

KUSTOMOINNILLA KILPAILUKYKYÄ - Tuotosraportti

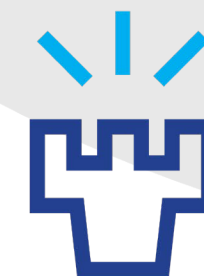
1.11.2023-31.12.2025



Euroopan unionin
osarahoittama



centria
ammattikorkeakoulu



UNIVERSITY OF OULU

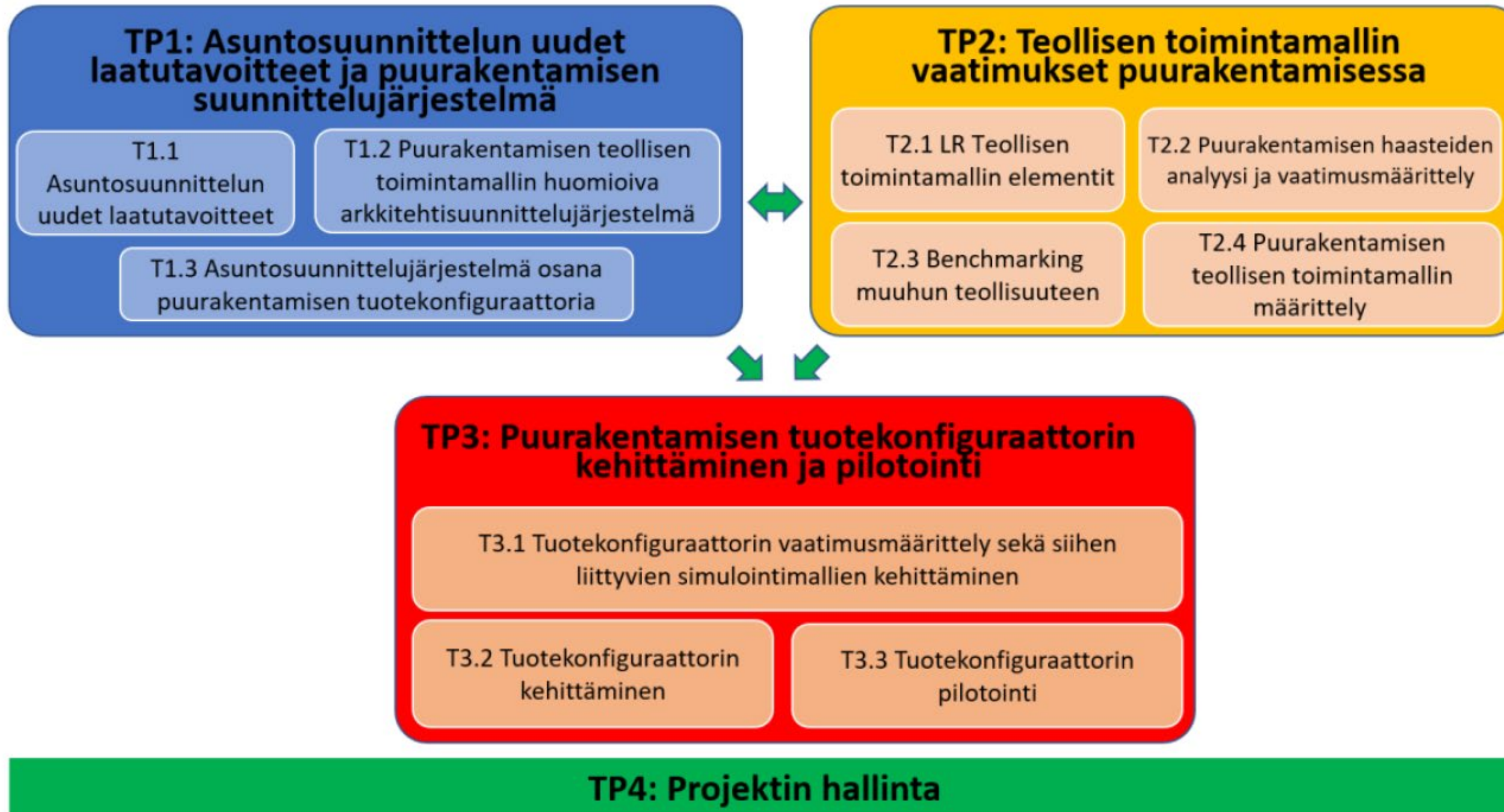
Hankkeen tiivistelmä

Hankkeen tavoitteena oli luoda hankkeen tuottaman tutkimustiedon pohjalta teollisen toimintamallin mukainen modulaaristen puurakennusten suunnittelukonsepti. Hankkeen päätoteuttajana toimii Centria-ammattikorkeakoulu ja sen osatoteutuksesta vastaa Oulun yliopisto.

Oulun yliopisto vastasi hankkeen tutkimusosuudesta luomalla uutta tietoa puurakentamiseen liittyvistä laatuvaatimuksista, suunnittelu- ja tuotejärjestelmistä sekä niiden kautta luotujen tuotteiden kustomoitavuudesta ja vetovoimaisuudesta kohderyhmälle. Lisäksi hankkeessa on tutkittu edellä mainittujen järjestelmien vaikutusta toimitusketjuihin tuottavuuden ja laadun näkökulmista.

Centria toteutti Oulun yliopiston tuottaman tutkimustiedon pohjalta tuotekonfiguraattorin, jossa on esitetty tuotekohtaisen suunnittelun periaatteet käyttämällä esimerkkinä kerrostalorakentamista.

Hankkeen esittely



Hankkeen esittely

- Tehdastuotanto vaatii tarkempaa suunnittelua. Suunnitteluresurssit keskitetään tuotekehitykseen eikä projektikohtaiseen yksityiskohtien suunnitteluun
- Puurakentamisen vahvuuksien hyödyntäminen. Materiaalin keveyden ansiosta sopii erinomaisesti suuriin valmisosiin (mm. tilaelementti).
- Teollinen rakentaminen edellyttää toistettavuutta, markkinoiden vaatimukset varioituvuutta ja kustomoituvuutta. -> Konfiguroitava tuote edellytys teollisen rakentamisen kehitykselle
- Hankkeessa kehitetty konfiguraattori tuottaa tietoa tuotesuunnittelun ja teollisen toimintamallin periaatteista alueen yrityksille ja korkeakouluille. Hankkeessa tuotettu konfiguraattori ei ole kaupallinen tuote vaan teollista toimintamallia kuvaava demo.

Kuski tuotosraportti sisältö

- **TP1 Asuntosuunnittelun uudet laatutavoitteet ja puurakentamisen suunnittelujärjestelmä**
 - Asuntosuunnittelun uudet laatutavoitteet, Puurakentamisen teollisen toimintamallin huomioiva arkkitehtisuunnittelujärjestelmä, Asuntosuunnittelujärjestelmä osana puurakentamisen tuotekonfiguraattoria
- **TP2 Teollisen toimintamallin vaatimukset puurakentamisessa**
 - LR Teollisen toimintamallin elementit, Puurakentamisen haasteiden analyysi ja vaatimusmäärittely, Benchmarking muuhun teollisuuteen, Puurakentamisen teollisen toimintamallin määrittely
- **TP3 Puurakentamisen tuotekonfiguraattorin kehittäminen ja pilotointi**
 - Tuotekonfiguraattorin vaatimusmäärittely sekä siihen liittyvien simulointimallien kehittäminen, Tuotekonfiguraattorin kehittäminen, Tuotekonfiguraattorin pilotointi
- **TP4 Projektin hallinta**
 - Projektin organisointi ja toteutus, Tiedotus ja tiedon jakaminen

TP1 Asuntosuunnittelun uudet laatutavoitteet ja puurakentamisen suunnittelujärjestelmä

TP1 vastuu: Oulun yliopiston Arkkitehtuurin yks.: Professori Janne Pihlajaniemi, Projektitutkija Kari Kanninen, Yliopisto-opettaja Matti Lakkala

TP1 tuki ja mukana työssä: Oulun yliopiston Tuotantotalouden yks. ja Centrian ammattikorkeakoulu

T1.1. Asuntosuunnittelun uudet laatutavoitteet

T1.1.1. Koontiraportti kirjallisuudesta: Teollisesti valmistettujen puukerrostalojen laatutekijöistä

-Teollistetun puukerrostalorakentamisen laatutekijöitä käsitellään tutkimuskirjallisuudessa pääasiassa tuotannollisista, taloudellisista, teknisistä ja ekologisista näkökulmista. Asukkaiden merkitys arkkitehtuurin ja asumisen laadun mittareina sekä osana teollistuneen rakentamisen jatkuvaa tuotekehitystä on noussut merkittäväksi tekijäksi sekä kokemuksellisten että ympäristövaikutusten arvioinnin kannalta. Asukkaiden yksilölliset vaatimukset sekä edullinen mutta laadukas tuotanto ovat teollistuneen asuntorakentamisen ytimessä, ja näiden toteuttamisen tueksi tarvitaan erilaisia digitaalisia alustoja ja konfiguraattoreita. Näitä hyödyntämällä arkkitehtuurin ja asumisen laatutekijät kytkeytyvät paremmin teollistetun rakentamisen prosesseihin, ja arkkitehtisuunnittelu integroituu osaksi teollistetun rakentamisen arvoketjua.

T1.2. Puurakentamisen teollisen toimintamallin huomioiva arkkitehtisuunnittelujärjestelmä

T1.2.1. Haastattelut kokemuksista koskien teollisen toimintamallin huomioivaa arkkitehtisuunnittelua.

-Tutkimuksessa haastateltiin vuosina 2020-2024 Suomessa valmistuneiden tilaelementtirakenteisten puukerrostalojen pää- ja/tai rakennussuunnittelijat. Nykyisin käytössä oleva arkkitehdin tehtäväluettelo ei sisällä eikä tunnista tuotekehitystä osana arkkitehtisuunnitteluprosessia. Teollistetussa rakentamisessa arkkitehtisuunnitteluun kuuluu tuotekehitystä ja kohdekohtaista suunnittelua. Parhaimmillaan puukerrostalotuotannon teollistaminen voi olla haastateltujen arkkitehtien mukaan asumisen ja rakentamisen laatua parantava tekijä, joka mahdollistaa joustavaa, monimuotoista ja rikasta asuinympäristöä kustannustehokkaasti.

-Konferenssiposteri ATUT2024 päiville "Architectural design process in industrialized multi-family housing utilizing wooden volumetric elements."

T1.2. Puurakentamisen teollisen toimintamallin huomioiva arkkitehtisuunnittelujärjestelmä

T1.2.2. Puurakentamisen teollisen toimintamallin huomioivan arkkitehtisuunnittelujärjestelmän kuvaus.

- Teollisessa toimintamallissa konfiguraattori toimii keskeisenä linkkinä eri osapuolten välillä, ja sen avulla voidaan hallinnoida eksaktin tiedon siirtymistä suunnittelun ja tuotannon sekä asiakas- ja tilaajapuolen välillä molempiin suuntiin.
 - Arkkitehtisuunnittelun käyttöliittymä sisältää eri suunnitteluvaiheiden konfiguraatiomahdollisuuksia. Nämä ovat kytköksissä tuotantoon, ja konfiguraattorin avulla määritellään arkkitehtisuunnittelulle tuotantoon soveltuvia ratkaisuja.
- Tarkempi kuvaus dokumentissa: "Idea puukerrostalon tuotekonfiguraattorista - Hankekehitysvaiheen tilapohjainen käyttöliittymä."

T1.3. Asuntosuunnittelujärjestelmä osana puurakentamisen tuotekonfiguraattoria

T1.3.1. Modulaaristen pohjaratkaisuiden tuottaminen tuotekonfiguraattoria varten.

- Asuntotyyppitutkielmia ja niiden variointia yhteistyössä konfiguraattorin kehittäjien kanssa.

- Tarkempi kuvaus tiedostossa: "Tutkielmia tilamoduuleista koostuvista pohjaratkaisuista."

T1.3.2. Puurakentamisen teollisen toimintamallin huomioiva arkkitehtisuunnittelujärjestelmä osana tuotekonfiguraattoria

- Suunnitteluratkaisujen joustavuutta parantavat tuotekonfiguraattorit mahdollistavat vastamaan asuntosuunnitteluun ja kohdekohtaiseen ympäristöön liittyviin vaatimuksiin ja suunnittelun sovittamisen tuotannon asettamiin reunaehtoihin. Jatkuvan tuotekehityksen edellytyksenä on, että toteutuneista kohteista ja prosesseista kertynyt data pysyy mahdollisimman muuttumattomana. Tuotekonfiguraattorit ohjaavat asuntosuunnitteluprosessin muuttamista perinteisestä ETO-mallista kohti teollistetun rakentamisen vaatimaa CTO-mallia.

TP 1 linkit tutkimuksiin

- Koontiraportti kirjallisuudesta: Teollisesti valmistettujen puukerrostalojen laatutekijöistä.pdf
- Teollistetun rakentamismallin mukainen arkkitehtisuunnitteluprosessi puukerrostalorakentamisessa.pdf
- Architectural design process in industrialized multi-family housing utilizing wooden volumetric elements.pdf
- Idea puukerrostalon tuotekonfiguraattorista - Hankekehitysvaiheen tilapohjainen käyttöliittymä.pdf
- Tutkielmia tilamoduuleista koostuvista pohjaratkaisuista.pdf
- Puurakentamisen teollisen toimintamallin huomioiva arkkitehtisuunnittelu osana tuotekonfiguraattoria.pdf

TP2 Teollisen toimintamallin vaatimukset puurakentamisessa

TP2 vastuu: Oulun yliopiston Tuotantotalous: Professori Harri Haapasalo,
Väitöskirjatutkija Laura Kauppinen, Yliopistonlehtori Petteri Annunen

TP2 tuki ja mukana työssä: Oulun yliopiston arkkitehtuurin yksikkö ja
Centrian ammattikorkeakoulu

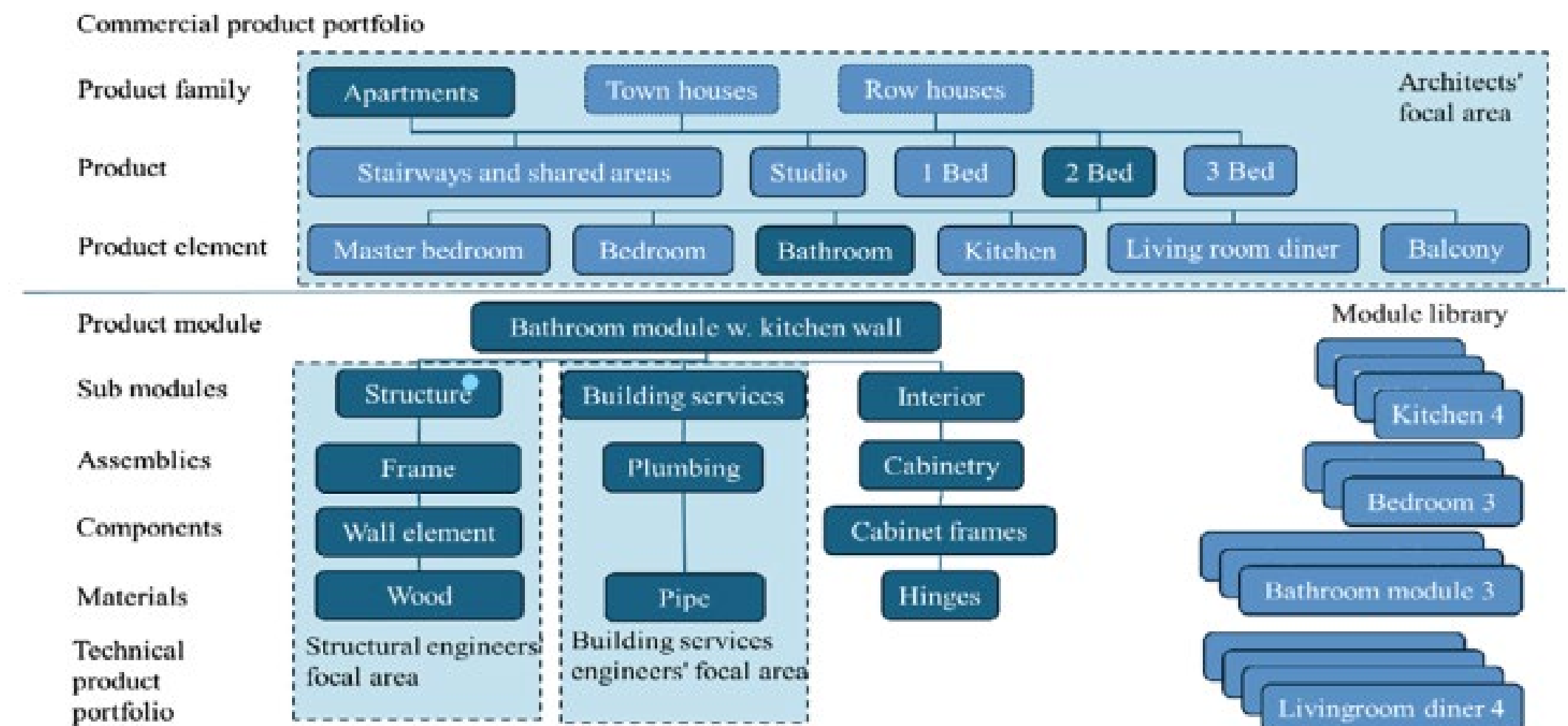
T2.1. Teollisen toimintamallin elementit (1/2)

Kirjallisuuskatsauksen ([Systematic literature review of themes and definitions of industrialized construction](#)) päälöydöt:

- Akateemisessa kirjallisuudessa teollista rakentamista on lähestytty monesta näkökulmasta
- Kirjallisuuden pohjalta ehdotettiin rakentamisen teollistamisen määritelmäksi *pyrkimistä pois projektikohtaisista käytänteistä*
- Teollistamista voidaan tavoitella monella eri tavalla, esimerkiksi:
 - on- tai off-site esivalmistamisen kautta työmaatyöskentelyyn
 - tekniset investoinnit esimerkiksi työkaluihin, robotiikkaan tai tiedon käsittelyyn kautta
 - omaksutun strategian pohjalta
 - käytänteiden omaksuminen muilta teollisuuden aloilta

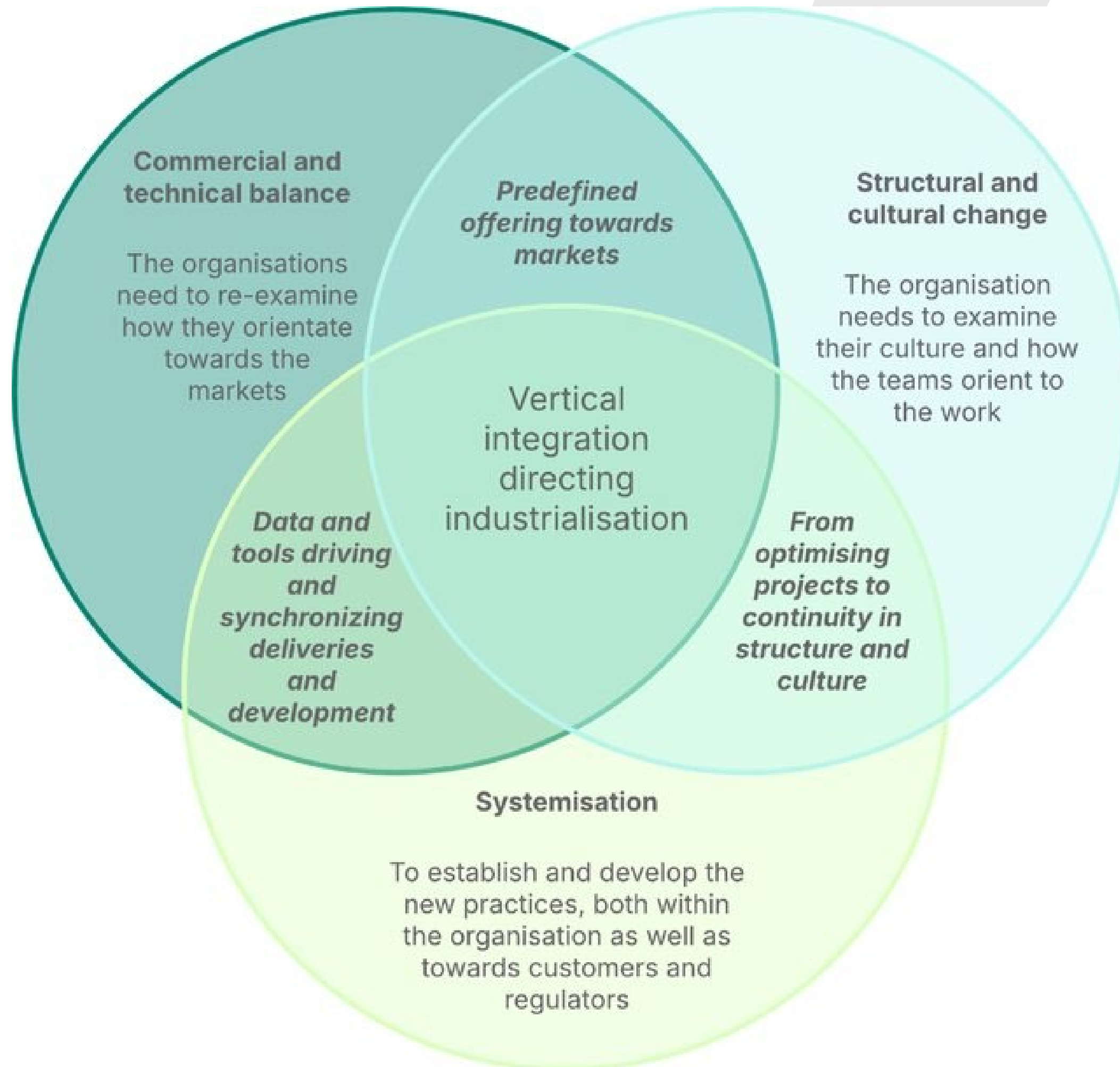
T2.1. Teollisen toimintamallin vaatimukset (2/2)

- Konferenssiartikkelissa ”[Features of Product Configurator for Industrialised House Building](#)” tutkittiin teollisen toimintamallin vaatimuksia rakentamisen eri toimijoille: tuotehallinta, arkkitehtuuri, rakennesuunnittelu, talotekniikka ja esivalmistaminen
- Tutkimuksessa esiteltiin valmistettavuutta parantava kaupallinen ja tekninen esimerkituoterakenne puukerrostalolle



T2.2. Puurakentamisen haasteiden analyysi ja vaatimusmäärittely (1/2)

- Artikkelissa "[Elements of integration in a construction value chain](#)" tarkasteltiin modulaarisen puukerrostalorakentamisen arvoketjussa, kuinka vertikaalinen integraatio tuki teollistamista.
- Teollistamisen avainasiana nähtiin teknisen ja kaupallisen tasapainon hakeminen tuotettavuuden ja myytävyyden tasapainona, mikä muuttaa samalla tasapainoa arvoketjussa. Uudet tuotantotavat vaativat uutta lähestymiskulmaa prosesseihin, sekä kokonaisuuden systemaattista kehittämistä. Koska teollistaminen ja integraatio muuttaa rakenteita ja kulttuuria, muutos kannattaa hyödyntää uudistusta tukevan kulttuurin muodostamiseksi.
- Jotta integroitu arvoketju voi tukea teollistamista, tarjoaman pitää olla määritetty. Tällöin integraation tarjoama läpinäkyvyys tuotedatassa pystyy auttamaan suunnittelussa, valmistamisessa ja myynnissä. Tämän kokonaisuuden läpi datan pitää myös virrata ja samalla synkronoitua, toimituksia ja kehitystyötä varten. Lisäksi tutkimuksessa korostui työn siirtyminen projektikohtaisuudesta jatkuvuuteen, kun ihmiset ei vaihdu projektista toiseen.



- Kuvassa esitettynä rakentamisen arvoketjun teollistamisen pääelementit (3 palloa) sekä teollistamista ja integraatiota yhdistävät tekijät (pallojen risteyskohdat)

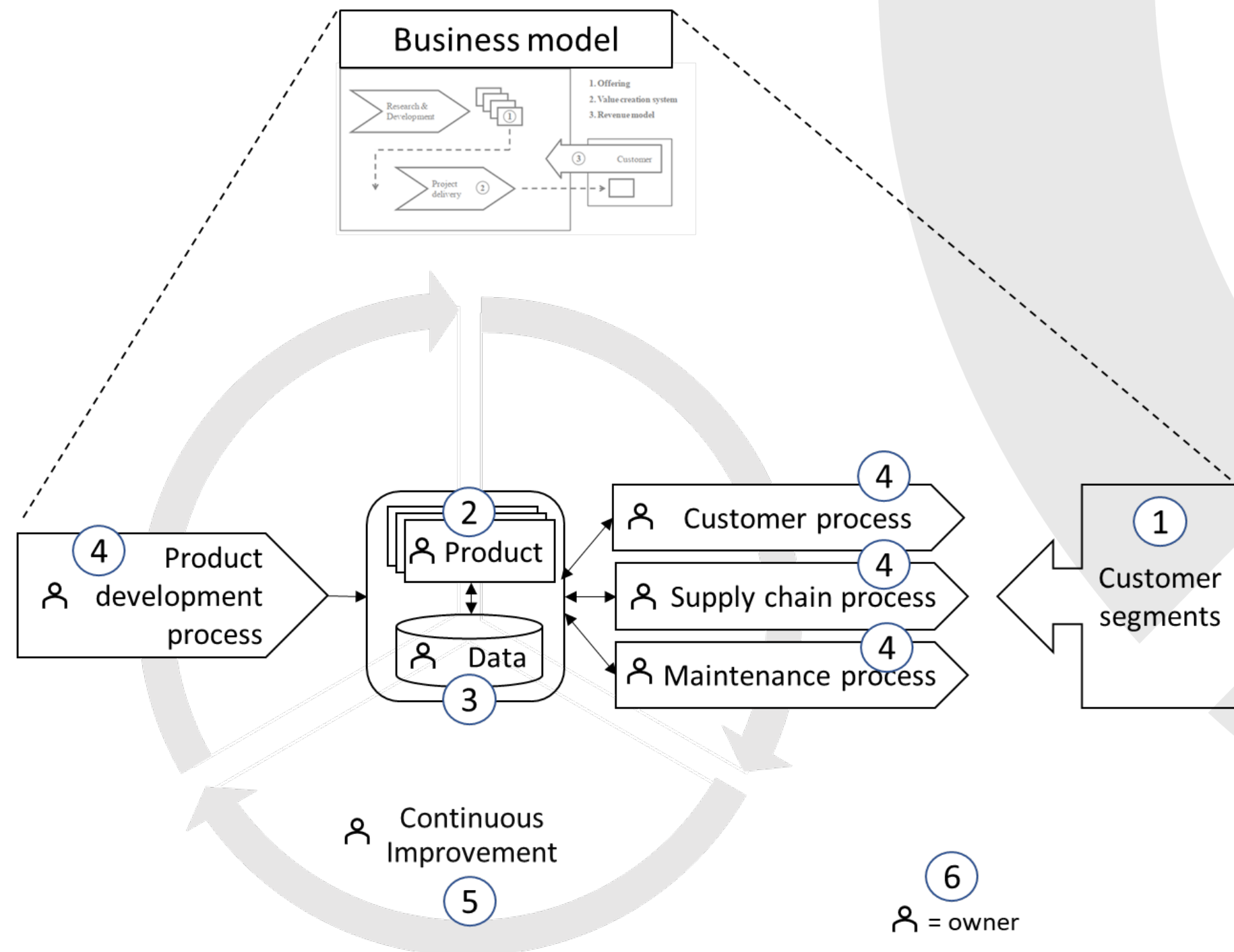
T2.3. Benchmarking muuhun teollisuuteen

- Tilauksesta suunnittelun tehostaminen konfiguroimalla (työnimi) artikkeli valmistuu ja julkaistaan vuoden 2026 puolella (pääkirjoittaja Laura Kauppinen)
- Artikkelissa benchmarking ja kehitysehdotukset on laadittu konepajateollisuuden globaalia toimijaa ja keskisuurta suomalaista rakennusalan toimijaa vertailemalla
- Kun muilla aloilla on kehitetty Engineer-to-Order tyyppistä toimintaa konfiguroivaksi lähestymiseksi, suunnittelun lähtöpiste siirtyy kokonaan uuden suunnittelusta, yhdistelemään ennalta suunniteltuja kokonaisuuksia. Tämä osaltaan tarjoaa mahdollisuuden tehostaa tuotantoa siirtämällä osan tuotannosta esimerkiksi tilauksesta kokoavaan lähestymistapaan. Vähintään siirto tarjoaa mahdollisuuden vakioida tilauksesta alkavia tuotantoprosesseja, joita on selkeämpää kehittää

T2.4. Puurakentamisen teollisen toimintamallin määrittely (1/2)

- Artikkelin ”Stakeholder salience and requirements: an analysis of product development in industrialized construction” sisältää ehdotuksen, kuinka teollisen rakentamisen yrityksen tuotekehitystä tulisi ohjata ja johtaa, tuotteen ja tehokkaan tuotantoprosessin ollessa keskiössä.
- Artikkelin ”Beyond Data Exchange: A Governance Framework for Managing Fragmentation in AEC Projects” kuvaa, miten datan luomisen, datan jakamisen ja datan johtamisen mallilla rakennushankkeiden data saadaan johdettua tehokkaammin koko rakennushankkeen elinkaaren ajan
- Lisäksi työn alla on myös artikkeli jossa tarkastellaan miksi modularisoinnin ja esivalmistamisen hyötyjä ei saavuteta. Näkökulmana aihealueeseen on rajapinnat joita tuotteisiin, prosesseihin ja organisaatioihin liittyy kun hyödynnetään kylpyhuonemuoduuksia.

T2.4. Puurakentamisen teollisen toimintamallin määrittely (2/2)



Kustomoinnilla kilpailukykyä –hankkeen tutkimustulokset perustuvat ja täydentävät [Rakennusalan Teollista toimintamallia](#).

TP2 linkit alueen olennaisimpiin tutkimuksiin

Kauppinen L, Annunen P, Haapasalo H (2024), "Systematic literature review of themes and definitions of industrialized construction". Smart and Sustainable Built Environment, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/SASBE-06-2024-0224>

Kauppinen, L., Annunen, P., Haapasalo, H. (2025). Features of Product Configurator for Industrialised House Building. In: Bragadin, M.A., Kähkönen, K., Witt, E. (eds) New Frontiers of Construction Management. CMW 2024. Digital Innovations in Architecture, Engineering and Construction. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-87224-2_22

Kauppinen, L., Annunen, P. & Haapasalo, H. Elements of integration in a construction value chain. Discov Civ Eng 2, 188 (2025). <https://doi.org/10.1007/s44290-025-00320-x>

Ruostesuo, M., Annunen, P., Haapasalo, H., Pesonen, A. (in review). Stakeholder salience and requirements: an analysis of product development in industrialized construction.

Kotilainen, T., Annunen, P., Haapasalo, H. (in review) Beyond Data Exchange: A Governance Framework for Managing Fragmentation in AEC Projects

Annunen, P., & Haapasalo, H. (2023). Industrial operation model for the construction industry. *International Journal of Construction Management*, 23(16), 2736–2745. <https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2092810>

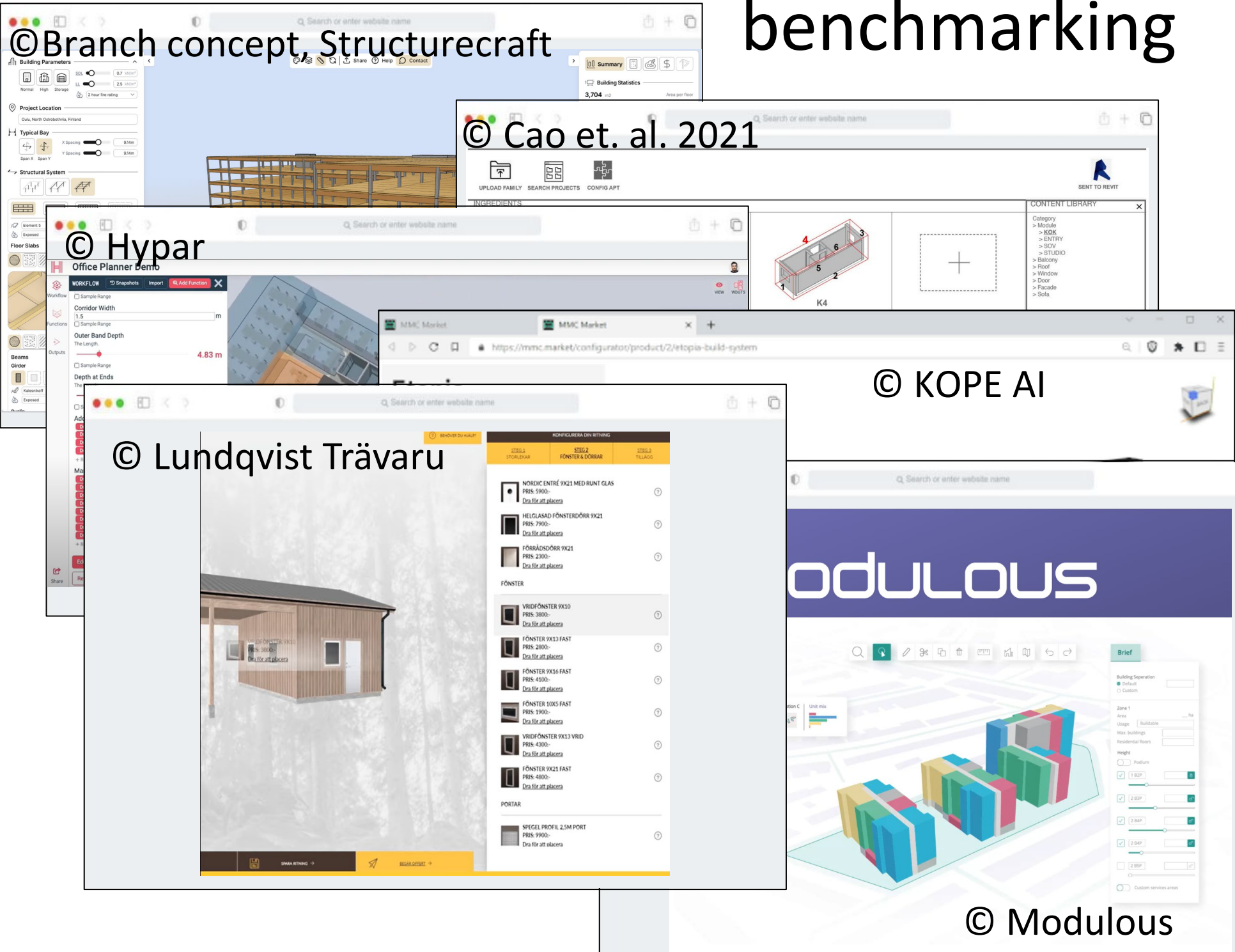
TP3 Puurakentamisen tuotekonfiguraattorin kehittäminen ja pilotointi

TP3 vastuu: Centrian ammattikorkeakoulu: Harri Hyry, Juho Valkola, Antti Vaininpää, Sami Salo

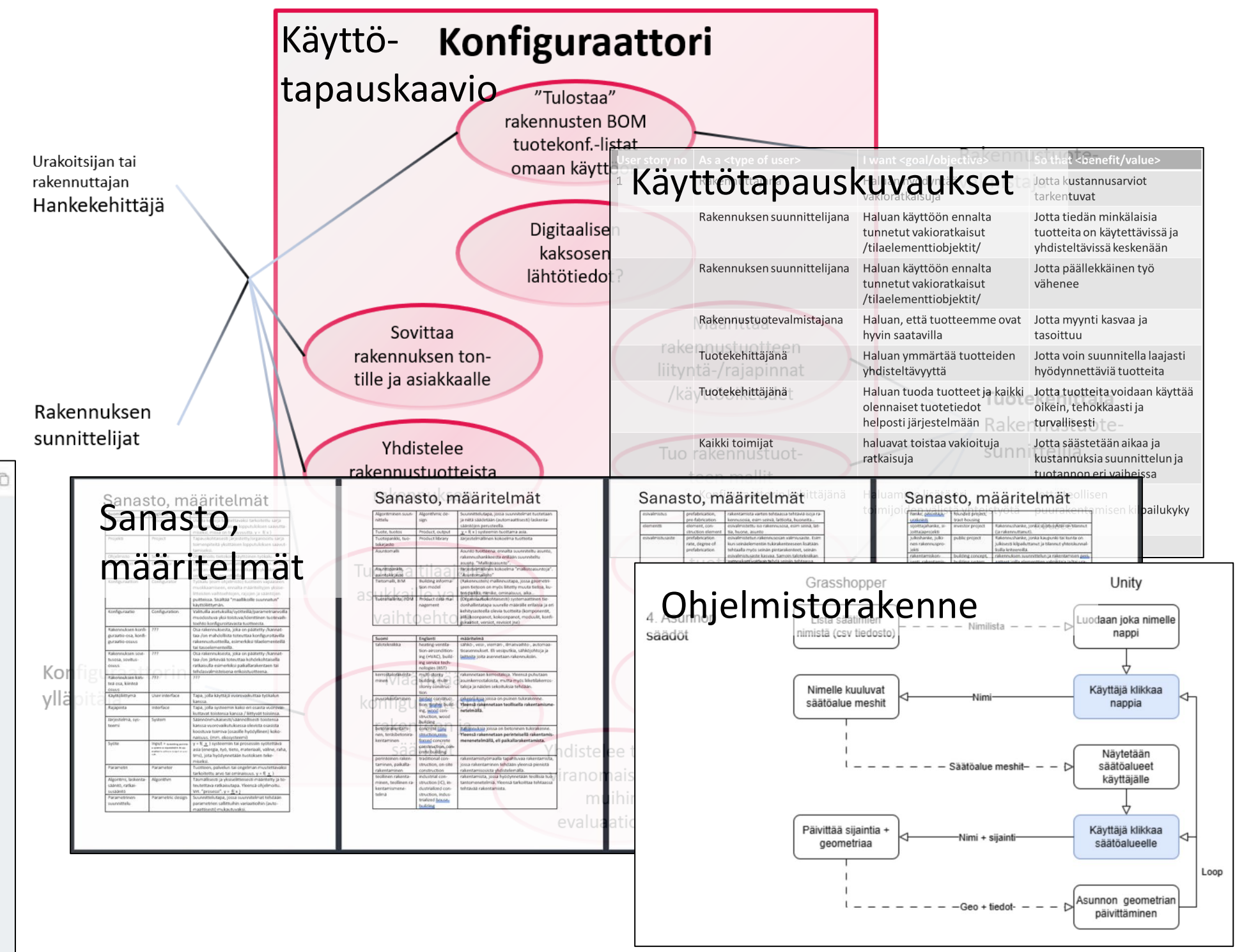
TP3 tuki ja mukana työssä: Oulun yliopiston arkkitehtuurin yksikkö ja Oulun yliopiston Tuotantotalouden yksikkö

3.1 Konfiguraattorin vaatimusten määrittely

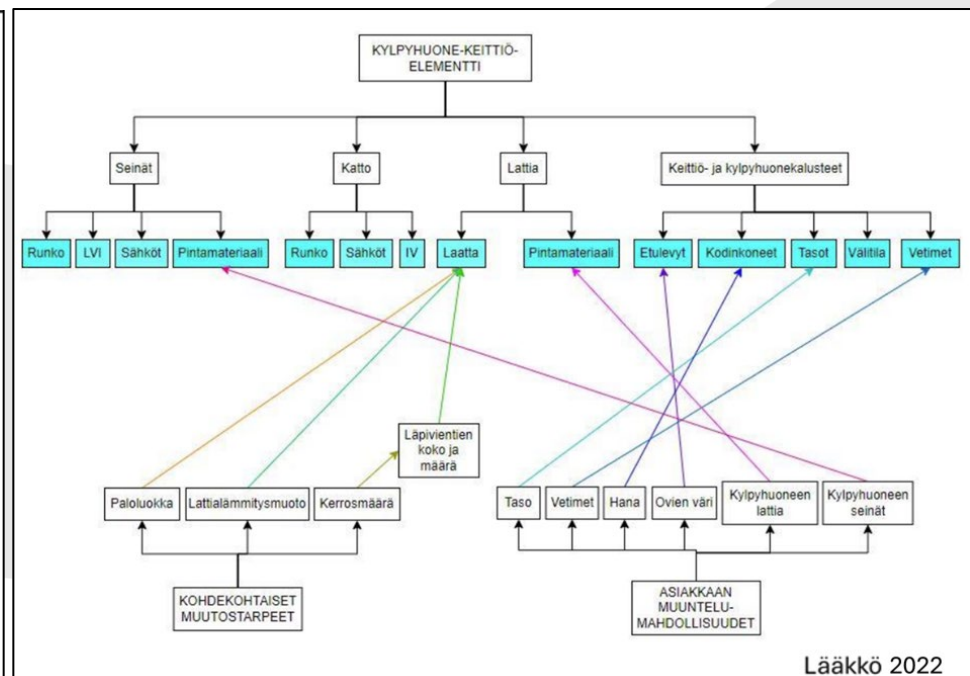
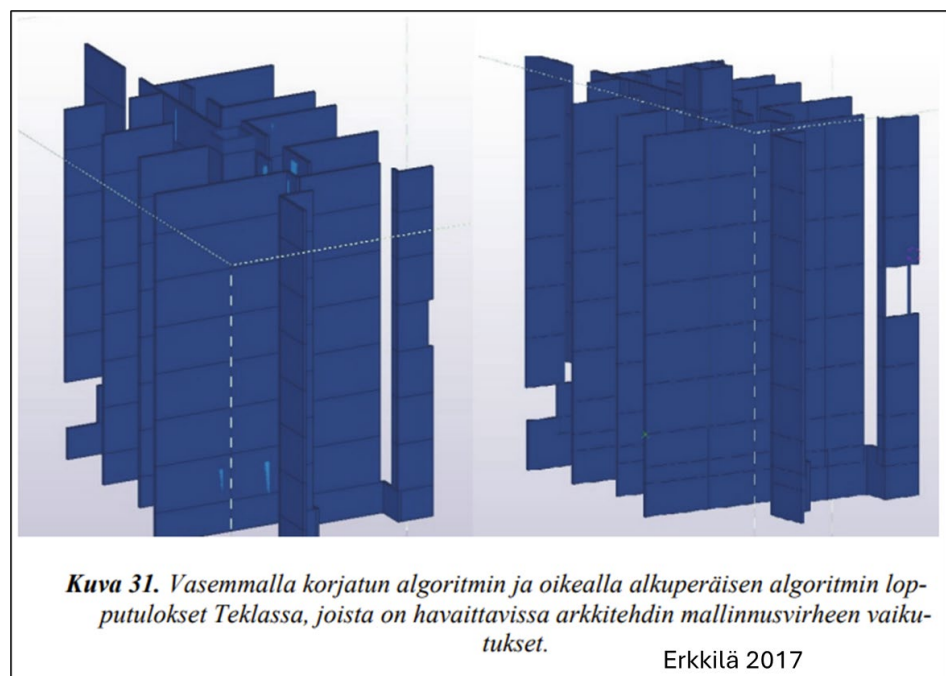
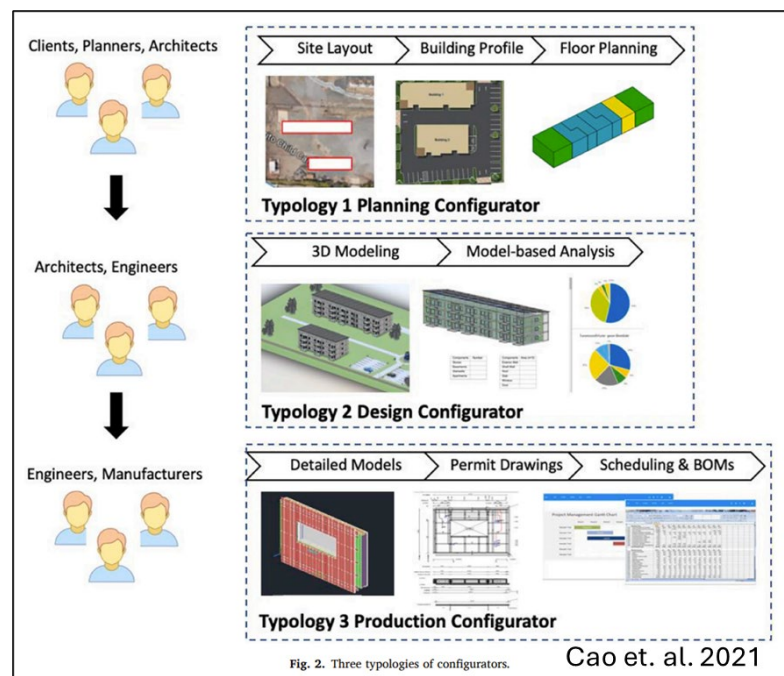
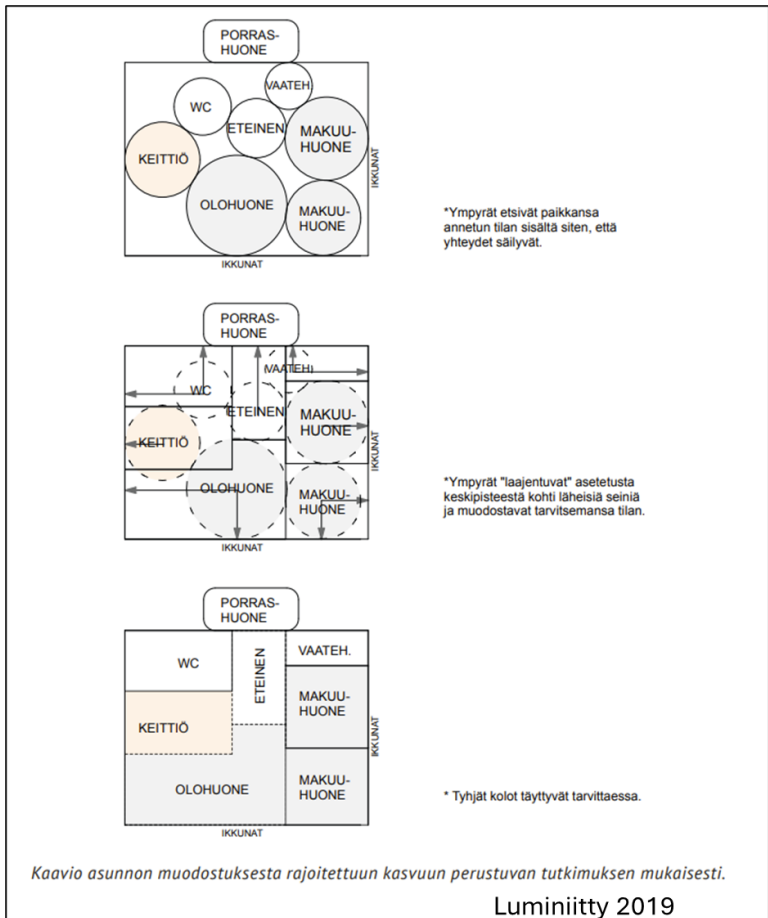
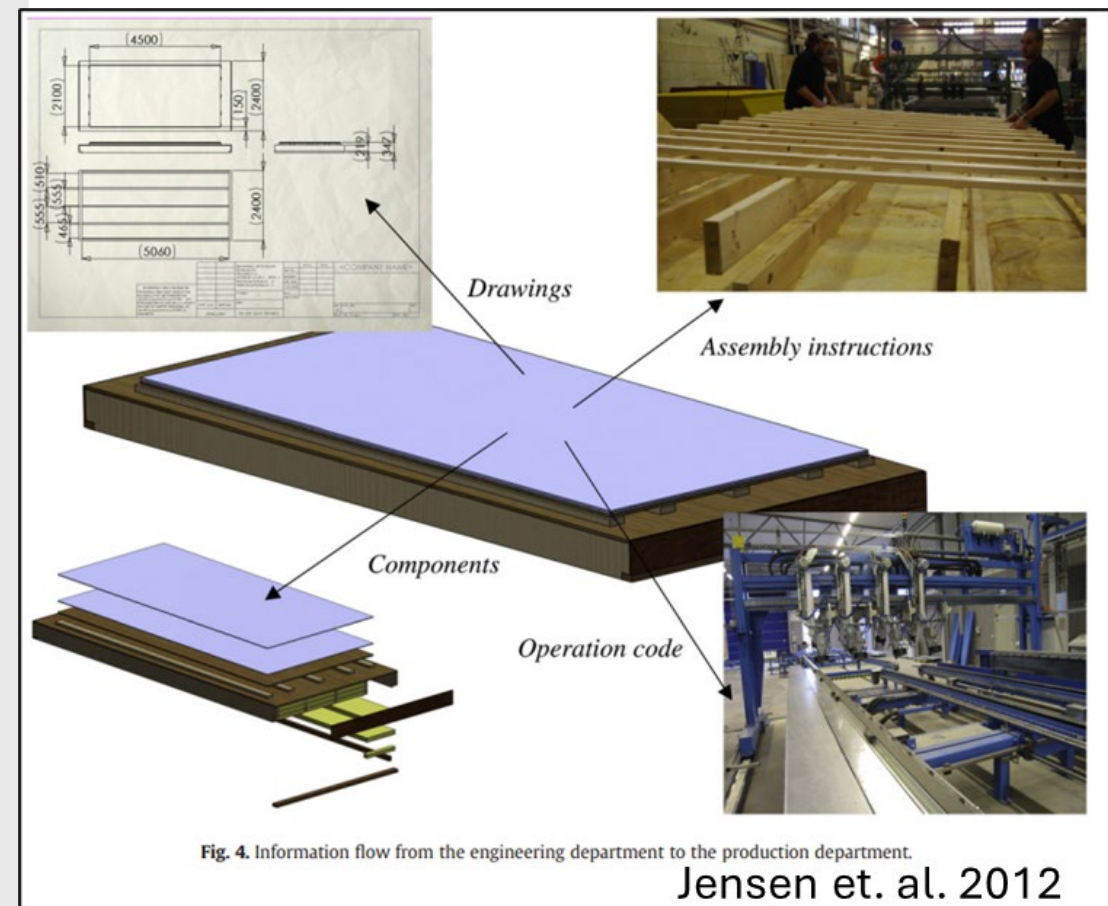
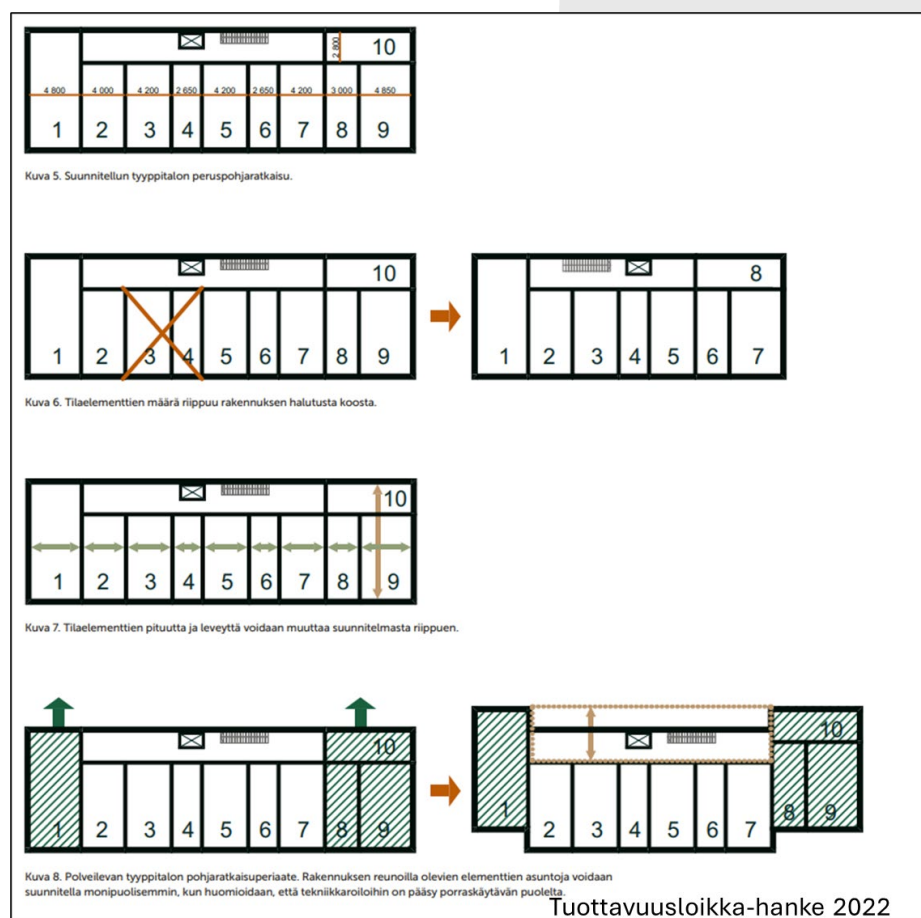
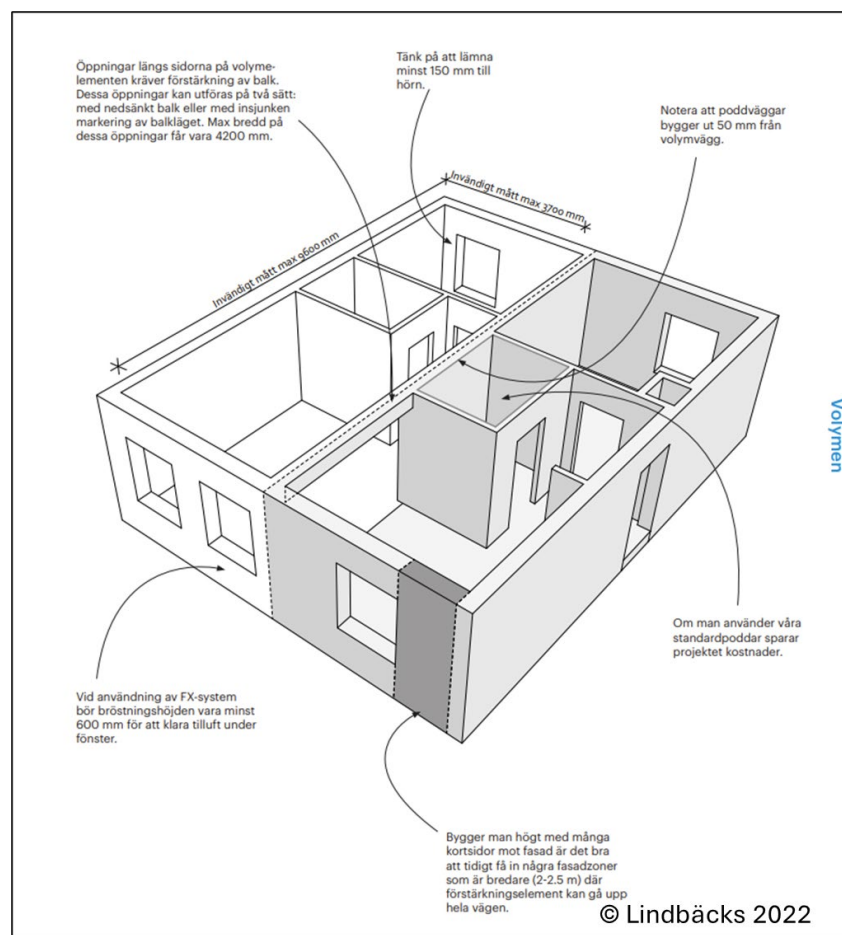
- Rakennusalan konfiguraattorit benchmarking



- Ohjelmistomäärittely

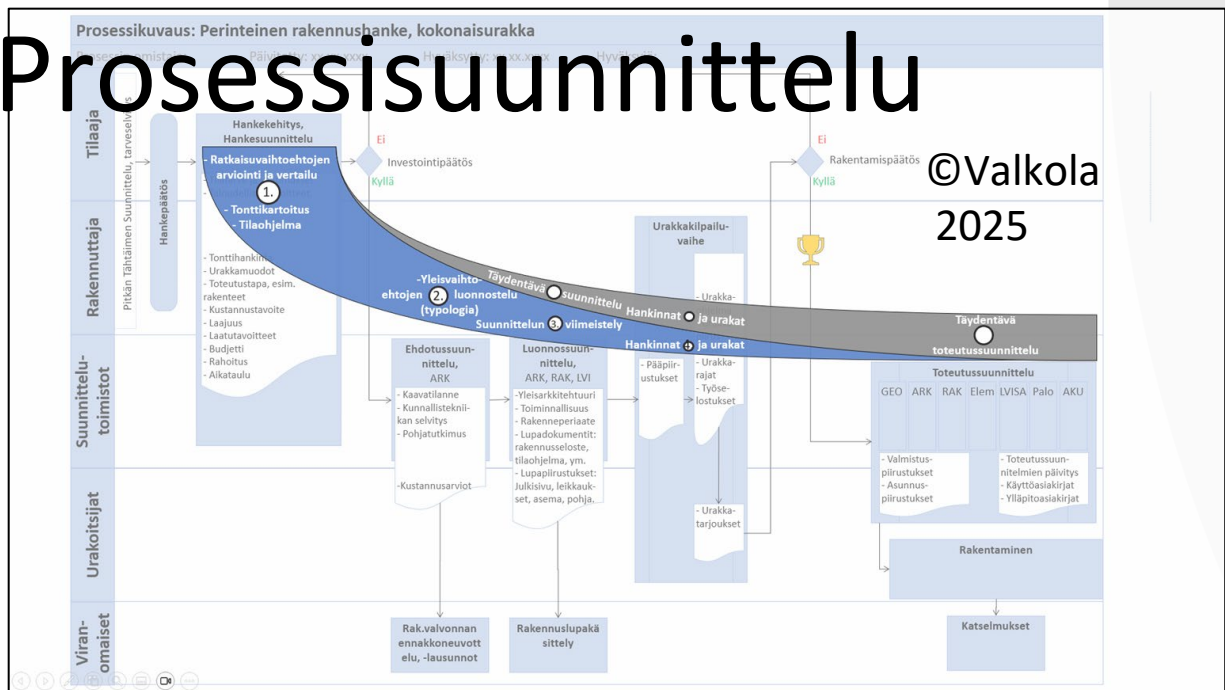


3.1 Konfiguroinnin kirjallisuuden- ja opas- materiaalien tutkimusta määrittelyn tueksi

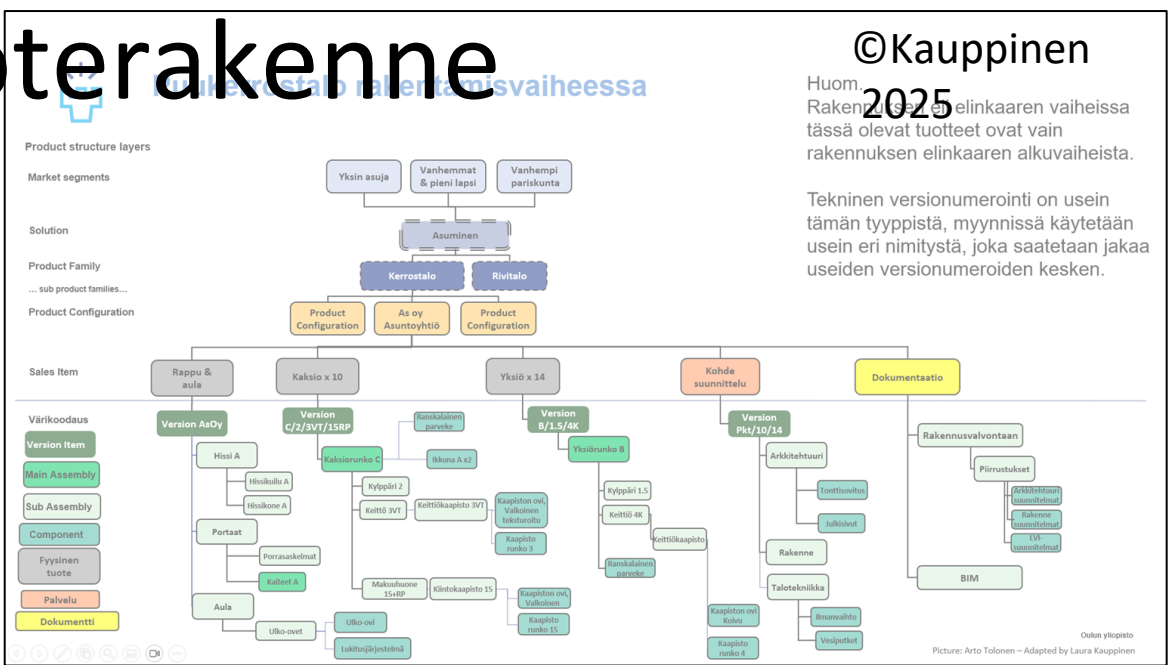


3.1 Kuski-Organisaatioiden välinen yhteistyö määrittelytyössä

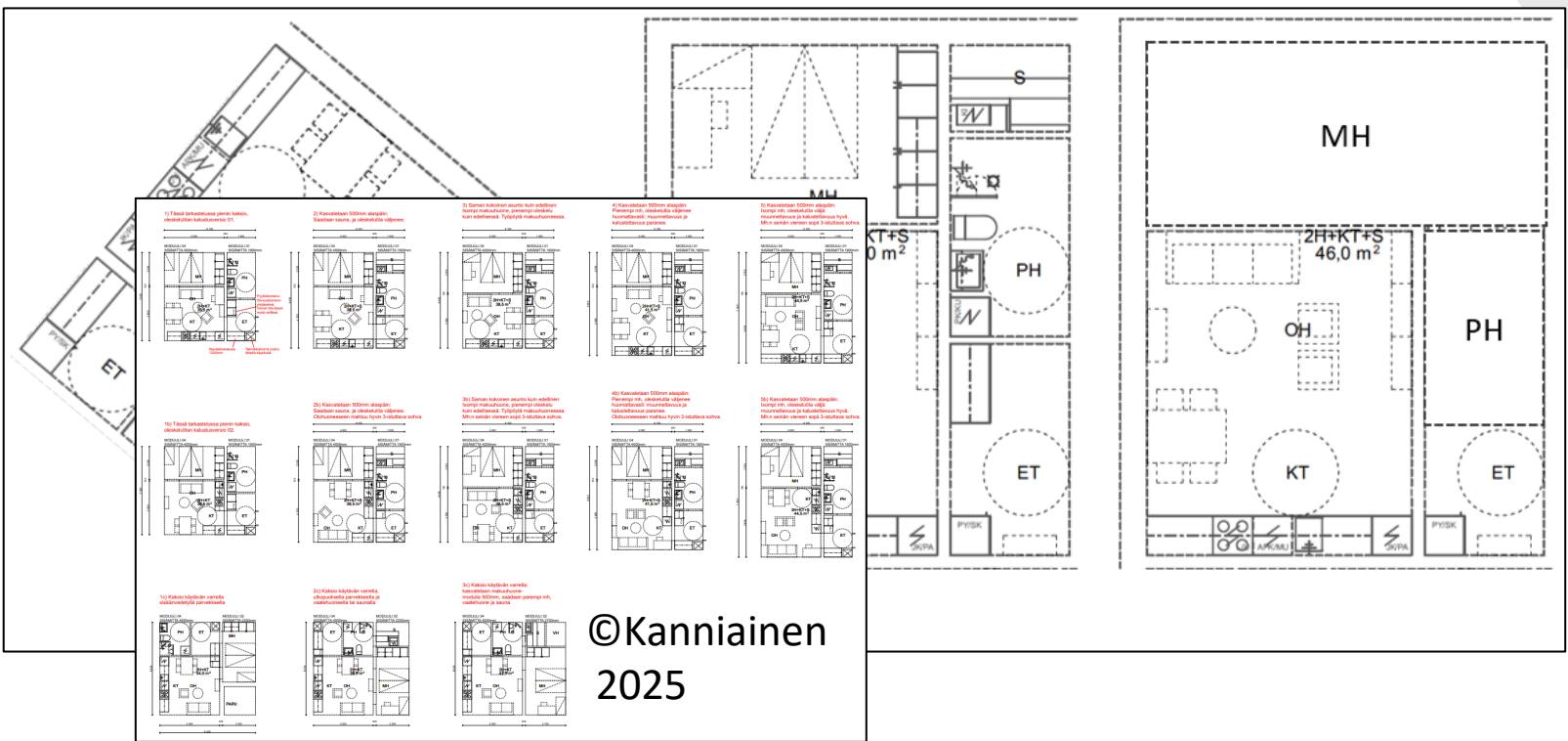
- Prosessisuunnittelu



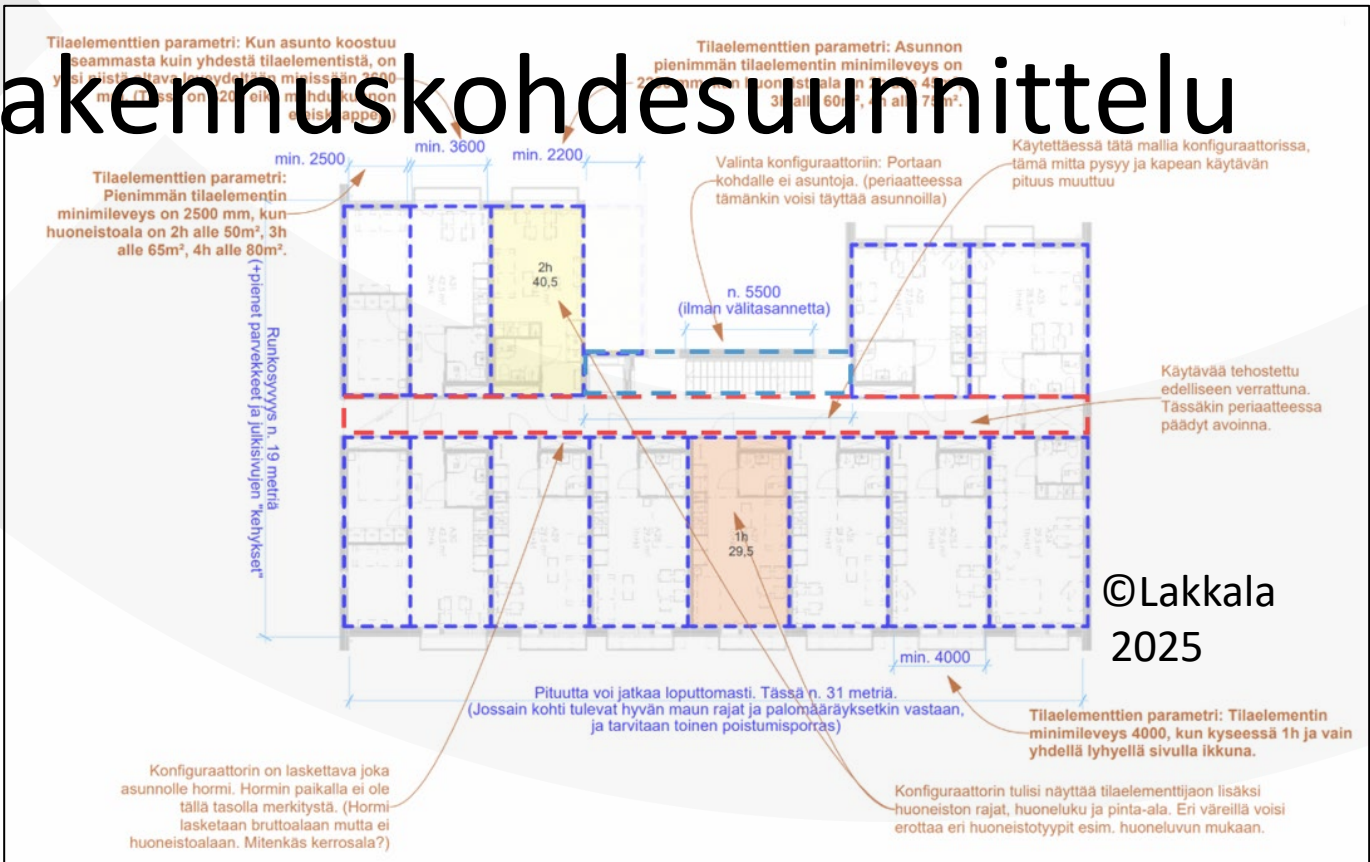
- Tuoterakenne



- Rakennus-tuotesuunnittelu

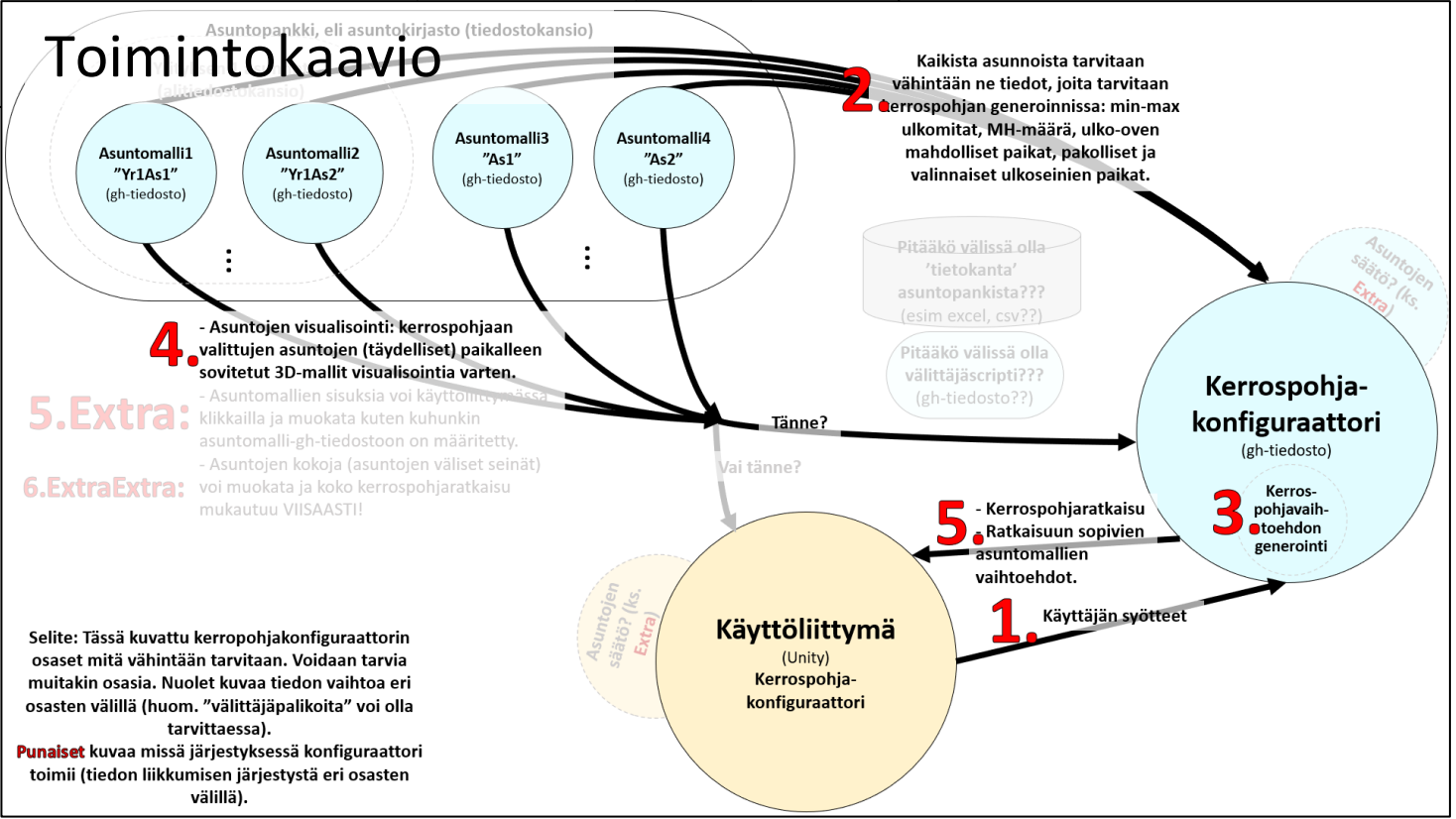
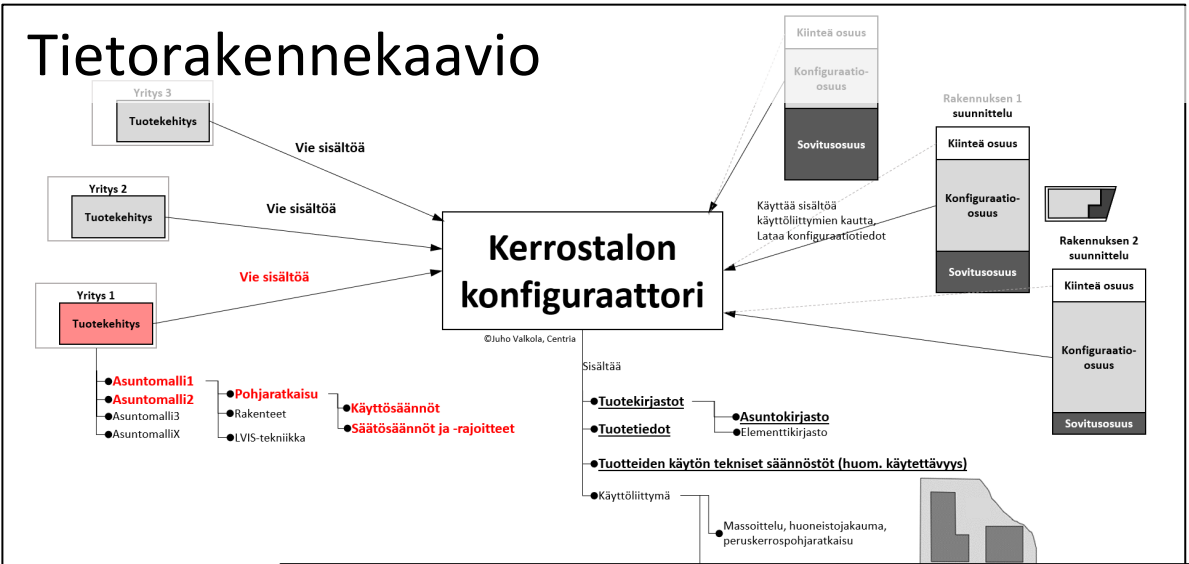
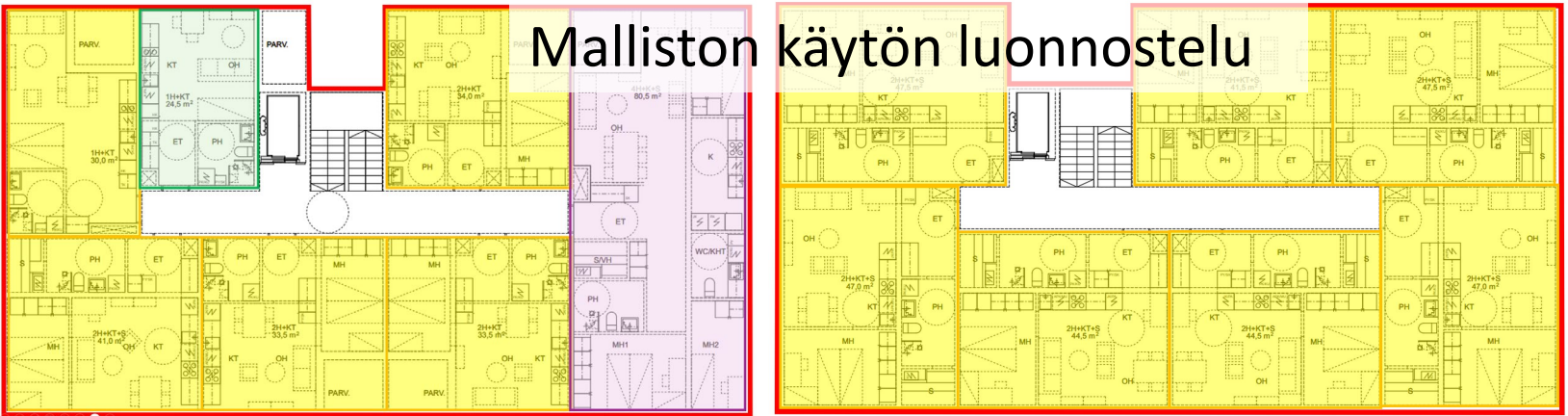
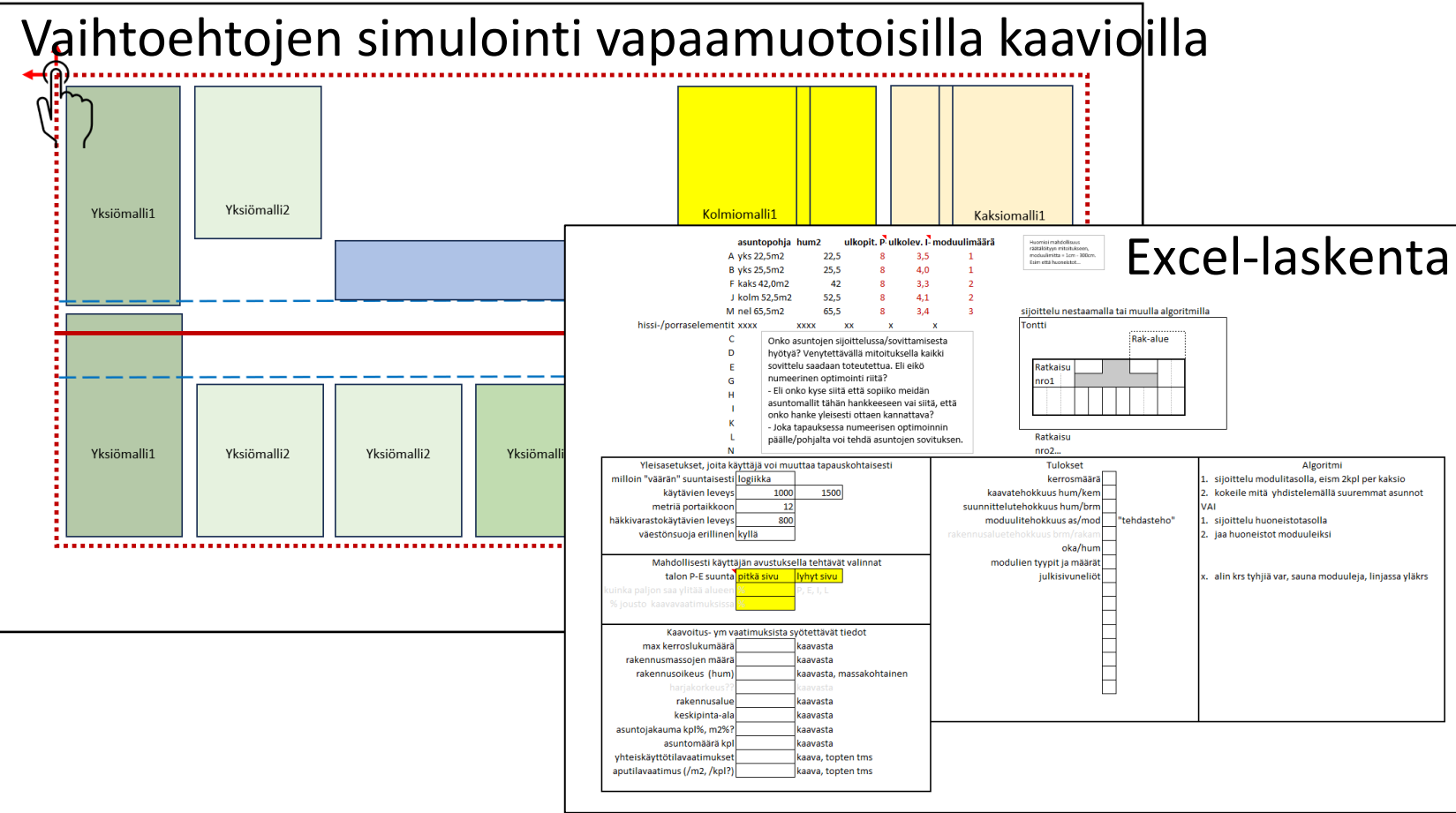


- Rakennuskohdesuunnittelu



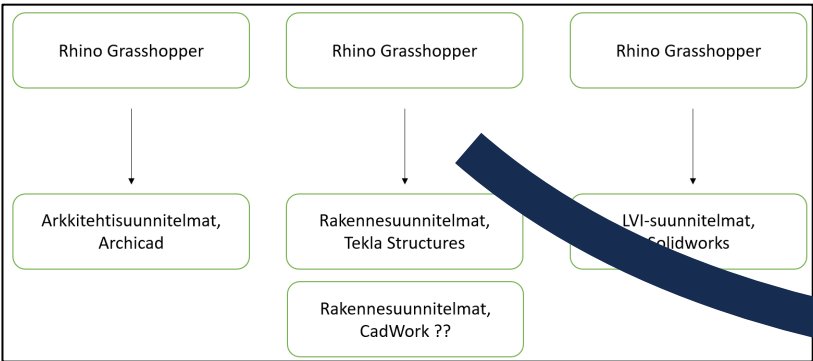
3.2 Konfiguraattorin kehittäminen

- Konfiguroinnin simulointi
- Ohjelmiston toimintalogiikka

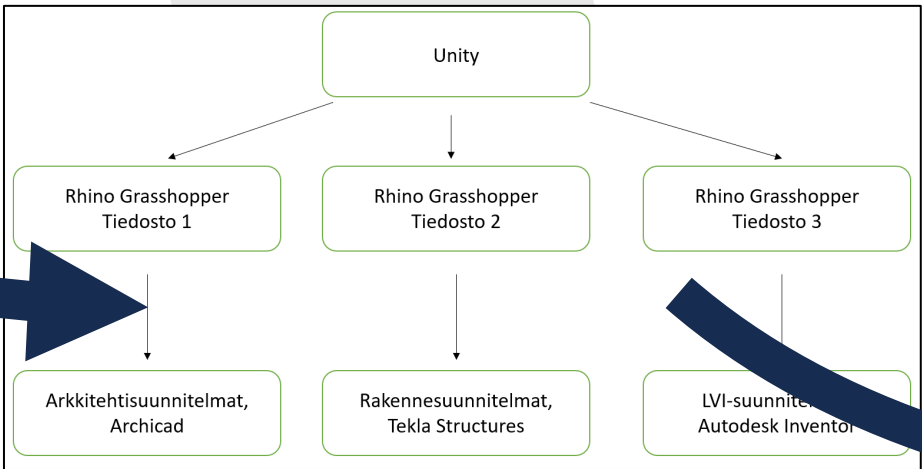


3.2 konfiguraattorin kehittäminen

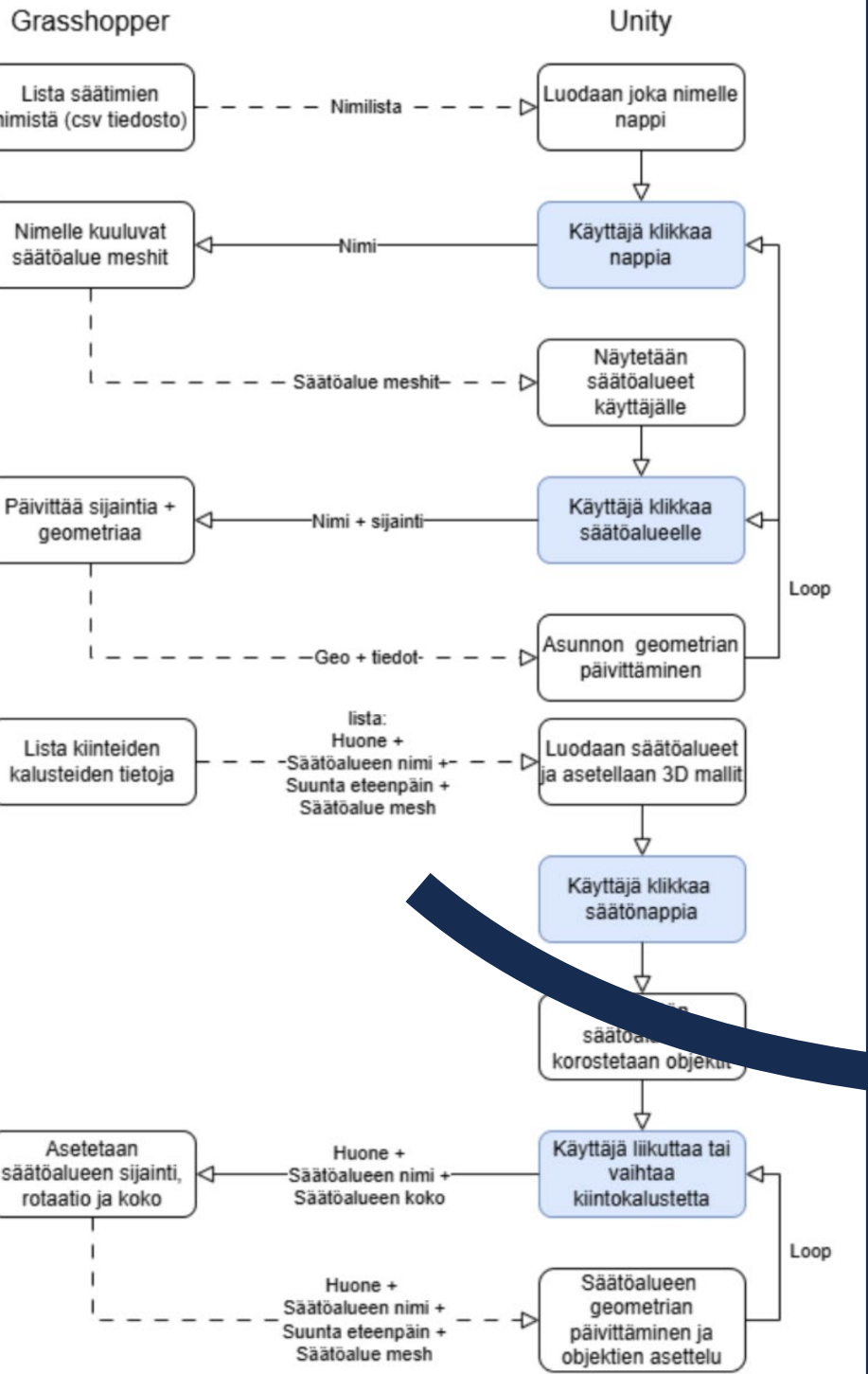
- Ohjelmistoarkkitehtuurin kehityksen iteraatiot



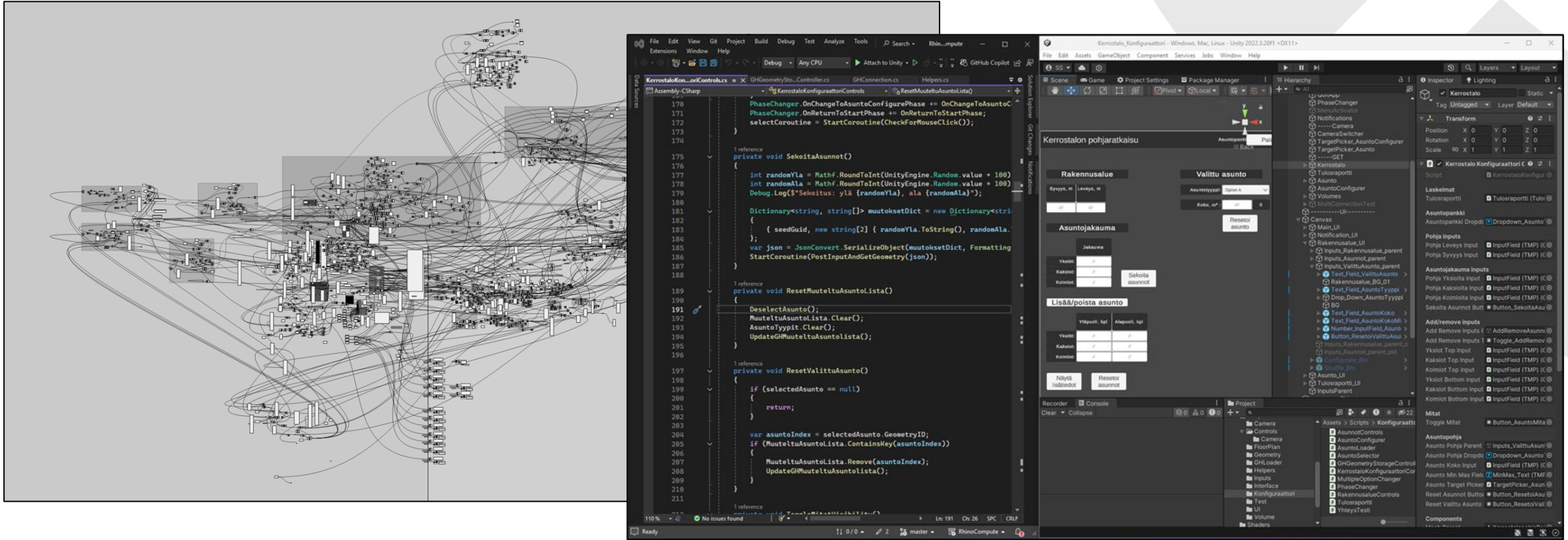
- Ohjelmistokehitys



4. Asunnon säädöt

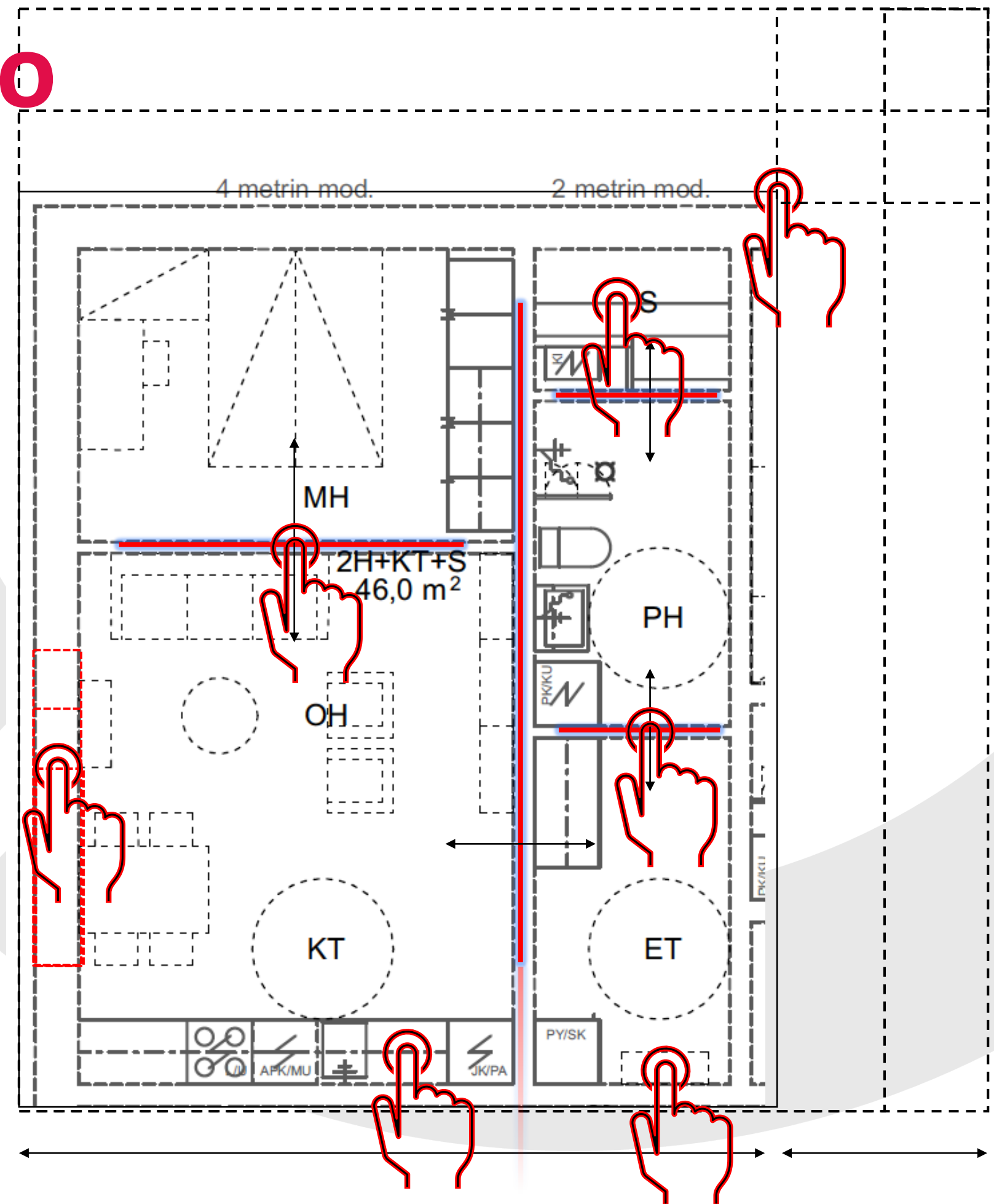


5. Kiinteät kalusteet

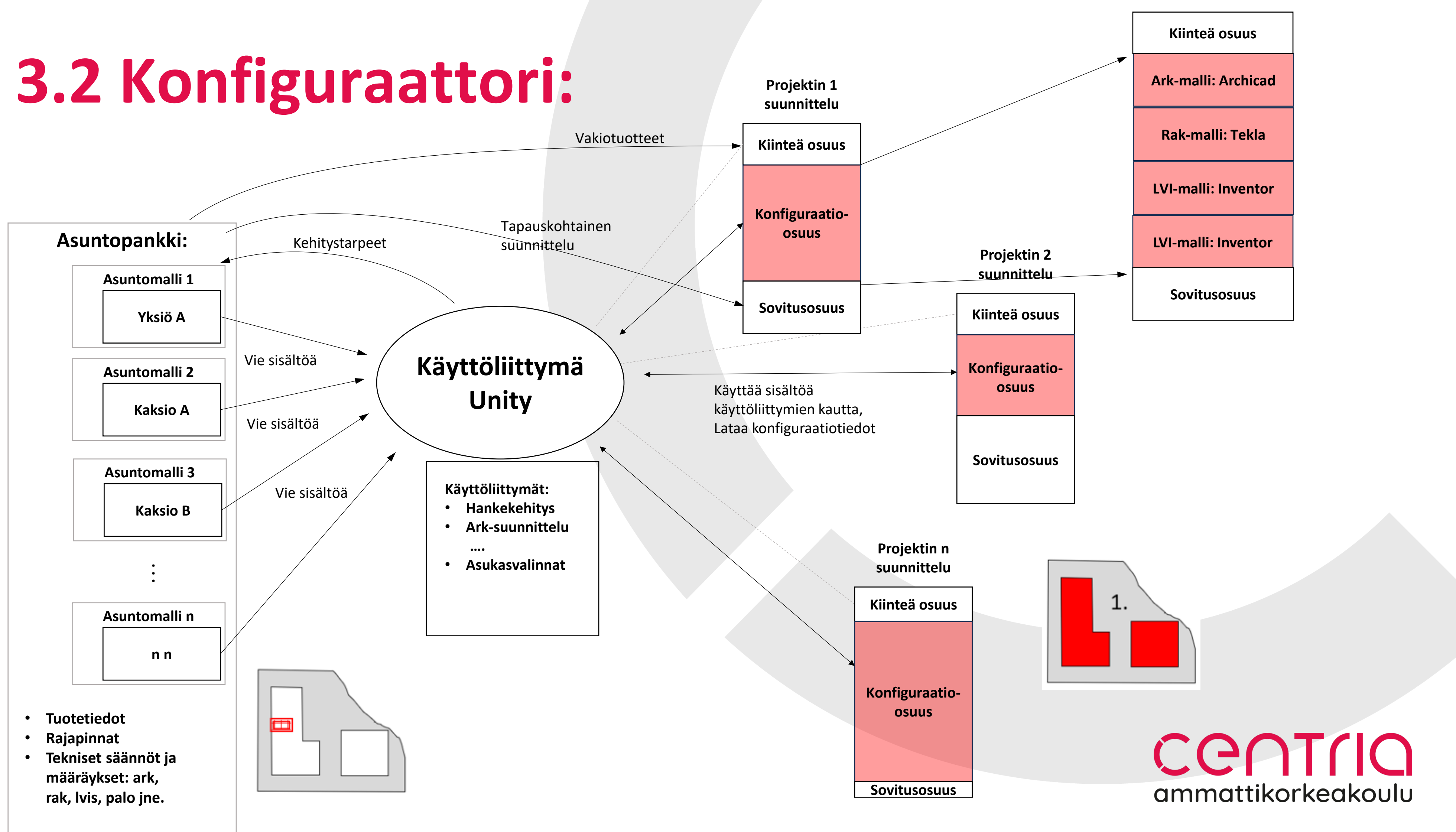


3.2 Konfiguroitava asunto

- Asuntopankin asunnot ovat valmiiksi suunniteltuja tuotteita
- Asunnot voivat olla mitoiltaan kiinteitä tai koon ja sisällön puolesta muokattavissa.
- Viereisessä kaksioesimerkissä koon lisäksi asunnosta voi muokata makuuhuoneen kokoa, ikkunan kokoa, kiintokalusteita, sekä saunatilan voi halutessaan muuttaa vaatehuoneeksi.

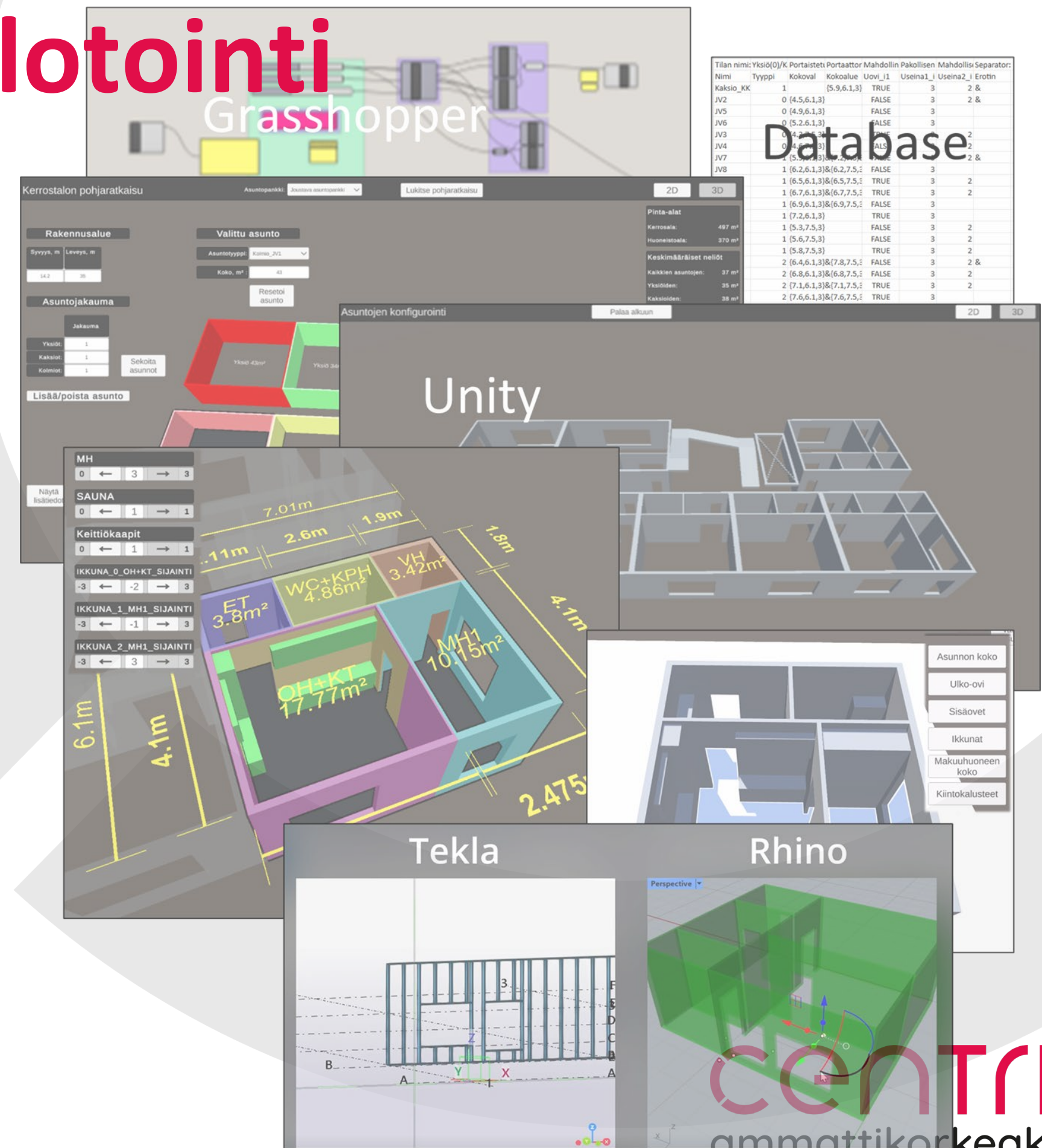


3.2 Konfiguraattori:



3.3 konfiguraattorin pilotointi

- Tuotkonfiguraattori rakennussuunnittelussa: [linkki videoon](#)
- Asuntopankki
- Käyttöliittymä
- Yksittäisen asunnon muokkaus
- Tiedonsiirto tekniseen suunnitteluun



3.3 Käyttöliittymä: kerrospohjan konfigurointi

Kerrostalon pohjaratkaisu

Asuntopankki: Joustava asuntopankki ▼ Lukitse pohjaratkaisu

2D 3D

Rakennusalue

Syvyys, m	Leveys, m
14.2	35

Asuntojakauma

Jakauma
Yksiot: 1
Kaksiot: 1
Kolmiot: 1

Sekoita asunnot

Valittu asunto

Asuntotyyppi: Kolmio_JV1 ▼

Koko, m²: 43

Resetoi asunto

Lisää/poista asunto

Näytä lisätiedot

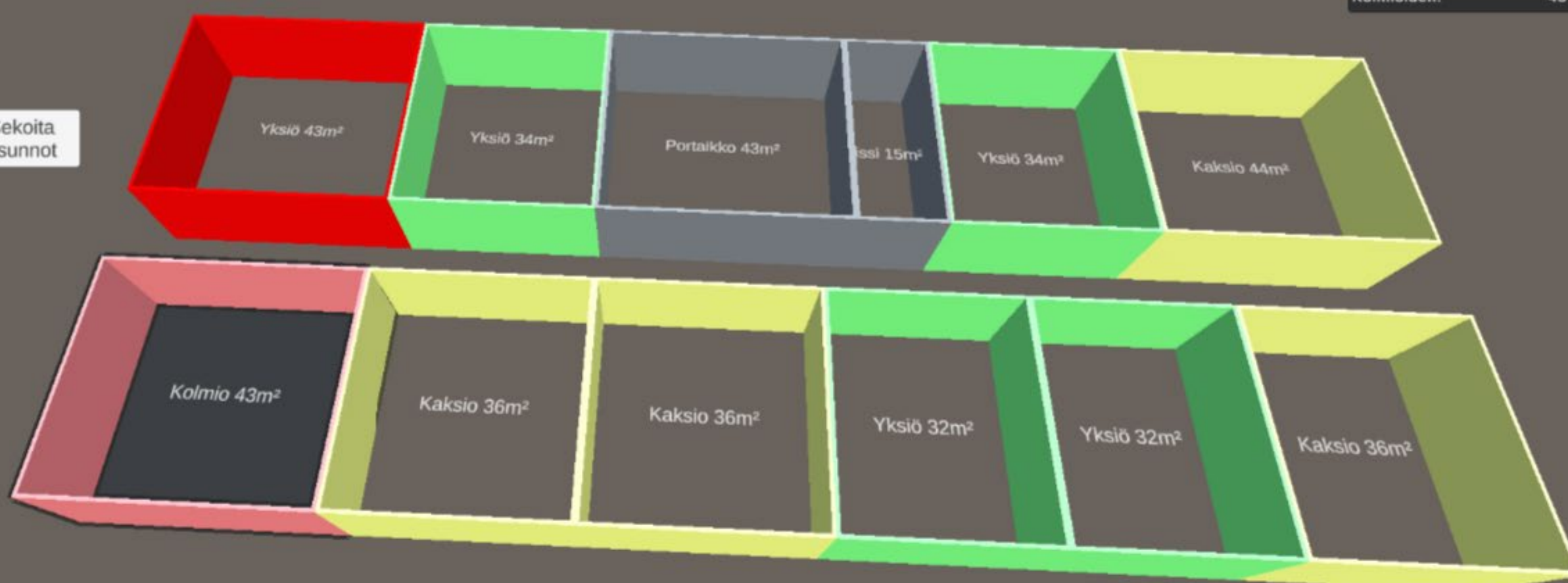
Resetoi asunnot

Pinta-alat

Kerrosala:	497 m ²
Huoneistoala:	370 m ²

Keskimääräiset neliöt

Kaikkien asuntojen:	37 m ²
Yksiöiden:	35 m ²
Kaksioiden:	38 m ²
Kolmioiden:	43 m ²



3.3 Asuntopankki

Konfiguroinnissa käytetään pohjatietona asuntopankkia.

Asuntopankin sisältöä päivittämällä voidaan rajata, mitä asuntopohjia konfiguroinnissa käytetään.

Konfiguraattorin pilotoinnissa käytetään kolmea erisisältöistä asuntopankkia:

- **Suppea** asuntopankki sisältää nimensä mukaisesti vain vähän asuntoja, jotka ovat muokattavuudeltaan jäykkiä.
- **Joustava** asuntopankki sisältää saman määrän asuntoja kuin suppea, mutta ne ovat kooltaan ja sisällöltään muokattavia.
- **Laajassa** asuntopankissa asunnot ovat osittain muokattavia ja asuntojen määrä on suppeaan pankkiin verrattuna huomattavasti suurempi.

3.3 Asuntopankkien sisältö

Suppea:

Tilan nimi:	min. leveys (m)	Leveyden säätö	min. pituus (m)	Pituuden säätö
Kaksio_KK1	5,9	+ 0,5	6,1	+ 0
Yksiö_JV1	5,2	-	6,1	-
Kaksio_JV2	6,4	-	6,1	-
Kolmio_JV3	7	+ 0,5	6,1	-
Portaikko_X1	7	-	6,1	-
Hissi_X1	2,5	-	6,1	-

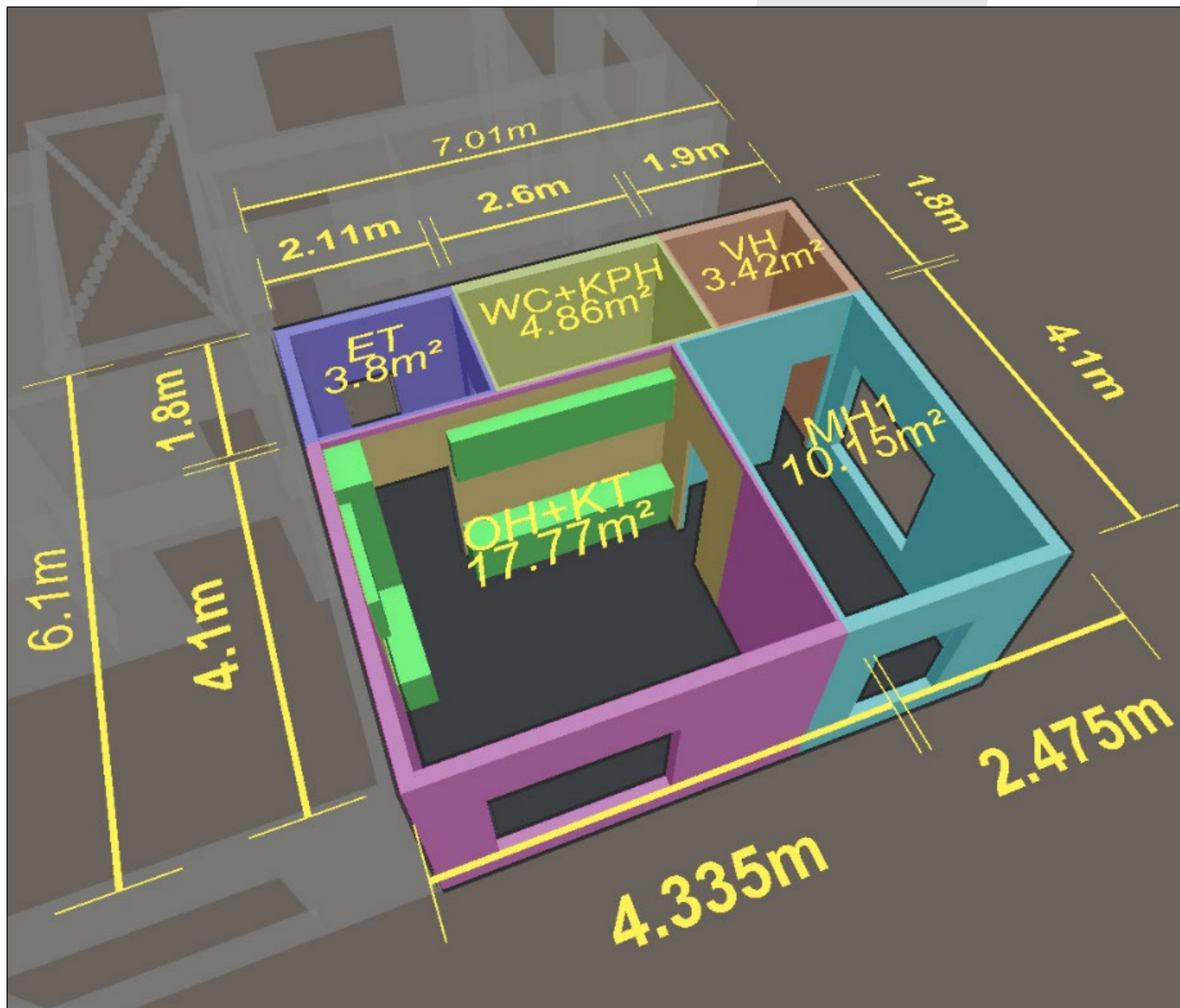
Joustava:

Tilan nimi:	min. leveys (m)	Leveyden säätö	min. pituus (m)	Pituuden säätö
Kaksio_KK1	5,9	+ 1,5	6,1	+ 0
Yksiö_JX1	5,2	+ 1	6,1	+ 1,4
Kaksio_JX2	6,4	+ 0,5	6,1	+ 1,4
Kolmio_JX3	7	+ 0,7	6,1	+ 1,4
Portaikko_JX1	7	+ 1	6,1	+ 1,4
Hissi_JX1	2,5	+ 0	6,1	+ 1,4

Laaja:

Tilan nimi:	min. leveys (m)	Leveyden säätö	min. pituus (m)	Pituuden säätö
Kaksio_KK1	5,9	+ 1,5	6,1	+ 0
Yksiö_JV2	5,2	+ 1	6,1	+ 1,4
Yksiö_JV3	5,2	+ 1	6,1	+ 1,4
Yksiö_JV4	3,8	-	7,2	-
Yksiö_JV5	4,0	-	7,2	-
Yksiö_JV6	4,2	-	6,9	-
Kaksio_JV1	6,4	0,5	6,1	+ 1,4
Kaksio_JV2	6,4	0,5	6,1	+ 1,4
Kaksio_JV3	5,8	0,5	6,1	-
Kaksio_JV4	5,8	-	6,1	-
Kaksio_AB1	6,4	-	6,1	-
Kaksio_AB2	7	-	4,2	+ 1,4
Kaksio_AB3	7,6	-	4,2	+ 1,4
Kaksio_AB4	8,2	+ 0,5	4,2	+ 1,4
Kaksio_AB5	6,4	+ 0,5	6,1	+ 1,4
Kolmio_JV1	7	+ 0,7	6,1	+ 1,4
Kolmio_JV2	6,5	+ 0,2	7,2	+ 0,5
Kolmio_AB1	8,4	-	6,1	-
Kolmio_AB2	9,6	-	6,1	-
Kolmio_RR1	7,2	+ 0,7	6,1	+ 1,4
Kolmio_RR2	8,2	+ 0,7	6,1	+ 1,4
Portaikko_JV1	7	+ 0,5	6,1	+ 1,4
Hissi_JV1	2,5	+ 0	6,1	+ 1,4

3.3 Yksittäisen asunnon muokkaus

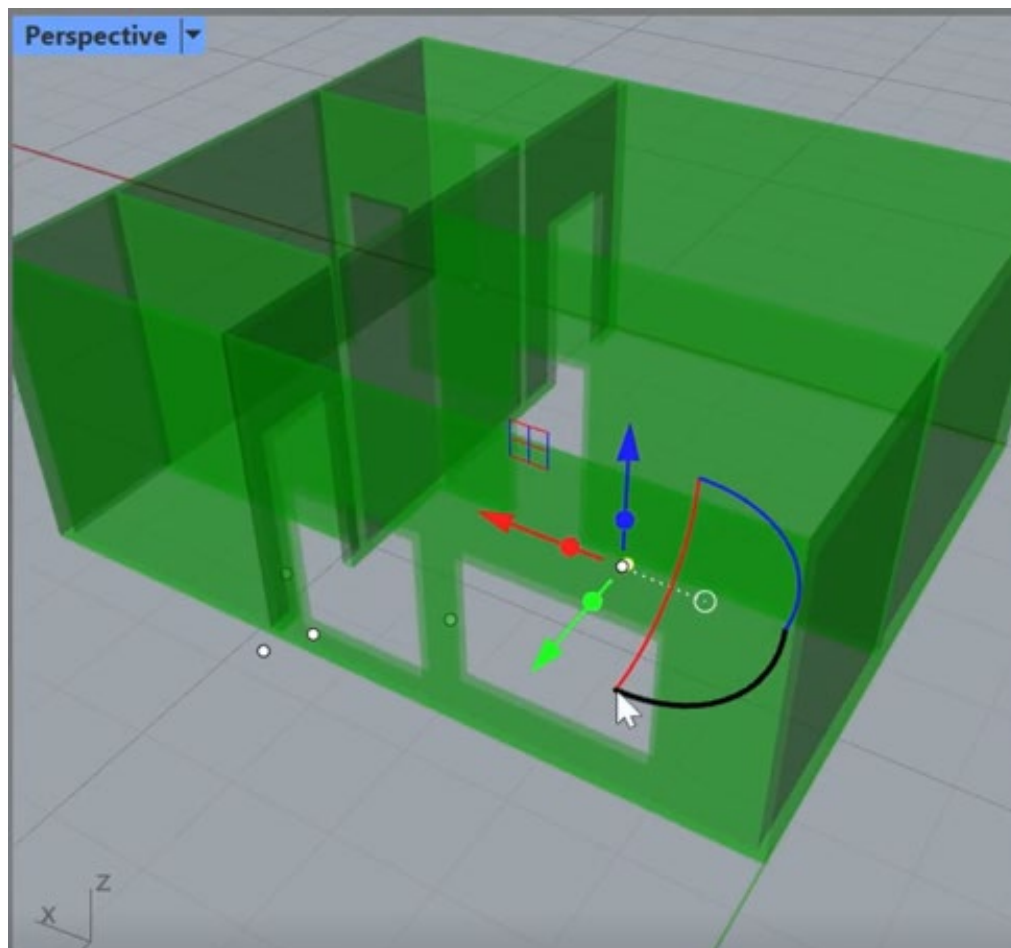


MH				
0	←	3	→	3
SAUNA				
0	←	1	→	1
Keittiökaapit				
0	←	1	→	1
IKKUNA_0_OH+KT_SIJAINTI				
-3	←	-2	→	3
IKKUNA_1_MH1_SIJAINTI				
-3	←	-1	→	3
IKKUNA_2_MH1_SIJAINTI				
-3	←	3	→	3

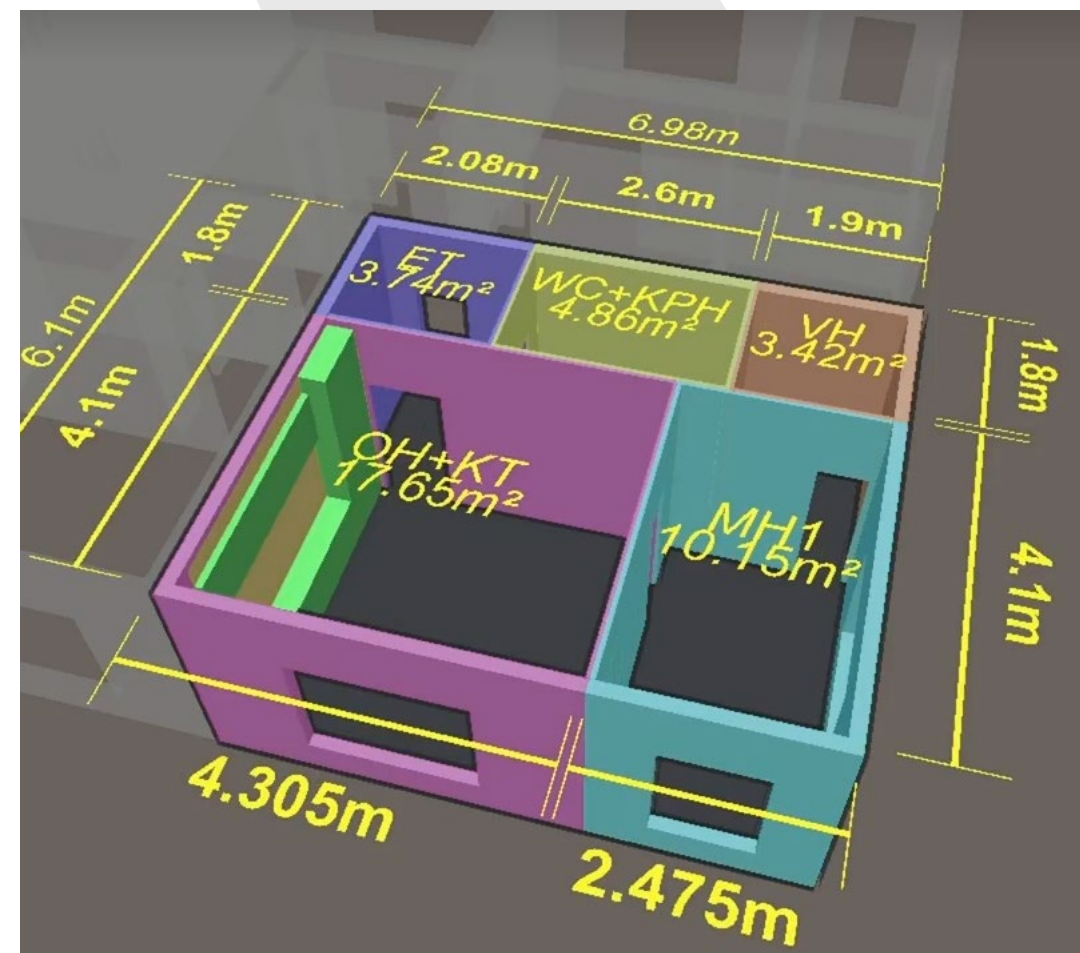
3.3 Konfiguroidun mallin yhdistäminen tekniseen suunnitteluun

Tiedonsiirron pilotointi tekniseen suunnitteluun. Konfiguraattorin yhdistäminen rakennesuunnitteluohjelmistoon Tekla live linkin avulla.

Rhino



Unity



Tekla Structures



Yhteystiedot

- Oulun yliopisto, Arkkitehtuuri
 - Matti Lakkala, matti.lakkala@oulu.fi
- Oulun yliopisto, Tuotantotalous
 - Petteri Annunen, petteri.annunen@oulu.fi
- Centria ammattikorkeakoulu
 - Harri Hyry, harri.hyry@centria.fi