyvää jätettä [32]. Rakennusjätteen kokonaismäärästä noin 10 prosenttia on peräisin rakennuksen rakentamisesta, eli 90 prosenttia on peräisin korjaus- ja purkutöistä. Suomessa rakennus- ja purkujätteet ovat toiseksi yleisin jätetyyppi [32], ja vaikka Suomi oli asettanut tavoitteekseen, että rakennus- ja purkujätteen kierrätysaste olisi 70 prosenttia vuoteen 2020 mennessä [33], tavoitetta ei ole saavutettu. Vuonna 2019 kierrätysaste oli vain 40 prosenttia [32]. Tuoreimmat tilastot osoittavat, että vuonna 2020 rakennus- ja purkujätteen talteenottoaste Suomessa oli 60,8 prosenttia [33]. Talteenottoasteen nousu johtuu kuitenkin siitä, että jotkin kunnat – esimerkiksi Mänttä – saavuttivat tavoitteen [35].

Kansallisessa jätesuunnitelmassa tavoite siirrettiin vuoteen 2027, koska kehitys oli ollut odotettua hitaampaa [33, 35]. Painopiste on edelleen rakennus- ja purkujätteen määrän vähentämisessä sekä rakennus- ja purkujättemateriaalin talteenottoasteen nostamisessa 70 prosenttiin. Lisäksi edellytetään asiaan liittyvien riskien hallintaa sekä rakennus- ja purkujätetilastojen tarkkuuden ja oikeellisuuden parantamista [36].

Tilastokeskuksen mukaan rakennusjätteen kokonaismäärä oli vuonna 2022 pienempi kuin vuonna 2021, mikä osoittaa, että tavoitteen saavuttamisessa on hitaasti edistytty. Määrän pienentyminen voi kuitenkin olla seurausta siitä, että jätemäärät vaihtelevat rakennustoimintaan vaikuttavan yleisen taloustilanteen mukaan.

Taulukko 4.1. Jätteiden synty tyypeittäin rakennusteollisuudessa 2017–2022 [37].

Amount of waste 1000 tons											
	Total	Chemical waste	Metallic waste	Paper and cardboard waste	Wood waste	Animal and vegetal waste	Household and mixed waste	Sludges	Mineral waste	Other waste	Of which hazardous waste
NACE F Construction (41–43)											
2017	14,727	0	164	0	193	1	7	0	14,330	31	139
2018	15,715	3	170	0	401	1	1	2	15,101	35	253
2019	13,667	0	1	0	381	1	20	0	13,239	26	287
2020	13,689	0	217	0	273	1	9	721	12,453	16	314
2021	13,054	0	264	1	295	0	14	57	12,386	36	224
2022	10,675	0	18	0	248	0	7	0	10,261	140	153

Vuonna 2022 syntyneistä jätteistä noin 96 % oli mineraalijätettä. Toiseksi eniten syntyi puujätettä.

EU:n jätepuitedirektiivin (2008/98/EY) (EU, 2008) mukaan ainakin 70 prosenttia rakennus- ja purkujätteistä tulisi käyttää uudelleen, kierrättää tai ottaa talteen painon mukaan.

4.1.3 Mahdolliset parannukset

UNEP Global Status Report for Buildings and Construction [38] on vuotuinen tilannekatsaus, jossa käsitellään rakennusten ja rakennusalan maailmanlaajuisia kehitystä. Siinä tarkastellaan politiikkojen, rahoituksen, teknologioiden ja ratkaisujen tilaa, jotta voidaan seurata, vastaako alan kehitys Pariisin sopimuksen tavoitteita, ja tarjotaan sidosryhmille näyttöä, jonka avulla poliittiset päättäjät sekä rakennusyhteisö ylipäänsä saadaan ryhtymään toimenpiteisiin.

Rakennus- ja purkujätehuolto

Rakennus- ja purkujätteen käsittely- ja kierrätysmalli otettiin käyttöön, koska sen avulla haluttiin lisätä luottamusta rakennus- ja purkujätehuollon prosesseihin ja kierrätettyjen materiaalien laatuun [14]. Purkujätettä syntyy purkutoiminnasta sekä kiinteistön toiminnan ja käytön seurauksena syntyvistä materiaaleista. EU-direktiivissä todetaan, että jätehuolto olisi aloitettava jätetarkastuksella [15]. Jätetarkastus antaa selkeän käsityksen purettavasta rakennusinfrastruktuurista, mukaan lukien arviot vapautuvista jättemateriaaleista ja jätehuoltosuositukset, minkä vuoksi se olisi tehtävä ennen tarjouskilpailua. Tarkastuskertomus liitetään purkulupahakemukseen tarjouskilpailun avaamiseksi. Jätetarkastukset parantavat purkujätehuoltoa valaisemalla purkamisen seurauksena syntyvän jätteen odotettuja materiaalimääriä ja luonnetta, mikä helpottaa esimerkiksi työmaalla tai sen ulkopuolella tapahtuvaan lajitteluun tarvittavien säiliöiden määrän ennakkointia, ja auttaa siten optimoimaan työtä. EU:n jätetarkastusohjeessa tuodaan esiin useita etukäteen suoritettujen jätetarkastuksen hyötyjä: jätetarkastukset ovat ensimmäinen askel kohti kierrätystä, edistävät urakoitsijoiden välistä reilua kilpailua, lisäävät tietoisuutta ja helpottavat jäljitettävyyssprosesseja (erityisesti vaarallisten materiaalien osalta odottamattomien kustannusten välttämiseksi töiden aikana), ohjaavat materiaalien ympäristöllistä ja teknistä laatua sekä parantavat ympäristönäkökohtia esimerkiksi määrittämällä epäpuhtauksia ja niiden ympäristöllisesti järkeviä poistomenetelmiä. Jätetarkastusohjeilla tuetaan myös kierrätettävien jättemateriaalien ympäristöystävällisyyden parantamista ja kierrätettävien materiaalien (esim. betonin) ”laadukkaampien” erien tunnistamista.

Jätetarkastukseen osallistumista edellytetään kiinteistön omistajalta (eli jätteiden haltijalta), jonka vastuulla on nimetä tarkastaja laatimaan jätetarkastus jätteiden tunnistamista ja luokittelua varten sekä laatia alustava jätehuoltosuunnitelma. Jätteen haltijalla on myös oltava tietoa poisheitettävistä esineistä ja aineista sekä niiden mahdollisesta vaarallisuudesta ja saastumisesta. Purku- tai kunnostuslupia myöntävän viranomaisen olisi otettava käyttöön mekanismeja sen varmistamiseksi (suoraan tai kolmansien osapuolten kanssa), että jätetarkastuksia tehdään, mihin kuuluvat muun muassa laaduntarkastusjärjestelmä ja noudatettavat suositukset. Jätetarkastuksesta vastaa asiantuntijana tarkastaja tai tarkastusryhmä. Tarkastajan on oltava pätevä asiantuntija, jolla on asianmukaiset tiedot nykyisistä ja historiallisista rakennusmateriaaleista (myös vaarallisista materiaaleista), nykyisistä ja historiallisista rakennustekniikoista sekä rakennuksen historiasta. Hänen tulisi tuntea purkutekniikat, jätteenkäsittely ja jalostus sekä (paikalliset) markkinat. Urakoitsija vastaa purku-/korjaustoiminnasta, joka on määriteltävä tilaajan kanssa tehdyssä sopimuksessa. Urakoitsijan olisi myös edistettävä jätteen jäljitettävyyttä. Jätteen käsittelijä vastaa jätteiden haltijalta tai tuottajalta vastaanotetun jätteen asianmukaisesta käsittelystä ja loppukäsittelystä. Jätteen käsittelijän olisi myös edistettävä jätteiden jäljitettävyyttä. Tuotteiden valmistaja voi osallistua jätetarkastukseen esittämällä uudelleenkäytettyjä/kierrätettyjä materiaaleja ja komponentteja koskevia ratkaisuja ja/tai vaatimuksia [15].

Tällöin tarjouskilpailun vähimmäisvaatimukset ovat purkua edeltävä tarkastus sekä jätteen vähentämissuunnitelma ja/tai jätehuoltosuunnitelma. Suunnitelmassa on esitettävä yksityiskohtaiset tiedot siitä, miten aiotaan hävittää asbestin kaltaiset vaaralliset materiaalit, minimoida purkamisen aikana syntyvät jätteet, kerätä talteen uudelleenkäytettävät materiaalit ja kierrättää teräksen, betonin, puun ym. kierrätettävien materiaalien kaltaiset materiaalit.

Arviointi voi perustua kunkin tarjoajan jätteiden vähentämisstrategian arviointiin, mihin sisältyy tarjoajien sitoutuminen purkutekniikoihin ja jätteen johtamiseen pois kaatopaikoilta.

Kiertotalouden periaatteiden edistäminen

Purkujätteestä johdettujen tuotteiden kierrätystä, brändäämistä ja markkinakuvan parantamista koskevat materiaalikohtaiset tavoitteet, julkisia hankintoja koskevien käytäntöjen laatiminen kierrätyksen sisällyttämiseksi ja edistämiseksi julkisissa hankinnoissa sekä uudelleenkäytettävien tuotteiden Ce-merkinnän kehittäminen ovat muutamia kestäväää purkujätehuoltoa koskevia suosituksia [39]. Van den Bergin ym. tutkimuksessa [40] määritettiin uudelleenkäyttöä varten kerättävien rakennuselementtien talteen otolle kolme ehtoa, joiden on täyttyttävä. Ehdot ovat: elementille on tunnistettu taloudellinen kysyntä, elementti on helposti purettavissa ja elementin toimintaa voidaan valvoa vaarantamatta elementin ominaisuuksia ennen integrointia uuteen rakennukseen.

Tarjouspyynnössä esitetyn vaatimuksen avulla voidaan pyrkiä osoittamaan, miten tarjoajat noudattavat kiertotalouden periaatteita esimerkiksi laatimalla yksityiskohtaisen uudelleenkäyttösuunnitelman. Kierrätetyn runkoaineen käyttöä koskevat standardit on vahvistettava.

Arviointikriteerinä käytettäisiin arviota siitä, onko tarjoaja huomioinut kiertotalouden periaatteet tarjouksissaan. Arvio tehtäisiin tarkastelemalla materiaalien uudelleenkäyttösuunnitelmaa ja elinkaarinäkökohtia.

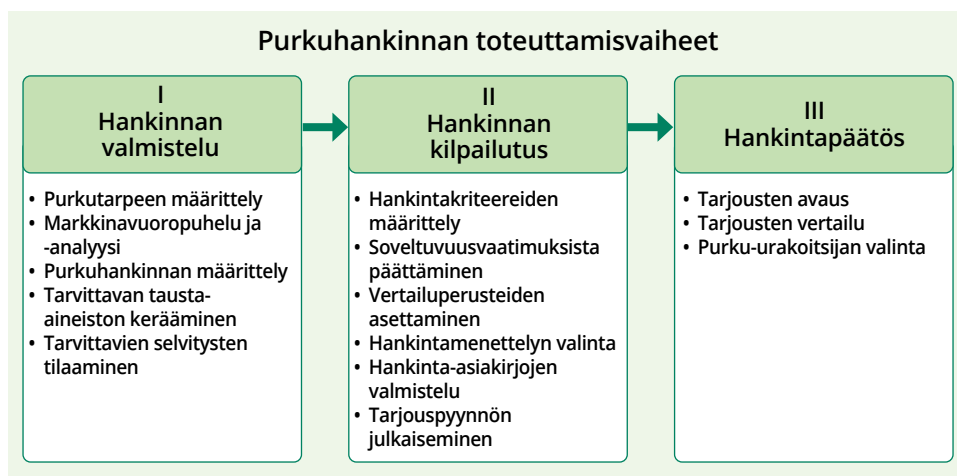
Hiilipäästöjen vähentäminen purkutyön aikana

Tarjouspyynnössä esitettyä vaatimuksena olisi tietojen toimittaminen tarjoajan hiilidioksidipäästöjen vähentämissuunnitelmasta ja -käytännöistä, kuten vähähiilisten materiaalien ja energiatehokkaiden rakennuspurkumenetelmien käytöstä, ja päästöjen minimointi kierrätyslaitokseen tai rakennuksen purkamisesta syntyvien materiaali jäämien uudelleenkäyttö- tai varastopaikkaan tapahtuvan kuljetuksen aikana.

Arviointikriteerit voivat perustua tarjoajan esittämiin hiilidioksidipäästöjen vähennystoimiin ja siihen, että tarjoaja on osoittanut kestävien purkuprosessien asiantuntemuksensa.

4.2 Uusi hankintamenetelmä

Uuden hankintamenetelmän päätavoitteena on tarjota rakennuksen omistajalle selkeä ja toimiva menettely rakennuksen purkamisen kilpailuttamista varten. Kehitetyn menetelmän tulisi täyttää hankintasäädösten ja uuden rakentamislain purkuhankinnoille asettamat vaatimukset, mahdollistaa rakennusten ympäristön kannalta kestävä purkaminen erityisesti edistämällä rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttöä sekä sisältää hankintakriteerit ja vertailuperusteet, joiden avulla hankintayksikkö voi toteuttaa hankinnan ja valita hankkeeseen parhaiten soveltuvan urakoitsijan. Kuvassa 4.1 esitetään rakennusten purkuhankintojen toteutusvaiheet ja tehtävät.



Kuva 4.1. Purkuhankinnan toteutusvaiheet.

Rakennuksen purkuhankinnalle asetetun tavoitteen saavuttamiseksi on tarjouspyyntövaiheessa toteutettava seuraavat toimet.

- Määritellään purkuhankkeelle vaatimukset, jotka kaikkien tarjousten on täytettävä. Tällöin määritellään kestävä hankintakriteeri.
- Määritellään kelpoisuuskriteeri, jolla suljetaan pois kilpailusta toimijat, joiden ei katsota kykenevän saavuttamaan purkuhankkeen tavoitteita.
- Vertailuarvot, joiden avulla voidaan vertailla tarjousten hinta-laatusuhdetta ja tehdä tietoon perustuva päätös purku-urakoitsijasta. Tässä tapauksessa kestävyysindeksi tai kiertoindeksi on laskettava ja arvioitava toimitettujen tarjouspyyntöasiakirjojen ja määriteltyjen kriteerien perusteella.
- Laaditaan laadukas hankekuvaus ja liiteasiakirjat, joiden sisältö tukee tavoitteiden saavuttamista.

Rakennusten purkuhankkeiden tarjouskilpailussa vaaditaan seuraavat asiakirjat: purkukartoitus, mukaan lukien vaarallisten aineiden ja purkumateriaalien kartoitus, urakkaohjelma, turvallisuusasiakirja ja purkutyöselostus. Taulukossa 4.2 on yhteenveto tarjouspyyntöjä varten tarvittavista asiakirjoista.

Kierrätys- ja uudelleenkäyttösuunnitelma, purettavuussuunnittelu, materiaalivirtojen hallintasuunnitelma ja purkutyömaan laitteiden ympäristövaikutukset ovat asiakirjoja, jotka tarjoajien on toimitettava. Asiakirjojen sisällön tarkempi kuvaus on esitetty Taulukossa 4.3.

Taulukko 4.2. Tarjouskilpailuasiakirjat.

Asiakirjan tyyppi	Sisältö
T1. Purettavan kohteen tietomalli	- Tilaaaja liittää osaksi tarjouspyyntöä purettavan kohteen tietomallin, josta ilmenee vähintään kohteen päärakenteet ja näiden materiaali. - Mallin yhteydessä toimitetaan tietomalliseloste, josta ilmenevät mallinnusperiaatteet, mallin tarkkuus ja erityisesti mallintamattomat osat. - Tavoitteena on, että tietomalli havainnollistaa kohdetta ja auttaa purku-urakoitsijaa tarjouksen laadinnassa ja myöhemmin työvaihesuunnittelussa. - Tietomallia hyödynnetään myös muiden tilaajan hankkimien selvitysten laadinnassa.
T2. Urakkaohjelma	- Urakkaohjelma määrittelee vaadittavat asiakirjat, kestävyys- tai kiertoindeksin vähimmäisvaatimuksen sekä kestävyys- ja kustannuksiin perustuvat arviointikriteerit, vaatimuksen projektin aikataulusta ja laadusta.
T3. Turvallisuusasiakirja	- Turvallisuusasiakirja on rakennuttajan laatima asiakirja rakennustyön suunnittelua ja valmistelua varten. - Turvallisuusasiakirjassa esitetään rakennushankkeen ominaisuuksista, olosuhteista ja luonteesta aiheutuvat vaara- ja haattatekijät sekä rakennushankkeen toteuttamiseen liittyvät työturvallisuutta ja työterveyttä koskevat tiedot. - Työturvallisuusasiakirja voi olla erillinen työturvallisuusliite tai osa urakkarajaliitettä. Työturvallisuusasioiden esittämistä urakkarajaliitteessä suositellaan, koska se on todettu tiedon kulun kannalta hyvin toimivaksi.
T4. Asbesti- ja haitta- ainekartoitus	- Sisältää tiedot kohteessa esiintyvien vaarallisten aineiden ja haitta-aineiden (esim. asbesti) määristä ja sijainneista rakennuksessa. - Tärkeä osa tarjousmateriaalia, koska haitta-aineiden esiintyvyydellä on vaikutusta työmenetelmiin, jätehuoltoon ja rakennusmateriaalien ja -osien uudelleenkäytettävyyteen sekä välillisesti urakkahintaan.
T5. Purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitys	- Uuden rakentamislain mukainen tai mielellään tarkempi selvitys rakennuksen purkumateriaaleista ja purusta aiheutuvista rakennusjätteistä. - Selvityksessä voidaan esittää myös tilaajan tarpeet ja painotukset uudelleenkäytettävien osien suhteen. - Selvityksen eräänlaisina vastinkappaleina ovat purku-urakoitsijan esittämät kierrätys- ja uudelleenkäyttösuunnitelma (U1) sekä purettavuusselvitys (U2). Urakoitsijan suunnitelma täyttää vähintään tilaajan vähimmäisvaatimukset, mutta urakoitsija voi myös tunnistaa uusia uudelleenkäyttökohteita ja arvioida tilaajan esittämien kohteiden toteutettavuutta. Tämä edesauttaa kiertotaloustavoitteiden saavuttamista hankkeessa.
T6. Purkutyöselostus	- Rakennesuunnittelijan laatima asiakirja, jossa esitetään purettavat rakenteet, ohjeita purettavien rakenteiden purkujärjestyksestä, kantavuudesta ja väliaikaisesta tuennasta. - Purkutyöselostuksessa esitetään purkutapa rakenteittain eriteltynä ja selostusta täydennetään piirustuksin. - Lähtötieto purku-urakoitsijan purkusuunnittelussa.
T7. Elinkaarianalyysi	- Purkupaikan hiilipäästölaskelma. - Purkujätteiden kierrätys ja kaatopaikalle sijoittaminen. - Purkujätteiden kuljetuspäästöt ja uudelleenkäyttöön tarkoitettujen osien kuljetuspäästöt.

Taulukko 4.3. Tarjouksen arviointia varten toimitetut asiakirjat.

Asiakirjan tyyppi	Sisältö
U1. Kierrätys- ja uudelleenkäyttö-suunnitelma	- Suunnitelma pohjautuu tilaajan tarjouspyynnössä esittämiin liiteasiakirjoihin. - Arvio kierrätettävien materiaalien määristä ja toimittamisesta käsittelypaikkoihin, mukaan lukien arvio kuljetusmatkoista, kuljetuserien lukumääristä ja tarvittavasta kalustosta. - Toimenpiteet sekalaisen rakennusjätteen määrän vähentämiseksi ja arvio siitä, paljonko kyseiset toimenpiteet vähentävät sekalaisen jätteen määrää. - Arvio sellaisenaan tai muokattuna uudelleenkäytettävissä olevista rakennusosista, huomioiden kohteen rakennejärjestelmä ja vaaditut työmenetelmät. - Suunnitelma sisältää ideoita uudelleenkäytettävistä osista ja kohteista uudelleenkäytettävälle osille sekä hinta-arvion ehdotuksien toteuttamiselle.
U2. Purettavuusselvitys	- Suunnitelma pohjautuu tilaajan tarjouspyynnössä esittämiin liiteasiakirjoihin ja urakoitsijan ammattiosaamiseen. - Selvityksessä esitetään urakoitsijan näkemys ehjänä purettavissa olevista rakennuksen osista ja tällaisen menettelyn vaikutuksista purun turvallisuuteen ja hintaan.
U3. Materiaalivirtojen hallintasuunnitelma	- Suunnitelmassa esitetään • purkumateriaalien käsittelyperiaatteet työmaalla • purkumateriaalien varastointiolosuhteet työmaalla • purkumateriaalien toimittaminen loppukäsittelyyn tai jatkokäyttöön.
U4. Kuvaus työmaakaluston ympäristövaikutuksista ja suunnitelma niiden hallinnasta	- Selvityksessä esitetään, millaista kalustoa urakoitsija käyttää purkutyössä ja millaiset ympäristövaikutukset (ml. päästöt, melu, energiankulutus) tästä aiheutuu. - Suunnitelmassa asetetaan työmaan päästöttömyystavoitteet ja esitetään, miten työmaalla käytettävän kaluston ympäristövaikutukset minimoidaan.



4.3 Hankintakriteerit purkuprosessissa

4.3.1 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on kehittää rakennusten purkuhankintoja varten kokonaisvaltainen kestävyysindeksi. Aiemman kirjallisuuskatsauksen ja analyysien mukaan tärkeitä arviointikriteerejä on kolme: purkujätehuolto, uudelleenkäyttö kiertotaloudessa ja purkupäästöjen vähentäminen. Alakriteerien, painotuksen ja pisteytysjärjestelmän jatkokehitys on tarpeen ja suoritetaan myöhemmin. Tutkimuksen suunnittelussa valittiin monimenetelmäinen lähestymistapa, koska siinä yhdistyvät kvantitatiiviset ja kvalitatiiviset tiedot, millä varmistetaan vankka ja kokonaisvaltainen ymmärrys kestävyteen tässä yhteydessä vaikuttavista tekijöistä.

4.3.2 Tutkimuksen suunnittelu: monimenetelmäinen tutkimus

Kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen lähestymistavan integrointi mahdollisti kattavan analyysin, jossa yhdistettiin kyselytutkimuksista saatuja numeerisia tietoja kirjallisuuskatsauksista saatuihin syvällisiin näkemyksiin. Kvalitatiivinen menetelmä toteutettiin kirjallisuuskatsauksen avulla. Tällä tarkoitetaan olemassa olevan tutkimuksen ja tieteellisten artikkeleiden systemaattista tarkastelua, jotta ymmärrettiin kestävyden toteuttamista purkuprojekteissa koskevan tietämyksen nykytila maailmanlaajuisesti, minkä jälkeen tarkastelu rajattiin EU:hun ja Suomeen. Tarkastelu auttoi tunnistamaan nykyisiä kestävyyskehyksiä, parhaita käytäntöjä ja puutteita nykyisessä tietämyksessä. Tietoja kerättiin akateemisista julkaisuista, maailmanlaajuisista ja alueellisista politiikoista ja säännöksistä, teollisuudenalojen raporteista (Hilma, YM, EU:n protokollat) ja tapaustutkimuksesta.

Kvantitatiivista menetelmää käytettiin, kun kerättiin numeerista tietoa purkuhankintojen kestävyteen liittyvistä nykykäytännöistä, käsityksistä ja prioriteeteista. Tietojen keräämiseen päätettiin käyttää kyselytutkimuksia, sillä niiden avulla voidaan kerätä tietoja tehokkaasti suuresta otoksesta ja samalla tunnistaa malleja ja suuntauksia. Osallistujat olivat rakennusalan sidosryhmiin kuuluvia urakoitsijoita, arkkitehteja, purkuyrityksiä, kestävyysasiantuntijoita ja rakennusten omistajia.

4.3.3 Kestävyyskriteerit

Kriteerien valinta: Jätehuollon, kiertotalouden ja hiilidioksidipäästöjen vähentämisen keskeiset kestävyyskriteerit valittiin purkuprosessin aikana kyselyjen, kirjallisuuskatsausten ja tapaustutkimusten integroitujen tietojen perusteella.

Painotus ja pisteytys: Kunkin kriteerin painotukset määritettiin niiden merkityksen perusteella. Merkitys puolestaan määräytyi tietojen perusteella. Painotettujen kriteerien yhdeksi kestävyyspisteeksi yhdistämistä varten kehitettiin pisteytysjärjestelmä.

Indeksin rakentaminen: Kehitettiin yhdistelmäindeksi, jossa painotetut kriteerit yhdistettiin yhdeksi kestävyyspistemääräksi. Tämä indeksi kuvaa kattavasti rakennusten purkuhankintojen kestävyttä.

Arvioinnissa arvioidaan rakennusten purkutarjoajien pätevyyttä ja sitoutumista siihen, että jätehuolto, kiertotalous ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen varmistetaan purkuprosessin aikana. Kukin luokka pisteytetään sen perusteella, täyttyvätkö keskeiset kriteerit. Tarjoajien on saavutettava tai ylitettävä kunkin hankkeessa huomioon otettavan luokan vähimmäispätevyyspisteet.

Pisteytysjärjestelmä on seuraava:

Kukin kriteeri arvioidaan käyttämällä pisteytysjärjestelmää 0–100.

Arvioinnin painotus perustuu sekä alalla tehtyyn kyselyyn että rakentamisen kestävyyttä koskeviin maailmanlaajuisiin, alueellisiin ja paikallisiin politiikkoihin.

Arvioinnin painotus:

Kiertotalous (37), jätehuolto (34) ja hiilipäästöjen vähentäminen (29).

Kokonaiskestävyyspisteet: $37 + 34 + 29 = 100$

Kerro kukin luokka painollaan:

- Kiertotalouden pistemäärä $\times 0,37$
- Jätehuollon pistemäärä $\times 0,34$
- Hiilipäästöjen vähennyksen pistemäärä $\times 0,29$

Kestävyys kokonaispistemäärä on painotettujen pisteiden summa

Esimerkki: Täydellinen urakoitsija

Täydellinen urakoitsija saisi kokonaispistemäärän eli 100 prosenttia.

Sen kestävyys kokonaispistemäärä painotuksella laskettuna olisi:

- Kiertotalous: $100 \% \times 0,37 = 37$
- Jätehuolto: $100 \% \times 0,34 = 34$
- Hiilipäästöjen vähentäminen: $100 \% \times 0,29 = 29$
- Kokonaiskestävyyspisteet: $37 + 34 + 29 = 100$

Kukin kriteeri pisteytetään kestävyysuunnitelmassa ja sitä tukevissa asiakirjoissa annettujen tietojen perusteella.

Pisteytysjärjestelmä on seuraava:

- **0–20 %: Epätyytyttävä:** Tarjous ei täytä kriteereitä tarpeeksi hyvin.
- **21–40 %: Huono:** Tarjous täyttää kriteerit osittain, mutta se ei ole tarpeeksi yksityiskohtainen tai selkeä.
- **41–60 %: Kohtalainen:** Tarjous täyttää kriteerit riittävän hyvin, mutta sitä voitaisiin parantaa.
- **61–80 %: Hyvä:** Tarjouksesta käy ilmi, että tarjoaja tuntee kriteerin hyvin, ja se edustaa hyvin kehitettyä lähestymistapaa.
- **81–100 %: Erinomainen:** Tarjouksesta käy ilmi, että kriteeri tunnetaan poikkeuksellisen hyvin, ja tarjouksessa esitetty lähestymistapa on innovatiivinen ja perusteellinen.

Alla olevassa taulukossa esitetään kunkin luokan erityiset arviointialueet ja pisteytykset.

Taulukko 4.4. Kestävyysskriteerit ja pisteytys.

1. Kiertotalous (37 %)				
Tarkennus: Materiaalien talteen oton ja uudelleenkäytön maksimointi sekä kiertotalouden periaatteiden edistäminen				
Kriteerit	Vaativuudet	Pisteytys (0-5)	Painotus	Yhteensä
Materiaalien uudelleenkäyttö-suunnitelmat	Sitoutuminen käyttämään uudelleen vähintään 50 prosenttia talteen otettavista materiaaleista (esim. puutavara, tiilet, kalusteet).	5		
Valikoiva purku	Purkusuunnitelman esittäminen ja sen todistaminen, että tarjoaja kykenee maksimoimaan materiaalin talteen oton valikoivan purkamisen avulla.	5		
Digitaaliset seuranta-järjestelmät	Rakennustietomallinnuksen kaltaisten työkalujen käyttö materiaalien dokumentoinnissa ja seurannassa.	5		
Materiaalien uudelleenkäyttöön liittyvät kumppanuudet	Näyttö kumppanuuksista kierrätyslaitosten, suunnittelu-toimistojen tai materiaalien käyttötarkoitusta muuttavien organisaatioiden kanssa.	5		
Innovatiiviset kiertotalouskäytännöt	Hankkeen vaatimukset ylittävien innovatiivisten uudelleenkäyttö- tai kiertotalousstrategioiden demonstrointi, esimerkiksi digitaalisten alustojen hyödyntäminen kiertettyjen materiaalien myymiseksi tai lahjoittamiseksi ja yhteyden muodostaminen käytetyistä materiaaleista kiinnostuneisiin ostajiin.	5		
Luokka yhteensä		25	4	100

2. Jätehuolto (34 %)				
Tarkennus: Todisteet purkamista edeltävästä tarkastuksesta, tehokkaasta erottelusta, kierrätyksestä ja kaatopaikalle päätyvien jätteiden minimoinnista ohjaamalla ne muualle				
Kriteerit	Vaativuudet	Pisteytys (0-5)	Painotus	Yhteensä
Ennen purkamista tehtävän tarkastuksen tuntemus	Osoittaa ymmärtävänsä perusteellisesti hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen käsitteet esittämällä strategiat, joilla hiilijalanjälki minimoidaan ja hiilikädenjälki maksimoidaan purkua edeltävästä tarkastusraportista johdetun alustavan jätehuoltosuunnitelman avulla. Strategiat, joilla minimoidaan ympäristövaikutukset, maksimoidaan resurssien talteen otto ja varmistetaan kaikkien asiaan kuuluvien säädösten noudattaminen. (Rakentamislaki 751/2023 2§ Määritelvät)	5		
Jätteen erottelu ja lajittelu työmaalla	Osoittaa, että merkittävien jättevirtojen (betoni, metalli, puu jne.) erotteluprosessit suoritetaan työmaalla.	5		
Kierrätys sitoumus	Sitoutuminen kierrättämään vähintään 70 prosenttia purkumateriaaleista. Esittää näyttöä aiemmista hankkeista.	5		
Jätteen siirron kohteet	Suunnittelee ohjaavansa yli 85 prosenttia jätteistä muualle kuin kaatopaikoille. Toimittaa siirtostrategian ja toimintahistorian.	5		
Vaarallisten jätteiden käsittely	Noudattaa vaarallisten aineiden käsittelyä ja hävittämistä koskevia määräyksiä.	5		
Kierrätyslaitosten käyttö	Suunnittelee hyödyntävänsä paikallisia tai paikan päällä sijaitsevia kierrätyslaitoksia kuljetuspäätösten vähentämiseksi.	5		
Luokka yhteensä		30	3,33	99,99

3. Hiilipäästöjen vähentäminen (29 %)

Tarkennus: Kasvihuonekaasupäästöjen minimointi tehokkaiden käytäntöjen ja teknologioiden avulla.

Kriteerit	Vaativuudet	Pisteytys (0-5)	Painotus	Yhteensä
Vähäpäästöiset koneet	Sähkö- tai hybridikoneiden käyttö. Toimittaa laitteisto-inventaarion.	5		
Uusiutuvan energian käyttö	Suunnittelee toiminnassa tarvittavan energian tuottamista uusiutuvalla energialla.	5		
Kuljetuspäästöjen vähentäminen	Esittelee logistiikan optimointisuunnitelmat polttoaineen käytön ja päästöjen minimoimiseksi.	5		
Hiilen seuranta ja raportointi	Seuraa ja raportoi työkalujen avulla talteen otettujen materiaalien hiilipäästöjä hankkeen elinkaaren aikana ja syöttää päästötiedot Suomen ympäristöseuranta-järjestelmään.	5		
Hiilidioksidin kompensointialoitteet	Suunnitelma väistämättömien päästöjen kompensoinnaksi sertifioitujen hiilikompensointiohjelmien avulla.	5		
Luokka yhteensä		25	4	100

Lopputulossyhteenveto

	Luokka	Enimmäispisteet	Tarjoajan pisteet	Tarjoajan pistemäärä (prosenttia)
1	Kiertotalous	25	100	37
2	Jätehuolto	30	100	34
3	Hiilipäästöjen vähentäminen	25	100	29
	Yhteensä	80	300	100



4.4 BIM-mallin hyötyjen selvitys purkuhankkeissa

4.4.1 BIM-mallinnus rakennushankkeissa

Tietomallinnus on ollut jo pitkään olennainen osa uudis- ja korjausrakennushankkeiden suunnittelua ja toteutuksen ohjausta. Lainsäädäntö vahvistaa edelleen mallinnuksen käyttöä. Uusi rakentamislaki edellyttää rakennusluvan haun yhteydessä, että rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijoiden on toimitettava rakennusvalvontaviranomaiselle rakentamista koskevat rakennussuunnitelmat ja erityissuunnitelmat tietomallimuotoisina tai muutoin koneluettavassa muodossa. Rakennuksen korjaus- ja muutostyön rakennussuunnitelmat ja erityissuunnitelmat on toimitettava rakennusvalvontaviranomaiselle tietomallimuotoisina tai muutoin koneluettavassa muodossa korjaus- ja muutostyötä koskevien tietojen osalta. (rakentamislaki 60 §).

Erillisissä purkuhankkeissa, joihin on haettava purkamislupa, tilanne on erilainen. Lainsäädäntö ei edellytä purkus suunnitelmien toimittamista tietomallimuotoisina tai muutoin koneluettavassa muodossa. Luvan hakijan on selvitettävä purkamistyön järjestäminen ja edellytykset huolehtia syntyvän rakennusjätteen käsittelystä sekä käyttökelpoisten rakennusosien uudelleen käyttämisestä (rakentamislaki 56 §). Vaikka lainsäädäntö ei velvoita tietomallintamaan purkukohteita, voivat muut syyt puoltaa mallinnusta. Digitaalisen tiedonhallinnan tarve tulee todennäköisesti lisäämään mallinnusta purkuhankkeissa.

4.4.2 Erilaisia purkuhankkeita

Rakennuksia puretaan monesta eri syystä ja purkuhankkeet eroavat toisistaan merkittävästi. Arvioitaessa tietomallinnuksen käyttöä purkamisessa voidaan nähdä esimerkiksi seuraavia vaihtoehtoisia hanketyyppejä:

- Ei ole vielä päätetty purkaa vai korjata (hanke alkaa purkamisen ja korjaamisen vertailulla)
- Purkupäätös tehty, kokonaispurku, tavanomainen kohde, rakennuspaikalle ei ole tulossa uutta rakennusta, ei yhteyttä rakennusosien uudelleenkäyttöön
- Purkupäätös tehty, kokonaispurku, teknisesti vaativa kohde, kireä aikataulu, sijainti keskustassa, välittömästi purkamisen jälkeen samalle paikalle uusi rakennus, sertifiointi, tavoitteita rakennusosien uudelleenkäytölle
- Purkupäätös tehty, kokonaispurku, suuri ja teknisesti vaativa teollisuuden purkukohde
- Konversiohanke, jossa vanha rakennus puretaan vain osittain ja jäljelle jäävät rakenteet hyödynnetään osana uutta.

Riippuen hanketyypistä tietomallinnuksen merkitys ja tarve täytyy harkita tapauskohtaisesti. Hankkeeseen ryhtyvä taho tekee päätöksen mallinnuksen käytöstä ottaen huomioon saatavat hyödyt ja toisaalta kustannukset. Jos mallinnusta ei käytetä, edetään vakiintuneella tavalla tekemällä purkukartoitus. Tämä vaihtoehto toteutuu todennäköisesti kokonaispurettavassa tavanomaisessa kohteessa, jossa rakennusosien uudelleenkäytölle ja purkumateriaalien hyödyntämiselle ei ole asetettu erityisiä tavoitteita. Kohteen tekninen haastavuus, kireä aikataulu, ahdas työmaa ja vaihtoehtojen vertailun tarve puoltavat mallinnuksen käyttöä. Ja samoin pyrkimys saada purkuhanke digitaalisen tiedonhallintajärjestelmän piiriin.

4.4.3 Selvitystyön lähtökohdat

Digipurku-hankkeen yhtenä osatehtävänä on ollut selvittää mitä hyötyjä tietomallinnuksen käytöllä voidaan saavuttaa purkuhankkeessa. Selvitystyö on sisältänyt seuraavia työvaiheita:

- Muihin tutkimushankkeisiin ja niiden tuottamiin aineistoihin perehtyminen
- Perehtyminen asiaan liittyviin ulkomaisiin artikkeleihin
- Haastattelut (konsultit, purku-urakoitsijat, tutkijat, kunnat)
- Kohde-esimerkit (Myyrmäkitalo, Mannerheimintie 14)

Muiden tutkimushankkeiden osalta perehdyttiin muun muassa ReCreate-, UURAKET- ja Purkaa vai korjata -hankkeiden tavoitteisiin ja tuloksiin.

ReCreate (Reusing prefabricated concrete for a circular economy) on nelivuotinen EU-rahoitteinen kansainvälinen tutkimushanke, jossa tutkitaan purettavista rakennuksista irrotettavien betonielementtien uudelleenkäyttöä uudisrakentamisessa. Hankkeessa tutkitaan, miten käytetyt betonielementit voisi irrottaa ehjinä ja käyttää uusien rakennusten osana kannattavana liiketoimintana [\[41\]](#).

UURAKET-hankkeessa (3/2023–9/2025) selvitetään ja kootaan laajasti tietoa rakennusosien ja -tuotteiden uudelleenkäytön mahdollisuuksista ja reunaehdoista. Hankkeessa keskitytään rakennusosien uudelleenkäytön edistämiseen talonrakentamisessa, erityisesti uudelleenkäyttökartoituksen, uudelleenkäyttöselvityksen, dokumentoinnin, uudelleenkäytön suunnittelun, tuotekelpoisuuden ja -soveltuvuuden osoittamisen näkökulmista [\[42\]](#).

Purkaa vai korjata selvittämishankkeen raportti tarjoaa taustoja ajankohtaiseen kysymykseen: kannattaako olemassa oleva rakennus korjata – vai purkaa pois ja rakentaa tilalle uusi? Vaihtoehtoja tarkastellaan erityisesti hiilijalanjälkivaikutusten ja elinkaarikustannusten näkökulmista [\[43\]](#).

Ulkomaisiin tietolähteisiin tehtiin hakua tavoitteena löytää artikkeleita, joissa käsiteltäisiin purkuhankkeiden mallinnusta ja siitä saavutettavia hyötyjä. Alla on mainittu kolme artikkelia, jotka koettiin merkittäviksi selvitystyön kannalta:

- Han, D.; Kalantari, M.; Rajabifard, The development of an integrated BIM-based visual demolition waste management planning system for sustainability-oriented decision-making [\[44\]](#)
- Marc van den Berg, Hans Voordijk & Arjen Adriaanse (2021) BIM uses for deconstruction: an activity-theoretical perspective on reorganising end-of-life practices, Construction Management and Economics, 39:4, 323–339 [\[45\]](#)
- Han, D.; Kalantari, M.; Rajabifard, A. (2021) Building Information Modeling (BIM) for Construction and Demolition Waste Management in Australia: A Research Agenda. Sustainability [\[46\]](#).

Haastattelujen (konsultit, purku-urakoitsijat, tutkijat, kunnat) avulla pyrittiin saamaan ajankohtaista tietoa onko purkuhankkeita mallinnettu Suomessa ja millaisissa kohteissa, onko mallinnuksesta ollut hyötyä ja miten yleisesti ottaen purkuhankkeiden digitaaliseen tiedonhallintaan suhtaudutaan.

Kaksi Green Net Finland ry:n (GNF) edustajaa tutustuivat Mannerheimintie 14 -kohteeseen (Kiinteistösijoitusyhtiö Sponda) marraskuussa 2024. Projektinjohtourakoitsijan Jatke Oy:n edustajien kanssa keskusteltiin kohteesta puretun rakennuksen tietomallinnuksesta ja sen hyödyistä. Kohdekäynnistä on kuvaus Digipurku-hankkeen uutiskirjeessä no 5 [\[47\]](#).

Vantaan kaupungin edustajien kanssa keskusteltiin Myyrmäkitaloon liittyvästä hankkeesta ja keskusteltiin tietomallinnuksen käytöstä konversiohankkeessa. GNF:n edustaja osallistui myös Vantaan kaupungin hankkeeseen liittyvään työpajaan maaliskuussa 2025.

4.4.4 Tietomallinnuksen hyödyistä uudis- ja korjausrakennushankkeissa

Tietomallinnusta on käytetty jo vuosia uudis- ja korjausrakennushankkeissa ja mallinnuksesta saatavat hyödyt ovat olleet esimerkiksi seuraavat:

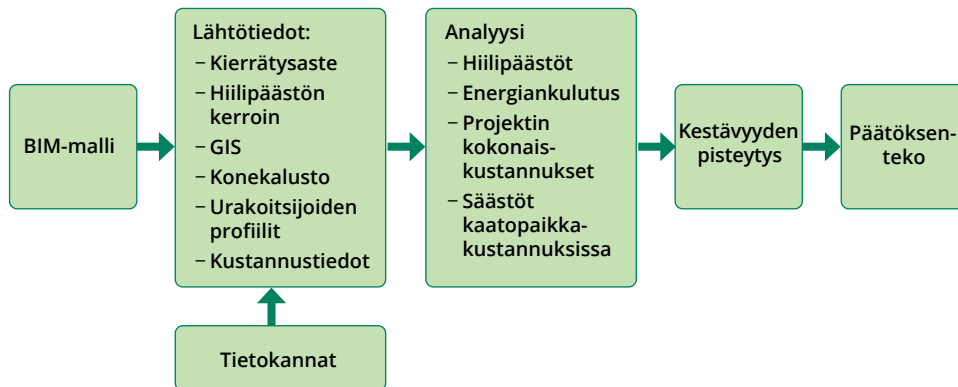
- Tiedon yhteiskäyttö (mallin jakamisen mahdollistama yhteistyön tehostuminen)
- Päätöksenteon tuki: nopea ja joustava mahdollisuus verrata vaihtoehtoja (kustannukset, energia-, ympäristö- ja elinkaarianalyysit)
- Vähähiilisyys- ja kiertotalouteen liittyvien tavoitteiden ja vaatimusten analysointi
- Rakennusten sertifiointiin liittyvien tietojen tuottaminen
- Suunnittelun ja suunnitteluvaihtoehtojen visualisointi
- Hyödyntäminen laadunvarmistuksessa
- Muutoksien hallinta, määrälaskenta, simulaatiot
- Toteutukseen liittyvä aika- ja kustannusseuranta sekä vaiheistuksen suunnittelu

Mielenkiintoinen kysymys on, voidaanko purkuhankkeissa saavuttaa samanlaisia hyötyjä? Ja liittyykö purkuhankkeisiin muita erilaisia hyötyjä?

4.4.5 BIM-mallin hyödyntäminen purkamisessa, kansainväliset esimerkit

Esimerkki 1

Artikkelissa [44] on tarkasteltu kestävyttä painottavaa päätöksentekoa purkuhankkeessa. Alla olevassa kaaviossa 4.5 on esimerkki BIM-mallin hyödyntämisen kulusta ja sen yhteydestä päätöksentekoon. Kaavio on muokattu versio ko. artikkelissa olevasta kaaviosta.



Kaavio 4.5. Kestävyyttä painottava päätöksenteko purkuhankkeessa.

Kaavion 4.5 mukaisessa tilanteessa purkukohteesta on tehty BIM-malli, jossa on rakennuksen geometriatiedot. Sen jälkeen malliin liitetään erilaisista tietokannoista saatavia lähtötietoja, joita analyysin laskemisessa tarvitaan. Artikkelissa kuvataan, miten erilaisia purkumenetelmiä voidaan verrata laskemalla niiden hiilipäästöjä, energiankulutusta, kustannuksia ja säästöjä kaatopaikkakustannuksissa ja pisteyttämällä tuloksia kestävyiden kannalta. Tuloksia voidaan sen jälkeen käyttää päätöksenteossa. Artikkelissa on esitetty esimerkkejä kestävyiden pisteytyksestä todellisessa kohteessa.

Esimerkki 2

Artikkelissa "Building Information Modeling (BIM) for Construction and Demolition Waste Management in Australia: A Research Agenda" [46] käsitellään toisaalta BIM-mallinnuksen esteitä purkukohteissa ja toisaalta esitellään mallinnuksella saatavia hyötyjä. Kaavio 4.6 on mukailtu artikkelissa olevasta kuvasta. Siinä esitellään BIM-mallinnuksen potentiaalisia ulottuvuuksia, mallinnukseen perustuvia sovellusalueita ja saavutettavia hyötyjä. Kutakin taulukossa esiintyvää asiaa esitellään artikkelissa tarkemmin.

3D	3D yhteensovitus Yhteentörmäysten tarkastelu Määrälaskenta	– Suunnitteluvirheiden ja muutosten minimointi – Jättemäärän minimointi optimoimalla materiaalmääritteet – Optimoitu materiaalien hankinta, ei hukkaa
4D	Toteutusvaiheiden suunnittelu	– Estetään materiaalien vaurioituminen – Riskien välttäminen – Tehokas työmaan jätehuolto
5D	Kustannus-hyöty analyysi	– Optimoidaan kustannusten hallinta
6D	Kierrätyksen ja uudelleen käytön suunnittelu Kestävyyden arviointi	– Vähennetään hiilipäästöjä ja energiankulutusta – Parannetaan kierrätys- ja uudelleen käyttöastetta

Kaavio 4.6. BIM-mallin ulottuvuudet.

Esimerkki 3

Artikkelissa [45] ”BIM uses for deconstruction: an activity-theoretical perspective on reorganising end-of-life practices” tarkastellaan mahdollisuuksia toteuttaa purkamisen käytänteitä uudella tavalla BIM-mallinnuksen avulla. Artikkelissa esitellään case-kohde Hollannissa, jossa puretaan terveysasema ja kuinka purkukohteen elementtejä voidaan käyttää koulun rakentamisessa. Edelleen nostetaan esille, että rakennusteollisuuden kohdistuu paineita kehittää rakennusosien uudelleenkäyttöä.

Artikkelissa esitellään kolme BIM-mallinnuksen käyttöaluetta:

- purettavan rakennuksen nykytilanteen analyysi
- nimiöidä ja osoittaa uudelleenkäyttöön soveltuvat rakennusosat
- purkamisen 4D simulointi.

4.4.6 BIM-mallinnuksen kohde-esimerkit

Esimerkki 1

Myyrmäkitalo on monitoimitalo, jossa sijaitsee Vantaa-info, Myyrmäen kirjasto, Vantaan taidemuseo Artsi ja elokuvateatteri. Tälle kaupunkikulttuuritalolle tarvitaan lisää tilaa. Hanke on suunnitteluvaiheessa, jossa arvioidaan puretaanko nykyinen talo kokonaan ja korvataan uudella vai peruskorjataanko ja laajennetaan olemassa olevaa rakennusta. Ollaan siis purkaa vai korjata tilanteessa, jossa näitä kahta vaihtoehtoa vertaillaan. Kohde on mukana #KIRAilmasto-ohjelmassa hankenimellä ”Vähähiilisen korjauksen ja purun elinkaarimalli”.

Hankkeessa kehitetään vähähiilinen korjaus- ja purkuhankkeiden elinkaaritarkastelumalli, joka otetaan käyttöön soveltuvin osin kaikissa Vantaan kaupungin toimintalahankkeissa.

Hankkeen tavoitteena on selvittää vähähiilisin kehittämisvaihtoehto seuraavista: rakennuksen peruskorjaus ja laajennus, rakennuksen osittainen purkaminen ja laajentaminen tai purkava uudisrakennushanke. Selvityksen tulos ohjaa kaupungin tulevan kärkihankkeen, vuonna 2030 valmistuvan Myyrmäen kaupunkikulttuuritalon hankesuunnittelua. Perinteisesti purkusuunnittelua ja materiaalin kierrätettävyyttä selvitetään, vasta kun uusi rakennus on suunniteltu ja rakennusinvestoinnista on päätetty. Tässä hankkeessa purkusuunnitteluun, erityisesti hiilijalanjälkilaskentaan ja materiaalitarkasteluihin liittyvät skenaariot ja elinkaarilaskenta (LCA, LCC), tuodaan osaksi hankesuunnittelua. Uutta toimintamallia on tarkoitus käyttää jatkossa kaupungin omistamien kiinteistöjen hankevalmisteluun suurissa, purkavaa täydennysrakentamista edellyttävissä kohteissa. Hanke toteuttaa Vantaan kaupunkistrategian kiertotalous- ja ilmastotavoitteita. Hankkeen toteuttaa Vantaan kaupunki yhteistyössä kilpailutetun asiantuntijakonsultin kanssa [48].

Hankkeessa mallinnetaan nykyinen Myyrmäkitalo ja inventoidaan kaikki rakennusosat. Rakennusta koskevat kuntotutkimustiedot sekä kaikki materiaaleihin ja laitteisiin liittyvät selvitystiedot ajetaan osaksi tietomallia. Inventoinnin pohjalta arvioidaan ehjänä kierrätettävien rakennusosien määrää ja käyttötarkoitusta sekä vaihtoehtoisia purkutekniikoita. Lisäksi rakennetaan vertailumallit, joissa huomioidaan laajentamisen ja

tilojen käyttötarkoitusten muuttaminen sekä viimeisenä vaihtoehtona kokonaan uuden rakennuksen rakentaminen. Hiilijalanjälkilaskenta sekä teknistaloudellinen kustannuslaskenta suoritetaan kaikista malleista. Tulokset hyödynnetään investointipäätöksen valmistelussa [48].

Esimerkki 2

Green Net Finland ry:n kaksi edustajaa vieraili marraskuun 2024 alkupuolella Helsingissä sijaitsevalla Mannerheimintie 14 -rakennustyömaalla. Mittava rakennushanke käsittää v. 1963 rakennetun talon purkamisen ja uudisrakennus Signe:n rakentamisen samalle paikalle (kts. raportin kansikuva ja s. 64). Rakennuttaja on Sponda ja projektinjohtourakoitsijana on Jatke toimitilat Oy. Purkutyö tehtiin kevään 2024 aikana, jonka jälkeen alkoi heti uudisrakennusvaihe.

Ennen purkamisen alkua päätettiin kokeilla rakennustietomallin (BIM) hyödyntämistä purkamisessa, koska haluttiin varmistaa, että purkaminen valmistuisi aikataulussa. Vanhasta rakennuksesta oli käytettävissä vain pohjapiirustukset. Purkamisen aikana mallia päivitettiin ja tilannetta seurattiin viikkotasolla ja mallin avulla pystyttiin arvioimaan purkuprosessin etenemistä tarkemmin. Mallia hyödyntämällä päädyttiin yhdessä purku-urakoitsijan kanssa muuttamaan alun perin suunniteltua purkumenetelmää, koska nähtiin että näin voitiin edetä nopeammin. 4D-mallin avulla – jossa purkutyömaan eteneminen mallinnetaan myös aika-akselilla – pystyttiin tehostamaan purkamisen aikaista materiaalimassojen hallintaa ja työmaan tilankäyttöä. Rakennuspaikasta johtuen tilankäyttö ja logistiikka piti hallita hyvin.



4.4.7 Yhteenvedo BIM-mallinnuksen hyödyistä purkukohteissa

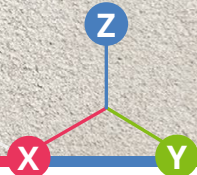
Tietomallinnusta on toistaiseksi käytetty Suomessa varsin vähän kokonaispurkukohteissa. Digitaalisen tiedonhallinnan tarve kuitenkin kasvaa ja se todennäköisesti lisää vähitellen mallinnusta purkamisessa.

Tietomallinnuksen hyötyjä on nostettu esille useissa kohdissa tätä raporttia, esimerkiksi johdannossa. Tässä raportin kohdassa 4.4 on nostettu esille mallinnuksen hyötyjä eri tavoin muun muassa kansainvälisten artikkeleiden ja kotimaisten hankke-esimerkkien avulla. Tärkeäksi kysymykseksi muodostuu millaisia purkukohteita pitäisi mallintaa. Rakentamislaki ei edellytä suunnitelmien esittämistä digitaalisessa muodossa purkamislupaa haettaessa. Kohdassa 4.4.2 on todettu, että purkuhankkeita on monenlaisia. Lukumääräisesti on paljon pieniä ja keskisuuria kohteita, jotka ovat teknisesti tavanomaisia. Niiden mallinnus ei oletettavasti etene ensimmäisenä. Mallinnuksen piiriin päätyvät varmasti ensi vaiheessa suuret, teknisesti vaativat ja muita haasteita sisältävät kohteet. Ja merkittävät kohteet, joissa ensin verrataan purkaa vai korjata.

Kohdassa 4.4.4 on nostettu esille uudis- ja korjausrakennushankkeissa havaittuja hyötyjä. Niissä kohteissa mallinnusta on käytetty jo vuosia. Samoja hyötyjä voidaan saavuttaa myös purkukohteissa. Tässä yhteydessä voidaan nostaa vielä esille mallinnuksen hyödyistä seuraavia:

- vaihtoehtojen vertailu, kun ollaan hankkeessa purkaa vai korjata -tilanteessa ja tarvitaan vertailutietoja päätöksenteon tueksi
- hankkeen suunnitelmien ja asiakirjojen kokonaisvaltainen digitaalinen hallinta ja mahdollisuus toimittaa tietoja digitaalisiin tietokantoihin
- vähähiilisyyteen ja kiertotalouteen liittyvien tavoitteiden ja tulosten laskennallinen todentaminen
- rakennusosien uudelleenkäytön edistäminen ja sen teknisten ja kaupallisten edellytysten edistäminen.

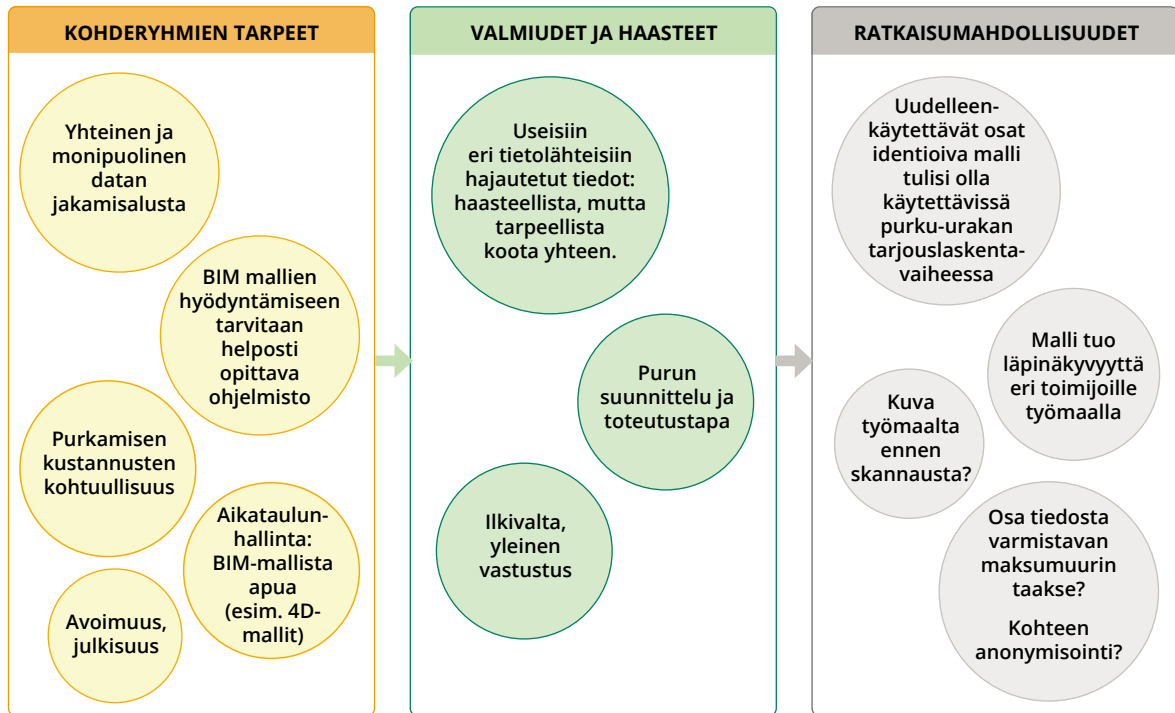




5. Digitaalisten työkalujen hyödyntämisvalmiudet ja alan uusi ekosysteemi

Digipurku-hankkeessa muodostettiin purkualan ja rakentamisen kiertotalouden toimijoiden aktiivinen viiteryhmä, joka kutsuttiin viiteryhmän yhteisiin tilaisuuksiin noin 3 kertaa vuodessa. Viiteryhmätoiminnasta ja sen fasilitoinnista vastasi hankkeessa Green Net Finland ry. Viiteryhmään kutsuttiin mukaan alan yritysten edustajia, kiinteistöjen omistajia ja hallinnoijia, suunnittelijoita, rakennusosien uudelleenkäytöstä kiinnostuneita asiantuntijoita, purkuyrityksiä ja kuntia. Viiteryhmälle järjestettiin mini-seminaareja, työpajoja ja yhteiskehittämistilaisuuksia. Tärkeä tavoite viiteryhmän tilaisuuksissa oli lisätä vuorovaikutusta ja keskustelua ekosysteemin eri toimijoiden välillä.

Hanke selvitti kyselyn avulla eri rakennus- ja purkualan toimijoiden tarpeita ja valmiuksia digitaalisten sisältöjen ja työkalujen käyttöön ja hyödyntämiseen. Kohde-ryhmänä olivat kiinteistöjen omistajat, purkuyritykset, suunnittelijat, asiantuntijat ja kunnat. Lisäksi etsittiin yhteiskehittämistyöpajan kautta ratkaisumahdollisuuksia havaittuihin tarpeisiin. Kuvassa 5.1 on esitetty kyselyssä esiin tulleita eri kohde-ryhmien tarpeita, valmiuksia ja yhteiskehittämistilaisuudessa esitettyjä ratkaisumahdollisuuksia.



Kuva 5.1. Purkurakennusten tietomallien tietosisältöjen tarpeita, haasteita ja ratkaisuja (poimintoja Digipurku-kyselystä).

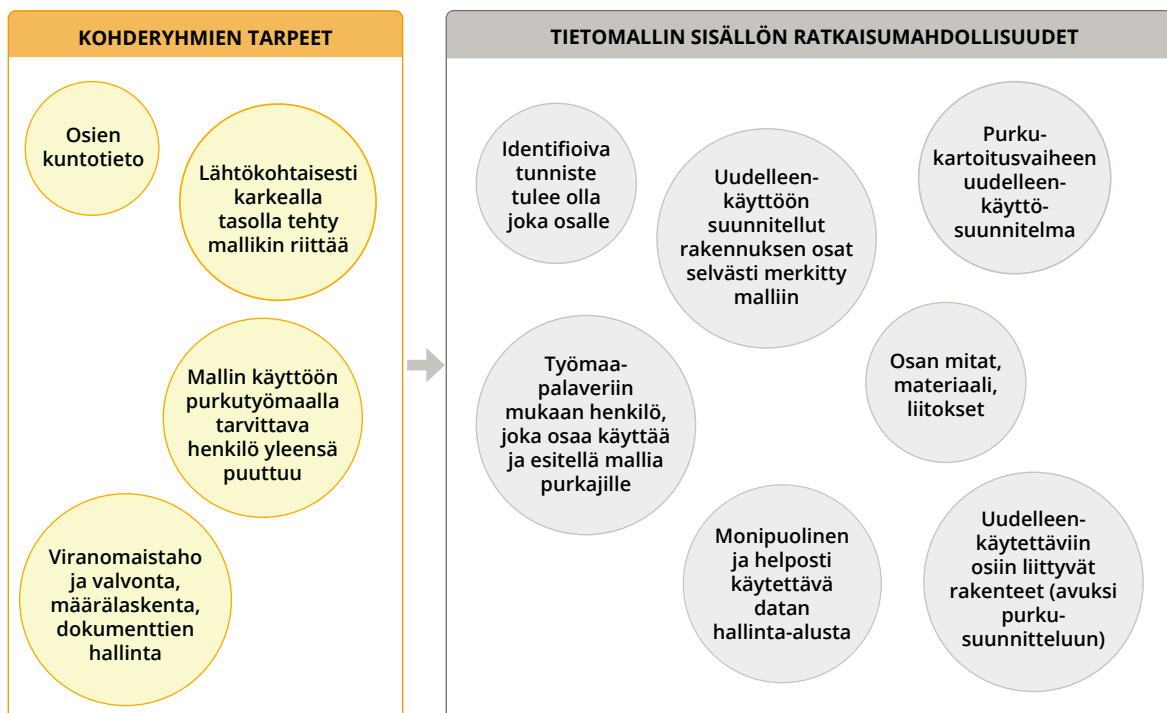
Esiin nousi selvästi tarve yhteiseen tiedon jakamiseen, sillä useisiin eri tietolähteisiin hajautunut purkuhankkeiden, jatko- ja uudelleenkäytön mahdollistamisen kannalta tärkeä tieto olisi tarpeen koota yhteen. Tässä yhteinen tiedonjakamisalusta voi lisätä läpinäkyvyyttä ja helpottaa kierrätyksen kannalta välttämätöntä yhteistyötä purku- ja rakennushankkeiden osapuolten kesken. CDE-järjestelmät (Common Data Environment), joista on kerrottu aiemmin tässä raportissa, ovatkin jo olemassa oleva digitaalinen ratkaisu tähän tarpeeseen.

Tärkeä kyselyssä esiin noussut havainto on purkusuunnittelun ja ajoituksen merkitys sekä turhan monimutkaisuuden välttäminen BIM-mallissa. Purkuyrityksen rooli on rakennusosien uudelleenkäyttöketjussa olennainen etenkin rakennuksen osien ehjänä irrottamisessa. Ehjänä irrottaminen vaatii erityisosaamista purkuyritykseltä. Purkuyrityksen kannalta on tärkeää, että uudelleenkäytettäväksi suunnitellut osat voidaan identifoida jo purkusuunnitteluvaiheessa, jotta niiden ehjänä purkamiseen voidaan varautua purku-urakassa. Purkuyrityksen mukaan tämä ajoitus on erittäin tärkeää, sillä jos ehjänä purkamista ei ole alun perin suunniteltu osaksi urakkaa, ja suunnitelmia täytyy myöhemmin muuttaa lisäämällä ehjänä purkaminen urakkaan, nousevat kustannukset usein niin korkeiksi että kyseisten rakennusosien uudelleenkäyttö ei ole enää järkevää.

Lisäksi esiin nousi se, että purkurakennuksen tietomalli (BIM) voi helpottaa purkusuunnittelua ja purkamisen toteutusta. Olisi hyödyllistä, että ennen kuin purkaminen alkaa, uudelleenkäyttöön suunnitellut purkurakennuksen osat olisivat selvästi merkitty ja identifioitu BIM:iin. Mallin ei kuitenkaan tarvitse muilta osin olla kovin yksityiskohtainen – pikemminkin olisi tärkeää, että malli on purkua tekevien henkilöiden helposti käytettävissä. Mallin helppokäyttöisyys onkin purkuyritysten mukaan suuri haaste, etenkin kun purkajat eivät yleensä kykene/ehdi itse tarkastelemaan mallia tietokoneella, eikä tietokonetta ole yleensä purkutyössä mahdollista käyttää. Niissä vielä harvoissa tapauksissa, joissa BIM:a on käytetty purkuhankkeissa, on yleensä

mukana ollut erillinen asiantuntija, joka on esitellyt mallia purkajille esim. työmaan kokoustilassa. Näin oli tehty esim. viiteryhmissä esillä olleessa Espoon Lippulain kauppakeskuksen purkuhankeessa. Mallin tietojen päivittämisen on tehnyt purkuhankkeen suunnittelija tai erikseen palkattu erityisasiantuntija. Tulevaisuudessa mallia ja sen hyödyntämistapoja voisi kehittää helpommin purkajien käytettäväksi.

Purkamisen kannalta on tärkeää tietää myös se mitkä muut rakennuksen osat liittyvät fyysisesti uudelleenkäytettyihin osiin, jotta purkaminen voidaan toteuttaa niin että kyseiset osat saadaan turvallisesti ja ehjänä irroitettua ja siirrettyä erikseen uudelleenkäyttöä varten. Jos esimerkiksi rakennuksesta on tarkoitus irrottaa ehjänä sen rungossa olevia pilareita, on ensin poistettava hallitusti pilareiden päällä olevat osat, jotta pilarit voidaan nostaa ehjinä purkurakennuksen ulkopuolelle.



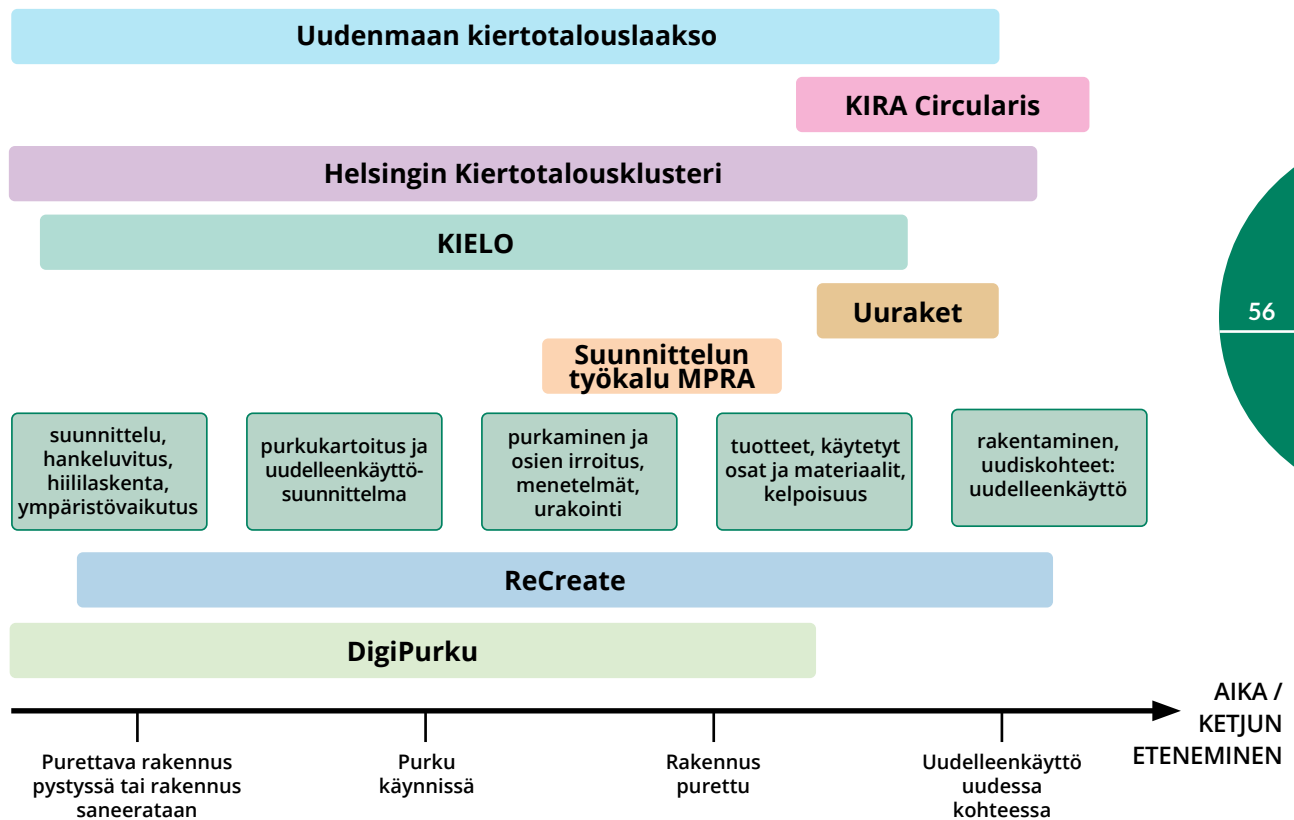
Kuva 5.2. Tarpeita ja ratkaisumahdollisuuksia.

Kuvassa 5.2. mainittu osien kuntotieto ja identifiointi liittyy uudelleenkäytettyihin osiin ja siihen, mitä purun jälkeisiä kunnostustoimenpiteitä niille on tarpeen tehdä sekä minkä tyyppiseen käyttöön osia voidaan jatkohyödyntää. BIM-malliin voidaan sisällyttää kuntotieto ja identifioida uudelleenkäytettäväksi tarkoitettu osa. Osa rakennuksen osien tiedoista voidaan selvittää ennen purkamisen aloittamista.

Kuitenkaan aina rakennuksen osa ei ole ennen purkamista kokonaan tarkastettavissa. Se voi olla vaikkapa osittain seinän tai muun rakenteen peittämä. Ennen purkua ei voida varmistua kaikista osan ominaisuuksista. Lisäksi ehjänä purkamisessakin ja osan siirtämisessä pois purkutyömaalta on olemassa riski vaurioiden syntymiselle. Uudelleenkäytön kannalta lopullinen ja riittävä kuntotieto osasta selviää yleensä vasta sen jälkeen, kun osa on irrotettu purettavasta rakennuksesta ja siirretty tarkastusta varten sopivaan paikkaan.

Digitaalinen osatieto voidaan liittää malliin kuten luvussa 2 on esitetty. Myös itse fyysinen uudelleenkäyttöön ohjattava osa tulee identifioida. Uusia rakennustuotteita koskeva Digitaalinen tuotepassi on jo sisällytetty EU:n vuonna 2025 hyväksymään uuteen rakennustuoteasetukseen (CPR) [49]. Digitaaliset tuotepassit eivät kuulu digipurku-hankkeen tutkimussuunitelman piiriin. On kuitenkin odotettavissa, että kauempana tulevaisuudessa purettavissa rakennuksissa digitaaliset rakennusosakohtaiset tuotepassit voisivat helpottaa rakennusosakohtaisten tietojen saata- vuutta ja niiden liittämistä BIM:iin.

Digipurku kutsui yhteen purkamisen kiertotaloutta ja rakennusosien uudelleenkäyt- töä kehittävät hankkeet, jotka esittelivät tuloksiaan Digipurku-viiteryhmän kokouk- sessa. Kokouksessa muodostettiin yhteinen kokonaiskuva hankkeiden ekosystee- mistä (Kuva 5.3), johon hahmoteltiin mihin uudelleenkäyttöketjun vaiheeseen eri hankkeet ovat keskittyneet.



Kuva 5.3. Purkamisen kiertotalouden ja rakennusosien uudelleenkäytön kehittämishankkeiden ekosysteemi.

Osa tilaisuudessa esiintyneistä hankkeista on hyvin laajoja ja niiden toimenpiteet ovat kohdistuneet moniin eri osa-alueisiin. Toiset taas ovat fokusoituneet kapeammin. Useimmat kuvan 5.3 hankkeet ovat julkaisseet netissä omia tulosraporttejaan, joista on saatavissa paljon tietoa. Viiteryhmän kokouksessa vahvistui yhteinen käsitys, että hankkeiden ja hanketoimijoiden välinen vuorovaikutus ja tiedonvaihto on tärkeää, sillä kiertotalouden mahdollistava muutos on laaja ja se koskettaa monia eri osa-alueita, ja on hyvä olla selvillä ja ottaa huomioon eri puolilla tehtävää kehitystyötä.

5.1 Alan muutos ja uudet koulutustarpeet

Purkaminen ja sen rooli on monessa suhteessa jo muuttumassa kiertotalouden mukaiseksi, vaikka suuremman mittakaavan muutos on vasta alkuvaiheessa. Syynä muutokseen on mm. purkamista koskevan lainsäädännön, rakennus- ja purkuhankkeiden rahoitusehtojen ja rakennusalan sertifiointien kehittyminen. Esimerkiksi kiertotalouden merkitys ja sitä edistävät ehdot purku-urakoiden tarjouspyynnöissä ovat kasvaneet (kts. luku 4), mikä vaikuttaa suoraan alan liiketoimintaan. Digipurku-viite-ryhmässä tuli esiin, että purkuyrityksissä ehtoja huomioidaan. Eräiden purkuyritysten mukaan ne ovat kiertotalouden kannalta nykyisin ehkä tärkein purkamiseen vaikuttava tekijä.

Purkuhankkeita tulee tarkastella kokonaisvaltaisena prosessina, jossa kierrätys ja uudelleenkäyttö ovat keskiössä. Tämä tarkoittaa, että on opittava hahmottamaan hanke uudella tavalla, jossa jokaisen osapuolen roolit ja vastuut määritellään uudelleen. Uuden prosessin ja kokonaisuuden ymmärtäminen vaatii erityisosaamista, joka keskittyy paitsi teknologioihin mutta myös siihen, miten purkuhankkeet voidaan suunnitella ja johtaa uudella tavalla. Tuleville ja nykyisille purkualan ammattilaisille suunnattujen koulutusohjelmien on keskityttävä uuden ajattelutavan opettamiseen. Purkuhankkeet eivät ole enää yksittäisiä suoritteita, vaan osa kiertotalouden arvoketjua. Tämän ymmärtäminen on avainasemassa, kun alaa kehitetään kohti vastuullisempaa ja kestävämpää tulevaisuutta.

Digitaalisista työvälineistä tärkeintä olisi ensimmäisenä oppia digitaalinen tiedonhallintaympäristö CDE. Purkualalla käsitellään edelleen paljon tietoa paperilla ja sähköpostilla ja siksi olisi tärkeää saada purkurakentamiseen soveltuvia tiedonhallintaympäristöä koulutettua ja jalkautettua hankkeisiin. Näiden varaan voidaan helposti jatkaa myös täydentäviä koulutusaiheita, kuten määrälaskenta, aikataulutusta ja purkusuunnittelu. CDE ympäristön osaaminen mahdollistaa että, dataa, tietoa, lomakkeita, dokumentteja voidaan käsitellä yhdestä sijainnista kaikkien toimesta. CDE-ympäristön kouluttamiseen voidaan helposti liittää uuden lain vaatiminen dokumenttien luonti ja hallinta. Näistä sisällöistä olisi jo nyt suurta hyötyä alan koulutuksessa.





6. Ydintulokset ja suositukset

Digipurku-hankkeessa ja käytännön pilotoinneissa tehtiin paljon havaintoja, joiden pohjalta voidaan arvioida mm. digitaalisten välineiden käytössä ja purkuprosessissa huomioitavia seikkoja ja tarpeita. Tähän lukuun on koottu hankkeen ydintulokset ja hanketyöhön perustuvat yleisluontoiset suositukset purkuhankkeiden toteuttamiseen. Lisäksi ehdotamme joitakin aiheita tulevaan jatkokehittämiseen.

6.1 Hankkeen ydintulokset

Purkuhankkeiden lähtötietojen kerääminen ja digitalisointi on hyvin hoidetun purkuhankkeen ydintehtäviä. Lähtötietojen saatavuus ja kunto vaihtelevat kuitenkin paljon riippuen kohteen iästä, käyttötarkoituksesta ja omistajasta. Vanhat piirustukset ovat usein puutteellisia tai virheellisiä ja siksi tiedon tarkentaminen on hyvin oleellista. Lähtötietoja voidaan täydentää erilaisilla skannaus- ja kartoitustoimilla, mutta näiden sisältöä tulee tarkasti suunnitella purkukohteen tavoitteiden mukaisesti. Laserkeilaus tuottaa hyvin tarkkaa lähtötietoaineistoa, mutta sen tuottaminen ja käsittely on raskasta ja aikaa vievää työtä. Erilaiset kevyemmät skannaukset, kuten Matterport tai robotisoidut skannerit, keventävät huomattavasti työtä, mutta tuottavat silti purkumallinnukseen soveltuvaa aineistoa vanhojen dokumenttien tueksi. Tulevaisuudessa aineistojen tekoälypohjainen käsittely myös nopeuttaa ja automatisoi työvaihetta merkittävästi.

Tiedon määrä ja monimuotoisuus tulevat kasvamaan tulevaisuudessa merkittävästi myös purkukohteissa. Tietoa myös linkitetään huomattavasti monipuolisemmin eri dokumenttien ja tiedonlähteiden välillä, joten tehokas ja älykäs tiedonhallintaympäristö CDE tulee tulevaisuudessa olemaan oleellinen osa myös purkuhankkeita. Älykkäät CDE-ympäristöt toimivat hankkeen kaikkien osapuolten apuna ja yhteisenä tiedon tallennuksen ja käsittelyn lähteenä. Useat järjestelmät toimivat myös mobiilisti, joka mahdollistaa esimerkiksi erilaisten kartoitusten ja työmaatoimintojen liittämiseen samaan järjestelmään.

Uudet järjestelmät ja toimintatavat muokkaavat koko purkuhankkeen toteutusta ja siksi purkuhankkeiden tilaajien olisi tärkeä miettiä kokonaisuutta uudelleen. Digipurku-hankkeen yhteydessä toteutettu projekti-prosessikaavio (Digipurku-erillisraportti) antaa hyvän yleiskuvauksen mitä uusia tehtäviä, rooleja, prosesseja ja vaiheita tulevaisuuden purkuhankkeissa voidaan kohdata.

Tietomallintamista voidaan jo nyt hyödyntää monella tapaa purkurakentamisessa, mutta sen ominaisuudet tulevat huomattavasti tehokkaammin käyttöön, kun purkuhankkeessa huomioidaan myös rakennusosien ehjänä purkaminen, kunnostaminen ja uudelleenkäyttö. Näissä hankkeissa tietomallien laaja, tarkka ja monipuolinen geometriatieto ja tiedonkäsittelykyky tulevat hyvin tärkeiksi. Tietoa voidaan myös luotettavasti ja tehokkaasti täydentää, siirtää, monistaa ja tallentaa eri ohjelmistojen ja käyttäjien tarpeiden mukaisesti.

Purkurakennusten tietomallintaminen tulee suunnitella uudella tavalla, sillä niissä tarpeet ovat erilaiset kuin uudisrakennuksissa. Inventointimallinnuksen periaatteet eivät sovellu sellaisenaan. Tulee kehittää aivan omat ohjeet sekä siihen soveltuvat mallinnuspohjat. Digipurku-hankkeen esimerkkejä ja ohjeita voidaan hyvin käyttää tämän prosessin kehittämiseen ja lähtötietona. Oleellista on miettiä mallintamisen vaiheistukset uudelleen. Mitä mallinnetaan ja mihin tarkkuustasoon on tarve päästä missäkin vaiheessa hanketta? Mallissa hyväksytään myös, että tarkkuustasot eroavat merkittävästi objektien välillä prosessin edetessä.

Purkumallien tietosisältö vaatii vielä paljon kehitystä sekä yhteistä alan vakiointia. Nykyiset vakioidut tietosisällöt soveltuvat uudis- ja korjausrakentamiseen, mutta eivät purkurakentamiseen. Useita tietokenttiä ei voida täyttää, joten ne ovat turhia, mutta toisaalta puuttuu paljon myös sellaisia tietokenttiä, joita purkurakentaminen ja erityisesti uudelleenkäytettävyys vaatisi tietomalleihin. Ala tarvitsee yhteistä kehitystyötä ja vakiointia alan yritysten kanssa, koska ilman yhteistä nimikkeistöä, tietokenttiä, arvoja jne. tietoon ei voida luottaa eikä hyödyntää automatisoidusti.

Tietoturvan merkitys saattaa myös vaikuttaa käytettävissä oleviin menetelmiin. Matterport-skannauksessa todettiin hankkeessa tehtyjen selvitysten jälkeen, että skannattu data siirtyy kaupallisen laite- ja ohjelmistotoimittajan palvelimelle, joka oli EU:n ulkopuolella. Laitteiston suomalainen edustaja ei voinut vaikuttaa tähän toimintaan. Mikäli tieto siirtyy hankkeen toteuttajaorganisaatioiden ulkopuolelle, voi olla vaikea varmistaa, että tiedot eivät voisi päätyä asiattomien tahojen käsiin.

6.2 Suositukset

Purkukohteen skannaus olisi optimaalista tehdä siinä vaiheessa, kun rakennuksessa ei enää ole käyttäjiä sisällä ja siellä olisi mahdollisimman vähän irtaimistoa. Tämä ei ole käytännössä kuitenkaan aina mahdollista, vaan skannattuun dataan tulee irtaimiston seurauksena datapisteitä, joita täytyy poistaa tai ”siivota” kun tietomallia luodaan.

Digitaalisista työvälineistä tärkeintä olisi ensimmäisenä oppia digitaalinen tiedonhallintaympäristö CDE. Purkualalla käsitellään edelleen paljon tietoa paperilla ja sähköpostilla ja siksi olisi tärkeää saada purkurakentamiseen soveltuvia tiedonhallintaympäristöä koulutettua ja jalkautettua purkuhankkeisiin.

Koko rakennusten purkuala tarvitsee myös laajempaa kehitystä. Nykyisin melkein aina purettava kohde nähdään tulevan hankkeen esteenä ja ongelmana, josta halutaan syystä tai toisesta eroon, jotta tonttia voidaan hyödyntää paremmin ja uuteen käyttötarkoitukseen. Tämän takia myös itse rakennus nähdään haittana ja purkutyö vain haitan poistajana. Tämä ohjaa siihen, että purkutyöt kilpailutetaan ja usein vain kustannukset ja aikataulu ovat merkittäviä tekijöitä. Purkukohde tulisi kuitenkin nähdä edelleen arvoa tuottavana asiana. Rakennus pitää sisällään paljon hyötykäytettäviä ja kierrätettäviä elementtejä, osia ja materiaaleja, jotka asianmukaisella purkamisella ja kunnostamisella voidaan uudelleen myydä tulevien rakennusten tuottamiseen. Rakennuksen arvo ei siis pääty sen purkamiseen vaan tehokkaalla hyödyntämisellä ja kierrättämisellä, siitä voidaan saada vielä paljonkin arvoa omistajalleen. Tämä tarvitsee asennemuutosta ja kouluttamista rakennusten omistajille ja näin koko ala voi siirtyä kohti vihreämpää ja kestävämpää rakentamista.

Purkuala tarvitsee myös paljon uutta kouluttamista. Digitaaliset työvälineet ovat tulevaisuudessa huomattavasti nykyistä tärkeämmässä osassa purkuhankkeen aikana, joten niiden osaamiseen tulisi nyt panostaa. Purkuhanke ja sen prosessi tulevat kehittymään ja sekin vaatii uutta osaamista. Kun halutaan ehjänä purkaa rakenteita, niin se vaatii aivan uudenlaista purkusuunnittelua, työvaiheiden tunnistamista ja työtekniikoita. Näin siis ei vain digitaalisuus vaan koko purkualan toimintaa olisi hyvin tärkeä lähteä kehittämään ja uutta osaamista tuottamaan alalle. Mutta koska ala vasta kehittyy kohti seuraavaa askelta, niin uuden osaamisen määrittäminen on vielä haastavaa. Siksi asia tarvitsisi myös laajempaa tutkimusta ja kehitystyötä yhdessä alan oppilaitosten ja yritysten kanssa.

Robotisoitu skannaus voi parantaa skannauksen tehokkuutta ja nopeuttaa aikaa vievää 3D-skannausprosessia vähintään 30 %. Tämä perustuu autonomiseen skannauskohdan valintaan, optimoituun reitinsuunnitteluun ja robotin autonomiseen navigointiin. Digipurku-hankkeessa (HAMK) kehitettyä järjestelyä voitaisiin käyttää ja edelleen kehittää täysin automatisoiduksi skannausjärjestelmäksi.

Kestävyyskriteerien (luku 4.3.3) käyttöä suositellaan huomioitavaksi purkuhankkeiden kilpailutuksessa hinta- ja laatuksikriteerien lisäksi. Pisteytysjärjestelmä huomioi kolme kestävyysosan aluetta: kiertotalous (37 % painoarvo), jätejärjestelyt (34 %) ja työmaan hiilipäästöjen vähentämisen (29 %). Jokaisessa osa-alueessa on 5–6 arviointikriteeriä.

Hankkeessa tehdyn BIM-mallien hyötyjen selvityksen perusteella saatiin tietoa esimerkkitapauksista. Erityisesti siinä tapauksessa, kun purkukohde on monimutkainen ja teknisesti vaativa, suosittelemme purkurakennuksen BIM-mallin tekemistä ja hyödyntämistä. BIM voi olla hyödyllinen myös purku-urakan tarjouspyyntö- ja kilpailutusvaiheessa. Suosittelemme, että malli annettaisiin käyttöön purku-urakan tarjouksia laativille yrityksille.

Hiilivaikutuslaskelmien luotettavuus on keskeinen tekijä vähähiilisten ratkaisujen arvioinnissa, ja laskelmien tarkkuuteen vaikuttaa erityisesti lähtötietojen oikeellisuus ja kattavuus. Rakennuksen nykytilan digitaalinen mallintaminen ja skannaaminen sekä kattava purkukartoitus parantavat lähtötietojen tarkkuutta ja siten myös laskelmien luotettavuutta. Jos laskelmat tehdään pelkästään alkuperäisten rakennuspiirustusten perusteella, tarkkuus voi olla heikko. Tämä johtuu siitä, että rakennukseen on voitu tehdä muutoksia sekä korjauksia, joita alkuperäiset piirustukset eivät huomioi. Mikäli piirustukset eivät ole ajan tasalla, suosituksena on tehdä täydentävää inventointia hyödyntäen esimerkiksi skannaustekniikoita, kuten laserkeilausta ja 3D-kuvauksia kohteessa purkukartoituksen lisäksi. Esimerkiksi materiaalmäärien ja rakennusosien tarkka digitaalinen inventointi auttaa arvioimaan uudelleenkäytettävien ja kierrätettävien materiaalien määrän ja ominaisuudet realistisesti ja tuottaa tärkeää tietoa uudiskohteiden suunnittelijoiden ja arkkitehtien hyödynnettäväksi.

Purkaminen synnyttää hiilipäästöjä ja purkuosien uudelleenkäytöllä voitaisiin vähentää uuden rakennuksen hiilipäästöjä. Rakentamislaki huomioi nyt etenkin uudisrakennuksista aiheutuvia hiilipäästöjä ja niiden raja-arvoja. Suosittelemme, että tulevaisuudessa myös purkamisen huomioimista voitaisiin harkita.



6.3 Jatkohankkeet ja kehitystarpeet

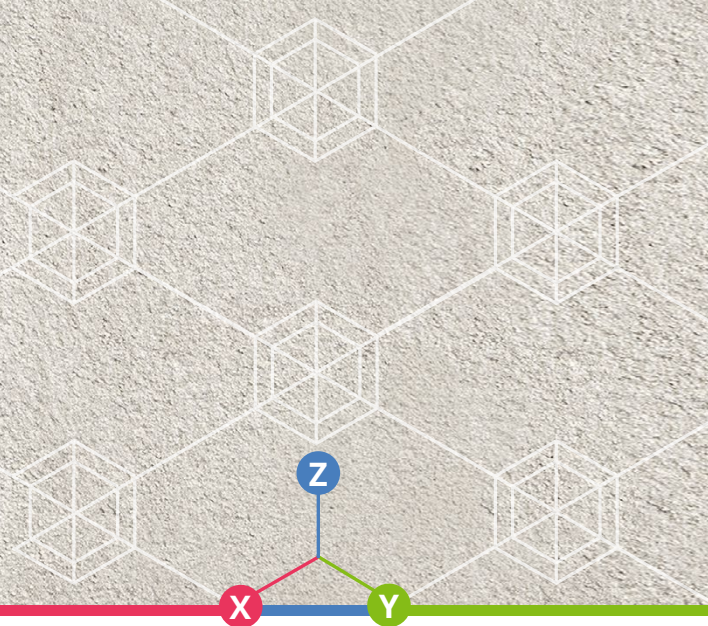
Tutkimuksen aikana nousi esille useissa yhteyksissä se, että koko rakennus- ja purku-alan kiertotalous tulee tarvitsemaan vielä paljon jatkokehitystä. Jo nyt aihealuetta on tutkittu monen eri tutkimushankkeen voimin ja Digipurku-hankkeessa huomattiin kuinka tärkeää on, että eri tutkimushankkeet keskustelevat keskenään ja vievät laaja-alaisesti alan kehitystä eteenpäin.

Hankkeen aikana Digipurku-projekti teki usein yhteistyötä käynnissä olevien eri kehityshankkeiden kanssa. UURAKET-hankkeen kanssa luotiin yhteisesti näkemystä, miten digitaaliset työvälineet ja uudelleenkäytettävyyden arviointi ja tutkiminen toimivat yhteen. Tuloksena saatiin kehitettyä purkurakentamisen ja uudelleenkäytettävyyden prosessikaavio huomioiden sen digitaaliset elementit. Prosessikaavio perustui näiden tutkimuksien tuloksiin ja kaaviota tarkasteltiin vain teoreettisesti. Jatkokehityshankkeena olisi hyvä viedä tämä prosessikaavio käytäntöön ja testata sen toimivuutta ja jatkokehittää eteenpäin. Tarvitaan siis proof of concept (POC) tutkimus nyt esitetylle teorialle.

Aihe, joka nousi monessa yhteydessä esiin hankkeen aikana on, että kiertotalous ja rakennusosien uudelleenkäyttö ei etene ennen kuin siitä saadaan taloudellisesti kannattavaa toimintaa. Tarvitaan siis tutkimushanke, joka keskittyy rakennusten kiertotalouden business-ideaan sekä talouteen. Kuinka olemassa olevia käytettyjä rakenteita tai rakennuksen osia voidaan purkaa, kunnostaa, varastoida ja myydä uudelleen tuottavasti? Millaisia vastuita ja taloudellisia rasitteita tästä syntyy ja miten se on teknisesti mahdollista?

Myös tekniikkaa olisi tarve kehittää helppokäyttöisemmäksi ja jopa käytettäväksi purkutyömaan kenttäolosuhteissa. Digipurussa kokeiltiin tabletti-tietokoneen käyttöä purkukohteessa tietosisältöjen tallentamiseen. Tulevaisuudessa mallin hyödyntämistapoja – kuten mallin visuaalinen tarkasteleminen ehjänä purkamista varten – ja siihen tarvittavaa tekniikkaa voisi kehittää helpommin purkajien käytettäväksi. Tässä laajassa aiheessa on purkurakentamisessa nähtävissä monia eri tarpeita ja eri käyttökohteita.





7. Yhteenveto

Digipurku-hanke tuotti uutta tietoa useisiin purkuhankkeiden tiedonhallinnan ja toteutuksen osa-alueisiin. Hankkeessa saatiin käytännön kokemusta digitaalisista skannausmenetelmistä ja tietomallin työstämisestä hankkeen pilottikohteissa. Hankkeessa tutkittiin ja kokeiltiin myös purkamisen hiilipäästöjen arviointia valituissa pilottikohteissa. Tietomallinnuksen hyötyjä purkuhankkeissa arvioitiin taustaselvityksin ja käytännön esimerkkien pohjalta. Lisäksi hanke tutki sitä, kuinka purkuhankintoja voitaisiin jatkossa kehittää kiertotalouden näkökulmasta. Uusi rakentamislaki pyrittiin huomioimaan hanketyössä, vaikka uuden lain voimaantulo ja lopullisen sisällön varmistuminen kesti hiukan odotettua pidempään. Hankkeessa muodostettu asiantuntijoiden viiteryhmä kokoontui hankkeen aikana moniin yhteisiin tilaisuuksiin, joissa käytiin vuoropuhelua, jalkautettiin tuloksia ja yhteiskehitettiin valittuja hankkeen teemoja. Hankkeen kyselyt ja työpajat tuottivat myös tietoa digitaalisten työkalujen hyödyntämisen valmiuksista ja kehittämistarpeista. Hankkeen tärkeimmät tulokset on koottu tähän raporttiin osa-alueittain.



Digipurku-viiteryhmän 5. kokous, 4.9.2024, Helsinki.

Hankkeen ydintulokset, suositukset ja ehdotukset jatkokehittämistarpeista on esitetty kootusti edellisessä luvussa. Lisäksi hanke on tuottanut useita erillisiä teemakohtaisia tulosraportteja hankkeen erillisistä toimenpiteistä. Nämä raportit ovat ladattavissa netin kautta (latauslinkki löytyy dokumentin lopusta).

Digitaalinen rakennustietomalli purkukohteesta palvelee purkuhankkeen eri osapuolia monin eri tavoin. Tietomallista on hyötyä purkus suunnittelussa ja sen avulla voidaan jakaa ajantasaista tietoa hankkeen osapuolille. Kun tietomallia päivitetään ja pidetään purkamisen aikana ajan tasalla, sen avulla voidaan hallita paremmin laajoja ja haastavia purkuhankkeita ja niiden aikataulun mukaista toteutusta. Lisäksi se voi tehostaa materiaalivirtojen hallintaa ja se auttaa kartoittamaan purkuhankkeen hiilivaikutuksia. Malli tarjoaa hyvän pohjan purkurakennuksen osien uudelleenkäytölle, joka on monien eri osapuolten yhteistyötä edellyttävä prosessi. Käytännönläheistä kehitystyötä sen edistämiseksi tarvitaan.

Digitaalisten välineiden käyttöä purkamisessa tukee myös osaltaan se, että rakennus- ja purkualan lainsäädäntöä ja rakennusalan sertifiointeja kehitetään, jolloin digitaaliset työkalut voivat vastata uusiin kiertotalouden tietotarpeisiin. Tulevaisuudessa purkukohteen tietomallin ja digitaalisten tietosisältöjen hyödyntäminen tulee kasvamaan ja ne tulevat olemaan tärkeä osa alan liiketoimintaa. Nyt on hyvä aika valmistautua siihen.





Lähteet

1. Direktiivi 2008/98/EC. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>
2. https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en (haettu 14.3.2025)
3. <https://ym.fi/kiertotalouden-green-deal> (haettu 14.3.2025)
4. Rakentamislaki 751/2023, annettu Helsingissä 21.4.2023, saatavilla sähköisesti osoitteessa: <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230751#Lidm46263583086816>
5. <https://rapuselvitys.fi> (haettu 14.3.2025)
6. Ympäristöministeriö. (2019) Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Helsinki. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM_2019_22_Rakennuksen_vahahiilisyyden_arviointimenetelma.pdf?sequence=1&isAllowed=y
7. Lehtonen, K. (2018). Purkutyöt. Opas tekijöille ja teettäjiille. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:29. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161884/YM_2019_29.pdf
8. Kuntaliitto. (2023). Rakentamislaki tulee vuonna 2025, mikä kaikki muuttuu? <https://www.kuntaliitto.fi/blogi/2023/rakentamislaki-tulee-vuonna-2025-mika-kaikki-muuttuu>
9. Hallituksen esitys 101/2024. (2024). Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi rakentamislain muuttamisesta ja eräksi siihen liittyviksi laeiksi. Finlex. <https://finlex.fi/fi/hallituksen-esitykset/2024/101>
10. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ilmastaselvityksestä ja rakennustuoteluettelosta 1027/2024. <https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2024/1027>
11. Laamanen, N. (2024). Matterport 3D -kameran käyttö rakennustyömaalla. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/857368/Laamanen_Niko.pdf?sequence=2

12. Rakennuslehti. (2025). Rakennusten ilmastovaikutusten arviointiin on varauduttu vuosien ajan. <https://www.rakennuslehti.fi/blogit/rakennusten-ilmastovaikutusten-arviointiin-on-varauduttu-vuosien-ajan/>
13. Kemppinen, A & Laitala, A. (2025). Purku-urakoiden toteuttaminen siten, että vähähiilisyys arviointi voidaan suorittaa. <https://gnf.fi/fi/gnf/digipurku/>
14. Directorate-General for Internal market, I. E. and S. (2016). *EU Construction & Demolition Waste Management Protocol*.
15. Directorate-General for Internal Market, I. E. and Sme. (2018a). *Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings EU Construction and Demolition Waste Management*. http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm
16. Donatello, S., Arcipowska, A., Perez, Z., & Ranea, A. (2022). *EU Green Public Procurement (GPP) criteria for the design, construction, renovation, demolition and management of buildings. DRAFT TECHNICAL REPORT (v1.0). GPP_Buildings_TR_v1.01.pdf*
17. EU. (2008). DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. *Official Journal of the European Union*, 02008L0098(EN — 18.02.2024 — 004.002). <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj>
18. EUROPEAN COMMISSION. (2020). *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS: A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>
19. Green Net Finland ry, HAMK, Metropolia University of Applied Sciences, & SYKLI Environmental School of Finland. (2020). *European Construction Sector Observatory Policy fact sheet Finland RANTA Project: Circular Economy Aspects of Construction in Municipalities. Inforegio - RANTA: Suomalaishankkeessa edistetään purkujätteen uudelleenkäyttöä* (haettu 14.3.2025)
20. HILMA. (n.d.). *Yleistä julkisista hankinnoista*. Yhteisrahoitettu Euroopan Unionin Verkkojen Eurooppa -Välineestä. Retrieved December 5, 2024, from <https://www.hankintailmoitukset.fi/fi/info/yleista>
21. Hakaste, H. (n.d.). *Circular economy in the construction sector*. Ministry of the Environment, Department of the Built Environment, Buildings and Construction. Retrieved July 16, 2024, from <https://ym.fi/en/circular-economy-in-the-construction-sector>
22. Nugent, A., Montano-Owen, C., Pallares, L., Richardson, S., & Rowland, M. (2022). *The World Green Building Council (WorldGBC) catalyses the uptake of sustainable built environments for everyone, everywhere*. www.worldgbc.com
23. OSH WIKI. (2014, March 11). *Demolitions and dismantling*. European Agency for Safety and Health at Work. <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/demolitions-and-dismantling>
24. EU. (2008). DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. *Official Journal of the European Union*, 02008L0098(EN — 18.02.2024 — 004.002). <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj>
25. Directorate-General for Internal Market, I. E. and Sme. (2018b, September 18). *EU Construction and Demolition Waste Protocol and Guidelines*. Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. https://single-market-economy.ec.europa.eu/news/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-2018-09-18_en

26. Xamk. (2023, May 1). *KIELO – Reuse pilots of construction and demolition materials in Mikkeli - Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu*. <https://www.xamk.fi/en/project/kielo-reuse-pilots-of-construction-and-demolition-materials-in-mikkeli/>
27. Luotolampi, J., & Pulliainen, S. (2024). *KIELO – Reuse pilots of construction and demolition materials in Mikkeli*. <https://www.xamk.fi/en/project/kielo-reuse-pilots-of-construction-and-demolition-materials-in-mikkeli/#:~:text=The%20project%20KIELO%20promotes%20the%20reuse%20and%20recycling,-new%20circular%20economy%20solutions%20in%20the%20Mikkeli%20region>
28. Marc van den Berg, Hans Voordijk & Arjen Adriaanse (2021) BIM uses for deconstruction: an activity-theoretical perspective on reorganising end-of-life practices, *Construction Management and Economics*, 39:4, 323–339, <https://doi.org/10.1080/01446193.2021.1876894>
29. Tarmigan A (2023). Sustainability Challenges in Construction Contracts as a Regular Issue of International Investments *International Investment Law Journal*, 3(1) 42–48
30. De Souza Dutra C, Rohan U, ... Soares C (2017). Barriers and Challenges to the Sustainability Requirements Implementation in Public Procurement of Engineering Works and Services. *Open Journal of Civil Engineering*, 07(01) 1–13
31. Namian, M., Al-Bayati, A., Karji, A., Tafazzoli, M. (2021). Investigating Barriers to Implement and Develop Sustainable Construction. In: El Dimeery, I., et al. *Design and Construction of Smart Cities*. JIC Smart Cities 2019. Sustainable Civil Infrastructures. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64217-4_28
32. Finnish Environment Institute (Syke). (2024). *Construction waste*. <https://www.ymparisto.fi/en/sustainable-circular-and-bioeconomy/waste-and-recycling/national-waste-plan/construction-waste>
33. EastCham Finland. (n.d.). *Getting rid of the landfills – Finnish experience in building a waste management system*. Ministry of the Environment. Retrieved August 7, 2024, from <https://www.eastcham.fi/finnishwastemanagement/waste-management/construction-waste/>
34. Alves, B. (2024, June 24). *Recovery rate of construction and demolition waste (CDW) in the European Union (EU-27) in 2020, by country*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/1316268/recovery-rate-of-construction-and-demolition-waste-eu-by-country/>
35. Vuorela, A. (2023, September 26). Rakennus- ja purkujätteiden kiertotalous tökkii Suomessa, hyödyntämistä on juuttunut alle 60 prosenttiin. YLE. <https://yle.fi/a/74-20051978>
36. Laaksonen, J., Salmenperä, H., Stèn, S., Dahlbo, H., Merilehto, K., & Sahimaa, O. (2018). *From recycling to a circular economy, The National Waste Plan 2030*. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160889/SY_01en_18_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y
37. Statistics Finland. (2024b). *Waste generation by industry, 2017–2022*. https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/en/StatFin/StatFin_jate/statfin_jate_pxt_12qw.px/table/tableViewLayout1/
38. United Nations Environment Programme. (2024). *Global Status Report for Buildings and Construction: Beyond foundations - Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector*. United Nations Environment Programme. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/45095>
39. Deloitte. (2015). *Construction and Demolition Waste Management in FINLAND*.

40. van den Berg M, Voordijk H, Adriaanse A (2020). Recovering building elements for reuse (or not) – Ethnographic insights into selective demolition practices. *Journal of Cleaner Production*, 256: 120332
41. <https://www.tuni.fi/fi/tutkimus/recreate>
42. <https://www.rts.fi/project/uudelleen kaytettavien rakennusosien kayton edistaminen talon rakentamisessa uuraket-hanke/>
43. <https://ym.fi/-/purkaa-vai-korjata-raportti-valottaa-uudisrakentamisen-ja-peruskorjaamisen-ilmastovaikutuksia>
44. Han, D.; Kalantari, M.; Rajabifard, (2024) The development of an integrated BIM-based visual demolition waste management planning system for sustainability-oriented decision-making, *Journal of Environmental Management* 351, 119856.
45. Marc van den Berg, Hans Voordijk & Arjen Adriaanse (2021) BIM uses for deconstruction: an activity-theoretical perspective on reorganising end-of-life practices, *Construction Management and Economics*, 39:4, 323-339, <https://doi.org/10.1080/01446193.2021.1876894>
46. Han, D.; Kalantari, M.; Rajabifard, A., (2021) Building Information Modeling (BIM) for Construction and Demolition Waste Management in Australia: A Research Agenda. *Sustainability* 13, 12983. <https://doi.org/10.3390/su132312983>
47. Digipurku-hankkeen uutiskirje no 5. https://gnf.fi/wp-content/uploads/2024/12/Digipurku-uutiskirje-5_11122024.pdf
48. Vantaan kaupunki, Myyrmäkitalo, https://kiratilanne.impact.page/kiratilanne/HankeKortti#?_duid=vhhiilisenkorjauksen-u2ymjzi3 (haettu 4.4.2024)
49. <https://ym.fi/-/eu-n-rakennustuoteasetus-voimaan-7.-tammikuuta-2025>, (haettu 29.3.2025)





Digipurku

Digipurku-tulosraportit

Hankkeen julkaisemat erilliset tulosraportit ovat luettavissa Digipurku-hankkeen kotisivulla osoitteessa <https://gnf.fi/fi/gnf/digipurku/>

Taulukko 7.1. Hankkeessa julkaistavat erilliset Digipurku-tulosraportit.

N:o	Raportin nimi	Vastuukirjoittaja
R1.1	Kokeilukohteiden valinta, määritely ja rakennusten digitaalisten tietojen tavoitteet ja rajaukset	Mikko Raikaa
R1.2	Kohteiden 3D-kartoitus	Mikko Raikaa
R1.3	Kohteiden BIM-mallit	Mikko Raikaa
	BIM-tietosisällöt	Seppo Törmä
R2.2	Purku-urakoiden toteuttaminen siten, että rakennusten vähähiilisyys arviointi voidaan suorittaa	Anna Kemppinen, Ari Laitala
R3.1	Kehittynyt purkuhankintojen toteuttamismenetelmä	Zhongcheng Ma
R3.2	Kehittyneen hankinnan kestävyyskriteerit	Patience Wanjala, Zhongcheng Ma, Shekhar Siwal
R3.3	BIM-mallin hyödyn selvitys hypoteettisen mallin pohjalta	Markku Raimovaara
R4.1	Markkinavuoropuhelu ja aktiivinen ekosysteemi	Ilkka Aaltio
R4.2	Yhteenvetoraportti toimijoiden haastattelujen ja kyselyn tuloksista	Ilkka Aaltio
R4.3	Raportti työpajojen ja webinaarin tuloksista	Ilkka Aaltio
	Purkuhankkeen tiedonhallinta ja mallinnus prosessikaavio	Mikko Raikaa
	Robotized scanning	Zhongcheng Ma
	Purkumallinnuksen Autodesk REVIT-aloituspohja ja käyttöohje	Mika Leinonen

Liite 1

	Purkukäsis	Lähtötiedot	Raakamallinnus	Hankesuunnittelu			Rakennesuunnittelu			Purkuhankinta	Työvaihesuunnittelu				Toteutusvaihe		Uudelleenkäytön kunnostus	Uudelleenkäytön kuljetus, varastointi ja myynti	Uudelleenkäytön suunnitteluvaihe	Uudelleenkäytön rakennusvaihe	Käytävaihe
Purkuhanke	Purkuhankkeen tiedonhallinta- ja tietomallisuunnitelma	Pinotutuksen ja dokumentaation kerääminen purkukohteesta Olemassa olevat tutkimukset, kartotukset, historiat ja havainnot		Purkukartoitus	Urakkoyletma	Turvallisuussuunnitelma	Purkutuloseloste	Erikoisuusuunnitelmat	Purkuvuonohankinta	Kilpailutus	Purkusuunnitelma Työmaasuunnitelma	Purkauskataulu	Jätteenhuoltosuunnitelma	Työsuojeluohjelma	Purkaminen Selvitys purkutyönteistä						
Purkuurakke											Purkusuunnitelma	Tehdäsuunnitelma	Jätteenhuoltosuunnitelma	Työsuojeluohjelma	Purkaminen Selvitys purkutyönteistä						
Uudelleenkäyttö				Uudelleenkäyttö kartotus	Uudelleenkäytösohjeiden tutkimussuunnitelma			Uudelleenkäytösohjeiden raportti	Uudelleenkäytösohjeiden tutkimussuunnitelma	Ehjänä irrottamisen suunnitelma				Ehjänä irrottaminen Purun dokumentointi	Työntekijöiden tutkimukset	Uudelleenkäytettävien rakennusosien rakennuspiirustukset	Dokumentoidaan kuljetuksen ja varastoinnin aiheuttamat vaikutukset dokumentaatioon	Ominaisuusluokituksen käyttö oman uudelleenkäytön dokumentaatioon	Rakentamisen aikainen dokumentointi suunnitelmista	Laadunvarmistus seuranta ja tutkiminen	
Skannaus		Käytetty skannaus			Tarkentava laser skannaus uudelleenkäytettävissä rakennusosissa									Ehjänä purettujen rakenteiden skannaus	Kunnoitettujen rakenteiden tarkennukset				Uudelleenkäytettävien rakenteiden skannauksen tarkennukset		
Purkamallin geometria	Purkamallinnuksen alustaminen ratkaisuvaihtelulle valmiin mallin avulla	Geometria malli lähtötietojen pohjalta Al pohjainen mallinnus skannauksesta tai piirustuksista	Geometria malli tarkennus kahde tutkimuksen ja kartotuksen pohjalta	Uudelleenkäytettävien rakennusosien tarkentava geometria mallinnus laser skannauksen pohjalta		Purkamisen rakennesuunnittelu hyödynnettävä tietomallilla	Purkamisen rakennesuunnittelu hyödynnettävä tietomallilla	Purkuhankkeen määrä ja kustannustasesta purkamallin avulla		Ehjänä purkamisen suunnittelu, mallintaminen ja visualisointi	Alustussuunnitelma mallin avulla	Purkauskataulu suunnittelu ja visualisointi 4D tietomallin avulla	Jätteenhuolto laitteet ja suunnitelmien tietomallin avulla	Työsuojeluohjelma suunnittelu ja visualisointi 4D tietomallin avulla	Alustava toteutus ja seuranta 4D visualisoinnilla Ehjänä purettujen rakenteiden tarkentava mallintaminen	UUDEN TIEOTMALLIN LUONTI UUDELLE KÄYTTÖTAVALLE RAKENNUSOSILLE	Kunnoitettujen osien siirtoformaukset	UUDEN TIEOTMALLIN LUONTI UUDELLE PROJEKTILLE	Rakentamisen aikainen ruudutettujen mallintamisen tarkennus hyödyntäminen		
Purkamallin tietosisältö		Yksiköt tietosisältö keräys Malli mallin mukaan vakuutus tietosisältö	Kartotuksen mukaan tarkentava tieto ja täyditys tietomallin pohjalta	Uudelleenkäytettävien rakennusosien objektiivinen uudelleenkäytön tietosisältö keräys ja täyditys				Määräitelmien tietosisältö tarkennukset ja täyditys		Purkuurakkeen tietosisältö suunnittelu ja täyditys	Suunniteltu purkauskataulu objektiivisella	Jätteenhuolto laitteet ja suunnitelmien mallin		Toteutunut purkauskataulu tieto Ehjänä purettujen rakenteiden purun aikainen objektiivisella tieto Toteutunut purkamallista	Purkamallin tietosisältöön tuominen Kunnoitettujen rakenteiden tietosisältöön tarkentaminen Uudelleenkäytön tietosisältöön tuominen	Varastointi tiedot Kuljetus tiedot Ominaisuus tiedot	Uuden suunnittelun tiedot uudesta projektista Uudelleenkäytettävien rakenteiden historiatiedon tuominen Uudelleenkäytettävien rakenteiden ominaisuuksien täydentäminen	Rakentamisen ja rakentamisen aikana täydennettävien tiedot ja ominaisuuksien täydentäminen			
Tiedonhallinta järjestelmä (CDE)	Purettavan kohteen CDE järjestelmän alustus Kansiojärjestelmä ja käyttöohjeet	Lähtötietojen tallentaminen ja jakaminen	Raakamallinnuksen tallentaminen ja vertailu photoگرامmetria datan kanssa	Purku- ja uudelleenkäyttö kartotuksen raportti ja dokumentaatio tallentaminen ja jakaminen	Dokumentointi ja tallentaminen			Purkuhankintapöytäkirja ja kilpailutus CDE ympäristössä		CDE järjestelmän alustaminen purkuurakkeille Purkuhankkeen tietomallisuunnitelma Purkusuunnitteludokumenttien tallentaminen	Purkauskataulun dokumentointi Tehdäsuunnitelma ja alkataulu seuranta	Jätteenhuoltosuunnitelman ja laakien dokumentointi		Dokumentointi purkamisesta ja purun aikaisista tapahtumista Dokumentointi uudelleenkäytettävien rakenteiden ehjänä purkamisesta Toteutunut purkauskataulu, tiedonhallinta, raportit, havainnot, kommunikointi	Selvitys purkutyönteistä ja sen käyttämisestä määrät	UUDELLE KÄYTTÖTAVALLE RAKENTAMISEN UUDEN CDE JÄRJESTELMÄN PERUSTAMINEN	Varastointi olosuhteet raportit Varasto inventaario Kuljetuksen hallinta Myynti dokumentaatio	UUDEN PROJEKTIN UUSI CDE YMPÄRISTÖ	Asennuksen ja asennusvaiheen dokumentaation tallentaminen Rakentamisen CDE ympäristön täydentäminen	Käytön aikainen tutkimusdokumentaation tallentaminen	

