

# Tekoälyavusteinen visualisointi asuntorakentamisen hankekehityksessä

Mauri Laasonen, Jussi Savolainen,  
Elina Ritola ja Tero Markkanen





# Tekoälyavusteinen visualisointi asuntorakentamisen hankekehityksessä

Mauri Laasonen, Jussi Savolainen,  
Elina Ritola ja Tero Markkanen



Työsuojelurahasto  
Arbetskyddsfonden  
The Finnish Work Environment Fund

Rakentamisen hankesuunnitelmien tekoälyavusteinen tuottaminen -hanke.

2.2.2025–31.8.2026

Hankenumero 240523.

Työsuojelurahasto

© Tekijät ja Tampereen ammattikorkeakoulu (TAMK)

Julkaisun valmistelussa on käytetty generatiivisia tekoälytyökaluja kuvien luonnissa ja kielentarkistukseen. Tekijät ovat tarkistaneet kaiken sisällön ja vastaavat sen oikeellisuudesta, luotettavuudesta ja tekijänoikeuksien noudattamisesta

Kannen kuva: Tero Markkanen, generatiivinen tekoäly

Taitto: Minttumari Oy

Tampereen ammattikorkeakoulun julkaisuja.

Sarja B. Raportteja, 165.

ISBN 978-952-7592-13-7(PDF)

Tampere, 2026



Tampere 2026

# Tiivistelmä

## Laasonen Mauri, Savolainen Jussi, Ritola Elina ja Markkanen Tero Rakentamisen hankesuunnitelmien tekoälyavusteinen tuottaminen

Hankkeessa on analysoitu tekoälyn tuottamien kuvien hyödyntämistä asuntorakentamisen hankesuunnitteluvaiheessa. Yleensä tekoälyllä tuotetut kuvat voivat ensivilkaisuilla näyttää hyviltä, mutta tarkemmalla katsomisella kuvista löytyy selkeitä virheitä. Ilmiötä on korostettu julkaisun kansikuvassa, joka on ilmiänselvä, mutta jossa on useita selviä epäloogisuuksia. Mielikuva virheistä ei kuitenkaan saisi jäädä viimeiseksi, vaan kuvia voidaan katsoa vielä eri tavalla.

Tekoälyllä tuotettujen kuvien ominaisuuksiin vaikuttaa merkittävästi minkälaisia opetustietoja kyseiselle ohjelmalle on annettu. Opetuskuvia tulee olla hyvin paljon ja niihin pitää liittää ominaisuustietoa. Tässä hankkeessa käytettiin valmisohjelmia, jossa näihin ominaisuuksiin ei ollut mahdollista vaikuttaa. Sen sijaan keskityttiin siihen, mitä ohjauskomentoja ja muita lähtötietoja visualisointikuvien tuotannolle voidaan antaa.

Tutkimus perustuu todellisiin kohteisiin, joissa testattiin erilaisia lähtötietoja, kuten asemakaavoja, rakentamistapaohjeita, massamalleja, pohjakuvia ja BIM-malleja. Saatuja kuvia arvioitiin työpajoissa, joihin osallistui tutkimusryhmän lisäksi rakennusliikkeiden hankekehittäjiä. Lisäksi tuloksia arvioitiin erillisillä asiantuntijahaastatteluilla.

Saatu päätulos on, että tekoälyn avulla voidaan tuottaa nopeasti suuri määrä vaihtoehtoisia visualisointeja, joiden avulla hankkeen osapuolet voivat keskustella arkkitehtuurista, toteuttamiskelpoisuudesta, kustannuksista ja markkinakelpoisuudesta jo ennen varsinaista yksityiskohtaista suunnittelua. Kun keskustelijat ovat alan ammattilaisia, kuvien karkeatkin virheet voidaan ohittaa. Merkityksellistä on hakea kuvista mielenkiintoisia yksityiskohtia ja yleistä tunnelmaa.

Tulosten perusteella tekoälyllä tuotetut kuvat eivät vielä ole riittävän tarkkoja lopulliseen viestintään tai kuluttajamarkkinointiin, koska niissä esiintyy virheitä ja epä johdonmukaisuuksia. Sen sijaan ne soveltuvat hyvin ideoinnin, vaihtoehtojen vertailun ja vuorovaikutuksen välineeksi hankkeen alkuvaiheissa. Menetelmän suurin hyöty on, että se auttaa löytämään myös sellaisia ratkaisuvaihtoehtoja, muuten voisivat jäädä huomaamatta.

Tuloksissa korostuu asiantuntijoiden rooli: tekoäly ei korvaa arkkitehtia tai hankekehittäjää, vaan toimii heidän työnsä tukena. Tavoitteena onkin saada enemmän suunnittelua ja vähemmän rutiininomaista mallintamista.

**Asiasanat: tekoäly, visualisointi, hankesuunnittelu, asuntorakentaminen, tietomallinnus**



# Sisällys

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Johdanto</b>                                       | <b>5</b>  |
| Tausta                                                | 5         |
| Sisältö                                               | 6         |
| <b>Aineisto ja metodit</b>                            | <b>7</b>  |
| <b>Visualisointikuvien tekoälyavusteinen tuotanto</b> | <b>10</b> |
| Visualisointia hyödyntävä hankesuunnittelu            | 10        |
| Ideointivaiheen esimerkkikohteet                      | 16        |
| Rakennusten sijoitteluvaiheen esimerkkikohteet        | 25        |
| Haastattelujen tulokset                               | 40        |
| <b>Johtopäätökset</b>                                 | <b>43</b> |
| <b>Kiitokset</b>                                      | <b>44</b> |
| <b>Lähteet</b>                                        | <b>45</b> |
| <b>Liitteet</b>                                       | <b>46</b> |



# Johdanto

## Tausta

### Rakentamisen tuottavuus

Rakentamisen tuottavuus ei ole kehittynyt muiden teollisuusalojen tahdissa. Julkisuudessa tämä tuodaan usein esille tilastokeskuksen taulukoiden avulla, kuten esimerkiksi Lohilahden artikkelissa [2017]. Sama johtopäätös on tehty myös tutkimuskirjallisuudessa, esimerkiksi Hasan et al. [2018] ovat analysoineet kirjallisuutta vuosilta 1986–2016 ja Lehto [2021] suomalaisia tilastoja vuosilta 1996–2016. Lehdon mukaa ala on pysynyt työvoimavaltaisena eikä esimerkiksi rakentamiseen soveltuvia robotteja ole pystytty kehittämään. Lehdon mukaan kehitys on haettava muualta, etenkin T&K investoinneista.

Aihetta on käsitelty myös monipuolisemmin ottamalla tarkasteluun mukaan koko rakentamisen arvoketju eikä vain rakennustyömaan työntekijöiden tuottavuutta. Esimerkiksi Ahmad et al. [2020] ovat selvittäneet tilannetta Norjassa ja Kuusi et al. [2022] kirjallisuustutkimuksen perusteella Euroopassa. Näiden laajempien tarkastelujen perusteella alan tuottavuuden voidaan katsoa kehittyneen, vaikka työmaalla kehitys on ollut vähäistä. Silti kehitys on hidasta.

Monilla aloilla tuottavuuden kehitystä on auttanut digitalisaatio. Esimerkiksi Abioye et al. [2021] ovat listanneet tekoälyn hyötyjä ja haasteita rakennusallalle. Heidän mukaansa tekoälysovellutusten nähdään tuovan hyötyä työn tehokkuuteen, turvallisuuteen, parempaan projektinhallintaan ja tarkempaan päätöksentekoon, jotka yhdessä lisäävät tuottavuutta ja kannattavuutta. Abioye et al. mukaan rakennusala on kuitenkin vähiten digitalisoitunut teollisuuden ala maailmassa.

Johtopäätöksenä alaa on tarkasteltava usean eri osapuolen muodostamana kokonaisuutena. Digitalisaation kannalta tiedon tehokas tuottaminen ja sen vaihto osapuolten välillä ovat keskeisiä tehokkuutta lisääviä tekijöitä. Rakennusten suunnittelu perustuu nykyään pitkälti ohjelmien hyödyntämiseen, jolloin hyvät lähtökohdat kehitykselle ovat olemassa.

### Hankesuunnittelu

Jos rakennusalan digitalisoitumista käsitellään yleisellä tasolla, voivat rakennusprosessin eri osien ominaispiirteet jäädä käsittelemättä. Esimerkiksi Abioye et al. [2021] eivät ole käsitelleet lainkaan hanke- tai esisuunnittelua tai vaihtoehtoisten ratkaisujen tuottamista. Vain yleinen optimointi on mainittu.

Rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa tutkitaan hankkeen toteuttamiskelpoisuus ja asetetaan hankkeen keskeisimmät tavoitteet. Hankesuunnitteluvaiheen tuotoksena syntyy hankesuunnitelma, joka pitää sisällään rakennuksen käyttötarkoitukseen liittyvät tavoitteet, kustannustavoitteet, aikataulutavoitteet, ympäristötavoitteet ja muut keskeiset reunaehdot. Vaiheen tarkoitus on johtaa toteutus päätökseen. [Savolainen et al. 2023]

Tilaohjelma on käyttäjän tapa konkretisoida, minkälaisiin käyttötarpeisiin tulevan rakennuksen tulee vastata. Tilaohjelman tärkeimmät tiedot ovat tilojen käyttötarkoitus ja pinta-alat. Käyttötarkoitus tulisi kuvata siten, että sen perusteella pystytään päättelemään kunkin tilan pinta-alan vähimmäisvaatimus sekä laadulliset vaatimukset.

Määritellyn tilatarpeen voi ratkaista hyvin monella tavalla eikä siihen yleensä ole yhtä selvästi parasta ratkaisua. Sen takia on tarkoituksenmukaista tutkia erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja. Koska kyseessä on monimuuttuja-analyysi, ei yksittäistä selvää optimiratkaisua välttämättä ole olemassa. Tilatarpeiden määrittäminen tehdään eri ammattikuntien välisenä asiantuntijatyönä. Yksittäinen henkilö ei tunne kaikki asioita, jolloin tehokas tiedon välitys on välttämätöntä. [Kiiras ja Tammilehto. 2020]

Ratkaisuvaihtoehtojen vertailu hankkeen alussa on tärkeää, koska hankesuunnitteluvaiheessa määritetään jopa 80 % hankkeen toteutuskustannuksista [Kankainen ja Junnonen. 2020]. Alkuvaiheen tavoitteiden määrittämisessä onnistuminen on tärkeää, koska tavoitteiden muuttaminen hankkeen aikana aiheuttaa tyypillisesti sekaannusta ja ylimääräisiä kustannuksia. Lisäksi julkisissa hankkeissa hankintalain määräämät menettelytavat edellyttävät, että hankkeen alussa sovituista ratkaisuista ei juurikaan ole mahdollista poiketa. [Pohjonen. 2019]

Hankkeen alussa suunnitelmien laatu ja suunnittelukustannukset ovat rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla. Tyypillisesti tutkitaan useita kohteita, joista vain parhaat toteutetaan. Yhden kohteen tutkimiseen ei voida kohdistaa alkuvaiheessa paljon resursseja, jolloin luonnossuunnitteluun tarvittavaa arkkitiedin asiantuntijatyötä yleensä minimoidaan. Tästä seuraa, että yhdestä kohteesta ei voida huolellisesti tutkia kovin monta toteutusvaihtoehtoa. Tällöin hanketta joudutaan edistämään varsin epävarmoilla tiedoilla. Joissakin tapauksissa tutkittavana saattaa olla vain yksi toteutusvaihtoehto, jonka ominaisuuksien perusteella koko hankkeen kohtalo ratkaistaan.

## Sisältö

Tässä hankkeessa testataan toimintamallia, jossa tekoälyn avulla tuotetaan useita toteutusvaihtoehtoja rakentamisen hankesuunnitteluvaiheessa. Tekoälytekniikan avulla pyritään nostamaan tehokkuutta, jolloin vaihtoehtojen tuotantokustannukset eivät olisi rajoittava tekijä. Vertailun avulla voidaan löytää paras vaihtoehto rakennuksen toteuttamiseksi, joka muuten olisi jäänyt huomamatta. Analysoimalla usean eri vaihtoehdon ominaisuuksia voidaan päätöksentekoon saada paremmat lähtötiedot kuin yhden toteutusvaihtoehdon perusteella siitä huolimatta, että kyseinen vaihtoehto olisi tarkan tietomallinnuksen ansiosta tietosisällöltään täydellisempi.

Esitetty menettely vaatii sekä uusien toimintatapojen käyttöönottoa että ohjelmien käytön opettelua. Suunnittelua tehdään usein jo nyt havainnollisten kolmiulotteisten mallien avulla. Mallintaminen ja etenkin visualisointi ovat rutiinityötä, jota tekoälyn avulla on mahdollista automatisoida. Tekoälyn avulla tilaohjelmasta on mahdollista tehdä kohtuullisen vähällä työllä vaihtoehtoisia suunnitelmia. Tässä hankkeessa vaihtoehtoja käsitellään niistä tehtyjen visualisointikuvien avulla. Visualisoinnit ovat keskeisiä sekä suunnittelijoiden sisäisessä päätöksenteossa että viranomaisprosesseissa.

Tekoälyn soveltamisesta hankesuunnitteluvaiheeseen ei ole tunnistettuja käytäntöjä, joita hankkeeseen ryhtyvät voisivat asiantuntijoilta edellyttää. Perinteiseen rakennusprosessiin on lisättävä uusi vaihe; vaihtoehtojen analysointi. Tätä varten on otettava käyttöön uusia menetelmiä, joilla vaihtoehtoja voidaan vertailla ja niiden eroja havainnollistaa. Nykyään päätöksiä joudutaan tekemään rajoitetuilla tiedoilla. Tätä osittain intuitioon perustuvaa päätöksentekoa pyritään viemään enemmän tietoon perustuvaksi.

Hankkeen tarkoitus on saada käytännön kokemusta kuvien tuotannon tekniikoista ja uudesta menettelytavasta. Selvitettävänä on koko hankesuunnittelun prosessi, jolla materiaalia tuotetaan päätöksen teon tueksi. Kyseessä ei ole yritys automatisoida koko suunnittelua vaan tuottaa lähtötietoja tarkemman suunnittelun pohjaksi. Tutkimus on käytännönläheinen ja siinä testaan saatavilla olevien ohjelmien käyttökel-  
poisuutta todellisissa esimerkkikohteissa.



# Aineisto ja metodit

## Aineisto

Hankkeessa on tuotettu esimerkkiaineistoja, joiden perusteella menettely voidaan konkretisoida haasteltaville asiantuntijoille. Hankkeessa selvitetään sekä menettelyjä tuottaa aineistoa että tuotetun aineiston käyttökelpoisuutta.

Menettelyjen selvitys perustuu valmisohjelmistojen eri käyttötapojen kokeiluun. Alustavien selvitysten jälkeen testiympäristöksi valittiin tietoturvallisuuden ja käytettävyyden perusteella mallinnusohjelmaksi Archicad:n versio 28 ja tekoälyohjelmaksi ChatGPT, jonka versio hankkeen lopussa oli 5.2.

Valitussa ympäristössä visualisointikuvien tuotantoa testattiin erilaisilla lähtötiedoilla ja menetelmillä. Tuotettuja kuvia esitettiin rakennusliikkeiden edustajille heti ensimmäisistä kokeiluista alkaen. Saadun palautteen perusteella menetelmiä kehitettiin siten, että kuviin saatiin haluttuja ominaisuuksia ja kuvien ulkoasu soveltuu esiteltäväksi eri osapuolille.

Visualisointia testattiin yhdeksässä kohteessa, jotka perustuivat todelliseen lähdeaineistoon. Kohteissa oli hyväksytty asemakaava, jolloin asemakaavojen määräyksiä ja rakennustapaohjeita voitiin käyttää lähtötietoina. Aineistoon kuuluu sekä yksittäisiä rakennuksia että kortteleita. Osaksi testiaineistoa valittiin kohteita, joissa arvioijilla oli omia intressejä, jolloin kohteet ovat tuttuja ja tulosten hyödyllisyyttä voidaan arvioida mahdollisimman realistisesti.

Todelliset esimerkkikohteet on lueteltu taulukossa 1. Kohteet on jaettu kahteen ryhmään siten että, kohteet 1–3 simuloivat hankkeen alkuvaiheen ideointia, jossa lähtötietoja on vähän käytettävissä. Lopuissa kohteissa rakennusten sijoittelua on pyritty tarkentamaan paremmin kyseiselle tontille soveltuvaksi. Kohteissa 4 ja 5 lähtötietojen tarkentamisen apuna käytettiin massamallia, kohteissa 6 ja 7 tilatietoja sekä kohteissa 8 ja 9 tietomallia.

” Tuotettuja kuvia esitettiin rakennusliikkeiden edustajille heti ensimmäisistä kokeiluista alkaen.

Taulukko 1. Todelliseen lähtöaineistoon perustuneet testikohteet

| Nro | Kohde                                 | Kohteen tyyppi                                 | Visualisoinnin lähtötiedot                                               |
|-----|---------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Lapinniemi, Tampere                   | Kerrostalot vierekkäin                         | Asemakaava, rakentamistapaohje                                           |
| 2   | Kaupinlaakso, Tampere                 | Kaupunginosan taloryhmä kadun varrella         | Asemakaava, rakentamistapaohje                                           |
| 3   | Kolismaankatu, Rahola, Tampere        | Asuinkerrostalokortteli                        | Asemakaava, rakentamistapaohje, aluevisualisointikuva                    |
| 4   | Kaupinlaakso, Tampere                 | Kaupunginosan taloryhmä                        | Rakentamistapaohje, massamalli                                           |
| 5   | Kulkutautisairaala, Pyynikki, Tampere | Asuinkerrostalokortteli, täydennysrakentaminen | Asemakaava, massamalli, mitat, kaavamääräykset, rakennushistoriaselvitys |
| 6   | Teiskontie 53, Tampere                | Kuvitteellinen liike- ja asuinkerrostalo       | Tilalistat, opetus kuvat                                                 |
| 7   | Urbalantie 21, Urjala                 | Vertailu 2021 toteutettuun asuinkerrostaloon   | Pohjakuvat                                                               |
| 8   | Boijenkatu, Hatanpää, Tampere         | Kerrostaloryhmä, uudisrakennus                 | BIM malli                                                                |
| 9   | Lempäälä                              | Omakotitalo, uudisrakennus                     | BIM malli                                                                |

Tuotettujen visualisointikuvien käyttökelpoisuuden arviointi perustui neljän hengen tutkijatyhmän omaan arvioon sekä kolmelta asunotokehityksen ammattilaiselta kerättyyn palautteeseen. Tutkijaryhmässä olivat edustettuina rakentamisprosessin, mallintamisen ja arkkitehtuurin ammattialat. Asunotokehittäjät edustivat kahta rakennusliikettä. Hankkeen lopuksi tuloksia arvioitiin osallistuneiden rakennusliikkeiden ja yhden arkkitoimiston haastattelun avulla.

Teollisuutta edustavien haastateltavien määrä oli pieni eikä heitä ollut valittu satunnaisesti. Tavoitteena oli kerätä palautetta kehitysmuutoksista alan edustajilta, joilta saadaan kehitysideoita ja kommentteja jo alustavista tuloksista. Tutkimus onkin luonteeltaan käytännön toteutukseen perustuva esiselvitys menettelyn mahdollisuuksista ja haasteista.

## Metodit

Tutkimusstrategiana käytettiin toimintatutkimusta, johon osallistui asiantuntijoita kahdesta eri rakennusliikkeestä. Toimintatutkimuksessa tutkijat osallistuvat aktiivisesti kohdeorganisaation kehittämiseen esimerkiksi kokeiluja tai demonstraatioita järjestämällä. Tutkimuksen kannalta on oleellista dokumentoida alkutilanne, ja seurata erilaisten interventioiden vaikutusta kohteen toimintaan. Interventiot ovat erilaisia normaalista toiminnasta poikkeavia toimintatapoja, joiden on tarkoitus muuttaa kohteen toimintaan tarkoituksen mukaiseen suuntaan.

Molempien rakennusliikkeiden kehitettävänä aiheena oli asuinrakennushankkeiden hankesuunnittelu-prosessi. Kehitystavoitteena oli tunnistaa hyödyntämistapoja tekoälysovellusten kyvyille tehdä ja muokata rakennusten kuvia. Tästä toiminnasta käytetään tässä raportissa termiä AI-visualisointi. Visualisoinnilla rakennussuunnittelussa tarkoitetaan yleensä tehtävää, jossa rakennussuunnitelman näkymästä, kuten esimerkiksi julkisivusta, tuotetaan luonnollisen näköinen jopa fotorealistinen kuva. Tällaisten visualisointien on tarkoitus kertoa sidosryhmille, miltä vielä rakentamaton rakennus näyttäisi tulevaisuudessa. Visualisointi on perinteisesti ollut aikaa vievää ja sitä myöten kallista. Tästä syystä AI-visualisointi avaa mahdollisuuden uuteen toimintatapaan, jota kehitettiin järjestämällä interventioita.

Tutkimushankkeessa järjestettiin työpajojen sarja, joissa toisaalta keskusteltiin nykyisestä toimintatavasta (alkutilanteen dokumentointi) ja toisaalta esiteltiin AI-visualisoinnin mahdollisuuksia (interventio) tapaus-tutkimusten avulla. Hankkeen lopuksi järjestettiin rakennusliikekohtaiset haastattelut, joissa dokumentoi-tiin, millaisia muutoksia interventioiden oletetaan aiheuttavan rakennusliikkeiden toimintaan. Seuraavassa luvussa esitellään aluksi visualisointien ja tekoälyn käyttöön hankesuunnittelussa liittyviä havaintoja. Niiden jälkeen esitellään interventioissa keskustelun pohjana käytettyjä materiaaleja ja menettely, kuinka visuali-sointikuvien tuotanto on kytkettävissä hankesuunnitteluprosessin. Seuraavaksi käydään läpi tapaustutki-mukset ja lopuksi haastattelujen tulokset.

” Visualisointi on perinteisesti ollut aikaa vievää ja sitä myöten kallista.



# Visualisointikuvien tekoälyavusteinen tuotanto

## Visualisointia hyödyntävä hankesuunnittelu

### Hankesuunnitteluprosessi

Kuvassa 1 on esitetty asuntorakentamisen hankesuunnittelun vaiheet ja keskeinen tietosisältö. Prosessin tarkoitus on kohteesta hankittujen lähtötietojen avulla löytää toteutusvaihtoehto, jonka markkinahinta on riittävän suuri kustannuksiin verrattuna. Näiden tietojen perusteella tehdään investointipäätös ja aloitetaan kohteen markkinointi.



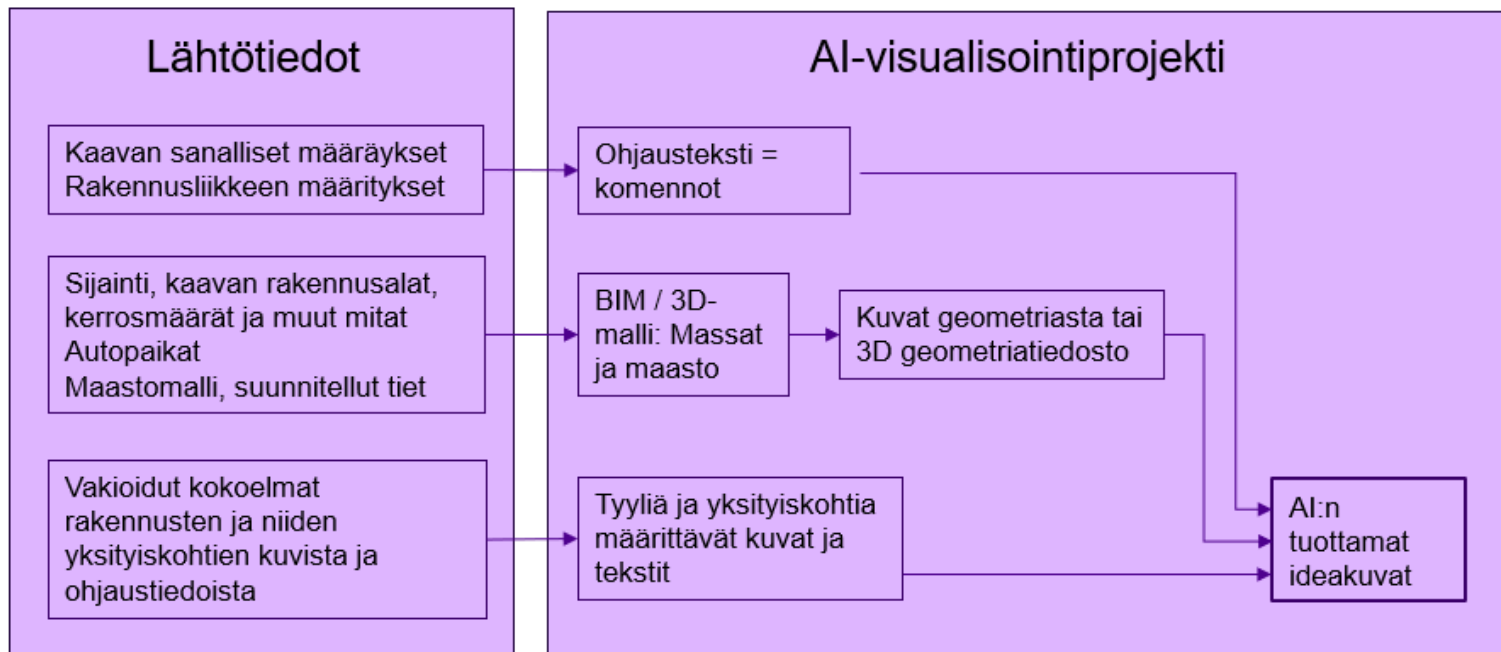
Kuva 1. Hankesuunnittelu (Jussi Savolainen)

Hankesuunnittelu on luonteeltaan iteratiivista, jolloin tietoja tarkennetaan koko ajan. Samalla testataan useita erilaisia skenaarioita. Joissain tapauksissa prosessia on pyritty jakamaan osiin useammalla välipäätöksellä, joissa ratkaistaan, vieläkö hanketta jatketaan. Erityisen kriittinen on hankekehityksen alkuvaihe, jossa vähäisellä selvitystyöllä pyritään karsimaan kannattamattomat kohteet. Tällöin potentiaalinen toteutusvaihtoehto voi jäädä löytymättä ja hanke voidaan hylätä, vaikka se olisi voinut olla hyvinkin kannattava. Visualisointia hyödyntävässä hankesuunnittelussa pyritään löytämään mahdollisimman tehokkaasti erilaisia toteutusvaihtoja. Tällöin kohteesta tuotetaan tekoälyn avulla suuri määrä kuvia. Oleellista on, että kuvien ei tarvitse olla täydellisiä vaan riittää, että niistä löydetään hyviä ja huonoja ominaisuuksia, joiden perusteella suunnittelua osataan ohjata. Perinteisesti visualisointikuvilta on edellytetty hyvin korkeatasoista ulkonäköä, joiden aikaansaaminen on vaatinut paljon työaika. Mikäli keskustelua voidaan käydä nopeasti tuotettujen kuvien avulla, voidaan läpikäydä paljon enemmän vaihtoehtoja ja toteuttamisen kannata oleellisia ominaisuuksia.

Seuraavalla kaavioilla esitetään miten tekoälyavusteisesti tuotetut kuvat niveltyvät osaksi hankesuunnittelua ja mitä muutoksia perinteisiin prosessiin tällöin tulee.

## AI-visualisointiprojekti

Tekoälyohjelmien käyttöliittymä on yleensä ikkuna, johon voi syöttää tekstiä ja ladata tiedostoja. Näistä lähtötiedoista muodostuu ohjelmalle projekti, jolla kuvia tuotetaan. Projektin idea on käytävän keskustelun avulla tarkentaa ohjauskomentoja sellaisiksi, että saatavat kuvat ovat käyttökelpoisia eikä lopputulos poukkoilisi rajatun projektin ulkopuolelle. Kuvassa 2 on esitetty, minkälaisilla lähtötiedoilla AI-visualisointiprojekti on tässä hankkeessa luotu.



Kuva 2. AI-visualisointiprojektin luominen (Mauri Laasonen)

Visualisointiprojektissa oleellisin ohjaustieto on tekstimuotoinen keskustelu. Keskustelu kannattaa aloittaa kaavamääräysten asettamalla rajoituksilla ja rakennusliikkeen määräyksillä. Näitä tietoja voi täydentää lisämääräyksillä, joilla haluttua lopputulosta ohjataan.

Kaavamääräykset voidaan antaa lähtötiedoiksi sellaisenaan, mutta komennot ovat selkeämpiä, jos määräykset tiivistetään ja niistä poimitaan vain oleelliset asiat. Samoin rakennustapaselostus on sellaisenaan liian yksityiskohtainen visualisointiin. Tekstien tiivistämisessä voi käyttää apuna tekoälyä. Selkein tapa antaa kommentoja on asettaa halutut ominaisuudet tärkeysjärjestykseen numeroinnin avulla.

Komentojen lisäksi visualisointiprojektille voi antaa lähtötiedoiksi tiedostoja, joilla projekti ohjataan heti tavoiteltavaan suuntaan. Jotta visualisointikuvista saataisiin realistisia ja kyseiselle tontille soveltuvia, ohjaustiedoiksi tarvitaan näitä ominaisuuksia sisältäviä kuvia tai geometriatiedostoja. Yksinkertaisimmillaan kohteesta tehdään kolmiulotteisella piirto- tai tietomallinnusohjelmalla massamalli, joka yhdistetään maastomalliin. Massamallin lähtötietoina on rakennusliikkeen näkemys tilaohjelmasta. Tilaohjelma voi aluksi olla tarkkuudeltaan asuntojen tyyppiä (yksiö, kaksio, jne.) ja pinta-alaa kuvaava, mutta myöhemmin siinä voidaan ottaa kantaa myös huonejakoon.

Geometriatieto syötetään visualisointiprojektille helpoiten kuvaruudulta otettuina kuvakaappauksina, jolla määritetään myös kuvakulmat, joista visualisointikuvia tuotetaan. Vaihtoehtoisesti geometria voidaan tallentaa tekstimuotoiseksi tiedostoksi, jota tekoälyohjelman osaa lukea. Tällaisia tiedostomuotoja ovat esimerkiksi IFC ja Autocad:n DXF. Tekoäly osaa myös itse kirjoittaa DXF tiedostoja kommentojen perusteella, mutta toiminnon käyttökelpoisuus on kyseenalainen.

Varsinaisten kohteeseen suoraan liittyvien tietojen lisäksi ohjaustiedostoina voidaan käyttää myös vakioituja tiedostoja, jolla määritellään erityisesti rakennuksen tyyliä. Kuvia voi kerätä erityyppisistä kohteista eri käyttötarkoituksiin. Kuvat voivat sisältää myös yksityiskohtia, joita rakennuksessa halutaan olevat. Tarvitavien kuvien määrä ja vaikutus lopputulokseen selviää vasta kokemuksen myötä. Samalla tavalla myös ohjauskomennosta voi muodostua vakioituja koosteita, jotka kopioidaan uuteen projektiin. Vakioituista kokoelmista voi muodostua visualisoinnin tekijälle valmis kirjasto, joka auttaa käyttökelpoisten kuvien teossa.

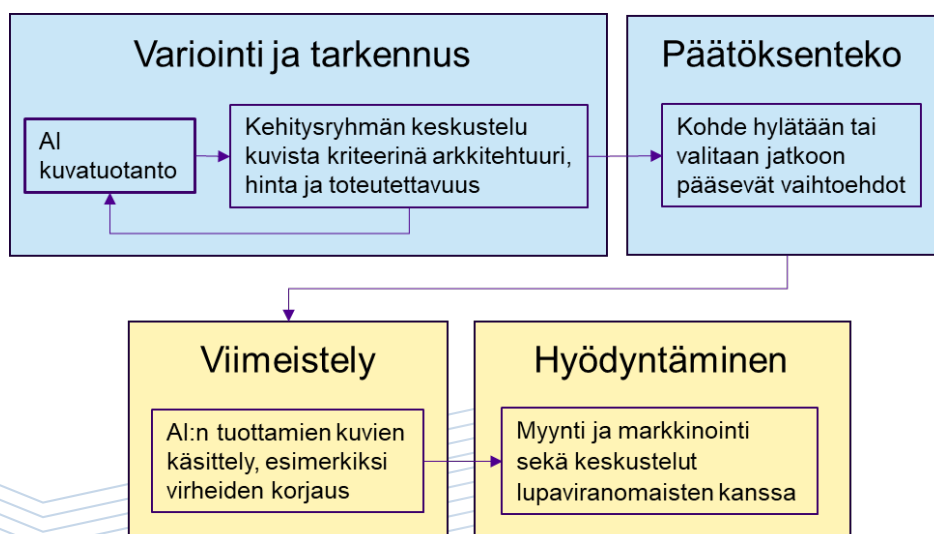
Tekoälyn opetukseen ja tässä tapauksessa ohjaustietoihin liittyvät tekijänoikeuskysymykset ovat ongelmallisia. Kokoelmaan kerättäviin kuviin on selvintä olla täydet tekijänoikeudet, koska niitä käytetään sellaisenaan tekoälyn lähtötietoina. Jos lähtötietoina käytetään itse otettua kuvaa valmistaa rakennuksesta, visualisointikuva voi muistuttaa kyseistä rakennusta hyvinkin paljon. Jos tällainen visualisointikuva julkaistaan, varmintä on lisätä siihen viite kuvan alkuperästä. Hankekehityksen aikana julkaisuun ei kuitenkaan ole aihetta eikä tekijänoikeus ole ongelma, jos lopullisen rakennuksen suunnitelma on yksilöllinen.

Visualisointiprojektin lopuksi ohjelmien käyttäjien on pystyttävä seulomaan tekoälyn tuottamista kuvista käyttökelpoiset ja opittava ohjaamaan tekoälykeskustelua toivottuun suuntaan. Jälkimmäinen tehtävä on haastava, koska ihminen pyrkii löytämään keskustelusta logiikkaa, jota siinä ei kuitenkaan käytetyn teknologian vuoksi ole. Lopputulos on aina yllätys, mutta toisaalta siten saadaan myös ennakoimattomia vaihtoehtoja.

## AI-visualisointiprojektin hyödyntäminen

Keskeistä visualisointikuvien hyödyntämisessä on kehitysryhmässä kuvista käytävä keskustelu. Työryhmässä hankekehittäjät ja arkkitehti arvioivat kuvien konkretisoimia rakennuksen ominaisuuksia. Suunnittelussa on valtavasti muuttujia ja ilman konkreettisia kuvia käsiteltävistä asioista on vaikea muodostaa etenevää suunnitteluhanketta. Kuvat rajaavat aiheita ja käymällä kaikki kuvien yksityiskohdat läpi tärkeimmät ominaisuudet tulevat hyvin esille. Taitavat hankekehittäjät osaavat arvioida myös asioita, joita kuvissa ei suoraan näy, mutta jotka ovat pääteltävissä kuvien yksityiskohdista.

Keskustelun perusteella lähtötietoja muokataan ja tehdään niiden perusteella uusia kuvia. Jotta menetelmää ei ohjattaisi perinteiseen tapaan vain yhden vaihtoehdon tutkimiseen, kuvia varioinnille on annettava mahdollisuus. Vasta kun lopputulos tarkentuu, tehdään päätös millä vaihtoehdoilla hankekehitystä jatketaan vai hylätäänkö kohde. Tämän vaihe on esitetty kuvassa 3. ylärivillä sinisellä pohjalla. Tämän jälkeen kuvien ulkoasua hiotaan AI:n tai perinteisten kuvankäsittelyohjelmien avulla sellaisiksi, että niitä voidaan hyödyntää jatkokeskusteluissa. Tätä kuvassa 3. alarivillä keltaisella esitettyä vaihetta ei ole tässä hankkeessa selvitetty kuin esimerkinomaisesti.



Kuva 3. AI-visualisointikuvien hyödyntäminen (Mauri Laasonen)



Variointissa AI-prosessia tai sen osia toistetaan kokeiluperiaatteella, jotta löydetään toteuttamiskelpoinen ja sykkähdyttävä lopputulos. Keskustelussa kuvien ominaisuuksia peilataan toteutettavuuteen ja käsitykseen markkinoista. Suunnittelun ohjaamiseksi on oleellista kirjata mitkä ominaisuudet ovat hyviä ja mitkä huonoja sekä mitä kuvista puuttuu. Keskustelussa voidaan kyseenalaistaa myös lähtötietoja, esimerkiksi mitä kaavapoikkeuksia hyväksi havaittu idea sisältää.

Hankkeen eri vaiheissa AI-visualisointiprojektia voidaan hyödyntää eri tavoin. Hankkeen alussa painotetaan ideointia ja tavoitteen kirkastamista. Tällöin ohjaustiedot ovat väljempiä ja tekoälyohjelmalle annetaan paljon vapausasteita. Ideointi voidaan aloittaa myös ilman massamallia. Kuitenkin, kun käytetään yleisesti saatavilla olevia tekoälyohjelmia, ei voida valita mitä kielimalleja ja opetuskuvia käytetään. Tästä seuraa, että ideointivaiheessa saatavat kuvat ovat tyypillisesti räikeästi väritettyjä ja niissä korostuu esimerkiksi vesialtaat ja lasijulkisivut, koska yleisten tekoälyohjelmien opetustiedoissa ne ovat rankattu hienoiksi ja suositeltaviksi ominaisuuksiksi. Siten hyviä ohjaustietoja tarvitaan nopeasti myös ideointivaiheessa.

Toisaalta ohjaustiedot eivät saa olla liian rajoittavia, koska silloin vaihtoehtoja voi jäädä löytymättä. Tämä ei kuitenkaan ole suuri ongelma. Kun ohjauskomentoja on paljon, osa niissä esitetyistä määrittelyistä jää aina toteutumatta. Siten variointia syntyy, vaikka komennot olisivat tarkkoja. Koska kuvissa on myös kommentojen vastaisia yksityiskohtia, on tärkeää, että ideointivaiheessa ei takerruta selkeisiin virheisiin vaan etsitään kuvista hyviä ominaisuuksia.

Kielimallien toiminta perustuu opetusteksteistä löydettyjen riippuvuuksien etsimiseen. Hyödynnettävä opetustekstit on kirjoitettu useilla eri kielillä. Jos ohjauskomennoissa on rakennusalan erikoistermejä, tekoäly voi tulkita ohjeen väärin käännösvirheen takia. Hankkeessa tätä selvittiin muutamalla satunnaisotoksella, jossa kokeiltiin antaa komennot englanniksi, mutta se ei havaittavasti vaikuttanut lopputulokseen.

Hankkeen edetessä ideoituja tyylejä sovelletaan rakennusten tarkentuviin massoihin ja rakennukset sovitetaan tontin maastoon. Tällöin lähtötiedot perustuvat tarkemmin määriteltyyn tavoitteeseen ja kuvien tuotannossa keskitytään realistisuuden parantamiseen. Lopputuloksena saatavissa kuvissa ei enää saisi olla liian suuria ristiriitoja toteuttavuuden suhteen. Kun säädöt lähtötietoihin ovat pienempiä, uusia kuvaversioita voitaisiin tehdä jopa kehitysryhmän saman kokouksen aikana.

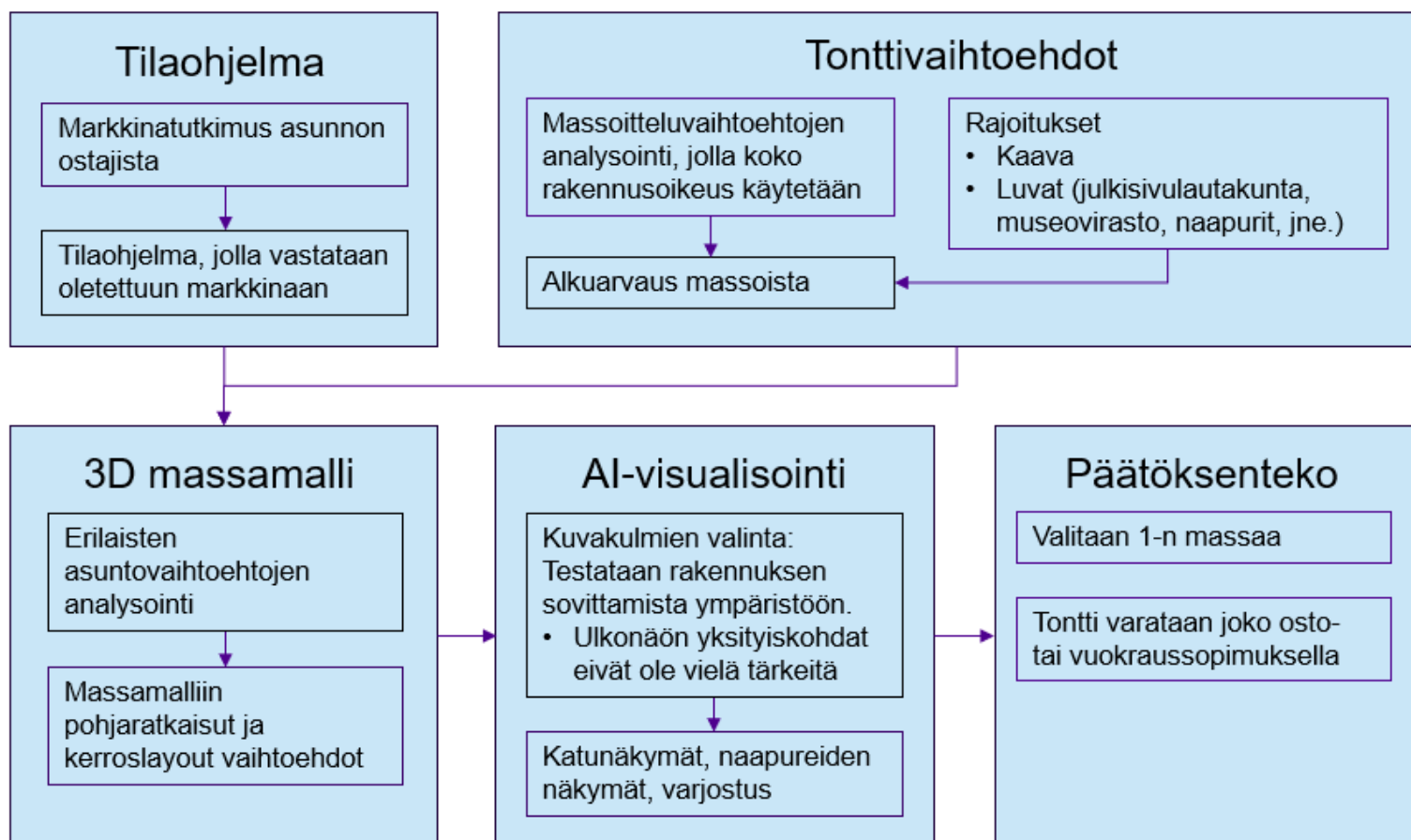
Koska tekoälyn tuottamissa kuvissa on virheellisiä yksityiskohtia, ei niitä toistaiseksi voi esitellä kehitysryhmän ulkopuolella. Virheet voivat aiheuttaa väärää mielikuvaa ja ei-toivottuja oletuksia lopputuloksesta. Yksittäisiä virheitä voidaan suhteellisen helposti poistaa nykyisillä kuvankäsittelyohjelmilla. Kuitenkin mitä enemmän virheitä kuvissa on, sitä enemmän työtä niiden korjailuun menee. Toistaiseksi lopulliset julkaistavat visualisointikuvat saadaan luotettavimmin tehtyä perinteisin menetelmin. Samalla kuviin voidaan lisätä myös uusia yksityiskohtia. Tilanne voi muuttua, kun tekoälykuvien käyttöön totutaan ja niiden luonne tunnetaan.

## AI-visualisoinnin vaikutus hankesuunnitteluprosessiin

Ai visualisoinnin hyödyntäminen hankekehitysprosessissa muuttaa erityisesti tietomallinnuksen roolia ja vaiheistusta. Perinteisessä menetelmässä kohteen tyyliä haetaan toteutuneista rakennuksista koostetun portfolion avulla. Arkkitehti muodostaa näistä oman käsityksensä ja tekee rakennusliikkeen antaman tilaohjelman perusteella kohteesta niin tarkan tietomallin, että siitä voidaan laskea visualisointikuvia. Merkittävää on, että rajallisten resurssien puitteissa tutkittavien vaihtoehtojen määrä rajautuu pieneksi. Monesti vaihtoehtoja on vain yksi ja parhaimmillaankaan korkeintaan kolme. Tarkkaan tietomalliin perustuvassa menetelmässä visualisointikuvien laskenta renderöintiin perustuvalla tekniikalla on aina yhtä hidasta riippumatta siitä mitä muutoksia lähtötietoihin on tehty.

Tässä julkaisussa esitetyssä menetelmässä tietomallinnusta käytetään hankekehityksen alussa vain mittatietoja sisältävän massamallin tekoon. Massamallilla rakennus saadaan sijoitettua realistisesti oikeaan ympäristöön, kun taustalle ladataan alueen maastomalli. Lopputuloksena saatavissa visualisointikuvissa rakennusten mitat ovat kohtuullisen realistisia, vaikka täysin oikeita mittasuhteita kuviin on vaikeaa saada.

Massamallin perusteena on tilaohjelma. Aluksi massamalli voi olla hyvinkin karkea, jolloin rakennuksen mitat perustuvat tyypillisiin vastaaviin rakennuksiin. Kuten edellä todettiin, tilaohjelma tarkentuu hankkeen edetessä. Kun markkinatutkimuksen perusteella määritetään asuntotyyppit, tiloista tehdään alustava pohjapiirustus, jonka ympärille massa muokataan. Massamalli säilyy kuitenkin koko ajan yksinkertaisena, jolloin sen muokkaus ja vaihtoehtojen muodostaminen on nopeaa. Kuvassa 4. on esitetty, miten massa-malli palvelee realististen kuvien tuotantoa.



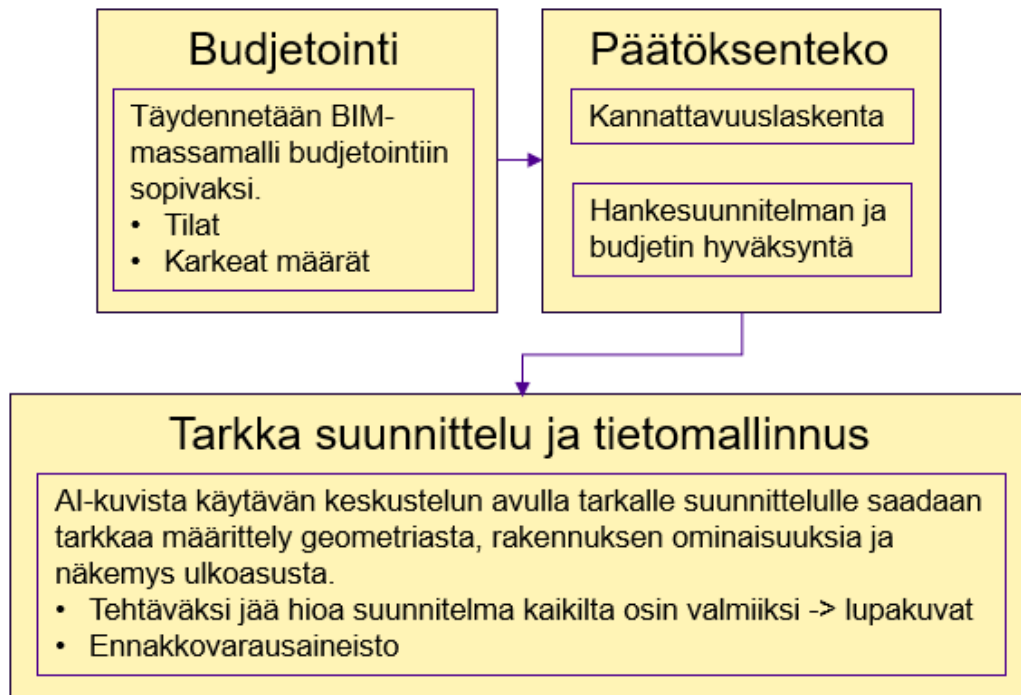
Kuva 4. Massa- ja mittamalli kohteen analysoinnissa (Mauri Laasonen)

Prosessissa on oletettu, että tekoälyavusteisesti tuotetut visualisointikuvat riittävät täydentämään kannattavuuslaskelmia, jotta päätös hankekehityksen jatkamisesta voidaan tehdä. Kuvassa 3 päätös liittyi ennakkomarkkinoinnin aloittamiseen ja kuvassa 4. tontin varaukseen. Hankekehityksen jatkoa näistä tilanteista eteenpäin ei ole tässä yhteydessä tutkittu, mutta seuraavassa esitetään kuitenkin skenaario siitä, miten prosessi voisi jatkua ja mitä hyötyjä kuvattu menetelmä siihen voisi tuoda.

Etenkin asuntorakentamisessa rakennusliikkeillä on hyvä tieto kustannusten muodostumisesta aikaisemmin toteutettujen kohteiden perusteella. Rakennuskustannukset osataan arvioida riittävä tarkasti, vaikka tarkkaa määräluetteloakaan ei olisikaan tehty. Tällöin edellä tehtyä massamallia voidaan täydentää budjettimalliksi ilman, että tarkkoja toteutussuunnitelmia olisi vielä tehty. Budjettimallissa oleellista on, että

siinä on mallinnettu realistisesti kaikki tilat. Massamallin täydentäminen onnistuu rajallisella työmäärällä valmiiden suunnitelmapohjien ja kirjastojen avulla.

Kannattavuuslaskennassa massamallista saatua kustannusarviota verrataan markkinatutkimuksen perusteella arvioituihin myyntihintoihin. Laskelman perusteella tehdään päätös hankkeen jatkamisesta kuvan 5. mukaisesti. Varsinaista markkinointia on riskialtista aloittaa ilman lopullisia suunnitelmia, sillä markkinoinnissa käytettyjen kuvien odotetaan kuvaavan tarkasti myytävää asuntoa. Myös rakennusluvan saanti voi joskus kestää. Siten jatkopäätöstä seuraa hankkeen lopullinen suunnittelu, jossa kohde viimein mallinnetaan tarkasti.



Kuva 5. Mallinnuksen tarkkuustasot hankkeen edetessä (Mauri Laasonen)

Menettelyssä tarve tarkkaan mallinnukseen ei poistu, mutta lopullisen suunnittelun kustannukset realisoituvat hankkeelle vasta jatkopäätöksen jälkeen. Etenkin nykyisessä huonossa markkinasuhdanteessa tällä on iso merkitys, koska toteutuspäätöstä voidaan joutua siirtämään useasti. Jos suunnitelmien valmistumisesta on pitkä aika toteutukseen, esimerkiksi markkinatilanne tai materiaalien hinnat ovat voineet muuttua siten, että suunnitelmia joudutaan päivittämään merkittävästikin. Aikaisemmin teknistä suunnittelua tehtiin tuotantokuvatasolle jo ennakkomarkkinoinnin yhteydessä, koska kohteen kaupaksi menoon luotettiin ilman varmistettua kysyntää.

Tekoäly ei tee valmiita suunnitelmia, vaan suunniteltavaa jää joka tapauksessa vielä paljon. Kuvissa näkyy rakennuksesta vain ulkoasu, ei varsinaisia rakenteita. Vaikka vakioitujen lähtötietojen ja tekoälyn opetuskuva-aineiston parantuessa kuvien laatu paranee, ne ovat edelleen määrittelyn apuvälineitä eivätkä lopullisia rakennuksia. Lopullinen suunnitelma on arkkitehdin eikä tekoälyn tuottama.

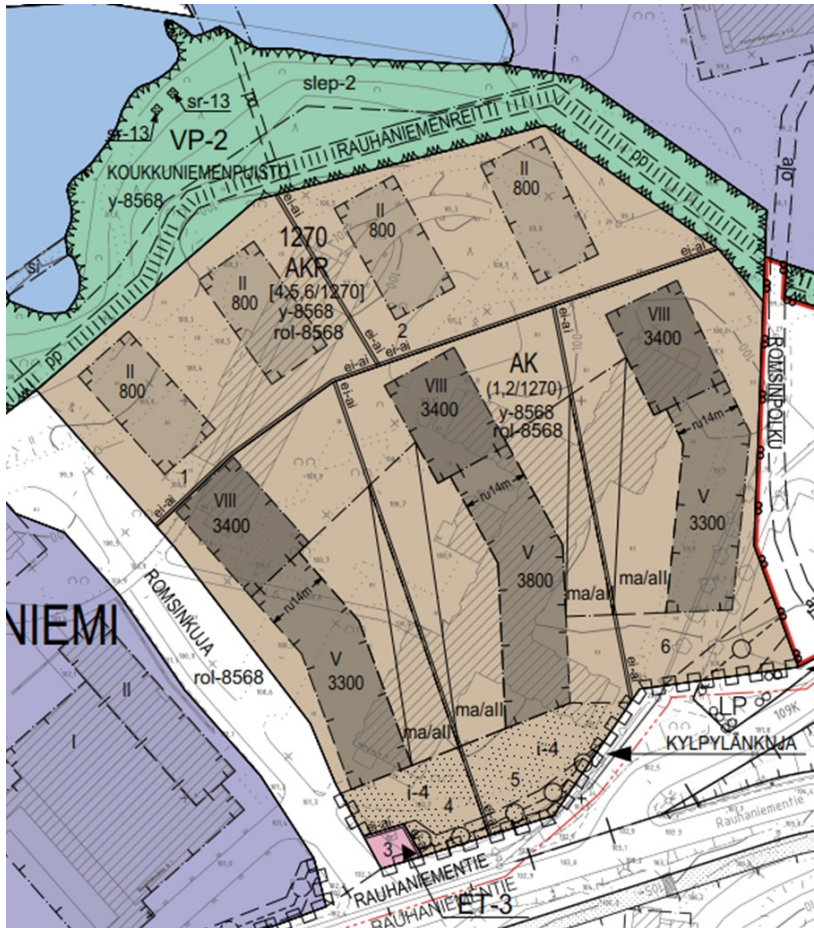
Hankesuunnitteluvaiheessa esitetyllä visualisointikuvia hyödyntävällä menetelmällä pääosa arkkitehdin työpanoksesta voidaan käyttää vaihtoehtojen arviointiin ja rakennuksen ominaisuuksien määrittelyyn rutiniinomaisen mallintamisen siasta. Tekoäly ei tällöinkään poista arkkitehdin työtä, sillä vaihtoehtoja ei voi vertailla ilman arkkitehtonista osaamista. Tavoitteena hankesuunnittelulle onkin: Enemmän suunnittelua, vähemmän mallintamista.

# Ideointivaiheen esimerkkikohteet

Esitettyjen esimerkkikohteiden numerointi viittaa taulukkoon 1.

## Kohde 1. Vierekkäisen asuinkerrostalot

Kohteen asemakaava on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Ote Tampereen kaupunginvaltuuston 22.1.2018 hyväksymästä asemakaavasta nro 8569 (Tampereen kaupunki)

ChatGPT-tekoälylle annettujen kommentojen sisältö, joiden tuloksena on saatu kuva 7.

- Tontin asemakaavateksti
- Tontin rakentamistapaohjetekstit
- Tarkentavat komentotekstit:
  - Tyyli on skandinaavinen, pelkistetty.
  - 5-kerroksinen lamellitalo, 60 metriä pitkä, rakennusoikeus on 3 300 m<sup>2</sup>.
  - 8-kerroksinen pistetalo, jonka rakennusoikeus on 3 400 m<sup>2</sup>.
  - Lamellitalo ja pistetalo sijaitsevat peräkkäin. Pistetalo lähempänä rantaa.
  - Kerroskorkeus on 3,0 m. Asunnoissa on lasitetut parvekkeet, joiden syvyys on 2,5 m.
  - Lamellitalon runkosyvyys 15 m. Pistetalon runkosyvyys on 20 m.
  - Pihassa on lasten leikkikenttä, jossa on hiekkalaatikko, liukumäki ja lasten keinu. Leikkikenttä ja ulko-oleskelutila sijaitsevat vierekkäin.
  - Pihasta on näkymä Tampereen Pyhäjärvelle.





Kuva 7. Vierekkäiset asuinkerrostalot Tampereen Lapinniemiessä (Elina Ritola, ChatGPT-visualisointi)

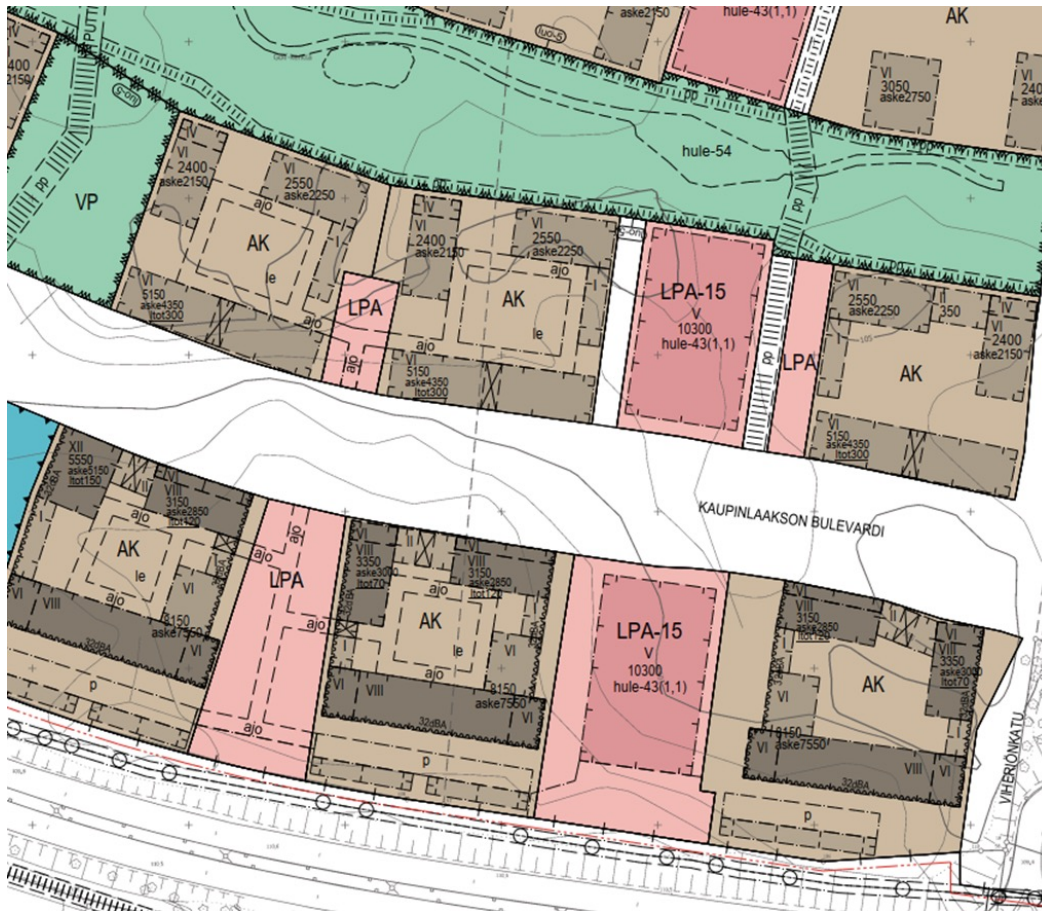
Ensivilkaisulla kuvasta 7 saa hyvän vaikutelman tontin yleisilmeestä. Tarkentavien kommentojen avulla oikealla puolella olevia rakennuksia olisi voinut muokata vasemmalla olevan, pitkänomaisen asuinkerrostalon peilikuvaksi, jolloin tontin olemus olisi ollut todenmukaisempi. Kuva toimi kuitenkin kommunikaatiovälineenä. Keskustelussa kuvista nostettiin esiin mm. seuraavia asioita:

- Jotta asunnosta saadaan arvokkaita Näsijärvinäkymiä, ikkunoiden suuntaus järvelle tarkoittaisi rakennuksen julkisivumuodon muuttamista sahalaidaksi, mikä nostaisi rakennuskuluja.
- Tontin pysäköinti sijoitetaan maan alle, joten pihalle tulee kansirakenne.
- Mille korkeusasemalle maantasokerros olisi hyvä asettaa, jotta sisäänkäynneistä saadaan esteettömiä?
- Alueesta on tehty aikaisemmin viitesuunnitelma. Usein viitesuunnitelma ohjaa liikaa ajatuksia, jolloin ei välttämättä huomata, mitä muuta kaava mahdollistaa.

Kuvassa 7 on myös virheitä annettuihin lähtötietoihin verrattuna: Vasemmalla sijaitsevan asuinkerrostalon tulisi olla 5-kerroksinen, mutta visualisoinnissa kerroksia on kuusi. Lamellitalon päädyssä sijaitsevasta pistetalosta puuttuu kaksi kerrosta. Asemakaavatekstissä ollut sana, polveileva, näkyy kuvassa julkisivussa aaltoiluna. Näsijärvinäkymä ei vastaa todellisuutta. Polkupyöräkatos sijoittuu naapuritontille. Leikkikenttä on pelkistetty. Jalankulkureittejä tulisi ryhmitellä järkevämmiin. Sisäpihalla tulisi olla pelastusteitä, jotka peittäisivät suuren osan pihan viheralueesta.

## Kohde 2. Taloryhmä kadun varrella

Kohteen asemakaava on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Ote Tampereen kaupunginvaltuuston 23.5.2015 hyväksymästä asemakaavasta nro 8311 (Tampereen kaupunki)

” Tekoäly ei tee valmiita suunnitelmia, vaan suunniteltavaa jää joka tapauksessa vielä paljon.



ChatGPT-tekoälylle annettujen kommentojen sisältö, joiden tuloksena on saatu kuva 9.

Tarkat ohjaustekstit on esitetty liitteessä 1.

- Asemakaavateksti
- Rakentamistapaohjeteksti
- Tarkentavat ohjauskomennot



Kuva 9. Katunäkymä raitiotien varrelta (Elina Ritola, ChatGPT-visualisointi).

Kuvan 9 tulos on melko onnistunut. Se kuvaa hyvin nykyaikaista asuinkerrostaloarkkitehtuuria. Maantaso-kerroksessa on tekoälylle annettujen kommentojen mukaisia liiketiloja, ja parvekkeet ovat nykytrendin mukaisesti sisäänvedettyjä ja koko julkisivun pituisia. Rakennukset sijoittuvat kadun varteen kuitenkin liian tiivistä. Lisäksi tiilipintaisten kerrostalojen tulisi vuorotella parkkitalojen kanssa asemakaavan mukaisesti ja rakennusten tulisi olla yhtä kerrosta matalampia. Myöskään raitiovaunu ei ole sijoittunut todenmukaisesti raidekiskoille. Kuva herätti kuitenkin kiinnostusta ja sen avulla keskusteltiin mm. seuraavista aiheista:

- Toisivatko julkisivujen erilaiset, vuorottelevat värit riittävää vaihtelua samantyyppisiin rakennuksiin?
- Jos rakennuksen asunnoista olisi 30 % yksiöitä, joissa on tyypillisesti ranskalaiset parvekkeet, julkisivut olisivat hyvin erilaisia.
- Kuvan maisema on hyvin urbaani. Puurivistöt ja rinnakkaiset liikenneväylät luovat mielenkiintoisen vaikutelman. Olisiko mahdollista, että katutaso terasseineen olisi koko leveydeltään liiketilojen käytössä, vaikka alue ei sijaitse kaupungin ytimessä?

Kuvasta 9 haluttiin tehdä toinen versio. Miltä katu näyttäisi, jos sen varrella olisikin puukerrostaloja? Muokkauskomennoiksi annettiin: Ota mallia Jyväskylän Puukuokan puukerrostaloista. Tuloksena saadun kuvan 10. visualisointi on realistinen ja rakennusten sijoittelultaan väljempi kuin kuvassa 9. Tosin lasten leikkikenttää ei sijoitettaisi vilkkaan kadun varrelle. Yhtä kerrosta liian korkeat rakennukset näyttävät

hieman vaatimattomilta verrattuna kuvaan 9. Nyt osassa rakennuksia on lapekatto. Asuinkerrostalot ovat yhtenäisiä, ehkä liiankin samanlaisia, jolloin keskusteltiin, miten niihin saataisiin vaihtelua. Kuvat 9 ja 10 toimivat hyvin kiinnostuksen herättäjinä ja niiden perusteella voidaan aloittaa keskustelun alustavista vaihtoehtoista.

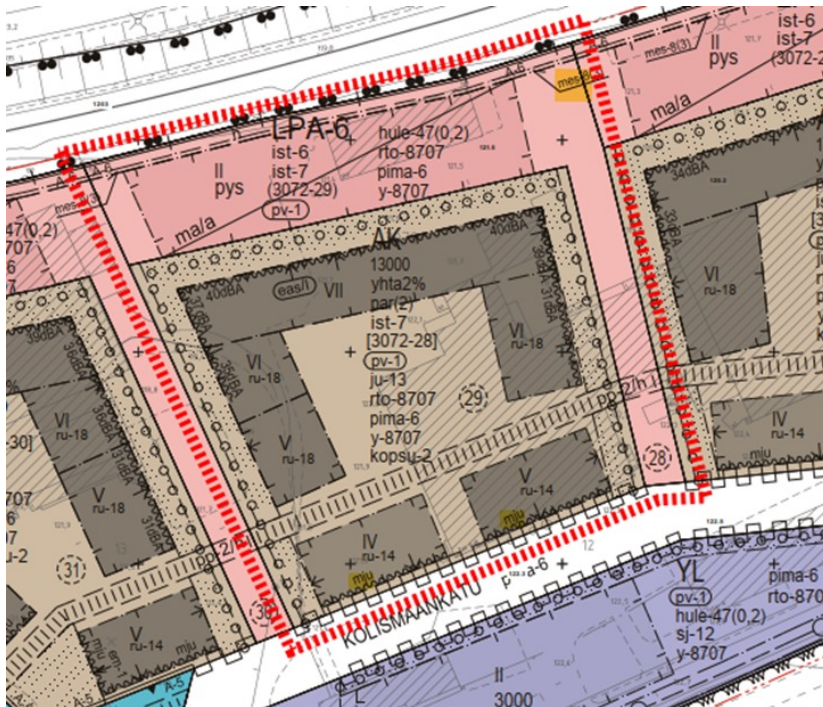


Kuva 10. Muokattu versio kuvasta 9. (Elina Ritola, ChatGPT-visualisointi)



### Kohde 3. Asuinkerrostalokortteli

Kohteen asemakaava on esitetty kuvassa 8.



Kuva 11. Ote Tampereen kaupunginvaltuuston 12.12.2022 hyväksymästä asemakaavasta nro 8707 (Tampereen kaupunki)

ChatGPT-tekoälylle annettujen komentojen sisältö, joiden tuloksena on saatu kuva 12.

- Asemakaavateksti
- Rakentamistapaohjeteksti
- Tarkentavat komennot: Asuinkerrostalokortteli, jossa takana U-mallinen, 7- kerroksinen lamellikerrostalo, sivuosat 6-kerroksisia lamellitaloja. Korttelin etuosassa 5-kerroksiset lamellitalot. Korttelissa rakennusoikeus yhteensä 13 000 kem2.

” Lopullinen suunnitelma on arkkitehdin eikä tekoälyn tuottama.



Kuva 12. Asuinkerrostalokorttelin sisäpihanäkymä. (Elina Ritola, ChatGPT-visualisointi)

Kuvan 12 visualisoinnin tulos on tyyliltään onnistunut ja rakennukset noudattavat nykyaikaista asuinkerrostaloarkkitehtuuria. Kuvasta havaittiin mielenkiintoisia ominaisuuksia: kerrostalot ovat väriykseltään erilaisia, mikä tuo vaihtelua, ja myös parvekekaide poikkeavat mielenkiitosta toisistaan. Ei-toivottuja ominaisuuksia listattiin myös runsaasti: Kerrosmäärät eivät täsmää. Kerrostalojen tulisi ryhmittyä U-mallin muotoon, nyt ne ovat kulmissa erillään ja sivulla olevien rakennusten ikkunoiden edessä muutama metri vapaata tilaa. Lasten leikkialue on vaatimaton. Kadun puolella parvekkeet ovat asemakaavan mukaisesti sisään vedettyjä, tässä niitä on myös sisäpihalla. Sisäpiha vaikuttaa ahtaalta varsinkin, jos sinne lisättäisiin pelastustiet.



Kuvassa 13. on esitetty tulos, kun edelliseen kuvaan on annettu tarkennuskomento: takana 7-kerroksinen, 80 m pitkä lamellikerrostalo. Sen molemmilla sivuilla, kulmissa sijaitsevat 6-kerroksiset, 40 m pitkät lamellitalot. Tämän tuloksena saatiin visualisointi, jossa kerrosmäärät ovat kolmessa viidestä rakennuksesta oikein ja rakennusten sijoittuminen U-muotoon on parempi kuin kuvassa 12, mutta joka ei ole vielä täysin toivotun kaltainen. Sisäpiha on nyt leveämpi.



Kuva 13. Muokattu versio kuvasta 12. (Elina Ritola, ChatGPT-visualisointi)

Kuvassa 14. on esitetty tulos, kun kuvaan 13 on annettu tarkennuskomento: Samassa korttelissa takana 7-kerroksinen, 80 m pitkä lamellikerrostalo, jonka edessä, kulmissa, molemmilla sivuilla ainoastaan 6-kerroksiset, 40 metriä pitkät lamellitalot. Kuvassa ei saa näkyä muita rakennuksia.

Tuloksena on saatu harmoniselta vaikuttava, U-mallinen rakennusryhmä. Kerrosmäärissä vielä hieman poikkeavuuksia. Päädyssä sijaitsevan rakennuksen yläosan väri vaihdos vaikuttaa mielenkiintoiselta ja sopeuttaa sen muihin matalampiin siipiosiin. Tästä olisi voitu jatkaa kokeilemalla käskyllä muuttaa parvekkeet ulostyöntyviksi. Toisaalta U-muotoisessa rakennusmassassa parvekkeiden yksityisyys olisi tästä kärsinyt, joten sisäänvedetyt parvekkeet voisivatkin olla toimivampi ratkaisu.

Kuvat 12–14 soveltuvat alustaviin keskusteluihin, esimerkiksi väri vaihtoehtojen ja parvekeratkaisujen nopeaan tuotantoon.





Kuva 14. Muokattu versio kuvasta 13. (Elina Ritola, ChatGPT-visualisointi)

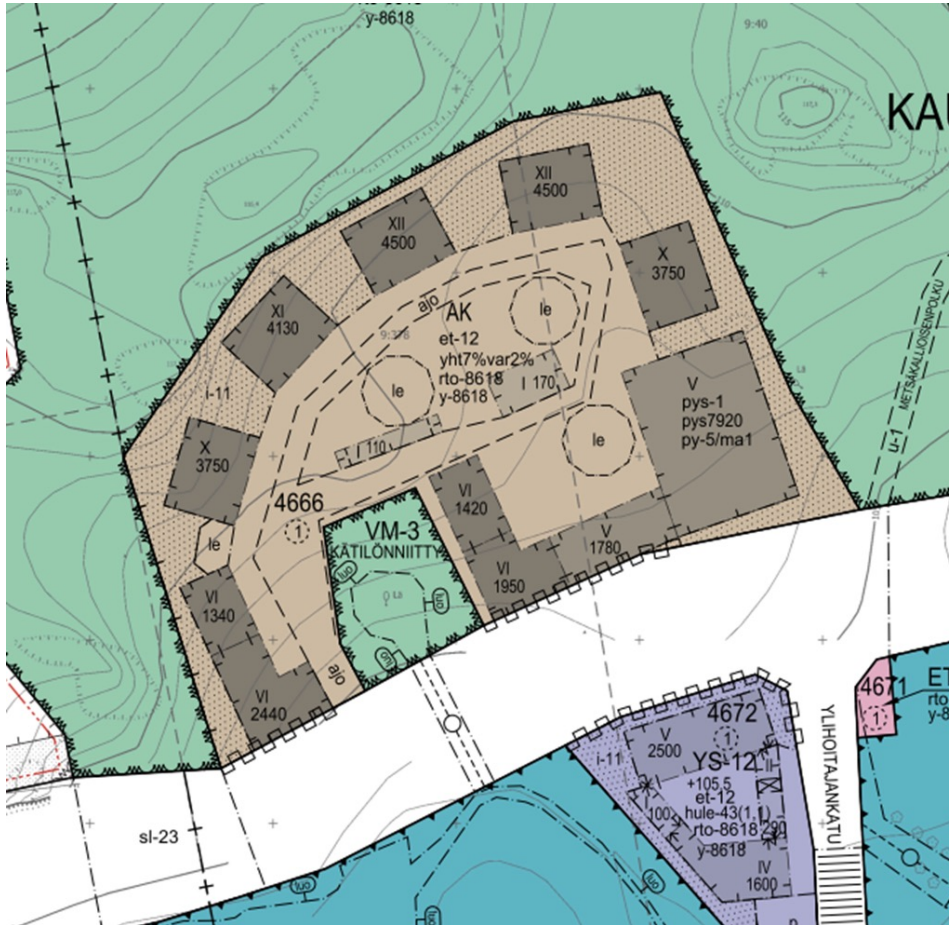
Kuvasta 14 käydyssä keskustelussa tuli esille mm. seuraavia asioita:

- Hyviä ideoita kuvassa ovat parvekkeisiin julkisivumateriaali, sisäänvedetyt parvekkeet, parvekkeisissa ei tukirakenteita 1. kerroksessa.
- Tuotettu kuva sopisi julkisivuksi kadulle, sisäpiha on kustannussyistä yksinkertaisempi.
- Kaavassa mainittuja yhteiskäyttötiloja ei ole pihalla.
- Voisi olla lapekatto, joka alla IV-konehuoneet.
- Umpipihakäskyä noudatetaan liian tiukasti, jolloin komento voisi olla "umpipihamainen".

# Rakennusten sijoitteluvaiheen esimerkkikohteet

## Kohde 4. Taloryhmä asuinkerrostalokorttelissa

Kohteen asemakaava on esitetty kuvassa 14.



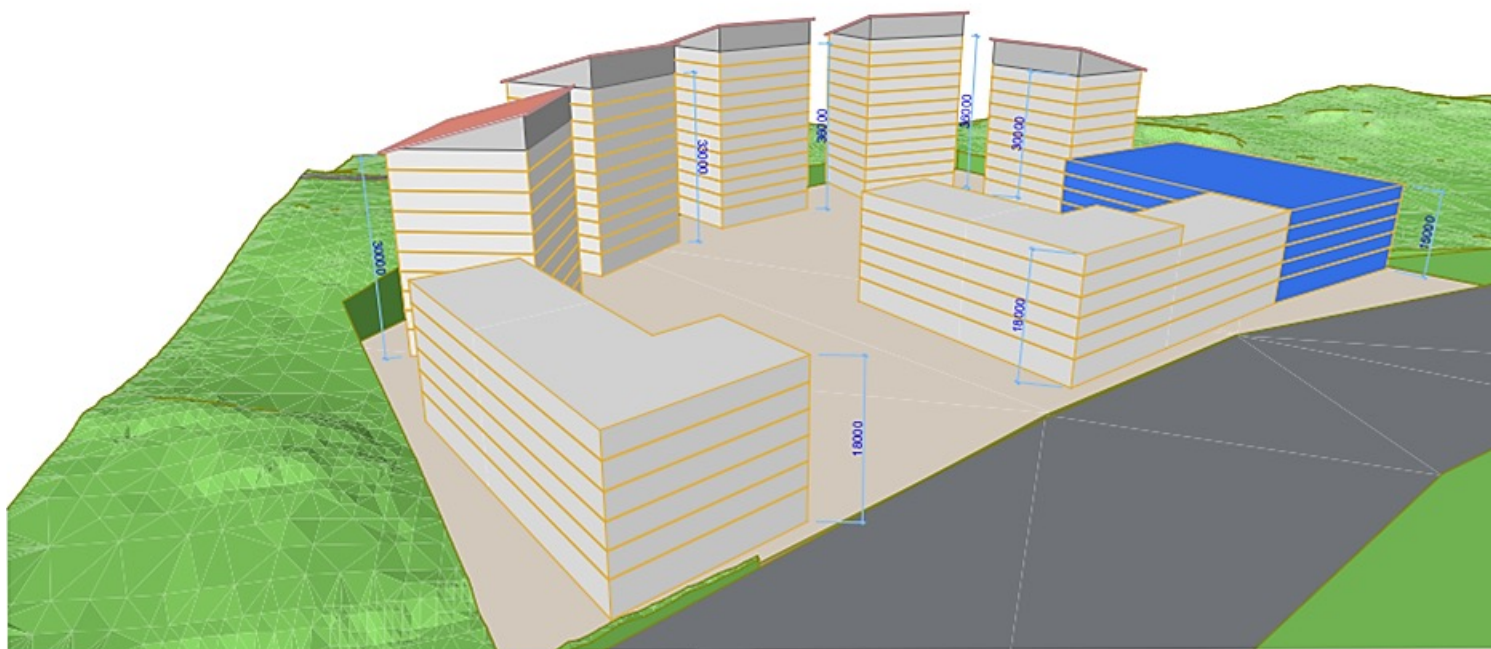
Kuva 15. Ote Tampereen kaupunginvaltuuston 23.5.2015  
hyväksymästä asemakaavasta nro 8311 (Tampereen kaupunki)

Korttelin asuinkerrostalot ja maasto on mallinnettu ArchiCADissa. Malliin on sisällytty seuraavat tiedot:

- Maastomalli on ladattu Cetopo palvelusta, jolloin siinä on todelliset maaston muodot ja korot N2000 korkeusjärjestelmän mukaisesti
- Rakennusten kerrokset on mallinnettu ArchiCADin 3D-vyöhykkeinä, jolloin kerrosten rajat erottuvat kuvassa ääriviivoilla.
- Rakennusten korkeuksia on esitetty mittaviivoilla.

Mallista on otettu kuvakaappauksena kuva 15, joka on annettu visualisoinnin lähtötiedoksi PDF-tiedostona.





3d 1 3d 1 mittoja 1:10

Kuva 16. Massamalli asuinkerrostaloryhmästä. (Tero Markkanen, ArchiCAD massamalli)

Kuvan 16 lisäksi ChatGPT:lle on annettu seuraavan sisältöiset komennot, joiden tuloksena on saatu kuva 17.

- Asemakaavateksti
- Rakentamistapaohjeteksti
- Tarkentavat tekstikomennot
  - o Valkoiset osat ovat asuinkerrostaloja
  - o Sininen on pysäköintitalo.
  - o Viheralueet sulautuvat taustalla olevaan metsään.
  - o Mahdolliset rajauselementit (aita, pensasaita).



Kuva 17. Kerrostalotyhmä ja parkkitalo (Tero Markkanen, ChatGPT-visualisointi)



Kuvassa 18. on esitetty visualisoinnin tulos, kun edelliseen kuvaan on annettu tarkennuskomennot:

- Tästä kuvakulmasta koko alue oikeaan osoitteeseen.
- Lisää asuinkerrostaloihin parvekkeet jokaiselle sivulle.



Kuva 18. Muokattu versio kuvasta 17. (Tero Markkanen, ChatGPT-visualisointi)

Kuvassa 19. on esitetty visualisoinnin tulos, kun edelliseen kuvaan on annettu tarkennuskomennot: Tee sisäänvedetyt parvekkeet joka sivulle ja käytä näkymässä viimeisintä jpg-kuvaa.



Kuva 19. Muokattu versio kuvasta 18. (Tero Markkanen, ChatGPT-visualisointi)



Kuvilla 17–19 on esitetty, miten yksinkertaisin komennoin vaihtoehtoja on varioitavissa. Variointia on edelleen jatkettu seuraavissa kuvissa. Niissä lähtötietoina annettuun massamallikuvaan vaihdettiin harjakatot. Lisäksi asemakaavateksti jäsenneltiin selkeiksi komennoiksi. Tällä saatiin aikaan se, että edellisistä versioista poiketen kuvissa on kaavan mukainen sadan polkupyörän katos, jossa on viherkatto. Kuvassa ei kuitenkaan ole enää pysäköintitaloa, joka edellisissäkin kuvissa oli vaihtunut asuintaloksi. Tämä voi johtua siitä, että pysäköintitalojen kuvia on vähän opetusmateriaalina. Harjakattoinen versio kerrostalotyhmästä on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20. Harjakattoinen kerrostaloryhmä (Tero Markkanen, ChatGPT-visualisointi)

Kuvassa 21. on esitetty kuvan 20 mallista pyydetty sisäpihanäkymä.





Kuva 21. (Tero Markkanen, ChatGPT-visualisointi)

Käydyissä keskusteluissa nostettiin esiin mm. seuraavia asioita:

- Maamassojen tasapainotus on merkittävä kustannustekijä, jolloin maastomalli on tärkeä.
- Huoneistokohtainen vai keskitetty ilmanvaihto?
- Sisäänvedetty sisäänkäynti hyvä, mutta onko esteettömyys toteutettu?
- Huoneistojakautuma on osittain pääteltävissä parvekkeista.
- Kalliiden ratkaisujen sanoitus: Kylmä ja lämmin tila ei saa olla päällekkäin paitsi sisäänkäynti. Parvekkeen otsa ei saa olla muurattu tiilellä.
- Missä talosauna, kuivaushuone ja pesula? Voisiko yhteistilat olla pihalla?
- Väestönsuojan sijoitus.
- Onko viherkatto järkevä, kun rakennus sijaitsee keskellä metsää?

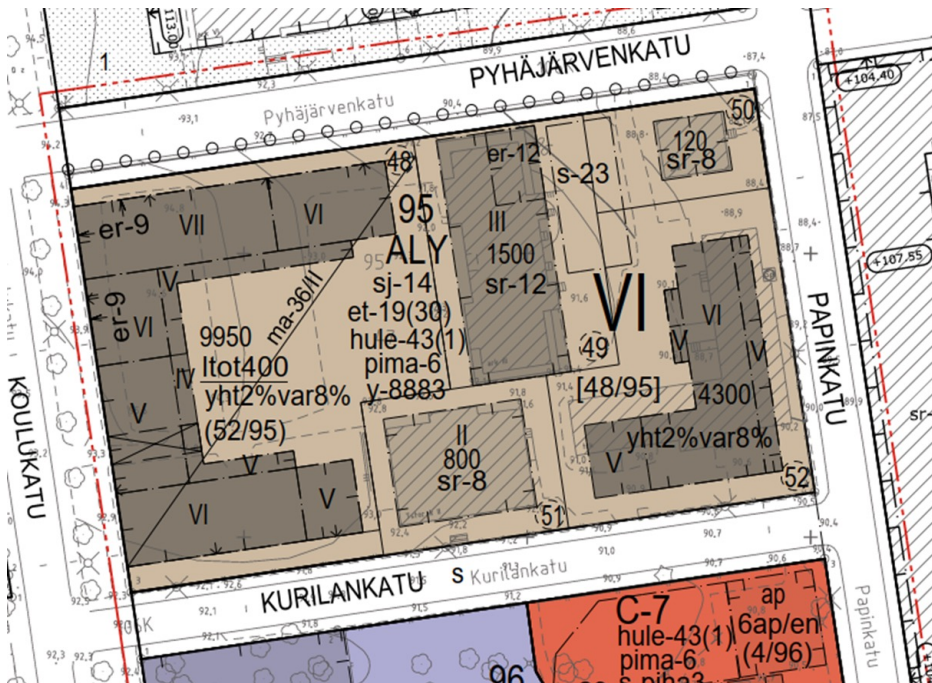
Tekoäly pystyy tunnistamaan ja tulkitsemaan asemakaavojen sekä rakentamistapaohjeiden kirjallisia määräyksiä tehokkaasti, sillä suurin osa eriteltyinä annetuista määräyksistä löytyi kuvista. Keskusteluissa tuli esiin, että käytännössä osa kaavamääräyksistä tulkitaan ehdottomiksi, kun taas osa jättää suunnittelijalle enemmän liikkumavaraa. Ehdottomina pidettiin erityisesti rakennusten kerroslukua, esteettömyysvaatimuksia sekä tiettyjä kaupunkikuvallisia ratkaisuja. Sen sijaan esimerkiksi pysäköintiratkaisuihin, rakennusten sijoitteluun tontilla ja pihajärjestelyihin liittyi enemmän suunnittelullista harkintaa. Visualisointikuvissa huomio kiinnittyy myös tontin ulkopuolelle, kuten esimerkiksi tässä tapauksessa taustalla olevaan metsään.



Rakennusliikkeen kannalta merkittäviksi tunnistettiin rakennettavuuteen ja kustannuksiin liittyvät tekijät. Ulkokuviissa korostuvat erityisesti julkisivuratkaisujen toteutettavuus, parvekkeiden suunnittelu sekä kylmien ja lämpimien tilojen keskinäinen sijoittuminen. Kuvissa näkymättömistä rakenteista esimerkiksi IV-konehuoneet ja väestönsuojavaatimukset voivat vaikuttaa rakennuksen kokoon ja tilankäyttöön tavoilla, jotka eivät ole ilmeisiä pelkästään rakennusoikeutta tarkastelemalla.

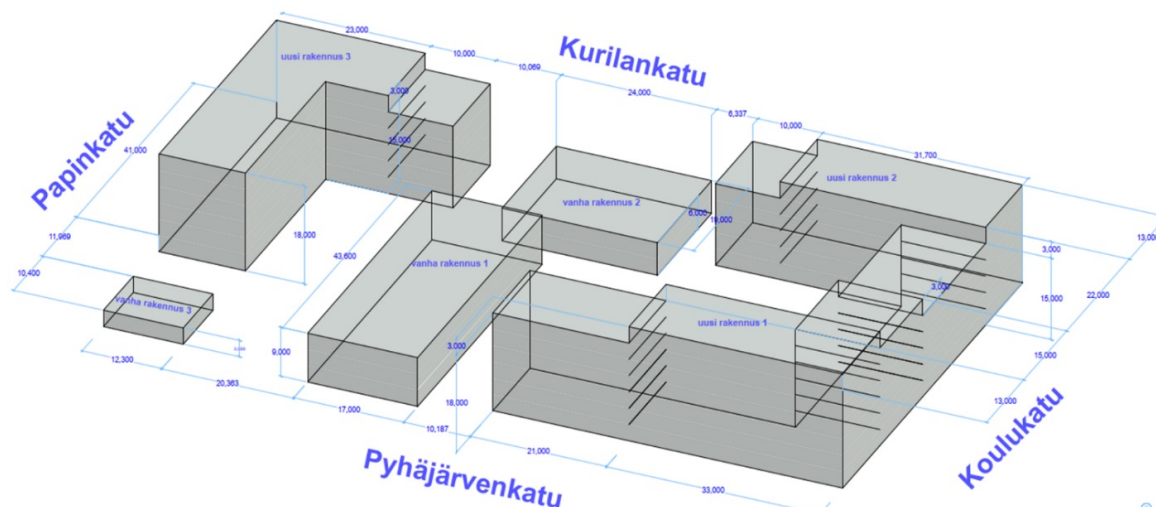
### Kohde 5. Asuinkerrostalokortteli, korjaus- ja täydennysrakentaminen

Tontti sijaitsee ruutukaava-alueella. Korttelissa on säilytettävää rakennuksia, jotka korjataan. Täydennysrakentaminen koostuu uusista asuinkerrostaloista. Kohteen asemakaava on esitetty kuvassa 22.



Kuva 22. Ote Tampereen kaupunginvaltuuston 9.7.2024 hyväksymästä asemakaavasta nro 8883. (Tampereen kaupunki)

Rakennusten massamalli tehtiin ArchiCAD:n 3D-vyöhykkeillä, joihin lisättiin pysty- ja vaakamitoitus. Kuvaan on lisätty kadunnimet ja rakennusten numerointi. Kuvassa 23 on esitetty mallista otettu kuvaruutu-kaappaus, joka annettiin visualisoinnin lähtötiedoksi PDF-tiedostona.



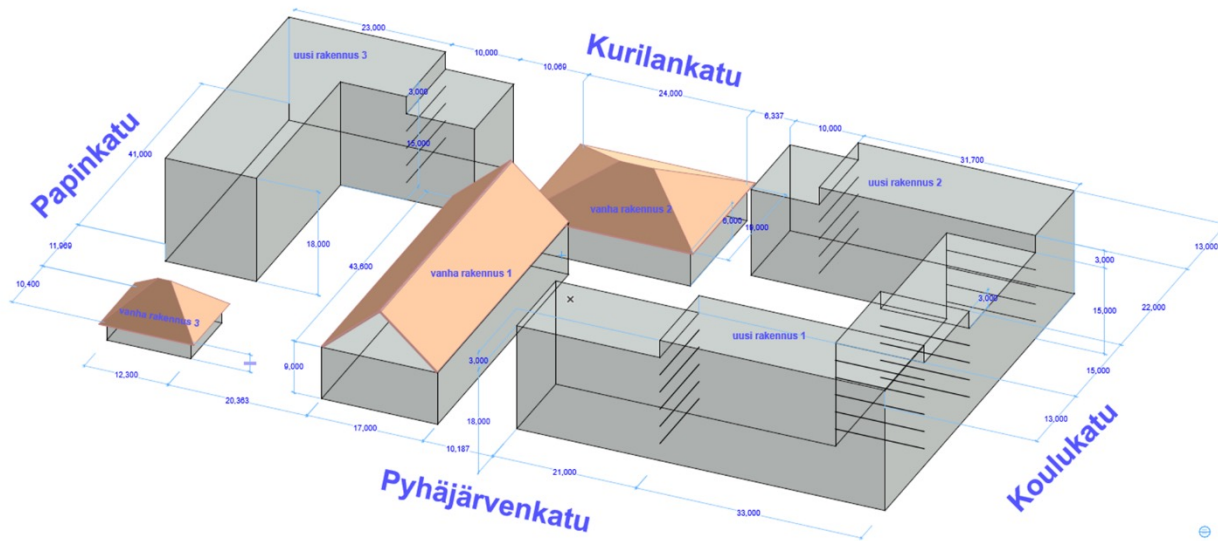
Kuva 23. Asuinkerrostalokorttelin 3D-massamalli. (Elina Ritola)

>

- 

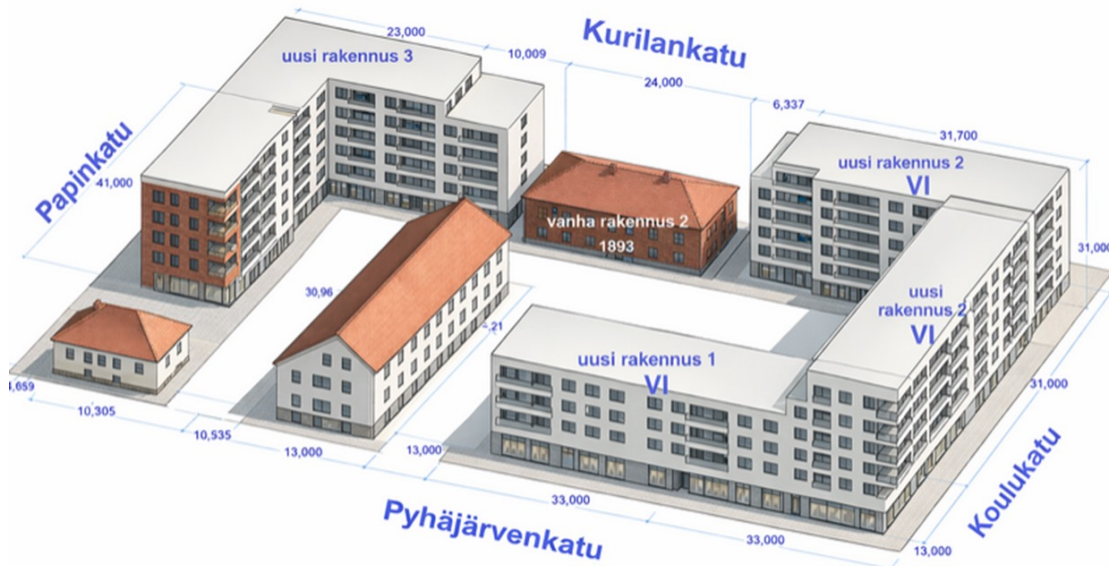






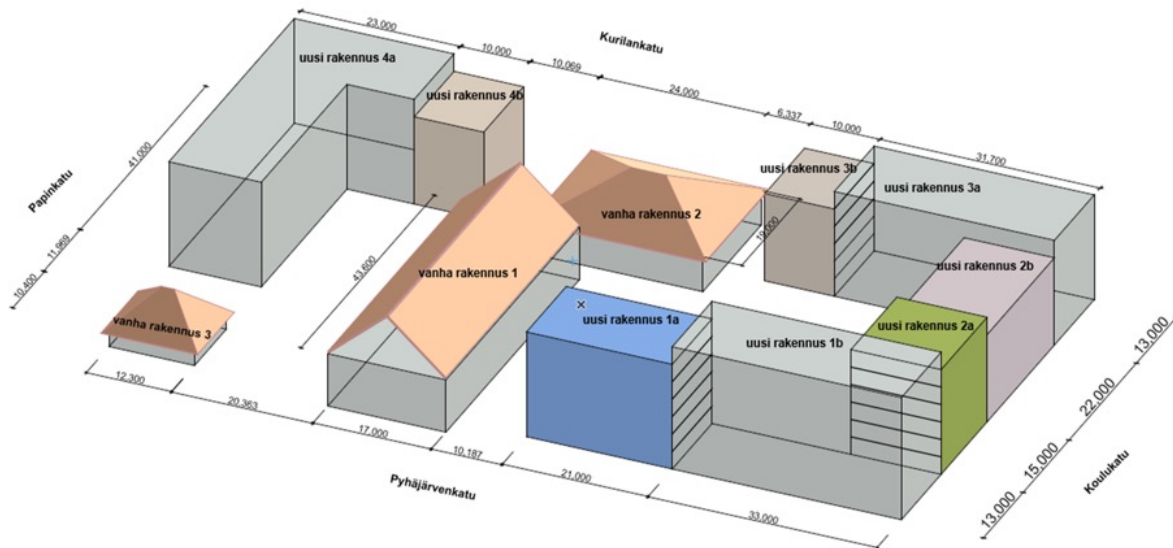
Kuva 25. Kuvan 23 muokattu versio (Elina Ritola)

Kun lähtötietoina käytettiin kuvaa 25, tekoäly osasi sijoittaa vanhat rakennukset oikeille paikoilleen kuvan 26 mukaisesti. Uusien rakennusten kerrosmäärät ja pituudet ovat kuitenkin edelleen väärin. Tästä voidaan kuitenkin havainnoida mainiosti korttelikokonaisuutta ja sen sisälle jääviä piha-alueita.



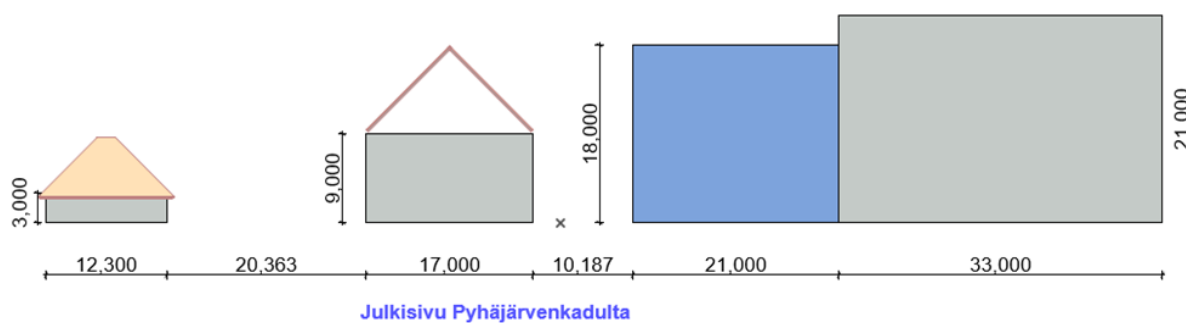
Kuva 26. Parannettu versio kerrostalokorttelista, jonka keskellä on vanhoja rakennuksia. (Elina Ritola, ChatGPT-visualisointi)

Seuraavassa vaiheessa massamallia täydennettiin kadun suuntaisilla mittaviivoilla. Lisäksi uudisrakennuksia erotettiin toisistaan väreillä ja tarkennetuilla nimeämisillä. Tarkoituksena oli saada kerrosmäärät asettumaan uusiin asuinkerrostaloihin oikein. Lähtötietoina annettu kuva päivitetystä massamallissa on esitetty kuvassa 27.



Kuva 27. Kuvan 25 muokattu versio. (Elina Ritola)

Tämän lisäksi lähtötietoja täydennettiin massamallista jokaisen neljän kadun suunnasta tallennetuilla julkisivukuvilla. Kuvassa 28 on esitetty kuva Pyhäjärvenkadun suunnasta.



Kuva 28. Massamallista otettu kuvakaappaus rakennusten julkisivuista (Elina Ritola)

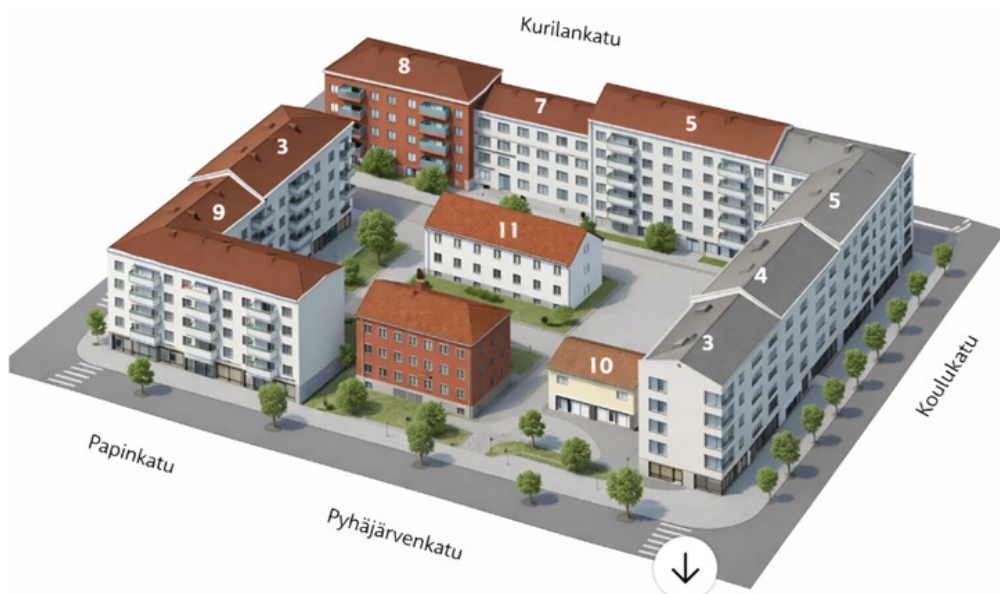
Lopputuloksena saatiin kuvia, joissa rakennusten sijainnit ovat sekaisin. Lisätarkennuskomennot johtivat yhä kauemmas toivotusta. Kuvassa 29 osa korttelin rakennuksista sijoittui sen ulkopuolelle.





Kuva 29. Asuintalokortteli ympäristöineen (Elina Ritola, ChatGPT-visualisointi)

Kuvassa 30 on toinen versio korttelin visualisoinnista. Erona edellisen kuvan lähtötietoihin oli tekstikomentojen tarkennukset, jossa yritettiin ohjata tekoälyä sijoittamaan rakennukset ja kerrosmäärät oikein. Vaikka lähtötietoja muutettiin vain vähän, lopputulos oli hyvin erilainen. Tekoäly tuottaa erilaisia versioita jopa haluttua enemmän. Tätä ominaisuutta kannattaa hyödyntää, kun etsitään erilaisia toteutusvaihtoehtoja.



Kuva 30. Toinen versio asuintalokorttelista (Elina Ritola, ChatGPT-visualisointi)



Voidaan olettaa, että tekoälyohjelman käyttämässä opetuskuvamateriaalissa on vain rajallisesti yläviistosta otettuja kuvia vastaavista asuinkerrostalokortteleista. Oma opetusaineistoa voisi kerätä esimerkiksi dronekuvien avulla, jolloin lopputulos olisi lähempänä todellisuutta. Tässä tapauksessa lähtötietojen lisääminen ei onnistunut, vaan vain sekoitti lopputulosta. Kuitenkin myös kuvista 29 ja 30 on poimittavissa ideoita ja ominaisuuksia, joita lopullisessa suunnitelmassa toivotaan olevan.

### **Kohde 6 Asuinkerrostalo**

Lähtötietoina oli tilaluettelo Excel-tiedostona, seitsemän kohdan ohjausteksti sekä rakennuksien sijainti Google Maps linkkinä. Lisäksi annettiin kuva liikerakennuksesta ja pistekerrostalosta. Kohteessa ei käytetty ArchiCAD-vyöhykemallia. Tuloksena saatu visualisointi on esitetty kuvassa 33.



Kuva 31. Kerrostalo, jonka 1. kerroksessa on liikehuoneisto (Tero Markkanen, ChatGPT-visualisointi)

Tämän lisäksi tekoälyä pyydettiin tekemä yhteenveto kaavamateriaalista ja tulostamaan tekstimuotoinen ehdotus huoneistojakautumaksi, luonnokset pohjakuviksi sekä rakentamistapaselostus yleis- ja virkamieskielellä. Kaikki nämä tulokset olivat käyttökelpoisia jatkotyöstön pohjaksi.

Tämän jälkeen kohteesta pyydettiin tulostamaan kuvassa 32 esitetyt viitteelliset julkisivut ilmansuunnittain pääpiirustustasolla. Koko kohteessa 6 käytetty tekoälykeskustelu on esitetty liitteessä 2.



Kuva 32. Kuvan 31 kerrostalon julkisivupiirustukset. (Tero Markkanen, ChatGPT-visualisointi)

Kuvan 32 julkisivuissa on vielä useita virheellisiä yksityiskohtia ja ristiriitaisuuksia, mutta niitä voidaan kuitenkin pitää kohtuullisen onnistuneina käytettäväksi suunnittelun pohjana.

” Omaa opetusaineistoa voisi kerätä esimerkiksi dronekuvien avulla.



### Kohde 7 Asunkerrostalo

Visualisoinnin lähtötietoina oli maastomalli, DFX-muotoiset pohja- ja leikkauskuvat sekä rakennuksien sijainti Google Maps -linkkinä. Kohteessa ei käytetty Archicad:n vyöhykemallia. Ennen lopullisen kuvan tekoa tekoälyn kanssa käytiin keskustelu rakennuksen ominaisuuksista. Kuvassa 33. esitetty visualisoinnin tulos on sellaisenaan varsin käyttökelpoinen



Kuva 33. Asunkerrostalo (Tero Markkanen, ChatGPT-visualisointi)



### Kohde 8 Kerrostaloryhmä, uudisrakennus

Jos rakennusten massamallia täydennetään yksityiskohdilla, siitä saadaan luonnosvaiheen massamalli., voidaan hyödyntää suoraan mallinnusohjelman omaa tekoälypohjaista visualisointia. Malli ei vielä vastaa suunnittelumallia, mutta jos siinä on esitetty ulkonäön kannalta tärkeimmät osat, saadaan siitä tekoälyn avulla hyvä visualisointikuva vähäisillä ohjauskomennoin. Kuvassa 34 on esitetty tällainen kerrostalotyhmän tarkennettu massamalli.



Kuva 34. Kerrostaloryhmän tarkennettu massamalli (Tero Markkanen)

Kuvassa 35. on visualisoinnin tulos. Kommentona oli "Tee mallista kuva, jossa on moderneja asuinkerrosta-  
loja rapatuilla julkisivuilla"



Kuva 35. Kerrostaloryhmä (Tero Markkanen, ArchiCAD-visualisointi)



Käytössä ollut visualisointiohjelma tuotti melko kirkkaan värisiä kuvia. Kyseinen ohjelmaversio lisäsi kuvaan myös uima-altaita, joita ei onnistuttu poistamaan erillisillä komennoillakaan.

#### **Kohde 9 Omakotitalo, uudisrakennus**

Kuvassa 36 on esitetty omakotitalon tarkennettu massamalli, jossa on julkisivun yksityiskohtia.



Kuva 36. Omakotitalon massamalli (Tero Markkanen)

< Kuvassa 37. on massamallista tehdyn visualisoinnin tulos. Komentona oli: "Tee mallista kuva, jossa on rapattu julkisivu". >



Kuva 37. Omakotitalo (Tero Markkanen, ArchiCAD-visualisointi)



Kuvassa 37 huoneistoissa on myös kalusteita. Niitä ei ole pyydetty komennoissa, vaan ohjelma on lisännyt ne itse. Muilla kokeiluilla ohjelmilla tehdyissä kuvissa ei vastaavia kalusteita ollut. Erot johtuvat erilaisista opetusaineistoista ja mahdollisista muista säädoistä, joihin käyttäjä ei voi vaikuttaa.

## Haastattelujen tulokset

Hankkeen loppuvaiheissa järjestettiin työpajoihin osallistuneiden yritysten edustajille yrityskohtaiset haastattelut. Haastattelujen tarkoituksena oli varmentaa työpajoissa esiin nousseita otaksumia ja keskustella tekoälyn hyödyntämisestä yrityksen omassa toiminnassa. Paras hyöty tämän hetken tekoälyyn pohjautuvalle visualisointitekniikalle nähtiin vuorovaikutuksen edistäjänä. Tekoälyllä pystyy luomaan nopeasti ja edullisesti ymmärrettävien näköisiä kuvia esimerkiksi katuäkymistä tai asuntojen sisustusratkaisuksista. Tämä on oleellinen lisä esimerkiksi kaksiulotteisten (2D) asemakaavapiirustusten tai asuntojen 2D-pohjapiirustusten perusteella käytäviin keskusteluihin. Tekoälyn käyttöön liittyy kuitenkin myös riskejä ja rajoitteita. Esimerkiksi yleiset chat-tyyppiset tekoälyohjelmat eivät varsinaisesti ymmärrä geometriaa, joten niiden luomat 3D-henkiset visualisoinnit eivät yleensä vastaa 2D-piirustuksessa esitettyä ratkaisua. Alla on esitetty muutama haastatteluissa esiin tullut käytötapaus, joiden avulla pyritään selittämään näitä hyötyjä ja riskejä.

### Vuorovaikutus potentiaalisten asiakkaiden kanssa

Kaikissa hankkeissa tehdään visualisointeja jo aikaisessa vaiheessa. Visualisointi voi perustua karkeaan massamalliin tai olla viimeistelty korkealaatuinen kuva. Visualisointi helpottaa hahmottamista rakennusliikkeiden asiakkaiden suuntaan. Vaikka karkeassa mallissa ei ole yksityiskohtia, on sekin parempi kuin kaksiulotteinen kuva.

Visualisoinnin käytön yleistymisessä nähtiin paljon hyötyjä vuorovaikutuksessa potentiaalisten asunnon ostajien tai vuokraajien kanssa. Asuntorakentamisessa ja erityisesti kuluttaja-asiakkaiden kanssa toimiessa on hyvin tyypillistä, että heillä ei ole kykyä hahmottaa rakennuspiirustusten kaltaisista 2D-pohjapiirustuksista kaikkia oleellisia asioita. Sen sijaan projektiorganisaation sisäiseen vuorovaikutukseen osallistuu tyypillisesti rakentamisen ammattilaisia, jotka ovat harjaantuneet 2D-piirustusten tulkintaan. Heille saattaa puolestaan olla vaikeaa ymmärtää, mitä tavalliset ihmiset pystyvät tulkitsemaan, ja mitä ei, joten tämän eron näkyväksi tuominen ja edes osittainen tasoittaminen on yksi visualisointien potentiaalisia käyttökohteita.

Eräs tällainen käyttötapaus on asuntojen ahtauden tulkitseminen ja ymmärtäminen. Asunnonostaja näkee pohjapiirustuksessa, että kalusteet mahtuvat paikalleen, mutta ei välttämättä hahmota, kuinka pieni sohva tai kuinka kapea keittiönpöytä piirustukseen on valittu. Vastaavasti 30 cm kulkutila sängyn ja vaatekaapin välissä ei välttämättä näytä ilmiselvän ahtaalta, vaikka se on useimmille käyttäjille todella epäkäytännöllinen. Myös asunnon sokkeloisuus tai pitkien käytävien olemassaolo saattaa jäädä harjaantumattomalta havaitsematta. Asunnonostajilla on kuitenkin jonkin verran kykyä tulkita pohjapiirustuksia, sillä he haluavat osallistua niistä käytävään keskusteluun, sekä arvioida ja vertailla niitä. Haastattelut kuitenkin uskovat, että visualisointien avulla käytävä keskustelu olisi molemmiin puolin informatiivisempaa ja hyödyllisempää kuin pelkkä pohjapiirustusten arviointi. Visualisointien uskotaan lisäävän potentiaalisten asunnonostajien kiinnostusta erityisesti ennakkomarkkinointivaiheessa.

Keskeisin erityisesti kuluttaja-asiakkaiden kanssa kommunikointiin liittyvä riski liittyy asuntokauppalakiin. Sen mukaan asunnossa on virhe, jos ”se ei vastaa niitä tietoja, jotka myyjä on ennen kaupantekoa antanut asunnosta ja joiden voidaan olettaa vaikuttaneen kauppaan” [Asuntokauppalaki 843/1994 luku 4, § 15]. Haastattelut suhtautuivat erityisen varovasti tekoälyn tuottamien kuvien käyttöön markkinoinnissa ja kom-

munikoinnissa, sillä he pelkäävät ihan aiheellisesti olevansa vastuussa kuviin liittyvistä virheistä, joiden voidaan olettaa vaikuttaneen asiakkaan ostopäätökseen, ja joutuvansa korvausvastuuseen.

Kuluttajille tarkoitetun materiaalin tekoälyavusteisesta tuottamisesta toimii esimerkki, jossa tuotettiin arkkitehtisuunnitelman pohjapiirustuksista yksinkertaistettu piirustus markkinointimateriaaliin. Tässä arkkitehdin pohjapiirustus oli tekoälyn lähtöaineistona, ja tekoälylle annettiin kehote poistaa ylimääräiset merkinnät. Tekoäly ei useista toistoista huolimatta päässyt kelvolliseen lopputulokseen, mutta jo muuttamalla iteraatiolla saatiin oikean suuntaisia tuloksia. Näin haastattelussa rakennusliikkeessä syntyi työtapaa, jossa ammattitaitoinen kuvankäsittelijä tekee ensimmäiset vaiheet piirustuksen muokkaamista tekoälyllä, ja viimeistelee työn kuvankäsittelyohjelmalla.

Tätä työtapaa voitaisiin testata esimerkiksi asuntojen sisätilojen visualisointeihin. Silloin tulisi olla käytössä suunnittelijoiden laatima tietomallimuotoinen 3D-suunnitelma, josta voitaisiin ottaa haluttu näkymä esimerkiksi kuvakaappauksena tekoälyn lähtötiedoksi. Tämä voitaisiin visualisoida kirjoittamalla kehoitteen esimerkiksi haluttu tyyli, tunnelma ja vuorokaudenaika. Tekoäly tuottaisi visualisoinnin ja kuvankäsittelijä poistaisi virheet kuvankäsittelyohjelmalla.

## Projektiorganisaation sisäinen vuorovaikutus

Jos asiakkaana on ammattimainen sijoitusorganisaatio, tekoälykuvien hyödyntäminen on helpompaa, koska tällöin ei olla kuluttajansuojan piirissä. Projektiorganisaation sisäisessä viestinnässä tekoälyvisualisointien nähtiin nopeuttavan erityisesti alkuvaiheen keskusteluja ja ideointia. Projektiorganisaatiolla tässä yhteydessä tarkoitetaan hanketta kehittävän ja rakennuttavan rakennusliikkeen eli perustajarakentajaurakoitsijan ja eri suunnittelutoimistoista pestattujen suunnittelijoiden muodostamaa organisaatiota.

Tekoälyavusteinen kuvatuotanto on jo muuttanut totuttuja toimintatapoja, sillä aiemmin kuvilla viestiminen on ollut lähinnä arkkitehdin yksinoikeus. Hankkeen alkuvaiheessa tekoäly pystyy tehokkaasti tuottamaan monia eri versioita esimerkiksi kaupunkikuvasta ja säätiloista. Tämä vaihtoehtojen nopea tuottaminen on nopeuttanut hankkeen suunnan löytämistä ja päälinjoista sopimista. Rakennus- ja kiinteistöalan ammattilaisista koostuvalle kohderyhmälle tekoälyn tuottamat virheet eivät ole samalla tavalla kriittisiä kuin asunnonostajien tapauksessa. Projektiorganisaation jäsenten yhteisenä päämääränä on saada aikaan toimiva, myytävä ja kustannustehokas rakennus, joten heillä ei ole motivaatiota etsiä kuvista virheitä riitautusmielessä. Sen sijaan, he kyllä voivat huomauttaa, mikäli kuvassa on virhe, mutta ymmärtävät tarkoituksen, esimerkiksi oikeaan tunnelmaan johtavien ratkaisujen tunnistamisen, johon kuvia kulloinkin halutaan käyttää.

Nykyisellä teknologian tasolla tekoälyavusteinen kuvatuotanto ei kuitenkaan pysty juurikaan avustamaan hankkeen talouden kannalta keskeisimmässä ongelmassa, eli miten rakennuksen muoto ja huoneistojako saadaan suunniteltua mahdollisimman kannattavaksi. Yleiset tekoälyohjelmat eivät osaa ehdottaa tontin rakennusoikeuden hyödyntämistä, huoneistoalan määrää, ikkunasta avautuvia näkymiä ja pohjaratkaisun toimivuutta optimoivia rakennusmassoja. Nämä kaikki vaikuttavat oleellisesti joko rakentamisen kustannuksiin tai asuntojen myytävyyteen, ja näiden välinen optimointi tapahtuu projektiorganisaation sisäisissä keskusteluissa. Toistaiseksi näyttää siltä, että tämä optimointi vaatii nimenomaan ihmisen kokemusta soveltuvista ratkaisuista, joka yhdistää ymmärryksen rakentamisen kustannuksista, riskeistä, tuotantotekniikoista, asiakasvaatimuksista, asuntojen käyttökokemuksesta ja kauneudentajusta. Toisaalta tulevaisuudessa näiden eri osa-alueiden tiedonhankintaan voisi kehittää tekoälyagentteja, jotka tehostaisivat tiedonhankintaa ja parantaisivat päätöksentekijän tilannetietoisuutta. Tällainen agentti voisi esimerkiksi seurata eri asuntojen myyntiaikoja, ja yrittää löytää pohjaratkaisusta, ikkunoiden koosta, ilmasuunnista yms. markkinointimateriaaleista löytyvistä tiedoista selityksiä myyntiaikojen vaihteluille. Haastattelussa kävi ilmi, että kerroskorkeuden vaikutusta hintatietoihin seuraava tekoälyagentti on kyetty tekemään.



Eräs hieman yllättävä tekoälyn hyödyntämisen tapa liittyy tekoälyn virheellisiin tulkintoihin. Ihmisen kokemusperäinen lähestymistapa erilaisiin suunnitteluratkaisuihin suosii pitäytymistä tutuissa ja hyviksi havaituissa ratkaisuissa. Tekoäly puolestaan tekee ehdotuksensa sen opetusaineistoon pohjautuen, ja riippumatta siitä, ovatko ratkaisut hyviä ja toteuttamiskelpoisia, ne laajentavat ihmisen kokemusperäisesti tunnistamien mahdollisuuksien joukkoa. Tästä syystä tekoäly voi tarjota erikoisia, vaikkakin toteutuskelvottomia, "out-of-the-box" ratkaisuja, jotka avaavat ja monipuolistavat ihmisten ajattelua. Tämä nähdään mahdollisuutena esimerkiksi rakennuksen paikkaa tontille päätettäessä. Tällaisessa tilanteessa ihminen lukkiutuu helposti kaavoittajan suositteluun ratkaisuun, mutta tekoäly ei välttämättä rajoitu tähän, vaikka kehote siihen ohjaisikin.

## Vuorovaikutus kunnallisten toimielinten kanssa

Eräänä potentiaalisimpana tekoälyllä tuotettujen kuvien hyödyntämistapana nähtiin vuorovaikutus viranhaltijoiden kuten kaavoittajan ja kaupunkikuva-arkkitehdin kanssa sekä muiden toimielinten kuten lautakuntien ja luottamusasemassa olevien henkilöiden kanssa. Potentiaalia pidettiin korkeana, sillä aiemman kokemuksen perusteella arkkitehtien tuottamia visualisointikuvia pidettiin lähes välttämättömänä työkaluna näissä keskusteluissa, mutta niiden tuottamista pidettiin melko kalliina ja aikaa vievänä. Tämä on johtanut tilanteisiin, joissa kunnallisen toimielimen kanssa keskustelussa on tullut vaatimuksia ulkonäköön liittyvästä kehittämisestä, joka on viivästyttänyt hanketta sekä vaaditun suunnittelu- ja visualisointityön takia että toimielimen seuraavan kokoontumisen odottamisen vuoksi. Toiveena oli, että tätä koko prosessia saataisiin nopeutettua ja leikattua sen kustannuksia.

Näissä keskusteluissa tavoitteena on saada toimielimen hyväksyntä sellaiselle ratkaisulle, joka täyttää kannattavan hankkeen taloudelliset reunaehdot, eli kustannusten tulee olla riittävän alhaiset ja myyntituottojen riittävän korkeat. Tämä johtaa tyypillisesti keskusteluun sallitusta kerrosten lukumäärästä ja rakennusten sopivuudesta ympäröivään maastoon tai kaupunkiympäristöön. Tekoälyn tuottamista vaihtoehtoisista on hyötyä, kun rakennusliike valmistautuu yhdessä arkkitehdin kanssa näihin keskusteluihin, mutta tässäkin tapauksessa ihmisten pitää tunnistaa tekoälyn tuottamista ideoista mahdollisten ratkaisujen joukko, ja valita tarkasti, mitä aineistoa toimielimelle uskaltaa näyttää. Tähän tarkasteluun kuuluu arkkitehdin laatima vyöhykemalli tasoinen suunnitelma, jossa esitetään rakennuksen ulkomitat ja huoneistojako, jotta voidaan laskea alustavat kannattavuuden kannalta oleelliset tunnusluvut. Vain taloudelliset reunaehdot täyttävän mallin visualisointeja kannattaa esittää kunnallisille toimielimille. Haastatellut kokivat, että visualisoinneista on hyötyä näissä keskusteluissa, sillä silloin voidaan puhua esimerkiksi eri kerrosmäärien todellisesta vaikutuksesta kaupunkikuvaan. Keskustelua halutaan siis käydä mieluummin oikean näköisten talojen pohjalta kuin vyöhykemallien harmaiden laatikoiden pohjalta.

” Tekoäly voi tarjota erikoisia, vaikkakin toteutuskelvottomia, "out-of-the-box" ratkaisuja, jotka avaavat ja monipuolistavat ihmisten ajattelua.

# Johtopäätökset

Tutkimuksen johtopäätöksenä on, että sovellettu menetelmä mahdollistaa käyttökelpoisten visualisointikuvien tuotannon. Kuvat soveltuvat erityisesti hankesuunnittelun ideointivaiheeseen. Sen sijaan kuluttajamarkkinoille tekoälykuvia ei voi suositella, sillä niissä on liikaa virheellisiä yksityiskohtia.

Tekoälyn vahvin puoli on tuottaa ennakoimattomia vaihtoehtoja, joiden avulla voidaan löytää hyviä toteutusvaihtoehtoja. Tältä osin tekoäly voi merkittävästi tehostaa varhaisen vaiheen arkkitehtisuunnittelua, koska rajallisten resurssien puitteissa ei aikaisemmin ole voitu analysoida kovin monta vaihtoehtoa.

Haastattelujen perusteella voidaan arvioida, että AI-visualisoinnit voivat parantaa hankesuunnittelun nopeutta, vuorovaikutusta ja markkinalähtöisyyttä. Jos kuvissa olevat virheet eivät estä niiden hyödyntämistä, tekoälyllä saadut kuvat voidaan hyödyntää sellaisenaan. Kuvatuotanto on tällöin nopeaa. Esimerkkikohteissa kuvista syntyi runsaasti keskustelua arkkitehtuurista ja rakentamisen toteutettavuudesta, joka ohjaa suunnittelua löytämään parhaita markkinalähtöisiä ratkaisuja sekä asiakkaiden että rakennusliikkeen kannalta. Visualisointi on käyttökelpoinen työkalu eri ammattialojen välisessä keskustelussa.

Työpajoissa käydyt keskustelut osoittivat, että asemakaavan ja rakentamistapaohjeiden tulkinnassa hyödynnetään merkittävästi sellaista hiljaista tietoa, jota ei ole suoraan voida dokumentoida virallisiin määräyksiin. Tätä tietoa on erityisesti rakennusliikkeillä, suunnittelijoilla ja hankkeeseen osallistuvilla arkkitehteillä. Käytännön toteutukseen liittyvä hiljainen tieto täydentää monia virallisia määräyksiä ja vaikuttaa merkittävästi siihen, millaisia ratkaisuja pidetään toteuttamiskelpoisina, kustannustehokkaina ja hyväksyttävinä. Pelkkä kaava-aineiston analysointi ei välttämättä riitä tuottamaan toteuttamiskelpoisia suunnitteluratkaisuja. Hiljaisen tiedon hyödyntäminen edellyttää edelleen asiantuntijoiden osallistumista suunnitteluprosessiin, vaikka tekoäly voikin tukea tiedon jäsentämistä ja vaihtoehtojen muodostamista.

” Tekoäly voi merkittävästi tehostaa varhaisen vaiheen arkkitehtisuunnittelua.



# Kiitokset

Esitämme kiitokset kaikille seuraaville osapuolille, jotka mahdollistavat hankkeen toteuttamisen:

Työsuojelurahasto, joka on osallistunut hankkeen rahoittamiseen.

Hankkeen työpajoihin ja haastatteluihin osallistui hankekehittäjiä kahdesta rakennusliikkeestä Arkta Rakennus Oy ja Asuva Oy.

Lisäksi haastateltiin Arkkitehtitoimisto Helamaa & Heiskanen Oy:n arkkitehtejä.

# Lähteet

Abioye, S. O., Oyedele, L. O., Akanbi, L. A., Ajayi, A. O., Delgado, J. M. D., Bilal, M., Akinade, O. O., Ahmed, A. & Owolabi, H. A. (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. Journal of Building Engineering, 44, 103299. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103299>

Ahmad, S. B. S., Mazhar, M. U., Bruland, A., Andersen, B. S., Langlo, J. A., & Torp, O. (2020). Labour productivity statistics: a reality check for the Norwegian construction industry. International Journal of Construction Management, 20(1), 39–52. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1462443>

Asuntokauppalaki 843/1994. Annettu Helsingissä 22.4.1999. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadan-to/1994/843>

Hasan, A., Baroudi, B., Elmualim, A. & Rameezdeen, R. (2018). Factors affecting construction productivity: a 30 year systematic review. Engineering, Construction and Architectural Management, 25(7), 916–937. <https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2017-0035>

Lehto, E. 2021. Rakentamisen tuottavuus. Palkansaajien tutkimuslaitos. ISBN 978-952-209-187-1 (PDF). Saatavilla <https://labore.fi/wp-content/uploads/2020/05/Raportteja41.pdf>

Lohilahti, O. 2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua? Rakennuslehti. Saatavilla <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/>

Junnonen, J.-M. & Kankainen, J. (2020). Rakennuttaminen. 6. päivitetty painos. Rakennustieto Oy.

Kiiras J. & Tammilehto, S. (2020). Kiinteistökehitys. 6. painos. Kiinteistömedia Oy.

Kuusi, T., Kulvik, M., & Junnonen, J.-M. (2022). Productivity Growth in Construction Value Chain. International Productivity Monitor. 42. [http://www.csls.ca/ipm/42/IPM\\_42\\_Kuusi.pdf](http://www.csls.ca/ipm/42/IPM_42_Kuusi.pdf)

Pohjonen M. (2019). Hankintalaki ja tilaajavastuulaki rakentamisessa: opas tilaajalle ja tarjoajalle. Rakennustieto Oy.

Savolainen, J., Junnonen, J. & Saari, A. (2023). Rakennushankkeen suunnittelun ohjaus. Rakennustieto Oy.

# Liitteet

Liite 1. Kohde 2, ohjauskomennot tekoälylle

Liite 2. Kohde 6, ohjauskomennot ja -keskustelu tekoälyn kanssa





## Liite 1. Kohde 2, ohjauskomennot tekoälylle

### Asemakaavateksti Kaupinlaakso

- Sijainti Kaupinlaakson bulevardin ja Teiskontien väliset asuinkerrostalokorttelit
- 8. kerroksiset lamellikerrostalot
- Parvekkeiden kaiteet ovat lasia
- Katutasokerroksen on oltava kadulle ja aukiolle päin elävä ja avoin, suurilla ikkunoilla varustettu.
- Katutasokerroksen kerroskorkeuden tulee olla vähintään 4,2 metriä
- Raitiotiekatuun rajautuvien asuinrakennusten porrashuoneiden on oltava läpikuljettavia.
- Tontin osa rakennusalueen rajan ja katualueen tai aukion välissä tulee rakentaa samaan korko- ja laatutasoon sitä reunustavan katualueen tai aukion osan kanssa.
- Alueet, joita ei ole merkitty istutettaviksi, tulee toimia osana jalankulkualuetta.
- Suoraan katualueelle avautuvien porrashuoneiden ja liiketilojen ulko-ovet on suunniteltava vähintään 1,2 m syvennykseen.
- Raitiotiekatuun rajautuvilla julkisivuilla parvekkeet tulee toteuttaa sisäänvedettyinä.
- Parvekkeiden on sijaittava rakennusalojen sisäpuolella.
- Parvekkeiden tulee olla lasitettuja.
- Niillä tonteilla, joiden piha-alueet rajautuvat toisiinsa, leikki- ja oleskelualueet ovat rakennettava tonttien yhteisiksi.
- Tonttien välisiä rajoja ei saa aidata.
- Pihat ovat jäseneltävä pintamateriaalein, istutuksin, kalustein ja valaistuksen avulla viihtyisiksi leikki- ja ulko-oleskelutiloiksi.
- Pihojen talousrakennukset on rakennettava viherkattoisina osana hulevesijärjestelmää.
- Tontilla täyttyy Tampereen viherkertoimen asuinalueille määritetty tavoitetaso.

### Rakentamistapaohje, luonnos

- Pysäköinnin sijoituessa pääosin pysäköintitaloihin, voidaan maanvaraiset pihat kortteleissa hyödyntää leikkiin, oleskeluun ja monipuolisiin, myös suurten puiden, istutuksiin.
- Yhteisöllisyyttä alueella luovat koulu, sen piha sekä kaupunginosapuisto, joka myös yhdistää alueet toisiinsa.
- Nykyisiin rakennuksiin on ideoitu korttelitupaa, sauna ja kahvilaa.
- Kortteleiden sisäpihoilla sijaitsevat asuntojen yhteiset leikki- ja oleskelupaikat.
- Kortteleiden suunnitteluratkaisuissa korostuu yhteisöllisyys.
- Pysäköintilaitokset vapauttavat pihat oleskeluun ja istutuksille.
- Kortteleiden pohjoisreunalla katutasokerroksen asunnot avautuvat omien pihojensa kautta hulevesipuistoon.
- Pihojen hulevesiä imeytetään sadepuutarhoissa.
- Hulevesipuiston reunalla olevat matalammat rakennukset ovat puurakennuksia, samoin piharakennukset.
- Piha tarjoaa asukkaille mahdollisuuksia monipuoliseen ulkotilan käyttöön: leikkiin, oleskeluun, ruukkupuutarhan kasvatukseen, ruokailuun, grillaukseen, pyykin kuivaukseen, pyörän korjaukseen, nikkarointiin jne.
- Pihalla kasvatetaan ruokaa viljelylaitikoissa.
- Pihalla on yhteinen pihasauna, pihakeittiöt ja ruokapöydät koko pihapiirin talkooruokailua tai kesän grillijuhlaa varten.
- Korttelit ovat suljetumpia Teiskontien liikennemelun suuntaan, ja ne on sijoitettu 40 metrin suojavaähykkeen etäisyydelle Teiskontien pohjoisreunasta.
- Kaupinlaakson bulevardi on aluetta kokoava vilkas raitiotiekatu, jota elävöittävät aktiivinen katutaso, koulu ja kaupat. Kadun keskellä kulkee raitiotie ja raitiotiepysäkin ympäristö on alueen keskus.
- Tavoitteena on kaupunkimainen katukuva.
- Asuinrakennusten ulkoseinälinja sijoitetaan kiinni jalkakäytävään rajaamaan katutilaa. Bulevardin

puoleiset julkisivut käsitellään laadukkaasti. Parvekkeet kadun puolella ovat sisäänvedettyjä tai ranskalaisia parvekkeita.

- Kadun puoleiset porrashuoneiden ja liiketilojen sisäänkäynnit ovat sisäänvedettyjä. Sisäänkäyntejä korostetaan materiaaleilla ja värityksellä. Kahvilaterassit sijoittuvat sisäänkäynnin yhteyteen syntyviin syvennyksiin. Valoisat ja valaistut porrashuoneet muodostavat houkuttelevia näkymiä kadulle.
- Molemmilla puolille katuun rajautuviin asuinrakennuksiin sijoitetaan porttikäytäviä, jotka yhdistävät pihat ja raitiotiekadun lyhentäen kävelymatkoja mm. raitiotiepysäkillä.
- Katutasen kerrokorkeus on asuinkerroksia korkeampi, vähintään 4,2 m.
- Kivijalkaliiketilat, työtilat tai asukkaiden yhteistilat avautuvat kadulle isojen näyteikkunoiden kautta.
- Myös pysäköintitalojen katutasoon suunnitellaan katua elävöittäviä monitoimitiloja.
- Katutilassa sekä katutasoa että seinäpintoja luonnehtii reliefimäisyys.
- Raitiotiekiskot ylittävät nelihaaraliittymät ovat valo-ohjattuja.
- Kadun reunoilla kulkevat jalkakäytävät ja yksisuuntaiset pyöräkaistat.
- Aukioiden kiveyksen ulottuminen katualueelle katkaisten putkimaista vaikutelmaa.
- Katu noudattaa green street -periaatteita ja monilajisuustavoitteita. Raitiotielinja on nurmipintainen.
- Katupuita istutetaan 4 riviin ja niitä ryhmitellään autopaikkojen väliin puuryhmiksi.
- Pysäköintitaskut kadun varressa ryhmitellään liiketilojen eteen puurivin kanssa samaan linjaan vuorotellen 3-4 pysäköintiruudun ryhmiksi.
- Asuinkortteleiden autoliikenne kulkee asuinkortteleiden välisille pintapysäköintialueille tai pysäköintitaloihin. Huoltoliikenne pihoille ohjataan pysäköintialueiden kautta. Myös jättepisteet sijoitetaan niin, että ne voidaan tyhjentää pysäköintialueiden kautta.
- Molemmiin puolin katua sijoitetaan porttikäytäviä, jotka yhdistävät pihat ja kadun sekä lyhentävät kävelymatkoja mm. raitiotiepysäkillä.

#### **Kehote: Tee fotorealistinen kuva hyödyntämällä liitetiedostoja ja seuraavia kehoitteita**

1. Hyödynnä mittoja ja rakennusten sijaintia tiedostosta: [kaupinlaakso mitat.pdf](#)
2. Mitat ovat millimittoja eli yksikkö on millimetri
3. Sininen rakennus on pysäköintitalo ja muut rakennuksen asuinkerrostaloja
4. Kerrosten välissä on ääriviivat
5. Asuinkerrostalojen jokaiselle sivulle sisään vedettyjä parvekkeita
6. Musta osuus on tulevaa tiealuetta jossa liikennöi Tampereen ratikka keskellä kahdella kiskolla
7. Tee tausta ja ympäröivä maasto sijainnin mukaan joka on tiedostossa: [Rakennusten sijainti tampereella suomessa.pdf](#). Alue on korostettu mustalla suorakaiteella
8. Lisätietoja:
  - a) takana metsä
  - b) Väri- ja materiaalivalikoima koostuu punatiilen ja muurauslaastien erilaisista sävyasteista. Jokainen rakennus suunnitellaan oman väriseksi. Väriero voi olla pieni, esim. muurauslaastin värissä.
  - c) Katot toteutetaan yhteen suuntaan kaltevina lapekattoina, kattokulmana n. 15°, kallistus sivuttain jommankumman viereisen rakennuksen suuntaan.
  - d) Parvekelasituksia suositellaan käytettäväksi sääsuojana vain rakennusten ylimmissä kerroksissa.
  - e) Sisäänvedetyt parvekkeet.
  - f) Ilmanvaihto- tai hissikonehuoneet tulee sijoittaa vesikaton alle osaksi rakennuksen kokonaishahmoa.
  - g) Korttelin sisäosissa toteutuu esteetön ympäristö
  - h) Niillä tonteilla, joiden piha-alueet rajautuvat toisiinsa, leikki- ja oleskelualueet ovat rakennettava tonttien yhteisiksi.
  - i) Tonttien välisiä rajoja ei saa aidata.
  - j) Pihat ovat jäseneltävä pintamateriaalein, istutuksin, kalustein ja valaistuksen avulla viihtyisiksi leikki- ja ulko-oleskelutiloiksi.
  - k) Pihalla on 100 polkupyörän katos, jossa on viherkatto

## Liite 2. Kohde 6, ohjauskomennot ja -keskustelu tekoälyn kanssa

### 1. Kehote

Tee asuinkerrostalo (pistekerrostalo) osoitteeseen: <https://maps.app.goo.gl/geCdLKuKPqBvpSAdA>.  
Noudata ensisijaisesti Tilaluettelo.xls tiedostoa tilojen määrän, koon ja sijainnin suhteen asuintiloissa.  
Käytä ohjausteksti.docx määrittäviä ulkoasun muodostamisessa. Mallikuvat ovat Sale myymälä.jpg ja Pistekerrostalo malli .jpg. Myymälä liitetään pistekerrostalon kylkeen.

### 1. ChatGPT

Selvä — teen pistekerrostalon + kylkeen liitetyn myymälän annetun aineiston pohjalta. Alla on luonnos-tasoinen, mutta johdonmukainen rakennussuunnitelma, jossa asuintilat noudattavat ensisijaisesti Tila-luettelo.xlsx:tä (määrät, koot ja sijainnit) ja ulkoasu ohjausteksti.docx:n mukaisia määräyksiä, hyödyntäen mallikuvia (Pistekerrostalo malli.jpg ja Sale myymälä.jpg).

### 1. Rakennuksen perusratkaisu

- Tyypit: Asuinkerrostalo, pistekerrostalo
- Kerrosluku: 7 asuinkerrosta + kellarikerros
- Porrashuoneita: 1 kpl
- Erityisratkaisu: Myymälä liitetty rakennuksen 1. kerrokseen
- Sijainti: Google Maps -osoitteen mukainen tontti (kulmaratkaisu huomioitu massoittelussa)

### 2. Massoittelu ja sijoittuminen tontille

- Pistekerrostalo sijoittuu tontille vapaasti seisovana pystymassana
- Myymälärakennus liittyy 1. kerroksessa sivulle, matalampana vaakamassana (Sale-mallikuvan mukainen)
- Rakennusten välinen liittymä:
  - o teknisesti yhtenäinen
  - o arkkitehtonisesti selkeä nivel (eri julkisivumateriaali / räystäskorko)

### 3. Asuinkerrokset (Tilaluettelo.xlsx ensisijaisena)

- Kerrokset 2–7 (toistuvat kerrokset)
- Huoneistot: lukumäärä, koot ja huonetyypit täsmälleen Tilaluettelon mukaan
- Jokaisessa huoneistossa sisäänvedetty parveke
- Huoneistojen sijoittelu:
  - o kiertyvät keskellä olevan porrashuone-hissiytimen ympärille
  - o märkätilat ja keittiöt ryhmitetty talotekniikan kannalta järkevästi
- 1. kerros asuintila + myymälä
- Asuintiloja tilaluettelon mukaisesti (esim. esteettömät / pienemmät asunnot)
- Myymälä omana toiminnallisena kokonaisuutenaan
- Selkeä erottelu:
  - o asukkaiden sisäänkäynti
  - o myymälän asiakassisäänkäynti

### 4. Porrashuone ja pystyratkaisut

- Yksi porrashuone
- Lasitus koko korkeudelta
- Tuo luonnonvaloa kaikkiin kerroksiin
- Toimii rakennuksen arkkitehtonisena ”selkärankana”
- Hissi + portaat keskellä rakennusta



## 5. Julkisivut ja arkkitehtuuri

- Pistekerrostalo
- Julkisivumateriaalit:
  - o mustatiili (päämassa)
  - o valkoinen rappaus (kevennykset, parvekkeiden sisäänvedot)
- Parvekkeet:
  - o sisäänvedettyjä
  - o osana julkisivun rytmiä, ei ulkonevia elementtejä
- Katto:
  - o yksilappeinen lapekatto
  - o kattokulma 15°
- Myymälä: Selvästi matalampi massa
- Julkisivuiltaan: Sale-myymälän mallikuvaa mukaileva
  - o suuremmat lasipinnat
- Toimii visuaalisena "jalustana" tornimaiselle asuinosaalle

## 6. Kellarikerros

- Tilat tilaluettelon mukaisesti, tyypillisesti:
  - o irtaimistovarastot
  - o tekniset tilat
- Mahdollinen pysäköinti tai huoltotilat
- Suora yhteys porrashuoneeseen ja hissiin

## 7. Kokonaisilme ja suhde mallikuviin

- Pistekerrostalo malli.jpg
  - o massoittelun perusidea
  - o parvekkeiden rytmi
  - o tornimainen olemus
- Sale myymälä.jpg
  - o myymälän mittakaava
  - o asiakaspainotteinen julkisivu
  - o matalan ja korkean rakennusosan kontrasti
- Seuraavat mahdolliset askeleet: Halutessasi voin:
  - o tehdä kerroskohtaisen huoneistojakauman (Tilaluetteloon perustuen)
  - o laatia toiminnallisen kaavion (asukas vs. myymälä)
  - o kuvata julkisivut ilmansuunnittain
  - o tai tehdä sanallisen pääpiirustusluonnoksen (ARK-luonnostaso)

## 2. Kehote

Tee kerroskohtaisen huoneistojakauman (Tilaluetteloon perustuen)

### 2. ChatGPT

Hyvä, nyt päästään konkretiaan. Kävin läpi Tilaluettelo.xlsx-tiedoston ja teen sen pohjalta kerroskohtaisen huoneistojakauman. Kerron samalla selkeästi mihin oletukseen jako perustuu, koska tilaluettelo on vyöhykepohjainen eikä vielä valmiiksi "asunto = X m<sup>2</sup>" -muodossa.

### 1. Tulkinta Tilaluettelo.xlsx:stä (lähtöoletus)

- Tilaluettelo sisältää seuraavat asumisen vyöhykkeet per tyypillinen asuinkerros:
- Makuuhuonevyöhykkeet (MH)
- Vyöhyke Nettoala
- MH 1 113,08 m<sup>2</sup>

- MH 2 120,14 m<sup>2</sup>
  - MH 3 175,64 m<sup>2</sup>
  - MH 4 112,85 m<sup>2</sup>
  - Yhteensä MH: 521,71 m<sup>2</sup>
  - Oleskeluvyöhyke (OH)
  - Vyöhyke Nettoala
  - OH 5 207,19 m<sup>2</sup>
  - Asuinkerroksen nettoala yhteensä
  - 728,90 m<sup>2</sup> / kerros
- Tämä vastaa yhtä toistuvaa asuinkerrosta (kerrokset 2–7).

## 2. Asuntotyytit – looginen koonti vyöhykkeistä

- Vyöhykkeet on järkevää yhdistää asunnoiksi näin:
- Asunto Vyöhykkeet Arvioitu nettoala Asuntotyyppi
- A MH1 + osa OH ~55–60 m<sup>2</sup> 2h + kt
- B MH2 + osa OH ~60–65 m<sup>2</sup> 2h + kt
- C MH3 + osa OH ~85–95 m<sup>2</sup> 3–4h + kt
- D MH4 + osa OH ~55–60 m<sup>2</sup> 2h + kt
- Oleskeluvyöhyke (OH 207 m<sup>2</sup>) jakautuu neljän asunnon yhteisiin olohuone–keittiötiloihin.

## 3. Kerroskohtainen huoneistojakauma

- Kerrokset 2–7 (6 kpl, toistuvat)
- Per kerros: 4 asuntoa
- Asunto Tyyppi Nettoala (n.) Parveke
- As 1 2h + kt 55–60 m<sup>2</sup> sisäänvedetty
- As 2 2h + kt 60–65 m<sup>2</sup> sisäänvedetty
- As 3 3–4h + kt 85–95 m<sup>2</sup> sisäänvedetty
- As 4 2h + kt 55–60 m<sup>2</sup> sisäänvedetty
- Asuntoja / kerros: 4
- Asuntoja yhteensä (2–7 krs): 24 kpl

## 4. 1. kerros (poikkeava)

- Kerros ei ole täysin toistuva, koska:
  - o myymälä liittyy rakennuksen kylkeen
  - o sisäänkäynnit, esteettömyys ja pihatilat vaikuttavat
- Suositeltu ratkaisu:
- 2–3 asuntoa (Tilaluettelon pinta-alaa soveltaen)
- Painotus:
  - o esteettömät 2h + kt
  - o mahdollinen yksi suurempi perheasunto

## 5. Yhteenveto koko rakennuksesta

- Kerrokset Asuntoja / krs Yhteensä
- 2–7 4 24
- 1 2–3 2–3
- Yhteensä 26–27 asuntoa

## 6. Seuraava looginen askel

Voin seuraavaksi:

- tehdä asuntojen tarkan pinta-alalaskelman (brutto/netto)
- piirtää sanallisen pohjakaaviokuvauksen (asuntojen sijainti porrashuoneeseen nähden)

- laatia 1. kerroksen erillisen huoneistojakauman + myymälän
  - tarkistaa ja hienosäätää jaon, jos Tilaluetteloon liittyy vielä toinen välilehti
- Sano vain, mihin näistä mennään

### 3. Kehote

Tee alustava luonnos kaikista kerroksista tältä pohjalta

### 3. ChatGPT

Alustava kerrosluonnos – asuinkerrostalo + myymälä. Tämä dokumentti esittää alustavan luonnostason ratkaisun kaikista kerroksista perustuen:

- Tilaluettelo.xlsx (asuntojen määrä, koko ja perusvyöhykkeet)
- ohjausteksti.docx (arkkitehtoniset ja kaupunkikuvalliset määräykset)
- mallikuviin (Pistekerrostalo malli, Sale myymälä)

Luonnos on toiminnallinen ja arkkitehtoninen, ei vielä mittakaavallinen pääpiirustus.

Kellarikerros

- Toiminnot:
  - o irtaimistovarastot (asuntokohtaiset)
  - o tekninen tila
  - o mahdollinen väestönsuoja / IV-tila
  - o huoltotilat
- Rakenne:
  - o keskellä porrashuone + hissi
  - o varastot kiertävät rungon reunoja
  - o myymälällä omat huoltoyhteydet (ei sekoitu asukkaiden reitteihin)

1. kerros – asuminen + myymälä

- Asuminen (2–3 asuntoa)
  - o asunto A: 2h + kt ~60 m<sup>2</sup> (esteetön)
  - o asunto B: 2h + kt ~60 m<sup>2</sup> (esteetön)
  - o asunto C (vaihtoehtoinen): 3h + kt ~80 m<sup>2</sup>
- Sijoittelu:
  - o asunnot avautuvat pihalle / rauhallisemmalle sivulle
  - o sisäänvedetyt parvekkeet tai terassimaiset ratkaisut
- Myymälä (liitetty kylkeen)
  - o yksi selkeä myymälätila
  - o asiakassisäänkäynti katutasosta
  - o huolto myymälän takasivulta
  - o arkkitehtonisesti matalampi massa kuin torniosa

2.–7. kerros – tyypillinen asuinkerros (toistuva). Asuntoja per kerros: 4 kpl

Keskirunko

- Porrashuone + hissi keskellä
- Lasitus koko porrashuoneen korkeudelta

Asuntojen sijoittelu (kiertävä malli)

- Asunto 1 (NW)
  - o 2h + kt ~55–60 m<sup>2</sup>
  - o Sisäänvedetty parveke
- Asunto 2 (NE)
  - o 2h + kt ~60–65 m<sup>2</sup>



- o sisäänvedetty parveke
- Asunto 3 (SE)
  - o 3–4h + kt ~85–95 m<sup>2</sup>
  - o sisäänvedetty parveke
- Asunto 4 (SW)
  - o 2h + kt ~55–60 m<sup>2</sup>
  - o sisäänvedetty parveke
- Toiminnallinen logiikka
  - o olohuone-keittiöt julkisivuille
  - o makuuhuoneet suojaisemmille sivuille
  - o märkätilat ja keittiöt ryhmitetty teknisesti

Katto / yläosa

- Yksilappeinen lapekatto
- Kattokulma 15°
- Mahdollinen IV-konehuone kattomuodon sisällä

Kokonaisyhteenveto

- Kerrokset: 7 + kellari
- Asuntoja yhteensä: 26–27
- Myymälä integroituna 1. kerrokseen
- Selkeä, tehokas ja kaupunkikuvallisesti hallittu pistekerrostalo

Jatkokehitysmahdollisuudet: Seuraavassa vaiheessa tästä voidaan tehdä:

- huoneistokohtaiset pinta-alataulukot
- sanallinen pääpiirustusluonnos (ARK)
- julkisivukohtainen kuvaus
- asemapiirroslogiikka

Tein alustavan luonnoksen kaikista kerroksista ja avasin sen omaksi dokumentikseen Canvasiin nimellä: "Pistekerrostalo – alustava kerrosluonnos"

Luonnos kattaa:

- kellarikerroksen
- kerroksen (asuminen + myymälä)
- tyypillisen asuinkerroksen (2.–7. krs)
- kattoratkaisun
- koko rakennuksen yhteenvetorakenteen

Tämä vastaa nyt luonnossuunnittelun (L2) sanallista tasoa ja on suoraan jatkokehitettävissä pääpiirustuksiksi.

Seuraavat järkevät jatkot (valitse mihin mennään):

- Huoneistoluettelo taulukkomuodossa (asunto A–D, koot, kerrokset)
- kerroksen tarkennettu ratkaisu (2 vs. 3 asuntoa + myymälän mitoitus)
- Pohjakaavio sanallisesti ("asunto kiertyy näin porrashuoneen ympäri")
- Julkisivujen kerroskohtainen rytmitys (parvekkeet, rappaus/tiili)
- Pääpiirustusluonnoksen tekstipohja (ARK A1–A4)

Sano vain numero tai kuvaile omin sanoin, niin jatketaan

#### 4. Kehote:

Tuossa Canvasin tiedostossa näkyy vain tekstiversio. Halusin graafiset luonnokset. Muuten näillä mennään.

#### 4. ChatGPT:

Hyvä, sovitaan siis, että graafinen kerrosluonnos toimii tämän hankkeen alustavana suunnittelupohjana, ja jatkokehitys tehdään sen varaan.

Seuraavaksi voin edetä esimerkiksi näin (ilman että muutetaan perusratkaisua):

- tarkentaa asuntokohtaiset pinta-alat (netto/brutto, Tilaluetteloon sidottuna)
- tehdä 1. kerroksesta erillisen tarkemman kaavion (asukkaat + Sale-liitos)
- laatia ARK-pääpiirustusten tekstirungon (Asemapiirros, pohjat, leikkaukset, julkisivut)
- kuvata rakennustapaselostuksen (materiaalit, massoittelu, parvekkeet, katto)

Kun sanot vain mihin vaiheeseen haluat seuraavaksi mennä (esim. "1. kerros tarkemmin" tai "pääpiirustusteksti"), jatkan siitä suoraan.

#### 5. Kehote:

Kuvaa rakennustapaselostus (materiaalit, massoittelu, parvekkeet, katto)

#### 5. ChatGPT:

Tässä rakennustapaselostus pyytämilläsi painotuksilla (materiaalit, massoittelu, parvekkeet, katto) tämän hankkeen lähtötietojen mukaisesti.

Rakennustapaselostus

##### 1) Massoittelu ja kaupunkikuvallinen periaate

- Rakennus toteutetaan pistekerrostalona, jossa on 7 asuinkerrosta + kellarikerros.
- Rakennuksen keskellä on yksi porrashuone/hissiydin, jonka ympärille asunnot ryhmittyvät.
- Myymälärakennus liitetään 1. kerrokseen pistekerrostalon kylkeen matalampana sivumassana.
- Liitos muodostaa selkeän "jalusta + torni" -kokonaisuuden: myymälä on horisontaalinen, asuinkerrostalo vertikaalinen.
- Porrashuoneen kohdalla rakennukseen muodostuu selkeä julkisivun "selkäranka" lasituksen ansiosta.

##### 2) Julkisivut ja materiaalit

- Julkisivujen päämateriaalit:
  - o musta tiilimuuraus (päämassa)
  - o valkoinen rappaus (keventävät ja jaksottavat alueet, esim. parvekesyvennykset ja/tai osat julkisivupinnoista)
- Materiaalijaolla korostetaan pistekerrostalon ryhdikkyyttä ja parvekkeiden sisäänvetoja (varjostus ja rytmi).
- Porrashuone lasitetaan koko korkeudelta, jolloin sisätilojen valo ja pystylinja näkyvät ulospäin.

##### 3) Parvekkeet

- Jokaisessa huoneistossa on sisäänvedetty parveke.
- Parvekkeet muodostavat julkisivuun syvennyksiä (ei ulkonevia "laatikoita"), mikä:
  - o rauhoittaa massaa
  - o vähentää tuulikuormaa ja parantaa käytettävyyttä
  - o tukee tiili-rappaus -julkisivun rytmitystä

Parvekkeiden kaiteet ja detaljointi sovitetaan julkisivumateriaaleihin (tumma/vaalea -kontrasti, siisti linjakkuus).

##### 4) Katto

- Katto toteutetaan yksilappeisena lapekattona, kattokulma 15°.

- Kattomuoto luetaan selkeästi osana rakennuksen siluettia; lape suuntautuu yhdenmukaisesti koko päämassassa.
- Talotekniikka (esim. IV) sovitetaan kattomuodon sisään tai katolla selkeästi rajattuun tekniseen vyöhykkeeseen.

Jos haluat, teen tästä seuraavaksi rakennustapaselostuksen “virallisempänä” versiona (otsikkohierarkia, termit, lyhyemmät lauseet) suoraan liitettäväksi selostusliitteeseen, tai laajennan mukaan rakenteelliset periaatteet (runko, paloluokka-oletamat, akustiikan periaatteet) ilman että mennään vielä mitoitukseen.

## 6. Kehote

Tee virallisempi versio rakennustapaselostuksesta

## 6. ChatGPT

Selvä. Alla on virallisempi, rakennuslupatasolle sopiva rakennustapaselostus, tiiviimmässä ja neutraalisessa muodossa. Teksti on muotoiltu siten, että se voidaan liittää sellaisenaan rakennustapaselostukseksi / ARK-selostuksen osaksi.

Rakennustapaselostus

Asuinkerrostalo (pistekerrostalo) ja myymälä

### 1. Rakennustyyppi ja yleiskuvaus

- Rakennus on asuinkerrostalo, pistemäinen, johon liittyy 1. kerroksessa myymälätila.
- Rakennus käsittää seitsemän (7) asuinkerrosta sekä kellarikerroksen.
- Asuinkerrostalon porrashuoneita on yksi (1).
- Myymälä muodostaa asuinosaan liittyvän, matalamman sivumassan.

### 2. Massoittelu ja kaupunkikuvallinen ratkaisu

- Asuinkerrostalo on massoiteltu selkeäksi, pystysuuntaiseksi pistekerrostaloksi. Rakennuksen päämassa on kompakti ja tehokas, ja asunnot ryhmittyvät keskellä sijaitsevan porrashuone-hissiytimen ympärille.
- Myymälä liittyy rakennukseen 1. kerroksen tasolla ja on mittakaavaltaan asuinosa matalampi. Ratkaisu muodostaa selkeän kokonaisuuden, jossa myymälä toimii kaupunkitilaa jäsentävänä jalustana ja asuin kerrostalo vertikaalisena maamerkinä.
- Porrashuone on korostettu julkisivussa koko rakennuksen korkeudelta lasitettuna osana, mikä keventää massaa ja tuo luonnonvaloa sisätiloihin.

### 3. Julkisivut ja materiaalit

- Rakennuksen julkisivujen päämateriaalit ovat:
  - o musta tiilimuuraus
  - o valkoinen rappaus
- Materiaaleja käytetään siten, että julkisivut jäsentävät rakennusmassaa ja korostavat parvekkeiden sisäänvedettyjä syvennyksiä. Materiaalikontrasti luo rakennukselle ajattoman ja selkeälinjaisen ilmeen.
- Myymäläosan julkisivut toteutetaan myymälärakentamiseen soveltuvien materiaalein, pääosin suurempina lasipintoina ja yksinkertaisina julkisivupintoina, kuitenkin kokonaisuuteen sovitettuna.

### 4. Parvekkeet

- Kaikissa huoneistoissa on sisäänvedetty parveke. Parvekkeet sijoittuvat rakennusmassan sisään siten, etteivät ne ulkone julkisivulinjasta. Ratkaisu rauhoittaa julkisivuilmettä ja tukee rakennuksen selkeää massoittelua.
- Parvekekaiteet ja detaljit sovitetaan rakennuksen arkkitehtuuriin ja julkisivumateriaaleihin.

### 5. Katto

- Rakennuksen katto toteutetaan yksilappeisena lapekattona, jonka kattokulma on 15 astetta.
- Kattomuoto on yhtenäinen koko asuinkerrostalon päämassassa.



- Talotekniset tilat ja laitteet integroidaan kattorakenteisiin siten, etteivät ne hallitse rakennuksen kaupunkikuvallista ilmettä.

Jos haluat, voin seuraavaksi:

- muokata tämän suoraan rakennuslupaselostuksen muotoon (viittaukset piirustusluetteloon),
- täydentää mukaan runkoratkaisun, palotekniset periaatteet ja esteettömyyden, tai
- sovittaa tekstin kunnan rakennusjärjestyksen sanamuotoon.

### 7. Kehote:

Tee seuraavaksi tältä pohjalta haluttuun sijaintiin, joka löytyy linkistä, rakennuksesta fotorealistinen luonnos. Näkymä Teiskontien ja Toimelankadun risteyksestä katutasolta.

### 7. ChatGPT:

Tulos julkaisun kuvassa 31.

### 8. Kehote:

Kuvaa julkisivut ilmansuunnittain pääpiirustustasolla

### 8. ChatGPT:

Alla on pääpiirustustasoinen julkisivukuvaus ilmansuunnittain, muotoiltu siten, että se voidaan liittää ARK-pääpiirustusten julkisivuselostukseksi. Sisältö perustuu hyväksytyihin lähtötietoihin (kerrosluku, materiaalit, parvekkeet, katto, myymäläliitos).

Asuinkerrostalo (pistekerrostalo) + myymälä, yleistä

- Rakennus on seitsemänkerroksinen pistekerrostalo, jossa on yksi porrashuone. Julkisivujen päämateriaalit ovat musta tiilimuuraus ja valkoinen rappaus.
- Kaikissa huoneistoissa on sisäänvedetty parveke.
- Porrashuone on lasitettu koko rakennuksen korkeudelta.
- Katto on yksilappeinen lapekatto, kattokulma 15°.

Pohjoisjulkisivu

- Pohjoisjulkisivu muodostaa rakennuksen rauhallisemman ja suljetumman sivun.
- Julkisivun päämateriaali on musta tiilimuuraus.
- Ikkuna-aukotus on säännöllinen ja kerrosjakoa korostava.
- Sisäänvedetyt parvekkeet sijoittuvat osin julkisivun syvennyksiin, eivätkä ulkone julkisivulinjasta.
- Julkisivu on kokonaisuudessaan selkeä ja hillitty, painottaen rakennuksen pistemäistä luonnetta.

Itäjulkisivu

- Itäjulkisivu avautuu ympäröivään asuinympäristöön.
- Julkisivu koostuu mustatiilestä ja valkoisista rapatuista parvekesyvennyksistä.
- Parvekkeet muodostavat pystysuuntaista rytmiä, joka jäsentää rakennuksen korkeutta.
- Ikkunat ja parvekkeet on sijoitettu huoneistojen pääoleskelutilojen mukaan.
- Julkisivuilme on kevyempi kuin pohjoissivulla parvekesyvennysten ansiosta.

Eteläjulkisivu

- Eteläjulkisivu on rakennuksen valoisin ja kaupunkikuvallisesti aktiivinen sivu.
- Sisäänvedetyt parvekkeet ovat selkeästi havaittavissa ja muodostavat toistuvan rytmin.
- Julkisivumateriaaleina vuorottelevat musta tiili ja valkoinen rappaus.
- Parvekkeet on suojattu rakennusmassan sisään, mikä parantaa asumisviihtyvyyttä ja vähentää tuuli- ja melurasitusta.
- Eteläjulkisivu tukee rakennuksen asuinkerrostaloluonnetta ja avointa ilmettä.
- Länsijulkisivu (Teiskontien ja Toimelankadun suunta)
- Länsijulkisivu on kaupunkikuvallisesti merkittävin.
- Julkisivulla korostuu porrashuoneen koko korkuinen lasitus, joka jakaa massan ja tuo vertikaalista keveyttä.

- Asuinkerrostalon ylemmät kerrokset ovat pääosin mustaa tiilimuurausta, parvekkeet sisäänvedettyinä.
- kerroksessa myymäläosa avautuu katutasoon suurilla lasipinnoilla.
- Myymälä muodostaa matalamman jalustan, jonka yläpuolelle asuinkerrostalon päämassa nousee selkeästi.
- Jalankulkijan mittakaava on huomioitu myymälän läpinäkyvyydellä ja selkeällä sisäänkäynnillä.

#### Kattosiluetti

- Katto on yksilappeinen, kattokulma 15°.
- Kattomuoto on selkeä ja yhtenäinen kaikilla julkisivuilla.
- Talotekniikka sijoittuu kattorakenteiden sisään tai kattotason taakse näkymättömiin.
- Kattosiluetti viimeistelee rakennuksen pistemäisen ja selkeälinjaisen hahmon.

Halutessasi seuraavaksi voin:

- tiivistää tämän suoraan A3-julkisivupiirustusten selostustekstiksi,
- laatia julkisivumateriaalien värikoodauksen ja merkintälegendan, tai
- kirjoittaa rakennuslupavaiheen kaupunkikuvallisen perustelun.

Kerro, mihin seuraavaksi mennään.

#### 9. Kehote:

Kuvaa julkisivut ilmansuunnittain pääpiirustustasolla graafisesti

#### 9. ChatGPT:

Tulos julkaisun kuvassa 32.

