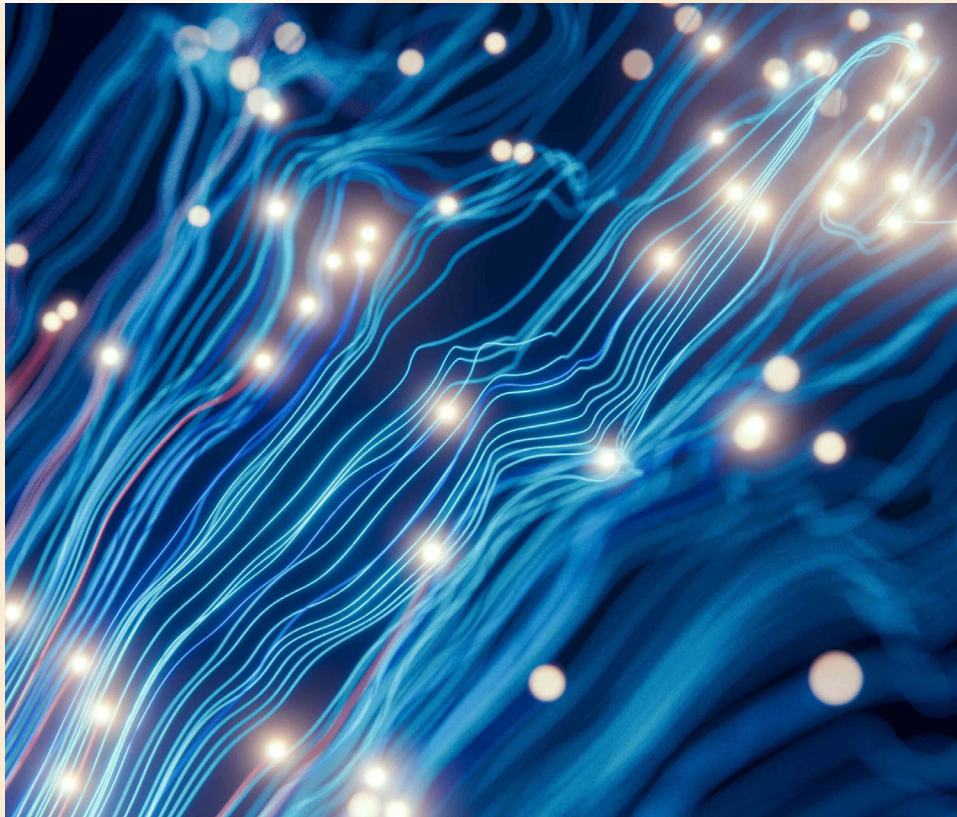


Rakentamisen uusi ekosysteemi

Tietotyön tekoälyvetoinen disruptio rakentamisessa

Roope Nyqvist





Rakennustietosäätiö RTS sr

Malminkatu 16 A
00100 Helsinki
rts@rts.fi
www.rts.fi

Kirjoittaja: Roope Nyqvist
Kansikuva: Unplash

©2026 Rakennustietosäätiö ja kirjoittaja

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain
(404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen)
mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-267-563-7 (PDF)
ISSN 3087-5218

Rakentamisen uusi ekosysteemi

Tietotyön tekoälyvetoinen disruptio rakentamisessa

Roope Nyqvist

 rts.fi/julkaisut

Rakentamisen uusi ekosysteemi

Tietotyön tekoälyvetoinen disruptio

rakentamisessa

Rakennustietosäätiö RTS sr julkaisut 4/2026			
Rakennustietosäätiö RTS tutkimuskumppanuus 2025–2026			
Tekijä	Roope Nyqvist, tutkija (TkT)		
Ohjaaja	Tommi Arola	Sivumäärä	39 + liite
Tiivistelmä	Kiinteistö- ja rakentamisanalan tietotyö on tekoälyvetoisessa muutosvaiheessa, jossa lokalisoitua tekoälyratkaisuiden kyvykkydet osoittautuvat riittäväksi useisiin aiemmin täysin ihmisten suorittamiin tehtäviin. Vaikka teknisiä sovelluksia on tutkittu, tekoälyn vaikutusta tilaaja-rakennuttaja-suunnittelija-ekosysteemin toimintaan tunnetaan rajallisesti. Tämän eksploraatiivisen tutkimuksen tavoitteena on mallintaa, miten tekoälyratkaisujen integrointi muuttaa mainittua ekosysteemiä. Kirjallisuuskatsaukseen perustuvaa alustavaa mallia rikastettiin ja validoitiin kolmessa asiantuntijatyöpajassa. Tulokset osoittavat, että painopiste siirtyy yksittäisten irrallisten tapausten tehostamisesta tekoälyllä laajempaan toiminnan muutokseen johon kuuluu lokaali domainspezifisti agentisoitua toiminnat yritysten keskeisenä kilpailukykytekijänä, sekä kyvyt luottamuksellisen ja tietoturvallisen tekoälyvetoisen tietotyön hallintaan osapuolten kesken. Tilaajan rooli voi korostua elinkaaridatan omistajana, rakennuttaja muuttua ihmis-tekoälyhybridiprosessien orkestroijaksi, ja suunnittelijan kilpailuetu voi siirtyä vahvemmin erikoistumiseen lokalisoitujen agentisoitujen toimintojen ohjaamiseen sekä laadunvarmistukseen. Samalla syntyy uusia tarpeita muun muassa dataintegraatioon, tekoälyn hallinnointiin ja kyberturvallisuuteen liittyen. Tutkimuksen luoma ekosysteemimalli auttaa tunnistamaan toimijoihin kohdistuvia muutoksia ja riskejä. Johtopäätöksenä todetaan, että tekoälyn arvo realisoituu vasta, kun ala kykenee uudistamaan roolinsa ja datakäytäntönsä tukemaan yhteistyötä. Keskeiseksi haasteeksi nousee tekoälyn selitettävyyden ja tulosten laadun varmentaminen tavalla, joka estää ihmisasiantuntijuuden rapautumisen pitkällä aikavälillä.		
Asiasanat	Tekoäly, ekosysteemi, liiketoiminta, disruptio, tietotyö		
ISBN (PDF)	978-952-267-563-7	ISSN	3087-5218
Julkaisun osoite	https://www.rts.fi/julkaisut		

Sisällys

1	Johdanto	4
1.1	Tutkimuksen aihe ja tausta	5
1.2	Tutkimuksen tavoitteet	6
2	Aineisto ja menetelmät	7
3	Tulokset	10
3.1	Tilaaaja-rakennuttaja-suunnittelija liiketoimintaekosysteemi	11
3.1.1	Tilaaaja	12
3.1.2	Rakennuttaja	18
3.1.3	Suunnittelija	23
3.2	Muut toimijat ekosysteemissä	27
3.2.1	Skaalaajat ja mahdollistajat	28
3.2.2	Fasilitaattorit	30
3.3	Tuloksien yhteenveto ja yleiset havainnot	31
4	Johtopäätökset	34
	Lähteet	37
	Liitteet	39
Liite 1	Tilaaaja-rakennuttaja-suunnittelija liiketoiminnan ekosysteemimallinnus	

1

Johdanto

Kiinteistö- ja rakentamisala (KIRA) on perinteisesti nojannut projektikohtaisiin organisaatioihin ja vahvaan ihmiskeskeiseen asiantuntijatyöhön. Aiemmat digitaaliset teknologiat, kuten tietomallinnus, ovat tehostaneet yksittäisiä työvaiheita, mutta eivät muuttaneet perusröoleja. Nyt generatiivinen tekoäly, lokalisoidut mallit ja erikoistuneet toimijuutta omaavat tekoälyagentit osallistuvat esimerkiksi dokumenttien laadintaan ja päätöksenteon tukemiseen (Nyqvist ym. 2025). Kyse ei ole vain yleisten generatiivisen tekoälyn pohjamallien tulemisesta (esim. ChatGPT, Gemini ja Claude), vaan rajattuihin lokaaleihin asiantuntijatehtäviin suunnattujen toimialakohtaisten ratkaisujen noususta.

Tekoälymurros eroaa aiemmista teknologisista siirtymistä, sillä se potentiaalisesti muuttaa sitä, millainen osaaminen on arvokasta. Ilmiötä voidaan tarkastella luovan tuhon ja transilienssin kautta: tekoäly vahvistaa tiettyjä kyvykkyyksiä, mutta tekee osan rutiineista tarpeettomiksi (Dell'Acqua ym. 2026). Tekoälyä on tutkittu usein lähinnä teknisenä tehostamisen työkaluna (Koeleman ym. 2019, Wafai ja Aouad 2023, Nyqvist ym. 2024) ja vähemmälle huomiolle on jäänyt sen vaikutus liiketoimintamallien muutoksen ja ekosysteemin kehitykseen (Abeynayake ym. 2022, Antai ym. 2024), vaikka ne on tunnistettu teknisen kehityksen ohella muutoksen kannalta kriittisiksi (Adner 2023, Ancillai ym. 2023, Nyqvist ym. 2025a, Nyqvist ym. 2025b, Xing ym. 2026,).

Kun tekoälyn kyvykkyydet kehittyvät voidaan argumentoida, että samalla kasvava osa aiemmin ihmisen suorittamista tehtävistä osin tai täysin automatisoituu (Sajadieh ym. 2026). Tällöin tilaajan, rakennuttajan ja suunnittelijan perinteinen työnjako voi hämärtyä. Samalla tekoälymallien tehtävien suorittamiseen hyödyntämä lokaali, ei yleisesti saatavilla oleva, data muuttuu strategiseksi resurssiksi. Tilaajan asema ekosysteemin ankkurina voi vahvistua, mikäli heidän data on laadukasta ja jaettavissa saattaa muiden toimijoiden agentisoidut toiminnot edellyttää tähän tilaajan dataan kytkeytymistä tehokkaan suorituksen

varmistamiseksi. Tämä muuttaa olennaisesti kysymystä siitä, missä vaiheessa arvo syntyy ja kuka kykenee sen kaappaamaan ekosysteemissä.

Tässä yhteydessä tekoälymallilla tarkoitetaan laajoilla aineistoilla koulutettua algoritmista järjestelmää, joka kykenee tunnistamaan säännönmukaisuuksia ja tuottamaan uutta tietoa. Agentisointi puolestaan viittaa näiden mallien valjastamiseen aktiivisiksi toimijoiksi, tekoälyagenteiksi. Passiivisen kysymyksiin vastaamisen sijaan agentisoitu järjestelmä kykenee myös suorittamaan itsenäisesti monivaiheisia asiantuntijatehtäviä, hyödyntämään ohjelmistoja ja tekemään päätöksiä.

Muutos kohdistuu myös suoraan asiantuntijatyön sisältöön, autonomiaan, ammatilliseen kehitykseen ja ammatti-identiteettiin. Onnistunut tekoälyn käyttöönotto voi edellyttää sisäistä motivaatiota ja luottamusta siihen, että teknologia tukee asiantuntijuutta eikä pelkästään korvaa sitä. Samalla on tunnistettava riskit asiantuntijuuden muutoksessa, esimerkiksi ”de-skilling” -ilmiö (Crowston ja Bolici 2025, Ferdman 2026), missä jatkossa tekoälyn suorittamien tehtävien vaatima osaaminen voi kadota ihmisasiantuntijoilta. Myöskin alalle tulevien uusien osaajien ja opiskelijoiden kehittymiseen voi kohdistua muutoksia. Kun junior-tason tietotyötä tekevien ja alalle tulevien tehtävät automatisoituvat ensimmäisenä, voi heidän työllistymis ja urakehitys edellyttää perinteistä poikkeamista. Lopulta, mikäli ihmiseltä katoaa kyky kriittisesti ohjata agentisointia, sekä arvioida tekoälyn tuottamien ehdotusten laatua ja seurauksia, voi syntyä systemaattisesti virheellisesti toimivia järjestelmiä, joille ei ole riittävää valvontajärjestelmää.

Näiden muutosten ymmärtämiseksi raportti etenee teoreettisen viitekehyksen ja asiantuntijatyöpajojen kautta kohti synteisiä. Lopputuloksena esitettävän ekosysteemimallin tavoitteena on tukea alan toimijoiden kykyä uudistaa rooleja ja liiketoimintamalleja, sekä luoda pohjaa aiheen tulevalle tutkimukselle ja opeukselle.

1.1 Tutkimuksen aihe ja tausta

Tutkimus tarkastelee, miten erikoistuneet ja ”lokalisoidut” tekoälyratkaisut muuttavat rakennusalan perinteisiä toimintamalleja ja koko liiketoimintaekosysteemiä. Tekoälyä ei nähdä tässä vain yksittäisenä työkaluna, vaan koko toimialaa uudistavana voimana, mikä kytkeytyy vahvasti KIRA-alan ajankohtaisiin teemoihin kielimalleista ja tiedonhallinnasta. Aiempi tutkimus on osoittanut, että tekoäly voi päihittää ihmisasiantuntijan tietyissä tehtävissä, kuten rakennushankkeiden riskienhallinnassa (Nyqvist ym. 2024b) ja lokalisoinnilla voidaan ylittää näidenkin vakiomallien kyvykkyydet, sekä mahdollistaa domainspesifien toimintojen

agentisointia. Nykyisessä tutkimuksessa on kuitenkin aukko: tiedämme vielä rajallisesti siitä, miten nämä teknologiset edistysaskeleet integroidaan osaksi laajempaa, aiemmin vahvasti ihmistoimijakeskeistä ekosysteemiä.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen päätavoitteena on määritellä ja mallintaa rakentamisen uutta tekoälyvetoista liiketoimintaekosysteemiä sekä osoittaa, miten lokalisoitujen ja domain-spesifillä, eli tiettyyn toimialaan ja sen erityisasiantuntijuuteen kohdistuvalla, tiedolla rikastettujen tekoälyratkaisujen integrointi muuttaa toimintaympäristöä ja liiketoimintaa. Keskeisenä pyrkimyksenä on siirtää tarkastelu yksittäisten yritysten sisäisestä tehokkuudesta koko ekosysteemin tasolle ja tunnistaa ne uudet mekanismit, joita tämä murros edellyttää.

Tutkimus on rajattu tarkastelemaan tulevaa toiminnan dynamiikkaa erityisesti ekosysteemin ydinkerroksessa, joka muodostuu tilaajasta (rakennushankkeeseen ryhtyvä, kiinteistön omistaja, käyttäjän edustaja), rakennuttajasta (rakennuttajakonsultti tai sisäinen vastaava liiketoiminnan osa) ja suunnittelijasta (esimerkiksi arkkitehti- ja erikoissuunnittelijatoimistot). Näiden kolmen perinteisen toimijanluokan lisäksi työssä tunnistetaan ja käsitellään ekosysteemin uusia rooleja, kuten skaalaaajia, mahdollistajia sekä fasilitaattoreita. Toimijoiden ja heidän välisensä suhteiden järjestelmällisessä analyysissä sovelletaan Ecosystem Pie Model -viitekehystä (Talmar ym. 2020), joka kattaa viisi pääkategoriaa: (1) resursit, (2) arvonluonti, (3) arvon kaappaus, (4) riippuvuudet ja (5) riskit (uhat).

Päätutkimuskysymys on:

- Miten lokalisoitujen tekoälyratkaisuiden integrointi voi muovata rakennusalan liiketoimintaekosysteemiä?

Päätutkimuskysymystä tuetaan ja tarkennetaan seuraavilla alakysymyksillä:

- Millaisia uusia rooleja, liiketoimintamalleja ja arvonluonnin tapoja tekoälyvetoinen ekosysteemi mahdollistaa rakennusalan yrityksille?
- Mitkä ovat keskeisimmät tiedonhallinnan, sopimisen ja riskienhallinnan haasteet ja mahdollisuudet siirryttäessä kohti uutta toimintamallia?

2

Aineisto ja menetelmät

Tutkimus toteutettiin laadullisena ja eksploratiivisena (ilmiötä alustavasti hahmottavana) tutkimuksena, jonka tavoitteena on mallintaa rakentamisen tekoälyvetoista liiketoimintaekosysteemiä. Laadullinen lähestymistapa on perusteltu, koska tutkimuksen kohteena on kompleksinen, vasta muotoutumassa oleva ilmiö: lokalisoitujen tekoälyratkaisujen ja erikoistuneiden tekoälyagenttien vaikutus rakennusalan tietotyökeskeiseen tilaaja-rakennuttaja-suunnittelija ekosysteemiin. Koska ilmiöstä ei ole vielä vakiintuneita mittareita tai laajaa empiiristä aineistoa, tutkimuksessa painotetaan asiantuntijoiden tulkintoja, kokemuksia ja tulevaisuussuuntautuneita arvioita. Ekosysteemimallinnus, hyödyntäen mukautettua versiota ecosystem pie modelista (Talmar ym. 2020) toimii menetelmällisenä välineenä, jolla nämä havainnot jäsennetään kokonaisuudeksi.

Tutkimusprosessi eteni aikajärjestyksessä tammi–kesäkuun 2026 aikana. Tutkimus toteutettiin kolmivaiheisena prosessina:

- (1) Kirjallisuuskatsaus, teoreettinen tutkijavetoinen konseptointi ja alustavan ekosysteemimallin muodostaminen.
- (2) Empiirinen asiantuntijakeskeinen alustavan ekosysteemimallin rikastaminen ja validointi työpajojen avulla.
- (3) Työpajatuloksien synteesi lopulliseksi malliksi ja johtopäätöksiksi.

Tämä rakenne antaa kuvan siitä, että tutkimus ei perustu pelkästään kirjallisuuteen eikä yksittäisiin asiantuntijakommentteihin, vaan kirjallisuuden ja käytännön yhdistämiseen.

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa tammi–maaliskuussa 2026 toteutettiin kirjallisuuskatsaus ja tutkijavetoinen konseptuaalinen mallinnus. Kirjallisuuskatsauksessa käytiin läpi tieteellisiä julkaisuja, keskittyen erityisesti rakennusalan digitaaliseen transformatioon, tekoälyyn, liiketoimintamalleihin ja ekosysteemin muutokseen. Tämän vaiheen tarkoituksena ei ollut vain koota aiempaa tutkimus-

ta, vaan muodostaa alustava konseptuaalinen malli siitä, miten tekoäly voisi muuttaa tilaaja-rakennuttaja-suunnittelija-ekosysteemiä. Tämä malli rakennettiin ”alustavaksi olkiukkomalliksi”: se ei ollut lopullinen tulos, vaan tarkoituksellisesti keskustelua herättävä ja testattava rakenne seuraavaa vaihetta varten.

Huhti–toukokuussa 2026 toteutettu työpajaprosessi muodosti tutkimuksen empiirisen pääaineiston. Työpajamenetelmän valinta on perusteltu sillä, että tekoälyvetoinen ekosysteemimuutos ei ole yhden toimijan näkökulmasta ymmärrettävissä, vaan se edellyttää eri osapuolten välistä keskustelua, vastakkainasettelujen näkyväksi tekemistä ja yhteisen ymmärryksen rakentamista. Työpajat mahdollistivat sen, että osallistujat eivät ainoastaan vastanneet tutkijan valmistelemaan malliin ja kysymyksiin, vaan myös reagoivat toistensa näkemyksiin, täsmensivät oletuksia ja tunnistivat riippuvuuksia, jotka eivät välttämättä nousisi esiin yksilöhaastatteluissa. Työpajojen perusrakenne koostui tutkijan alustuksesta ja alustavan mallin esittelystä, sekä keskustelusta.

Työpajoihin osallistuneet asiantuntijat edustivat tutkimuksen rajauksen kannalta keskeisiä toimijaryhmiä: tilaajia ja kiinteistönomistajia, rakennuttamisen johtoa, rakennuttajakonsultointia, suunnitteluorganisaatioita, suunnittelun innovaatiojohtoa sekä tekoälyn ja tietojohdamisen kehittämistehtäviä. Osallistujajoukon soveltuvuus perustuu siihen, että se kattoi tilaaja-rakennuttaja-suunnittelija-akselin keskeiset roolit sekä toi mukaan datan, teknologian ja tekoälykehittämisen näkökulmia. Rajauksena on kuitenkin todettava, että työpajat eivät kattaneet koko rakennusalan arvoketjua, vaikka niissä tunnistettiin myös urakoitsijoiden, käyttäjien, teknologiatoimittajien, dataintegraattorien ja standardoijien merkitys ekosysteemin laajempina toimijoina. Työpajoihin osallistui 3–6 yritysedustajaa per tilaisuus, sekä aina 2 Rakennustietosäätiön tutkijaa. Työpajat kestivät aina kaksi tuntia.

Työpajojen tuottama laadullinen aineisto analysoitiin. Aineisto muodostui työpajamuistiinpanoista, keskustelujen aikana tehdyistä havainnoista, osallistujien täsmennyksistä sekä ekosysteemitaulukon kirjauksista. Mallia tarkennettiin iteratiivisesti niin, että se kuvasi paremmin asiantuntijoiden huomioita. Analyysin tavoitteena ei ollut tuottaa tilastollista yleistystä, vaan muodostaa käytännönläheinen ja siirtokelpoinen asiantuntijatiedolla validoitu ekosysteemitason malli.

Tutkimuksen kolmantena vaiheena oli synteesisivaihe. Tässä vaiheessa kirjallisuudesta nousevat teoriakäsitteet ja työpajojen empiiriset havainnot yhdistettiin lopulliseksi ekosysteemimalliksi.

Tutkimuksen luotettavuutta tukee toteutettu asiantuntijavalidointi: alustavaa mallia testattiin ja kommentoitiin sellaisten toimijoiden kanssa, jotka edustavat tutkimuksen kannalta keskeisiä rooleja ja joilla on käytännön kokemusta ja ai-

heeseen liittyvää liiketoiminnan johtamisen kokemusta ja vastuuta. Aineiston rajallisuus on kuitenkin myös tunnistettava: työpajat eivät edusta koko toimialaa, ja osallistujien näkemyksiin on voinut vaikuttaa tekoälyn uutuusviehätys tai organisaatiokohtainen positio. Nopean teknologisen kehityksen vuoksi on myös mahdollista, että jotkin johtopäätökset voivat muuttua lyhyelläkin aikavälillä.

3

Tulokset

Tässä luvussa esitettävät tulokset on muodostettu kirjallisuuskatsauksen, asiantuntijatyöpajojen ja ekosysteemimallinnuksen synteessä. Lukuun on koottu tutkimuksen kannalta keskeiset päälöydökset ja niiden tulkinnat. Laajempi tulostaulukko (ekosysteemimallinnus) on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä 1. Tulosten pohjalta on lisäksi rakennettu räätälöity tekoäly, virtuaalinen liiketoiminnan muutoskonsultti.

Tulosten perusteella tekoälyn vaikutus ei näyttäydy vain yksittäisten työvaiheiden automatisointina. Keskeinen havainto on, että tekoäly voi muuttaa koko ekosysteemin painopistettä. Käyttö siirtyy kapeista yksittäisistä rutiineista kohti yritysten toimintojen agentisointia, jossa järjestelmät suorittavat itsenäisesti osia prosesseista. Tämän muutoksen myötä toimijoiden keskeiseksi kilpailueduksi nousee uusi toimintajärjestelmä, jolla tarkoitetaan datan hallinnan ja yrityksen oman, automatisoitavan asiantuntijaosaamisen integraatiota. Juuri tämä erityisosaaminen määrittää sen toimintalogiikan, jonka avulla agentisoitu prosessi saadaan toimimaan oikein ja luotettavasti. Näiden kyvykkyyksien pohjalta rakentuvat myös uudenlaiset ekosysteemikumppanuudet.

Tilaaaja-rakennuttaja-suunnittelija-ekosysteemin tekoälyvetoista muutosta ohjaa uusi, jaettu tavoitetila. Koko uuden rakenteen ja toimintamallin ytimessä on ekosysteemin yhteinen arvolupaus: ”Ennakoiva ja datapohjainen rakentaminen, jossa turvallinen tekoälyekosysteemi poistaa rutiinivetoisuuden ja skaalaa tilaajan, rakennuttajan ja suunnittelijan asiantuntijuuden tuottavuutta ja arvoa.” Keskeinen ajatus on, että vanhalla toimintalogiikalla ei voida saavuttaa uuden teknologian täyttä potentiaalia, vaan arvolupauksen lunastaminen voi edellyttää uudenlaisia rooleja ja toimintoja ekosysteemin toimijoiden välillä, jotka ovat tulleet mahdolliseksi tämän teknisen innovaation seurauksesta.

Tulosluvun rakenne etenee siten, että ensin käsitellään tulokset tilaaja-rakennuttaja-suunnittelija-ekosysteemin ydintoimijoittain. Tämän jälkeen muut ekosysteemin toimijat, ja lopuksi kootaan koko ekosysteemiä koskevia yleisiä tuloksia.

3.1 Tilaaja-rakennuttaja-suunnittelija liiketoimintaekosysteemi

Ekosysteemin ydintoimijat muodostavat perinteisesti toisistaan riippuvaisen kokonaisuuden. Tilaaja määrittää hankkeen tarpeet, tavoitteet, rahoituksen ja omistajan näkökulman. Rakennuttaja puolestaan toimii hankkeen organisoijana ja koordinoijana varmistaen tilaajan tavoitteiden käytännön toteutuksen. Suunnittelija tuottaa tekniset ja toiminnalliset ratkaisut sekä muuntaa tavoitteet valmiiksi suunnitelmiksi, joiden pohjalta hanke voidaan lopulta toteuttaa. Vaikka tämä työnjako ei ole koskaan ollut täysin jäykkä, tekoälyn myötä toimijoiden väliset rajat voivat alkaa hämärtyä entisestään.

Tekoäly muuttaa tätä perinteistä dynamiikkaa siirtämällä painopistettä yksittäisistä asiantuntijasuorituksista agentisoinnin, datan jatkuvan virtautuksen ja järjestelmän toimintaa ohjaavan päätöksenteon orkestrointiin. Tekoälyagenttien kyvykkyydet kehittyvät yleisistä työkaluista kohti itsenäistä toimijuutta, mikä mahdollistaa yhä monimutkaisempien ja kapea-alaisempien toimialakohtaisten asiantuntijatehtävien suorittamisen. Agentisoidussa järjestelmässä esimerkiksi tilaaja, rakennuttaja ja suunnittelija voivat toimia ja toteuttaa hanketta siten, että heidän digitaaliset agenttinsa analysoivat itsenäisesti lähtötietoja, sovittavat yhteen suunnitelmia ja reagoivat muutoksiin reaaliajassa ilman manuaalisia välivaiheita. Tämän syvenevän agentisoitumisen myötä rutiinityö automatisoituu, ja toimijoiden perinteiset roolit voivat määrittyä uudella tavalla, mitä tarkastellaan seuraavaksi ydintoimija kerrallaan.

Tämän agentisoidun työnkulun käytännön toteuttaminen edellyttää toimijoiden välisen yhteistyön ja toimintatapojen nykyistä tarkempaa määrittelyä sekä prosessien määrämuotoistamista. Onnistunut automaatio vaatii eri prosessien välisen input- ja output-tietosisältöjen eksplisiittistä ja vakioitua kuvaamista. Koska tekoälyagenttien toiminta perustuu järjestelmälliseen ja rakenteelliseen tietoon, ekosysteemin osapuolten on tärkeää sopia tietovirroista sekä määritellä, mitä tietoa kukin prosessi vaatii käynnistyäkseen ja mitä se tuottaa seuraavalle toimijalle.

3.1.1 Tilaaja

Tilaaja asemoituu ekosysteemin ankkuriksi ja kiinteistön elinkaaridatan omistajaksi, kuten tutkimuksen tuloksia kokoava Taulukko 1 (myöhemmin luvussa) osoittaa. Tilaajan rooli perustuu jatkossa yhä pääoman hallintaan, investointipäätöksiin ja hankkeiden käynnistämiseen, mutta myös elinkaaridatan hallintaan, jota muut toimijat hyödyntävät omien tekoälyagenttiansa opettamiseen, suunnitteluratkaisujen optimointiin ja riskien ennakoointiin. Tilaajan ja kiinteistön omistajan hallussa oleva tieto olemassa olevasta kiinteistökannasta, käyttäjätarpeista, ylläpidosta, energiankulutuksesta, vastuullisuudesta, korjaushistoriasta ja päätöksenteon perusteista voi muuttua tekoälyn aikakaudella keskeiseksi resurssiksi. Tekoäly tarvitsee toimiakseen käyttökelpoista dataa, ja siksi tilaajan kyky kerätä, jäsentää, omistaa ja jakaa dataa voi vaikuttaa koko ekosysteemin toimintaan.

Esimerkki tilaajan elinkaaridatan arvosta

Kun kiinteistöomistaja käynnistää uuden kouluhankkeen, suunnittelua ei aloiteta puhtaalta pöydältä. Tilaaja antaa hankkeen tekoälyagenteille pääsyn kiinteistömassansa elinkaaridataan eli "organisaation muistiin". Agentit analysoivat hetkessä aiempien kohteiden korjaushistorian, energiankulutuksen ja käyttäjäpalautteet. Tämän datan pohjalta tekoäly ohjaa suunnittelijoita välttämään aiemmin ylläpidollisesti kalliiksi osoittautuneita ratkaisuja ja tuottaa elinkaariarvoltaan optimoituja simulaatioita suoraan investointipäätösten tueksi.

Tilaajan aseman vahvistuminen ei kuitenkaan tapahdu automaattisesti. Jos tilaajan data on heikkolaatuista tai tietoturvarajoitteiden vuoksi vaikeasti hyödynnettävää, tekoälyn potentiaali voi jäädä rajalliseksi. Tilaajan kannalta keskeiseksi tehtäväksi voi nousta oman tietopääoman haltuunotto: on tiedettävä mitä tietoa on olemassa, missä muodossa se on, kuka sitä voi käyttää ja millä ehdoilla.

Tietopääoman haltuunoton lisäksi tilaajan on kyettävä uudistamaan hankinta-, sopimus- ja hallintomallejaan. Erityisesti julkisissa hankinnoissa totuttujen hankintatapojen muuttaminen on havaittu ongelmalliseksi tekoälyn nopean kehitystahdin vuoksi. Tilaajan on tällä hetkellä vaikea määritellä objektiivista kriteeristöä, jolla toimittajien tekoälykyvykkyyksiä ja niiden todellista laatua voitaisiin vertailla ja laatupisteyttää syrjimättömästi tarjousvaiheessa. Tämä haaste korostuu pit-

kissä, useita vuosia kestävässä puitesopimuksissa ja kumppanuuksissa. Koska teknologia kehittyy vauhdilla, on käytännössä hankalaa ennakoida, millä tasolla tekoälyratkaisut ovat pitkän sopimuskauden loppupuolella. Tämä ennakointivaikeus tekee perinteisistä, staattisista hankintakriteereistä riittämättömiä tekoälymurroksen johtamisessa.

Tekoäly voi tässä yhteydessä toimia tilaajalle strategisena ”organisaation muistina”, joka ratkaisee yhden rakennusalan pitkäaikaisimmista ongelmista: projektien välisen tiedonkulun katkeamisen ja toistuvien virheiden tekemisen. Perinteisesti arvokas hiljainen tieto, hankkeiden opit ja tehtyjen ratkaisujen pitkän aikavälin seuraukset ovat hajallaan pirstaleisessa dokumentaatiossa tai pahimmillaan poistuvat organisaatiosta asiantuntijoiden vaihtaessa työpaikkaa. Tekoälyn avulla tämä massiivinen ja usein rakenteistamaton aineisto, kuten menneiden vuosikymmenten kokousmuistiot, huoltokirjat, käyttäjäpalautteet ja toteutuneet kustannukset, voidaan indeksoida ja muuttaa aktiiviseksi, tekoälyagenttien ymmärtämäksi dataksi. Kun tilaaja käynnistää uuden investointihankkeen, tämä tekoälyavusteinen organisaation muisti kykenee välittömästi syntetisoimaan aiemmat opit ja syöttämään ne suoraan osaksi uusien suunnitelmien ohjausta, riskianalyysia ja päätöksentekoa. Tämä mahdollistaa todellisen jatkuvan oppimisen, jossa aiemmat onnistumiset ja virheet ohjaavat reaaliaikaisesti tulevaa arvonluontia.

”Organisaation muisti” konkretisoituu yrityksen kuratoituna datana, jota käytetään tekoälymallien räätälöintiin, joka voi toimia myös lokalisointina (katso Nyqvist ym. 2025c). Yleiset tekoälymallit eivät nykyisellään yksinään riitä ratkomaan rakennusekosysteemin lokaaleja erityistarpeita, vaan ne tarvitsevat toimiakseen syvän, domain-spesifin kontekstin. Domain-spesifisyydellä viitataan tässä yhteydessä myös laajaa toimialakohtaisuutta syvempään, tarkasti rajattuun asiantuntijuusalueeseen tai tehtäväkontekstiin. Kyse ei ole vain yleisestä rakennusalanasta, vaan tekoäly voidaan räätälöidä hallitsemaan hyvinkin spesifejä erityisvaatimuksia, esimerkiksi vaikkapa tietynlaisten vaativien leikkaussalien suunnittelulogiikkaa. Tämä ymmärrys rakennetaan organisaation omista aineistoista, kuten hankedokumentaatiossa, asiantuntijaohjeistoista ja tyyppiratkaisuista aikaansaaduilla syntetisoiduilla tietokokonaisuuksilla, joiden avulla tekoälylle annetaan tarkat tiedot siitä, miten sen tulee kyseisessä ympäristössä ja tehtävissä toimia.

Agentisoinnin onnistuminen nojaa vahvasti tähän oman tiedon integrointiin esimerkiksi noutopohjaisen tekstingeneroinnin (Retrieval-Augmented Generation, RAG) avulla. Kun tekoäly kytketään laadukkaaseen tietopääomaan, se kykenee tuottamaan asiantuntijoiden tarpeisiin osuvampia ja turvallisempia ratkaisuja. Vaikka domain-spesifin datan kuratointi ja mallien validointi vaatii asiantuntija-

työtä, tämä räätälöinti on edellytys sille, että tekoäly muuttuu yleisestä apurista luotettavaksi asiantuntija-agentiksi. Kuratoidun taustatiedon lisäksi tekoälyagentit tarvitsevat toimintalogiikan, esimerkiksi yksinkertaisimmillaan systeemprompit. Näillä ohjataan yksittäisiä räätälöityjä tekoälyagentteja tietotyöhön liittyvien tarkempien tehtävien suorittamiseksi, mutta myös korkeamman kypsyystason ratkaisuita. Tästä esimerkkinä on laajempien multiagenttisten työnkulkujen, eli useamman erikoistuneen tekoälyagentin yhteistoimintaan perustuvien prosessien (multi-agent workflow), luominen ja ohjelmistonkäyttökyvykkyyksien lisääminen osaksi yksittäisten tehtävien ja näistä tehtävistä muodostuvien kokonaisprosessien agentisointia.

Tämä tilaajan lokalisoitu tietopääoma voi säteillä hyötyjä koko ekosysteemiin. Kun suunnittelijoille ja rakennuttajille avataan rajattu pääsy organisaation muistiin, he voivat ajaa omia agentisoituja järjestelmiään tehokkaammin. Koska tekoäly ymmärtää suoraan kyseisen tilaajan spesifit tarpeet ja historian, eri osapuolten järjestelmien suorittamat tehtävät personoituvat automaattisesti tilaajalle sopiviksi. Tämä vähentää tiedon tulkintavirheitä ja suoraviivaistaa hankkeeseen liittyviä toimintoja.

Arvon kaappauksen näkökulmasta tilaajan saavuttamat hyödyt voidaan kiteyttää kahteen pääalueeseen: uusien hankkeiden optimointiin sekä kiinteistön elinkaaren aikaiseen hallintaan. Ensimmäisissä vaiheissa, tarveselvityksessä, hankesuunnittelussa ja toteutuksessa, tekoäly mahdollistaa laadukkaammat ja kustannustehokkaammat projektit. Tekoäly voi esimerkiksi simuloida kymmeniä eri vaihtoehtoja ja niiden vastuullisuusvaikutuksia investointipäätöksen tueksi, tai tunnistaa riskejä massiivisesta hankeaineistosta. Toisessa vaiheessa käytön aikana arvo syntyy käyttäjän paremmasta palvelemisesta ja kiinteistön ylläpidon tehostamisesta. Esimerkkinä tästä tekoäly voi yhdistää talotekniikan dataa ja käyttäjäpalautteita optimoidakseen energiankulutuksen automaattisesti, tai se voi ennakoida huoltotarpeet (esimerkiksi LVI-laitteiden kulumisen) jo ennen kuin ne aiheuttavat häiriöitä tilojen käyttäjille. Tämä hankkeiden ja kiinteistöjen ylläpidon kokonaisvaltainen muutos voi siirtää tilaajan hankintalogiikkaa asiantuntijoiden työtuntien ja mekaanisten suoritteiden ostamisesta yhä vahvemmin kohti lopputulosten, tuotetun arvon ja elinkaarivaikuttavuuden hankintaa.

Visio: Kehityspolku kohti rakennusagenttia

Tulevaisuudessa riittävä domain-spesifi data voi mahdollistaa kehityspolun, jossa hanke huipentuu kiinteistönomistajalle luovutettavaan "rakennusagenttiin". Polku voi edetä siten, että projektin aikana kertynyt riittävä kiinteistökohtainen tietokokonaisuus siirretään tilaajan salkkuun aktiiviseksi toimijaksi. Tämä tekoälyagentti hyödyntää kertyneitä historiatietoja ja reaaliaikaista dataa ylläpidon ja käytön ohjaamiseen. Näin rakennuksesta muodostuu parhaimmillaan itseään ohjaava, autonominen kokonaisuus, joka optimoi elinkaariarvoaan tilaajan asettamien tavoitteiden mukaisesti.

Tilaajan roolin muutokseen liittyy kuitenkin myös uusia ongelmia. Jos tilaaja alkaa edellyttää tekoälyn käyttöä hankkeissa tai arvioida toimittajiensa tekoälykyvykkyksiä, sen on kyettävä määrittelemään, mitä hyvä tekoälyn käyttö käytännössä tarkoittaa. Esimerkiksi tarjouskilpailuvaiheessa pelkkä toimittajan ilmoitus tekoälyn hyödyntämisestä ei vielä takaa asiantuntijatyön laatua. Tilaajan tulisi pystyä arvioimaan, toimiiko tekoäly hankkeessa vain irrallisina työkaluina vai kattavammin integroituna toimintoihin. Käytännössä tämä tarkoittaa kykyä arvioida toimittajan käyttämän datan laatua sekä sitä, onko tarjoajalla selkeä inhimillinen laadunvarmistusprosessi ("human-in-the-loop") tekoälyn mahdollisten virheiden ja hallusinaatioiden varalta. Kun asiantuntijoiden perinteisten CV:iden rinnalle tulevat myös heidän käyttämänsä tekoälyagentit ja niiden kyvykkyudet, tilaajalta vaaditaan täysin uudenlaista osaamista näiden digitaalisten työparien luotettavuuden ja laadun pisteyttämiseen.

Tilaajan on jatkossa osattava arvioida paitsi tekoälyllä tuotetun tiedon luotettavuutta, myös ihmisen tekemän validoinnin riittävyttä. Tilaajan tulee varmistaa, että hankkeessa on käytössä ns. human-in-the-loop -malli, jossa tekoälyn suoritamat analyysit ja ehdotukset alistetaan ihmisasiantuntijan kriittiselle arvioinnille ja lopulliselle päätöksenteolle. Tämän lisäksi arvioinnin on katettava tietoturva, datan käyttöoikeudet sekä mahdolliset syrjimättömyyskysymykset, jotka korostuvat erityisesti julkisissa hankinnoissa. Tilaajan vahvistuva rooli ekosysteemin ankkurina lisää siten merkittävästi paitsi tilaajan ohjausvaltaa, myös uudenlaisia vastuita toimintamallien laadunvarmistajana.

Yhtenä vaihtoehtona jatkuvalle ja kattavalle human-in-the-loop -varmennukselle ekosysteemiin voi syntyä uudenlaisia tekoälypalveluiden (AlaaS) liiketoimintamalleja. Näissä malleissa ihmisasiantuntija ei enää tarkasta jokaista yksittäis-

tä tekoälyn suoritetta, vaan laadunvarmistus kohdistuu koko systeemin luotettavuuteen. Mikäli automaatio tekee poikkeustilanteessa virheen, palveluntarjoaja ottaa siitä suoran vastuun ja korvaa vahingot ikään kuin omasta ”vakuutuksestaan”. Tämä on liiketoiminnallisesti kannattavaa, jos tekoäly tuottaa arvoa suoritus tehokkuudella ja tekee riittävän vähän suoritusvirheitä. Tilaajalle tämä avaa mahdollisuuden ostaa hankkeisiin tai kiinteistön ylläpitoon tehokasta ja laadullisesti vakuutettua tekoälytoimintaa.

Taulukko 1. Tilaaja tulostaulukko

Kategoria	Tuloksen kuvaus
Resurssit (mitä tuo ekosysteemiin?)	• Pääoma, tavoitteet, tontti ja projektien käynnistäminen. • Datan omistajuus: olemassa oleva kiinteistössä ja pitkän aikavälin elinkaaridata toimivat uuden tekoälyekosysteemin strategisena ”polttoaineena”. • Toimii digitaalisen ekosysteemin ankkurina, joka tarjoaa testialustoja (pilottihankkeita) uusien, lokalisoitujen AI-ratkaisujen kokeilulle ja jatkuvalle systeemille oppimiselle.
Arvonluonti (mitä tekee yhteisen tavoitteen eteen?)	• Siirtyä pelkästä tavoitteiden asettajasta aktiiviseksi datan orkestroijaksi, joka tekee nopeita, tekoälyn tukemia ja simuloituja investointipäätöksiä. • Ohjaa koko toimitusketjua vaatimalla hankinnoissaan avoimia rajapintoja, tekoälyvalmiuksia ja digitaalisten kaksosten käyttöä. • Luo suotuisat sopimukselliset puitteet arvon yhteisluonnille ja riskien jakamiselle (esim. allianssimallit), sillä AI-pohjainen siilojen murttaminen ei onnistu perinteisillä vastakkainasetteluun perustuvilla urakkasopimuksilla. • Koska data säilyy ja ”organisaation muisti” karttuu, voidaan tätä hyödyntää hankkeiden välillä, mutta myös kiinteistön ylläpidossa ja asiakaspalvelussa. • Tekoälyratkaisujen skaalaaminen projektikohtaisista kokeiluista yritystason strategiseen päätöksentekoon (esim. investointipäätösten tuki, sisäisten toimintojen optimointi ja kannattavuuslaskenta). • Vastuullisuustavoitteiden tukeminen analysoimalla ei-strukturoitua dataa tekoälyn avulla ja tuomalla nämä kyvykkyydet osaksi yhteisiä alustaratkaisuja.
Arvon kaappaus (mitä hyötyy tai saa itselleen?)	• Optimaalinen sijoitetun pääoman tuotto, käyttäjälähtöisempi lopputuote ja kiinteistön elinkaariarvon maksimointi (esim. tekoälyllä ja IoT:lla optimoitu ennakoiva ylläpito ja energiatehokkuus). • Siirtyminen asiantuntijoiden tuntiveloituksen maksamisesta lopputulos- ja arvopohjaiseen ostamiseen. • Ennennäkemätön läpinäkyvyys projektin laatuun, kustannuksiin ja aikatauluihin: AI-mallien luoma kyky nähdä koko prosessi ja vähentää perinteistä ”tiedon epäsymmetriaa” tilaajan ja toteuttajien välillä.

Kategoria	Tuloksen kuvaus
Riippuvuudet (ketä/mitä ilman ei pärjää?)	• Riippuvainen suojatuista pilvialustoista, jotka takaavat kyberturvallisuuden ja liikesalaisuuksien säilymisen, jottei arvokas elinkaaridata vuoda julkisiin tekoälymalleihin. • Täysin riippuvainen suunnittelijoiden ja rakennuttajien ("domain-eksperttien") kyvystä validoida AI:n tuottamat skenaariot – ihminen-kone -tiimit ovat pakollisia. • Riippuvainen muiden ekosysteemin osapuolten halukkuudesta ja rohkeudesta jakaa dataa avoimesti ja toimia yhtenäisten tietostandardien (esim. BIM-ohjeistukset) mukaisesti. • Asiakasyhteyttä. • Moniammatillisten tiimien rakentaminen: järjestelmien kehittäminen ja ylläpito vaativat teknisen IT-osaamisen (data-arkkitehdit ja analyttikot) sekä syvän liiketoiminta- ja prosessiosaamisen tiivistä yhdistämistä.
Riskit (uhat)	• Lock-in -riski valittuun alustaan tai tekoälytoimittajaan sekä perinteiset investointiriskit. • AI:n "musta laatikko" -päättökentä ja juridiset epäselvyydet: kuka kantaa vastuun, jos investointi tai turvallisuusratkaisu perustuu AI:n tekemään piilevään algoritmi- tai hallusinaatiovirheeseen? • Tilaajaosaamisen rapautuminen ja "totuusilluusio": riski sokeasta luottamuksesta koneen antamaan tietoon, jolloin eettinen pohdinta, riskien kriittinen arviointi ja kyky haastaa asiantuntijoiden ratkaisuja heikkenevät. • Prosessimuutoksen luominen on myös ongelmallinen, valtava harjoittelu ja opettelu. Ei pelkästään tekninen ongelma!

Tilaajan roolin muutos kiteyttää osaltaan koko ekosysteemin murroksen. Lokalisoitujen tekoälyratkaisujen myötä tilaajasta muotoutuu digitaalisen ekosysteemin ankkuri, jonka hallinnoima elinkaaridata on uuden arvonaluonnan moottori. Tämä mahdollistaa siirtymän perinteisestä asiantuntijoiden suoritteiden ostamisesta lopputulos- ja arvopohjaisiin liiketoimintamalleihin. Samalla tilaajalle avautuu mahdollisuus tehdä tekoälyavusteisia, simulaatioihin perustuvia investointipäätöksiä sekä ohjata hankkeen rakennus-, käyttö- ja ylläpitovaiheita tehokkaammin. Tämä dynaamisuus voi muovata merkittävästi rakennusalan yhteistyömalleja ja asettaa uusia vaatimuksia koko toimitusketjulle.

Käytännössä ankkurirooli tarkoittaa sitä, että tilaaja asettaa hankkeen digitaaliset vaatimukset ja datastandardit, jotka ohjaavat muiden toimijoiden ratkaisuja. Työpaikoissa nousi esiin, että juuri tilaajan eksplisiittiset vaatimukset toimivat muutoksen vauhdittajana, joka avaa uuden markkinan ja käynnistää ekosysteemin muodostumisen. Kun tilaaja edellyttää lokalisoitujen tekoälyratkaisujen hyödyntämistä ja elinkaaridatan hallintaa, toimitusketjun muiden osapuolten on pakko kehittää omia agentisoituja kyvykkyyksiään vastatakseen näihin tarpeisiin.

3.1.2 Rakennuttaja

Rakennuttaja asemoituu tekoälyvetoisessa ekosysteemissä ihmisistä ja tekoälystä koostuvien hybriditiimien orkestroijaksi, kuten osion lopussa esitettävä Taulukko 2 kiteyttää. Tekoälymurroksessa rakennuttajan tuottama arvo ei katoa, mutta sen tuottamisen painopiste muuttuu. Perinteiset ihmisen suorittamat palvelut, kuten muistioiden tuottaminen, aikatauluseuranta, rutiininomainen dokumenttien läpikäynti ja tiedon välittäminen, voivat osin tai kokonaan automatisoitua. Tällöin rakennuttajan keskeiseksi tehtäväksi nousee ihmisten, organisaatioiden, järjestelmien ja erilaisten tekoälyagenttien muodostaman kokonaisuuden hallinta. Käytännössä tämä tarkoittaa tekoälyagenttien suorittamien tehtävien valvontaa, niiden tuottamien tulosten asiantuntijälähtöistä kuratointia sekä järjestelmien jatkokouluttamista. Rakennuttaja ei enää ainoastaan johda perinteistä hanketta, vaan varmistaa sen, että tieto liikkuu oikein, päätökset perustuvat ymmärrettäviin ja relevantteihin lähtötietoihin ja tekoälyn tuottamat ehdotukset kytkeytyvät suoraan hankkeen tavoitteisiin. Rakennuttaja siis määrittelee ”mitä tietoa tilataan, miltä aliagenteilta ja millä reunaehdoilla”.

Tämä hankeohjausprosessin uudistuminen tarkoittaa siirtymää passiivisesta seurannasta proaktiiviseen datavetoiseen ohjaamiseen. Käytännössä rakennuttaja koordinoi hanketta sovittamalla yhteen automatisoidut rutiinit, kuten reaaliaikaiset kustannus- ja aikataulusimulaatiot, sekä ihmisiltä vaadittavan päätöksenteon. Orkestrointi ei siten ole pelkkää teknistä rajapintojen hallintaa, vaan asiantuntijuutta, jolla varmistetaan eri osapuolten ja heidän tekoälyagenttiansa suuntautuminen kohti hankkeelle asetettuja tavoitteita.

Tekoälyekosysteemissä rakennuttajan rooli korostuu ”human-in-the-loop”-periaatteen varmistajana. Vaikka tekoäly voikin tukea rakennuttajaa merkittävästi esimerkiksi hankedokumenttien tulkinnessa, mahdollisten riskien ennakkoinnissa, päätöksentekoaineistojen valmistelussa, kokousaineistojen jäsentämisessä ja eri osapuolten tuottaman tiedon yhdistämisessä, lopullinen vastuu ei koskaan voi siirtyä järjestelmälle. Rakennuttajan kriittiseksi tehtäväksi jää siis varmistaa, että tekoälyn tuottamaa tietoa arvioidaan kriittisesti. Tehdyillä päätöksillä on aina vastuullinen inhimillinen omistaja, eikä hankkeen tilannekuva missään vaiheessa perustu pelkkään koneellisesti tuotettuun ”totuusilluusion”.

Tuottavuuden näkökulmasta rakennuttajan potentiaali muuttuu merkittävästi ja palvelu skaalautuu. Kun rutiinikoordinaatio ja toistuva dokumenttityö kevenevät, voi sama asiantuntijatiimi johtaa suurempia kokonaisuuksia, useampia tietovirtoja ja monimutkaisempia hankkeita laadun kärsimättä. Tämä voi yhtäältä lisätä rakennuttajan tuottavuutta ja toisaalta mahdollistaa asiantuntijoiden panoksen

kohdistamisen laadukkaampaan ohjaukseen. Samalla muutos voi vaikuttaa rakennuttajakonsultoinnin ansaintalogiikkaan: jos konsultin tuottama arvo ei enää synny ensisijaisesti tuntimäärästä vaan nimenomaan kyvystä hallita monimutkaista tietoa, hankeriskejä ja tekoälyavusteisia prosesseja, voivat myös hinnoittelun ja hankinnan perusteet siirtyä kohti lopputulos- ja arvopohjaista mallia.

Ansaintamallien muutos haastaa rakennuttajakonsultit pohtimaan uudelleen palveluidensa hinnoittelua ja arvonmäärittystä. Muutoksen alkuvaiheessa tekoälyä ensimmäisenä hyödyntävät ”edelläkävijät” saavuttavat kilpailuetua, kun ne kykenevät tuottamaan saman laadun nopeammin, jopa pitäen nykyiset tunti hinnat voimassa, mikä kasvattaa niiden katetasoja. Tämä kilpailuetu on kuitenkin väliaikainen: kun tekoälyn käyttö vakiintuu koko alalla ja rutiinityön kustannukset laskevat, paine tarjoushintojen alentamiseen kasvaa. Tämän ”sulamisen” välttämiseksi rakennuttajakonsulttien on siirryttävä tavoitetunteihin perustuvasta myynnistä kohti arvopohjaista laskutusta (esimerkiksi tavoitehintamallit tai jatkuvat datapohjaiset optimointipalvelut). Osa konsulttiyrityksistä voi jopa kehittää tekoälyagenttinsa niin pitkälle, että ne alkavat myydä projektinjohtokyvykkyytään osittain AlaaS -mallilla, tarjoten ihmisasiantuntijatyön sijaan tekoälypalvelua.

Tässä yhteydessä on olennaista erottaa perinteisen asiantuntijapalvelun tehostaminen ja puhdas AlaaS-toimintalogiikka toisistaan. Perinteiset rakennuttajakonsultit nojaavat todennäköisesti jatkossakin ihmisasiantuntijuuteen, jolloin tekoälyn rooliksi jää toistuvan rutiinityön automatisointi ihmisvetoisten toimintojen taustalla. Puhtaassa AlaaS-lähestymistavassa arvonluonnin logiikka sen sijaan muuttuu: tekoälyagentit eivät toimi vain ihmisen apureina, vaan ne ovat tiettyihin tehtäviin tai kokonaisiin prosesseihin räätälöityjä itsenäisiä ratkaisuja, joita myydään asiakkaalle ilman ihmistyöpanosta. Tällainen asiantuntija-agentti voi olla koulutettu esimerkiksi valtavalla määrällä museosuojeltujen hankkeiden dataa, jolloin asiakas ostaa palvelun nimenomaan kyseisen agentin yliveraisen tehtävän suoritustehokkuuden ja kapea-alaisen erikoisosaamisen vuoksi. Tulevaisuudessa tämä kehitys voi johtaa malliin, jossa esimerkiksi tilaajat, rakennuttajayritykset ja suunnittelutoimistot rakentavat uudenlaisia hybridiorganisaatioita kokoamalla hankekohtaiset resurssinsa useilta eri AlaaS-palveluntuottajilta hankituista tekoälyagenteista.

Rakennuttajan muuttuviin vastuihin kuuluu se, että asiantuntijan on ymmärrettävä aiempaa paremmin muun muassa datan laatua, käytettävän tekoälyn käyttörajoja, tietoturvaa, järjestelmäarkkitehtuuria sekä tekoälyn käytön sopimuksellisia vaikutuksia. Jos tekoäly esimerkiksi tekee virheellisen tulkinnan asiakirjoista, käyttää vanhentunutta ja puutteellista dataa tai tuottaa vakuuttavan, mutta täysin väärän yhteenvedon (”hallusinaation”), vastuu virheestä on selvitettävä.

Rakennuttajan uusi kyvykkyys voikin olla tekoälyavusteisen prosessin hallinta: sen määrittäminen mitä voidaan automatisoida, mitä ihmisen pitää validoida, kuka loppukädessä päättää ja miten prosessin jäljitettävyyden varmistetaan.

Sisäisen prosessinhallinnan lisäksi rakennuttajan on kyettävä ohjaamaan pirstaleista asiantuntija- ja aliurakointiverkostoa uudessa tekoäly-ympäristössä. Koska ekosysteemin eri osapuolilla voi olla käytössään omia, itsenäisesti räätälöityjä järjestelmiä, rakennuttajan vastuulla on varmistaa, että toimijoiden tuottama data ja agentisoidut prosessit integroituvat hankkeen yhteiseen tietovirtaan. Tämä edellyttää digitaalisen toimitusketjun ohjausta, yhteisten pelisääntöjen asettamista sekä rajapintojen hallintaa, jotta vältetään tiedon siiloutumiselta.

Rakennuttajan kyky toimia ekosysteemin orkestroijana voikin olla riippuvainen tilaajan tarjoaman lähtödatan laadusta sekä eri toimijoiden järjestelmien yhteentoimivuudesta. Ilman luotettavaa, rakenteellista dataa ja yhtenäisiä tietostandardeja agentisoitujen prosessien ohjaaminen voi osoittautua vaikeaksi. Lisäksi rakennuttaja on edelleen vahvasti riippuvainen suunnittelijoiden inhimillisestä substanssiosaamisesta, sillä tekoäly ei toistaiseksi kykene itsenäisesti ratkomaan kaikkia poikkeustilanteita tai kantamaan juridista vastuuta tehdyistä päätöksistä.

Rakennuttajan arvon kaappaus laajenee perinteisistä tuntipohjaisista asiantuntijapalkkioista omien palveluprosessien tuotteistamiseen ja skaalaamiseen. Rakennuttaja voi standardisoida asiantuntijapalvelunsa ja myydä hankkeelle valmiiksi konfiguroidun digitaalisen infrastruktuurin eli eräänlaisen "AI stackin". Tämä mahdollistaa validoitujen hankeohjausagenttien, tietomallipohjaisten tarkastusprosessien ja valmiiden digitaalisten pelisääntöjen lisensoinnin suoraan hankkeen käyttöön, mikä synnyttää uutta ja monistettavaa arvonkaappauksen logiikkaa.

Taulukko 2. Rakennuttaja tulostaulukko

Kategoria	Tuloksen kuvaus
Resurssit (mitä tuo ekosysteemiin?)	• Projektinjohton syväosaaminen, hankintaverkostot ja ymmärrys monimutkaisista rakennusprosesseista. • Kyky johtaa ihminen-tekoäly-hybriditiimejä: yhdistää tekoälyn laskentatehon ihmisen kontekstisidonnaiseen ymmärrykseen ja tilannetajuun. • Sosiaalinen pääoma ja luottamus: Toimii inhimillisenä lukkona tilaajan ja suunnittelijoiden/urakoitsijoiden välillä. Tekoäly ei voi rakentaa luottamusta, jota uusien digitaalisten alustojen käyttöönotto vaatii.

Kategoria	Tuloksen kuvaus
Arvonluonti (mitä tekee yhteisen tavoitteen eteen?)	- Pystyy toteuttamaan nykyiset tehtävät nopeammin ja laadukkaammin. Mahdollistaa sen, että voidaan keskittyä tarkemmin hankkeen erityispiirteisiin, riskeihin ym. koska perustekeminen on enemmän prosessoitua. - Nousee ekosysteemin orkestroijaksi. Rakentaa ”organisaattoriagenttien” logiikan: määrittelee, mitä tietoa tilataan, miltä aliagenteilta ja millä reunaehdoilla. - Valjastaa AI-agentit ennakoivaan hallintaan: tekee dynaamista aika-tilatusta, tekoälyn kykyihin perustuvaa kustannuslaskentaa ja reaaliaikaista epävarmuuksien hallintaa pelkän reaktiivisen seurannan sijaan. - Purkaa tiedon silloja ja integroi toimitusketjua varmistaen datan automaattisen virtauksen suunnittelusta työmaalle. Tämä mahdollistaa prosessien hyperpersonoinnin, eli tiedon ja ratkaisujen tarkan, tekoälyavusteisen räätälöinnin juuri tietyn yksittäisen toimijan tai tilanteen tarpeisiin. - Luottamuksen rakentaminen ja yhteistyön edellytyksien mahdollistaminen. Jos rutiinitehtäviä vapautuu aikaa automatisaatiolla, niin ihmisasiantuntijat voi käyttää työaikaansa ihmisten kohtaamiseen, paikan päällä havainnointiin (vuorovaikuttamiseen), luovaan työhön.
Arvon kaappaus (mitä hyötyy tai saa itselleen?)	- Palvelun skaalautuvuus: kun AI tuottaa rutiinidokumentaation ja skenaariot hetkessä, sama asiantuntijatiimi voi johtaa useampia hankkeita laadun kärsimättä. - Siirtymä tuntiveloituksesta arvopohjaiseen hinnoitteluun: katetasot nousevat, kun mekaaninen työ ulkoistetaan koneelle ja rakennuttaja myy tilaajalle taattua laatua ja parempaa ennustettavuutta. - Mahdollisuus tarjota staattisen projektijohdon sijaan jatkuvia, dataan perustuvia optimointipalveluita ja reaaliaikaisia simulaatioita. Myös perinteisten sopimusmallien ulkopuolella (AlaaS). - Saa uutta dataa hankkeista (positive feedback loop vahvistaa yrityksen systeemitasoista kilpailukykyä). - Palveluprosessien tuotteistaminen: siirtymä tuntipohjaisesta konsultoinnista skaalautuvaan liiketoimintaan lisensoimalla hankkeille valmiita työkaluja ja menetelmiä. ”AI stackin” myynti: valmiiksi konfiguroidun digitaalisen infrastruktuurin, kuten validoitujen hankeohjausagenttien ja automatisoitujen tarkastusprosessien, tarjoaminen suoraan hankkeen käyttöön. - Digitaalisten pelisääntöjen hallinta: toimiminen ekosysteemin luotettavana digitaalisena koordinaattorina, mikä oikeuttaa uudenlaisen roolin ja korvauksen hankkeessa.

Riippuvuudet (ketä/mitä ilman ei pärjää?)	• Tilaajan datastrategia ja lähtötiedot: Osin riippuvainen tilaajan tarjoamasta "organisaation muistista" ja tavoitteista. Ilman laadukasta elinkaaridataa ja selkeitä reunaehdotuksia rakennuttaja ei voi konfiguroida ja ohjata ekosysteemin tekoälyagentteja täysin hankekohtaisesti lokalisoidusti. • Suunnittelijoiden substanssiosaaminen: Riippuvainen muiden toimijoiden human-in-the-loop -validoinnista. Rakennuttaja orkestroijaksi prosesseja, mutta ei kykene yksin kantamaan vastuuta tai arvioimaan kapea-alaisen tekoälyn (esim. LVI- tai rakennesuunnittelun) tulosten oikeellisuutta ja mittakaavavirheitä. • Yhteentoimivat alustat ja avoimet rajapinnat: Orkestrointi ei ole tehokasta, jos tieto ei virtaa organisaatorajojen yli. Riippuvainen digitaalisesta infrastruktuurista ja integraattoreista, jotka estävät datan siiloutumisen urakkarajoille. • Määrämuotoiset tietosisällöt: Järjestelmä hyötyy yhteisistä sovitut input- ja output-standardeista. Jos rajapintojen yli siirtyvää tietoa ei ole vakioitu, vaarana on "garbage in, garbage out" -ilmiö koko hankkeessa. • Ekosysteemin luottamus: riippuvainen kaikkien osapuolten halukkuudesta jakaa tietoa läpinäkyvästi hybriditiimeissä ilman pelkoa IPR-oikeuksien menettämisestä tai tiukoista vastakkainasetteluun perustuvista sopimusteknisistä rangaistuksista.
Riskit (uhat)	• "Garbage in, garbage out" -skaalautuminen: jos orkestroijan AI:lle antamat lähtötiedot (promptit) ja reunaehdot ovat puutteellisia, automaatio monistaa virheen välittömästi koko hankkeeseen. • Totuusilluusio: riski siitä, että tekoälyn itsevarmasti tuottama "hallusinaatio" hyväksytään kiireessä faktana ja viedään päätöksentekoon ilman kriittistä kognitiivista arviointia. • Roolin kapeneminen: jos rakennuttaja jää kiinni mekaaniseen laadunvalvontaan eikä kykene nostamaan osaamistaan strategiseen sidosryhmäjohtamiseen ja AI-operaattoriksi, rooli on vaarassa automatisoitua pois. • Jos tehdäänkin kapeammin töitä ja otetaan useampia hankkeita niin on riski, että aiheuttaa uupumusta. • Mistä uusien osaajien kompetenssi syntyy, jos tekoäly tekee sen osan työt? Miten koulun penkiltä osaajaksi ja mitä se tulevaisuuden osaaminen on jatkossa? • Arvopohjaisen palvelun "arvon" määrittely voi olla hankala. • Kannibalisaatio tuntiöissä. • IPR riidat (kuka saa käyttää mitä tietoa ja miten, tiedon omistajuus).

Taulukossa mainittu prosessivirheiden skaalautuminen kytkeytyy vahvasti niin sanottuun totuusilluusioon silloin, kun tekoälyagentti on pohjustettu tai räätälöity virheellisellä datalla. Mikäli agentin käyttämän kontekstidatan laatu on puutteellista, järjestelmä tuottaa tilaajan todellisten tavoitteiden vastaisia, mutta

asiantuntijalle ulkoisesti erittäin vakuuttavalta näyttäviä ratkaisuja. Tämä hämärtää ihmisen kykyä arvioida tulosten oikeellisuutta ja johtaa siihen, että väärään tietoon perustuva toiminta monistuu huomaamatta läpi hankkeen ja pilaa vinoumilla myös seuraavan hankkeen lähtödatan.

Rakennuttajan osalta tekoälyvetoinen ekosysteemi mahdollistaa täysin uusia arvonluonnin tapoja. Kun rutiinityö automatisoituu, rakennuttajan asiantuntijuus skaalautuu ja painopiste siirtyy ihminen-tekoäly -hybriditiimien orkestrointiin. Tämä roolimuuotos avaa ovia uusille liiketoimintamalleille, joissa tuntiveloitukselta voidaan siirtyä kohti tuotetun arvon ja taatun laadun myymistä. Arvoa luodaan purkamalla toimijoiden välisiä siiloja ja integroimalla tietoa entistä ennakoivammin tekoälyagenttien avulla koko hankkeen ja toimitusketjun läpi.

3.1.3 Suunnittelija

Suunnittelijan rooli muuttuu ekosysteemissä AI-operaattoriksi, tekoälyn kouluttajaksi sekä datan palveluistajaksi, kuten osion päätteeksi esitettävä Taulukko 3 kiteyttää. Tulevaisuudessa suunnittelijalta voidaan odottaa yhä enemmän esimerkiksi ”design for manufacturing” -osaamista, jotta tuotetulla datalla voidaan ohjata suoraan rakentamisen prosessia. Samalla suunnittelutiedon arvo laajenee, kun rikastettua asiantuntijadataa hyödynnetään saumattomasti kiinteistön myöhemmässä ylläpidossa. Työn painopiste siirtyy siten manuaalisesta mallintamisesta suunnitteluperiaatteiden määrittelyyn ja datavirtojen hallintaan.

Siinä missä rakennuttaja orkestroi laajaa hankekokonaisuutta, suunnittelijan asiantuntijuus perustuu syvään erikoistumiseen tietyllä alalla, kuten rakenne-, LVI-, arkkitehtuuri- tai energiasuunnittelussa. Tämän tulevaisuuden kilpailuedun ytimessä on toimistokohtainen tietopääoma, kuten omat tyyppiratkaisut ja strukturoitu aiemmin hiljaisena ollut tieto. Tämän datapääoman avulla tekoälymallit räätälöidään agentisoituihin tehtäviin. Arvo syntyy kyvystä opettaa malleille erikoistunutta tietoa.

Vaikka räätälöidyt mallit tuottavat pitkälle vietyjä ratkaisuja, järjestelmän turvallisuus nojaa suunnittelijan human-in-the-loop -rooliin. Ilman syvää substanssiosaamista vaarana on, ettei asiantuntija tunnista virheiden todellista mittakaavaa, kuten kriittisiä poikkeamia rakenteiden kantavuuksissa tai ilmanvaihtojärjestelmän virtauksissa. Koska tekoälyavusteisessa suunnittelussa paholainen piilee yksityiskohdissa, ihmisen tekemä laadunvarmistus, tekoälyn tuottaman aineiston validointi ja ammatillinen harkintakyky voivat korostua entisestään.

Muutoksen seurauksena suunnittelutoimistojen kilpailuetu voi siirtyä perinte-

sestä tuotantokapasiteetista syvään asiantuntijuuteen, paikallisen kontekstin ymmärtämiseen ja kykyyn aktivoida yrityksen omaa suojattua tietopääomaa. Kun tavanomaiset suunnittelurutiinit automatisoituvat, lisäarvo syntyy hiljaisen tiedon ja aiempien hankkeiden oppien koodaamisesta tekoälyyn. Tämä tarkoittaa käytännössä esimerkiksi kykyä opettaa malleille, millä spesifeillä tuotevalinnoilla ja tyyppiratkaisuilla hanke voidaan toteuttaa nopeammin. Arvo muodostuu siten toimialakohtaisen kokemuksen ja räätälöidyn domain-datan yhdistämisestä.

Tämä kehitys muuttaa suunnittelutoimistojen välisen kilpailun eräänlaiseksi evolutiiviseksi kilpailuksi. Teknologian varhaiset omaksujat saavat aluksi etumatkaa tehostamalla prosessejaan, mutta hyötyjen muuttuessa alan perustasoksi kilpailuetu siirtyy yhä vaativampiin erikoistumisalueisiin. Tulevaisuudessa markkinoilla ei kilpailla yleisellä kapasiteetilla, vaan ekosysteemissä ostetaan hyvin tarkasti kohdennettua erikoisosaamista, kuten tiettyyn rakennustyyppiin, esimerkiksi kouluhankkeisiin, hienoviritettyjä tekoälyagentteja sekä niiden tuottamien tulosten kriittistä arviointia.

Suunnitteluorganisaatioissa myös juniorien ja seniorien muuttuva työnjako nousee merkittäväksi tekijäksi. Nuorten, uransa alussa olevien asiantuntijoiden rooli voi muuttua enemmän tekoälyn käyttäjiksi, testaajiksi ja kouluttajiksi, mutta tähän liittyy merkittävä asiantuntijuuden rapautumisen riski ("de-skilling"). Jos oppimisen kannalta tärkeät rutiinitehtävät katoavat kokonaan ennen kuin juniorille ehtii kehittyä syvälinen alan perusteiden ja syy-seuraussuhteiden ymmärrys, ns. ammatillinen intuitio ei välttämättä kehity tarpeeksi. Seniorien rooli puolestaan yhä korostuu substanssin, ymmärryksen mittakaavasta, suunnitteluperiaatteiden hallinnan ja loppulaadun varmistajana. Tärkeä havainto on, että tekoäly voi parhaimmillaan nopeuttaa oppimista, mutta väärin käytettynä myös rapauttaa kriittistä asiantuntijuutta.

Esimerkki asiantuntijuuden rapautumisen riskistä

Kun nuori suunnittelija laatii tekoälyavusteisesti rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmää tai kantavia rakenteita, automaatio tuottaa valmiit mallit ja laskelmat nopeasti. Jos kokemuksen tuoma rutiiniosaaminen puuttuu, juniori ei välttämättä tunnista tekoälyn tekemää mittakaavavirhettä virtausmäärissä tai kuormituksissa, sillä tietomalli näyttää visuaalisesti valmiilta ja oikealta. Koska ratkaisuissa paholainen piilee yksityiskohdissa, virheet voivat edetä suoraan toteutukseen ilman kokeneen seniorin tekemää kriittistä laadunvarmistusta.

Suunnittelijaan liittyy tekoälyn myötä myös erityisiä riskejä. Keskeisiksi teemoiksi nousevat suunnittelupäätösten jäljitettävyys, tekoälymallien selitettävyys (pystytäänkö auditoimaan mitä dataa ja sääntöjä on käytetty), tekoälyn väärinymmärrykset tai ”hallusinaatiot”, monimutkaistuva vastuunjako juridisessa ”mustassa laatikossa” sekä asiakkaan tarve ymmärtää miksi tiettyihin päätöksiin on päädytty. Koska rakennusvirheet voivat olla erittäin kalliita ja niiden vaikutukset voivat ulottua vuosikymmenien päähän, ei tekoälyn käyttö suunnittelussa voi nojata pelkkään tekniseen tehokkuuteen. Suunnittelijan arvo syntyy jatkossa juuri siitä, että hän kykenee yhdistämään tekoälyn tuottaman tehokkuuden ja nopeuden ihmisen kriittiseen harkintaan, luovuuteen ja aidosti vastuulliseen päätöksentekoon.

Taulukko 3. Suunnittelija tulostaulukko

Kategoria	Tuloksen kuvaus
Resurssit (mitä tuo ekosysteemiin?)	- Syvä asiantuntemus (domain-expertise), luovuus ja ongelmanratkaisukyky yllättävissä poikkeustilanteissa. - Lokalisoidun opetusdatan ja tietopääoman hyödyntäminen: Suunnittelutoimiston oman hiljaisen tiedon, ohjeistusten ja tyyppiratkaisujen siirtäminen tekoälymallien opetusmateriaaliksi. Tämä opettaa järjestelmän ylittämään geneeriset standardiratkaisut, määrittää agenttitoimien työkulkujen toimintalogiikan ja toimii alustana uuden tiedon luomiselle. - Juridinen pätevyys ja vastuunkanto: tekoäly tai algoritmi ei voi toimia pääsuunnittelijana saati vastata rakenteiden turvallisuudesta oikeudessa – tähän tarvitaan inhimillistä leimaa.
Arvonluonti (mitä tekee yhteisen tavoitteen eteen?)	- Muuttuu piirtäjästä AI-operaattoriksi: Kouluttaa ja valvoo kapea-alaisia aliagentteja (esim. LVI- tai paloturvallisuusagentti), jotka tekevät rutiininomaisen generoinnin. Toimijalla säilyy konseptioijan ja ohjaajan rooli. - Toimii ekosysteemin kriittisenä ”human-in-the-loop” -laadunvarmistajana, auditoi algoritmien ehdotukset ja karsii tekoälyn hallusinaatiot. - Keskittyy moniammatilliseen vuorovaikutukseen, arvon konseptointiin sekä tilaajan tavoitteiden kääntämiseen tekoälyn ymmärtämiksi reunaehdoiksi (prompteiksi). - Fyysisen ympäristön havainnointi ja ihmisten välinen vuorovaikutus.
Arvon kaappaus (mitä hyötty tai saa itselleen?)	Massiivinen tuottavuusloikka: vapautuminen mekaanisesta tietomallintamisesta vapauttaa aikaa korkeamman jalostusarvon strategiseen konsultointiin ja luovaan työhön

Kategoria	Tuloksen kuvaus
Arvon kaappaus (mitä hyötyy tai saa itselleen?)	- Uudet ansaintamallit (AI-as-a-Service (AlaaS): mahdollisuus paketoida toimiston huippuasiantuntijoiden tieto kapeiksi tekoälyagenteiksi ja lisensoida niitä eteenpäin ekosysteemin muille toimijoille. - Mahdollisuus siirtyä tunneista veloittamisesta ”tuotetun arvon ja laadun” mukaiseen laskutukseen.
Riippuvuudet (ketä/mitä ilman ei pärjää?)	- Riippuvainen tekoälyagenttien kyvykkyydestä ja siitä, kuinka luotettavasti mallit ymmärtävät mm. paikallisia rakennusmääräyksiä, domäsinpesifejä toimintatapoja (taustatiedot tehtävien suoritusperiaatteet). - Auditointavuus: On voitava varmistaa mallien tulokset. Lisäksi pitää pystyä jäljittämään, mitä dataa ja agentin toimintaperiaatteita käytettiin, jotta koko järjestelmää voidaan parantaa palautesilmukan avulla. - Riippuvainen alustan ja ekosysteemin tarjoamasta luotettavasta IPR-suojasta (immateriaalioikeudet), jotta toimiston elintärkeä suunnitteludata ei valu esimerkiksi julkisiin tekoälymalleihin. - Vaatii toimiakseen yhteistyötä ja jaettuja tietostandardeja mm. tilaajan ja rakennuttajan kanssa.
Riskit (uhat)	”De-skilling” eli osaamisen rapautuminen: Jos tekoäly hoitaa perusmallinnuksen, miten uransa aloittavat junior-suunnittelijat oppivat alan perusteet, rutiinit ja ymmärryksen syy-seuraussuhteista? Ei kehity ”intuitio tuloksien oikeellisuudesta”. - Juridinen ”musta laatikko”: vastuukysymykset, jos rakennusvirhe johtuu tekoälyn tekemästä piilevästä päättelyvirheestä, jota asiantuntija ei laadunvarmistuksessa huomannut. - Työn arvon inflaatio: Riski siitä, että asiakkaat olettavat tekoälyn ”tekevän työn ilmaiseksi”, ja suunnittelijan rooli nähdään pelkkänä mekaanisena tarkastajana, jolloin asiantuntijatyön hinta romahtaa. - IPR-oikeuksien ja kilpailuedun menettäminen, jos tekoälylle syötetty data kouluttaa muiden toimistojen kilpailevia malleja. Myös pohjamallien kehityksen vaikutus domainspesifiin agentisointiin.

Suunnittelijoiden kohdalla liiketoimintamallien uudistuminen näkyy erityisen selvästi. Arvonluonti ei jatkossa perustu mekaaniseen mallintamiseen, vaan kykyyn ohjata tekoälyagentteja ja toimia kriittisenä ”human-in-the-loop” -laadunvarmistajana. Täysin uutena liiketoimintamallina toimistot voivat paketoida ja lisensoida omaa paikallista erikoisosaamistaan muille toimijoille kapeiden tekoälyagenttien muodossa (AlaaS). Uusi toimintamalli tuo kuitenkin merkittävän riskienhallinnallisen haasteen asiantuntijuuden rapautumisesta eli ”de-skilling” -ilmiöstä, mikäli oppimisen kannalta kriittiset rutiinit ulkoistetaan liian varhain koneelle.

3.2 Muut toimijat ekosysteemissä

Tekoälyvetoinen ekosysteemi ei rakennu pelkästään perinteisen tilaaja-rakennuttaja-suunnittelija -kolmikon varaan. Tekoälyn tehokas hyödyntäminen edellyttää ympärilleen lukuisia uusia mahdollistajia, jotka tarjoavat tarvittavaa teknologista infrastruktuuria, standardeja, koulutusta sekä tukea muutoksen läpivientiin. Nämä uudet toimijat voivat olla esimerkiksi täysin uusia startup-yrityksiä, olemassa olevien ohjelmistotalojen laajentuneita rooleja, tutkimusorganisaatioita, järjestöjä, säätiöitä tai julkisia toimijoita. Keskeistä on ymmärtää, että nämä toimijat vaikuttavat merkittävästi siihen, kuka lopulta saa tekoälystä suurimman hyödyn, kuka kantaa siihen liittyvät riskit ja millaiseksi alan yhteinen, digitaalinen toimintaympäristö ylipäättään muodostuu. Ydinasia on, että uuden arvontuoton syntyminen vaatii kokonaan uuden rakenteen ja toimijakokonaisuuden: vanhalla, olemassa olevalla rakenteella ja perinteisellä toimintalogiikalla ei ole mahdollista saavuttaa uuden tekoälyteknologian tarjoamia täysiä hyötyjä.

Vaikka tämä tutkimus on rajattu tarkastelemaan erityisesti tilaajan, rakennuttajan ja suunnittelijan muodostamaa ydinkolmikkoa, on tärkeää huomioida myös muut perinteiset ekosysteemin toimijat, kuten urakoitsijat, tuotetoimittajat ja loppukäyttäjät. Todellisuudessa ekosysteemin toimijoiden roolit eivät ole selkeärajaisia tai toisensa poissulkevia, vaan ne ovat usein hankemuodosta ja tilanteesta riippuen muuttuvia ja päällekkäisiä. Erityisesti urakoitsijan asema on tekoälymurroksessa keskeinen, sillä monissa toteutusmalleissa urakoitsija voi omaksua osia näistä kolmesta perinteisestä roolista, esimerkiksi ottamalla vastuun suunnittelusta tai osallistumalla rakennuttajan tehtäviin. Tekoälyvetoisessa toimintaympäristössä nämä perinteiset rajapinnat voivat hämärtyä entisestään.

Uusien toimijoiden nousu voi myös muuttaa ekosysteemin valtasuhteita. Jos tekoälyratkaisut, skaalautuvat data-alustat tai agenttiekosysteemit keskittyvät vain muutamien suurten teknologiatoimittajien hallintaan, rakennusalan toimijat voivat ajautua riippuvuussuhteisiin (vendor lock-in). Tällaisessa tilanteessa datan käyttö, järjestelmäarkkitehtuuri ja koko kehityksen suunta eivät ole enää täysin alan omien toimijoiden käsissä. Toisaalta yhteisesti sovitut standardit, avoimet rajapinnat ja toimialakohtaiset yhteishankkeet voivat olennaisesti vähentää tätä riskiä ja vahvistaa koko KIRA-alan kykyä hyödyntää tekoälyä itsenäisesti.

Ekosysteemin uuden dynamiikan kannalta verkostovaikutukset (network effects) ovat ratkaisevassa roolissa. Digitaaliset tekoälyalustat ja integroidut mallit jäävät käytännössä tehottomiksi, elleivät tilaajat, rakennuttajat ja suunnittelijat

luota niihin ja siirrä dataansa niiden hyödynnettäväksi. Jotta tämä koko toimialan laajuinen, arvoa kerryttävä verkostovaikutus pääsee järkevästi muodostumaan, ekosysteemiin tarvitaan välttämättä näitä uusia mahdollistavia toimijoita, kuten alustojen hallinnoijia ja dataintegraattoreita. Ne luovat yhteiset tekniset ja luottamukselliset puitteet, joiden avulla hajallaan oleva tieto voidaan yhdistää ja tekoälyn hyödyt saadaan aidosti skaalattua koko verkoston eduksi.

3.2.1 Skaalaajat ja mahdollistajat

Skaalaajina ja mahdollistajina ekosysteemissä toimivat uudet, erikoistuneet arvoverkoston jäsenet, jotka voidaan jakaa neljään pääkategoriaan. Näihin lukeutuvat (1) kapea-alaisia AI-agentteja ja AlaaS -palveluita tarjoavat yritykset, jotka myyvät puhdasta ”ihmisetöntä” tekoälykapasiteettia esimerkiksi kapeiden erillislaskentojen suorittamiseen ilman raskaiden ohjelmistokokonaisuuksien tarvetta. Lisäksi ekosysteemiin integroituvat (2) isojen tekoälymallien tarjoajat sekä datan ja alustan hallinnoinnista vastaavat integraattorit ja pilvitoimijat. Koska tekoälyn hyödyntäminen vaatii luotettavuutta, keskeisiksi toimijoiksi nousevat myös (3) kyberturvallisuusyhtiöt, jotka toimivat digitaalisen luottamuksen takaajina, sekä (4) tekoälyn auditointiin ja hallintoon (AI governance) erikoistuneet tahot, jotka vastaavat järjestelmien riippumattomasta laadunvarmistuksesta.

Skaalaajien ja mahdollistajien roolit ovat ekosysteemin kannalta ratkaisevia, sillä kaikki rakennusalan toimijat eivät pysty itse kehittämään omia tekoälymalliaan tai ylläpitämään laskentatehoa tai erikoisosaamista vaativaa infrastruktuuria. AlaaS tarjoaakin perinteisille toimijoille ”kognitiivista kapasiteettia palveluna”.

Tähän malliin liittyy kuitenkin merkittävä riippuvuus- ja lock-in-riski. Jos toimijat rakentavat keskeiset prosessinsa ja tietovirtansa yhden alustan, mallin tai toimittajan varaan, vaihtokustannukset voivat nousta erittäin korkeiksi ja oma neuvotteluasema toimittajaa kohtaan heikentyä. Lisäksi on arvioitava, missä määrin oma tietopääoma, mallien kouluttamiseen käytetty käyttödata ja tekoälyn lopulta tuottamat tulokset jäävät aidosti käyttäjäorganisaation omistukseen. Vaikka AlaaS voi tehokkaasti ratkaista osaamis- ja skaalautuvuusongelmia, samalla se voi siirtää merkittävän osan arvosta, ”data flywheel” -ilmiön (Xu ym. 2026) myötä syvenevästä kilpailuedusta ja kontrollista rakennusalan ulkopuolille teknologiatoimijoille.

Ekosysteemin kriittisinä mahdollistajina toimivat datan hallinnan, rajapintojen ja integraatioiden asiantuntijat, kuten pilvitoimijat. Tekoäly ei toimi tyhjiössä, vaan

se tarvitsee toimiakseen pääsyn ajantasaiseen, luotettavaan ja käyttökelpoiseen dataan. Rakennusallalla tämä tarkoittaa käytännössä esimerkiksi projektipankkien, tietomallien, kiinteistötietojärjestelmien, ympäristödatan, kustannustiedon, sopimusdokumenttien ja ylläpitodatan saumatonta yhdistämistä. Dataintegraattorien ja arkkitehtuuriosaajien rooli korostuu jatkossa, koska ilman toimivia avoimia rajapintoja ja tietoja tekoäly voi jäädä irralliseksi työkaluksi. Nämä toimijat fasilitoivat datavirtoja organisaatorajojen yli ja ratkovat järjestelmien yhteensopivuusongelmia.

Osana uutta ekosysteemiä ovat myös kyberturvallisuuteen ja tietosuojaan erikoistuneet yhtiöt, jotka toimivat digitaalisen luottamuksen takaajina. Erityisesti julkisissa, turvallisuuskriittisissä tai yhteiskunnallisesti merkittävissä kohteissa tekoälyn käyttöä voivat rajoittaa tiukat vaatimukset tietoturvasta, pilvipalveluiden käyttöehdot, datan fyysinen sijainti ja pääsynhallinta. Tämä voi toisaalta hidastaa tekoälyn käyttöönottoa, mutta samalla se voi synnyttää täysin uuden markkinan turvallisille, lokalisoiduille ja hallituille tekoälyratkaisuille, sekä ”Security-as-a-Service” -malleille ja kybervakuutuksille. Kriittisen infrastruktuurin suojaaminen edellyttää, että turvallisuus on integroitava sisään alustoihin heti alusta alkaen.

Tekoälyn auditointi- ja hallinnointiyhtiöt voivat nousta ekosysteemissä tärkeään rooliin tarjoamalla riippumatonta laadunvarmistusta. Näiden toimijoiden tehtävänä on arvioida tekoälyjärjestelmien tekninen oikeellisuus, ehkäistä hallusinaatioiden kertaantuminen sekä varmistaa toiminnan eettinen ja juridinen vaatimustenmukaisuus, kuten EU:n tekoällysäädöksen (AI Act) täyttyminen. Ne takaavat päätöksenteon ja vastuiden jäljitettävyyden ja voivat myydä osaamistaan esimerkiksi jatkuvina palvelusopimuksina (Auditing-as-a-Service) ja sertifiointeina. Auditoiden toiminta on kuitenkin vahvasti riippuvaista alan ”domain-ekspersteistä”, kuten suunnittelijoista, sillä monimutkaisten tekoälymallien ja ”mustan laatikon” päätelmiä on mahdotonta arvioida luotettavasti ilman syvää ymmärrystä rakennusalan todellisesta substanssista.

Kun rakennusalan yritykset siirtyvät yhä vahvemmin digitaalisiin, agentisoituihin ja datavetoisiin toimintamalleihin, niiden altistuminen kyberhyökkäyksille korostuu. Tekoälymallien kehittyessä myös kyberrikollisuuden hyödynnettävissä olevat kyvykkyydet ovat kasvaneet voimakkaasti (Sajadieh ym. 2026), mikä muodostaa kasvavan uhan alan toimijoille. Koska ekosysteemin yritysten keskeiset toiminnot ovat jatkossa datavetoisempia, esimerkiksi tietovuodot tai tekoälymallin tahallinen manipulointi (esimerkiksi ns. ”data poisoning”) voivat pahimmillaan lamauttaa yrityksen ydinprosesseja.

3.2.2 Fasilitaattorit

Järjestöillä ja säätiöillä (kuten Rakennustietosäätiö ja buildingSMART Finland) sekä julkisilla ja puolijulkisilla toimijoilla voi olla keskeinen rooli ekosysteemin fasilitaattoreina. Alan yhteiset organisaatiot voivat tukea tekoälymurrosta luomalla alalle yhteistä kieltä, edistämällä standardeja, kokoamalla eri toimijoita yhteen ja jakamalla riskiä erilaisissa kokeiluissa. Ne mahdollistavat sellaisia proof of concept -hankkeita, joihin yksittäiset yritykset eivät välttämättä yksin ryhtyisi. Näiden toimijoiden tuottama arvo ei ole ensisijaisesti yksittäisen teknologian rakentamisessa, vaan luottamuksen, yhteentoimivuuden ja ekosysteemin yhteisten pelisääntöjen vahvistamisessa.

Yhteisten ponnistusten merkitys korostuu, sillä monet tekoälyn rakennusallalle tuomat hyödyt edellyttävät toimijoiden välistä datan, standardien ja prosessien yhteensovittamista. Tällaisia yhteisiä ratkaisuja voivat olla esimerkiksi yhteiset tietokäytännöt, tekoälyvalmiit dokumentointivaatimukset, avoimet agenttikirjastot (open source -periaate), toimialakohtaiset taustatietoaineistot tai yhteiset arviointikriteerit tekoälyn käytölle julkisissa hankinnoissa. Fasilitaattorien tehtävänä onkin luoda edellytyksiä sille, ettei tekoälykehitys jää ainoastaan suurimpien tai teknisesti kyvykkäimpien toimijoiden kilpailueduksi, vaan että se vahvistaa koko ekosysteemin yhteistä toimintakykyä.

Fasilitaattoreiden tuottama yhteinen KIRA-alan "AI-pohjakerros", kuten standardoidut systeemipromptien kirjastot, ja rakentamisen vakioidut tekoälyagenttien toimintatavat (ns. perusagenttien pohjaversiot), voi madaltaa kynnystä tekoälyn käyttöönottoon. Kun rutiininomainen ja kaikille toimijoille yhteinen peruslogiikka on jo ratkaistu avoimesti, yksittäisten yritysten ei tarvitse aloittaa kehitystyötä nollasta. Tämä voi säästää resursseja ja mahdollistaa sen, että yritykset voivat hypätä suoraan oman kilpailuetunsa ytimeen: luomaan täysin yritys- ja domain-spesifijä, syvästi erikoistuneita tekoälyagentteja oman toimijakohtaisen asiantuntijuutensa päälle.

Tutkimuksen ja koulutuksen rooli (esim. yliopistot ja VTT) on osaamisen ja tukkevien tutkimustuloksien tuottajana. Tekoälymurros muuttaa alan osaamisvaatimuksia: jatkossa tarvitaan sekä teknologista ymmärrystä että vahvaa kykyä arvioida tekoälyn tuottamia ratkaisuja rakennusalan substanssin näkökulmasta. Tutkimus auttaa esimerkiksi tunnistamaan tekoälyn toimivia käyttötapauksia, arvioimaan riskejä, ratkomaan eettisiä kysymyksiä ja mallintamaan uusia liiketoimintamalleja. Koulutus puolestaan varmistaa, että tulevaisuuden asiantuntijat eivät opi ainoastaan käyttämään uusia tekoälytyökaluja, vaan myös ohjaamaan sekä ymmärtämään niiden rajoitteet, vastuut ja todelliset vaikutukset suunnittelun, rakennuttamisen ja tilaajatoiminnan laatuun.

Koulutuksen ja tutkimuksen erityisenä haasteena nousee esiin de-skilling -riski eli asiantuntijuuden rapautuminen. Jos tekoäly automatisoi täysin nuorten asiantuntijoiden harjoittelun, perusmallintamisen, dokumenttianalyysin ja vaihtoehtojen vertailun liian varhaisessa vaiheessa, heidän kykynsä kehittää omaa ammatillista intuitiota, mittakaavatajua ja kriittistä arviointikykyä voi merkittävästi heikentyä. Siksi koulutuksen tehtävänä ei ole vain nopeuttaa tekoälyn käyttöönottoa, vaan nimenomaan varmistaa, että syvällisen asiantuntijuuden perusta säilyy elinvoimaisena myös tekoälyavusteisessa työssä.

Tämän lisäksi koulutuksen ja tutkimuksen on pystyttävä vastaamaan tekoälyn asettamaan vauhtihaasteeseen. Perinteinen akateeminen tutkimus- ja opetussykli on vaarassa jäädä liian hitaaksi, jolloin tieto voi vanhentua jo ennen käytäntöön jalkautumistaan. Siksi oppilaitosten on siirryttävä opettamaan puhtaiden ohjelmistotaitojen sijaan laajempaa kriittistä tekoälylukutaitoa: tulevien asiantuntijoiden on ymmärrettävä mallien taustalla vaikuttavia vinoumia, algoritmien ”mustaa laatikkoa” sekä päätöksenteon eettisiä reunaehtoja. Näin varmistetaan, että ammattilaisilla säilyy ote ohjaamastaan prosessista myös teknologian murroksessa.

3.3 Tuloksien yhteenveto ja yleiset havainnot

Tulosten perusviesti on: Tekoälyvetoinen muutos ei ole pelkkä yksittäinen teknologinen lisä nykyiseen rakennusalan ekosysteemiin, vaan se voi muuttaa perustavanlaatuisesti toimijoiden välisiä riippuvuussuhteita ja arvionluonnin logiikkaa. Tilaajan asema vahvistuu elinkaaridatan haltijana ja ekosysteemin ankkurina. Rakennuttaja siirtyy perinteisestä koordinoinnista kohti ihmisten ja koneiden muodostamien hybridiprosessien orkestrointia. Suunnittelijan rooli puolestaan kehittyy tekoälyn ohjaamiseen, validointiin ja yhä syvempään substanssiin perustuvan kilpailuedun hyödyntämiseen. Samalla uudet teknologia-, data-, standardointi-, tutkimus- ja koulutustoimijat muuttuvat tärkeiksi, sillä tekoälyä ei voida skaalata ilman toimivaa infrastruktuuria, yhteisiä pelisääntöjä ja osaamisen jatkuvaa uudistamista.

Tuloksia läpileikkaavana havaintona korostuu muutos uuteen ja inhimillisen motivaation merkitys. Tekoälyn onnistunut käyttöönotto edellyttää, että organisaatiot kykenevät sopeutumaan muutokseen ilman, että asiantuntijuus, luottamus tai itse työn mielekkyys rapautuvat. Työntekijöiden kokemaa autonomiaa, kyvykkyyden tunne ja osallistuminen muutokseen ovat tässä ratkaisevia, koska tekoäly

kohdistuu suoraan asiantuntijatyön ytimeen. Jos tekoäly näyttäytyy organisaatiossa pelkkänä ihmisten korvaamisena tai lyhytnäköisenä kustannusleikkauksena, se synnyttää todennäköisesti vastarintaa. Jos se sen sijaan rakennetaan aidosti asiantuntijuutta vahvistavaksi työparimalliksi, se voi lisätä työn laatua, nopeuttaa oppimista ja kasvattaa toiminnan vaikuttavuutta (Dell’Acqua ym. 2025).

Ekosysteemin keskeiset uhat ja haavoittuvuudet liittyvät teknologian lisäksi luottamukseen. Näitä ovat muun muassa ”totuusilluusio” (eli tekoälyn tuottaman vakuuttavan, mutta virheellisen tiedon tai hallusinaation hyväksyminen faktana), kyberturvallisuus ja tietosuoja, datan vanhentuminen tai vinoutuminen, päätösten heikko jäljitettävyyys, vastuunjaon epäselvyys juridisessa ”mustassa laatikossa”, sekä yksittäisistä teknologiatoimittajista syntyvä lukkovaikutus (lock-in). Esiin nousevat myös eettiset kysymykset tekoälyavusteisessa päätöksenteossa ja jo mainittu asiantuntijuuden rapautuminen. Nämä riskit eivät poista tekoälyn tarjoamia valtavia hyötyjä, mutta ne muuttavat käyttöönoton ehtoja ratkaisevasti. Tekoälyä ei voida johtaa pelkkänä IT-projektina, vaan sen onnistunut hyödyntäminen edellyttää hallintamallia (AI governance), uusia sopimuksellisia ratkaisuja, osaamisen määrätietoista kehittämistä ja eri osapuolten välistä yhteistä luottamusta.

Vaikka lukkovaikutus (lock-in) ymmärretään usein ekosysteemin uhkana, se voi näyttäytyä edelläkävijöille myös tietoisena tavoitteena. Yhdistämällä oman ainutlaatuisen domain-datan, tiiviit kumppanuudet ja tekoälyagenttien suorituskyvyn, yritykset voivat luoda markkinoille vahvan kilpailuasetelman. Tämä valta-asema perustuu verkostovaikutuksiin ja ”data flywheel” -ilmiöön: mitä enemmän tekoälymallia hyödynnetään, sitä paremmaksi se oppii, mikä syventää kilpailuetua kiihtyvällä tahdilla (Xu ym. 2026). Tällaisen syvään tietopääomaan ja toimintojen agentisointiin nojaavan järjestelmän monistaminen voi olla haastajille vaikeaa, mikä voi siirtää ja keskittää ekosysteemin toimijoiden valtaa lukitusvaikutuksen ja verkostoeffektin omaavalle toimijalle.

Synteesinä voidaan todeta, kuten Taulukossa 4 myös esitetään, että tekoäly auttaa rakennusalaan siirtymään pirstaleisten, alusta alkavien projektien suorittamisesta kohti jatkuvaa, koko elinkaaren kattavaa arvonluontia. Tämän muutoksen ydin on siinä, että jatkossa ei opi enää pelkästään ihminen, vaan itse järjestelmä: Tekoäly kerää hankkeiden datan, tekee aiemmista virheistä ja onnistumisista päätelmiä ja opettaa ekosysteemiä jatkuvasti viisaammaksi. Tämän saavuttaminen edellyttää kuitenkin vakiintuneiden siilojen murtamista. Tilaajan, rakennuttajan, suunnittelijan, urakoitsijoiden ja teknologiatoimittajien on kyettävä sopimaan datan käytöstä, vastuunjaosta, laadunvarmistuksesta ja arvon jakautumisesta. Johtopäätös on, ettei tekoälyssä ole kyse vain yksittäisten tehtävien nopeutumi-

sesta, vaan liiketoimintaekosysteemin uudelleenjärjestymisestä. Kilpailuetu voi syntyä niille, jotka pystyvät rakentamaan palautekierron tekoälyn suorittamien tehtävien, datan ja ihmisasiantuntijan substanssiosaamisen välille.

Taulukko 4. Yhteenvedo KIRA-alan tilaaja-rakennuttaja-suunnittelija toimijaroolien muutoksesta tekoälyvetoisissa ekosysteemeissä.

Toimija	Perinteinen rooli (ennen tekoälyä)	Uusi rooli (tekoälyn aika-kaudella)	Muutoksen ydin
Tilaaja	Yksittäisten projektien tilaaja ja suoritteiden ostaja. Tietopääoma siiloutuu ja häviää hankkeiden välillä.	Ekosysteemin ankkuri ja "organisaation muistin" haltija. Ostaa elinkaariarvoa ja jatkuvaa oppimista.	Projektien tilaajasta elinkaaridatan omistajaksi.
Rakennuttaja	Hallinnollinen projekti-koordinaattori. Keskitetty perinteiseen ihmisten, aikataulujen ja paperidokumenttien pyörittämiseen.	Hybridiprosessien orkestroija. Vastaa tekoälyagenttien ja ihmisten saumattomasta yhteistyöstä sekä datan kulusta.	Rutiinivalvoijasta tekoäly- ja hybridiprosessien orkestroijaksi.
Suunnittelija	Manuaalisen mallinnuksen ja rutiiniratkaisujen tuottaja. Kilpailee pitkälti massalla ja tuotantokapasiteetilla.	Tekoälyn kouluttaja, syväasiantuntija ja datan palveluistaja. Vastaa koneen ehdotusten kriittisestä laadunvarmistuksesta (human-in-the-loop).	Tuotantokapasiteetista tekoälyn ohjaajaksi ja laadunvarmistajaksi.
Koko ekosysteemi	Pirstaleinen. Jokainen projekti aloitetaan alusta ja toimijat optimoivat vain omaa siiloaan.	Jatkuvasti oppiva. Virheistä ja onnistumisista kertyy automaattisesti dataa, joka tekee järjestelmästä ja seuraavasta hankkeesta viisaamman.	Siiloutuneista kertaprojekteista jatkuvasti oppivaksi ekosysteemiksi.

4

Johtopäätökset

KIRA-alan tietotyö voi olla siirtymässä vaiheeseen, jossa generatiivinen tekoäly ja siihen liittyvät lokaalisti erikoistuneet tekoälyagentit voivat muuttaa vakiintuneita toimintamalleja. Tämän tutkimuksen keskeinen tulos on, että tekoäly ei muuta rakennusalan tietotyötä vain yksittäisellä tehtävä- tai työkalutasolla, vaan se voi muuttaa koko tilaaja-rakennuttaja-suunnittelija-ekosysteemin arvonluonnin, tiedonhallinnan ja riskienjaon perusteita. Tekoäly automatisoi osin rutiinomaisten tietotyön, kuten manuaalisen dokumentaation ja toistuvat asiantuntijatehtävät, minkä seurauksena painopiste siirtyy ihmisten tekemien suoritteiden tuottamisesta kohti agentisoinnin orkestrointia, datan hallintaa ja human-in-the-loop -varmistettua päätöksentekoa.

Muutoksen ytimessä on toimijoiden roolien uudelleenmäärittely. Tilaajan rooli vahvistuu ja korostuu ekosysteemin ankkurina, sillä tilaaja hallitsee elinkaaridataa, josta muodostuu keskeinen resurssi. Tämä edellyttää tilaajalta datastrategian kehittämistä sekä hankintamallien siirtämistä tunti- ja suoriteperusteisuudesta kohti lopputuloksia ja datan laatua painottavia kriteerejä. Rakennuttajan rooli siirtyy hallinnollisesta projektikoordinoinnista kohti ihmisten, järjestelmien ja tekoälyagenttien muodostamien hybridiprosessien orkestrointia. Suunnittelijan kilpailuetu puolestaan painottuu yhä enemmän syvään substanssiosaamiseen, yrityskohtaiseen tietopääomaan, tekoälyn ohjaamiseen sekä suunnittelupäätösten jäljitettävyyden laadunvarmistukseen. Lisäksi uudet teknologia-, data- ja standardointitoimijat muuttuvat välttämättömiksi, sillä ekosysteemiä ei voida tehokkaasti skaalata ilman yhteistä infrastruktuuria ja pelisääntöjä.

Innovaatioteoreettisesti tekoäly on sekä kyvykkyyksiä vahvistava että olemassa olevia rakenteita disruptoiva murros. Laajassa kuvassa muutos rapauttaa sellaisten liiketoimintamallien arvon, jotka nojaavat puhtaaseen rutiinityöhön, kuten mekaaniseen asiakirjojen käsittelyyn tai toistuvaan perussuunnitteluun. Yksittäisten yritysten siiloutunut toimintatapojen päivitys ei kuitenkaan riitä. Onnistunut tekoälyvetoinen rakentaminen edellyttää laajempaa ekosysteemi-

tason siirtymää, jossa koko alan tiedonhallinta, roolitukset sekä yhteiset riskienjako- ja hankintamallit uudistetaan samanaikaisesti.

Ihmiskeskeisestä näkökulmasta tekoälyn arvo syntyy parhaiten silloin, kun se tukee asiantuntijan jatkuvaa oppimista ja kykyä hallita yhä monimutkaisempia hankekokonaisuuksia. Työntekijöiden sisäinen motivaatio ja kyvykkyyden kehitys ovat ratkaisevan tärkeitä. Jos tekoälyn käyttöönotto koetaan vain ihmisten korvaamisena, se voi synnyttää vastarintaa. Erityisenä haasteena on asiantuntijuuden rapautumisen eli ”de-skilling”-ilmiön riski. Jos oppimisen kannalta tärkeät tehtävät automatisoidaan, esimerkiksi nuorten asiantuntijoiden kyky kehittää ammatillista harkintakykyä voi häiriintyä. Tekoälyn integrointi tulisikin suunnitella niin, että se on selitettävää, tukee oppimista organisaatioissa ja tekee päätösten perusteet näkyviksi.

Tekoälyn tuomat mahdollisuudet kytkeytyvät uusiin merkittäviin riskeihin, jotka muuttavat teknologian käyttöönoton ehtoja. Erityisen kriittinen riski on ”totuusilluusio”, jossa tekoälyn tuottama vakuuttava mutta mahdollisesti virheellinen tai vanhentunut tieto hyväksytään sokeasti päätöksenteon pohjaksi. Rakennusallalla tällainen virhe voi kertaantua suunnittelupäätöksiin, riskianalyyseihin tai hankintoihin. Myös eettiset ja sopimukselliset vastuut on ratkaistava osana riskienhallintaa. Uutena suuntana nousee esiin AlaaS-malli, jossa teknologian tarjoaja tai järjestelmä ottaa kantaakseen virheiden taloudellisen riskin vakuutusluonteisesti. Vaikka tällainen riskin siirto on mahdollinen, vastuuta ei voi jättää vain epämääräisesti järjestelmälle, vaan se on juridisesti sidottava toimijoiden välisiin suhteisiin. Samalla ekosysteemin on turvattava avoimet rajapinnat välttyäkseen suljettujen teknologia-alustojen lukko vaikutuksilta.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että käynnissä oleva tietotyön murros ja toimintojen enenevä agentisointi pakottavat rakennusalan tarkastelemaan perusteitaan uudelleen. Alan on ratkaistava, miten pirstaleinen tieto saadaan virtaamaan, kuka lopulta hallitsee arvokasta elinkaaridataa ja missä asiantuntijuuden todellinen arvo jatkossa syntyy. Parhaimmillaan tekoäly auttaa alaa siirtymään pirstaleisista projekteista kohti jatkuvaa, elinkaariperusteista ja datavetoista arvonluontia sekä oppimista. Tämä siirtymä edellyttää siilojen murtamista ja yhteisiä pelisääntöjä muun muassa vastuulle, jäljitettävyydelle ja laadunvarmistukselle. Rakennusalan tekoälymuutos ei ole vain teknologinen asia, vaan se vaatii ekosysteemin ja liiketoimintamallien kokonaisvaltaista muotoilua. Tulevaisuuden kilpailuetu säilyy niillä toimijoilla, jotka uskaltaavat muotoilla liiketoimintamallinsa, osaamisensa ja roolinsa uudelleen tässä vauhdilla etenevässä maailmassa.

Tämän tutkimuksen tuloksien pohjalta tulevaisuuden tutkimustarpeet voidaan jakaa kolmeen. Ensimmäiseksi tarvitaan lisätutkimusta liiketoimintamallien ja ekosysteemin kehityksestä, jossa analyysi ulotetaan tämän työn rajauksen ulkopuolisiin toimijoihin, kuten urakoitsijan näkökulmaan sekä erilaisiin hybridi-rooleihin, joissa sama organisaatio voi omata useita rinnakkaisia rooleja. Samalla on tärkeää uskaltaa ajatella askeleittaisen kehityksen ulkopuolelta ja tutkia, voivatko uudenlaiset tekoälyvetoiset alustaratkaisut mahdollistaa alan ekosysteemille täysin uudenlaisen järjestäytymis- ja toimintalogiikan, joka luo alalle perustavanlaatuisen disruption. Toiseksi tarvitaan teknis-soveltavaa tutkimusta, joka keskittyy domain-spesifien agenttien räätälöintiin ja moniagenttisten työnkulkujen rakentamiseen. Tämän tutkimussuunnan tavoitteena on auttaa toimijoita toteuttamaan muutoksen edellyttämät tekniset ratkaisut matalilla kehityskustannuksilla ja helposti monistettavassa muodossa. Kolmanneksi katse on suunnattava yksilöihin ja inhimillisen muutoksen hallintaan, sillä ekosysteemin evoluutio ja liiketoimintamallien uudistuminen ovat kytköksissä siihen, miten ihmisten muutos tapahtuu. On tutkittava, miten ihmisten opetus ja osaamista kehitetään vastaamaan uutta tekoälyn aikaa, millaisia uusia osaamisvaatimuksia asiantuntijoille muodostuu ja mitä inhimillinen työ perimältään on aikakautena, jolloin kone suorittaa kasvavan osan aiemmin ihmisen tekemästä tietotyöstä.

Lähteet

- Abeynayake, D. N., Perera, B. A. K. S. & Hadiwattege, C. (2022). A roadmap for business model adaptation in the construction industry: a structured review of business model research. *Construction Innovation: Information Process Management*. 22(4), 1122–1137. <https://doi.org/10.1108/CI-05-2020-0077>
- Adner, R. (2023). *Winning the Right Game: How to Disrupt, Defend, and Deliver in a Changing World*. The MIT Press.
- Ancillai, C., Sabatini, A., Gatti, M. & Perna, A. (2023). Digital technology and business model innovation: A systematic literature review and future research agenda. *Technological Forecasting & Social Change*. 188(122307), 1–43. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122307>
- Antai, I., Lenka, S. & Achtenhagen, L. (2025). Digital platforms and the construction supply chain: trends and emerging themes in extant AEC research. *Construction Management and Economics*. 43(2), 113–129. <https://doi.org/10.1080/01446193.2024.2396592>
- Crowston, K. & Bolici, F. (2025). Deskillling and upskilling with AI systems. *Information Research* 30(iConf). 1009–1023. <https://doi.org/10.47989/ir30iConf47143>
- Dell’Acqua, F., McFowland III, E., Mollick, E., Lifshitz, H., Kellogg, K. C., Rajendran, S., Kraye, L., Candelon, F. & Lakhani, K. R. (2026). Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of Artificial Intelligence on Knowledge Worker Productivity and Quality. *Organization Science*. <https://doi.org/10.1287/orsc.2025.21838>
- Ferdman, A. (2026). AI deskillling is a structural problem. *AI & SOCIETY*. 41, 3001–3013. <https://doi.org/10.1007/s00146-025-02686-z>
- Koeleman, J., Ribeiro, M. J., Rockhill, D., Sjödin, E. & Strube, G. (2019). *Decoding digital transformation in construction*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/decoding-digital-transformation-in-construction>
- Nyqvist, R., Peltokorpi, A. & Seppänen, O. (2024). Integration of generative artificial intelligence across construction management. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1389(012011), 1–12. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1389/1/012011>
- Nyqvist, R., Peltokorpi, A. & Seppänen, O. (2024b). Can ChatGPT exceed humans in construction project risk management?. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 31(13), 223–243. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2023-0819>
- Nyqvist, R., Peltokorpi, A., Lavikka, R. & Ainamo, A. (2025a). Artificial intelligence driven platforms in the construction industry: implications for companies’ business models. *Construction Innovation: Information, Process, Management*. 25(7), 409–443. <https://doi.org/10.1108/CI-09-2024-0291>
- Nyqvist, R., Peltokorpi, A., Lavikka, R. & Ainamo, A. (2025b). Building the digital age: management of digital transformation in the construction industry. *Construction*

- Management and Economics. 43(4), 262–283. <https://doi.org/10.1080/01446193.2024.2416033>
- Nyqvist, R., Valkonen, T. & Peltokorpi, A. (2025c). Tekoäly rakentamisen johtamisessa: hyödyt, riskit ja vaadittavat kyvykkyydet. Building 2030 -osahankkeen loppuraportti. Aalto-yliopisto. https://www.aalto.fi/sites/default/files/2025-12/B2030-tekoaly-loppuraportti_2025.pdf
- Sajadieh, S., Fattorini, L., Perrault, R., Gil, Y., Parli, V., Santarlaschi, L., Pava, J., Maslej, N., Altman, R., Brynjolfsson, E., Brodley, C., Clark, J., Dignum, V., Kumar, V., Landay, J., Lyons, T., Manyika, J., Niebles, J. C., Shoham, Y., Tabassi, E., Wald, R., Walsh, T. & Weld, D. (2026). The AI Index 2026 Annual Report. AI Index Steering Committee, Institute for Human-Centered AI, Stanford University. <https://hai.stanford.edu/ai-index/2026-ai-index-report>
- Talmar, M., Walrave, B., Podoynitsyna, K. S., Holmström, J. & Romme, A. G. L. (2020). Mapping, analyzing and designing innovation ecosystems: The Ecosystem Pie Model. Long Range Planning. 53(4), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.09.002>
- Wafai, M. H. & Aouad, G. (2023). Innovation transfer in construction: re-interpreting factor-based research from the perspective of the social construction of technology (SCOT). Construction Innovation: Information Process Management. 23(5), 1323–1344. <https://doi.org/10.1108/CI-08-2017-0070>
- Xing, Y., Zhang, J. Z. & Wang, X. (2026). Digital innovation and transformation process in business growth: A systematic literature review and research agenda. Technovation. 151(103396), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2025.103396>

Liitteet

Liite 1. Tilaaja-rakennuttaja-suunnittelija liiketoiminnan ekosysteemimallinnus

Yhteinen arvolupaus: Ennakoiva ja datapohjainen rakentaminen, jossa turvallinen tekoälyekosysteemi poistaa rutiinityön ja skaalaa tilaajan, rakennuttajan ja suunnittelijan asiantuntijuuden tuottavuutta ja arvoa.

Eko-sys-teemin kerros	Toimijan rooli ekosys-teemissä	1. Resurssit (mitä tuo eko-systeemiin?)	2. Arvonluonti (mitä tekee yhteisen tavoitteen eteen?)	3. Arvon kaappaus (mitä hyötty tai saa itsel-leen?)	4. Riippuvuudet (ketä/mitä ilman ei pärjää?)	5. Riskit (uhat)
Ydintoi-mijat	1. Tilaaja (hankkee-seen ryhtyvä, kiinteistön omistaja, käyttäjän edustaja)	- Pääoma, tavoitteet, tontti ja projektien käynnistäminen. - Datan omistajuus: olemassa oleva kiinteistömässä ja pit-kän aikavälin elinkaaridata toimivat uuden tekoälyeko-systeemin strategisena ”polttoaineena”. - Toimii digitaalisen ekosystee-min ankkurina, joka tarjoaa testialustoja (pilottihankkeita) uusien, lokalisoitujen AI-rat-kaisujen kokeilulle ja jatku-valle systeemiselle oppimi-selle.	- Siirtyy pelkästä tavoitteiden asettajasta aktiivisek-si datan orkestroijaksi, joka tekee nopeita, tekoälyn tukemia ja simuloituja investointipäätöksiä. - Ohjaa koko toimitusketjua vaatimalla hankinnoi-saan avoimia rajapintoja, tekoälyvalmiuksia ja digitaalisten kaksosten käyttöä. - Luo suotuisat sopimukselliset puitteet arvon yh-teisluonnille ja riskien jakamiselle (esim. allians-simallit), sillä AI-pohjainen siilojen murtaminen ei onnistu perinteisillä vastakkainasetteluun perus-tuvilla urakkasopimuksilla. - Koska data säilyy ja ”organisaation muisti” karttuu, voidaan tätä hyödyntää hankkeiden välillä, mutta myös kiinteistön ylläpidossa ja asiakaspalvelussa. - Tekoälyratkaisujen skaalaaminen projektikohtai-sista kokeiluista yritystason strategiseen päätök-sentekoon (esim. investointipäätösten tuki, sisäis-ten toimintojen optimointi ja kannattavuuslasken-ta). - Vastuullisuustavoitteiden tukeminen analysoimal-la ei-strukturoitua dataa tekoälyn avulla ja tuomal-la nämä kyvykkyydet osaksi yhteisiä alustaratkai-suja.	- Optimaalinen sijoitetun pääoman tuotto, käyttä-jälähtöisempi lopputuote ja kiinteistön elinkaari-arvon maksimointi (esim. tekoälyllä ja IoT:lla op-timoitu ennakoiva ylläpito ja energiatehokkuus). - Siirtyminen asiantuntijoiden tuntiveloituksen maksamisesta lopputulos- ja arvopohjaiseen ostamiseen. - Ennennäkemätön läpinäkyvyys projektin laatuun, kustannuksiin ja aikatauluihin: AI-mallien luoma kyky nähdä koko prosessi ja vähentää perinteistä ”tiedon epäsymmetriaa” tilaajan ja toteuttajien välillä.	- Riippuvainen suojatuista pilvialustoista, jotka takaavat kyberturvallisuuden ja liikesalaisuuksien säilymisen, jottei arvokas elinkaaridata vuoda julkisiin tekoälymalleihin. - Täysin riippuvainen suunnittelijoiden ja rakennut-tajien (”domaineksperttien”) kyvystä validoida AI:n tuottamat skenaariot – ihminen-kone -tiimit ovat pakollisia. - Riippuvainen muiden ekosysteemin osapuolten halukkuudesta ja rohkeudesta jakaa dataa avoi-mesti ja toimia yhtenäisten tietostandardien (esim. BIM-ohjeistukset) mukaisesti. - Asiakasyhteyttä. - Moniammatillisten tiimien rakentaminen: järjes-telmien kehittäminen ja ylläpito vaativat teknisen IT-osaamisen (dataarkkitehdit ja analytikot) sekä syvän liiketoiminta- ja prosessiosaamisen tiivistä yhdistämistä.	- Lock-in -riski valittuun alustaan tai tekoälytoi-mittajaan sekä perinteiset investointiriskit. - AI:n ”musta laatikko” -pääöksenteko ja juridi-set epäselvyydet: Kuka kantaa vastuun, jos investointi tai turvallisuusratkaisu perustuu AI:n tekemään piilevään algoritmi- tai hallusi-naativirheeseen? - Tilaajaosaamisen rapautuminen ja ”totuusil-luusio”: Riski sokeasta luottamuksesta koneen antamaan tietoon, jolloin eettinen pohdinta, riskien kriittinen arviointi ja kyky haastaa asiantuntijoiden ratkaisuja heikkenevät. - Prosessimuutoksen luominen on myös ongel-mallinen, valtava harjoitteleminen ja opettele-minen. Ei pelkästään tekninen ongelma!
	2. Raken-nuttaja (rakennut-tajakon-sultti, tai sisäinen vastaava liiketoimin-nan osa)	- Projektinjohdon syväosaami-nen, hankintaverkostot ja ymmärrys monimutkaisista rakennusprosesseista. - Kyky johtaa ihminen-tekoäly -hybriditiimejä: yhdistää teko-älyn laskentatehon ihmisen kontekstisidonnaiseen ym-märrykseen ja tilannetajuun. - Sosiaalinen pääoma ja luot-tamus: Toimii inhimillisenä lukkona tilaajan ja suunnitte-lijoiden/urakoitsijoiden välillä. Tekoäly ei voi rakentaa luot-tamusta, jota uusien digitaal-isten alustojen käyttöönotto vaatii.	- Pystyy toteuttamaan nykyiset tehtävät nopeammin ja laadukkaammin. Mahdollistaa sen, että voidaan keskittyä tarkemmin hankkeen erityispiirteisiin, riskeihin ym. koska perustekeminen on enemmän prosessoitua. - Nousee ekosysteemin orkestroijaksi. Rakentaa ”organisaattoriagenttien” logiikan: määrittelee, mitä tietoa tilataan, miltä aliagenteilta ja millä reunaeh-doilla. - Valjastaa AI-agentit ennakoivaan hallintaan: tekee dynaamista aikataulutusta, tekoälyn kykyihin perustuvaa kustannuslaskentaa ja reaaliaikaista epävarmuuksien hallintaa pelkän reaktiivisen seurannan sijaan. - Purkaa tiedon siiloja ja integroi toimitusketjua varmistuen datan automaattisen virtauksen suunnittelusta työmaalle. Tämä mahdollistaa prosessien hyperpersonoinnin, eli tiedon ja ratkai-sujen tarkan, tekoälyavusteisen räätälöinnin juuri tietyn yksittäisen toimijan tai tilanteen tarpeisiin. - Luottamuksen rakentaminen ja yhteistyön edelly-tyksien mahdollistaminen. Jos rutiinitehtävistä vapautuu aikaa automatisaatiolla, niin ihmisasi-antuntijat voi käyttää työaikaansa ihmisten koh-taamiseen, paikan päällä havainnointiin (vuorovai-kuttamiseen), luovaan työhön.	- Palvelun skaalautuvuus: kun AI tuottaa rutiinido-kumentaation ja skenaariot hetkessä, sama asi-antuntijatiimi voi johtaa useampia hankkeita laadun kärsimättä. - Siirtymä tuntiveloituksesta arvopohjaiseen hin-noitteluun: katetasot nousevat, kun mekaaninen työ ulkoistetaan koneelle ja rakennuttaja myy ti-laajalle taattua laatua ja parempaa ennustetta-vuutta. - Mahdollisuus tarjota staattisen projektijohdon sijaan jatkuvia, dataan perustuvia optimointipal-veluita ja reaaliaikaisia simulaatioita. Myös perin-teisten sopimusmallien ulkopuolella (AlaaS). - Saa uutta dataa hankkeista (positive feedback loop vahvistaa yrityksen systeemitasoista kilpai-lukykyä). - Palveluprosessien tuotteistaminen: siirtymä tun-tipohjaisesta konsultoinnista skaalautuvaan liike-toimintaan lisensoimalla hankkeille valmiita työ-kaluja ja menetelmiä. ”AI stackin” myynti: Valmiiksi konfiguroidun digi-taalisen infrastruktuurin, kuten validoitujen han-keohjausagenttien ja automatisoitujen tarkastus-prosessien, tarjoaminen suoraan hankkeen käyt-töön. - Digitaalisten pelisääntöjen hallinta: toimiminen ekosysteemin luotettavana digitaalisena koordi-naattorina, mikä oikeuttaa uudenlaisen roolin ja korvauksen hankkeessa.	- Tilaajan datastrategia ja lähtötiedot: osin riippu-vainen tilaajan tarjoamasta ”organisaation muistista” ja tavoitteista. Ilman laadukasta elin-kaaridataa ja selkeitä reunaeh-toja rakennuttaja ei voi konfiguroida ja ohjata ekosysteemin teko-älyagentteja täysin hankekohtaisesti lokalisoidus-ti. - Suunnittelijoiden substanssiosaaminen: Riippu-vainen muiden toimijoiden human-in-the-loop -validoinnista. Rakennuttaja orkestroi prosesseja, mutta ei kykene yksin kantamaan vastuuta tai arvioimaan kapea-alaisen tekoälyn (esim. LVI- tai rakennesuunnittelun) tulosten oikeellisuutta ja mittakaavavirheitä. - Yhteentoimivat alustat ja avoimet rajapinnat: Orkestrointi ei ole tehokasta, jos tieto ei virtaa organisaatorajojen yli. Riippuvainen digitaalisesta infrastruktuurista ja integraattoreista, jotka estävät datan siiloutumisen urakkarajoille. - Määrämuotoiset tietosisällöt: Järjestelmä hyötty yhteisistä sovitut input- ja output-standardeista. Jos rajapintojen yli siirtyvää tietoa ei ole vakioitu, vaarana on ”garbage in, garbage out” -ilmiö koko hankkeessa. - Ekosysteemin luottamus: riippuvainen kaikkien osapuolten halukkuudesta jakaa tietoa läpinäky-västi hybriditiimeissä ilman pelkoa IPR-oikeuksien menettämisestä tai tiukoista vastakkainasetteluun perustuvista sopimusteknisistä rangaistuksista.	”Garbage in, garbage out”- skaalautuminen: jos orkestroijan AI:lle antamat lähtötiedot (promptit) ja reunaehdot ovat puutteellisia, automaatio monistaa virheen välittömästi koko hankkeeseen. - Totuusilluusio: riski siitä, että tekoälyn itsevar-masti tuottama ”hallusinaatio” hyväksytään kiireessä faktana ja viedään päätöksentekoon ilman kriittistä kognitiivista arviointia. - Roolin kapeneminen: jos rakennuttaja jää kiinni mekaaniseen laadunvalvontaan eikä kykene nostamaan osaamistaan strategiseen sidosryhmäjohtamiseen ja AI-operaattoriksi, rooli on vaarassa automatisoitua pois. - Jos tehdäänkin kapeammin töitä ja otetaan useampia hankkeita niin on riski, että aiheuttaa uupumusta. - Mistä uusien osaajien kompetenssi syntyy, jos tekoäly tekee sen osan työt? Miten koulun penkiltä osaajaksi ja mitä se tulevaisuuden osaaminen on jatkossa? Arvopohjaisen pal-velun ”arvon” määrittely voi olla hankala. - Kannibalisaatio tuntityöissä. - IPR riidat (kuka saa käyttää mitä tietoa ja miten, tiedon omistajuus).

Yhteinen arvolupaus: Ennakoiva ja datapohjainen rakentaminen, jossa turvallinen tekoälyekosysteemi poistaa rutiinityön ja skaalaa tilaajan, rakennuttajan ja suunnittelijan asiantuntijuuden tuottavuutta ja arvoa.

Eko-sys-teemin kerros	Toimijan rooli ekosys-teemissä	1. Resurssit (mitä tuo ekosysteemiin?)	2. Arvonluonti (mitä tekee yhteisen tavoitteen eteen?)	3. Arvon kaappaus (mitä hyötty tai saa itsel-leen?)	4. Riippuvuudet (ketä/mitä ilman ei pärjää?)	5. Riskit (uhat)
Ydintoi-mijat	3. Suunnit-telija (arkkiteh-dit, erikois-suunnitteli-jat yms. toimistot)	- Syvä asiantuntemus (domainexpertise), luovuus ja ongelmanratkaisukyky yllät-tävissä poikkeustilanteissa. - Lokalisoidun opetusdatan ja tietopää-oman hyödyntäminen: Suunnittelutoimis-ton oman hiljaisen tiedon, ohjeistusten ja tyyppiratkaisujen siirtäminen tekoäly-mallien opetusmateriaaliksi. Tämä opettaa järjestelmän ylittämään genee-riset standardiratkaisut, määrittää agentisoitujen työnkulkujen toimintalo-giikan ja toimii alustana uuden tiedon luomiselle. - Juridinen pätevyys ja vastuunkanto: te-koäly tai algoritmi ei voi toimia pääsuun-nittelijana saati vastata rakenteiden turvallisuudesta oikeudessa – tähän tarvitaan inhimillistä leimaa.	- Muuttuu piirtäjästä AI-operaattoriksi: Kouluttaa ja valvoo kapea-alaisia alia-gentteja (esim. LVI- tai paloturvallisuus-a-gentti), jotka tekevät rutiininomaisen generoinnin. Toimijalla säilyy konsep-toijan ja ohjaajan rooli. - Toimii ekosysteemin kriittisenä ”human-in-the-loop” - laadunvarmistajana, au-ditoi algoritmien ehdotukset ja karsii tekoälyn hallusinaatiot. - Keskittyy moniammatilliseen vuorovai-kutukseen, arvon konseptointiin sekä tilaajan tavoitteiden kääntämiseen te-koälyn ymmärtämiksi reunaehdoiksi (prompteiksi). - Fyysisen ympäristön havainnointi ja ihmisten välinen vuorovaikutus.	- Massiivinen tuottavuusloikka: vapautuminen mekaanisesta tietomallintamisesta vapauttaa aikaa korkeamman jalostusarvon strategiseen konsultointiin ja luovaan työhön. - Uudet ansaintamallit (AI-as-a-Service (AlaaS)): mahdollisuus paketoida toimiston huippuasian-tuntijoiden tieto kapeiksi tekoälyagenteiksi ja li-sensoida niitä eteenpäin ekosysteemin muille toimijoille. - Mahdollisuus siirtyä tunneista veloittamisesta ”tuotetun arvon ja laadun” mukaiseen laskutukseen.	- Riippuvainen tekoälyagenttien kyvykkyydestä ja siitä, kuinka luotettavasti mallit ymmärtävät mm. paikallisia rakennusmääräyksiä, domasinpesife-jä toimintatapoja (taustatiedot tehtävien suori-tusperiaatteet). - Auditoitavuus: On voitava varmistaa mallien tu-lokset. Lisäksi pitää pystyä jäljittää, mitä dataa ja agentin toimintaperiaatteita käytettiin, jotta koko järjestelmää voidaan parantaa palautesi-l-mukan avulla. - Riippuvainen alustan ja ekosysteemin tarjoamas-ta luotettavasta IPR-suojasta (immateriaalioike-udet), jotta toimiston elintärkeä suunnitteludata ei valu esimerkiksi julkisiin tekoälymalleihin. - Vaatii toimiakseen yhteistyötä ja jaettuja tietos-tandardeja mm. tilaajan ja rakennuttajan kanssa.	”De-skilling” eli osaamisen rapautuminen: Jos tekoäly hoitaa perusmallinnuksen, miten uransa aloittavat junior-suunnittelijat oppivat alan perusteet, rutiinit ja ymmärryksen syy-seuraussuhteista? Ei kehity ”intuitio tulok-sien oikeellisuudesta” - Juridinen ”musta laatikko”: vastuukysymykset, jos rakennusvirhe johtuu tekoälyn tekemästä piilevästä päättelyvirheestä, jota asiantuntija ei laadunvarmistuksessa huomannut. - Työn arvon inflaatio: riski siitä, että asiakkaat olettavat tekoälyn ”tekevän työn ilmaiseksi”, ja suunnittelijan rooli nähdään pelkkänä me-kaanisena tarkastajana, jolloin asiantuntijatyön hinta romahtaa. - IPR-oikeuksien ja kilpailuedun menettäminen, jos tekoälylle syötetty data kouluttaa muiden toimistojen kilpailevia malleja. Myös pohja-mallien kehityksen vaikutus domainspesifiin agentisointiin.

Osa 2. Uudet toimijat ekosysteemissä (skaalaajat ja mahdollistajat sekä fasilitaattorit)						
Ekosys- teemin kerros	Toimijan rooli ekosys- teemissä	1. Resurssit (mitä tuo ekosys- teemiin?)	2. Arvonluonti (mitä tekee yhteisen tavoitteen eteen?)	3. Arvon kaappaus (mitä hyötyy tai saa itselleen?)	4. Riippuvuudet (ketä/mitä ilman ei pärjää?)	5. Riskit (uhat)
Skaalaa- jat ja mahdol- listajat (AlaaS, integraat- torit, kybertur- va ja auditointi)	4. Kapea-alaiset AI-agentit (AI-as-a-Ser- vice -yritykset: puhdas- ta tekoälykapasiteettia myyvät ”ihmisettömät” palveluntarjoajat)	• Valtava laskentateho ja syväkou- lutetut, rajattuihin asiantuntija- tehtäviin (esim. säädöstarkastus, kustannuslaskenta) erikoistuneet tekoälyt (esim. erikoistuneet agentit). • Ohjelmointirajapinnat (API), joi- den kautta äly integroidaan asi- akkaiden prosesseihin.	• Tarjoaa perinteisille toimijoille (tilaaja, raken- nuttaja, suunnittelija) ”kognitiivista kapasiteet- tia palveluna”. • Suorittaa ja optimoi rajatut tehtävät sekunneis- sa, ilman inhimillisiä rutiinivirheitä.	• Tilaus- ja lisenssitulot (SaaS/APIkutsut). • ”Data flywheel” -ilmiö: Mitä enemmän ekosysteemi käyttää agenttia, sitä tarkem- maksi se oppii, mikä syventää kilpailuetua.	• Vaatii alun perin huipputason inhi- millistä dataa (domainexpertise) mallin opettamiseen. • Riippuvainen perinteisistä toimi- joista, jotka ostavat älyn osaksi omaa ihmiskeskeistä projektinjoh- toaan ja kantavat juridisen vastuun.	• Algoritmin ”vinoutuminen” ja hallusinaatiot, jos sitä ei päivitetä. • Jos perinteinen toimija luottaa agenttiin so- keasti (totuusilluusio), virheet monistuvat
	5. Datan ja alustan hallinnointi (integraatto- rit ja pilvitoimijat), kuten isojen tekoälymallien tarjoajat	• Digitaalinen infrastruktuuri, tieto- turva-arkkitehtuuri ja skaalautuvat pilvipalvelut. • Avoimet rajapinnat (API), joilla ekosysteemin eri toimijat yhdis- tetään.	• Fasilitoi datavirtoja organisaatorajojen yli. Ratkoo järjestelmien yhteensopivuusongelmat. • Mahdollistaa lokalisoitujen AI-mallien raken- tamisen organisaatioiden omiin, suojattuihin siiloihin.	• Alustan transaktiomaksut ja datanhallinnan volyymilaskutus. • Koko ekosysteemin lukkovaikutus (vendor lock-in) ja datamassan hallinnasta syntyvä strateginen valta.	• Täysin riippuvainen verkostovaiku- tuksista (Network effects): alusta on arvoton, jos tilaajat ja suunnit- telijat eivät luota siihen ja siirrä dataansa sinne.	• Epäonnistuminen alustan skaalaamisessa tai yhteisten tietostandardien (esim. BIM) puute, jolloin data jää jumiin perinteisiin siiloihin.
	6. Kyberturvallisuusyh- tiöt (digitaalisen luotta- muksen takaajat)	• Syvällinen asiantuntemus teko- äly ympäristöjen uhkamallinnuk- sesta, kyberhyökkäysten torjun- nasta ja IPR-suojauksesta.	• Rakentaa ekosysteemin elintärkeän digitaalisen luottamuksen. • Suojaa asiakkaiden strategisen datan ja asiantuntijoiden liikesalaisuudet mallien kou- lutusvaiheessa.	• ”Security-as-a-Service” -jatkuva laskutus. • Kriittisen infran suojaamiseen liittyvä pre- mium-hinnoittelu ja kybervakuutusmallit.	• Integroitava sisään alustoihin (in- tegraattorit): turvallisuus ei voi olla jälkikäteen lisätty laastari.	• Yksittäinen kriittinen tietovuoto, tekoälyn manipulointi (”data poisoning”) tai teollisuus- vakoilu voi romahduttaa koko verkoston us- kottavuuden.
	7. Tekoälyn auditointi ja hallinto (riippumaton laadunvarmistus)	• Riippumattomat AI-validointike- hykset, testausprotokollat (”hu- man-in-theloop”) sekä lainsää- dännön (esim. EU AI Act) ja teko- älyetiikan syväosaaminen.	• Arvoi eri toimijoiden tekoälyjärjestelmien laa- dun. • Varmistaa agenttien tuottaman tiedon teknisen oikeellisuuden (poistaa hallusinaatiot) ja juri- disen/eettisen vaatimustenmukaisuuden. • Takaa päätöksenteon ja vastuun jäljitettävyy- den.	• Sertifiointimaksut ja jatkuvat auditoinnin palvelusopimukset (auditing-as-a-Service). • AI-strategian ja eettisten ohjeistojen kon- sultointipalkkiot.	• Vaatii ”domain-eksperttien” (suun- nittelijoiden) tukea; algoritmia ei voi auditoida ilman syvää ymmär- rystä siitä, mikä on ”totuus”.	• Tekoälyn ”musta laatikko”: jos auditoija ei kykene jäljittämään AI:n monimutkaistuvaa päättelyketjua, juridinen vastuunjako epäon- nistuu ja sääntelyriskit realisoituvat.

Osa 2. Uudet toimijat ekosysteemissä (skaalaajat ja mahdollistajat sekä fasilitaattorit)						
Ekosys- teemin kerros	Toimijan rooli ekosys- teemissä	1. Resurssit (mitä tuo ekosys- teemiin?)	2. Arvonluonti (mitä tekee yhteisen tavoit- teen eteen?)	3. Arvon kaappaus (mitä hyötty tai saa itselleen?)	4. Riippuvuudet (ketä/mitä ilman ei pärjää?)	5. Riskit (uhat)
Fasilitaat- torit	8. Standardisoijat ja yhteisen datan hallin- noijat (esim. Rakennus- tietosäätiö, buildingS- MART Finland, Sähkö- tieto ry ja LVI Tekniset Urakoitsijat)	- Alan yhteisesti hyväksytty perus- data (säädökset, luokitukset). - Yleishyödyllinen, puolueeton asema. - Kyky luoda koneluettavia ontolo- gioita ja API-rajapintoja.	- Luovat suomalaisen KIRA-alan Alpohjakerrok- sen: tarjoavat standardoituja systeemipromp- tien kirjastoja, taustatietokokonaisuuksia ja perusagentteja. - Estävät siiloutumisen rakentamalla alan yh- teisen digitaalisen ”kieliopin” (esim. IFC).	- Siirtyminen staattisten dokumenttien (pdf) myynnistä dynaamisen datan ja koneiden lisenssimaksuihin. - Vahvistaa säätiöiden strategista valtaa digimurroksessa.	- Riippuvainen ohjelmistotaloista (inte- graattoreista), jotta standardit saadaan vietyä käytännön työkaluihin. - Vaatii tilaajien vaatimuksen standardi- en käytöstä.	Organisaatioiden kankeus: jos yhteinen AI-pohjadata laahaa perässä teknologian kehityksestä, ketterät yritykset luovat omat standardinsa, jolloin yhteinen etu menetetään.
	9. Akatemia ja tutki- muslaitokset (esim. VTT, yliopistot ja ammattikorkeakoulut)	- Tieteellinen tutkimuskapasiteet- ti ja syvällinen metodologinen osaaminen (koneoppiminen, ra- kennusfysiikka). - Tulevaisuuden osaajien koulut- taminen.	- Tuottaa tieteellisesti validoitua tietoa tekoälyn vaikuttavuudesta ja turvallisuudesta. - Tutkii pitkän aikavälin vaikutuksia, kuten ”human-in-the-loop” -dynamiikkaa ja työn murrosta.	- Tutkimusrahoitus (esim. Business Finland, EU). - Uudet spin-off -yritykset, patentit ja tieteellinen vaikuttavuus. - Ekosysteemin asiantuntijavalta.	- Täysin riippuvainen yritysten tarjoamas- ta todellisesta datasta ja halukkuudes- ta avata pilottikohteita. - Vaatii jatkuvaa yhteyttä liiketoiminnan arkeen.	Nopeus vs. AI-kehityssykli: riski siitä, että akateeminen tutkimus ja julkaisuprosessi ovat liian hitaita, ja tieto vanhenee jo ennen julkai- suaan.
	10. Lainsäätäjät ja viranomaiset (säänteli- jät)	- Lainsäädäntövalta, viranomais- data ja luvitusprosessit. - Mandaatti asettaa juridinen reunaehto tekoälyn käytölle ra- kentamisessa ja suunnittelussa.	- Määrittävät juridiset pelisäännöt (kuka on vastuussa AI:n virheestä). - Mahdollistavat tehokkuusloikan automatisoi- malla luvitusta (esim. koneellinen BIM-sää- döstarkastus osana lupaprosessia).	- Yhteiskunnallinen vaikuttavuus: no- peammat lupaprosessit, resurssien säästö julkisella sektorilla ja parempi rakentamisen laatu. - Verovarojen tehokkaampi käyttö.	Riippuvainen alan asiantuntijoiden tu- esta ymmärtääkseen tekoälyn todellisen kypsyystason ja tekniset mahdollisuu- det.	Sääntelyriski: ylisääntely (liian tiukat ennak- kovaatimukset) voi tukahduttaa suomalaisen AI-innovaation kokonaan, kun taas alisäänte- ly johtaa turvallisuus- ja vastuukriiseihin.
	11. Kansallisen pohja- datan ja avoimen datan tuottajat (esim. Maan- mittauslaitos, Suomen ympäristökeskus, Ilmatieteenlaitos, Tilastokeskus)	Valtavat määrät ilmaista tai edullista, korkealaatuista tausta- dataa: paikkatieto (GIS), sääolo- suhteet, maaperäkartat, hiilijalan- jälkitieto.	- Tarjoavat tekoälyagenttien elintärkeät ”ulkoi- set reunaehdot” suoraan rajapintojen (API) kautta. - Mahdollistavat dynaamiset elinkaari- ja kau- punkitason simulaatiot ilman kallista manuaa- lista tiedonkeruuta.	- Yhteiskunnallisen datan laaja-alaisem- pi hyödyntäminen. - Palveluiden ylläpito mahdollisten raja- pintojen API-kutsukustannusten tai budjettirahoituksen kautta.	Riippuvainen alustatoimijoista ja AlaaS-yrityksistä, jotka rakentavat raja- pinnat ja tuovat datan varsinaisiin las- kentamalleihin.	Datan vanhentuminen tai rajapintojen (API) yllättävät katkokset voivat halvaannuttaa te- koälyagenttien toiminnan, jos agentti nojaa reaaliaikaiseen dataan.
	12. Innovaatorahoitta- jat ja ekosysteemiver- kostot (esim. Business Finland, Sitra ja KIRA- Hub)	- Julkinen ja puolijulkinen riskira- hoitus. - Laajat kansalliset ja kansainväli- set verkostot. - Puolueeton asema ekosysteemin rakentajana.	- Jakavat teknologista ja taloudellista riskiä. Laskevat PK-yritysten kynnystä investoida kalliisiin AI-kokeiluihin. - Fasilitoivat siilojen ylittämistä ”proof of con- cept” -piloteissa (allianssit yritysten välillä).	Kansallisen kilpailukyvyn kasvu, digi- viennin edistäminen ja alan tuottavuus- loikan mahdollistaminen (makrotason arvo).	Riippuvainen yritysten halusta osallistua, investoida omaa rahaa ja jakaa oppi- maansa dataa (avoimen innovaation periaate).	”Hankehumppa”: rahoituksen kohdentuminen pelkkiin irrallisiin ohjelmistokokeiluihin, jotka eivät koskaan skaalaudu jatkuvaksi liiketoi- minnaksi pilotin päätyttyä.