

Automating modeling and design for circularity

Kiertotalouskohteen automaattisesta tietomallintamisesta automaattiseen analyysiin, suunnitteluun ja optimointiin

Helsingin kiertotalousklusterin kokeilun loppuraportti
31.10.2024

Helsinki

M P
R A

Make a BIM

Kokeilun tilaaja:

Helsingin kaupunki

Kiertotalouden klusteriohjelma

Kokeilun lähtötiedot:

Skanska Talonrakennus Oy

Maaria Koskinen

Kokeilun suorittivat:

Make a BIM Oy

Leo Salomaa

www.makeabim.com

Studio MPRA Arkkitehdit Oy

Ron Aasholm

Maija Parviainen

www.mpra.fi

Sisältö

Johdanto	5
Kokeilun prosessi	7
Lähtötietorakennuksen kuvaus	10
Lähtötietopiirustukset	14
Automaattinen mallinnus	18
Luodun tietomallin analyysi	20
Tiedonsiirto työkalujen välillä ja tiedon visualisointi	24
Suunnittelutyökalun kehitys	29
Suunnitelmien generointi	30
Yhteenvedo ja johtopäätökset	34

Kokeilu syntyi Kiertotalousklusterin Innovaatiohaasteen pohjalta. Haasteessa tunnistettiin tarve erilaisten digitaalisten suunnittelu-työkalujen yhteensovittamiselle.

Johdanto

Tämä kokeilu sai alkunsa, kun Studio MPRA ja Make a BIM sijoituivat jaetulle toiselle sijalle Helsingin Kiertotalousklusterin Innovaatiohaasteessa joulukuussa 2023. Innovaatiohaasteen tuomaristo edellytti yritysten lyöttäytyvän yhteen digitaalisten suunnittelutyökalujensa pilotoinnissa.

Tämän projektin tärkein tavoite oli yhteensovittaa yritysten kehittämät työkalut ja luoda mahdollinen analyysin ja suunnittelun prosessi. Keskeisenä tavoitteena oli myös tutkia ja kehittää Make a BIMin automaattista tietomallinnuksen menetelmää, sekä studio MPRA:n purettavien rakennusten inventointiin liittyviä analyysin, suunnittelun ja optimoinnin prosesseja.

Tehdyn tutkimus- ja kehitystyön tuloksia pilotoitiin Helsingin Vattuniemessä sijaitsevan, Skanskan omistaman liike- ja toimistokiinteistön avulla. Itälahdenkatu 27:ssä sijaitsevan rakennuksen piirustukset sekä kohdekäynnillä havainnoitu nykytila toimivat työkalujen ja kehitysprosessin lähtötietona.

Työkalujen avulla havainnollistetaan rakennusosien uudelleenkäyttöä hypoteettisen uuden rakennussuun-

nittelutehtävän kautta. Tässä raportissa kuvattua prosessia voi kuitenkin soveltaa muihinkin rakennusosiin, kuin esimerkkisuunnitelmissa esiintyviin betonisiin runkorakenteisiin. Runkorakenteet valittiin simulointiin, koska niillä on uuden rakennuksen hiilitaseelle erityisen merkittävä vaikutus.

Projektin tavoitteena oli tuottaa tietoa, joka hyödyttää koko Kiertotalousklusteria. Tämä raportti kokoaa yhteen visualisoinnit ja laskelmat rakennusosista, sekä esimerkinomaisia suunnitelmavaihtoehtoja. Lisäksi klusterille toimitettiin esimerkinomainen ifc-malli.

Projektin tavoitteena oli tuottaa tietoa, joka hyödyttää koko Kiertotalousklusteria.

Pilotoinnin tulokset julkaistaan Kiertotalousklusterin kautta, jotta muutkin alan toimijat voisivat hyödyntää niitä laajemmin ja edistää kiertotalouden käytäntöjä rakennusalalla.

Projekti eteni kolmen työpaketin kautta, joissa keskityttiin automaattisen tietomallinnuksen kehittämiseen, suunnittelutyökalun kehittämiseen ja lopulta kohde-esimerkin avulla toteutettuun pilotointiin. Tuloksena on mahdollisimman automaattinen, suuriakin rakennusosamääriä käsittelevä analyysi- ja suunnitteluprosessi.

Kokeilun prosessi

Projektin läpivienti suoritettiin kolmessa, rinnakkain kulkeneessa työpaketissa, joista kukin keskittyi eri osa-alueisiin.

Työpaketti 1: Automaattisen tietomallintamisen tutkimus ja kehitys

Ensimmäinen työpaketti keskittyi Make a BIMin automaattiseen tietomallien generointiin kehittämän työkalun tutkimukseen ja jatkokehitykseen. Tavoitteena oli tutkia purkukohteiden rakennusmateriaalien automaattista tietomallintamista, mikä on osoittautunut hyödylliseksi kiertotalouden kannalta, sillä se vähentää tiedonkeruuseen käytettävää aikaa ja kustannuksia. Työvaiheeseen kuului skannattujen arkkitehtipiirustusten hyödyntäminen. Piirustuksissa oli riittävästi tietoa rakennuksen materiaaleista ja rakennusosista. Puuttuvat tiedot voitiin tarvittaessa generoida oletusten pohjalta pilotoinnin toteuttamiseksi.

Materiaalitieto liitettiin IFC-objekteihin Make a BIMin prosessissa, ja IfcPropertySetteihin lisättiin hiilijalanjälkitietoa materiaalitietojen perusteella. Myös tiedonsiirto studio MPRAn työkalun kanssa kehitettiin yhteensopivaksi.

Työpaketti 2: Suunnittelutyökalujen kustomointi ja kehitys

Toinen työpaketti keskittyi studio MPRAn suunnittelutyökalun jatkokehitykseen. Työkalua paranneltiin käsittelemään rakennusosien materiaalitietoja, säilyttämään osien historiatiedot sekä muita metatietoja, joita pidettiin tärkeinä iteratiivisessa suunnittelussa, ja siten erityisesti purettujen rakennusosien kanssa työskenneltäessä.

Algoritmin toimintakykyä tarkastettiin niin, että työkalu pystyy käsittelemään suurempia määriä tietoa. Lisäksi kehitettiin yhteensopiva tiedonsiirto Make a BIMin kanssa. Työkalua parannettiin myös niin, että se pystyy tuottamaan IFC-malleja uusista suunnitelmista, joissa toimitetut metatiedot säilyvät.

Työpaketti 3: Pilotointi Skanskan ja Kiertotalousklusterin kanssa

Kolmas työpaketti keskittyi pilotoinnin toteutukseen Skanskan omistamassa kohteessa Itälahdenkatu 27. Pilotti-kohteena toiminut rakennus analysoitiin yhteistyössä Skanskan, Make a BIMin ja studio MPRA:n kanssa.

Työpaketti alkoi Skanskan toimittamien piirustusten analyysillä, jonka jälkeen toteutettiin kohdekäynti. Make a BIM loi kohteesta tietomallit, ja studio MPRA inventoi rakennusosat sekä generoi uusia pilari-palkki-runkoja niistä.

Lisäksi järjestettiin Kiertotalousklusterin kanssa workshop, jossa projektin tuloksia ja aineistoa työstettiin. Pilotin tulokset ja opit koottiin tähän raporttiin. Lisäksi tuotettiin IFC-malleja.



Lähtötietorakennuksen kuvaus

Pilotin lähtötietorakennuksena toimi liike- ja toimistorakennus Itälahdenkatu 27:ssä.

Lähtötietorakennuksena toimi liike- ja toimistorakennus osoitteessa Itälahdenkatu 27. Rakennus on toteutettu useassa rakennusvaiheessa, josta ensimmäinen on saanut rakennusluvun 1963. Rakennus koostuu kellarikerroksessa sijaitsevasta pysäköintilaitoksesta, katutasossa olevista liiketiloista sekä ylemmissä kerroksissa sijaitsevista toimistotiloista. Se muodostaa U-muotoisen korttelin, jonka sisäpihalla on pysäköintialue. Rakennukseen on tehty muutoksia 1980-luvun lopulla, ja nyt alueen asemakaavamuutosehdotuksessa se on esitetty purettavaksi ja korvattavaksi uusilla asuinkortteleilla.

Rakennuksen korkeammat siivet ovat viiden kerroksen korkuisia, kun taas matalampi liiketilaosa on yksikerroksinen. Rakennuksen korkeimmat kohdat, toimistolamellit, nousevat 23,6 metriin. Julkisivu

on verhoiltu tummanpunaisella tiililaatoilla, anodisoiduilla alumiinikaseteilla ja sileällä betonilla. Rakennuksen kantava rakenne on betoninen pilari-palkki-runko, joka on paikallavalettu kellarikerroksessa ja elementtirakenteinen ylemmissä, maanpäällisissä osissa.

Työn aluksi perehdyttiin rakennuksen suunnitelmiin, ja käytiin tonttikäynnillä, jossa havainnointiin rakennuksen pääpiirteet.

Rakennuksen perustiedot:

Kiinteistötunnus:	91-31-131-13
Käyttötarkoitus:	Toimistorakennukset
Rakennuksen osoite:	Itälahdenkatu 27
Valmistunut:	31.12.1962
Tilavuus	77759 m ³
Kokonaisala	19814 m ²
Kerrosala	12888 m ²
Huoneistoala	12569 m ²



Tyypillinen toimistotila ylemmissä kerroksissa



Näkymä marketin sisäänkäynniltä



Näkymä rakennuksen sisäpihalta toimistosiipeen välistä.



Marketin kattorakenteita, oletettavasti paikalla valettuja betonirakenteita.



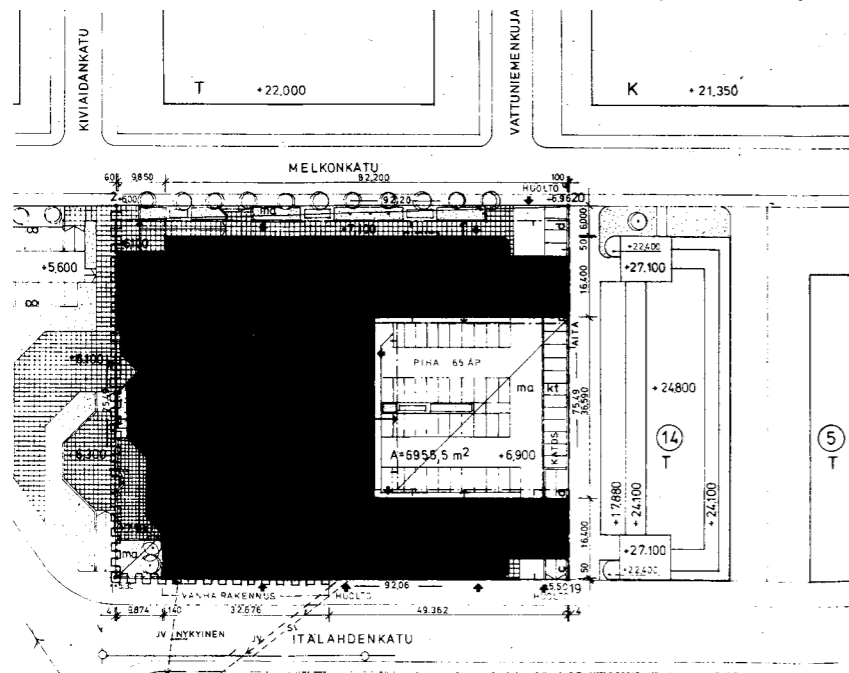
Oletettavasti alkuperäisiä kellarin kattorakenteita 1960-luvulta, paikalla valettuja betonirakenteita.



1980-luvun kellarin rakenteita: Elementoidut palkit, pilarit ja liitoskohdat saumoineen näkyvissä.



Toimistosiipeen betonielementtirunkoa ja julkisivuelementtejä ikkunoineen.



RAK. OIKEUS LASKELMA.

TONTIN PINTA-ALA 6955,5 m²
 e = 1,7 RAKENNUSOIKEUS 11.824,4 m²(+120 m²)

RAKENNUSOIKEUS VANHASSA RAKENNUKSESSA JA UUDISRAKENNUS-OSASSA JAKAUTUU SEUR. MYYMÄLÄ, RAVINTOLA YM.

LIIKETILAA 1. KERR.	39,12 m ²
TOIMISTOTILAA 2-5. KERR.	79,10 m ²
YHT.	118,225 m ² + 120 m ²

AUTOPAIKAT

LIIKETILAA 1AP / 50 m ²	ELI 79 AP
TOIMISTOT 1AP / 60 m ²	ELI 131 AP
YHT.	210 AP

PIHALLA	55 AP
KELLARISSA	145 AP
YHT.	210 AP

■ UUDISRAKENNUS, KORKEA OSA
 ■ UUDISRAKENNUS, MATALA OSA
 ■ SANEERATTAVA OSA
 ● LIPPUTANGOT
 □ ISTUTUSALLAS
 ○ ISTUTETTAVA PUU

ALUE ON RAKENNUSKIELLOSSA RAK. LAIN 42 § 1.MOK. MUKAAN

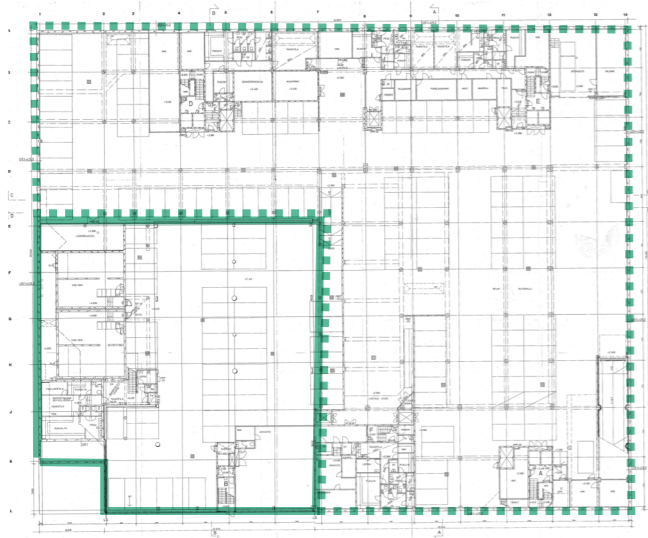
Vuoden 1984 saneerauksen asemapiirustus.

Lähtötietopiirustuksina toimivat kiinteistönomistajan toimittamat rakennuksen muutosta koskevat pääpiirustukset vuodelta 1985. Lisäksi perehdyttiin Lupapisteen tiedoista kiinteistölle haettuihin lupiin. Rakennusta on laajennettu ja muutettu 1980-luvulla vuosina 1984-1989. Arkistomateriaalista ei käy ilmi tarkasti, mikä on laajennusosaa, joten työssä on tehty oletuksia perustuen kohdekäynnillä havainnoituun, jotta simulointia on voitu rajata.

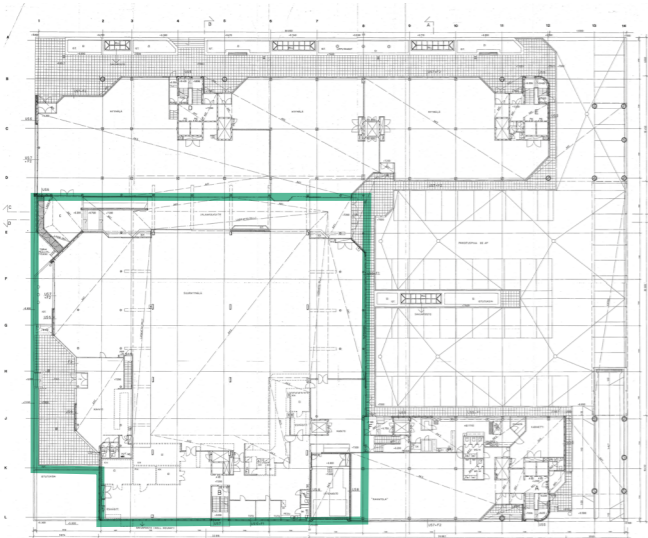
Kohdekäynnillä voitiin konkreettisesti huomata, kuinka monia variaatioita pilaripalkki-rungon sisällä voi olla. Esiin nousi erilaisia poikkileikkauksasetteja, saumoja ja liittymiä, jotka kaikki toivat esiin rakenteiden monimuotoisuuden ja yksityiskohtien määrän. Tämä havainnollisti hyvin, kuinka monimutkaisia rakenteet voivat olla ja miten suunnittelussa on otettava huomioon suuri määrä yksilöllisiä tekijöitä jokaisen rakenteen kohdalla.

Lähtötietopiirustukset

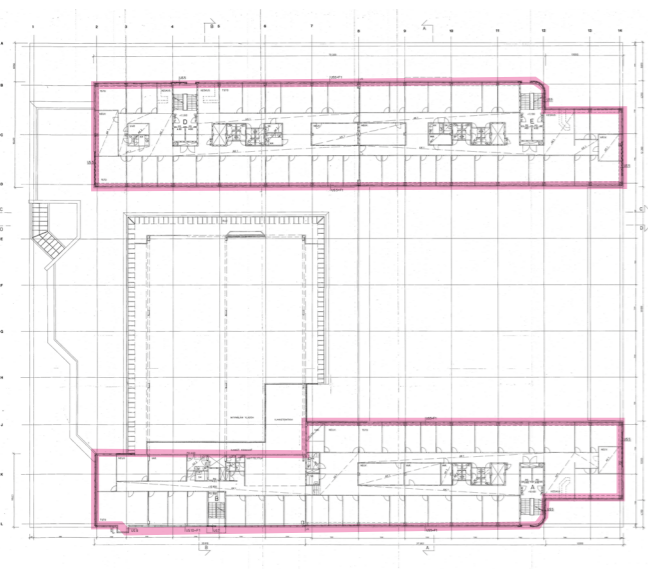
Pääpiirustussarja
vuodelta 1985 toimi lähtö-
tietoaineistona. Tiedostot
olivat skannattuja käsin
piirrettyjä arkkitehtipiirus-
tuksia.



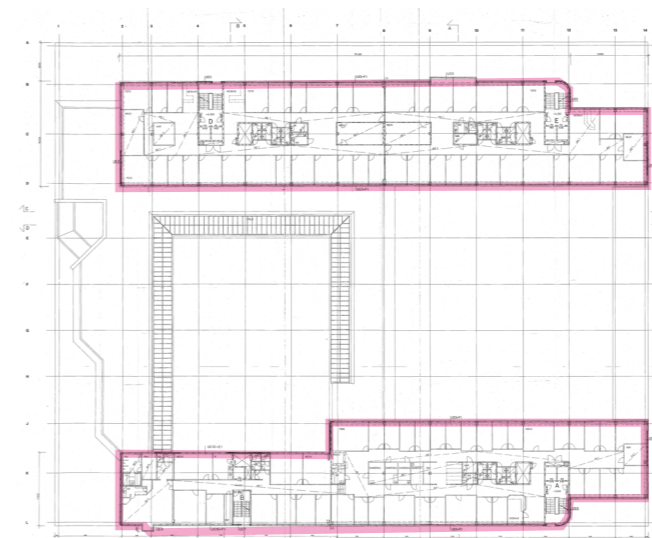
Kellari



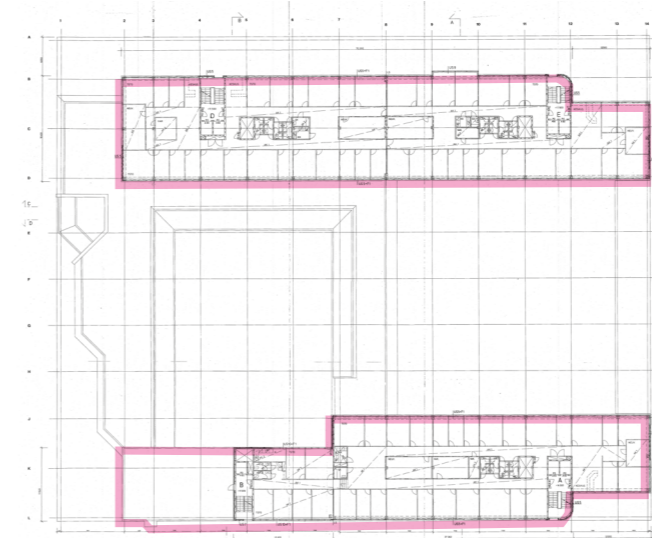
1. kerros



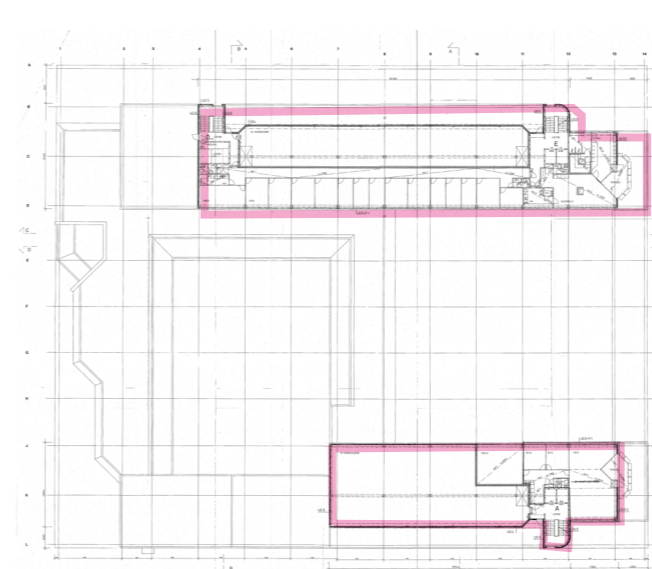
2. kerros



3. kerros

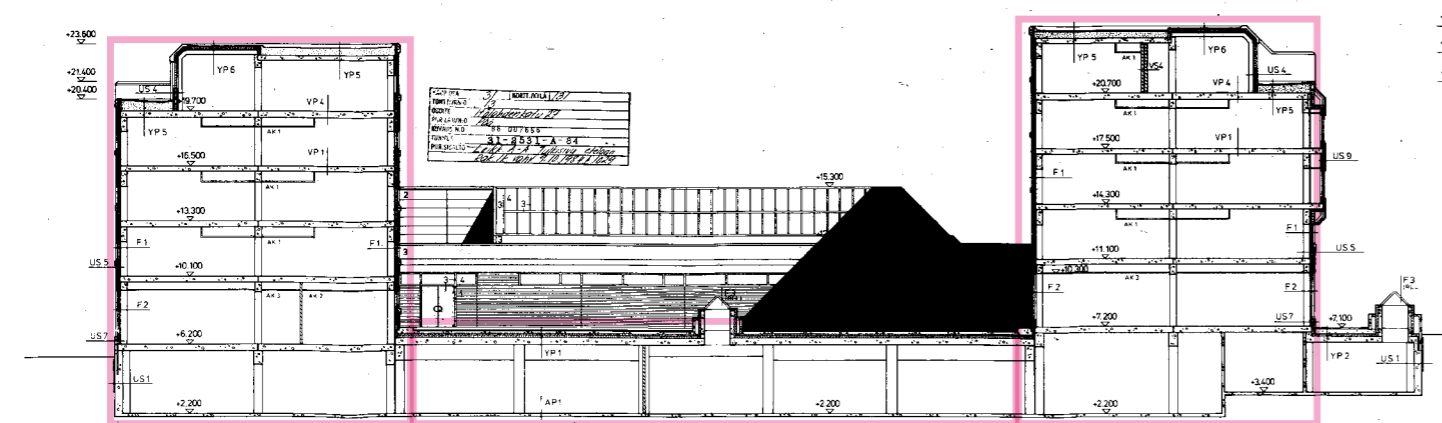
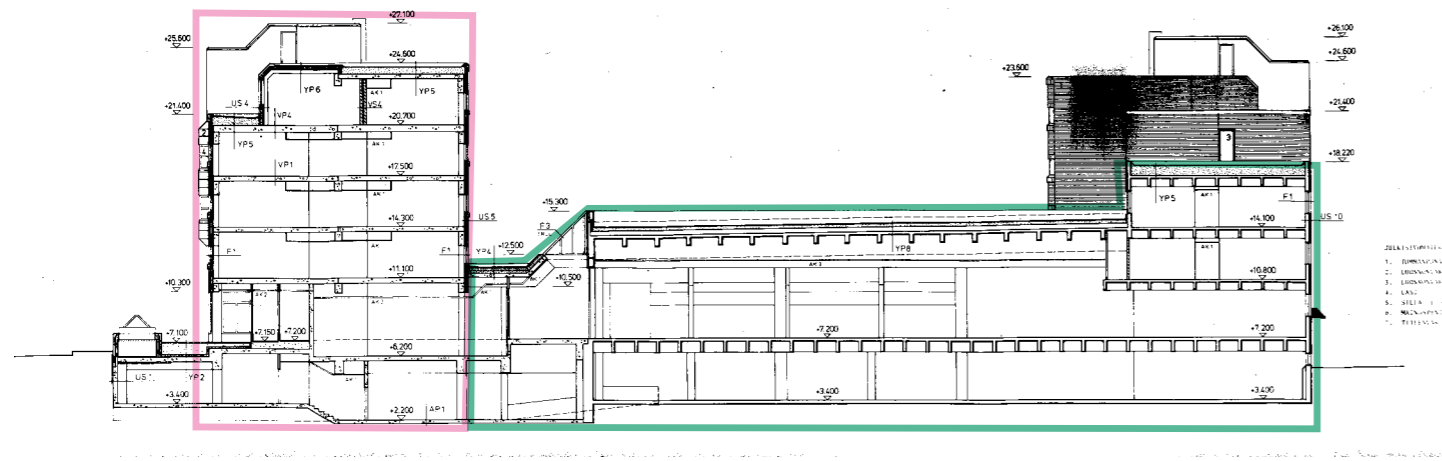


4. kerros



5. kerros

— elementtirunko
— paikalla valettu runko



Toimitetut leikkaukset

- elementtirunko
- paikalla valettu runko

Rakennuksen elementtirakenteiset toimistosiivet noudattavat selkeää toisteista moduulijakoa eli rakenneruudukkoa. Kerroskorkeus on toimitokerroksissa 3,2 m, ja pohjakerroksessa vaihdellen 4-5 m.

Automaattinen mallinnus

Make a BIM Oy vastasi projektin tekoälyyn liittyvästä tutkimus- ja kehitystyöstä. Make a BIMin tekoäly loi onnistuneesti tietomallin purettavasta rakennuksesta ja sisällytti siihen automaattisesti tietoa rakennusmateriaaleista. Malli oli yhteensopiva MPRA:n sovelluksen kanssa ja sitä voidaan hyödyntää purkukartoituksen määrälaskennassa.

Tavoitteet ja saavutukset:

Tietomallin luominen

Make a BIM hyödynsi kehitteillä olevaa tekoälyratkaisuaan luodakseen tietomallin pilottikohteen purettavasta rakennuksesta. Skanskan toimittamat arkkitehtipiirustukset syötettiin tekoälylle, joka muodosti niistä IFC-formaatissa olevan tietomallin. Tietomalli sisälsi seinät, pilarit, ontelolaatat, ikkunat, ovet sekä tilaobjektit. Tekoälyn tuottamaan malliin tehtiin manuaalisia korjauksia. Siihen lisättiin esimerkiksi palkit, joista osa ei näy piirustuksessa. IFC formaatti on kansainvälinen avoin tiedostomuoto-standardi rakennusalan tiedonsiirtoon.

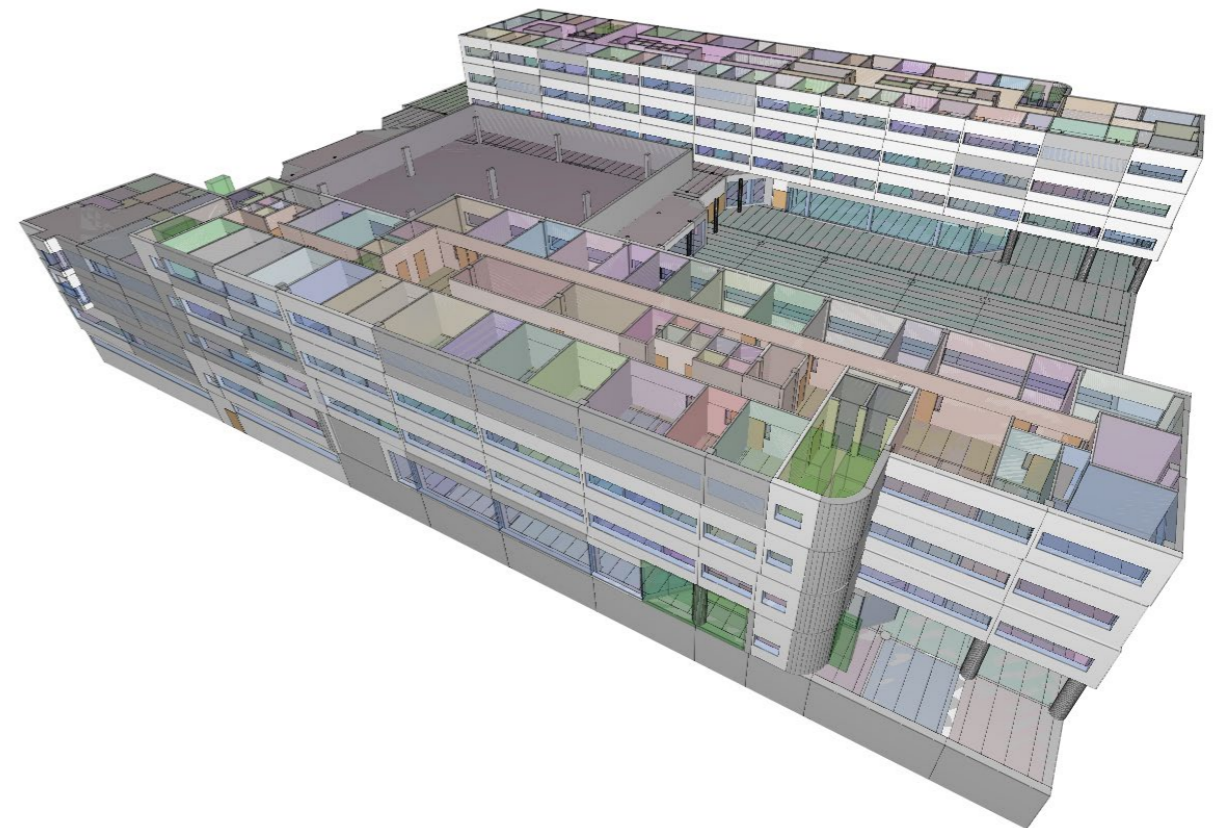
Yhteensopivuus studio MPRA:n ratkaisun kanssa

Varmistettiin, että studio MPRA:n sovellus pystyi vastaanottamaan ja hyödyntämään Make a BIMin luomaa tietomallia.

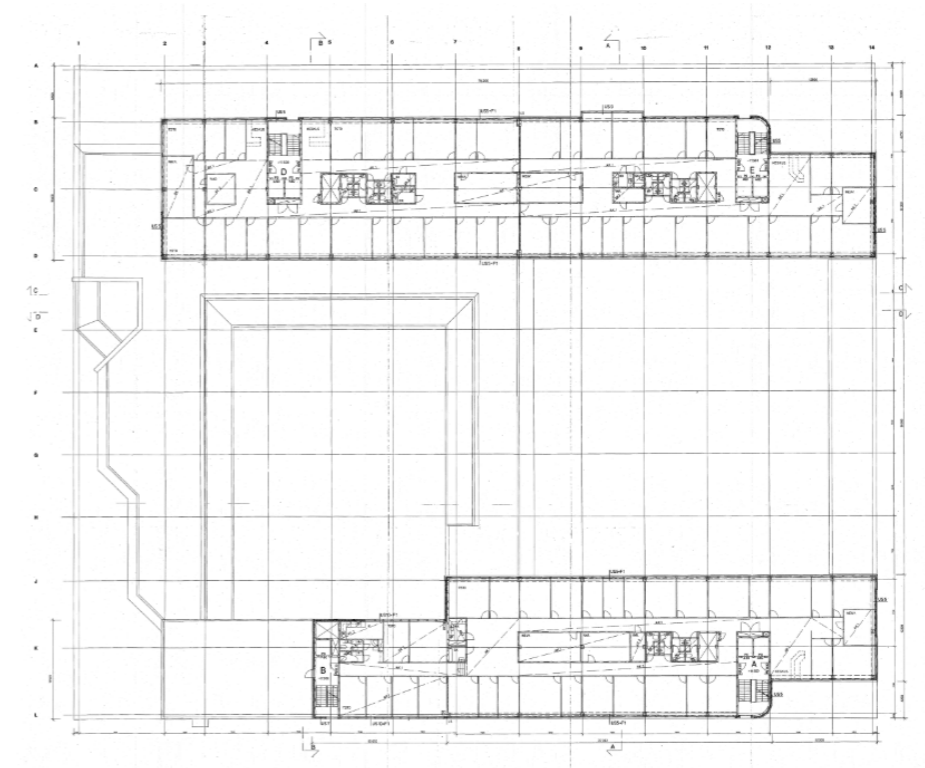
Rakennusmateriaalien automaattinen mallinnus

Tutkittiin, miten arkkitehtipiirustusten sisältämät tiedot rakennusmateriaaleista voitaisiin mallintaa automaattisesti tekoälyn avulla. Tämä onnistui, ja lopullisen tietomallin objektit (esim. seinät ja laatat) sisältävät nyt materiaalityyppien nimiä (esim. US5). Nämä nimet vastaavat listaa, jossa kuvataan tyypin materiaalikerrosten materiaali ja paksuus (esim. betoni 60mm, lämpöeriste 100mm, betoni 80mm). Ratkaisua voidaan hyödyntää purkukartoituksen automaattisessa määrälaskennassa jo nykyisellä tasolla.

Projektin jälkeen Make a BIM tulee sisällyttämään uuden materiaalien mallintamisen ominaisuuden kehitteillä olevaan ratkaisuun. Make a BIMin ratkaisun kehittymistä voi seurata osoitteessa makeabim.com



Make a BIMin tekoälyn tuottama rakennustietomalli.

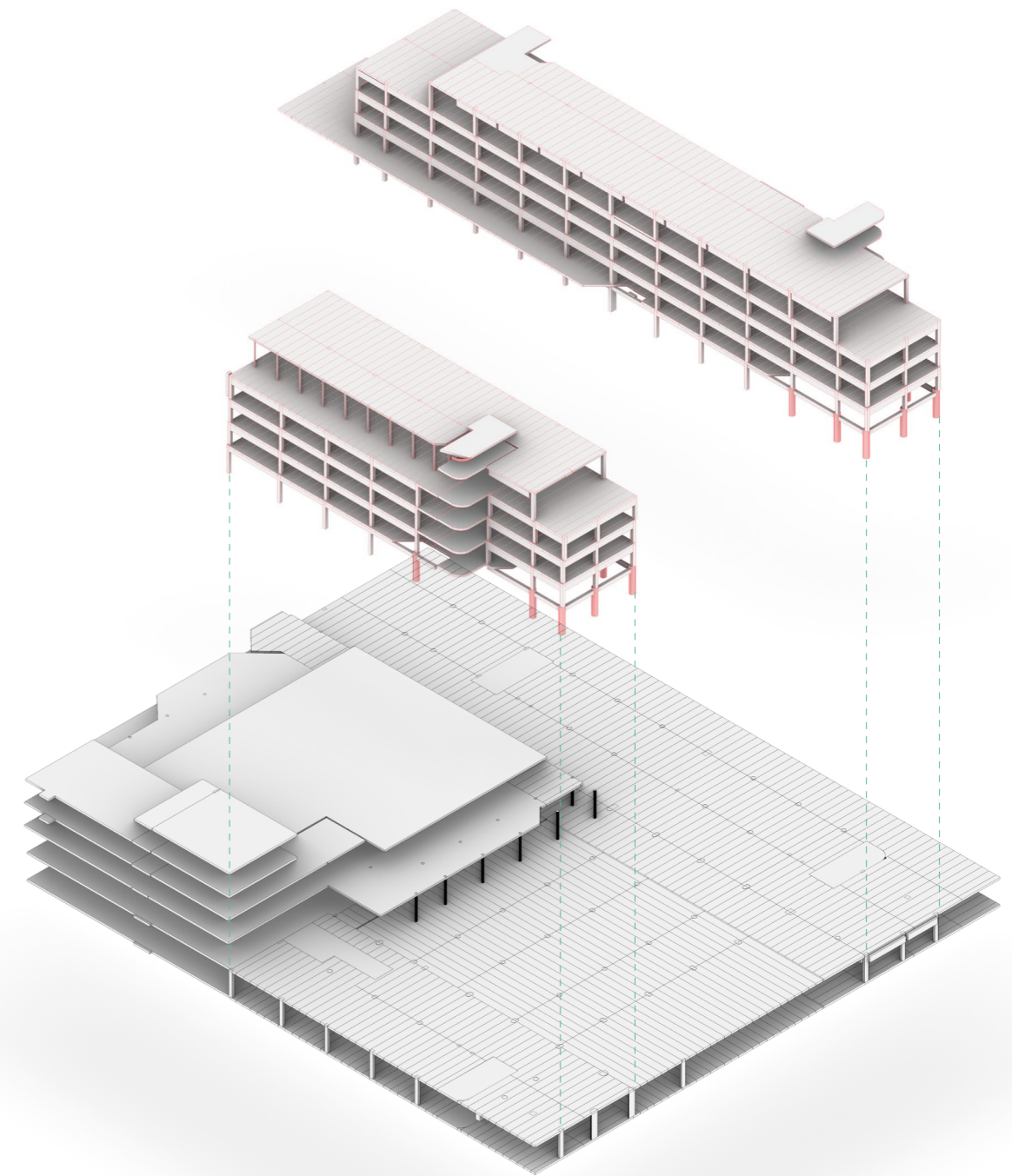
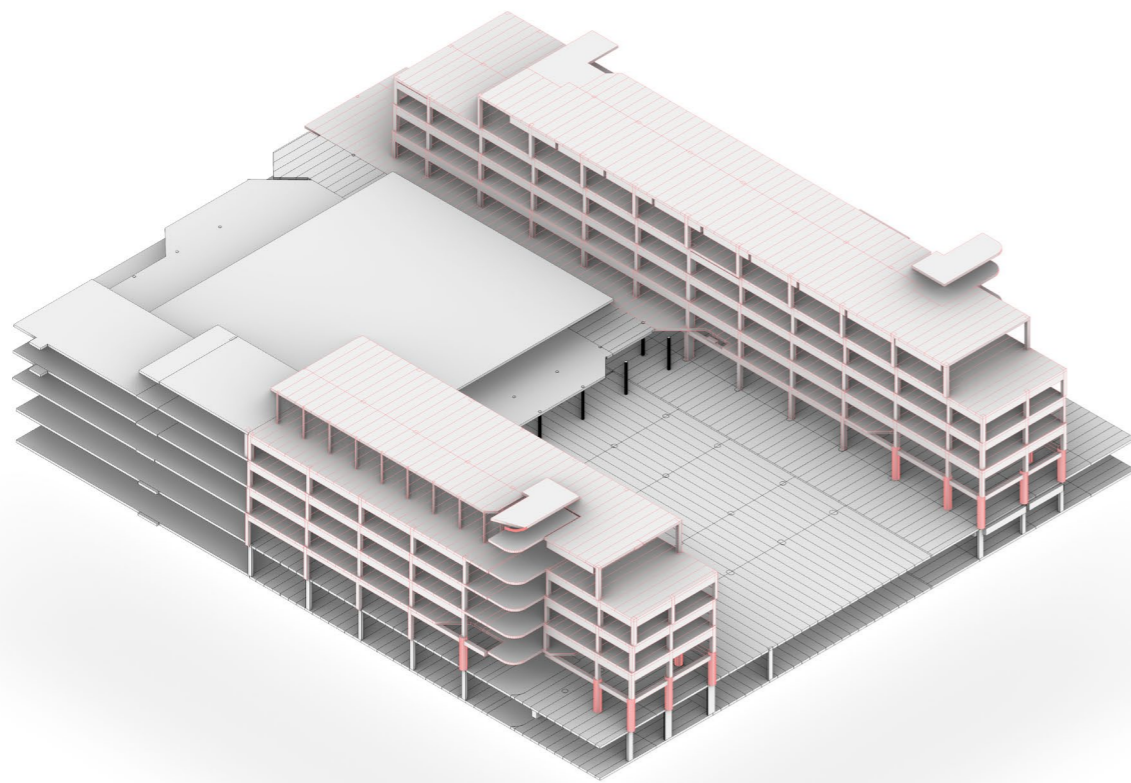


Esimerkki Skanskan toimittamasta piirustuksesta

Luodun tietomallin analyysi

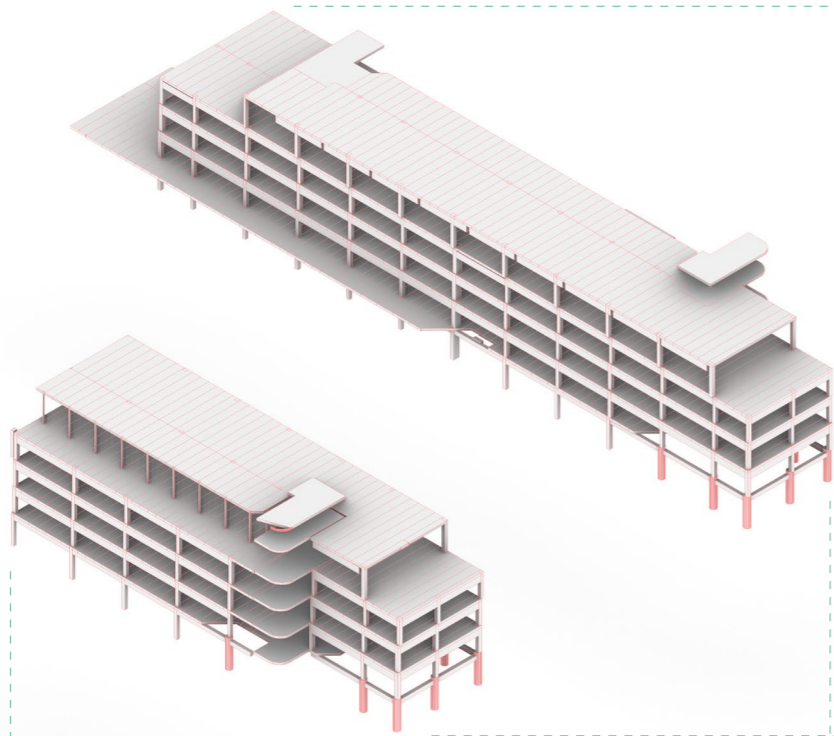
Make a BIMin tuottamaa tietomallia tarkasteltiin kokeilun aikana eri näkökulmista studio MPRAn toimesta. Ensin todettiin, että mallia voi käyttää karkeaan määrälaskentaan koko rakennusrungon osalta. Toiseksi mallia tarkasteltiin rakennusosien uudelleenkäytön näkökulmasta.

Lähtötietopiirustusten ja tonttikäynnin perusteella tehtiin karkea jako paikallatehtyihin ja elementtirakenteisiin osiin rakennuksesta. Näistä elementtirakenteiset runko-osat valittiin lopuksi suunnittelutyökalun käsiteltäväksi.



Generoidut elementtirakenteiset toimistosivut

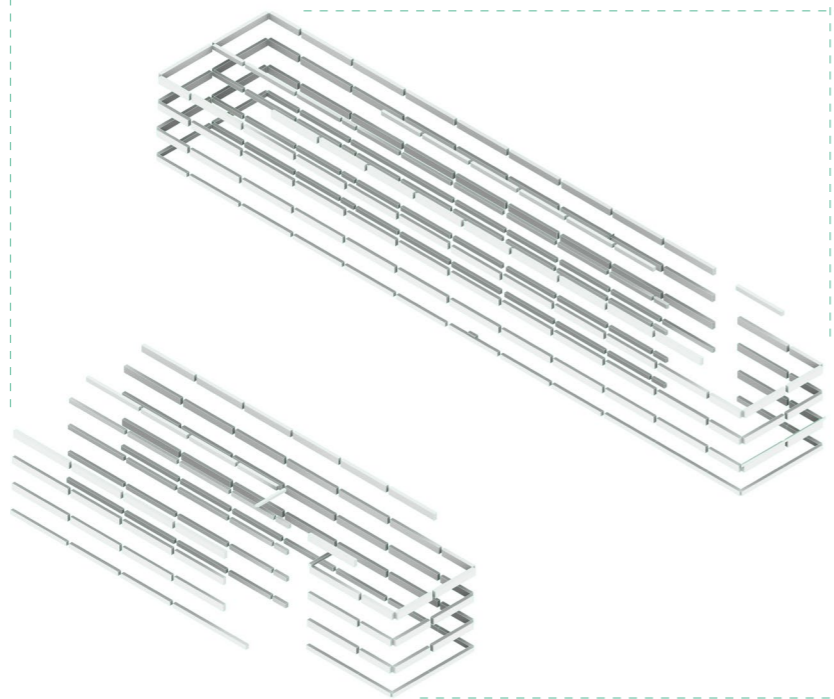
Simulointiin
valittu rakenne



Simulointiin
valitut palkit

176 kpl betonipalkkeja
Palkkien tilavuus 323 m³

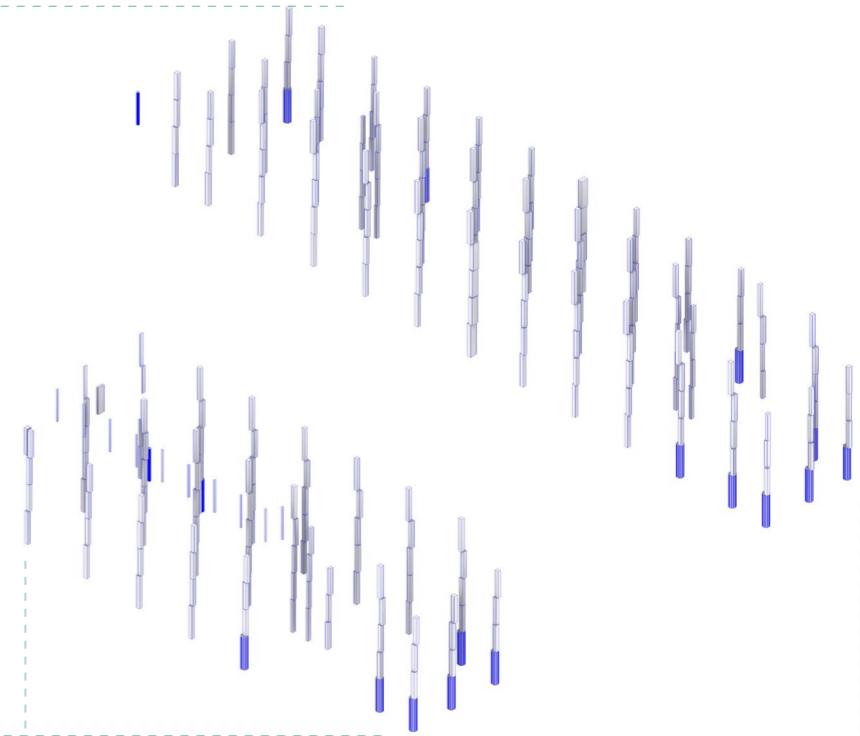
6.8x0.4x0.8	84 kpl
6.8x0.4x0.6	28 kpl
6.8x0.4x0.4	20 kpl
6.4x0.4x0.8	15 kpl
6.0x0.4x0.6	15 kpl
4.4x0.4x0.8	14 kpl



Simulointiin
valitut pilarit

253 kpl betonipilareita
Pilarien tilavuus 132 m³

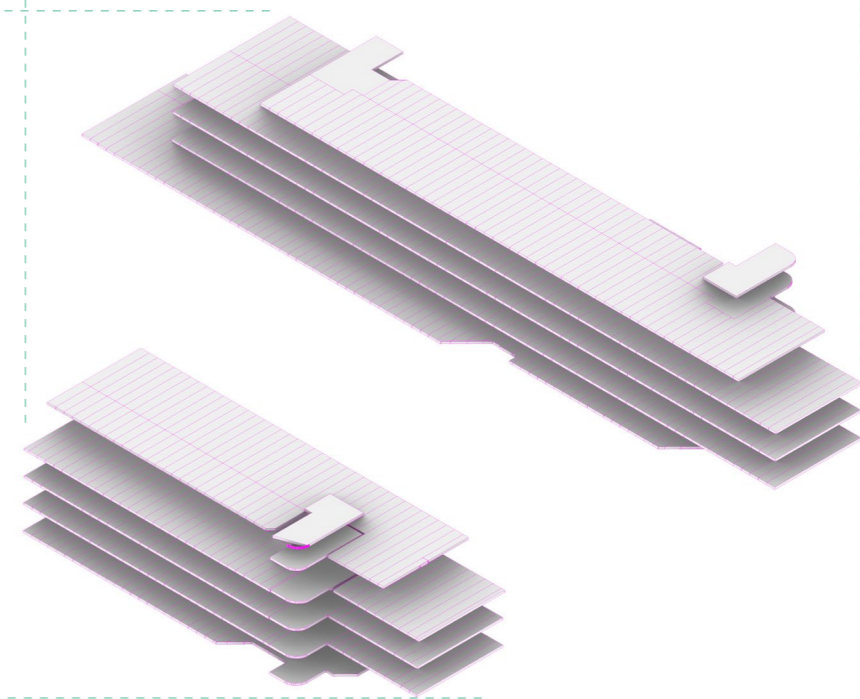
3.2x0.4x0.4	164 kpl
4.0x0.4x0.4	68 kpl
3.2x0.4x0.2	11 kpl
4.0x0.2x0.2	10 kpl



Simulointiin
valitut laatat

911 kpl
Laattojen tilavuus 1770 m³

8.0x1.2x0.2	615 kpl
11.6x1.2x0.2	73 kpl
4.8x1.2x0.2	71 kpl
7.6x1.2x0.2	58 kpl
10.4x1.2x0.2	42 kpl
6.8x1.2x0.2	38 kpl
8.8x1.2x0.2	14 kpl



Tiedonsiirto työkalujen välillä ja tiedon visualisointi

Koska IFC-tiedostomuoto on rakennusalan standardi ja myös Make a BIM -algoritmin lopputuote, päätettiin sitä käyttää lähtökohtana. IFC toimii laajasti tunnustettuna standardina, joka pyrkii yhtenäistämään rakennusalan tietomallinnusta. IFC-mallin geometrian siirtäminen muihin ohjelmiin ei kuitenkaan onnistu suoraan, sillä geometria ei välttämättä käänny muiden ohjelmien natiiveiksi malliohjekkeiksi. Siksi kokeilussa ensin kehitettiin erityinen algoritmi, joka kääntää geometrian ja metadatan sellaiseen muotoon, että sitä voidaan käsitellä rakennuksen inventoinnissa ja myöhemmin suunnittelutyökalussa.

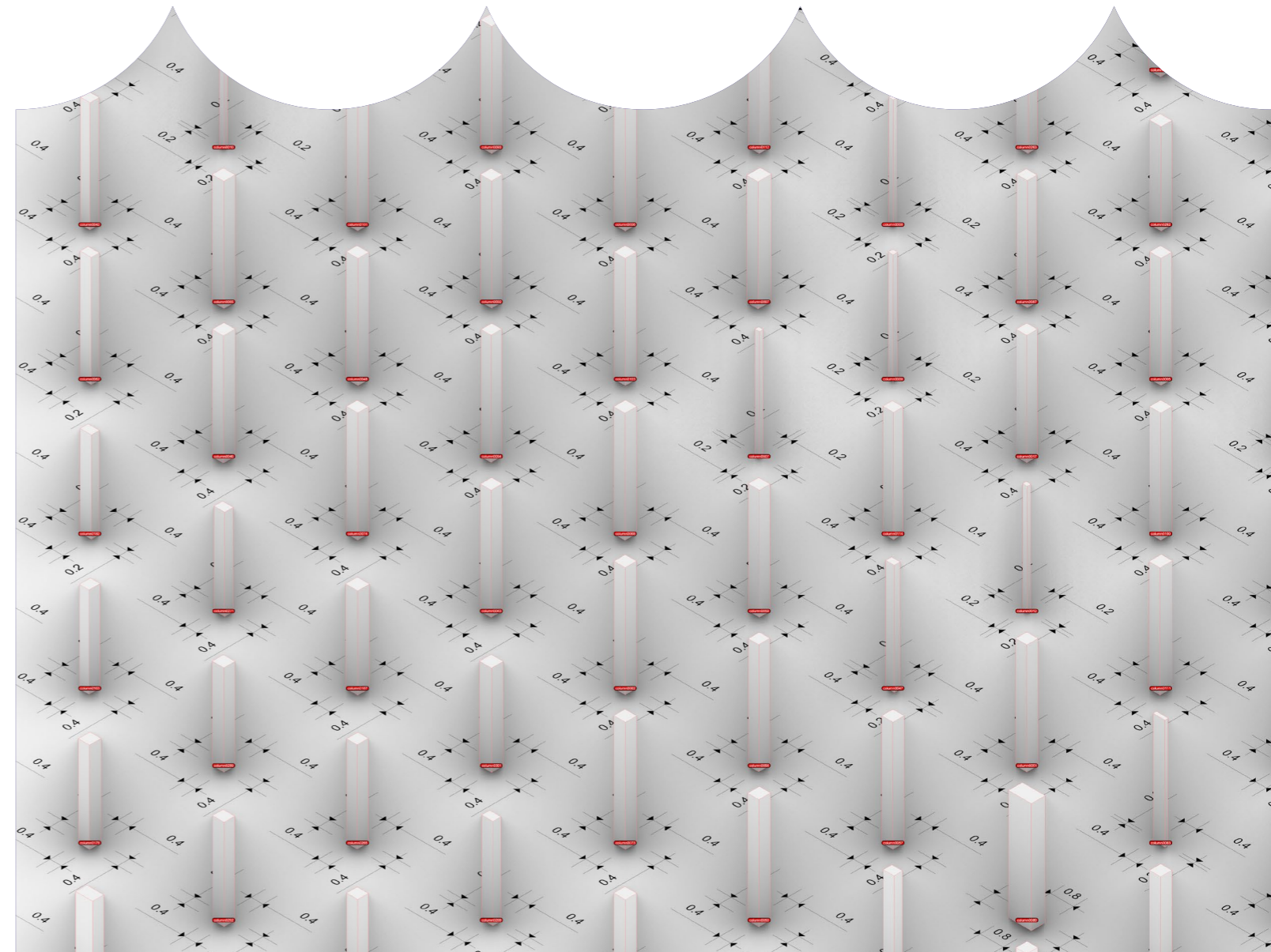
Ensimmäinen haaste liittyi automaattisesti generoidun mallin lähtökohtiin: tietomallit on yleensä luotu tilallisia simulaatioita tai massalaskentaa varten, ei rakennusosakohtaista, rakennusosien uudelleenkäyttöön tähtäävää inventointia varten. Kokeilun aikana havaittiin, että usein generoitujen kappaleiden mitat eivät olleet tasamittoja, vaan vaihtelu geometrian mittatarkkuudessa toi epätarkkuutta malliin. Samanmittaisiksi suunniteltuja rakennusosia edustavat, piirustuksista automaattisesti generoidut objektit olivat

mallissa hieman eri kokoisia. Siksi oli tarpeen kehittää MPRA:n suunnittelutyökaluun algoritmi, joka tunnisti tiettyjen raja-arvojen sisältä yhtenevän mitan kullekin objektille. Tämä ratkaisu auttoi käsittelemään mittavaihteluita ja mahdollisti keskenään samanlaisten osien tyyppittämisen ja inventoinnin.

Kun rakennusosat pystyttiin ryhmittelemään ja luetteloimaan jokseenkin mittatarkkoina, niistä voitiin laskea myös tilavuudet ja pinta-alat. Kappaleisiin liitettiin myös metatiedot, eli jokaisen Make a BIMin algoritmin tuottaman kappaleen IFC ID -tieto linkitettiin kuhunkin osaan. Samalla luodulla menetelmällä voidaan lisätä myös muita ominaisuustietoja, kuten osan materiaali, elinkaarilaskennan tarvitsemat tiedot, sekä kappaleen kunto.

Kappaleen kunnolle voidaan määrittää, onko osa uudelleenkäytettävissä ilman korjauksia, vaatisiko se korjauksia vai onko se niin huonossa kunnossa, että se tulisi kierrättää. Lisäksi jokaisen osan sijainti luovuttajarakennuksessa voidaan paikantaa IFC ID-tiedon avulla. Samalla voidaan määrittää esimerkiksi, onko osan sijainti ulko- tai sisätilassa.

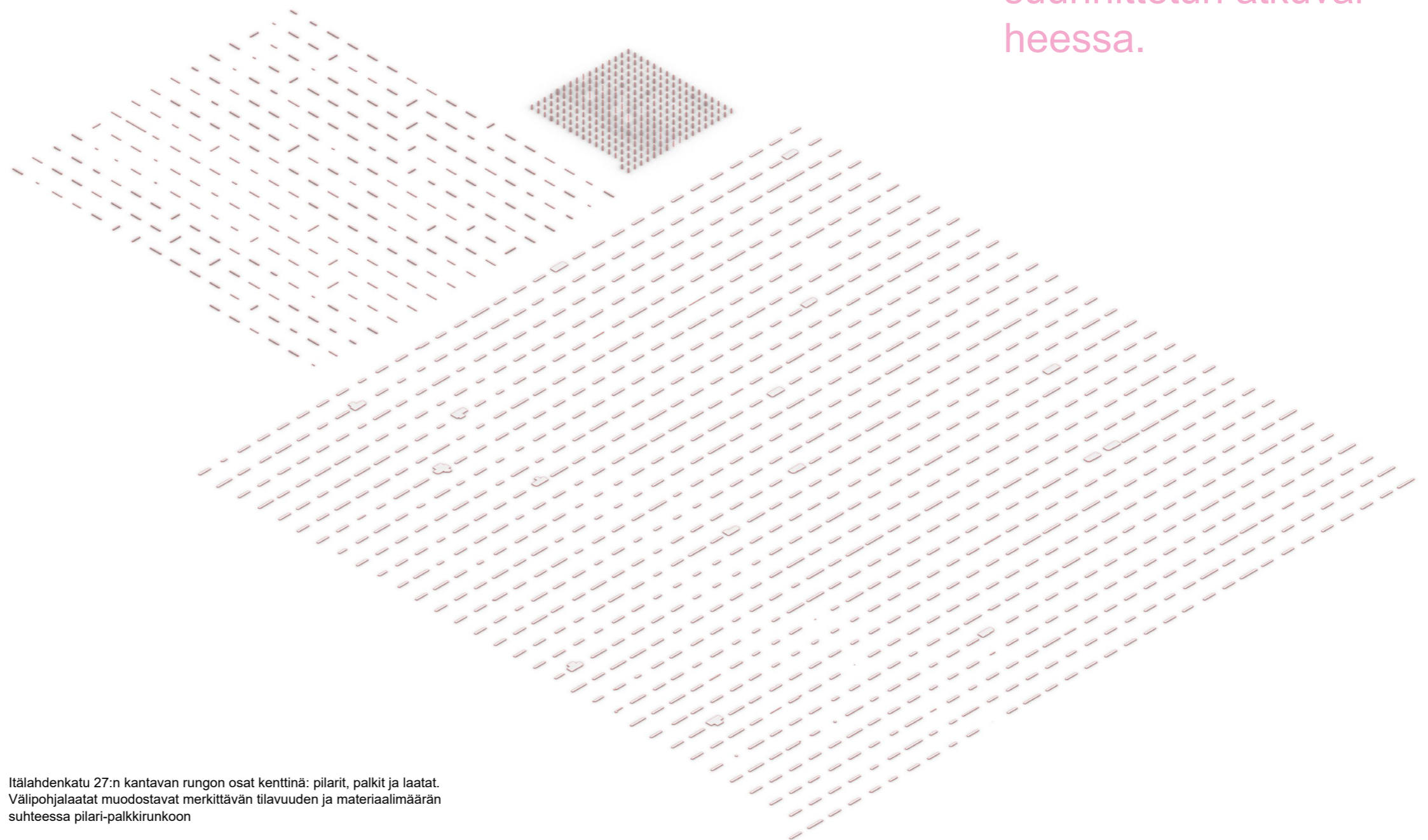
IFC-tiedostomuoto on alan standardi tietomallintamiseen. Mallintaminen ja suunnittelu tapahtuu kuitenkin käytännössä eri ohjelmistoissa. Tiedonsiirtoon IFC-mallista suunnittelutyökaluihin ja -ohjelmistoihin tarvitaan selkeä käytäntö ja rajapinta. Hankkeessa kehitettiin tiedon lisäämistä Make a BIMin tuottamaan ifc-malliin ja sen siirtymistä edelleen MPRA:n suunnittelutyökaluun.



Menettelytapa mahdollistaa alustavan analyysin rakennusosien uudelleenkäytön potentiaalista, kuitenkin säilyen karkealla tarkkuudella. Syntyneitä malleja voidaan hyödyntää tarkemmassa inventoinnissa, sillä mallin tietojen pohjalta voidaan rakennuksessa käydä tarkastamassa uudelleenkäytettävät osat ja nimetä ne tietomalliin perustuvalla tunnisteella.

Automaattinen mallintaminen ja analyysi mahdollistaa kustannustehokkaan tavan tarkastella rakennusosien uudelleenkäyttöpotentiaalia, määrälaskentaa ja erilaisia skenaarioita rakennusosien käytölle. Tässä vaiheessa rakennusosien geometrian tarkkuus on kuitenkin alhainen. Kun uudelleenkäyttö varmistuu, on tarpeen tarkentaa ja rikastaa mallitietoja tarvittavilla ominaisuuksilla, ja määrittellä tarkemman mallinnuksen tarpeet.

Kun osat on tuotu suunnitteluohjelmistoon, niistä voidaan tehdä määrälaskentaa, tuottaa taulukoita ja visualisointeja, jotka helpottavat suunnittelijan työtä. Näiden työkalujen avulla on mahdollista esittää esimerkiksi osien kappalemäärät tilavuudet, pinta-alat, materiaalit, mitat ja kunto selkeästi, mikä tekee tietojen analysoinnista ja suunnittelusta huomattavasti sujuvampaa. Tarkastelu kertoo myös, kuinka paljon tilaa osien varastointiin tarvitaan.



Itälahdenkatu 27:n kantavan rungon osat kenttinä: pilarit, palkit ja laatat. Välipohjalaatat muodostavat merkittävän tilavuuden ja materiaalmäärän suhteessa pilari-palkkirunkoon

Visualisoinnit auttavat ymmärtämään rakennusosien määrää ja uudelleenkäyttöpotentiaalia, mikä tukee päätöksentekoa kiertotalousprojektin suunnittelun alkuvaiheessa.

Studio MPRA:n suunnittelutyökalun demoversion päivittäminen vaati yksinkertaisten ratkaisujen korvaamista kehittyneemmällä vastineilla, jotta työkalun tarkkuutta saatiin parannettua. Lisäksi kehitettiin työkalua sieämään monenlaista lähtötietoa. Kehitetty optimointiprosessi sekä IFC-tiedostojen metatietojen hallinta paransivat työkalun tehokkuutta. Myös työkalun tuottamien suunnitelmien laatu parani.



Suunnittelutyökalun kehitys

Studio MPRA:n älykkään suunnittelutyökalun demoversion päivittäminen seuraavalle tasolle vaati, että työkalussa korvattiin yksinkertaistettuja ratkaisuja monimutkaisemmilla vastineilla, jotka soveltuvat paremmin monimutkaisemmille lähtötiedoille ja uudelleenkäytön olosuhteille. Prosessissa tarvitaan riittävästi laskentatehoa, tarkempia algoritmeja ja laajempaa tietomäärää, jotta varmistetaan realistinen ja käytännössä toimiva ja tarkka lopputulos.

Studio MPRA:n suunnittelutyökalu oli aiemmin kehitetty tuottamaan vaihtoehtoisia asuinrakennusten runkoja, sillä betonisten runkorakenteiden uudelleenkäytöllä on merkittävä materiaalin säästöpotentiaali. Työkalun kehitysprosessissa havaittiin, että algoritmia olisi tarpeen kehittää siten, että se voisi generoida myös muita rakennustyyppisiä. Tässä kokeilussa keskityttiin kehittämään pysäköintilaitoksen vaihtoehtoisia runkoja.

Algoritmilta vaadittiin mukautumista erilaiseen rakenteelliseen ja toiminnalliseen logiikkaan, jotta se vastaisi paremmin ko. rakennustyyppien erityispiirteisiin. Algoritmin laajennus pysäköintilaitoksen tilalliseen logiikkaan osoitti välillisesti sen entistä monipuolisemman käytön erilaisissa rakennustyypeissä.

Yksi merkittävimmistä kehitetyistä ominaisuuksista oli osien metatietojen säilyminen simuloinnin aikana, mikä parantaa tiedonhallintaa koko suunnittelu- ja uudelleenkäyttöprosessin aikana. Käytännössä kaikissa suunnittelutyökalulla tehdyissä vaihtoehdoissa säilyvät osien tunnistet ja muut tiedot, jotka ovat siirrettävissä IFC-tiedostoiksi.

Toinen merkittävä ja työläs osio oli laattageometrian tarkempi huomioiminen. Demoversiossa oletuksena oli, että tyypilliset ontelolaatat olivat aina 1200 mm leveitä, mutta nyt haluttiin ottaa huomioon kaikki eri leveydet, joita luovuttajarakennuksesta saattoi löytyä. Tämä laajensi mahdollisten uusien runkosuunnitelmien määrää merkittävästi, sillä variaatioiden lisääminen mahdollisti useampien rakenteellisten vaihtoehtojen tarkastelun ja simuloinnin.

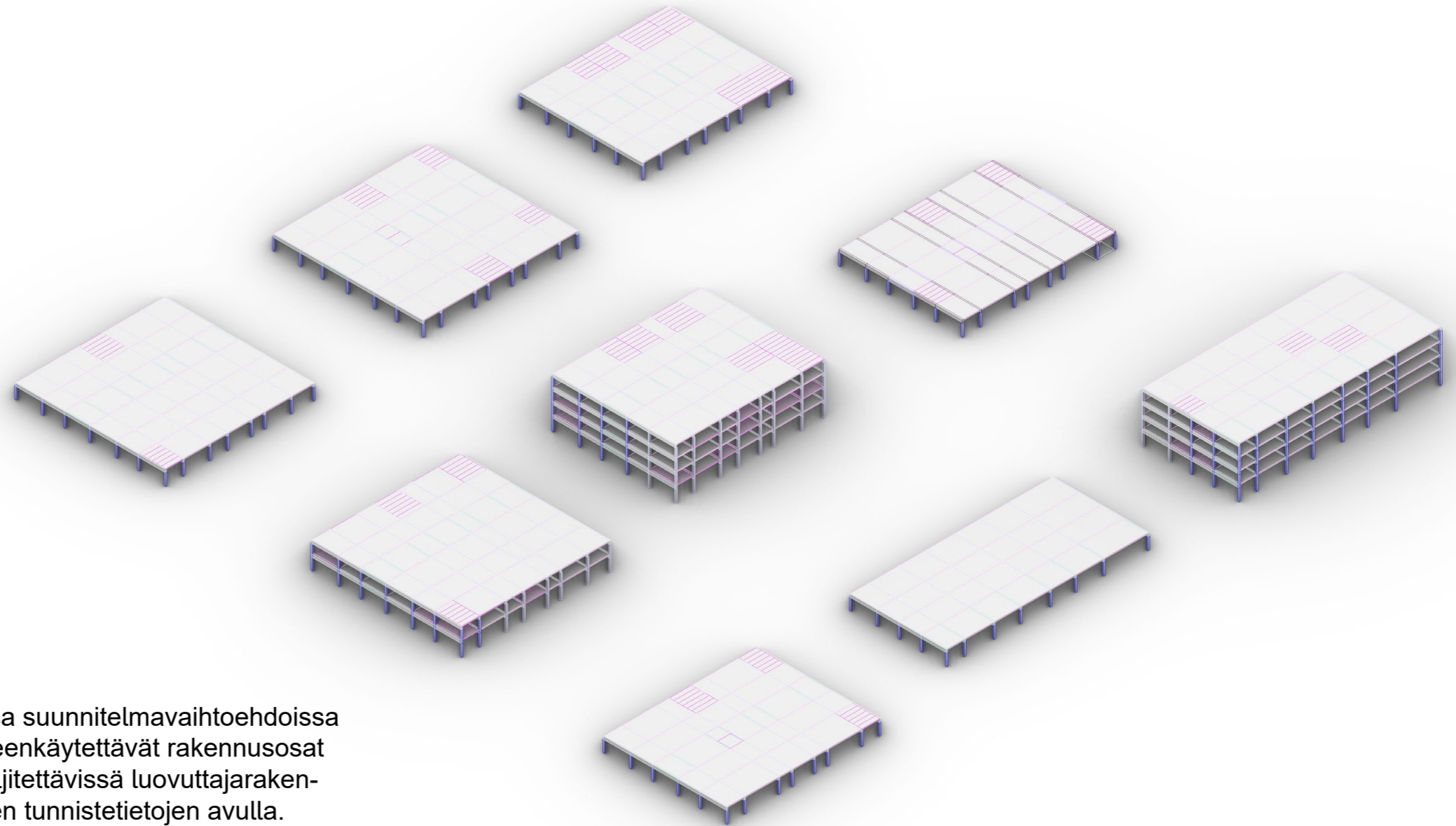
Kuten projektin alussa osattiin ennakoita, tehdyillä päivityksillä oli vaikutusta suunnitelmien generoinnin dynamiikkaan. Kokeilun aikana kehitettiin hakutilaa. Tämä paransi prosessin tehokkuutta ja mahdollisti tarkempien ja optimoidumpien rakennesuunnitelmien luomisen.

Suunnitelmien generointi

Tiedonsiirron onnistumisen kartoittamisen tueksi kokeilussa haluttiin suunnitelmatasolla tarkastella runkosien hyödyntämistä osana uusia pysäköintirakennuksia. Luovuttajarakennuksen elementtirakenteisten toimistosiiptien kerroskorkeus on 3,2 m ja runkosyvyys enimmillään 16,4 m.

Pysäköintilaitos rakennustyyppinä valittiin tarkasteluun, sillä rakenteellinen pysäköintilaitos on tyypillinen tapa täyttää paikoitustarpeet tiivistyillä kaupunkialueilla. Tyypiesimerkki on alue, jolta puretaan tyhjillään olevia toimistorakennuksia tai kehitetään maanvaraisia paikoitusalueita tehokkaampaan käyttöön. Yksityisautoilun tarvetta voi olla vaikea ennustaa tulevaisuudessa - myös siksi uudelleenkäytetty ja edelleen purettava rakennusrunko voisi olla joustava ja päästöiltään houkutteleva ratkaisu. Lisäksi matalampi 3,2 m kerroskorkeus soveltuu pysäköintilaitokseen, eikä tiloissa oleskella, jolloin riskit rakenteiden terveellisyyden näkökulmasta ovat hallittavissa.

Kokeilun tuloksena suunnittelutyökalu tuottaa vaihtoehtoisia pysäköintilaitoksen runkoja perustuen lähtötietorakennuksen rakennusosiin.



Kaikissa suunnitelmavaihtoehdoissa uudelleenkäytettävät rakennusosat ovat jäljitettävissä luovuttajarakennukseen tunnistetietojen avulla. Koska luovuttajarakennuksen rakennusosien määrä oli rajoitettu, sallittiin algoritmin myös lisätä uusia rakennusosia vaihtoehtoihin. Luovuttajarakennuksen osista riippuen, työkalu tuottaa myös sellaisia pysäköintiruutumitoituksia, joita uuden rakennuksen suunnittelija ei luontevasti tekisi. Seuraavalla sivulla on esitelty tarkemmin joitakin näistä vaihtoehdoista.

Vaihtoehtoisia pysäköintilaitosten suunnitelmia

Pysäköintilaitos A

Kerroksia: 4

Uudelleenkäytettävät pilarit:
Pilari 3.2_0.4_0.4 x 100
Pilarien tilavuus: 100 m³

Uusia pilareita: 60 kpl

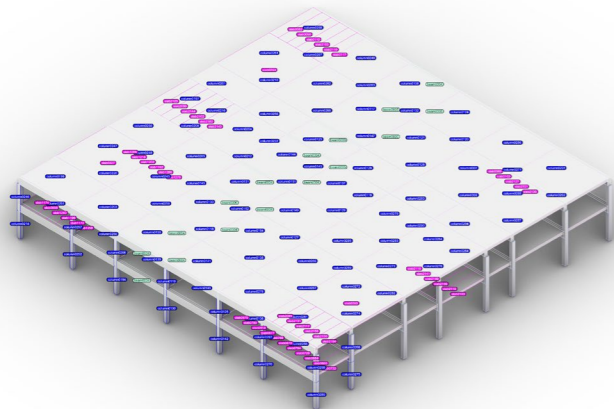
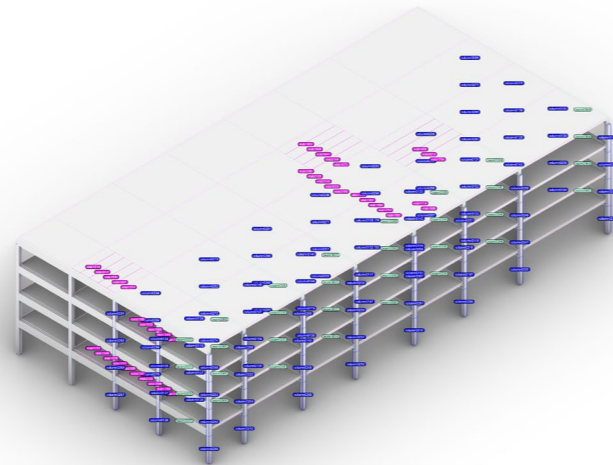
Uudelleenkäytettävät laatat:
Laatta 4.8_1.2_0.2 x 20
Laatta 6.8_1.2_0.2 x 10
Laatta 7.6_1.2_0.2 x 15
Laatta 8_1.2_0.2 x 50
Laattojen tilavuus: 445 m³

Uusia laattakenttiä: 103 kpl

Uudelleenkäytettävät palkit:
Palkki 6.8_0.4_0.8 x 32
Palkkien tilavuus: 32 m³

Uusia palkkeja: 96 kpl

Autopaikkoja: 112 kpl



Pysäköintilaitos B

Kerroksia: 2

Uudelleenkäytettävät pilarit:
Pilari 3.2_0.4_0.4 x 100
Pilarien tilavuus: 100 m³

Uusia pilareita: 12 kpl

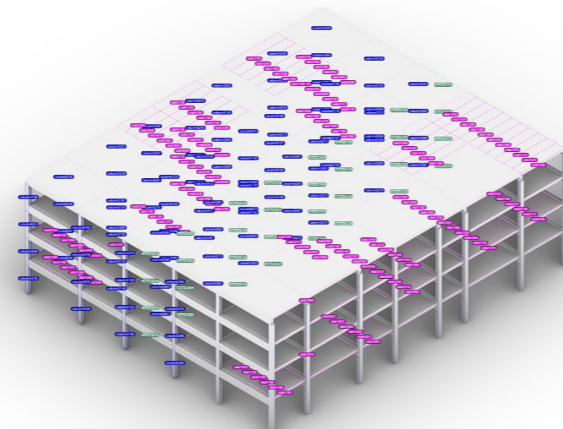
Uudelleenkäytettävät laatat:
Laatta 4.8_1.2_0.2 x 29
Laatta 6_1.2_0.2 x 11
Laatta 6.4_1.2_0.2 x 12
Laatta 7.2_7.2_0.2 x 3
Laattojen tilavuus: 110 m³

Uusia laattakenttiä: 72 kpl

Uudelleenkäytettävät palkit:
Palkki 6.8_0.4_0.8 x 16
Palkkien tilavuus: 16 m³

Uusia palkkeja: 80 kpl

Autopaikkoja: 80 kpl



Pysäköintilaitos C

Kerroksia: 4

Uudelleenkäytettävät pilarit:
Pilari 3.2_0.4_0.4 x 100
Pilari 3.2_0.4_0.4 x 100
Pilarien tilavuus: 100 m³

Uusia pilareita: 92 kpl

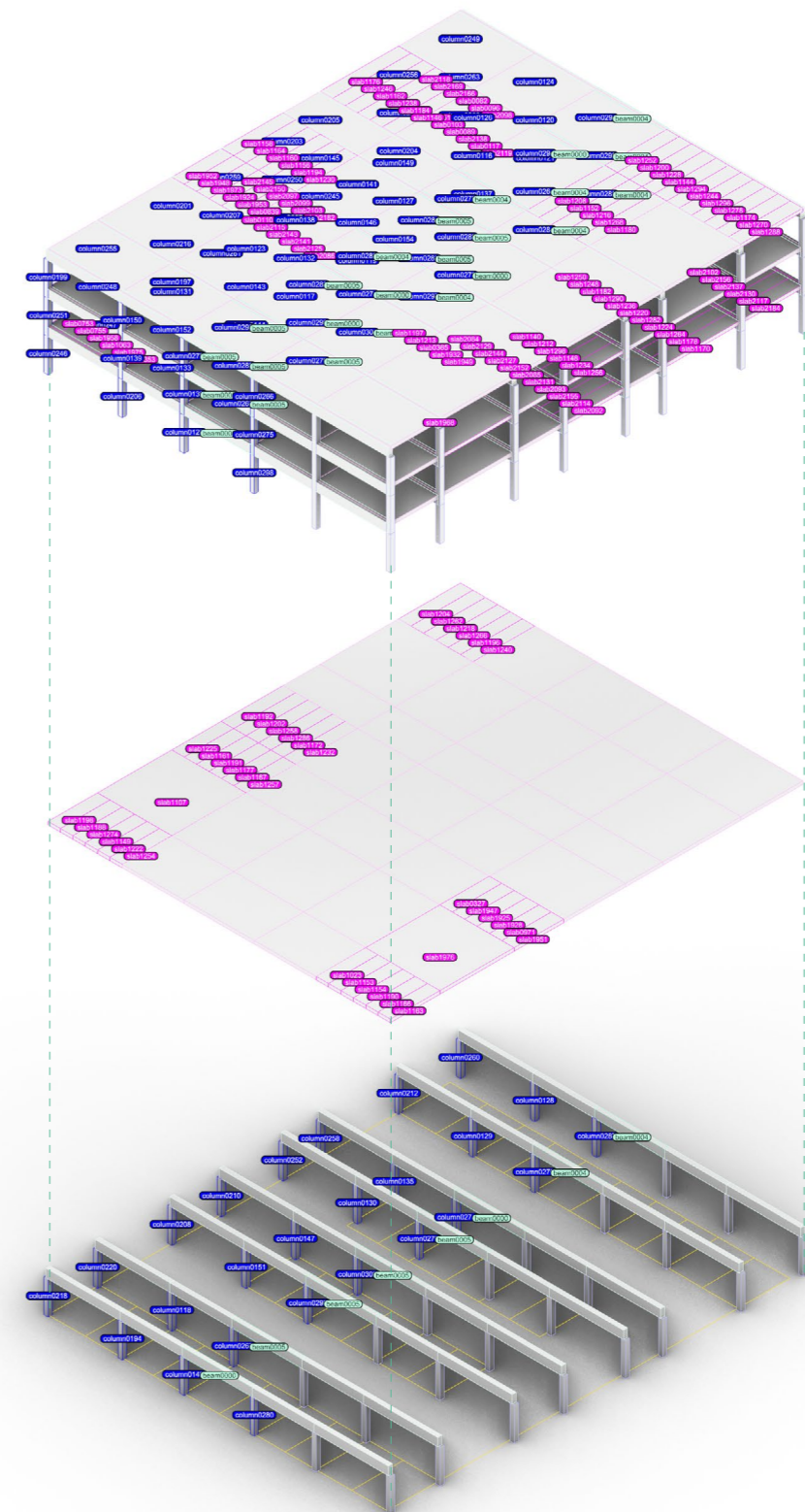
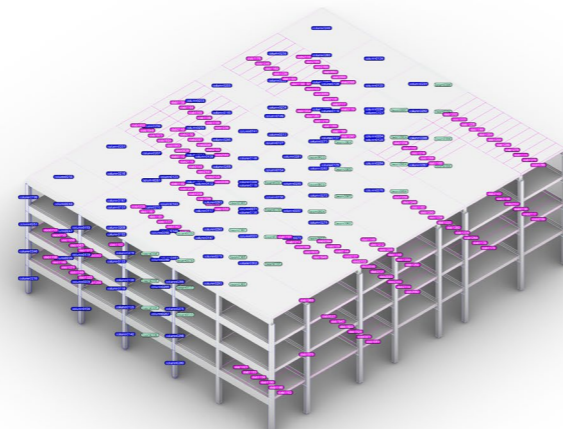
Uudelleenkäytettävät laatat:
Laatta 4.8_1.2_0.2 x 41
Laatta 6_1.2_0.2 x 76
Laatta 7.2_7.2_0.2 x 3
Laatta 7.6_1.2_0.2 x 22
Laattojen tilavuus: 522 m³

Uusia laattakenttiä: 113 kpl

Uudelleenkäytettävät palkit:
Palkki 6.8_0.4_0.8 x 32
Palkkien tilavuus: 32 m³

Uusia palkkeja: 128 kpl

Autopaikkoja: 128 kpl



Vaihtoehto C - räjäytysaksonometria

Yhteenvedo ja johtopäätökset

Kokeilun keskeisin tavoite oli luoda yhteensovitettu tiedonsiirron prosessi Make a BIMin ja studio MPRAn työkalujen välille. Tässä onnistuttiin, ja yrityksillä on nyt tarjota IFC-tiedostoihin perustuva tapa hallita kiertotalouskohteen tietoja rakennusosatasolla.

Kohdekäynnillä havaittiin että luovuttajarakennuksessa on lukuisia erilaisia variaatioita rakenteille ja liittymille. Näitä on yksinkertaistettu voimakkaasti työkaluissa. Kehitetty toimintamalli mallintamisen osalta soveltuukin parhaiten kiertotalousprojektin alkuvaiheisiin, joissa kartoitetaan tietoja sekä vaihtoehtoja uudelleenkäytölle. Tunnisteiden ja muiden metatietojen tiedonsiirto inventointimallin ja suunnittelutyökalun välillä on lisäksi todennäköisesti hyödynnettävissä myös myöhemmissä tarkemmissa inventointi- ja suunnitteluvaiheissa, mutta tämän todentaminen ja jatkokehitys edellyttäisi käytännön pilotointia toteutuvalla ehjänä purku- ja uudelleenkäyttöhankkeella.

Kokeilun myötä on ollut mielenkiintoista huomata, kuinka suuri osa työstä on siirtynyt digitaalisiin ympäristöihin, mutta silti on yllät-

tävän vähän selkeitä ja vakiintuneita käytäntöjä sille, miten digitaalisessa ympäristössä tulisi työskennellä. Esimerkiksi perinteisissä analogisissa arkkitehtipiirustuksissa käytetään laajalti standardisoituja symboleja, joita ihmiset voivat tulkita ilman erillisiä ohjeita. Digitaalisten työkalujen kohdalla tällaiset yhteisesti sovitut ja intuitiiviset käytännöt usein puuttuvat, mikä voi aiheuttaa haasteita tiedon tulkitsemisessä ja prosessien sujuvuudessa.

Digitaalisessa työskentelyssä tarvittaisiin enemmän selkeitä käytäntöjä ja standardeja, jotka helpottaisivat tiedon käsittelyä ja tulkintaa samalla tavalla kuin analogisessa maailmassa on jo pitkään tehty. IFC-tiedostomuoto on kenties paras esimerkki tästä. Usein suunnittelijat käyttävät kuitenkin IFC-malleja lähinnä referensseinä, eikä tietoa pystytä hyödyntämään täysin saumattomasti. Tämä haaste hidastaa tehokasta digitaalista yhteistyötä ja prosessien optimointia ja koskee edelleen myös tässä kokeilussa kehitettyjä työkaluja. Kiertotalouden näkökulma luo tiedonhallintaan oman kiinnostavan kerroksensa.

Kokeilun keskeisin tavoite oli luoda yhteensovitettu tiedonsiirron prosessi Make a BIMin ja studio MPRAn työkalujen välille. Tässä onnistuttiin, ja yrityksillä on nyt tarjota IFC-tiedostoihin perustuva tapa hallita kiertotalouskohteen tietoja rakennusosatasolla.